

Ketenanalyse Verduurzaming Tunnelsystemen



Innovatie voor onderweg

Opdrachtgever: OFN

Naam: David Baars

Lars Dijkstra

De Duurzame Adviseurs

19-08-2019



de duurzame
adviseurs

Inhoudsopgave

1 Inleiding en verantwoording	3
1.1 ACTIVITEITEN OFN	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	5
2.3 PRIMAIRE & SECUNDAIRE DATA	6
2.4 ALLOCATIE DATA	6
3 Identificeren van schakels in de keten	7
3.1 KETENSTAPPEN	7
3.2 KETENPARTNERS	7
4 Kwantificeren van emissies	8
4.1 INKOOP MATERIALEN	10
4.1.1 Oude situatie componenten	10
4.1.2 Oude situatie bekabeling	10
4.1.3 Nieuwe situatie componenten	10
4.1.4 Nieuwe situatie bekabeling	11
4.2 VERBRUIK VAN SYSTEEMONDERDELEN	11
4.2.1 Oude situatie onderdelen	11
4.2.2 Nieuwe situatie onderdelen	11
4.3 OVERZICHT CO ₂ -UITSTOOT IN DE KETEN	12
5 Verbetermogelijkheden	13
5.1 MOGELIJKHEDEN VOOR CO ₂ -REDUCTIE IN DE KETEN	13
5.2 ONZEKERHEDEN EN VERBETERMOGELIJKHEDEN IN INFORMATIE	14
6 Bronvermelding	15
7 Verklaring opstellen ketenanalyse	16
UITSLUITING VAN JURIDISCHE AANSPRAKELIJKHEID	17
BESCHERMING INTELLECTUEEL EIGENDOM	17
ONDERTEKENING	17

1 | Inleiding en verantwoording

In het kader van het behalen van niveau 5 op de CO₂-Prestatieladder voert OFN een analyse uit van een GHG (Green House Gas) genererende keten. Dit document beschrijft de ketenanalyse van “Verduurzaming tunnelsystemen”.

1.1 Activiteiten OFN

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

OFN (Outdoor Furniture Nederland B.V.) is in april 2001 door Henk Baars opgericht en was voorheen onderdeel van Media Max. Waar OFN destijds een productaanbod van onder andere wachtruimtes, banken en haltepalen kende, is onze organisatie heden ten dage in staat veel meer dan volledige haltelocaties in te richten.

Speciale totaaloplossingen in haltevoorzieningen, fietsparkeersystemen, (digitale) reizigersinformatiesystemen, (digitale) reclamedragers, instap-begeleiding op stations en perrons en bewegwijzering zijn zo een groot aantal onderwerpen waar OFN momenteel haar portfolio mee vult. Innovaties als sensortechnieken t.b.v. smart mobility, luchtkwaliteitsmetingen en ecodynamische verlichting alsmede verantwoorde oplossingen voor hergebruik van materialen en grondstoffen voor de productie van de diverse objecten klinken voor OFN inmiddels vanzelfsprekend en hebben we inmiddels al voor diverse opdrachtgevers deze milieusparende maatregelen mogen implementeren in de objecten.

OFN is een Besloten Vennootschap waar inmiddels 23 mensen werkzaam zijn. De aandelen zijn voor 100% in eigendom van Jade Beheer B.V. De eigenaar van Jade Beheer B.V. is Henk Baars. In 2007 richtte Henk Baars de beheer- en onderhoudsorganisatie OFS (Outdoor Furniture Services) op. De 65 medewerkers bij dit bedrijf verzorgen de posterwissels, onderhoud en schades van de talloze objecten in de vele provincies en gemeenten in Nederland.

