CO_2-rapportage zeecontainertransport

Handleiding en rekenregels

Topsector Logistiek

Colofon

CO_2-rapportage zeecontainertransport
Handleiding en rekenregels

Auteurs
Roy van den Berg - CE Delft
Matthijs Otten - CE Delft

© Topsector Logistiek 2026

Inhoud

1. Waarom dit document en voor wie? 4

2. Algemene uitleg methodiek 5

3. Uitgangspunten berekening CO_2-emissies containertransport over de weg 8

3.1 Toepassingsgebied 8

3.2 Algemene definities 9

3.3 Primaire en secundaire data 10

4. Berekeningsmogelijkheden 12

4.1 Individuele rit op basis van primaire data 13

4.2 Periode voor één voertuig op basis van primaire data 18

4.3 Berekeningen met primaire data op vlootniveau over een periode 25

4.4 Berekeningen op basis van secundaire data: modeldata 30

4.5 Berekeningen op basis van secundaire data: CPI data 30

5. Veelgestelde vragen 33

6. Begrippenlijst 39

A. Coderingssysteem algoritme 41

1 Waarom dit document en voor wie?

Voor het berekenen en rapporteren van CO_2-emissies afkomstig van vervoersactiviteiten was lange tijd geen standaard. Met de publicatie van ISO 14083:2023 is daar verandering in gekomen. In aanvulling daarop heeft de Europese Commissie een voorstel voor een verordening gepubliceerd om vervoersdiensten, waarover CO_2 gerapporteerd wordt, te verplichten dit op een geharmoniseerde manier te berekenen zodat de uitkomsten eerlijk te vergelijken zijn. Deze verordening, genaamd Count Emissions EU, stelt voor om voor de berekening en rapportage uit te gaan van de methode zoals vastgelegd in ISO 14083:2023.

De ISO-norm geeft richtlijnen voor het berekenen van CO_2-emissies. De richtlijnen zijn niet altijd eenvoudig te interpreteren en bevatten enkele vrijheden. Dit kan zorgen voor onzekerheid over de correcte toepassing. Om duidelijkheid te geven over een correcte toepassing van de ISO-normen worden in dit document de, veelal branche-specifieke, keuzes gemaakt en uitgewerkt.

Met behulp van de specifieke richtlijnen in dit document moeten wegvervoerders en softwareontwikkelaars in staat zijn software te programmeren om CO_2-emissies van elk zeecontainertransport over de weg te berekenen en aan de klant toe te wijzen. Daarmee kunnen de wegvervoerders voldoen aan de eisen die worden gesteld vanuit ISO 14083:2023, toekomstige Europese regelgeving en/of eisen die opdrachtgevers stellen.

Het toepassen van de regels in dit document maakt het mogelijk om de CO_2-emissies van het wegtransport van zeecontainers te berekenen. Het transport kan variëren van een specifieke container tot alle containers van een specifieke klant gedurende een jaar.

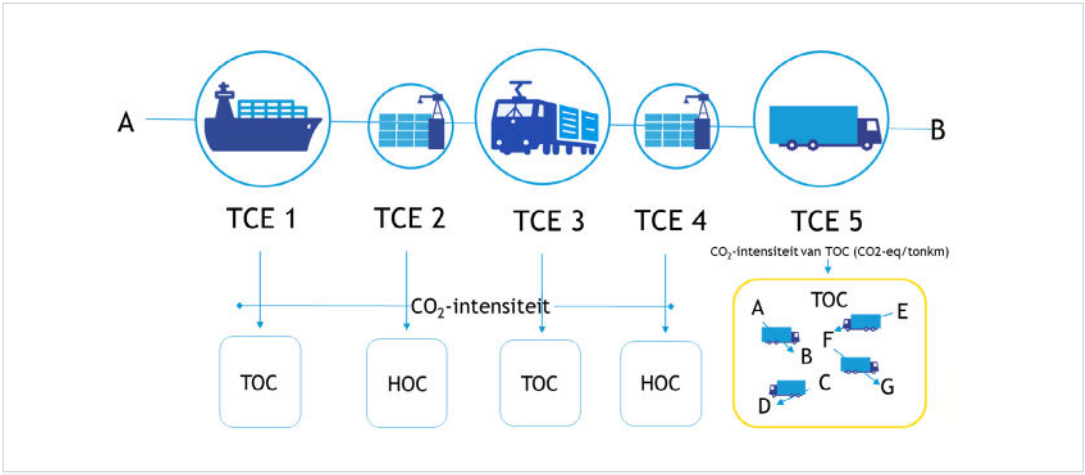
In het volgende hoofdstuk starten we met een algemene uitleg van de rekenmethodiek. Vervolgens lichten we in hoofdstuk 3 toe waarop de methodiek precies van toepassing is, wat we bedoelen met verschillende termen die in dit document worden. In hoofdstuk 4 laten we zien welke verschillende rekenmethoden kunnen worden toegepast, wanneer deze mogen worden toegepast én laten we stap voor stap zien hoe dat werkt. Het document eindigt met veelgestelde vragen.

2 Algemene uitleg methodiek

ISO14083 beschrijft hoe emissies van een transportservice moeten worden berekend op een consistente manier. Een transportservice om goederen van A naar B te vervoeren betreft vaak een transportketen waar meerdere vervoerswijzen en overslagmomenten (transport hubs) een specifieke transportservice leveren. In containertransport kan dit bijvoorbeeld bestaan uit zeetransport vanuit haven A, gevolgd door treintransport en wegtransport naar locatie B (zie figuur 1). De containers worden overgeslagen op terminals, respectievelijk van schip naar trein en van trein naar vrachtauto. De verschillende elementen (zeevaart, terminals, trein, terminal en vrachtauto) in de keten worden door ISO 14083 transportketen elementen genoemd (transport chain elements: TCE).

