

Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
1.1	Inleiding	2
1.2	Scope 3 emissies	2
1.3	Leeswijzer	2
2	Ketenanalyse Tractie Energie Systemen	3
2.1	Inleiding ketenanalyse tractievoeding	3
2.2	Ketenpartners	3
2.3	Scope 3 emissies	3
2.3.1.	<i>Energieverbruik treinen</i>	3
2.3.2.	<i>CO₂ bijdrage windmolens</i>	5
2.3.3.	<i>Gevolg van inkoop “groene” energie</i>	6
2.4	Analyse te nemen keteninitiatief	7
3	Reductiedoelstelling Movares	9
3.1	Reductiedoelstelling	9
3.2	Stand van zaken	10
3.3	Plan van Aanpak	11
	Colofon	12

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Per 1 december 2009 is door ProRail de CO₂-prestatieladder ingevoerd, een instrument om de CO₂-uitstoot van opdrachtnemers terug te dringen en de uitstoot van de sector te verminderen. Deze ladder kenmerkt zich door treden, waarbij een hogere trede een hogere fictieve korting op de aanbiedingsprijs met zich mee brengt.

Voor opdrachtnemers is de prestatieladder een extra impuls om duurzaam te ondernemen. Daarnaast biedt de ladder kansen om zich niet alleen kwalitatief te onderscheiden van concurrenten, maar ook op duurzaamheid.

De prestatieladder heeft Movares in de achterliggende jaren gestimuleerd tot het versneld doorvoeren van maatregelen om CO₂-emissies en reductieopties in kaart te brengen en om haar directe en indirecte emissies te verminderen. Een onderdeel van de eisen voor het behouden van niveau 5 is het opstellen van twee ketenanalyses van sectoren waarop Movares initiatieven en maatregelen kan nemen voor CO₂-reductie.

1.2 Scope 3 emissies

Movares heeft, aan de hand van GHG protocol, de meest materiële scope 3-emissies in kaart gebracht, zie hiervoor tabel 1. Voor de bepaling van de meest materiële scope 3-emissies wordt verwezen naar het rapport ‘Energiemanagement en CO₂ reductieplan Movares Nederland’.

Tabel 1 Meest materiële scope 3-emissies Movares Nederland

PMC's Movares	Relatief belang van CO ₂ -belasting van de sector	Invloed van onze activiteiten op deze CO ₂ -emissies	Potentiële invloed Movares op CO ₂ -uitstoot	Rangorde
Rail - tractievoeding	groot	groot	groot	1
Rail, wegen en water – kunstwerken	middelgroot	groot	groot	2
Rail, wegen en water – overige infrastructuur	groot	groot	klein	3
Gebouwen en energie - gebouwen	groot	groot	klein	4
Gebouwen en energie – installaties	groot	groot	klein	5

Movares kiest ervoor om voor de sectoren, waarin wij de grootste bijdrage aan de scope 3-emissies hebben, een ketenanalyse uit te voeren.

In het voorliggende document is de ketenanalyse voor Tractie energie systemen beschreven. Dit is de Product Markt Combinatie (PMC) waarop Movares de grootste invloed heeft. Movares heeft invloed op circa 160 kton CO₂-uitstoot veroorzaakt door ‘Tractie Energie Systemen’.

1.3 Leeswijzer

In dit document worden de ketenanalyse en het keteninitiatief voor Tractie Energie Systemen beschreven. De ketenanalyse is beschreven in hoofdstuk 2 en het keteninitiatief in hoofdstuk 3.

2 Ketenanalyse Tractie Energie Systemen

2.1 Inleiding ketenanalyse tractievoeding

In dit hoofdstuk wordt de ketenanalyse “Tractie Energie Systemen” gepresenteerd. Bij de analyse is uitgegaan van beschikbare literatuur en binnen Movares aanwezige expertise bij de afdeling “Tractie Energie Systemen”.

Binnen Movares wordt de elektrische voeding voor elektrisch spoorgebonden voertuigen onderverdeeld in twee subsystemen:

1. **Tractievoeding**

Het systeem “tractievoeding” zorgt voor de juiste voeding op de bovenleiding, zowel in spanning als vermogen. Het systeem concentreert zich in de zogenaamde onderstations;

2. **Bovenleiding**

Het systeem “Bovenleiding” verzorgt de distributie van de energie vanaf het onderstation naar de treinen.