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. OFN 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

Als ambitieniveau kan OFN gezien worden als voorloper. Dit komt voornamelijk doordat de huidige partijen die dit productportfolio aanbieden in de markt een product leveren die al meer dan 20 jaar geleden is ontwikkeld. Geluiden in de markt zijn dat deze partijen niet in staat zijn om te innoveren. OFN heeft dit product als een innovatieve partij met duurzame ambities opgepakt. Het project is aangepakt met de volgende ambities:

1. Product met voorspelbaar onderhoud
2. Product eenvoudige montage – prettig bij installatie en onderhoud

1.5 Leeswijzer

In dit rapport presenteert OFN de ketenanalyse van Verduurzaming tunnelsystemen. 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 OFN de meeste invloed heeft om de CO₂-uitstoot te beperken.

Producten en markten: <i>Opdrachtgevers:</i>	Overheid <i>Gemeenten ProRail Provincies</i>	Private partijen <i>Aannemers</i>	% van de totale omzet
Verkopen en plaatsen meubilair	51%	4%	55%
Onderhoud meubilair	9%	0%	9%
Schadeherstel	12%	0%	12%
Posters wissels	0%	14%	14%
Consessies	10%	0%	10%
	82%	18%	100%

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

2.1 Selectie ketens voor analyse

OFN 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:

1. Overheid - Verkopen en plaatsen meubilair
2. Particulieren - Verkopen en plaatsen meubilair

Door OFN is gekozen om één ketenanalyse te maken van een product uit de categorie "Verkopen en plaatsen meubilair" voor overheden.

2.2 Scope ketenanalyse

In het volgende hoofdstuk worden de twee verschillende situaties met elkaar vergeleken die van toepassing zijn bij de productlijn die van belang zijn bij de vluchtroute- en vluchtdeur- indicaties in wegtunnels voor het ondersteunen van de vluchtroute van gestrande weggebruikers naar een veilige locatie. Binnen deze ketenanalyse is gekozen om enkel te concentreren op de producten die van toepassing zijn binnen deze vergelijking en de verbruiken hiervan. Aangezien dit project in 2019 van start gaat, wordt verwacht dat de huidige ketenanalyse hierdoor elk jaar aangevuld kan worden met nieuwe input.

2.3 Primaire & Secundaire data

In deze ketenanalyse wordt voornamelijk gebruik gemaakt van primaire data aangeleverd door OFN.

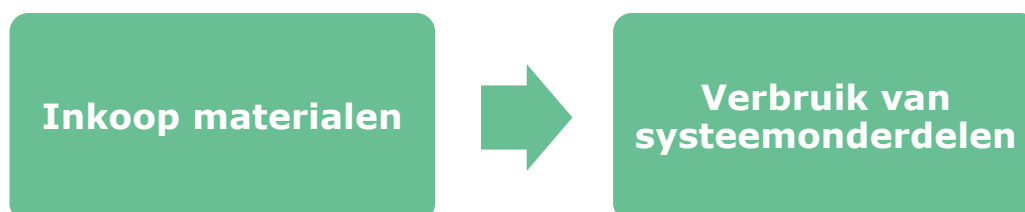
Verdeling Primaire en Secundaire data	
Primaire data	Keuze voor systeemonderdelen nieuwe methode
Secundaire data	Systeemonderdelen oude methode, vermogen en inkoopprijs Conversiefactoren – www.co2emissiefactoren.nl DuboCalc, Prognos

2.4 Allocatie data

Er wordt geen gebruik gemaakt van allocatie van data.

3 | Identificeren van schakels in de keten

De bedrijfsactiviteiten van OFN 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).



Het figuur beschrijft de diverse fasen in de keten van tunnelsystemen. Hieronder worden deze stappen omschreven.

3.1 Ketenstappen

In de bovenstaande figuur worden de verschillende ketenstappen beschreven. Allereerst wordt er gekeken naar de ingekochte materialen voor zowel de oude situatie als in de nieuwe situatie. Dit wordt gedaan op basis van de inkoopprijs van de bekabeling en componenten. In de tweede ketenstap wordt er gekeken naar het verbruik van de verschillende onderdelen. Op dit moment is dit gedaan op basis van schattingen. De verwachting is dat wanneer dit project van start is gegaan, hier specifiekere cijfers naar voren komen. Als laatste wordt er gekeken naar de onderhoudsgevoeligheid van het systeem. Hierbij wordt gekeken naar de verbruiken die de monteurs normaal gesproken zouden hebben, binnen een bepaalde onderhoudsperiode. Alle onderdelen worden berekend naar ton CO₂ per 100 meter.