Voor elke TCE wordt apart de CO_2 berekend om deze voor de totale service vervolgens bij elkaar op te tellen. De CO_2-uitstoot van een TCE kan niet bepaald worden zonder te kijken naar de overige activiteiten van de vervoerder die de transportservice levert. Zo moeten de lege ritten die geen onderdeel zijn van de transportketen wel worden toegeschreven aan de uitgevoerde transporten. De CO_2-uitstoot van de TCE 5 wordt daarom bepaald op basis van de CO_2-intensiteit (CO_2-eq/tkm) van de transportoperatiecategorie (TOC) waarvan TCE 5 deel uitmaakt. Deze intensiteit wordt vermenigvuldigd met de vervoerde tonkilometers van de TCE om tot de totale CO_2-emissies van de TCE te komen. Een TOC bestaat uit transport met vergelijkbare kenmerken, zoals containertransport.

Deze handleiding focust zich op containertransport en beschrijft hoe je voor een TOC in containertransport de intensiteit kunt bepalen om deze te gebruiken voor het berekenen van de CO_2-uitstoot van verschillende transportservices (TCE's) die worden geleverd.



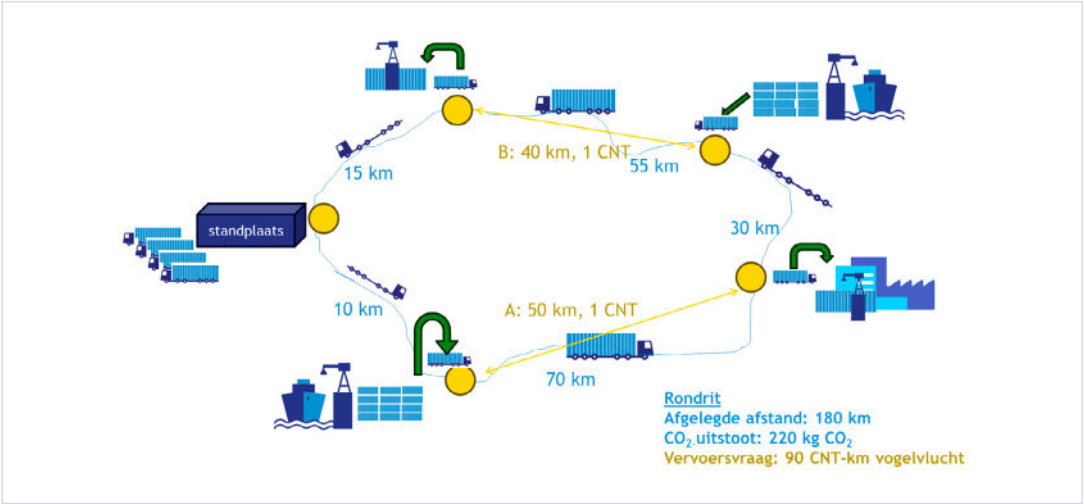
Figuur 1 - Transportketen met transportketen elementen en een transportoperatie categorie uitgelicht.

ISO14083 laat de keuze vrij om voor containervervoer de allocatie uit te voeren op basis van de containerkilometer (CNT.km) of op basis van tonkilometer (ton.km). Het gebruik van een allocatie per CNT.km ligt voor de hand, aangezien dit in containertransport ook de eenheid is die capaciteitsbepalend is en op basis waarvan de kosten bepaald worden. Daar komt bij, dat een berekening volgens ISO14083 op basis van ton.km ingewikkelder is dan op basis van CNT.km. De extra moeilijkheid zit hem in het feit dat volgens ISO 14083 bij volle containers het gewicht van de container zelf niet meegenomen mag worden en bij lege containers dit juist wel moet.

Berekenen en toewijzen CO_2-emissies

Het berekenen van de CO_2-uitstoot voor een vervoersbedrijf is in essentie niet ingewikkeld. In feite neemt de CO_2-uitstoot recht evenredig toe met het brandstofverbruik of energiegebruik: een liter diesel komt bijvoorbeeld overeen met ongeveer 3,27 kg CO_2-uitstoot en een kWh elektriciteit (van het elektriciteitsnet) komt overeen met ongeveer 328 gram CO_2. Het wordt ingewikkelder wanneer je als vervoerder voor een specifieke transportdienst de CO_2-footprint wil bepalen. Het energiegebruik over een bepaalde periode, waarin meerdere ritten met meerdere leveringen en leegtransport hebben plaatsgevonden, is vaak bekend. Om de CO_2-uitstoot per transportdienst (een order voor een klant) te bepalen moet de CO_2-uitstoot over een bepaalde periode toegedeeld worden aan de leveringen in die periode, ook de CO_2-uitstoot van het leegtransport. Ook met het bepalen van de kosten voor een klant wordt een dergelijke toedeling van de kosten gemaakt. In het geval van CO_2 beschrijft ISO14083 dat deze toedeling gemaakt moet worden op basis van de transportactiviteit van een klant gemeten over de kortste afstand of vogelvluchtafstand (Great Circle Distance, GCD).

