

Reactie artikel 'De TGV verstookt echt niet minder dan een Boeing' van Karel Knip in het NRC (6 april 2018) (Knip, 2018)

Gerben Scheepmaker (Business Consultant en promovendus (TU Delft))

NS afdeling Prestatieregie en Innovatie (PI)

19-4-2018

In het artikel van Karel Knip (2018) wordt geconcludeerd dat een TGV-hogesnelheidstrein het klimaat zwaarder belast per passagierskilometer (pkm) dan een Boeing 737. Hij concludeert "dat een TGV het klimaat per pkm zwaarder belast dan een Boeing 737 Wie klimaatvriendelijk naar Barcelona wil neemt de bus." De conclusies zijn gebaseerd op een aantal berekeningen met aannames die niet overal kloppen voor de TGV trein en de hogesnelheidstreinen in het algemeen. Daarom heb ik samen met de input van mijn collega's Ralph Luijt en Jan Hoogenraad een reactie opgesteld.

De belangrijkste verwarring is wanneer een beslissing gebaseerd moet worden op *een Life Cycle Analysis* (LCA) en wanneer op marginale uitstoot. Op de site van Thalys is te zien dat de directe uitstoot (het rijden van de trein) van Amsterdam naar Parijs 6 kg CO₂ is, en per vliegtuig 77 kg CO₂ (Thalys, 2013). Dit is de goede maat voor een reiziger die over een reis moet beslissen. LCA is van belang voor de vraag of een vliegveld moet worden uitgebreid, of dat er een nieuwe hogesnelheidslijn (HSL) wordt aangelegd. Het aangehaald artikel uit 2009 geeft aan dat er toen in Amerika veel meer beton gebruikt wordt voor een nieuwe hogesnelheidslijn. Inmiddels is de techniek overigens veel verder: onder andere ProRail heeft de markt middels de CO₂ prestatieladder geprikkeld om te bouwen met een veel kleinere CO₂ footprint. Gegeven dat het beton voor de HSL al enige decennia terug gestort is, is het voor de reiziger contraproductief dit mee te wegen in de beslissing de trein of het vliegtuig te nemen.

Ten tweede is het energieverbruik per pkm voor de TGV trein onjuist berekend. De gegevens zijn gebaseerd op een Intercity (IC) trein met een maximum snelheid van 161 km/h. Daarentegen is de gemiddelde halteafstand van een Intercity een stuk korter dan een hogesnelheids (HS) trein, die bijvoorbeeld in Frankrijk vrij snel non-stop over een afstand van 500 km kan rijden met een snelheid van 300 km/h. Bovendien rijden HS treinen onder een hogere bovenleidingspanning dan IC treinen (bijvoorbeeld in Nederland 25 kV AC voor HS vs. 1.5 kV DC voor IC), waardoor er veel minder transportverliezen zijn.

Vanuit NS hebben we de technische gegevens van een (met TGV vergelijkbare) Thalys trein beschikbaar vanuit onze plantool DONS, waarbij we aannemen dat deze trein mechanisch remt (remenergie wordt omgezet in warmte). Vanuit mijn promotieonderzoek bij TU Delft naar energiezuinig rijden en energiezuinig plannen heb ik een model opgesteld dat zowel de tijd-optimale¹ als de energie-optimale² rijstrategie bepaalt (Scheepmaker & Goverde, 2016).

Als we voor de TGV trein een traject uitzetten van circa 500 km (vergelijkbaar met de nonstop afstand tussen Parijs en Lyon) kunnen we het energieverbruik gaan berekenen. Hierbij wordt aangenomen dat het baanvak geen wisselde snelheidslimieten kent (constant 300 km/h) en dat er geen hoogteverschillen zijn. Deze aanname is relatief reëel, omdat een hogesnelheidstrein over het algemeen geen tussenliggende variaties in snelheidslimieten heeft, behalve bij het vertrekken of aankomen van een station. Daarnaast is het effect van hellingen op het totaal energieverbruik relatief beperkt, zeker aangezien hellingen over het algemeen over het gehele traject gecompenseerd worden (opgaande helling door neergaande helling). Bovendien worden hogesnelheidslijnen over het algemeen ook met zo min mogelijk hellingen gebouwd (bijvoorbeeld veel tunnels en bruggen in heuvelslandschap).