In deze ketenanalyse gaan we met name in op het subsysteem Tractievoeding. Door de recente ontwikkeling van inkoop van groene energie wordt de mate van CO₂ emissie als gevolg van elektrische tractie beïnvloed.

2.2 Ketenpartners

Binnen de keten worden de volgende partners onderscheiden:

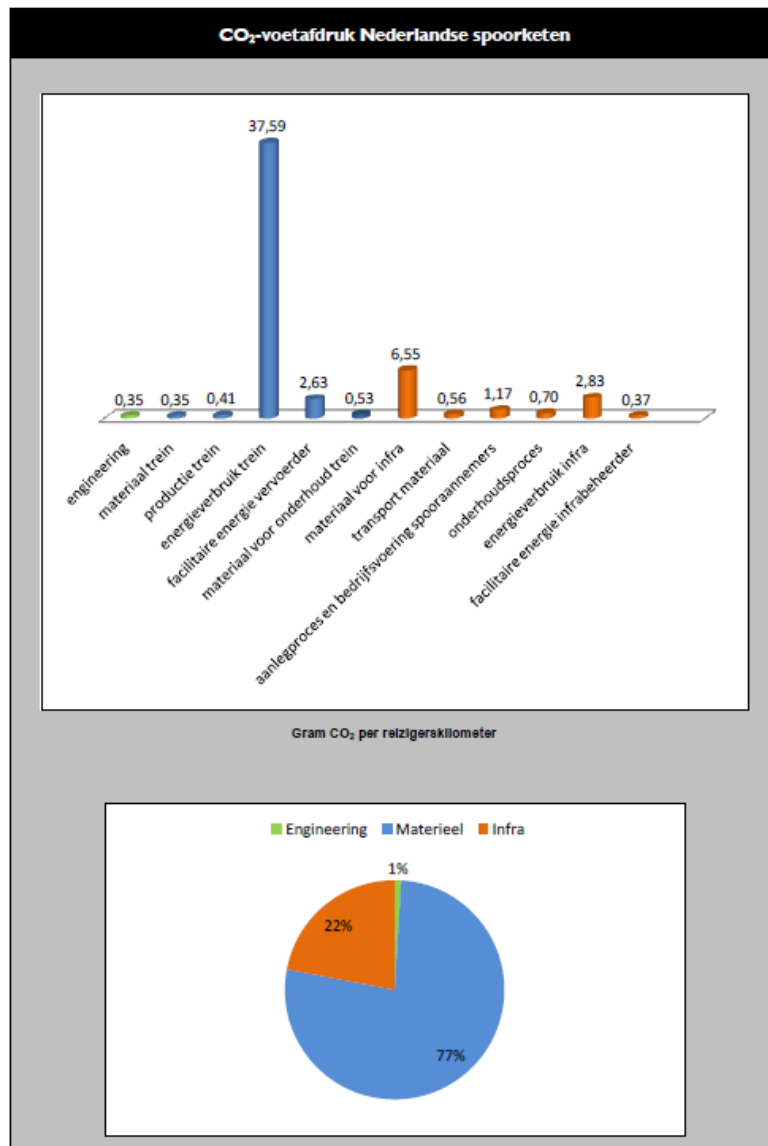
- Rijksoverheid en provincies;
- ProRail: beheerder van het spoor in opdracht van de rijksoverheid;
- Vervoerders: NS, Arriva, Connexion etc. De vervoerders schaffen materieel (treinen) aan;
- VIVENS (Vereniging Inkoop en Verbruik van Energie op het Nederlandse Spoorwegnet): regelt de inkoop van energie centraal en de verrekening naar gebruikers (ProRail en vervoerders);
- Ingenieursbureaus: in deze categorie valt Movares. Movares heeft invloed op het ontwerp, doordat wij advies geven aan opdrachtgevers. Voor het systeem ‘Tractie voeding’ is ProRail onze grootste opdrachtgever;
- Aannemers: zij zorgen voor de daadwerkelijke realisatie van tractievoeding systemen.

2.3 Scope 3 emissies

In deze paragraaf wordt de CO₂-uitstoot van de elektrische tractie uiteengezet.

2.3.1. *Energieverbruik treinen*

De elektrische tractie geeft, anno 2014, het energiegebruik van de treinen tijdens de gebruiksfase de grootste bijdrage in het CO₂ gebruik per reizigerskilometer [Railforum].