3.2 Ketenpartners

In onderstaande tabel wordt weergegeven welke partners betrokken zijn bij de keten van kabels. Waar mogelijk zijn deze partners benoemd, anders is enkel de verzamelnaam benoemd.

Ketenpartner	Verantwoordelijkheid
NDF	Elektraverbruik in kWh van componenten
BAAK	Aannemer tunnel en verantwoordelijke voor onderhoud.

4 | Kwantificeren van emissies

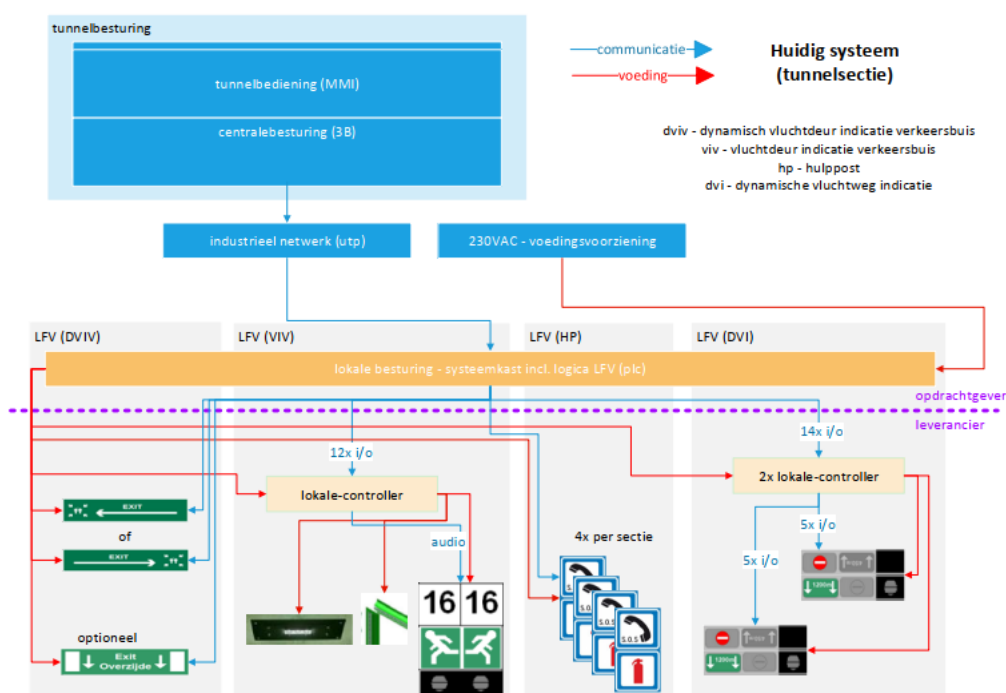
Op basis van de beschrijving van de keten zoals weergegeven in hoofdstuk 3 is per ketenstap bepaald hoeveel CO₂ wordt uitgestoten tijdens de diverse fasen van de keten. Elke paragraaf beschrijft een onderdeel van de keten en de bijbehorende CO₂-uitstoot.

In deze analyse is ervoor gekozen om de uitstoot van twee situaties in kaart te brengen.

Huidige situatie

Onderstaand wordt schematisch de huidige situatie van een tunnelsectie weergegeven. Waarbij de onderdelen; tunnelbesturing, industrieel netwerk (utp en 230VAC – voedingsvoorziening) overkoepelend zijn over alle secties binnen de tunnel, en het koppelvlak vormt voor de logische functie vervullers (grijze vlakken) binnen de sectie.