¹ Tijd-optimaal: zo snel mogelijk van A naar B rijden.

² Energie-optimaal: gegeven de rijtijd met zo min mogelijk energie van A naar B rijden.

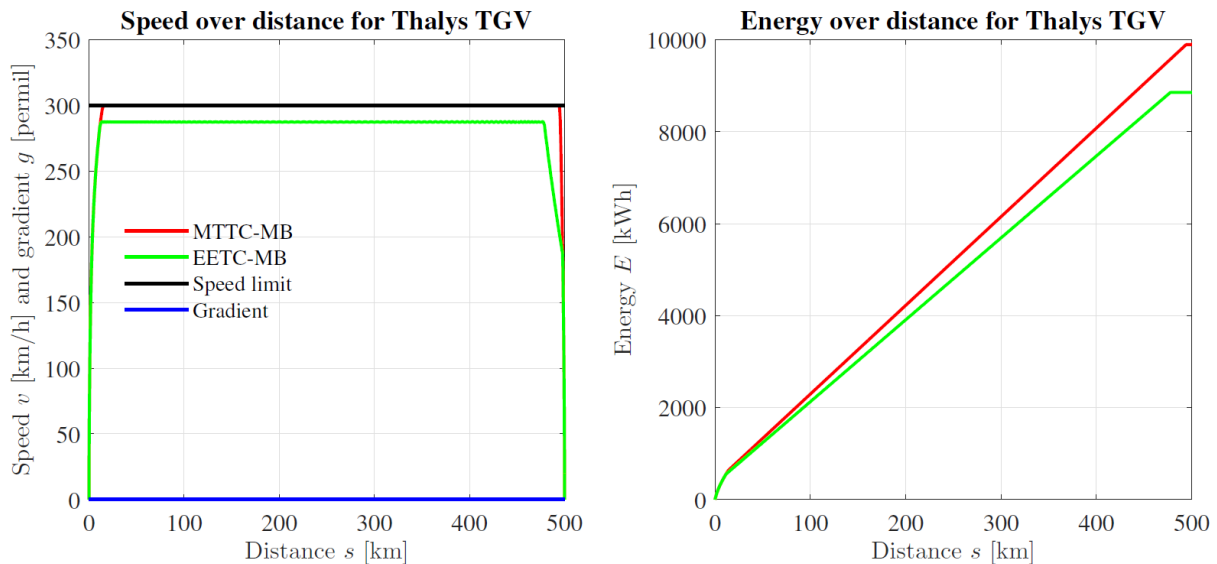
Figuur 1 toont de resultaten en daaruit is te zien dat een trein met de tijd-optimale rijstrategie in ongeveer 103 minuten netto (inclusief verliezen in de tractie installatie) 9.895 kWh aan elektriciteit verbruikt, dus ongeveer 19,8 kWh per km. Als we hierbij ook de transportverliezen nemen die 5% zijn voor 15 kV AC (en dus voor 25 kV AC zelfs lager) (Steimel, 2008, p. 10), komt dit aan op een energieverbruik van 20,8 kWh per km. De bezettingsgraad van TGV op dit baanvak is ongeveer 80% (EEA, 2016). Met een totaal aantal zitplaatsen van 377, komt dit neer op circa 300 bezette zitplaatsen. Dit geeft een energieverbruik van 0,069 kWh per pkm, oftewel 0,25 MJ per pkm.

Voor elektriciteit geldt een omrekenfactor naar primaire energie (bijvoorbeeld steenkool) van 2,5 (EU, 2012), waarmee het energieverbruik voor een TGV trein totaal op 0,62 MJ energieverbruik per passagierskilometer komt.