Figuur 2 illustreert een rondrit met twee leveringen van 40ft containers over een vogelvluchtafstand van 50 km (levering A) en 40 km (levering B). In totaal is de transportactiviteit daarmee 90 CNT.km_{gcd}. Op basis van het brandstofverbruik is berekend dat de totale CO_2-uitstoot van de rondrit, inclusief het leegtransport, 220 kg CO_2 is. Dit staat gelijk aan 2,44 kg per CNT.km_{gcd}. Volgens ISO 14083 wordt nu de CO_2-uitstoot van elke levering bepaald door de totale CNT.km_{gcd} te vermenigvuldigen met 2,44 kg CO_2 per CNT.km_{gcd}. Voor A komt dit neer op 122 kg CO_2, voor B op 98 kg CO_2.



Figuur 2 - Voorbeeld rondrit, inclusief berekening CO_2-uitstoot.

Anders gezegd: de vogelvluchtafstanden worden gebruikt om de CO_2-emissies toe te delen aan leveringen. Dit wordt gedaan op basis van het aandeel CNT.km van één specifieke levering in het totaal aantal CNT.km waarop de CO_2-uitstoot van toepassing is. In het voorbeeld van Figuur 1 is dit voor levering A 56% (50/90) van 220 kg CO_2 (122 kg CO_2) en voor levering B 44% (40/90) van 220 kg CO_2 (98 kg CO_2). Een nadere uitleg over deze manier van toewijzen, de zogenaamde COFRET-methodiek, is hier te vinden.

Coderingsystematiek algoritme

De berekende CO_2-emissies van een zending kan gebaseerd zijn op verschillende waarden en uitgangspunten, zoals bijvoorbeeld type energiedrager en jaartal van het emissiekengetal. Voor de gebruiker van de uitkomsten of een derde partij die de uitkomsten wil verifiëren kan het relevant en van toegevoegde waarde zijn om inzicht te hebben welke waarden en uitgangspunten zijn gebruikt. Daarom hebben we een systematiek uitgewerkt op basis waarvan herleid kan worden welke waarden en uitgangspunten er zijn gebruikt in de berekening. Met het idee dat bij elke berekening die wordt toegepast een codering meegegeven kan worden, zodat ten alle tijden te herleiden is hoe de berekende CO_2-emissies tot stand zijn gekomen.

In bijlage A is een overzicht gegeven van de onderdelen die in de coderingssystematiek gebruikt worden.

3 Uitgangspunten

Uitgangspunten berekening CO_2-emissies containertransport over de weg

3.1 Toepassingsgebied

De rekenregels die in deze instructie zijn opgenomen om tot de CO_2-emissies van een zending te komen zijn alleen van toepassing voor het type transport dat voldoet aan de volgende voorwaarden:

1. **Vervoerswijze: wegtransport**
2. **Ladingeenheid: zeecontainer**
3. **Het containertype beperkt zich tot de volgende opties**
   - Standaard containers (20', 40', 40' HC en 45' HC).
   - Hardtop containers (20', 40' en 40' HC).
   - Open top containers (20' en 40').
   - Flatrack containers (20' en 40' HC).
   - Platform (20' en 40').
   - Ventilated container (20' en 40').
   - Refrigerated container/reefers (20' en 40' HC).
   - Tank container (20' en 40').

Naast de bovengenoemde afmetingen bestaan er ook containers van 10ft en 30ft, dit zijn veelal tank-containers. Het transport van deze containers over zee vindt nauwelijks plaats.

4. **Het voertuig kan maximaal 4 TEU (twenty foot equivalent unit) vervoeren**
   a. Standaard containerchassis: maximaal 2,25 TEU (45ft).
   b. EcoCombi (LZV): maximaal 3 TEU.
   c. Super EcoCombi (SEC): maximaal 4 TEU.

De berekening uitgewerkt in deze handleiding heeft alleen betrekking op het transport van één of meerdere van de hierboven genoemde containertypen door een vrachtauto/trekker-oplegger. Het laden, lossen en/of opslag van een container maakt geen onderdeel uit van de berekening die in deze handleiding is uitgewerkt. Dit is een andere, losstaande, activiteit en behoeft een andere manier van berekenen. Dit is, in ISO 14083 termen, een andere TCE en meer specifiek een HOC.

Daarnaast geldt dat een berekening voor elk type transportactiviteit (TOC) apart moet worden uitgevoerd. Een TOC wordt bij zeecontainertransport onder andere gedefinieerd door de geografie van de route (aandeel stad/snelweg, vlak/ bergachtig) en door benodigde eisen aan het transport (wel of geen koeling).

In algemene zin geldt dat als bepaalde eigenschappen in de transportactiviteit onderscheidend zijn voor het energiegebruik ten opzichte van andere transportactiviteit, deze apart moeten worden geanalyseerd. De volgende categorieën worden voor containertransport onderscheiden die in principe niet met elkaar gemixt mogen worden, omdat ze een andere impact hebben op het energiegebruik:

a. Standaard containers, incl. hardtop-, open top-, flatrack-, platform, ventilated- en tankcontainers.
b. Refrigerated containers (reefers).
c. Containertransport met een kiepchassis.

Als voertuigen een mix van standaard en reefer containers vervoeren moet daarmee bij de toedeling van de CO_2-uitstoot zo goed mogelijk rekening worden gehouden. Hoe dat werkt is te vinden in hoofdstuk 5.

Het energiegebruik en gebruik van een kiepchassis is beperkt. Deze categorie laten we daarom buiten beschouwing in deze handleiding. Wanneer transport en lossing plaatsvindt met een kiepchassis mag het extra energieverbruik achterwegen worden gelaten of worden verdeeld over alle transporten en behandelen we deze categorie als standaard containers.

3.2 Algemene definities

Om de berekening volgens ISO 14083:2023 uit te kunnen voeren is het van belang om duidelijk te hebben wat de gebruikte termen inhouden, zodat de berekening op een correcte manier uitgevoerd kan worden. De definities van belangrijkste algemene termen zijn in deze paragraaf uitgewerkt. Deze en alle overige gebruikte termen en afkortingen zijn te vinden aan het eind van het document.

De CO_2-emissies worden bepaald op basis van *energiegebruik* in een rit of periode. De CO_2-emissies worden vervolgens gealloceerd aan een containertransport *(zending)* op basis van het aandeel in de totale gerealiseerde CNT.km$_{gcd}$.

De definitie van een rit

Alle transportbewegingen die worden uitgevoerd door de vrachtauto (met of zonder trailer) vanaf vertrek van de standplaats tot het moment waarop het voertuig weer terugkeert op de standplaats. Op één dag kan een vrachtauto één of meerdere ritten uitvoeren. Een rit kan ook langer dan een dag duren, bijvoorbeeld als het voertuig op maandagochtend vertrekt vanaf de standplaats en vrijdagmiddag weer op de standplaats terugkeert. Met deze definitie worden ook de eventuele lege kilometers voor herpositioneren tussen orders en bezoek aan bijvoorbeeld een wasstraat meegenomen.

Energiegebruik is brandstofgebruik of elektriciteitsgebruik

- **Het brandstofgebruik**
  Is het verschil tussen het brandstofvolume in de tank bij aanvang van de rit minus het brandstofvolume in de tank bij einde rit plus het brandstofvolume dat tussentijds getankt is. Het brandstofverbruik kan gebaseerd worden op:
  - Ritniveau uit boordcomputer (GPS en brandstofsensoren) of TMS-data (op basis van brandstofpas/ tankbonnen/ boordcomputer en gereden kilometers). Bij gebruik van data uit de boordcomputer is het van belang dat de sensoren zijn geijkt, aangezien uit de praktijk blijkt dat de sensoren vaak een iets positiever beeld geven ten opzichte van het werkelijke verbruik op basis van de tankbonnen.
  - Week- of maandniveau op basis van tankpas data: volume brandstof getankt.
- **Het elektriciteitsgebruik**
  Het elektriciteitsgebruik is de hoeveelheid elektriciteit die geladen is om de rit uit te kunnen voeren.
  - Ritniveau uit boordcomputer geijkt met laadgegevens van de laadpas.
  - Week- of maandniveau op basis van de laadpas data: kWh geladen.

Een zending is het transport van één of meer containers in een rit van een herkomst naar een bestemming. In ISO termen is dit vergelijkbaar met *consignment*: de hoeveelheid lading in een voertuig met dezelfde herkomst en bestemming en opdrachtgever.

CNT.km$_{gcd}$ is een eenheid die de transportprestatie definieert, uitgedrukt als het transport van één container over een afstand van één kilometer. De afstand die wordt genomen om de transportprestatie uit te drukken is de afgelegde vogelvluchtafstand tussen de herkomst en bestemming.

Well-to-Wheel (WtW) emissies in de berekening worden de CO_2-emissies die vrijkomen tijdens winning, transport en raffinageproces (Well-to-Tank) als ook emissies die ontstaan door verbranding van brandstof tijdens het gebruik van het voertuig (Tank-to-Wheel) meegenomen.

3.3 Primaire en secundaire data

Het berekenen van CO_2-emissies kan op basis van primaire data (brandstofverbruik) of op basis van een model of default data. Het gebruik van primaire data heeft de voorkeur, omdat dit leidt tot de meest nauwkeurige uitkomsten. Voor een vervoerder wordt aangenomen dat hij beschikt over primaire data en op basis hiervan de CO_2-emissies kan berekenen. Er zijn situaties waarin het niet mogelijk is om gebruik te maken van primaire data. Bijvoorbeeld omdat een vervoerder werkt met een charter of verladers die het transport via een expediteur laten organiseren. In die gevallen is het volgens ISO14083 toegestaan om gebruik te maken van een model of default data.

- **Een model** berekent de CO_2-uitstoot op basis van gemodelleerde ritten. Op basis van de afgelegde kilometers wordt het energiegebruik en daarmee de CO_2-uitstoot berekend. Met het berekende energiegebruik werkt de methode hetzelfde als voor primaire data.
- **Een default waarde** geeft het aantal kilogram CO_2-emissies segment per $CNT.km_{gcd}$ dat wordt uitgestoten. De default data die daarvoor gebruikt kan worden is de zogenaamde CoFRET Presentatie Indicator (CPI). Een CPI geeft de waarde voor een specifiek vervoerssegment.

Primaire data: gebruik uniforme kernset CO_2-data

Topsector Logistiek heeft in een nauwe samenwerking met verschillende belanghebbenden, waaronder Transport en Logistiek Nederland (TLN), Dutch Association of Logistics and Transport IT-suppliers (DALTI) en CO_2-calculatieplatformen standaard datasets uitgewerkt. Deze datasets zijn gebaseerd op primaire data van transport en logistiek en worden gebruikt voor het berekenen van CO_2-emissies. De standaardisatie van data leidt tot uniformiteit, uitwisselbaarheid en auditeerbaarheid. De beschrijving van deze datasets is uitgewerkt in een beknopt whitepaper.

De data benodigd voor de berekening van CO_2-emissies is onderdeel van een grotere dataset die is beschreven onder de naam Common Operational Data for Continental Transport (CODAC). Dit is de kernset voor primaire operationele data van transport. Deze primaire operationele data word gegenereerd door plannen en uitvoeren van transport en overslag.

De benodigde primaire data zoals beschreven in deze handleiding is overeenkomstig met de datavelden die in CODAC zijn beschreven.