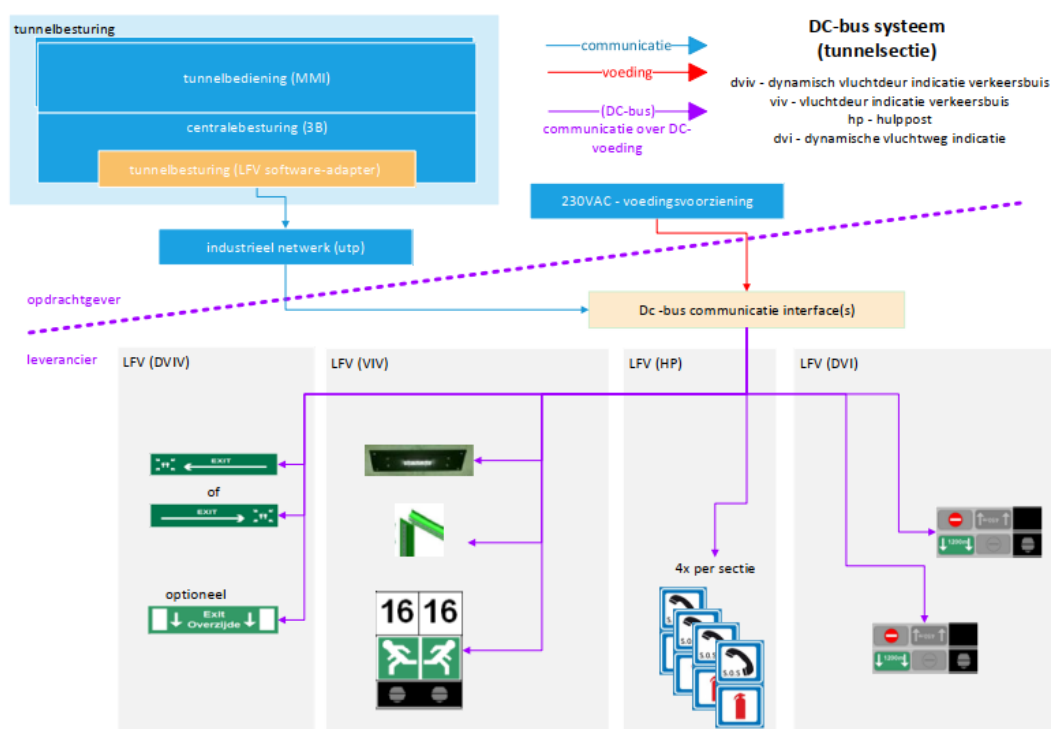
De lokale besturing (logica) van de vier geïdentificeerde LfV's zijn gezamenlijk ondergebracht in een zogenaamde "remote IO – kast". Vanuit deze sectiekast worden alle verlichtingscomponenten en lokale controllers aangestuurd volgens een logische programmering van de "lokale besturing". Elke lokale controller is separaat aangesloten op de sectiekast. Besturing van deze lokale controllers geschied op basis van input/output schakelcontacten. Tot een maximum van 12 contacten per lokale controller. Daarnaast voorzien deze sectiekast de distributie van voeding (wisselspanning) naar de verschillende componenten. Elk component (m.u.v. de verlichtingscomponenten achter de lokale controllers) is hierbij separaat op de sectiekast aangesloten. Tevens herbergt deze sectiekast de hulpcontacten voor de foutbewaking van de verlichtingscomponenten welke niet voorzien zijn van een eigen lokale controller. De voedingsspanning wordt vervolgens in de lokale controller (of verlichtingscomponent zonder controller) omgezet naar een DC-spanning.



Nieuwe situatie

Onderstaand wordt schematisch de opbouw van de nieuwe situatie (DC-bus systeem) van een tunnelsectie weergegeven. Waarbij de onderdelen; tunnelbesturing, industrieel netwerk (utp en 230VAC – voedingsvoorziening) overkoepelend zijn over alle secties binnen de tunnel, en het koppelvlak vormt voor de Logische functie vervullers (grijze vlakken) binnen de sectie.

