

RAPPORT

Rapport CO₂-ketenstudie houten perronoverkapping

Klant: Intern

Referentie: T&PBC1049-100-107R001D0.1

Status: 0.1/Finale versie

Datum: 17-7-2017



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX AMERSFOORT
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Rapport CO2-ketenstudie houten perronoverkapping

Ondertitel:
Referentie: T&PBC1049-100-107R001D0.1
Status: 0.1/Finale versie
Datum: 17-7-2017
Projectnaam: S&OE QHSE Manage CO2-prestatieladder
Projectnummer: BC1049-100-107
Auteur(s): Maarten van den Berg, Bas Mentink

Opgesteld door: Maarten van den Berg

Gecontroleerd door: Frederik Oudman

Datum/Initialen:

Goedgekeurd door:

Datum/Initialen:

Classificatie

Alleen voor intern gebruik



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Methode	3
2.1	Functionele eenheid en scope	3
2.2	Beknpte ketenomschrijving en systeemgrenzen	5
2.3	Dataverzameling, validatie en methode CO ₂ -emissieberekening	6
2.4	Ketenpartners	7
3	Resultaat en gedetailleerde ketenbeschrijving	8
3.1	Ontwerpfase	8
3.2	Grondstof- en productiefase	8
3.3	Transportfase	12
3.4	Bouwfase	13
3.5	Beheer- en onderhoudsfase	13
3.6	Einde levensduurfase	14
3.7	Onzekerheden	14
4	Conclusies en aanbevelingen	15
4.1	Conclusies	15
4.2	Aanbevelingen	15
4.3	Reductiemaatregelen	15

1 Inleiding

Royal HaskoningDHV (RHDHV) heeft een ketenanalyse van een houten perronoverkapping uitgevoerd, enerzijds om haar certificering op niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder te behouden en anderzijds om waardevolle kennis op te doen die ingezet kan worden in huidige en toekomstige projecten.

Om de certificering op niveau 5 van de CO₂-Prestatieladder te behouden dient RHDHV aan alle eisen van de ladder (niveau 1 t/m 5) te voldoen en specifiek de eisen van de branchegerichte toelichting voor ingenieursbureaus. Om aan eis 4.A.1, 4.A.3 en 4.B.1 te voldoen moet RHDHV twee ketenanalyses van haar meeste materiële indirecte (scope 3) activiteiten uitvoeren. Eén van de te analyseren ketens is de keten van een houten perronoverkapping. De onderbouwing voor de keuze van deze keten is in een aparte memo toegelicht.

De analyse is uitgevoerd op basis van het nog te realiseren project Vernieuwing Station Ede-Wageningen. Ten tijde van het opstellen van de eerste versie van deze ketenstudie (juni 2017) zijn nog niet alle objectspecificaties bekend. De hierdoor aanwezige hiaten en gemaakte aannames zullen in een later stadium worden toegevoegd dan wel vervangen door meer representatieve waarden.

Deze ketenanalyse is opgesteld conform de structuur van de Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard van het Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol). De analyse sluit aan op de internationale protocollen Product Life Cycle Accounting Reporting Standard van het GHG Protocol, ISO 14040 en PAS2050, zodat de uitkomsten in de toekomst als opstap gebruikt kunnen worden naar eventuele certificering van de analyse. Om de stap van een CO₂-ketenanalyse te maken naar een analyse conform laatst genoemde normen is uitgebreider onderzoek nodig.

2 Methode

In dit hoofdstuk wordt beschreven op welke manier de CO₂-uitstoot in de levenscyclus van de houten perronoverkapping is bepaald. Hierbij zijn de volgende stappen doorlopen:

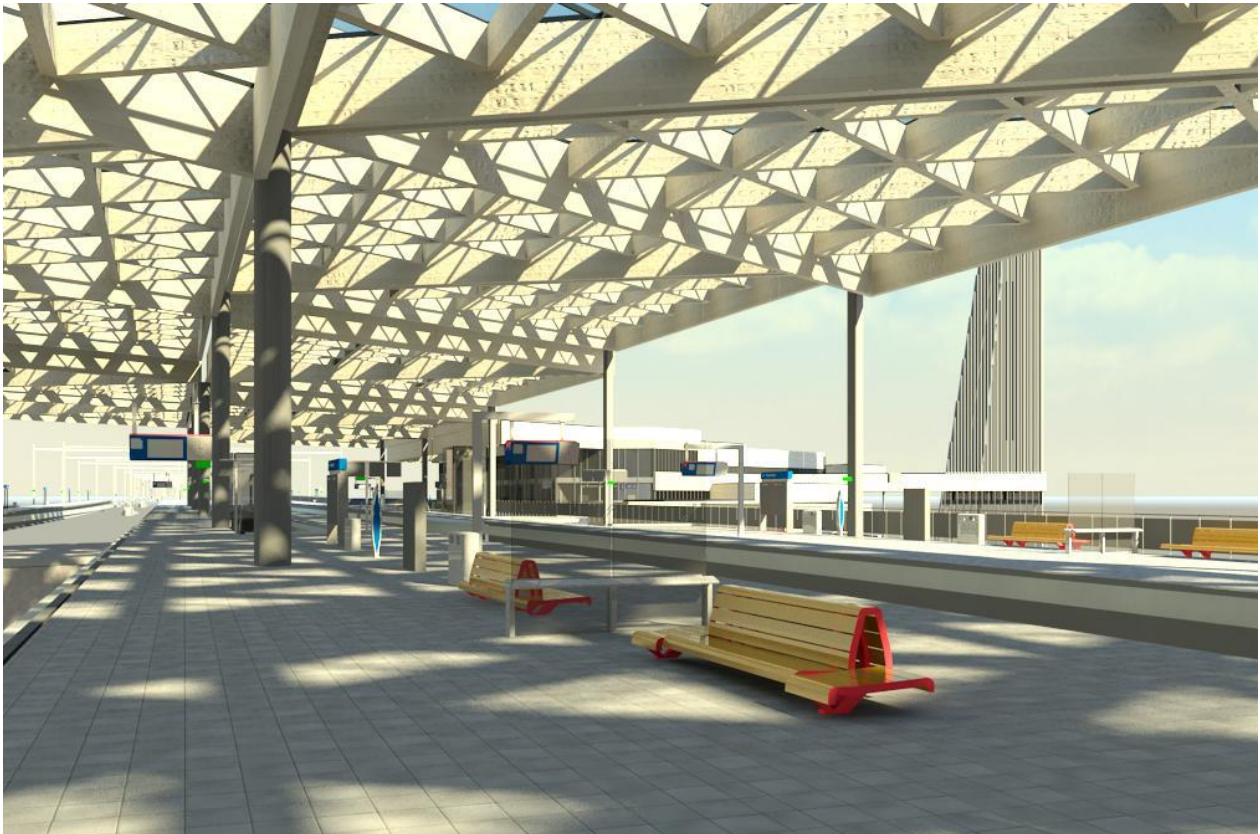
1. Bepalen functionele eenheid en scope
2. Beknopte ketenbeschrijving en systeemgrenzen
3. Dataverzameling, validatie en methode CO₂-emissie berekeningen
4. Bepalen ketenpartners