Modellen

Om het energiegebruik van één of meerdere ritten te berekenen kunnen verschillende modellen worden gebruikt. Een model dat goed te gebruiken is om het energiegebruik te verkrijgen is: EcoTransIT World. Met het berekende energiegebruik kan de berekening worden gevolgd zoals bij primaire data.
Let op: *Ecotransit levert ook CO_2-emissies. Om consistent te blijven met de Nederlandse kentallen moet deze CO_2-uitstoot niet worden overgenomen, maar moet op basis van het energiegebruik de CO_2-worden berekend met Nederlandse CO_2-emissiefactoren.*

CPI (default data)

CPI's van de verschillende vervoerssegmenten staan in de Transport Performance Database en zijn toegankelijk via een log in. Een account aanmaken en inloggen is gratis. Een API is beschikbaar voor het automatisch ophalen van de meest recente CPI.

Wanneer je gebruik wilt maken van een CPI voor het berekenen van de CO_2-emissies dan kan de waarde verkregen worden in de Transport Performance Database. In deze handleiding gebruiken we de CPI van het segment *Zeecontainervervoer* en subsegment *Containers* op basis van 2024 data. In de database staat de CPI per ton.km$_{gcd}$ weergegeven. Om te komen tot de CPI per CNT.km$_{gcd}$ wordt 0,1117 (CO_2 per ton.km$_{gcd}$) vermenigvuldigd met 13 (het gemiddelde tonnage van een container op basis van CBS data).

Subsegment	CPI (kg CO_2 / CNT.km$_{gcd}$)*
Containers (data '24)	1,4521

In de berekeningen in deze handleiding gaan we uit van een CPI per container. Wanneer het ladinggewicht bekend is het, zoals eerder aangegeven, ook toegestaan om de CPI op basis van gewicht te berekenen. Daarbij moet wel gelet worden op het feit dat volgens ISO 14083 bij volle containers het gewicht van de container zelf niet meegenomen mag worden en bij lege containers dat juist wel moet.

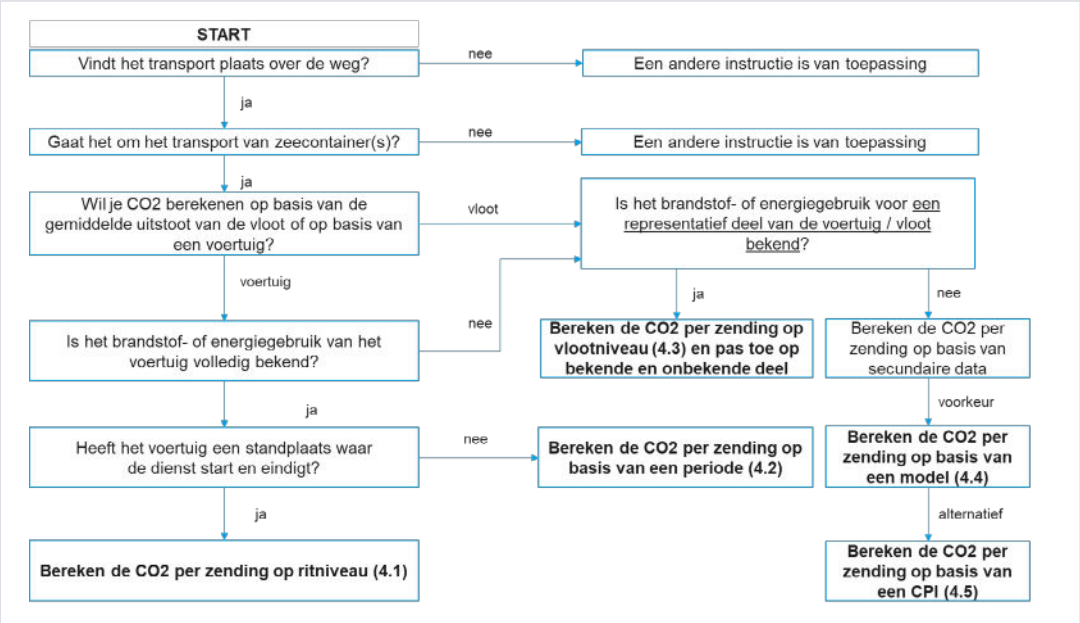
4 Berekeningsmogelijkheden

Er zijn verschillende manieren om de CO_2-emissies per zending te berekenen. Dit kan op basis van een individuele rit of een bepaalde periode voor één of meerdere voertuigen (vloot). De berekening kan uitgevoerd worden op basis van primaire of secundaire data. Bij gebruik van primaire data is het van belang om te bepalen of de berekening wordt toegepast op een individuele rit of een over een periode waarin transporten worden uitgevoerd. Hetzelfde geldt voor gemodelleerde data. Berekeningen met default data kunnen per zending worden toegepast. De uitkomsten per zending kunnen ten slotte ook geaggregeerd worden op vlootniveau. In dit hoofdstuk leggen we voor elke optie uit wat de voorwaarden zijn waaraan voldaan moet worden en welke informatie benodigd is om de berekening te kunnen uitvoeren. Tevens laten we zien welke rekenregels bij de optie horen. Aan de hand van een rekenvoorbeeld laten we ten slotte zien hoe de berekeningen uitgevoerd moeten worden.

We hebben de vijf opties in de onderstaande volgorde uitgewerkt:

4.1 Individuele rit op basis van primaire data.
4.2 Periode voor één voertuig op basis van primaire data.
4.3 Berekeningen met primaire data op vlootniveau.
4.4 Berekening op basis van secundaire data: model data.
4.5 Berekening op basis van secundaire data: CPI data.

Met behulp van de onderstaande beslisboom kan je bepalen welke berekeningsmethode te gebruiken.



Let op: *als de beslissingen leiden tot berekening van CO_2 per zending op ritniveau, dan is een variant die kan, maar in dat geval is berekenen over een periode of (bij meerdere voertuigen in de vloot) ook op vlootniveau mogelijk.*

4.1 Individuele rit op basis van primaire data

Voorwaarden

De berekening en toewijzing van de CO_2-emissies op ritniveau kan worden uitgevoerd als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

1. **De rit is voltooid**
   De vrachtauto is terug op de standplaats vanwaar de vrachtauto eerder is vertrokken. Voor meer details zie Algemene definities.
2. **De gebruikte brandstof/energie is beschikbaar op ritniveau**
   - De CAN-bus verzamelt alle digitale gegevens die sensoren in het voertuig genereren en biedt deze bijvoorbeeld via de boordcomputer. De data over het brandstofgebruik van de rit kan via de CAN-bus opgeslagen worden en is direct beschikbaar.
   - Op basis van getankt volume (tankadministratie of tankpas) en een eventuele allocatie naar ritniveau op basis van afgelegde kilometers.
3. **De uitgevoerde zendingen binnen de voltooide rit betreffen hetzelfde type transport**
   (zie 3.1 Toepassingsgebied). *Als dit niet het geval is, moet worden heroverwogen of de huidige handleiding met de allocatiemethode op basis van CNT.km$_{gcd}$ de juiste is.*

Benodigde informatie

De volgende informatie is minimaal benodigd om CO_2-emissies op zendingsniveau te kunnen berekenen op basis van gebruiksdata (primaire data):

1. **Brandstoftype en emissiefactor**
   Om tot een correcte berekening te komen van de CO_2-emissies van een rit is het allereerst van belang om te weten welke brandstof is/wordt gebruikt en de emissiefactor die daarbij hoort te selecteren. Dit kan volgens één van de volgende drie algoritmen, afhankelijk van het type energiedrager.
   - **Algoritme fossiele en biobrandstoffen**
     1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen.
     2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
     3. Kies liter als eenheid waarmee gerekend wordt.
     4. Selecteer type brandstof.
     5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per liter.
   - **Algoritme elektriciteit**
     1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen.
     2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
     3. Kies MJ als eenheid waarmee gerekend wordt.
     4. Selecteer type elektriciteit.
     5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per MJ.
     6. Deel het aantal MJ door 3,6 om te komen tot de emissies per kWh (1 kWh is namelijk gelijk aan 3,6 MJ).
   - **Algoritme waterstof**
     1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen.
     2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
     3. Kies KG als eenheid waarmee gerekend wordt.
     4. Selecteer type waterstof.
     5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per kilogram.

1 *De kentallen zijn ook te vinden via op https://co2emissiefactoren.nl/factoren/2024/9/brandstoffen-voertuigen/ de bron voor deze kentallen is CE Delft. Dit betreffen kentallen gebaseerd op de Nederlandse situatie. Voor Europese kentallen kan gebruikt worden gemaakt van de kentallen van GLEC. GLEC-emissiefactoren zijn te vinden in hoofdstuk 3 van de beschrijving van het GLEC FRAMEWORK*

2. **Totaal energiegebruik van de rit**
   a. Het energiegebruik komt direct uit TMS systeem of boordcomputer, weergegeven in liters (diesel), kWh (elektrisch) of kilogrammen (waterstof).
   b. Het energiegebruik op basis van tankbonnen / brandstofpas. Eén tankbeurt is veelal niet gelijk aan één uitgevoerde rit. In dat geval zijn afgelegde kilometers nodig om een allocatie van het energiegebruik naar de rit te kunnen maken. Op basis van de gebruikte energie (brandstof of elektriciteit) en het aantal gereden kilometers gedurende een specifieke periode, bijvoorbeeld een week of maand kan het gemiddelde brandstofgebruik per kilometer bepaald worden. Dit wordt gedaan door de gebruikte brandstof (bijvoorbeeld het totaal van de getankte liters op basis van de tankbonnen of tankpas) te delen door het aantal gereden kilometers gedurende die periode (door het verschil te berekenen tussen de kilometerstand bij aanvang van de periode en aan het einde van de periode). Dit getal kan dan gebruikt worden om het energiegebruik van een rit te berekenen.

3. **Uitgevoerde zendingen binnen de rit**
   a. Voor elke uitgevoerde zending zijn de adressen van de herkomst en de bestemming benodigd om de Great Circle Distance per zending te kunnen berekenen.
   Let op: *het gaat hier om de afstand in vogelvlucht, en niet om de werkelijk gereden afstand.*

4. **Aantal containers dat per herkomst en bestemming (zending) is vervoerd**
   1; 2; 2,25; 3 of 4.

Rekenregels

Op basis van vijf rekenregels kan het aantal uitgestoten kg CO_2 per zending berekend worden. We beschrijven eerst de rekenregels. In de tekstbox laten we vervolgens aan de hand van een voorbeeld zien hoe de rekenregels moeten worden toegepast.

1. **Berekening CO_2-emissies van de rit**
   a. Op basis van het totale energiegebruik van de rit moet de volgende berekening worden gemaakt: energiegebruik van rit X uitgedrukt in eenheid Y vermenigvuldigen met de CO_2-emissies van de gebruikte brandstof in eenheid Y, op basis van het brandstoftype en emissiefactor (zie Benodigde informatie).

2. **Berekening Great Circle Distance (GCD) tussen herkomst en bestemming**
   De GCD kunnen berekenen op basis van één van de volgende methoden:
   a. De GCD van een herkomst en bestemming kan berekend worden op websites, zoals Afstandscalculator of Google Maps.
   b. Een andere methode is door de adressen te converteren naar coördinaten. Dit kan met behulp van een geocoding-service zoals bijvoorbeeld Google Maps API of OpenStreetMap (Nominatim). Op basis van de coördinaten kan met behulp van de zogenaamde Haversine formule de GCD berekend worden. Een uitleg van de formule en uitwerking in diverse programmeertalen is te vinden op verschillende websites, zoals Haversine formula to find distance between two points on a sphere - GeeksforGeeks. Deze methode is complexer dan de eerste optie, maar heeft wel de potentie om tijd te besparen wanneer met grote datasets gewerkt wordt.

3. **Berekening gereden CNT.km$_{gcd}$ per rit**
   a. Aantal containers per zending vermenigvuldigen met de GCD afstand van de zending = CNT.km$_{gcd}$. Om tot de totale CNT.km$_{gcd}$ van de hele rit te komen tellen we het aantal CNT.km$_{gcd}$ van elke zending die uitgevoerd is binnen de rit bij elkaar op.

4. **Berekening CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ van de uitgevoerde rit (CPI)**
   a. De totale CO_2 emissies van de rit (rekenregel 1) worden gedeeld door de som van de CNT.km$_{gcd}$ van alle opdrachten binnen de uitgevoerde rit (rekenregel 2). Dit levert de CPI van deze specifieke rit op.

5. **CO_2-emissies van een individuele zending**
   a. De CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ worden vervolgens vermenigvuldigd met het aantal CNT.km$_{gcd}$ per zending.

Rekenvoorbeeld

Containervervoerder A rijdt met een dieselvrachtwagen met een capaciteit van 2 TEU om 06:30 weg met leeg chassis van de standplaats in Ridderkerk (Haven 18) om de eerste opdracht uit te voeren:
1. Transport van één 40ft container van Rotterdam World Gateway Terminal naar Woerden (Middellandbaan 1b). Na het lossen van de container moet de lege container ingeleverd worden in Rotterdam bij een container depot (Smirnoffweg 17).

Na het afleveren van de lege container rijdt vervoerder A om 10:30 met leeg chassis naar de Maasvlakte voor de tweede en derde opdracht:
2. Transport van één 20ft container van ECT Delta terminal naar Gorinchem (Ambonstraat 2).
3. Transport van één 20ft container van AMPT naar Nieuwegein (Inundatiedok 10).

Vanaf het container depot rijdt vervoerder A eerst naar ECT Delta om de container op te halen, daarna naar AMPT voor de tweede container, vervolgens naar Gorinchem om één container af te zetten en ten slotte naar Nieuwegein om ook de tweede container af te zetten. Ten slotte rijdt vervoerder A vanuit Nieuwegein met leeg chassis naar Ridderkerk (Haven 18) waar het om 16:00 aankomt. De onderstaande tabel toont alle uitgevoerde deelritten.

Herkomst	***Bestemming***	***Lading***	***ADD****
Haven 18, Ridderkerk	*Amoerweg 50, Rotterdam*	*0 CNT*	*52,4 km*
Amoerweg 50, Rotterdam	*Middellandbaan 1b, Woerden*	*1 CNT*	*74,6 km*
Middellandbaan 1b, Woerden	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*1 CNT*	*51,9 km*
Smirnoffweg 20, Rotterdam	*Europaweg 875, Rotterdam*	*0 CNT*	*36,7 km*
Europaweg 875, Rotterdam	*Europaweg 910, Rotterdam*	*1 CNT*	*2,8 km*
Europaweg 910, Rotterdam	*Ambonstraat 2, Gorinchem*	*2 CNT*	*78,1 km*
Ambonstraat 2, Gorinchem	*Inundatiedok 10, Nieuwegein*	*1 CNT*	*27,2 km*
Inundatiedok 10, Nieuwegein	*Haven 18, Ridderkerk*	*0 CNT*	*51,5 km*

Tabel 1 - Uitgevoerde deelritten.

** ADD staat voor Actual Distance Driven: werkelijk gereden afstand.*

Uit de boordcomputer blijkt dat met de vrachtwagen voor deze rit 380 kilometer is gereden en er 118 liter diesel B7 is verbruikt.

Wanneer er alleen tankbonnen zijn en uit het on-board systeem niet herleidt kan worden wat het brandstofverbruik is van de rit moet de totaal afgelegde afstand (380 km) vermenigvuldigd worden met het gemiddelde brandstofverbruik per kilometer (in dit voorbeeld gaan we uit van 0,31 l/km, hoe het gemiddelde brandstofgebruik wordt berekend is toegelicht onder punt 2b bij Benodigde informatie) om te komen tot het totale brandstofverbruik tijdens de rit (118 liter).

Voorwaarden

In het bovenstaande rekenvoorbeeld is aan de drie voorwaarden voldaan om de CO_2-emissies per zending op basis van primaire data te kunnen berekenen:

1. *De rit is voltooid.*
2. *De gebruikte hoeveelheid brandstof is op ritniveau af te lezen van de boordcomputer.*
3. *De rit bestaat alleen uit containertransport, die allemaal onder hetzelfde type transport vallen.*

Benodigde informatie

1. *De gebruikte brandstof is diesel B7, als we met behulp van het algoritme het meest recente emissiekental opzoeken (uit 2022) levert dat de emissiefactor 3,309 kg/l $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ (Well-to-Wheel) op.*
2. *Het totale energiegebruik van de rit is 118 liter.*
3. *De herkomst- en bestemmingslocaties van de uitgevoerde zendingen van de rit zijn weergegeven in tabel 2.*
4. *Het aantal TEU per zending is eveneens weergegeven in tabel 2.*

Herkomst	Bestemming	Lading
1a Amoerweg 50, Rotterdam	Middellandbaan 1b, Woerden	1 CNT
1b Middellandbaan 1b, Woerden	Smirnoffweg 20, Rotterdam	1 CNT
2 Europaweg 875, Rotterdam	Ambonstraat 2, Gorinchem	1 CNT
3 Europaweg 910, Rotterdam	Inundatiedok 10, Nieuwegein	1 CNT

Tabel 2 - Uitgevoerde zendingen en aantal vervoerde TEU.