De besturing (logica) van de vier geïdentificeerde LfV's zijn deels gezamenlijk ondergebracht in de tunnelbesturing als softwareadapter. En deels ondergebracht in de DC-bus communicatie-interface welke de vertaling van het functioneel koppelvlak naar de DC-bus voor zijn rekening neemt (communicatie). Alle verlichtingscomponenten zijn vervolgens met enkel twee draden direct op het DC-bus systeem aangesloten. Zowel de voedingsvoorziening als communicatie (besturing & bewaking) verloopt over dezelfde DC-bus aansluiting. Waarbij de verschillende componenten aan elkaar doorgelust kunnen worden en niet apart gevoed of bestuurd hoeven te worden vanuit een centrale locatie. De verschillende verlichtingscomponenten zijn afgestemd op het DC-bus concept en zijn ontworpen om direct op de DC-bus spanning te werken van 48Volt. Verdere omzettingen van spanning zijn derhalve niet nodig.



4.1 Inkoop materialen

4.1.1 Oude situatie componenten

Binnen de huidige situatie is onderzocht hoeveel componenten nodig zijn per 100 meter tunnel. Het systeem voor vluchtroute en vluchtdeur indicaties bevat per component verschillende onderdelen die ingekocht moeten worden. Daarbij verschilt het per onderdeel hoe vaak deze worden geplaatst per 100 meter. Verder is gekeken wat per onderdeel de inkoopprijs is op dit moment. Hierbij wordt dus uitgegaan van een gemiddelde. De gebruikte conversiefactor is gekozen op basis van de DEFRA lijst ingekochte goederen en diensten, categorie Electrical machinery.

Componenten	Hoeveelheid onderdelen	Totale inkoopprijs	Conversiefactor	Ton CO2
Hulppost	16		0,53	1,56
DVIV	8		0,53	0,78
DVI	4		0,53	0,01
Vluchtdeur	6		0,53	0,01
Totaal				2,45

Bron conversiefactor: 2012 Guidelines to Defra/ DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting

4.1.2 Oude situatie bekabeling

De huidige bekabeling van deze sectiekast is voorzien van de voeding wisselspannend naar de verschillende componenten. Elk component is daarbij apart aangesloten op de sectiekast. Dit zorgt voor veel bekabeling van alle onderdelen die van toepassing zijn binnen de 100 meter tunnel. Hierbij wordt dezelfde conversiefactor toegepast als bij de componenten, aangezien deze voor zowel controleapparaten als bekabeling geldt.

Componenten	Hoeveelheid bekabeling mtr	Totale inkoopprijs	Conversiefactor	Ton CO2
Hulppost	512		0,53	0,95
DVIV	212		0,53	0,38
DVI	226		0,53	0,21
Vluchtdeur	140,5		0,53	0,10
Totaal				1,64

Bron conversiefactor: 2012 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting

4.1.3 Nieuwe situatie componenten

Binnen de nieuwe situatie zijn minder componenten nodig, dan bij de huidige situatie. Dit komt mede doordat de voedingsvoorziening als communicatie (besturing en bewaking) verloopt over dezelfde DC-bus aansluiting. Hierbij worden verschillende componenten doorgelust en hoeven daarom niet apart bestuurd of gevoed te worden vanuit een centrale locatie. Aangezien het project nog niet officieel is gestart, zijn de inkooprijzen ook nog niet volledig definitief vastgesteld. Hierdoor wordt ook met gemiddeldes gewerkt.

Componenten	Hoeveelheid onderdelen	Totale inkoopprijs	Conversiefactor	Ton CO2
Hulppost	4		0,53	1,25
DVIV	2		0,53	0,62
DVI	2		0,53	0,00
Vluchtdeur	5		0,53	0,01
Totaal				1,89

Bron conversiefactor: 2012 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting

4.1.4 Nieuwe situatie bekabeling

In de nieuwe situatie is er in totaal minder bekabeling nodig dan voorheen. Dit komt doordat alles wordt bekabeld vanaf een centrale sectiekast. Voorheen ging de communicatie (tot 12 draden per lokale controller) en voeding (2 draden) per component los van elkaar. In de nieuwe situatie zijn er enkel twee draden per component nodig. Per 100 meter verschilt het natuurlijk wel welke componenten vaker nodig zijn. Daarnaast hoeft ook niet elk component van wissel naar gelijkstroom omgezet worden, aangezien dit via een de centrale kast gaat. Dit zorgt voor minder omzettingsverliezen. De precieze hoeveelheid hiervan is op dit moment nog onduidelijk.