2.1 Functionele eenheid en scope

De functionele eenheid is een eenduidige referentie-eenheid waarin de CO₂-emissie wordt uitgedrukt. In deze studie is gekozen voor 1 m² perronoverkapping met een levensduur van 50

jaar om het perron bij regen droog te houden. Deze functionele eenheid maakt het mogelijk om de houten perronkap van dit specifieke project te vergelijken met andere perronkappen¹

Binnen de scope van de analyse valt de overkapping van 10.611 m² en de draagconstructie bestaande uit stalen steunpalen en een fundering van gewapend beton.



Figuur 1, impressie houten perronoverkapping

De CO₂-emissies gerelateerd aan materiaal- en energiegebruik van de volgende objecten en activiteiten zijn meegenomen:

- Primaire, secundaire en tertiaire houten liggers
- Aluminium afwateringsprofielen
- Stalen kolommen
- Fundering
- Glas in overkapping
- Transport objecten naar bouwplaats
- Assemblage
- Gebruik en onderhoud
- Ontmanteling

¹ In deze ketenanalyse is geen vergelijking met andere typen perronkappen opgenomen. Een één op één vergelijking van CO₂-ketenemissies van perronkappen is alleen mogelijk wanneer in beide studies een vergelijkbare methodologie is toegepast om CO₂-emissies te bepalen.

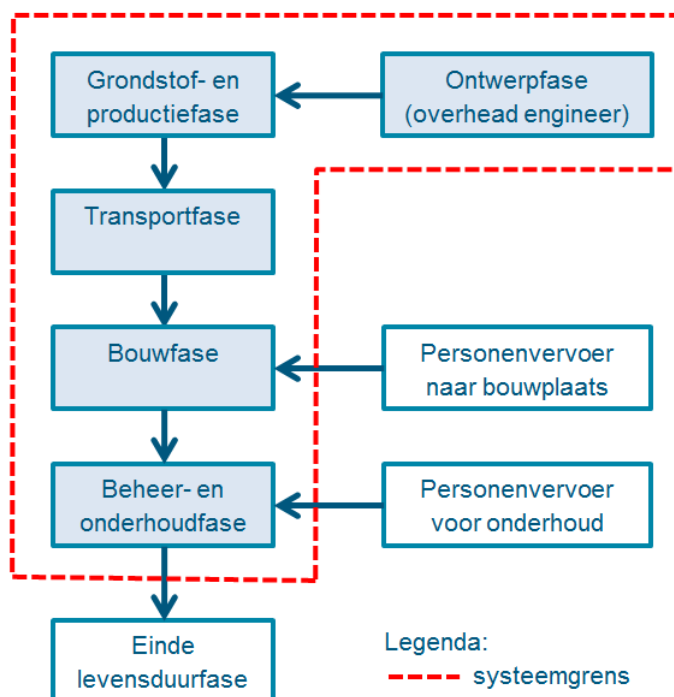
Buiten de scope vallen de overige onderdelen van het station zoals het perron zelf, de bevestiging voor de bovenleiding en de muren en wanden van het stationsgebouw. Deze onderdelen hebben een andere functie dan de perronoverkapping.

2.2 Beknopte ketenomschrijving en systeemgrenzen

De levenscyclus van de houten perronoverkapping bestaat uit de volgende fasen:

- Grondstof- en productiefase
- Transportfase
- Bouwfase
- Beheer- en onderhoudsfase
- Einde levensduurfase

In Figuur 2 zijn de systeemgrenzen weergegeven voor deze analyse. Er is gekozen om de levensfasen mee te nemen waar wij als raadgevend ingenieur betrokken bij zijn. De einde levensduurfase (50 jaar) is ver weg en de CO₂-intensiteit van de dan gebruikte energiedragers ligt naar verwachting veel lager dan vandaag de dag. Design for disassembly betekent dat het object aan het eind van de levensduur eenvoudig uit elkaar gehaald kan worden zodat de materialen hergebruikt kunnen worden. Hiermee komt in de toekomst materiaal beschikbaar met een lage CO₂-footprint (alleen de ontmantelings- en transportemissies hoeven dan toegerekend te worden aan het nieuwe product). Voorwaarde is wel dat geen credit toegekend wordt aan de eerste levensfase voor een eventuele tweede levensfase. In deze ketenanalyse wordt dat dan ook niet gedaan.