Uit de bovenstaande analyse blijkt dat het aandeel van het energieverbruik van de trein voor de CO₂ bijdrage per reizigerskilometer zeer dominant is. In de analyse is het energieverbruik niet opgesplitst in daadwerkelijk energiegebruik door de trein en de energieverliezen in de infrastructuur (over het algemeen bovenleiding en spoorstaven). Door de aard van de werkzaamheden heeft Movares nagenoeg geen invloed op het ontwerp en gebruik van treinen. Daarom wordt deze bron van CO₂ emissie niet in de ketenanalyse opgenomen.

Movares heeft wel invloed op het ontwerp en gebruik van de infrastructuur. De ketenanalyse beperkt zich derhalve tot de infrastructuur.

Het elektrische tractie energiegebruik in Nederland is afgerond 1400 GWh per jaar. Vanaf 1 januari 2015 koopt VIVENS¹ gefaseerd groene elektrische windenergie in bij

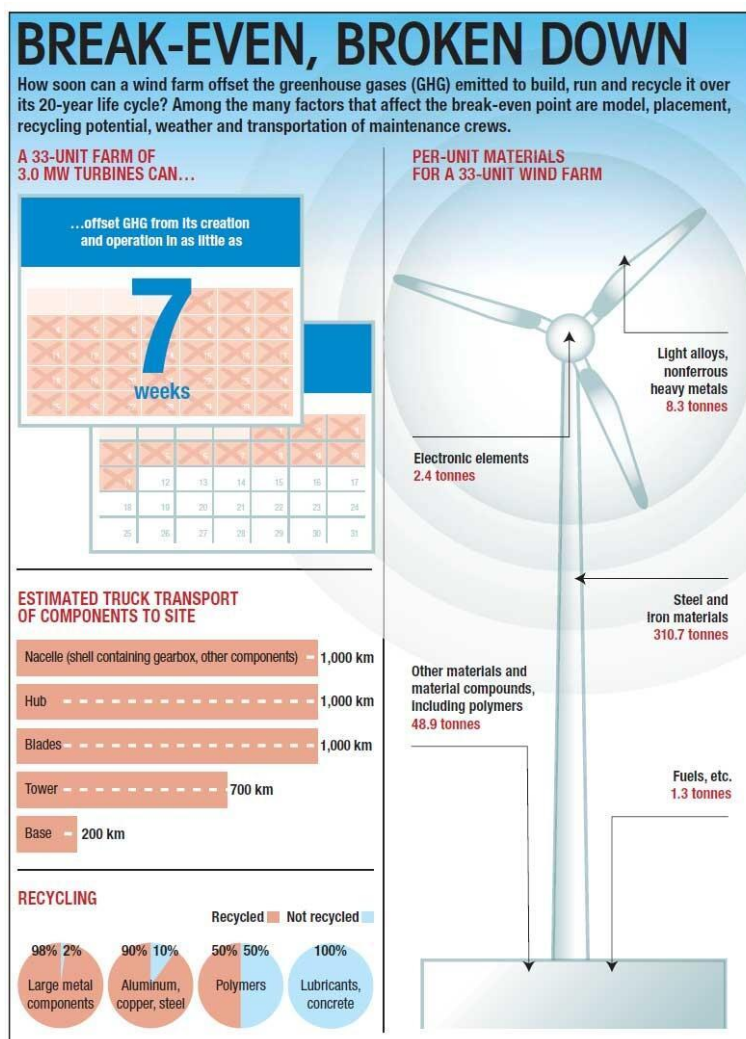
¹ Vereniging Inkoop en Verbruik van Energie op het Nederlandse Spoorwagennet. VIVENS is de inkooporganisatie waarvan alle vervoerders met elektrische tractie lid zijn.
Ketenanalyse Tractie energie systemen / Vrijgegeven / Versie 1.0 / 10 maart 2017

ENECO. Vanaf 2018 is alle elektrische stroom groen. Werd er in de [Railforum] uitgegaan van 0,455 kg/kWh CO₂ emissie, dan zal dat in 2018 nihil worden². De bovenstaande grafiek is daarom niet meer actueel. De grootste bijdrage aan de CO₂ uitstoot per reizigerskilometer is dan het materiaalgebruik.

In deze ketenanalyse worden de gevolgen hiervan bepaald.

2.3.2. CO₂ bijdrage windmolens

De energie, nodig om een windmolen te bouwen, is binnen 6-12 weken terugverdiend. De bijdrage aan de CO₂ is daardoor nihil gedurende de verwachte 20 jaar levensduur en wordt niet meegerekend in de CO₂ belasting van windenergie. Zie het onderstaande infogram van de International Energy Agency.