Componenten	Hoeveelheid bekabeling mtr	Totale inkoopprijs	Conversiefactor	Ton CO2
Hulpkast	301		0,53	0,12
DVIV	101,5		0,53	0,04
DVI	101		0,53	0,04
Vluchtdeur	29		0,53	0,01
Totaal				0,22

Bron conversiefactor: 2012 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting

4.2 Verbruik van systeemonderdelen

4.2.1 Oude situatie onderdelen

Voor de oude situatie van de systeemonderdelen zijn voor de verschillende componenten van het systeem onderzocht deze verbruiken in wattage. Hierbij is uitgegaan van 24 uur per dag actief, 365 dagen per jaar, waardoor de totale kWh per jaar is berekend. Hierbij is de conversiefactor van grijze stroom van CO2emissiefactoren.nl toegepast. Deze is tevens gebruikt voor de scope 2 emissie grijze stroom van OFN.

Componenten	Hoeveelheid onderdelen	Verbruik kWh per jaar	Conversiefactor	Ton CO2
Hulpkast	16	567,65	649	0,37
DVIV	8	683,28	649	0,44
DVI	5	0	649	0,00
Vluchtdeur	6	777,88	649	0,50
Totaal				1,32

Bron conversiefactor: www.co2emissiefactoren.nl daterende van juni 2019.

4.2.2 Nieuwe situatie onderdelen

In de nieuwe situatie zijn er uiteindelijk minder componenten nodig dan is de eerdere situatie. Echter betekent dit niet direct dat er minder verbruikt wordt in elektriciteit. Aangezien de nieuwe componenten een hogere wattage hebben, wordt ingeschat dat het jaarlijkse verbruik iets hoger ligt dan voorheen. Het is dus van belang dat dit tijdens het project wordt gemonitord.

Componenten	Hoeveelheid onderdelen	Verbruik kWh per jaar	Conversiefactor	Ton CO2
Hulpkast	4	630,72	649	0,20
DVIV	2	630,72	649	0,20
DVI	2	0	649	0,00
Vluchtdeur	5	849,72	649	0,55
Totaal				1,37

Bron conversiefactor: www.co2emissiefactoren.nl daterende van juni 2019.

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.

