

Ketenanalyse Hergebruik Betonnen dwarsliggers

Opdrachtgever: voest Alpine Railpro

Naam: Eric Brink

Martin Havik

De Duurzame Adviseurs

24-03-2020



de duurzame
adviseurs

Inhoudsopgave

1 Inleiding en verantwoording	3
1.1 ACTIVITEITEN VOESTALPINE RAILPRO	3
1.2 WAT IS EEN KETENANALYSE	3
1.3 DOEL VAN DE KETENANALYSE	4
1.4 VERKLARING AMBITIENIVEAU	4
1.5 LEESWIJZER	4
2 Scope 3 & keuze ketenanalyses	5
2.1 SELECTIE KETENS VOOR ANALYSE	5
2.2 SCOPE KETENANALYSE	6
2.3 PRIMAIRE & SECUNDAIRE DATA	7
2.4 ALLOCATIE DATA	7
3 Identificeren van schakels in de keten	8
3.1 KETENSTAPPEN	8
3.2 KETENPARTNERS	9
4 Kwantificeren van emissies	10
4.1 OVERZICHT CO ₂ -UITSTOOT VAN NIEUWE BETONNEN DWARSLIGGERS	10
4.1.1 MKI berekening	10
4.1.2 Transport (downstream)	11
4.1.3 Plaatsen dwarsligger	11
4.1.4 Verwijderen dwarsligger	12
4.1.5 Totaal	12
4.2 OVERZICHT CO ₂ -UITSTOOT VAN HERGEBRUIK BETONNEN DWARSLIGGERS	12
4.2.1 Transport naar de hergebruikfabriek	13
4.2.2 Sorteren/verwerken en tijdelijke opslag hergebruikfabriek	13
4.2.3 Transport naar de projectlocatie	14
4.3 OVERZICHT CO ₂ -UITSTOOT IN DE KETEN	14
5 Verbetermogelijkheden	16
5.1 MOGELIJKHEDEN VOOR CO ₂ -REDUCTIE IN DE KETEN	16
5.2 ONZEKERHEDEN EN VERBETERMOGELIJKHEDEN IN INFORMATIE	16
6 Verklaring opstellen ketenanalyse	19

1 | Inleiding en verantwoording

In het kader van het behalen van niveau 5 op de CO₂-Prestatieladder voert voestalpine Railpro een analyse uit van een GHG (Green House Gas) genererende keten. Er wordt vanuit ProRail aanbesteed op basis van Dubocalc MKI. MKI berekeningen zijn daarom al regelmatig in gebruik en daarmee ook relevant en up-to-date. Er is daarom gekozen om deze MKI berekeningen mee te nemen in de berekeningen van de ketenfootprint. Dit document beschrijft de ketenanalyse van hergebruik van betonnen dwarsliggers.

1.1 Activiteiten voestalpine Railpro

Hieronder volgt een korte beschrijving van de organisatie. Verdere informatie is te vinden op de website: <http://www.voestalpine.com/railpro/nl>.

voestalpine Railpro ondersteunt beheerders en aannemers bij de aanleg en onderhoud van de railinfrastructuur. Meewerken aan een beschikbaar en veilig spoornetwerk prikkelt de creativiteit en zet aan tot de ontwikkeling van innovatieve oplossingen. Oplossingen die alle te maken hebben met een unieke combinatie van spoorbouwmaterialen en logistieke concepten. Sinds 2002 is voestalpine Railpro ontstaan. Zij is voor 70% onderdeel van het Oostenrijkse voestalpine Metal Engineering (een volledige dochter van voestalpine AG). De overige 30% is in gelijke delen in handen van Koninklijke BAM Groep NV, VolkerRail BV en Strukton Groep NV.

De 'hergebruikfabriek' is een business unit van voestalpine Railpro. Het invoeren en vergroten van het aandeel hergebruik liefst op het niveau van circulariteit heeft al jaren de aandacht. Zie ook het [nieuwsartikel](#) over circulaire inzet van uit de werken komende houten dwarsliggers.

Alle nog goed bruikbare materialen komen in principe in aanmerking voor hergebruik. Voorheen had Railpro een eigen website voor tweedehands spoorwegmateriaal, maar dat is nu geïntegreerd in de Railpro webshop. Het resultaat is dat het nu beter loopt dan vroeger.

Hergebruik wordt al veel langer toegepast in het spoor. Een goed voorbeeld zijn de relais, er zijn nog relais van 1948 in gebruik (met regelmatige renovatie). Er is bijna geen nieuwe levering nodig omdat de bestaande poule van relais groot genoeg is. ProRail is eigenaar, Railpro heeft beheercontract en werkt daarvoor samen met de aannemers als tussenpartij.

1.2 Wat is een ketenanalyse

Een ketenanalyse houdt in dat van een bepaald product of dienst de CO₂-uitstoot wordt berekend van de gehele keten. Met *de gehele keten* wordt de gehele levenscyclus van het product bedoeld: van winning van de grondstof tot en met het einde van de levensduur.

1.3 Doel van de ketenanalyse

De belangrijkste doelstelling voor het uitvoeren van deze ketenanalyse is het identificeren van CO₂-reductiekansen, het definiëren van reductiedoelstellingen en het monitoren van de voortgang.

Op basis van het inzicht in de scope 3 emissies en de ketenanalyse wordt een reductiedoelstelling geformuleerd. Binnen het energiemanagementsysteem dat is ingevoerd wordt actief gestuurd op het reduceren van de scope 3 emissies.

Het verstrekken van informatie aan partners binnen de eigen keten en sectorgenoten die onderdeel zijn van een vergelijkbare keten van activiteiten is hier nadrukkelijk onderdeel van. Voestalpine Railpro zal op basis van deze ketenanalyse stappen ondernemen om partners binnen de eigen keten te betrekken bij het behalen van de reductiedoelstellingen.

1.4 Verklaring ambitieniveau

Voestalpine Railpro is een middenmoter op het gebied van CO₂ reductie in de keten. Er is absoluut de wil om CO₂ te reduceren, maar ook de kennis dat als klein bedrijf de mogelijkheden in de keten beperkt zijn. Met het succes van de vorige keten-reductie in het achterhoofd wordt echter wel een ambitieuze weg ingeslagen om deze keer vooral op de opdrachtgevers te focussen om hergebruikte materialen toe te staan in hun projecten. Dit is gelijk een grote uitdaging omdat bij opdrachtgevers in het spoor het risicomanagement vaak duurzame ambities overstijgt en daar ook weinig speelruimte in is.

Voorts is het de ambitie om bij succesvolle implementatie ook het hergebruik van wisseldelen en spoorstaven te gaan uitbreiden. De spoorstaven zijn naast gebruik in emplacementen ook geschikt te maken als reparatiestukken van 3, 6, 9, 12, 15 m etc, gefreesd op diverse slijddiktes.

1.5 Leeswijzer

In dit rapport presenteert Voestalpine Railpro de ketenanalyse van hergebruik van betonnen dwarsliggers. De opbouw van het rapport is als volgt:

- Hoofdstuk 2: Scope 3 emissies & keuze ketenanalyse
- Hoofdstuk 3: Identificeren van schakels in de keten
- Hoofdstuk 4: Kwantificeren van de emissies
- Hoofdstuk 5: Reductiemogelijkheden
- Hoofdstuk 6: Bronvermelding

2 | Scope 3 & keuze ketenanalyses

Voordat wordt bepaald welke ketenanalyse uitgevoerd wordt, maakt onderstaande tabel overzichtelijk wat de Product-Markt Combinaties zijn waarop voest Alpine Railpro het meeste invloed heeft om de CO₂-uitstoot te beperken.

De achterliggende berekeningen zijn terug te vinden in bijlage 4.A.1 Kwalitatieve Analyse.

Producten en markten:	Overheid (ProRail/GVB/RET)	Private partijen (aannemers)	% van de totale omzet
<i>Leveren spoorproducten</i>	8%	80%	88%
<i>Logistieke diensten tbv spooraannemers</i>	0%	7%	7%
<i>Opslag materialen opdrachtgevers (stock)</i>	5%	0%	5%

- 1 Leveren spoorproducten - Privaat
- 2 Leveren spoorproducten - Overheid
- 3 Logistieke diensten - Privaat
- 4 Stock - Overheid

2.1 Selectie ketens voor analyse

voest Alpine Railpro zal conform de voorschriften van de CO₂-Prestatieladder 3.0 uit de top twee een emissiebron moeten kiezen om een ketenanalyse over op te stellen. De top twee betreft:

- ✓ Leveren spoorproducten - Privaat
- ✓ Logistieke diensten - Privaat

Eerder is al een ketenanalyse opgesteld voor dwarsliggers in de categorie 'Leveren spoorproducten – Privaat'. De doelstellingen van deze ketenanalyse zijn inmiddels gehaald, maar er is ook onderkend dat er verder geen significante CO₂ reductie meer gehaald kan worden op basis van dezelfde ketenanalyse.

Het feit dat de keten van de gekochte (en geleverde) producten van Railpro zo dominant aanwezig is in de scope 3 emissiebronnen van Railpro, gecombineerd met het feit dat het leveren van deze producten de corebusiness van Railpro is, maakt dat Railpro de keuze heeft gemaakt om de huidige analyse te herzien vanuit het perspectief van CO₂ reductie door het toepassen van hergebruik materialen in plaats van nieuw geproduceerde materialen.

Deze ketenanalyse is een aanvulling of zogenoemd verdere uitdieping van de eerder opgestelde ketenanalyse van betonnen dwarsliggers.

Het is de verwachting dat een significant groter aandeel hergebruik in de nabije toekomst met voldoende druk uit de markt weer een standaard wordt. Het is echter wel heel hard nodig om daar met alle ketenpartners nog aan te trekken en op aan te sturen bij met name de opdrachtgever ProRail (en vooral de bestekschrijvers die de regelgeving van ProRail volgen).

2.2 Scope ketenanalyse

Een betonnen dwarsligger, in de volksmond ook wel biels genoemd, is een 'balk' waar spoorstaven op gemonteerd worden. Functionaliteit van dwarsliggers is het dragen van de spoorstaven en de treinen die daar overheen rijden en het uit elkaar houden van de spoorstaven in de gewenste spoorwijdte. Een betonnen dwarsligger, grootschalige vervanger van houtenliggers, bestaat uit de volgende onderdelen:

- Staal;
- Cement (portland);
- Toeslagmateriaal (zand en steenslagmateriaal);
- Hulpstoffen;
- Water.

Een dwarsligger heeft, vanuit ProRail normering, een theoretische levensduur van 40 jaar. Het komt nu regelmatig voor dat dit product ruim binnen deze levensduur wordt afgedankt als afval en dat nieuwe producten worden toegepast op projecten waarvan vooraf al bekend is dat de levensduur van het project ruim korter is dan de levensduur van de producten. Er is een richtlijn vanuit ProRail die, in het geval hergebruik is toegestaan, het hergebruik van dwarsliggers ouder dan 20 jaar niet toestaat (RLN00415).

Deze ketenanalyse richt zich op het vermijden van CO₂ uitstoot in de keten van betonnen dwarsliggers door het stimuleren van hergebruik waar mogelijk. Hiervoor wordt onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor hergebruik. De grove inschatting is dat ca 30% van alle betonnen dwarsliggers die in projecten uit bestaand spoor verwijderd wordt geschikt is voor hergebruik in het spoor. Hoeveel er nu exact hergebruikt wordt is niet bekend, maar het is in ieder geval heel veel minder omdat er geen centrale afspraken over zijn.

Dit rapport focust zich op twee types dwarsliggers: de NS90 ligger die onder al het rechte spoor ligt en het Type 2 ligger die toegepast wordt in bochten vanwege het extra benodigde contragewicht door de middelpuntvliedende krachten.

In 2018 zijn de volgende aantallen verwerkt in projecten:

Type	Nieuw	Hergebruik
NS90 liggers	105800 stuks	Ca 10.000 stuks
Type 1	1568 stuks	nb
Type 2	21897 stuks	nb

Wellicht ligt er in de toekomst een kans voor het hergebruik van spoorstaven, maar dat is vanwege regelgeving rondom veiligheidsrisico's momenteel nog niet mogelijk. Wissels lenen zich in theorie ook voor hergebruik, maar ook dit is momenteel qua regelgeving omtrent veiligheid en continuïteit nog niet mogelijk.

De grootste kans voor het verder ontwikkelen van hergebruik zit hem in emplacementen omdat daar veel lagere veiligheidseisen zijn en veel minder zware belasting van het spoor door zeer lage snelheden. Een emplacement is niets anders dan een opstelplaats of parkeerplaats voor treinen (rangeren gebeurt ook, dit is treinen samenstellen).

2.3 Primaire & Secundaire data

In deze ketenanalyse wordt voornamelijk gebruik gemaakt van primaire data aangeleverd door voestalpine Railpro. De eerder opgestelde ketenanalyse van betonnen dwarsliggers wordt samen met de recent opgestelde MKI berekeningen als basis gebruik om het hergebruik aan te kunnen spiegelen.

	Verdeling Primaire en Secundaire data
Primaire data	brandstofverbruik, elektraverbruik, draaiuren, hoeveelheden materiaal, etc
Secundaire data	De MKI berekeningen

2.4 Allocatie data

Er wordt geen gebruik gemaakt van allocatie van data.

3 | Identificeren van schakels in de keten

De bedrijfsactiviteiten van voestalpine Railpro zijn onderdeel van een keten van activiteiten. Zo moeten materialen die worden ingekocht eerst geproduceerd worden (upstream) en gaat het transporteren, gebruik en verwerken van opgeleverde “producten” of “werken” ook gepaard met energiegebruik en emissies (downstream).

Omdat hergebruik enkel een optie is bij projecten die korter duren dan de levensduur van een betonnen dwarsligger (50 jaar) is gekozen om twee opeenvolgende projecten naast elkaar te zetten om de CO2-reductie mogelijkheden goed in kaart te kunnen brengen.

	Nieuwe betonnen dwarsliggers	Hergebruik betonnen dwarsliggers
1	Grondstoffen	Grondstoffen
2	Transport naar productielocatie	Transport naar productielocatie
3	Productie	Productie
4	Transport naar projectlocatie	Transport naar projectlocatie
5	Plaatsing	Plaatsing
6	Verwijderen	Verwijderen
7	Transport naar afvalverwerker	<i>Transport naar hergebruikfabriek</i>
8	Afvalverwerking	<i>Sorteren + tijdelijke opslag</i>
9	Grondstoffen	
10	Transport naar productielocatie	
11	Productie	
12	Transport naar projectlocatie	<i>Transport naar projectlocatie</i>
13	Plaatsing	Plaatsing
14	Verwijderen	Verwijderen
15	Transport naar afvalverwerker	Transport naar afvalverwerker
16	Afvalverwerking	Afvalverwerking

De tabel beschrijft de diverse fasen in de ketens van nieuw geproduceerde en hergebruik betonnen dwarsliggers. De dikgedrukte nummers zijn omschreven in de MKI berekeningen. De schuingedrukte tekst is de afwijking tussen beide productstromen. Hieronder worden de stappen nader omschreven.

3.1 Ketenstappen

Voor het bepalen van de emissies van nieuw geproduceerde betonnen dwarsliggers wordt gebruik gemaakt van de berekeningen in de eerder opgestelde ketenanalyse. Een deel van deze berekeningen wordt vervangen door de gegevens uit de LCA die recentelijk is opgesteld over nieuwe betonnen dwarsliggers vervaardigd met CEMIII. Deze LCA wordt als onderdeel van deze ketenanalyse gezien en is als bijlage bijgevoegd. De stappen die daarin uitgewerkt zijn worden niet nogmaals in dit document apart

beschreven. Dit geldt o.a. voor de ketenstappen, de ketenpartners en de onderbouwing van de CO₂-uitstoot berekening welke in de MKI genoemd staat.

3.2 Ketenpartners

Ten behoeve van het hergebruik zijn de volgende ketenpartners te benoemen:

- Opdrachtgevers van Railpro: alle aannemers binnen de Railinfra waarvan de belangrijkste zijn: BAM, Strukton en Dura (CO₂ prestatieladder / ISO 14001 / MKI)
- Transportbedrijf Van der Meijden (CO₂ prestatieladder)
- Transportbedrijf Chris Hop (is geschikt voor kleinere projecten en leveringen)
- Hoofdopdrachtgever: ProRail (CO₂ prestatieladder / ISO14001)

De aannemers zijn zowel de partner die de herbruikbare dwarsliggers aanbiedt als de afnemers van de dwarsliggers. ProRail is als opdrachtgever verantwoordelijk voor het schetsen van het kader (ofwel het toestaan van hergebruik). Railpro is een goede gesprekspartner van ProRail en kan naar verwachting redelijke invloed uitoefenen op het beleid. Bekend is wel dat andere interne belangen binnen ProRail duurzame keuzes kunnen overstemmen.

Railpro verwacht de aannemers vooral te kunnen bijstaan in het bieden van logistieke oplossingen. Allereerst moeten de aannemers natuurlijk voldoende op de hoogte zijn van de wens van Railpro om een hoger percentage hergebruik van betonnen dwarsliggers te realiseren.

4 | Kwantificeren van emissies

Op basis van de beschrijving van de keten zoals weergegeven in hoofdstuk 3 is per ketenstap bepaald hoeveel CO₂ wordt uitgestoten tijdens de diverse fasen van de keten. Elke paragraaf beschrijft een onderdeel van de keten en de bijbehorende CO₂-uitstoot.

In dit hoofdstuk wordt de CO₂-uitstoot van de keten van een nieuwe betonnen dwarsligger tegenover de CO₂-uitstoot van de keten van een hergebruik betonnen dwarsliggers gezet, zodat een goed vergelijk gemaakt kan worden.

4.1 Overzicht CO₂-uitstoot van nieuwe betonnen dwarsliggers

4.1.1 MKI berekening

Onderstaand de tabel met de resultaten van de MKI berekening welke onderdeel is van deze LCA. De volledige documentatie is terug te vinden in het interne dossier.

Tabel 1 Milieuprofiel van één NS 90 ligger met CEM III

Milieu-effect	Eenheid (equivalenten)	Totaal (productie en afvalverwerking)	Productie A1-3	Transport afvalverwerking (C2)	Afvalverwerking (C3-4)	Module D
abiotic depletion, non fuel	kg Sb eq	1.74E-04	1.64E-04	5.48E-06	1.30E-05	-7.81E-06
abiotic depletion, fuel	Kg Sb eq	2.15E-01	2.64E-01	1.43E-02	3.69E-02	-1.00E-01
global warming (GWP100)	kg CO ₂ eq	4.32E+01	4.89E+01	1.93E+00	7.17E+00	1.49E+01
ozone layer depletion (ODP)	kg CFC-11 eq	2.23E-06	2.09E-06	3.61E-07	6.31E-07	-8.57E-07
photochemical oxidation	kg C ₂ H ₄	3.32E-02	5.03E-02	1.17E-03	2.90E-03	-2.12E-02
acidification	kg SO ₂ eq	1.62E-01	1.88E-01	8.54E-03	2.39E-02	-5.80E-02
eutrophication	kg PO ₄ ⁻³ eq	2.44E-02	2.53E-02	1.68E-03	3.64E-03	-6.25E-03
human toxicity	kg 1,4-DB eq	2.09E+01	2.43E+01	8.38E-01	3.60E+00	7.81E+00
aquatic ecotoxicity, fresh water	kg 1,4-DB eq	6.36E-01	5.14E-01	2.47E-02	1.66E-01	-6.90E-02
aquatic ecotoxicity, marine water	kg 1,4-DB eq	1.23E+03	1.08E+03	9.36E+01	3.17E+02	2.55E+02
terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	1.31E+00	6.67E-01	6.70E-03	6.76E-01	-4.06E-02

Het milieuprofiel in de eerste kolom is het totaal van alle in de levenscyclusanalyse meegenomen levenscyclusfasen. Dit zijn de productie (alle processen vanaf de winning van grondstoffen tot en met het productieproces) en de afvalverwerking van de liggers aan het einde van de toepassingsduur. Bij de afvalverwerking van de liggers zijn het milieuprofiel van het transport naar de afvalverwerker (puinbreker) en het milieuprofiel van de afvalverwerking (het breekproces en de opwerking van metaalafval) afzonderlijk van elkaar weergegeven. De negatieve waarden in de laatste kolom (module D) hebben betrekking op de vermeden milieubelasting als gevolg van de recycling van metalen die in de liggers worden toegepast.

De MKI berekening vervangt een deel van de berekening uit de eerder opgestelde ketenanalyse. In bovenstaande tabel is te zien dat de totale CO₂ uitstoot **43,2 kg per dwarsligger** is voor productie, transport afvalverwerking en de afvalverwerking.

4.1.2 Transport (downstream)

In deze paragraaf wordt de CO₂-uitstoot berekend van transport van de producent naar het werk. Hiervoor vinden meerdere transportbewegingen met verschillende soorten vervoer plaats. Onderstaand wordt dit kort toegelicht:

- Transport producent – werk. Zo'n 30% van alle dwarsliggers wordt vanaf de producent rechtstreeks naar het werk getransporteerd. Dit gebeurt per vrachtwagen.
- Transport producent – Railpro / emplacement. De overige 70% wordt per vrachtauto getransporteerd naar Railpro of een emplacement.
- Transport Railpro / emplacement - werk. Van de dwarsliggers die bij Railpro of emplacement terechtkomen wordt 100% per trein getransporteerd naar het werk.

Er wordt gekozen om de CO₂-uitstoot per dwarsligger terug te rekenen vanaf de totale hoeveelheid dwarsliggers in tonnen in 2018 verwerkt omdat transport altijd in bulk plaatsvindt.

Aantallen dwarsliggers verwerkt in projecten in 2018:

Type	Aantal	Gewicht per ligger	Totaal gewicht
NS90 liggers	105.800 stuks	286 kg	30.258 ton
Type 1	1.568 stuks	347 kg	544 ton
Type 2	21.897 stuks	347 kg	7.598 ton
TOTAAL:	129.265 stuks	297 kg/ligger gemiddeld	38.400 ton

Onderstaande tabel presenteert de berekening behorende bij bovenstaande uitleg.

Transport	Gewicht (ton)	Afstand	Conversie (kg CO ₂ / ton km)	CO ₂ (ton)
Producent – werk (vrachtwagen)	11.520	100 km	0,11	126,7
Producent – Railpro / emplacement (vrachtwagen)	26.880	100 km	0,11	295,7
Railpro / emplacement – werk (trein)	26.880	100 km	0,03	80,6
			TOTAAL:	503

In 2018 is er voor transport van 38.400.000 kg betonnen dwarsliggers 503.000 kg CO₂ uitgestoten. Met een gemiddeld gewicht van 297 kg/dwarsligger komt dat op:
 $503.000 * (297 / 38.400.000) = \mathbf{3,98 \text{ kg CO}_2 \text{ per dwarsligger}}$

4.1.3 Plaatsen dwarsligger

Dwarsliggers kunnen volgens twee methoden worden ingebracht:

1. Krol met blokkenklem en/of MDV (mechanische dwarsligger vernieuwing) 8 of 10 liggers per keer;
2. Met vernieuwingstrein trein (heeft alle liggers op wagons bij zich);

Voor methode 1 is een krol (kraan op lorrie) vereist. Methode 2 vereist een locomotief en machines op vernieuwingstrein. Bij de berekening is op basis van ervaringscijfers

aangenomen dat methode 1 en 2 en in de volgende verhoudingen worden toegepast: 40% en 60%.

Gewicht (in tonnen)	Kg CO ₂ / plaatsen dwarsligger (per kg)*	Totaal ton CO ₂
38.400	0,00391	150

* Bron: Ketenuitwerking dwarsliggers, VolkerRail 9 november 2009

In 2018 is er voor plaatsing van 38.400.000 kg betonnen dwarsliggers 150.000 kg CO₂ uitgestoten. Met een gemiddeld gewicht van 297 kg/dwarsligger komt dat op: $150.000 \cdot (297/38.400.000) = \mathbf{1,16 \text{ kg CO}_2 \text{ per dwarsligger}}$

4.1.4 Verwijderen dwarsligger

Liggers worden machinaal uitgenomen. Er bestaan echter nog geen grootschalige vernieuwingsprojecten op het vlak van betonnen liggers. De eerste betonnen dwarsliggers liggen nu 22 jaar in de baan en hebben een levensverwachting van 40 jaar. Dit zal naar alle waarschijnlijkheid meer worden. Op kleine schaal worden wel liggers vervangen door bijvoorbeeld scheurvorming. Voor deze kleinschalige vervanging worden de dwarsliggers met de KROL gestoken en vernieuwt. Hiervoor is naast de KROL ook een Stumec benodigd, t.b.v. aandraaien van kraagbouten voor spoorstaafbevestiging.

Gewicht (in tonnen)	Kg CO ₂ / verwijderen dwarsligger (per kg)*	Totaal ton CO ₂
38.400	0,001955	75

* Bron: Ketenuitwerking dwarsliggers, VolkerRail 9 november 2009

In 2018 is er voor verwijdering van 38.400.000 kg betonnen dwarsliggers 75.000 kg CO₂ uitgestoten. Met een gemiddeld gewicht van 297 kg/dwarsligger komt dat op: $75.000 \cdot (297/38.400.000) = \mathbf{0,58 \text{ kg CO}_2 \text{ per dwarsligger}}$

4.1.5 Totaal

Na samenvoeging van de MKI berekening en bovenstaande berekeningen van het transport van de fabriek naar de projectlocaties en het plaatsen en verwijderen van de dwarsliggers komt de totale CO₂-uitstoot van één betonnen dwarsligger van productie tot afval op: **48,92 kg***

**dit is inclusief de negatieve CO₂-impact door herbruikbaarheid van afval in een andere keten*

4.2 Overzicht CO₂-uitstoot van hergebruik betonnen dwarsliggers

De gehele productie en afvalverwerking van de hergebruik betonnen dwarsliggers is uiteraard gelijk aan nieuwe betonnen dwarsliggers. Het verschil zit in de handelingen en transportbewegingen bij hergebruik. Daarom worden alleen deze extra handelingen nader toegelicht en berekend in deze paragraaf.

4.2.1 Transport naar de hergebruikfabriek

Transporten van dwarsliggers van beton gaan hoofdzakelijk met wegtransport, dat heeft te maken met het feit dat er veelal kleinere partijen betonnen dwarsliggers worden vervangen, bijvoorbeeld sanering van een stuk spoor of een enkele wissel. De gemiddelde afstand van de transporten is 100 km. Er wordt eigenlijk altijd een grote vrachtwagen ingezet (>20ton). Transporten worden door vaste ketenpartners uitgevoerd.

De betonnen dwarsliggers worden in secties uit het spoor gehaald (een stuk rails met ca 8 dwarsliggers er nog aan vast. Deze worden Het lossen van de vrachtwagen gebeurt met de heftruck van Railpro op de werf.

Transport	Gewicht (kg)	Afstand	Type transport	Conversie (kg CO ₂ / ton km)	CO ₂ (kg/ligger)
Werk-Railpro	297	100 km	Vrachtwagen	0,11 *	3,27

* *co2emissiefactoren.nl versie 24-01-2020*

4.2.2 Sorteren/verwerken en tijdelijke opslag hergebruikfabriek

Voorafgaand aan de ontvangst van materialen vrijkomend uit het spoor is allereerst een inschatting gemaakt van de staat van de materialen in een betreffend project. Op basis van deze inventarisatie kan een offerte (bieding) worden gemaakt. In geval het project verkregen wordt, worden de materialen bij binnenkomst en verwerking op de kwaliteit beoordeeld. Bij de betonnen dwarsliggers vind de beoordeling plaats op leeftijd en staat van de dwarsligger (schade, ronde hoeken etc). Materiaal, in dit geval specifiek de betonnen dwarsligger, wordt beoordeeld aan de eisen uit de RLN00415.

Betonnen dwarsligger die voor de ProRail sporen niet meer kunnen worden gebruikt, worden nog als dwarsligger toegepast in de industriesporen. De restanten die ook niet voor deze toepassing geschikt zijn, worden bijvoorbeeld in de land en tuinbouw voor verhardingen en of beschoeiing toegepast. Hierdoor wordt de gebruikstermijn nog enige jaren gerekt voordat het product tot afval wordt bestempeld. Op de berekening heeft dit echter geen invloed en daarnaast is de theoretisch te verwachten CO₂-reductie die hierdoor gerealiseerd wordt te verwaarlozen.

De binnengekomen betonnen dwarsliggers moeten na het lossen van de vrachtwagen stuk voor stuk worden behandeld (o.a. schoonmaken, onderdelen verwijderen, kwaliteitscontrole, sorteren, administratie) alvorens ze worden opgeslagen. De liggers worden daarvoor met een heftruck verplaatst in de hergebruik fabriek. Het betreft hier eigenlijk scope 1 uitstoot van eigen materieel. De heftruck rijdt op HVO biodiesel. Op basis van ervaring is ingeschat dat de heftruck gemiddeld totaal 40 dwarsliggers per uur kan lossen en naar de juiste plek kan brengen. Vervolgens is er 3 minuten heftrucktijd per dwarsligger nodig is voor beweging tussen alle bewerkingen en de verplaatsing naar de opslag.

Ingezet materieel	Liter/uur	Dwarsliggers per uur	Verbruik per dwarsligger	Conversie (kg CO ₂ / ltr)	CO ₂ (kg/ligger)
Heftruck (HVO)	20	40 (lossen)	0,5 liter	0,345*	0,173
Heftruck (HVO)	20	20 (bewerken en opslaan)	1 liter	0,345*	0,345
Heftruck (HVO)	20	40 (<i>laden</i>)	0,5 liter	0,345*	0,173
				TOTAAL:	0,681

* *co2emissiefactoren.nl versie 24-01-2020*

4.2.3 Transport naar de projectlocatie

Het transport naar de projectlocatie wijkt af omdat er enkel met vrachtverkeer direct naar de werken wordt gereden en is gelijk aan het transport van de projectlocatie naar de werf.

Transport	Gewicht (kg)	Afstand	Type transport	Conversie (kg CO ₂ / ton km)	CO ₂ (kg/ligger)
Railpro-werk	297	100 km	Vrachtwagen	0,11 *	3,27

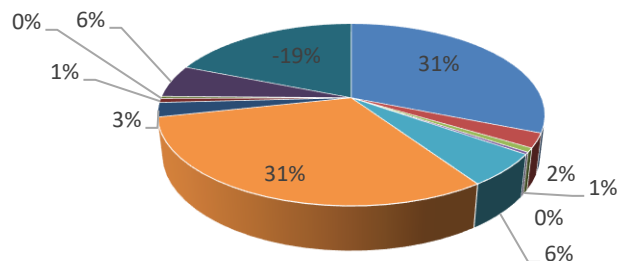
4.3 Overzicht CO₂-uitstoot in de keten

Om een overzicht te geven van de totale CO₂-uitstoot in de keten wordt onderstaand een tabel en een taartdiagram gepresenteerd.

	Nieuwe betonnen dwarsliggers	CO₂-uitstoot (kg)	Hergebruik betonnen dwarsliggers	CO₂-uitstoot (kg)
1	Productie (incl grondstoffen en transport)	48,9	Productie (incl grondstoffen en transport)	48,9
2	Transport naar projectlocatie	3,98	Transport naar projectlocatie	3,98
3	Plaatsing	1,16	Plaatsing	1,16
4	Verwijderen	0,58	Verwijderen	0,58
5	Afvalverwerking incl transport naar afvalverwerker	9,1	<i>Transport naar hergebruikfabriek</i>	<i>3,27</i>
6	Productie (incl grondstoffen en transport)	48,9	<i>Sorteren/verwerken + tijdelijke opslag + laden</i>	<i>0,68</i>
7	Transport naar projectlocatie	3,98	<i>Transport naar projectlocatie</i>	<i>3,27</i>
8	Plaatsing	1,16	Plaatsing	1,16
9	Verwijderen	0,58	Verwijderen	0,58
10	Afvalverwerking incl transport naar afvalverwerker	9,1	Afvalverwerking incl transport naar afvalverwerker	9,1
11	Vermeden CO ₂ uitstoot door recycling (2x)*	-29,8	Vermeden CO ₂ uitstoot door recycling	-14,9
	TOTAAL:	97,6 kg		57,78 kg
	Aantal dwarsliggers 2018	129.265		10.000
	Totaal ton CO₂ uitgestoten	12.621		578

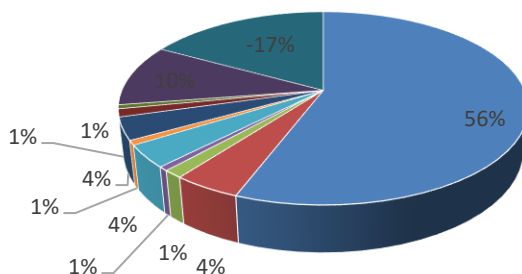
* Gerecycled materiaal verdwijnt uit de railinfra keten omdat het niet meer in nieuwe betonnen dwarsliggers mag worden gebruikt.

CO2-uitstoot keten nieuwe betonnen dwarsliggers



- Productie (incl grondstoffen en transport)
- Plaatsing
- Afvalverwerking incl transport naar afvalverwerker
- Transport naar projectlocatie
- Verwijderen
- Vermeden CO2 uitstoot door recycling (2x)*
- Transport naar projectlocatie
- Verwijderen
- Productie (incl grondstoffen en transport)
- Plaatsing
- Afvalverwerking incl transport naar afvalverwerker

CO2-uitstoot keten hergebruik betonnen dwarsliggers



- Productie (incl grondstoffen en transport)
- Plaatsing
- Transport naar hergebruikfabriek
- Transport naar projectlocatie
- Verwijderen
- Vermeden CO2 uitstoot door recycling
- Transport naar projectlocatie
- Verwijderen
- Sorteren/verwerken + tijdelijke opslag + laden
- Plaatsing
- Afvalverwerking incl transport naar afvalverwerker

5 | Verbetermogelijkheden

De grootste verbetermogelijkheid is helder, dat is het toepassen van hergebruik dwarsliggers waar dat mogelijk is. Dat begint bij de opdrachtgever (Prorail) die structureel en standaard het terughalen van herbruikbare dwarsliggers moet introduceren op projecten waar spoor verwijderd wordt. Daarnaast is de scope 3 analyse erop nageslagen om de overige mogelijkheden om CO₂ te reduceren te inventariseren.

5.1 Mogelijkheden voor CO₂-reductie in de keten

Railpro heeft als doel om in 2022 ten opzichte van 2018 1,5 keer meer herbruikbare betonnen dwarsliggers uit projecten terug te halen. (dat betekent een groei van ca 10.000 stuks/jaar naar ca 15.000 stuks/jaar).

Hiermee kan totaal een CO₂ reductie van 1,5% worden gerealiseerd.

Onderstaand de berekening.

	Nieuwe betonnen dwarsliggers	Hergebruik betonnen dwarsliggers	Totaal CO₂- uitstoot (ton)
CO ₂ -uitstoot per ligger	97,6 kg	57,78 kg	
Aantal dwarsliggers 2018	129.265	10.000	
Totaal ton CO₂ uitgestoten 2018	12.621	578	13.199
Aantal dwarsliggers adhv doelstelling	124.265	15.000	
Totaal ton CO₂ uitgestoten 2022	12.133	867	13.000
		Reductie:	1,5%

Verder kunnen de transporteurs mogelijk gemotiveerd worden om te kiezen voor alternatieve brandstoffen (biodiesel of elektrisch/hybride). Omdat de emissiefactor echter op basis van tonkm bepaald is en dit onafhankelijk van het brandstoftype is, valt hier geen concreet reductiepercentage aan te koppelen.

5.2 Onzekerheden en verbetermogelijkheden in informatie

Er zijn enkele onzekerheden gedefinieerd in dit rapport. Zo is het daadwerkelijke hoeveelheid hergebruik van betonnen dwarsliggers uiteraard afhankelijk van onder andere:

- De kwaliteit van het verwijderde materiaal;
- Het aantal verwijderingsprojecten met dwarsliggers jonger dan 20jaar en de grootte hiervan;

- De medewerking van ProRail bij het vaststellen van het kader voor toepassing van hergebruik artikelen in het spoor (in bestekken, voorschriften, etc).

Verder is de afstand tot projecten en de vervoerwijze variabel en vooraf onbekend. Er is daarom uitgegaan van een redelijk te achten gemiddelde.

Ook is de ontwikkeling van de regels en de markt van grote invloed. Er zijn steeds meer aanbestedingen op basis van MKI's, wat het voor alle aannemers steeds gunstiger maakt om hergebruik toe te passen. Er kan dus in theorie een situatie ontstaan waardoor de aannemers het hergebruik in eigen hand gaan nemen waardoor de beschikbaarheid voor Railpro te klein wordt om de doelstelling te halen.

| Bronvermelding

Bron / Document	Kenmerk
<i>Handboek CO₂-prestatieladder 3.0, 10 juni 2015</i>	<i>Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen</i>
<i>Corporate Accounting & Reporting standard</i>	<i>GHG-protocol, 2004</i>
<i>Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard</i>	<i>GHG-protocol, 2010a</i>
<i>Product Accounting & Reporting Standard</i>	<i>GHG-protocol, 2010b</i>
<i>Nederlandse norm Environmental management – Life Cycle assessment – Requirements and guidelines</i>	<i>NEN-EN-ISO 14044</i>
www.ecoinvent.org	<i>Ecoinvent v2</i>
www.bamco2desk.nl	<i>BAM PPC-tool</i>
www.milieudatabase.nl	<i>Nationale Milieudatabase</i>
http://edepot.wur.nl/160737	<i>Alterra-rapport 2064</i>
<i>RLN00415</i>	

De opbouw van dit document is gebaseerd op de Corporate Value Chain (Scope 3) Standaard. Daarnaast is, waar nodig, de methodiek van de Product Accounting & Reporting Standard aangehouden (zie de onderstaande tabel).

Corporate Value Chain (Scope 3) Standard	Product Accounting & Reporting Standard	Ketenanalyse:
<i>H3. Business goals & Inventory design</i>	<i>H3. Business Goals</i>	<i>Hoofdstuk 1</i>
<i>H4. Overview of Scope 3 emissions</i>	-	<i>Hoofdstuk 2</i>
<i>H5. Setting the Boundary</i>	<i>H7. Boundary Setting</i>	<i>Hoofdstuk 3</i>
<i>H6. Collecting Data</i>	<i>H9. Collecting Data & Assessing Data Quality</i>	<i>Hoofdstuk 4</i>
<i>H7. Allocating Emissions</i>	<i>H8. Allocation</i>	<i>Hoofdstuk 2</i>
<i>H8. Accounting for Supplier Emissions</i>	-	<i>Onderdeel van implementatie van CO₂-Prestatieladder niveau 5</i>
<i>H9. Setting a reduction target</i>	-	<i>Hoofdstuk 5</i>

6 | Verklaring opstellen ketenanalyse

De Duurzame Adviseurs heeft ruime ervaring met het opstellen van ketenanalyses en geldt daarom als een professioneel erkend kennisinstituut. Zie hiervoor ook de Verklaring van Deskundigheid (meegeleverd bij de ketenanalyse of eventueel apart op te vragen). Hierin staan benoemd welke ketenanalyses door De Duurzame Adviseurs opgesteld zijn, met daarbij onderwerp, opdrachtgever, datum en Certificerende Instelling door wie de ketenanalyse is goedgekeurd. Ook staat hierin beschreven welke adviseurs werkzaam zijn voor De Duurzame Adviseurs en wat hun kennis- en opleidingsniveau is.

Deze ketenanalyse is opgesteld door M. Havik. De ketenanalyse is daarnaast volgens het vier-ogen principe gecontroleerd door Lars Dijkstra. Hij is verder niet betrokken geweest bij het opstellen van het CO₂-reductiebeleid van voestalpine Railpro, wat haar onafhankelijkheid ten opzichte van het opstellen van de ketenanalyse waarborgt. Bij deze beoordeling is vastgesteld dat de gebruikte scope, brongegevens en berekeningen juist zijn weergegeven in het huidige rapport. Er zijn geen afwijkingen vastgesteld wat betreft volledigheid, onafhankelijkheid en deskundigheid van de analyse.

Voor akkoord getekend:

<p>M. Havik</p>  <p><i>Adviseur</i></p>	<p>Lars Dijkstra</p>  <p><i>Adviseur</i></p>
---	---



**de duurzame
adviseurs**

Colofon

Auteur(s)	M. Havik
Kenmerk	Ketenanalyse hergebruik
Datum	24-03-2020
Versie	1.0
Verantwoordelijk manager	Eric Brink

Handtekening autoriserend verantwoordelijk manager:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Eric Brink', with a horizontal line drawn through it.

Eric Brink