Voor de berekening van de CO₂ uitstoot van windenergie moet ook rekening gehouden worden met de stilstand door windstille, te veel wind of onderhoud. In de literatuur [Rekenkamer] wordt aangegeven dat windmolens op zee 60% van de tijd stil staan. Na 10 jaar is dit gestegen tot 85%. Op land zijn de getallen 75%, respectievelijk 90%. Om dit op te vangen moeten, anno 2014, fossiel gestookte elektriciteitscentrales deze

² NS geeft 0 kg/kWh CO₂ uitstoot aan.

periode overbruggen. De CO₂ uitstoot hiervan dient wel meegerekend te worden. De mee te nemen CO₂ uitstoot is niet publiekelijk bekend. In dit rapport wordt hiervoor gemiddeld 0,02 kg/kWh voor aangenomen.

2.3.3. Gevolg van inkoop "groene" energie

Jaarlijks wordt door VIVENS 1400 GWh elektriciteit ingekocht. Bij 0,455 kg CO₂/kWh is de jaarlijkse bijdrage 637 kton CO₂. Bij een uitstoot van 0,02 kg CO₂/kWh daalt de bijdrage naar 28 kton CO₂.

Door ProRail is een analyse uitgevoerd naar de top 20 dominante emissie bronnen [ProRail]:

Nummer	Hoofdsysteem	Subsysteem	Onderdeel	Ton CO2 Eq./J	Percentage
1	Treinverkeer	Energieverbruik trein	Trein efficiency	37.310	18,54%
2	Treinverkeer	Netverlies	Bovenleiding	34.011	16,90%
3	Infra	Geleidesysteem	Spoorstaven	25.255	12,55%
4	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Bruggen	20.545	10,21%
5	Infra	Klein onderhoud	Klein onderhoud	13.425	6,67%
6	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Spoortunnels	12.420	6,17%
7	Infra	Geleidesysteem	Dwarsliggers	10.909	5,42%
8	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Geluidsscherm	8.263	4,11%
9	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Spoorviaducten	8.258	4,10%
10	Infra	Geleidesysteem	Wissels	4.063	2,02%
11	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Onderdoorgangen	3.421	1,70%
12	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Tractie energie infra	3.243	1,61%
13	Infra	Geleidesysteem	Ballast	3.168	1,57%
14	Stations	Transfer	Perrons	2.301	1,14%
15	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Stalen portalen	2.247	1,12%
16	Stations	Transfer	Rijwielstallingen	2.187	1,09%
17	Stations	Transfer	Overkappingen	1.400	0,70%
18	Stations	Transfer	Passagiertunnels	883	0,44%
19	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Rijdraad CuAg0,1	723	0,36%
20	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Duikers	597	0,30%

De top 10 dekt meer dan 85% en de top 20 meer dan 95% van de ProRail emissie.

In deze analyse is het totale energieverbruik van de treinen gedeeltelijk opgenomen in de items 1 en 2. Als het energieverbruik van de trein wordt opgenomen in de tabel, ontstaat de onderstaande tabel voor de gehele keten. De som van de bijdrage van VIVENS en ProRail zijn gelijk aan 637 kton CO₂ per jaar.

Nummer	Hoofdsysteem	Subsysteem	Onderdeel	Ton CO2 Eq/j	Percentage
1	Treinverkeer	Energieverbruik trein (VIVENS)	Trein efficiency	565.679	70,68%
2	Treinverkeer	Energieverbruik trein (ProRail)	Bovenleiding	71.321	8,91%
3	Infra	Geleidesysteem	Spoorstaven	25.255	3,16%
4	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Bruggen	20.545	2,57%
5	Infra	Klein onderhoud	Klein onderhoud	13.425	1,68%
6	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Spoortunnels	12.420	1,55%
7	Infra	Geleidesysteem	Dwarsliggers	10.909	1,36%
8	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Geluidsscherm	8.263	1,03%
9	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Spoorviaducten	8.258	1,03%
10	Infra	Geleidesysteem	Wissels	4.063	0,51%
11	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Onderdoorgang	3.421	0,43%
12	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Tractie energie infra	3.243	0,41%
13	Infra	Geleidesysteem	Ballast	3.168	0,40%
14	Stations	Transfer	Perrons	2.301	0,29%
15	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Stalen portalen	2.247	0,28%
16	Stations	Transfer	Rijwielstallingen	2.187	0,27%
17	Stations	Transfer	Overkappingen	1.400	0,17%
18	Stations	Transfer	Passagierstunnels	883	0,11%
19	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Rijdraad	723	0,09%
20	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Duikers	597	0,07%

Door de verlaging van de CO₂ uitstoot van 0,455 kg/kWh naar 0,02 kg/kWh wordt de tabel van ProRail anders.

Nummer	Hoofdsysteem	Subsysteem	Onderdeel	Ton CO2 Eq/j	Percentage
1	Infra	Geleidesysteem	Spoorstaven	25.255	15,86%
2	Treinverkeer	Energieverbruik trein (VIVENS)	Trein efficiency	24.865	15,61%
3	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Bruggen	20.545	12,90%
4	Infra	Klein onderhoud	Klein onderhoud	13.425	8,43%
5	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Spoortunnels	12.420	7,80%
6	Infra	Geleidesysteem	Dwarsliggers	10.909	6,85%
7	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Geluidsscherm	8.263	5,19%
8	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Spoorviaducten	8.258	5,18%
9	Infra	Geleidesysteem	Wissels	4.063	2,55%
10	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Onderdoorgang	3.421	2,15%
11	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Tractie energie infra	3.243	2,04%
12	Infra	Geleidesysteem	Ballast	3.168	1,99%
13	Treinverkeer	Energieverbruik trein (ProRail)	Bovenleiding	3.135	1,97%
14	Stations	Transfer	Perrons	2.301	1,44%
15	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Stalen portalen	2.247	1,41%
16	Stations	Transfer	Rijwielstallingen	2.187	1,37%
17	Stations	Transfer	Overkappingen	1.400	0,88%
18	Stations	Transfer	Passagierstunnels	883	0,55%
19	Infra	Energievoorzieningsstelsel	Rijdraad	723	0,45%
20	Infra	Doorsnijdingsstelsel	Duikers	597	0,37%

2.4 Analyse te nemen keteninitiatief

Door de inkoop van “groene energie” wordt de CO₂ bijdrage van de tractievoeding in relatie met andere emissies minder dominant en zou als minder interessant voor een keteninitiatief kunnen worden beschouwd. De vermindering geldt uiteraard niet voor het energieverbruik van het treinverkeer (uitgedrukt in kWh/km). Dat blijft onveranderd. Inspanning van tractievoeding blijft nodig om het energiegebruik te verminderen.

Binnen de infrastructuur kan de CO₂ bijdrage van tractievoeding verminderd worden door:

- het verminderen van transportverliezen
Bijvoorbeeld door het verhogen van de bovenleiding spanning naar 3000 V
- het opslaan van remenergie van treinen
Bijvoorbeeld door de opslag van energie in vliegwielen, condensatoren of accu's
- het terugleveren van energie aan het openbare net
Bijvoorbeeld door het plaatsen van wisselrichters in onderstations

Movares neemt een keteninitiatief op voor 'het verminderen van transportverliezen', dit wordt in het volgende hoofdstuk beschreven.

3 Reductiedoelstelling Movares

3.1 Inleiding

In 2008 is, door het toenmalige kabinet Balkenende IV, subsidie toegekend voor de ontwikkeling van windenergie op zee. Dit riep binnen Movares de vraag op of er geen andere maatregelen zijn om CO₂ te besparen. Het verhogen van de spanning op de bovenleiding naar 3000 V kwam als idee genoemd. Uit een eerste inschatting bleek dat het verhogen van de bovenleiding spanning meer CO₂ besparing oplevert dan de plaatsing van windmolens op zee bij dezelfde financiële inspanning.

In de periode 2009-2012 is het idee binnen en buiten Movares gespiegeld. Ook externe partijen ondersteunden de berekeningen. In 2012 is er een informele branchebrede werkgroep ontstaan:

- wat zijn de gevolgen voor de treinen (Ricardo Rail en Strukton)?
- wat kost de ombouw van treinen (Strukton)?
- wat vinden de conculega's ervan (Arcadis en DNV.GL)?
- branche bijeenkomsten bij Ricardo Rail
- belangrijk: allemaal identieke verhalen vertellen

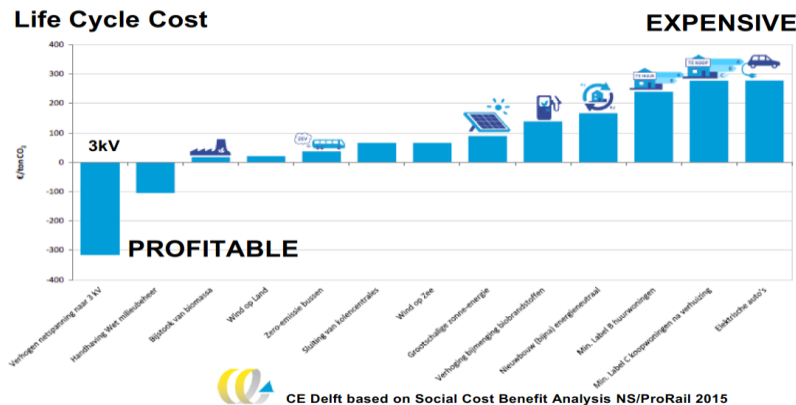
Parallel daaraan zijn de ideeën bij ProRail en NS Reizigers besproken met als doel om de besparingen te bespreken en de vooroordelen van de hoge kosten weg te nemen. Uiteindelijk heeft ProRail deelgenomen aan de werkgroep.

ProRail heeft de 10 jaarlijkse “herijking energievoorziening” eind 2012 gebruikt om de , reeds besloten, verhoging naar 25 kV bovenleiding spanning af te serveren en 3000 V op de kaart te zetten. In 2013 is, in opdracht van het ministerie I&M, een MKBA (Maatschappelijke Kosten/Baten Analyse) opgesteld met de partijen van de werkgroep. Later is NS Reizigers mee gaan doen met de analyse. In de zomer van 2016 hebben de beide directies van ProRail en NS Reizigers aan de Staatssecretaris de MKBA officieel aangeboden met een positief advies.

3.2 Reductiedoelstelling

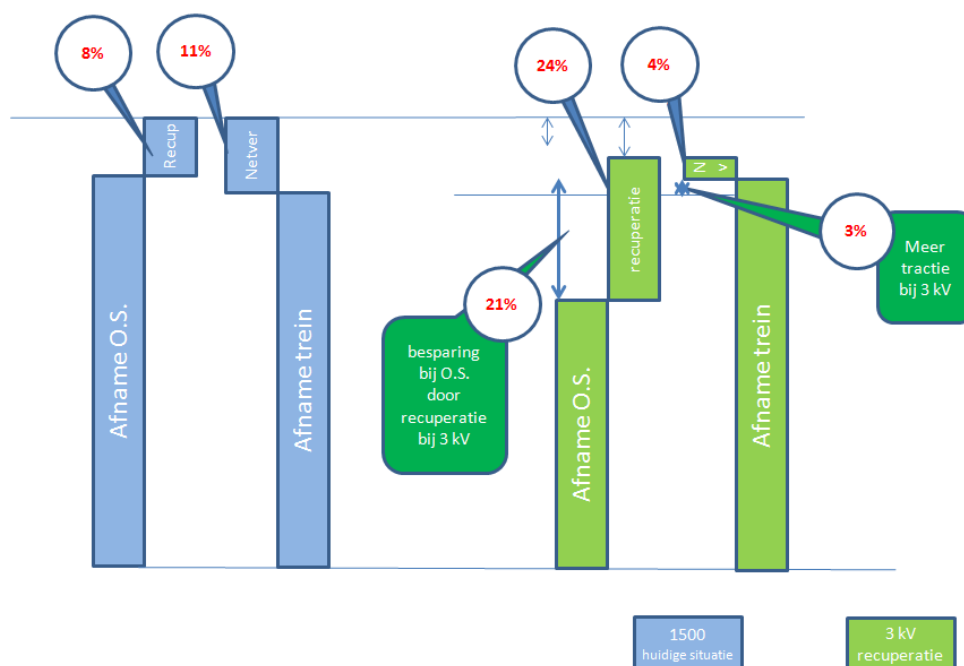
Door CE Delft is Figuur 1 opgesteld. Daaruit blijkt inderdaad dat bovenleiding spanning verhoging een maatschappelijk goede investering is om CO₂ te besparen.

Societal CO₂ reduction: 3kV compared to other measures (2)



Figuur 1 LCC versus besparingsmogelijkheden o.b.v. CE Delft onderzoek

Concreet betekent een bovenleiding spanning verdubbeling van 1500 V naar 3000 V een besparing van 20% energie als gevolg van minderen verliezen en de mogelijkheid biedt om meer remenergie terug te leveren. De doelstelling is dan ook om in 2023 een energiebesparing van 20% gerealiseerd te hebben³.



3.3 Stand van zaken

Ministerie

In november 2016 zijn door diverse opstellers, waaronder Movares, een toelichting op de uitgangspunten van de MKBA gegeven op een 3 kV informatiesessie. De discussie was heel levendig met name over het Movares onderwerp “fasering” en de gehanteerde uitgangspunten. Conclusie was dat de huidige MKBA inhoudelijk akkoord is en het ministerie achter de cijfers staat. Alleen is de MKBA niet geschikt voor politieke besluitvorming. De verwachting is dat in 2017 ProRail en NS Reizigers een aangepaste MKBA gaan opstellen en aan de politiek gaan aanbieden.

Minster Kamps heeft de ombouw in de energieagenda opgenomen (§ 6.2.2):

Het verhogen van de bovenspanning van 1,5kV naar 3kV is een kansrijke maatregel voor het verder duurzaam inrichten van het bestaande geëlektrificeerde hoofdspoor. In verhouding tot andere energie-besparings- en hernieuwbare energiemaatregelen in de verschillende economische sectoren kent deze maatregel een hoge CO₂ kosteneffectiviteit. De maatschappelijke kosten en baten en benodigde investeringen worden in 2017 in kaart gebracht.

In 2016 heeft ProRail een artikel in Elektrische Bahnen gezet.

Duurzaamheidsdag

De eventuele ombouw naar 3000 V is ook onderdeel geweest van de lezingenreeks op de Duurzaamheidsdag van Movares.

³ De spoorbranche koopt de komende jaren 100% groene stroom in. Hiermee wordt de CO₂ uitstoot nagenoeg nul (zie vorige hoofdstuk). Maar, doordat er energie wordt bespaard, kan de duurzame opgewekte energie voor andere doeleinden gebruikt worden. Dit leidt dus elders tot CO₂ reductie.

3.4 Plan van Aanpak

De doelstelling om 20% energie te besparen door het verhogen van de bovenleidingspanning naar 3000 V wordt op zijn vroegst in 2023 gerealiseerd. Het Plan van Aanpak is als volgt:

2017

In de zomer van 2016 is er contact ontstaan met een leverancier van 1500 V schakelmateriaal. Standaard 3000 V materiaal in onderstations is breder dan 1500 V schakelmateriaal. Bij ombouw naar 3000 V moet daarom de installatie vervangen worden, wat een kostbare actie is. Ook is het niet altijd mogelijk om de bredere installatie binnen het huidige gebouw te plaatsen.

De uitdaging is om een 3000 V schakelaar in de behuizing van een 1500 V schakelaar te plaatsen. Afsproken is dat we een USP (Unsolicited Proposal) gaan uitwerken en indienen.

In 2017 wordt de technische discussie opgestart met de fabrikant .

2018/2019

De volgende stap is om een pilot uit te voeren in opdracht van ProRail. Movares zal de pilot dan begeleiden met advieswerk.

Of er een pilot komt, is afhankelijk van politieke goedkeuring. De eerste stappen hiervoor zijn gezet (zie §3.2).

2020-2023

Voorbereiden van de daadwerkelijke ombouw. Wanneer de ombouw gereed is, wordt 20% energie bespaard. Dit is in totaal 280 GWh.

De hiermee behaalde CO₂ reductie varieert, afhankelijk van wat de gebruiker normaliter als elektriciteitsbron heeft: koopt de gebruiker normaliter grijze energie dan is de CO₂ reductie groter dan bij een schonere vorm van elektriciteit.

Colofon

Opdrachtgever S. Eijgenraam
Directievoorzitter

Uitgave Movares Nederland B.V.

Divisie Ruimte, Mobiliteit en Infra
Afdeling Infrastructuur: Waterbouw, Geotechniek en Dynamica

Daalseplein 101
Postbus 2855
3500 GW Utrecht

Telefoon 06 53 59 76 27

Ondertekenaar Buisman, JC

Projectnummer

Opgesteld door Boon, PM

Referenties

Nummer	Titel	Uitgave
1	CO ₂ voetafdruk Nederlandse spoorketen Februari 2011	Railforum
		Rekenkamer blz. 11

© 2014, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.