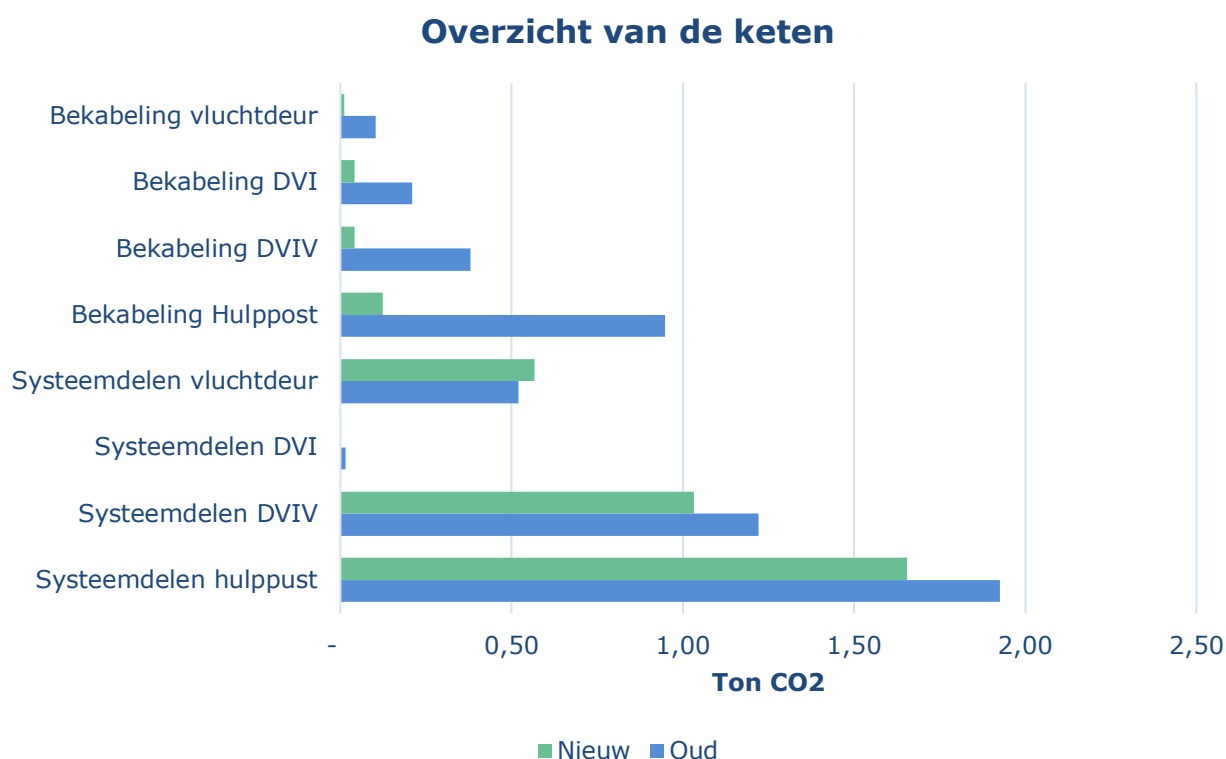
Onderdeel	Oude situatie ton CO2	Nieuwe situatie ton CO2
Systeemdelen hulppost	1,93	1,65
Systeemdelen DVIV	1,22	1,03
Systeemdelen DVI	0,01	-
Systeemdelen vluchtdeur	0,52	0,57
Bekabeling Hulppost	0,95	0,12
Bekabeling DVIV	0,38	0,04
Bekabeling DVI	0,21	0,04
Bekabeling vluchtdeur	0,10	0,01
Totaal	5,32	3,47

5 | Verbetermogelijkheden

Om de reductiemogelijkheden in scope 3 van deze keten te bepalen, is er voor verschillende ketenstappen de CO₂-uitstoot in kaart gebracht. Hierbij is er een vergelijking gemaakt van twee verschillende situaties die van toepassing zijn binnen tunnelsystemen. In dit hoofdstuk worden mogelijke reductiemaatregelen benoemd.

5.1 Mogelijkheden voor CO₂-reductie in de keten

Onderstaande figuur is een weergave van de totale CO₂-uitstoot in de verschillende situaties. Hierin is te zien dat per 100 meter, de nieuwe situatie minder uitstoot genereert. Deze verschillen komen voornamelijk door directere aansluitingen op de besturing en door het toepassen van gelijkstroom.



Om CO₂-uitstoot in de keten te verminderen, is de keuze vanuit de opdrachtgever van groot belang. Door voor het nieuwe systeem te kiezen, kan er een reductie van 34,75% CO₂-uitstoot per 100 meter tunnel gerealiseerd worden.

Om deze reden wil OFN de volgende doelstelling formuleren:

Scope 3 doelstelling OFN

OFN wil in 2022 75% van de tunnels die op de markt komen voor nieuwbouw en renovatie het duurzame tunnelveiligheidssysteem actief aanbieden

Scope 3 doelstelling OFN

In 2030 wil OFN dat het duurzame tunnelveiligheidssysteem in minimaal 25% van de vanaf 2021 nieuwgebouwde en gerenoveerde Nederlandse tunnels actief is

5.2 Onzekerheden en verbetermogelijkheden in informatie

Tijdens het maken van deze analyse zijn er enkele aannames gedaan of alternatieven gekozen. Deze zijn hieronder uitgewerkt:

- ✓ Voor enkele componenten binnen de verschillende situaties zijn geen inkooprijzen bekend. Hierdoor zijn deze onderdelen buiten de berekening gelaten.
- ✓ In de nieuwe situatie zijn de inkooprijzen van Pictogram Hulppost A en C gelijk aan de huidige situatie. Dit komt mede doordat de nieuwe inkooprijzen nog niet bekend zijn.
- ✓ In de nieuwe situatie is het verbruik van de Vluchtdeur pictogram gelijk aan de huidige situatie om een eerlijk beeld te genereren.
- ✓ Zowel voor de componenten als voor de bekabeling is gekozen voor dezelfde conversiefactoren.