In de praktijk zijn treinen van TGV door SNCF uitgerust met het machinisten adviessysteem (*Driver Advisory System, DAS Opti-Conduite*, gebaseerd op *Energymiser* van TIG, waarmee energiezuinig rijden mogelijk is (Kevins, 2015). In theorie zou dit met een rijtijdsparing van 5% kunnen leiden tot extra energiebesparingen van 10%, zoals ook uit Figuur 1 blijkt, waarmee het energieverbruik (inclusief transportverliezen) op 0,56 MJ per pkm kan komen. Dit verbruik kan zelfs lager zijn, aangezien moderne treinen ook de mogelijkheid hebben voor regeneratief remmen, waarbij tijdens het remmen energie (elektriciteit) wordt opgewekt door de tractie-installatie en deze energie hergebruikt kan worden door de trein zelf of voor omliggende treinen via de terug levering van elektriciteit aan de bovenleiding. Dit kan leiden tot extra energiebesparingen met name bij de eindremming. Een andere tendens is dat de elektriciteit voor het spoorvervoer steeds meer van groene energiebronnen komt (bijvoorbeeld windmolens), waardoor de factor 2,5 (gedeeltelijk) vervalt. Zo rijden alle treinen op het Nederlandse spoor inclusief de internationale treinen hier op 100% duurzame energie.

Desondanks is 0,62 MJ per passagierskilometer een goede eerste inschatting, ook als bedacht wordt dat in de praktijk er mogelijk nog variërende snelheidslimieten en gradiënten zijn. Dit laat zien dat het energieverbruik van een TGV trein zelfs bijna 48% lager ligt dan die van een Boeing 737 (1,2 MJ per pkm). Een belangrijke reden dat het energieverbruik van een trein laag is en dat er veel extra energiebesparingen mogelijk zijn, is door de lage rolweerstand van een trein (stalen wielen op stalen rails). Dit leidt ertoe dat de trein bij energiezuinig rijden (EZR) een grote potentie heeft voor uitrollen (uitschakelen van tractie), zie voor meer details over EZR zie Scheepmaker and Goverde (2015) en Scheepmaker, Goverde, and Kroon (2017).

Het argument van Knip om per reis niet het marginale energie verbruik, maar de LCA te gebruiken gaat niet op. Immers: de infrastructuur is reeds aanwezig. In deze had de journalist van de Volkskrant wel de juiste rekenwijze. Ook de inschatting van punt van het energie verbruik is te pessimistisch geschat. De in het artikel gemaakte vergelijking met de bus is in het artikel niet onderbouwd met getallen. Hierover kunnen we ook geen uitspraak doen.



Figuur 1: snelheidsprofiel (links) en energieprofiel (rechts) van een Thalys TGV trein met een tijd-optimale rijstrategie (MTTC) of een energie-optimale rijstrategie (EETC) en daarbij mechanisch remmen (MB) toepast.

Literatuur

EEA. (2016). Occupancy rates. Retrieved from

<https://www.eea.europa.eu/publications/ENVISSUENO12/page029.html>

EU. (2012). *Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/GA/TXT/?uri=OJ:L:2012:315:TOC&toc=OJ:L:2016:081:FULL>

Keivins, A. (2015). TTTG Transportation Technology secures a major contract to supply DAS to SNCF's prestigious TGV fleets [Press release]

Knip, K. (2018). De TGV verstoekt echt niet minder dan een Boeing. *NRC*. Retrieved from

<https://www.nrc.nl/nieuws/2018/04/06/de-tgv-verstoekt-echt-niet-minder-dan-een-boeing-a1598474>

Scheepmaker, G. M., & Goverde, R. M. P. (2015). The interplay between energy-efficient train control and scheduled running time supplements. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 5(4), 225-239. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jrtpm.2015.10.003>

Scheepmaker, G. M., & Goverde, R. M. P. (2016, 23-25 Aug. 2016). *Energy-efficient train control including regenerative braking with catenary efficiency*. Paper presented at the 2016 IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation (ICIRT).

Scheepmaker, G. M., Goverde, R. M. P., & Kroon, L. G. (2017). Review of energy-efficient train control and timetabling. *European Journal of Operational Research*, 257(2), 355-376. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2016.09.044>

Steimel, A. (2008). *Electric Traction Motive Power and Energy Supply*. München, Germany: Oldenbourg Industrieverlag.

Thalys. (2013). *CO2-uitstoot*. Retrieved from <https://www.thalys.com/uitstoot/>