Figuur 2, systeemgrens

Grondstof- en productiefase

De grondstof- en productiefase zijn in deze studie als één fase beschouwd. Hierin worden de CO₂-emissies gerelateerd aan grondstofwinning en productie van de objecten meegenomen.

Transportfase

In de transportfase wordt transport van de materialen en objecten naar de bouwplaats beschouwd.

Bouwfase

In de bouwfase wordt het energiegebruik van het materieel om de perronoverkapping op locatie op te bouwen in kaart gebracht.

Beheer- en onderhoudsfase

De ontwerplevensduur van de perronoverkapping is 50 jaar. De rol van RHDHV in dit soort projecten is die van engineer; er is geen sprake van een DBM (Design, Build, Maintenance) contract.

Einde levensduurfase

Ontmanteling van de perronoverkapping, transport van de materialen naar de afval/recyclinglocatie en afvalverwerking (verbranding of verwerking tot her te gebruiken grondstof).

Ontwerpfase

In de ontwerpfase vinden CO₂-emissies plaats veroorzaakt door energieverbruik van zakelijke (project-gerelateerde) reizen van de betrokken partijen. Naast de opdrachtgever is een van de meest relevante betrokken partijen in de ontwerpfase de engineer, in dit geval RHDHV. Hoewel de uitstoot door project-gerelateerde activiteiten bij de engineer normaliter zeer klein is vergeleken bij de emissie van de grondstof- en productiefase, transportfase en bouwfase, is deze emissie van dit specifieke project bekend vanuit de vereisten van de CO₂-Prestatieladder. Emissies van de opdrachtgever zijn niet meegenomen in de ontwerpfase.

Personenvervoer

Het personenvervoer van medewerkers naar de locatie in de bouwfase en onderhoudsfase valt buiten de systeemgrenzen, omdat RHDHV hier geen invloed op uit kan oefenen.

2.3 Dataverzameling, validatie en methode CO₂-emissieberekening

Voor het berekenen van de CO₂-emissies over de levenscyclus van de perronoverkapping zijn de volgende stappen doorlopen:

- 1) Dataverzameling
- 2) Datavalidatie
- 3) CO₂-emissieberekening

Dataverzameling

De data met betrekking tot materiaal- en energiegebruik zijn verkregen uit ontwerptekeningen van het station. Omdat de materiaalkeuze nog niet vast ligt is in samenspraak met projectmedewerkers een inschatting gemaakt van te gebruiken materialen, zoals de betonklasse benodigd voor de fundering en de houtsoort waaruit de liggers worden vervaardigd. Waar de keuze bij de uitvoerende partij komt te liggen, zoals voor het type aluminium voor de profielen, zijn conservatieve aannames gedaan (in dit voorbeeld is gekozen voor virgin aluminium en niet voor gerecycled aluminium dat een lagere CO₂-emissiefactor heeft).

De CO₂-emissiefactoren zijn verkregen uit verschillende (door de CO₂-prestatieladder aanbevolen) bronnen. Zorgvuldigheid is besteed aan het selecteren van de meest representatieve emissiefactoren teneinde een zo goed mogelijke inschatting van de werkelijke emissies te maken. De lijst van gebruikte emissiefactoren is te vinden in Appendix A.

Datavalidatie

De verkregen data is gevalideerd door een medewerker van het project en een LCA-specialist. Hierbij is gekeken naar de volledigheid van de data en is een sense-check gedaan op de ordegroottes van de materiaal- en emissiedata. Waar nodig zijn de waardes aangepast en de aannames aangescherpt.

CO₂-emissieberekening

Voor het berekenen van de levenscyclusemissies is het in kaart gebrachte materiaal- en energieverbruik vermenigvuldigd met de emissiefactoren:

$$\text{Hoeveelheid materiaal/energie} \times \text{emissiefactor} = \text{CO}_2\text{-uitstoot}$$

Bijvoorbeeld: Poedercoaten van 23.764 m² aluminium profielen × 2,77 kg CO₂/m² aluminium profiel (impacts coating + proces) = 65,8 ton CO₂.

2.4 Ketenpartners

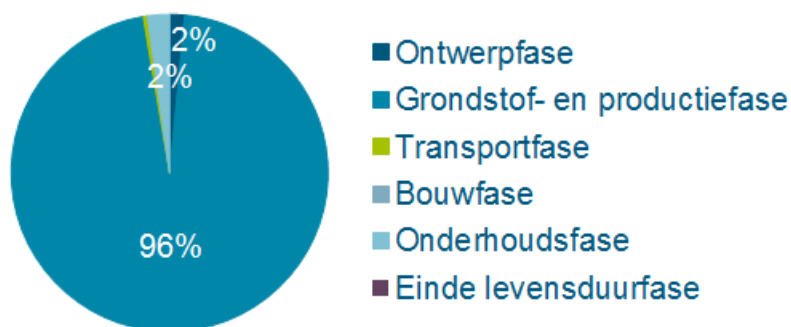
Om tot een zo laag mogelijke CO₂-emissie over de levenscyclus van de houten perronoverkapping te komen is het belangrijk om inzicht te hebben in de belangrijkste ketenpartners en hen te betrekken bij het streven naar CO₂-arme producten en processen. Ook voor het identificeren en realiseren van reductiemaatregelen is samenwerking met deze partijen van belang. De ketenpartners voor het project zijn:

- De opdrachtgever: ProRail
- Leveranciers van grondstoffen en materialen
- Transporteurs
- Bouwbedrijf

3 Resultaat en gedetailleerde ketenbeschrijving

Op het moment van schrijven van de eerste versie van deze ketenanalyse is het project nog niet aanbesteed². De CO₂-berekeningen zijn daarom gebaseerd op het huidige ontwerp, aannames omtrent materiaalkeuze en -productielocatie. De bouwfase en einde levensduurfase zijn nog niet uitgewerkt en zullen in een volgende versie worden toegevoegd. Op basis van de huidige scope is de CO₂-emissie over de levensduur van 50 jaar berekend op 2.631 ton. Hiervan vindt 96% in de grondstof- en productiefase plaats (

Figuur 3). De onderhoudsfase (lak en reinigingsmiddel) is goed voor 2% van de levenscyclus emissies en transport van grondstoffen en materialen naar de bouwplaats zorgt voor 0.5% van de CO₂-emissies. De ontwerpfase draagt voor 2% bij aan de totale emissie. De totale emissie per functionele eenheid bedraagt daarmee 248 kg CO₂ per m² perronoverkapping met een levensduur van 50 jaar.



Figuur 3, CO₂-emissie over de levenscyclus per fase

3.1 Ontwerpfase

De ontwerpfase bestaat uit uitvoering voorbereidende activiteiten van de opdrachtgever en alle opdrachtnemers. In deze

ketenanalyse zijn alleen de emissies van RHDHV opgenomen in de ontwerpfase, omdat deze bekend zijn vanuit de CO₂-Prestatieladder en direct beïnvloed kunnen worden door RHDHV. Emissies van de opdrachtgever zijn dus niet meegenomen.

Conform het Handboek CO₂-Prestatieladder 3.0 zijn alleen de emissies van zakelijke reizen toegekend aan het project. Het gaat om de CO₂-emissie door gebruik van huurauto's, leaseauto's, privéauto's (zakelijk) en OV. De CO₂-emissie van het project is berekend op basis van de jaaromzet van Royal HaskoningDHV en de opdrachtsom van het project. De CO₂-emissie van RHDHV in de ontwerpfase bedraagt volgens deze berekening zo'n 40 ton CO₂. Voor dit specifieke project is dit waarschijnlijk een overschatting van de daadwerkelijke CO₂-emissies, omdat de werkzaamheden voor dit project grotendeels worden uitgevoerd op het kantoor in Utrecht. Het kantoor in Utrecht ligt op loopafstand van het station Utrecht Centraal en het hoofdkantoor van ProRail.

3.2 Grondstof- en productiefase

Tot de grondstof- en productiefase behoren alle activiteiten van grondstofextractie tot en met fabricage van de objecten die naar de bouwplaats worden getransporteerd.

² Bij het selecteren van de ketenanalyse is een specifieke overweging geweest dat inzichten van de ketenanalyse concreet toegepast kunnen worden in een projectcontext. Een 'bijwerking' van deze aanpak is dat nog niet alle informatie in deze studie volledig, compleet en definitief is.

Resultaat

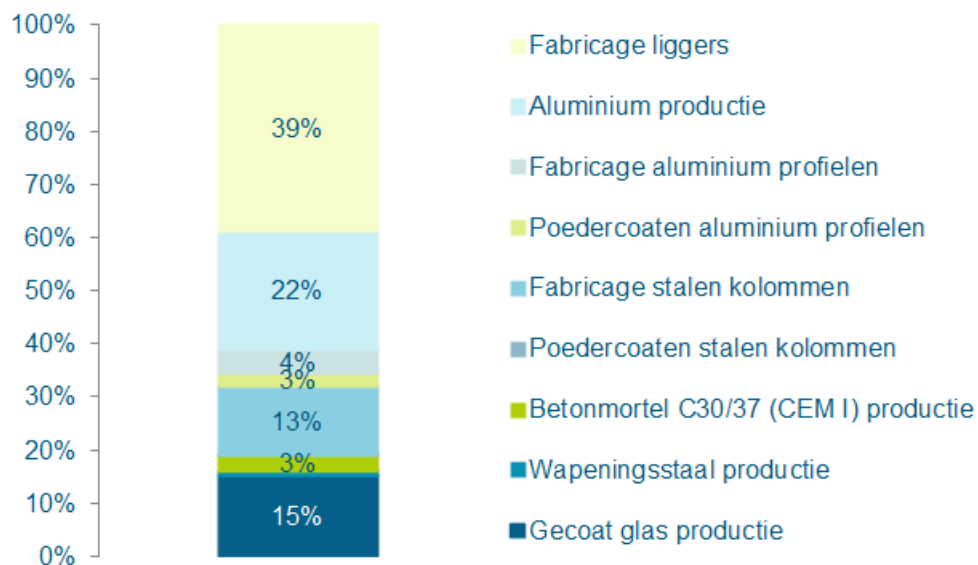
Voor de grondstof- en productiefase wordt ruim 2.600 ton materiaal gebruikt. De overeenkomstige CO₂-impact van de grondstof- en productiefase bedraagt 2.521 ton CO₂ (zie Tabel 1).

Activiteit grondstof- en productiefase	Waarde	Eenheid	Ton CO ₂
Fabricage liggers	1.680.000	kg	976
Aluminiumproductie	60.000	kg	565
Fabricage aluminium profielen	60.000	kg	109
Poedercoaten aluminium profielen	23.764	m ²	66
Fabricage stalen kolommen	161.749	kg	323
Poedercoaten stalen kolommen	1.070	m ²	3
Betonmortel C30/37 (CEM I) productie	364.500	kg	77
Wapeningsstaal productie	24.300	kg	23
Gecoat glas productie	330.903	kg	377
Totaal			2.521

Tabel 1, hoeveelheden en CO₂-emissies activiteiten grondstof- en productiefase

De grootste bijdrage (39%) aan de CO₂-impact in de grondstof- en productiefase komt voor rekening van de houten liggers (zie Figuur 4). Aluminiumproductie voor de aluminium profielen, glasproductie voor de ruiten en staalproductie voor de stalen kolommen zijn goed voor respectievelijk 22%, 15% en 13% van de CO₂-emissies in de grondstof- en productiefase.

Grondstof- en productiefase

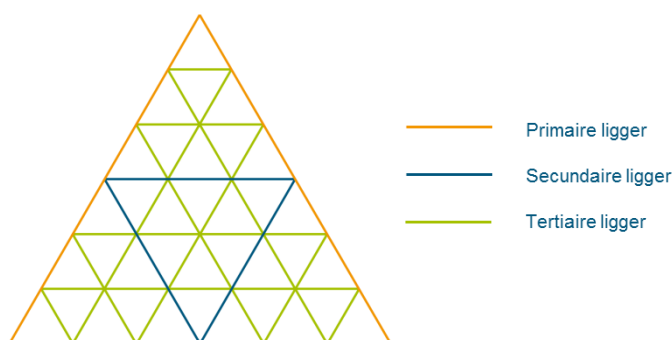


Figuur 4, aandeel per activiteit in de totale CO₂-impact in de grondstof- en productiefase

In het vervolg van dit hoofdstuk worden de objecten en hun productieprocessen benodigd voor de houten perronoverkapping beschreven.

Houten liggers

De kapconstructie bestaat uit aaneengesloten identieke driehoekige elementen, onderverdeeld in primaire, secundaire en tertiaire liggers (zie schematische weergave van één element in Figuur 5). De primaire liggers ontvangen de grootste belasting, de tertiaire de kleinste. De liggers kunnen op verschillende manieren worden uitgevoerd, waaronder massief, hol of als stalen vakwerk met houten omlijsting. In deze ketenanalyse is uitgegaan van de massieve variant voor alle liggers.



Figuur 5, schematische weergave driehoekig houten element kapconstructie

De potentiële leverancier voor de houten primaire, secundaire en tertiaire liggers heeft samen met vijf branchegeenoten een EPD (Environmental Product Declaration) op laten stellen om betrouwbare categorie 2 data aan te leveren voor de Nationale Milieudatabase (NMD). Deze EPD is specifiek voor gelamineerde naaldhouten liggers voor constructieve toepassingen in Nederland, en daarom relevant voor de perronoverkapping ketenstudie. Naast naaldhout zal een deel van de liggers van Accoya hout worden gemaakt. De EPD is representatief voor liggers met afmetingen binnen de volgende range: hoogte 10x240 cm, breedte 6x24 cm, lengte 50 m maximaal. De afmetingen van de liggers voor de perronoverkapping in Ede-Wageningen vallen hier binnen.

In de EPD is de producteenheid gedefinieerd als 1m³ standaard gelamineerde ligger met de volgende levensfasen: kap van de boom, transport naar zagerij, zagen, drogen, kalibreren, vingerlassen / lamineren, schaven, bewerken, transport naar Nederlandse verwerkers van gelamineerd hout, transport naar Nederlandse bouwplaats, constructie, sloop, transport naar de afval verwerking en de afvalverwerking zelf. In deze ketenstudie nemen we de emissies van kap van de boom t/m transport naar Nederlandse verwerkers van gelamineerd hout overgenomen uit de EPD. Transport naar de bouwplaats is apart berekend op basis van de werkelijke transportafstand. Ook voor de bouwfase, beheer- en onderhoudsfase en einde levensduurfase hanteren we project-specifieke aannames.

Het gelamineerde naaldhout zoals gehanteerd voor de EPD heeft een gemiddelde volumieke massa van 508 kg/m³ (hout en lijm) bij een vochtgehalte van 12%. Op het moment van schrijven (juli 2017) is nog niet bekend hoe de houten liggers voor de perronoverkapping worden uitgevoerd. Een mogelijkheid is dat het bovendeel van de liggers dat is blootgesteld aan de weersinvloeden met Accoya wordt bekleed. Accoya is de merknaam van geacetyleerd hout (o.a. Pinus radiata), waarmee de duurzaamheidsklasse van het hout van klasse 4-5 verhoogd wordt tot klasse 1. Daarmee gaat de levensduur bij gebruik in de buitenlucht omhoog van 5-10 jaar naar >25 jaar. In deze eerste versie van de ketenanalyse is aangenomen dat de CO₂-impacts van de gelamineerde houten liggers gelijk zijn aan de CO₂-emissies zoals berekend in de EPD.

Een belangrijk verschil met de EPD voor gelamineerde houten liggers is dat we voor het berekenen van de CO₂-impact van de gelamineerde liggers géén vermeden CO₂-emissie toekennen in de einde levensduurfase. In de EPD is een forfaitaire waarde voor verbranding met energieopwekking berekend conform de SBK bepalingmethode³. We verwachten niet dat aan het eind van de levensduur het gebruik van fossiele brandstof vermeden wordt door de houten liggers te verbranden in een AVI. Als er geen tweede leven voor het hout wordt gevonden en de liggers worden na 50 jaar toch verbrand, dan zal de referentie-emissie voor elektriciteit en warmte dermate laag zijn dat weinig CO₂-emissies vermeden worden.

Aluminium afwateringsprofielen

Het raamwerk van de perronoverkapping ligt ingebed in aluminium profielen met zwartgrijze coating. Voor de afvoer van de condens aan de onderzijde van de ruit is een gootje opgenomen in het aluminium profiel.

Aangenomen is dat de aluminium profielen met extrusie uit virgin aluminium worden vervaardigd en worden afgewerkt met een poedercoating van 80 mu. Voor de CO₂-berekening zijn emissiefactoren uit Ecoinvent gebruikt.