6 | Bronvermelding

Bron / Document	Kenmerk
Handboek CO ₂ -prestatieladder 3.0, 10 juni 2015	Stichting Klimaatvriendelijk Aanbesteden & Ondernemen
Corporate Accounting & Reporting standard	GHG-protocol, 2004
Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard	GHG-protocol, 2010a
Product Accounting & Reporting Standard	GHG-protocol, 2010b
Nederlandse norm Environmental management - Life Cycle assessment - Requirements and guidelines	NEN-EN-ISO 14044
www.ecoinvent.org	Ecoinvent v2
DEFRA-inkoop goederen en diensten	2012 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting
www.milieudatabase.nl	Nationale Milieudatabase

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:
H3. Business goals & Inventory design	H3. Business Goals	Hoofdstuk 1
H4. Overview of Scope 3 emissions	-	Hoofdstuk 2
H5. Setting the Boundary	H7. Boundary Setting	Hoofdstuk 3
H6. Collecting Data	H9. Collecting Data & Assessing Data Quality	Hoofdstuk 4
H7. Allocating Emissions	H8. Allocation	Hoofdstuk 2
H8. Accounting for Supplier Emissions	-	Onderdeel van implementatie van CO ₂ -Prestatieladder niveau 5
H9. Setting a reduction target	-	Hoofdstuk 5

7 | 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 Lars Dijkstra. De ketenanalyse is daarnaast volgens het vier-ogen principe gecontroleerd door Cleo Bout. Zij is verder niet betrokken geweest bij het opstellen van het CO₂-reductiebeleid van OFN, 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>Lars Dijkstra</p>  <p><i>Adviseur</i></p>	<p>Cleo Bout</p>  <p><i>Adviseur</i></p>
--	---



**de duurzame
adviseurs**

Disclaimer & Colofon

Uitsluiting van juridische aansprakelijkheid

Hoewel de informatie in dit rapport afkomstig is van betrouwbare bronnen en exceptionele zorgvuldigheid is betracht tijdens het samenstellen van deze rapportage kunnen De Duurzame Adviseurs geen juridische aansprakelijkheid aanvaarden voor fouten, onnauwkeurigheden, ongeacht de oorzaak daarvan en voor schade als gevolg daarvan. De borging en uitvoering van de opgestelde beoogde doelen en maatregelen aanwezig in dit rapport liggen bij de verantwoordelijkheid van de opdrachtgever. Voor het niet behalen van doelen en/of het onjuist aanleveren van data door de opdrachtgever, kunnen De Duurzame Adviseurs niet aansprakelijk worden gesteld.

In geen enkel geval zijn De Duurzame Adviseurs, haar eigenaren en/of medewerkers aansprakelijk ten aanzien van indirecte, immateriële of gevolgschade met inbegrip van gederfde winst of inkomsten en verlies van contracten of orders.

Bescherming intellectueel eigendom

Het auteursrecht op dit document berust bij De Duurzame Adviseurs of bij derden welke bij toestemming deze documentatie beschikbaar hebben gesteld aan OFN. Vermenigvuldiging in wat voor vorm dan ook is alleen toegestaan door voorafgaande toestemming door De Duurzame Adviseurs.

Ondertekening

Auteur(s):	Lars Dijkstra, De Duurzame Adviseurs
Kenmerk:	Ketenanalyse Verduurzaming Tunnelsystemen
Datum:	19-08-2019
Versie:	1.0
Verantwoordelijke manager:	David Baars

Handtekening autoriserende manager:

