



*Figuur 1 toepassing spoorstaven als kolommen bij het Hof van Cartesius Utrecht  
Foto's: Jeroen Mens (24-08-2017)*

## Onderzoek naar hergebruik van spoorstaven voor constructieve toepassingen.

PLAN VAN AANPAK - CONCEPT

MARTIJN ZEGERS

## Contactinformatie

**Afstudeerder:**

Martijn Zegers

M: +31 6 54696863

Studentnummer:

**Afstudeerbegeleiders:**

1<sup>e</sup> begeleider HvA:

.....

2<sup>e</sup> begeleider HvA:

.....

Externe begeleider:

.....

**Hogeschoolgegevens:**

Hogeschool van Amsterdam

Faculteit:

Opleiding:

Vakcode:

Adres:

Telefoon

Website:

## Inhoudsopgave

Aanleiding onderzoek .....	3
Probleemanalyse .....	4
Doel van het onderzoek .....	6
Vraagstelling .....	8
Onderzoeksmethode .....	9
Projectbeheersing .....	10
Bibliografie .....	11
Bijlage 1 - Planning .....	12

## Aanleiding onderzoek

Bij alles wat de mens gebruikt om te overleven en om het leven aangenaam te maken wordt gebruik gemaakt van stoffen of producten die uiteindelijk door de aarde (en zonlicht) zijn voortgebracht. De mens gebruikt de aarde, de grondstoffen, de lucht, het water, het zonlicht en levende organismen, al of niet na bewerking en manipulatie voor zijn eigen doeleinden.

Meestal stonden mensen er niet bij stil dat de voorraden van wat zij gebruikten op konden raken en dat grond, lucht en water zodanig vervuild konden geraken dat ze er zelf last van zouden krijgen. Deze fout heeft in de geschiedenis van de mensheid al meerdere keren tot humanitaire rampen en oorlogen geleid. (zie: *Ondergang*, Jared Diamond).

Hetzelfde probleem doet zich nu voor op wereldschaal. De mens belast de aarde zodanig dat er allerlei problemen ontstaan. De biodiversiteit gaat achteruit, bijen verdwijnen, grondstoffen raken uitgeput, de CO<sub>2</sub> uitstoot is te hoog, ontbossing, verwoestijning, en ga zo maar door.

Wie de berichten van milieu-organisaties en wetenschappelijk onderzoek een beetje bijhoudt, komt al snel tot de conclusie dat het hard de verkeerde kant op gaat voor de mensheid. (Janssens, 2014)

Op Europees niveau is in Parijs op 12 december 2015 een klimaatakkoord overeengekomen met de volgende doelstelling voor 2050:

*Holding the increase in the global average temperature to well below 2 °C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C above pre-industrial levels. (Hagelaars, 2015)*

Echter een éénduidige definiëring van opwarming was er nog niet gemaakt. Daarom zijn voor 2020 de volgende concrete doelstellingen vastgelegd ter beperking van de temperatuurstijging van de aarde:

- 20% minder CO<sub>2</sub>-uitstoot ten opzichte van 1990
- 20% minder energieverbruik
- 20% van het totale energiegebruik moet afkomstig zijn uit hernieuwbare energie, zoals wind- en zonne-energie.

In de 2<sup>e</sup> helft van 2015 is de *Circulaire Economie* tot een Europese milieuprioriteit gemaakt met de gedachte: Een circulaire economie of kringlooeconomie, biedt een nieuwe kijk op afvalverwerking. Het uitgangspunt is minder vervuiling en minder verspilling.

Het Europese actieprogramma Circulaire Economie bevat het volgende prioritaire programmadeel Bouw en Sloop:

*De commissie neemt een reeks maatregelen om terugwinning van waardevolle hulpbronnen en passend afvalbeheer in de bouw- en sloop te waarborgen en om de beoordeling van de milieuprestaties van gebouwen te vergemakkelijken.*

Voor Nederland is in september 2016 het rijksbrede programma vastgesteld: *Nederland Circulair in 2050*

Hierin staan de volgende 5 prioriteiten:

- Biomassa en voedsel
- Kunststoffen
- Maakindustrie
- Bouw
- Consumptiegoederen

Hieruit is te lezen dat Nederland vol inzet op CO<sub>2</sub>-reductie door minder grondstofverbruik via de Circulaire Economie. Inmiddels vervult Nederland een voortrekkersrol op dit gebied in Europa.

Dit is ook terug te vinden in het regeerakkoord van 2017.

## Probleemanalyse

In Nederland is Prorail vanuit de overheid aangewezen als partij om de Nederlandse burgers een veilig vervoer over het Nederlandse spoorwegennet te garanderen. Uit milieutechnische oogpunten en om dichtslibben van de openbare wegen in en rondom de grote steden te beperken, wordt het gebruik van openbaar vervoer gestimuleerd.

Door een hoge frequentie van mogelijke treinreizen aan te bieden, wordt reizen per trein steeds aantrekkelijker gemaakt voor forenzen en overige gebruikers.

De NS wilt in 2020 spoorboek-loos reizen. Verder zullen hogesnelheidstrajecten worden gerealiseerd. Hiermee wordt de reistijd voor de reizigers zo kort mogelijk gehouden.

Door deze toekomstige veranderingen, zullen stations omgebouwd moeten worden, waarbij gescheiden banen komen voor treinen met verschillende snelheden en treinen met verschillende stopplaatsen.



(Treinreiziger.nl, 2009)

*Figuur 2 perronindeling nieuwe stijl*

Behalve dat het spoorwegennet wordt gebruikt voor personenvervoer wordt het ook voor het veel zwaardere goederenvervoer gebruikt. Door het intensieve en zware gebruik van het spoor, vindt slijtage door de treinwielen op de spoorstaven plaats. Voor treinen die met hoge snelheden het spoor gebruiken kan de slijtage voor een onveilige situatie zorgen. Ten gevolge van dynamische belastingen kunnen scheuren in de spoorstaven ontstaan. Aan de oppervlakte zijn dit minuscule scheurtjes, echter binnenin de rails zijn dit meestal aanzienlijke scheuren.

Om de veiligheid van de reizigers, tegen het falen van de spoorstaven te waarborgen worden alle spoorstaven in het Nederlandse spoorwegennet middels een speciaal ontwerpen trein ultrasoon gecontroleerd op scheuren en slijtage. Staven waarin scheuren worden ontdekt worden met spoed vervangen.

Voor trajecten waar de slijtage-normen naderen wordt een vervangingsplan opgesteld. Kortom spoorstaven hebben niet het eeuwige leven als spoorstaaf. Jaarlijks komt er een hoeveelheid spoorstaven van ca 250 – 300 km vrij uit vervangingsprojecten. Van deze hoeveelheid wordt ca 20 % hergebruikt, de rest (ca 200 km) wordt in stukken geknipt en gaat als schroot naar de hoogovens voor recycling.



*Figuur 3 spoorstaven geknipt tot schroot voor recycling*

*(en.demarec.nl, 2018)*

Voor de recycling van de spoorstaven tot nieuw staal is veel energie (warmte) nodig, terwijl het staal nog goede eigenschappen bezit.

## Doel van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om vast te stellen of het mogelijk is om vrijkomende spoorstaven een constructieve functie te geven, in een tijdelijke spoortraverse bij de transitie van stations, van de huidige naar de nieuwe situatie met betrekking tot spoorboek-loos reizen in 2020 en de uitbreiding van de hogesnelheidstrajecten.

In het kader van “Nederland Circulair” zal onderzocht worden of en hoeveel CO<sub>2</sub>-reductie er behaald kan worden.

Aangezien de CO<sub>2</sub>-last gebaseerd is op een Life Cycle Analysis, LCA, dus van bouw tot en met sloop, is een herbruikbaar product veel gunstiger dan een product voor éénmalig gebruik. In het onderzoek zal hierdoor ook de herbruikbaarheid van een modulaire spoortraverse onderzocht worden.

Als referentieproject zal hierbij de spoortraverse bij station Driebergen-Zeist gebruikt worden.



*Figuur 4 Referentieproject traverse station Driebergen-Zeist, foto Martijn Zegers 21 januari 2018*



## Vraagstelling

De hoofdvraag, die in het onderzoek beantwoord gaat worden, luidt:

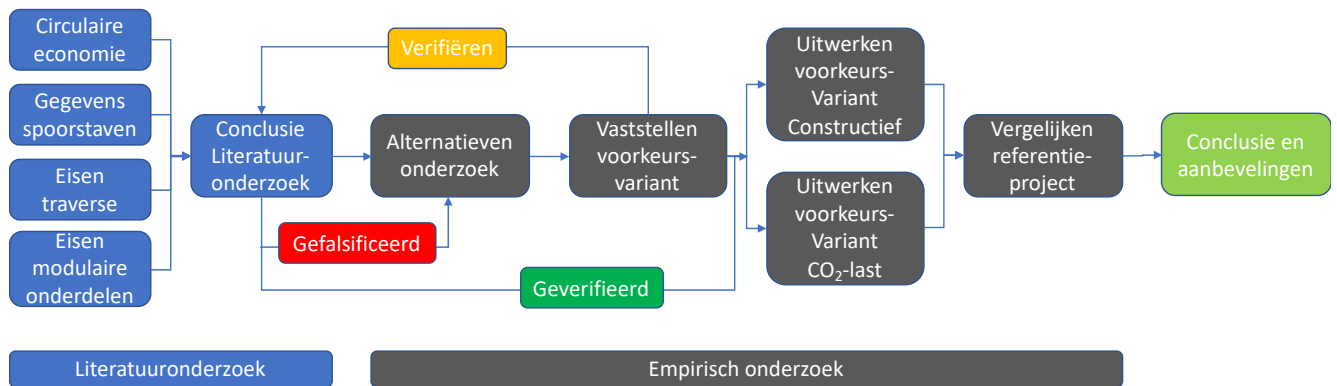
*Hoe groot is de CO<sub>2</sub>-eq winst bij toepassing van gebruikte spoorstaven ten opzichte van gebruik van nieuwe staalprofielen bij de bouw van een modulaire spoortraverse?*

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden is allereerst een mindmap gemaakt. Uit de mindmap zijn de volgende deelonderzoeken met deelvragen ontstaan:

- Circulaire economie:
  - Waarom is juist CO<sub>2</sub>-reductie zo belangrijk?
  - Hoe kan de CO<sub>2</sub>-last berekend worden?
  - Welke aspecten zijn er volgens de Circulaire metaalketen belangrijk bij CO<sub>2</sub>-reductie?
- Eigenschappen spoorstaven:
  - Waarom hebben spoorstaven deze vorm?
  - Wat zijn de constructieve eigenschappen van spoorstaven-staal?
  - Met welke standaard walsprofielen kan een spoorstaaf het beste vergeleken worden met betrekking tot doorsnedegrootheden.
  - Wat is de afkeurgrens van spoorstaven en hoe wordt die bepaald?
  - Is spoorstaven-staal onderhevig aan degradatie met betrekking tot vloeisterkte, treksterkte en elasticiteit ten gevolge van gebruik?
- Modulaire herbruikbare traverse:
  - Uit welke onderdelen bestaat een spoortraverse?
  - Zijn er modulaire maten vast te stellen?
  - Zo ja hoe groot zijn deze modulaire maten?
  - Wat zijn de eisen aan een spoortraverse?
- Ontwerp van de constructieve onderdelen:
  - Welke alternatieven zijn er om spoorstaven te gebruiken voor ? :
    - Dek
    - Liggers
    - Kolommen
  - Welke combinatie van alternatieven is de voorkeursvariant?
  - Hoe kunnen de onderdelen slim/ herbruikbaar aan elkaar verbonden worden?
- Welke andere geschikte constructieve toepassingen voor gebruikte spoorstaven zijn er op basis van het onderzoek mogelijk?

## Onderzoeksmethode

Om uit het onderzoek de juiste conclusies te kunnen trekken worden de volgende stappen gevolgd.



In het literatuuronderzoek worden de volgende onderdelen onderzocht:

- Circulaire economie:
  - Onderzoek bestaande circulaire projecten. (internet, lezingen beroepsverenigingen)
  - Berekening van een CO<sub>2</sub>-last m.b.v. Nationale Milieu Database.
  - Documentatie Circulaire metaalketen.
- Gegevens spoorstaven:
  - Documentatie Voest Alpine
  - Onderzoek Dekr rail materiaalonderzoek.
  - Documenten Prorail m.b.t. afkeureisen en bepalingsmethoden.
  - Gegevens Railpro m.b.t. vervangingsomvang.
- Eisen traverse
  - Diverse documenten Prorail m.b.t. wijzigingen stations.
  - Diverse documenten m.b.t. eisen aan een traverse, zoals maten, belastingen etc.
- Eisen modulaire onderdelen:
  - Railpro m.b.t. maximale afmetingen vervoer over het spoor en opslag.

In het empirisch onderzoek zal ook gebruik gemaakt worden van literatuur, maar dan gebaseerd op de uitvoering van de constructieve en milieutechnische berekeningen.

Na het berekenen van de CO<sub>2</sub>-last van de voorkeursvariant zal deze vergeleken worden met de CO<sub>2</sub>-last van het referentieproject, tijdelijke traverse station Driebergen-Zeist.

De gevonden waarden zullen met elkaar vergeleken worden, vervolgens worden de conclusies opgesteld en de aanbevelingen gedaan.

## Projectbeheersing

Om het project beheersbaar te houden zullen er ook onderdelen niet worden beschouwd.

Hierbij moet gedacht worden aan:

- Kosten; uit eerdere circulaire projecten is gebleken dat hergebruik van stalen onderdelen nauwelijks financieel gewin op zal leveren.
- Secundaire onderdelen van de traverse, zoals bv leuning, indien deze niet constructieve functie hebben, fietsgeleiders etc.
- De berekening van het referentieproject; dit project is reeds uitgevoerd, tekeningen en berekeningen van de constructie worden door de BAM ter beschikking gesteld.
- Het onderzoek naar andere geschikte toepassingen worden niet constructief aangetoond, maar zullen op basis van tussenconclusies aangeboden worden.

Omdat het onderzoek uit verschillende gevarieerde onderdelen bestaat is er gekozen om het onderzoek op te delen in de onderstaande deelonderzoeken:

- Literatuuronderzoek
- Variantenonderzoek, dek, liggers en kolommen met MCA om tot de voorkeursvariant te komen.
- Constructieve uitwerking voorkeursvariant.
- CO<sub>2</sub>-berekening van de voorkeursvariant
- CO<sub>2</sub>-berekening van het referentieproject
- Conclusie en aanbevelingen.

## Bibliografie

- en.demarec.nl. (2018, maart 6). *en.demarec.nl*. Opgehaald van Demarec RC-30 Rail Cutter:  
<http://en.demarec.nl/portal/products/rail-cutter>
- Hagelaars, J. (2015, december 14). *Klimaatverandering*. Opgehaald van COP21-Het klimaatakkoord van Parijs: <https://klimaatverandering.wordpress.com/2015/12/14/cop21-het-klimaatakkoord-van-parijs-2015/>
- Janssens, B. (2014, oktober 12). *Over duurzaamheid*. Opgehaald van zeelandnet.nl:  
<http://www.zeelandnet.nl/weblog/bduurzaam/bericht/215315?setcookie=true>
- Treinreiziger.nl. (2009, november 17). *ProRail bouwt perron nieuwe stijl op station Leiden Centraal*. Opgehaald van Treinreiziger.nl: <https://www.treinreiziger.nl/prorail-bouwt-perron-nieuwe-stijl-op-station-leiden-centraal/>

## Bijlage 1 - Planning