Stalen kolommen

De draagconstructie van de houten perronoverkapping bestaat uit 175 stalen kolommen van 8 verschillende maten die zijn afgewerkt met een poedercoating. Hiervan zijn 142 kolommen (die met het kleinste volume) bestemd voor de fietsenstalling. Voor de CO₂-berekening is uitgegaan van emissiefactoren uit Ecoinvent voor lage legering staal en een standaard poedercoating voor staal met een dikte van 80 mu.

Fundering

De fundering voor de stalen kolommen bestaat uit gewapend beton. In totaal is 162 m³ beton van sterkteklasse C30/37 CEM I (Portland cement) en 24,3 ton wapeningsstaal nodig voor de fundering van de kolommen. Voor het beton is het volume op basis van een gemiddelde dichtheid van 2,4 ton/m³ omgerekend naar massa. Emissiefactoren voor beide materialen zijn verkregen uit DuboCalc.

Glas in overkapping

³ Conform de berekening in de EPD spaart 1 kg schoon hout 2,518 MJ warmte en 2,238 MJ elektriciteit uit. Dit komt overeen met een vermeden CO₂-emissie van 0,76 kg.

Het glas in de overkapping bestaat uit 13mm dik gecoat glas met een totaal oppervlak van 10.440 m². Hier is een emissiefactor van gecoat glas uit Ecoinvent voor gebruikt.

3.3 Transportfase

Tot de transportfase behoort het transport van materialen en objecten van de productie locatie naar de bouwplaats. Transport van grondstoffen (zoals ijzererts naar de staalfabriek) maakt onderdeel uit van de grondstof- en productiefase.

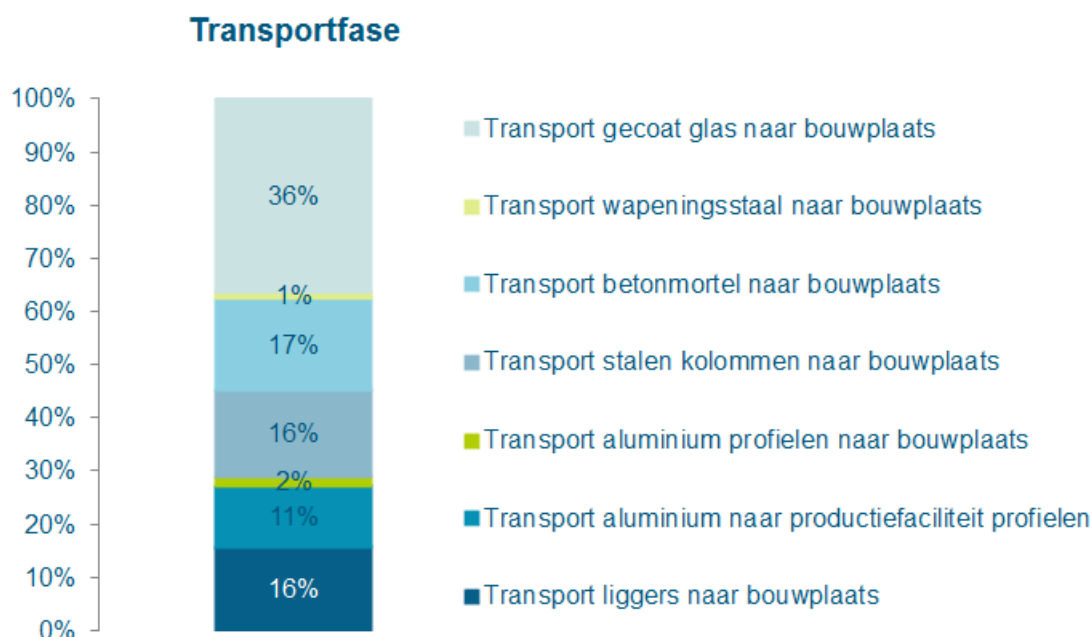
Resultaat

In totaal wordt 2.600 ton aan materialen voor de kapconstructie naar de bouwlocatie getransporteerd. De gemiddelde afstand per ton product van productielocatie naar de bouwplaats is 32 kilometer. De overeenkomstige CO₂-impact van de transportfase bedraagt 11,7 ton CO₂ (zie Tabel 2).

Data voor labels grafiek transportfase	Waarde	Eenheid	Ton CO ₂
Transport liggers naar bouwplaats	16.796	tkm	1,8
Transport aluminium naar productiefaciliteit profielen	12.240	tkm	1,3
Transport aluminium profielen naar bouwplaats	1.860	tkm	0,2
Transport stalen kolommen naar bouwplaats	17.469	tkm	1,9
Transport betonmortel naar bouwplaats	18.225	tkm	2,0
Transport wapeningsstaal naar bouwplaats	1.215	tkm	0,1
Transport gecoat glas naar bouwplaats	16.545	tkm	4,3
Totaal	84.350	tkm	11,7

Tabel 2, hoeveelheden en CO₂-emissies activiteiten transportfase

De grootste bijdrage (36%) aan de CO₂-impact in de transportfase komt voor rekening van het transport van de ruiten (zie Figuur 6). Transport van betonmortel, stalen kolommen en houten liggers zijn goed voor respectievelijk 17%, 16% en 16% van de CO₂-emissies in de transportfase. Voor alle objecten is aangenomen dat ze getransporteerd worden met een grote vrachtwagen (type >20t), met uitzondering van het glas, waarvoor is aangenomen dat een middelgrote vrachtwagen wordt gebruikt (type 10-20t). De emissiefactoren van CO₂emissiefactoren.nl zijn gebruikt om de impact van transport te berekenen.



Figuur 6, aandeel per objecttype in de totale CO₂-impact van de transportfase

3.4 Bouwfase

Omdat het project nog niet is aanbesteed is de bouwfase in deze versie van de ketenanalyse buiten beschouwing gelaten.

3.5 Beheer- en onderhoudsfase

Tot de beheer- en onderhoudsfase horen materiaalgebruik voor onderhoud (houtbehandelingsmiddelen en schoonmaakmiddelen) en energieverbruik benodigd voor het uitvoeren van de onderhoudswerkzaamheden. Het energieverbruik voor de onderhoudskraan en/of onderhoudsrobot is in deze eerste versie van de ketenanalyse nog niet meegenomen, omdat er onvoldoende bekend is over de inzet hiervan.

Resultaat

In de beheer- en onderhoudsfase komt 58.5 ton CO₂ vrij. Hiervan komt 82% voor rekening van houtbehandelingsmiddelen op basis van acrylverf. De overige 18% is gerelateerd aan de productie van reinigingsmiddelen voor het onderhoud van de ruiten (zie Tabel 3).

Data voor labels grafiek onderhoudsfase	Waarde	Eenheid	Ton CO ₂	Percentage
Houtbehandelingsmiddel A (initiële behandeling en onderhoud)	8.687	kg	23,0	39%
Houtbehandelingsmiddel B (initiële behandeling en onderhoud)	9.321	kg	24,7	42%
Schoonmaakmiddelen onderhoud glazen kap	1.346	liter	10,8	18%
Totaal			58,5	100%

Tabel 3, hoeveelheden en CO₂-emissies activiteiten beheer- en onderhoudsfase

Houtbehandelingsmiddelen

De houten liggers worden vóór plaatsing en daarna om de paar jaar behandeld met twee soorten lak op basis van acryl. Conform advies van de producent wordt de lak in drie lagen aangebracht en is voor de twee soorten respectievelijk 0,1 en 0,2 liter per vierkante meter nodig. De volgende aannames zijn gedaan met betrekking tot de onderhoudsfrequentie: het deel van het hout dat is blootgesteld aan weersinvloeden (aannee is 80%) wordt om de 5 jaar behandeld. Het deel van de liggers dat zich onder de kap bevindt en beschermd is tegen de regen (maar wel te maken krijgt met een wisselende vochtigheidsgraad en condens) wordt ééns in de 25 jaar behandeld. In totaal is hiervoor ruim 15.000 liter houtbehandelingsmiddel nodig.

Het werkelijke onderhoudsregime hangt af van meerdere factoren zoals de keuze voor de houtsamenstelling van de liggers, waarover nog geen besluit is gevallen. In een volgende versie van deze ketenanalyse zal hier verder op worden ingegaan.

Schoonmaakmiddelen

De ruiten van de perronoverkapping worden elke 5 jaar schoongemaakt. Hiervoor is ruim 1.300 liter schoonmaakmiddel nodig. Voor de CO₂-berekening is gebruik gemaakt van de milieubarometer.

3.6 Einde levensduurfase

De einde levensduurfase bestaat uit ontmanteling van de perronoverkapping, transport van de materialen naar de recyclinglocatie en afvalverwerking (verbranding of verwerking tot her te gebruiken grondstof). Het is de verwachting dat over 50 jaar de energietransitie dermate ver gevorderd is dat energiegebruik voor sloop en ontmanteling tot weinig of geen CO₂-emissies leidt.

3.7 Onzekerheden

Vanwege de fase waarin het project zich bevindt (omdat het nog niet is aanbesteed zijn details omtrent materiaalkeuze, bouw, onderhoud en sloop nog niet bekend) zijn meerdere aannames gedaan en zijn emissies voor de bouw-, onderhouds- en sloopfase niet of gedeeltelijk meegenomen. De grootste onzekerheden zijn:

- De keuze voor virgin of gerecycled aluminium (aangenomen is een worst-case scenario waarin de profielen van virgin aluminium worden gemaakt).
- Het verschil tussen emissiefactoren uit secundaire bronnen (Ecoinvent, CO₂emissiefactoren.nl en Ecoinvent) en leverancier-specifieke emissiefactoren.
- De uiteindelijke verhouding tussen Accoya en vurenhout in de gelamineerde liggers. Niet zozeer vanwege het verschil in CO₂-impact tussen de twee typen hout, maar vanwege het aan de samenstelling gerelateerde onderhoudsregime en de daaraan gekoppelde emissies van vervangend vervoer tijdens de onderhoudswerkzaamheden.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Op basis van het huidige onderzoek en de fase waarin het project zich bevindt worden de volgende conclusies getrokken:

- De meeste CO₂-uitstoot vindt in de grondstof- en productiefase plaats. Ondanks dat de bouw- en sloopfase nog niet berekend zijn, is op basis van vergelijkbare studies de verwachting dat de CO₂-emissies daarin relatief klein zijn.
- De grootste CO₂-emissie is te relateren aan de fabricage van de liggers (39% van de totale emissies in de grondstof- en productiefase), ondanks dat dit een bio-based product is.
- De transportfase draagt nauwelijks bij aan de totale CO₂-emissie over de levensduur. Dit heeft deels te maken met het feit dat alle objecten (naar verwachting) in Nederland vervaardigd worden en de transportafstand naar de bouwlocatie beperkt is.
- Een ketenanalyse van een project dat nog niet is aanbesteed of uitgevoerd dwingt tot het maken van vele aannames. De onzekerheid van het resultaat is daarom (nog) groot.

4.2 Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen voor het verfijnen van deze ketenanalyse worden gedaan:

- Toevoegen en detailleren van berekening van de CO₂-emissies in de bouw-, onderhouds- en einde levensduurfase zodra meer zekerheid is over de scenario's.
- Uitsplitsen van het transportdeel van de CO₂-emissies gerelateerd aan de fabricage van de houten liggers. Deze zijn in de EPD samengevoegd met andere emissies in de productieketen en het transportdeel is gebaseerd op Europese gemiddelden. Met inzicht in het aandeel transport kan berekend worden wat het CO₂-voordeel is van het gebruiken van inlands hout.
- Uitvoeren van een gevoeligheidsanalyse om te onderzoeken wat de effecten zijn van andere materiaalkeuzes en onderhoudsregimes.
- Uitzoeken wat de effecten zijn van verschillende methodologische keuzes op de CO₂-footprint van het project. Met name het 1) al dan niet toekennen van een CO₂-credit voor verbranding van de houten liggers met energierugwinning aan het eind van de levensduur en de vermeende substitutie van fossiele brandstof en 2) toekennen van een CO₂-credit voor het (tijdelijk) vastleggen van koolstof in de houten liggers zoals in de PAS 2050 standaard wordt voorgeschreven.
- Het kwantificeren van reductiemaatregelen.

4.3 Reductiemaatregelen

Op basis van de uitgevoerde ketenanalyse kunnen maatregelen worden geïdentificeerd die leiden tot CO₂-reductie. In de volgende versie van deze ketenstudie worden de reductiemaatregelen gekwantificeerd. Mogelijke CO₂-reductiemaatregelen zijn:

- Gebruik maken van inlands hout (indien beschikbaar).
- De houten liggers deels hol uitvoeren.
- Kiezen voor gerecycled aluminium in plaats van virgin aluminium.
- Inzet van zoveel mogelijk gerecyclede grondstoffen voor de fundering (circulair bouwen) waarbij de grondstoffen (volgens de gehanteerde cut-off allocatiemethode) vrij zijn van CO₂-emissies en alleen transportemissies hoeven te worden gerekend.
- Kiezen voor een onderhoudsarme samenstelling van de houten liggers.
- Gebruikmaken van hoogovencement in plaats van Portlandcement.
- Gebruik van hernieuwbare in plaats van fossiele energie.

Appendix A – Gebruikte emissiefactoren

Materiaal / activiteit	Eenheid	kgCO ₂ /eenheid	Bron	Specificatie
Virgin Aluminium	kg	9,42	EcolInvent 3.3	Aluminium, primary, ingot (IAI Area, EU27 & EFTA) market for Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Poedercoating aluminium	m ²	2,77	EcolInvent 3.3	Powder coat, aluminium sheet (RER) powder coating, aluminium sheet Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Beton	kg	0,15	EcolInvent 3.3	Concrete, sole plate and foundation (RoW) market for Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Wapeningsstaal	kg	0,96	SBK Bepalingsmethode, Nationale Milieudatabase, DuboCalc	Op basis van Betonstaal
Betonmortel C30/37 (CEM I)	kg	0,21	DuboCalc	Betonmortel C30/37 (CEM I) (MKI Klimaatverandering alle levensfase vermenigvuldigd met 20, berekening conform DuboCalc)
Betonmortel C30/37 (CEM III)	kg	0,11	DuboCalc	Betonmortel C30/37 (CEM III) (MKI Klimaatverandering alle levensfase vermenigvuldigd met 20, berekening conform DuboCalc)
Productie gelamineerd Naaldhout	m ³	294,70	NMD	EPD standaard gelamineerde naaldhouten ligger voor constructieve toepassingen, SHR 2016. Te gebruiken voor afmetingen binnen de volgende range: hoogte 10x240 cm, breedte 6x24 cm, lengte 50 m maximaal
Acrylverf	kg	2,65	EcolInvent 3.3	Acrylic varnish, without water, in 87.5% solution sate (GLO) Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP
Oplosmiddel	kg	8,00	Milieubarometer	https://www.milieubarometer.nl/CO2-footprints/co2-footprint/actuele-co2-parameters-2016/
Glas - coated	kg	1,14	EcolInvent 3.3	Flat glass coated (RER) market for Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Glas - uncoated	kg	1,03	EcolInvent 3.3	Flat glass uncoated (RER) market for Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100

Alleen voor intern gebruik



Hout_gewicht	kg	0,33	EcolInvent 3.3	Laminated timber element, transversally prestressed, for outdoor use (GLO) market for Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Staal - geen legering	kg	2,00	EcolInvent 3.3	Steel, unalloyed (GLO) market for Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Staal - verchroomd	kg	4,67	EcolInvent 3.3	Steel, chromium steel 18/8 (GLO) market for Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Staal - verzinkt	kg	2,42	DuboCalc	Profielstaal (verzinkt) ME klimaatverandering, bouwfase
Poedercoating staal	m2	2,98	EcolInvent 3.3	Powder coat, steel (RER) powder coating, steel Alloc Rec, U. Method: IPCC 2013 GWP100
Impact extrusie aluminium	kg	1,82	EcolInvent 3.3	Impact extrusion of aluminium, 3 strokes (RER) processing Alloc Rec, U
Vrachtwagen gemiddeld (10-20 ton)	tkm	0,26	CO2emissiefactoren.nl goederenvervoer	Well to wheel
Vrachtwagen groot (>20 ton)	tkm	0,11	CO2emissiefactoren.nl goederenvervoer	Well to wheel
Diesel (NL)	liter	3,23	CO2emissiefactoren.nl brandstoffen voertuigen en schepen	Well to wheel
Diesel (EUR)	liter	3,20	CO2emissiefactoren.nl brandstoffen voertuigen en schepen	Well to wheel
Diesel (puur)	liter	3,24	CO2emissiefactoren.nl brandstoffen voertuigen en schepen	Well to wheel