Berekening

De berekening voeren we uit door de vijf rekenregels te volgen.

Stap 1: Berekening CO_2-emissies van de rit

*We gebruiken de formule Totale emissies = energiegebruik * emissiefactor.*

Met de input waarden van het voorbeeld komen we tot de volgende berekening:
*Totale emissies = 118 liter * 3,314 kg/l $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ (Well-to-Wheel).*
Totale emissies = 390,5 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$

Stap 2: Berekening Great Circle Distance

Omdat het in dit voorbeeld om een beperkt aantal herkomst en bestemmingen gaat hebben we ervoor gekozen om de GCD per herkomst en bestemming te laten berekenen op een website waarop we de adressen hebben ingevoerd en de GCD vervolgens wordt getoond. Dit resulteert in de volgende GCD per herkomst en bestemming (zie tabel 3).

Herkomst	*Bestemming*	*GCD*
1a Amoerweg 50, Rotterdam	*Middellandbaan 1b, Woerden*	*64 km*
1b Middellandbaan 1b, Woerden	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*38 km*
2 Europaweg 875, Rotterdam	*Ambonstraat 2, Gorinchem*	*65 km*
3 Europaweg 910, Rotterdam	*Inundatiedok 10, Nieuwegein*	*76 km*

Tabel 3 - Great Circle Distance per zending

Stap 3: Berekening afgelegde containerkilometers GCD per rit

In deze stap berekenen we het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ dat is gerealiseerd met de uitgevoerde rit.
*We gebruiken de formule Aantal CNT.km$_{gcd}$ = Aantal CNT * Aantal km$_{gcd}$*

*Vervoersopdracht 1a: 1 CNT * 64 km = 64*
*Vervoersopdracht 1b: 1 CNT * 38 km = 38*
*Vervoersopdracht 2: 1 CNT * 65 km = 65*
*Vervoersopdracht 3: 1 CNT * 76 km = 76*

Om tot het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ te komen tellen we alle gerealiseerde GCD per vervoersopdracht bij elkaar op.

Totaal = 64 + 38 + 65 + 76 = 243 CNT.km$_{gcd}$

Stap 4: Berekening CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ van de uitgevoerde rit (CPI)

We gebruiken de formule CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = Totale emissies / Totale CNT.km$_{gcd}$

Met de resultaten uit stap 1 en 2 kunnen we de berekening uitvoeren:
CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = 390,5 $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ / 243 CNT.km$_{gcd}$
CO_2-emissies per TEU.km$_{gcd}$ = 1,61 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ per CNT.km$_{gcd}$

Stap 5: Allocatie CO_2-emissies

*In de laatste stap alloceren we de CO_2-emissies van totale rit aan de drie vervoersopdrachten. Dit doen we met de formule CO_2-emissies vervoersopdracht = CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ * Aantal km$_{gcd}$ van de vervoersopdracht. Wanneer we dit toepassen op het voorbeeld resulteert dat in de onderstaande CO_2-emissies per vervoersopdracht.*

*Vervoersopdracht 1a + 1b: (1,61 * 64) + (1,61 * 38) = 164,2 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 2: 1,61 * 65 = 104,7 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 3: 1,61 * 76 = 122,3 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*

Algoritmenummer van deze berekening: W.06.I.P.10.L.22.01

4.2 Periode voor één voertuig op basis van primaire data

Voorwaarden

De berekening en toewijzing van de CO_2-emissies kan uitgevoerd worden voor een periode voor 1 of meer voertuigen als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

1. **Er zijn meerdere (deel)ritten per voertuig uitgevoerd binnen de periode waarover wordt gerapporteerd.** De geselecteerde periode sluit altijd aan op een vorige periode, zodat uiteindelijk alle (deel)ritten (dus incl. gereden kilometers zonder lading) meetellen in de CO_2-toewijzing van opeenvolgende perioden, zodat er aan het einde van de periode een representatieve balans tussen beladen en lege ritten is.
2. **De gebruikte brandstof/energie is beschikbaar voor deze periode;**
   - Via de CAN-bus waardoor het direct beschikbaar is.
   - Op basis van getankt volume (tankadministratie of tankpas) en indien nodig een allocatie naar periode op basis van afgelegde kilometers.
3. **De uitgevoerde zendingen in de periode betreffen dezelfde transportcategorie** (zie 3.1 Toepassingsgebied). *Als dit niet het geval is, moet worden heroverwogen of de periode goed gekozen is en of de huidige handleiding met de allocatiemethode op basis van CNT.km$_{gcd}$ de juiste is.*

Afbakening van een periode

Het staat de vervoerder vrij om te bepalen hoelang de periode is die wordt gebruikt om de CO_2-emissies te berekenen en per zending toe te wijzen. De meest voor de hand liggende periode is een week van zondag tot en met zaterdag of een periode van vier weken, eveneens startend op een zondag en eindigend op zaterdag. Op deze manier is het waarschijnlijk dat niet halverwege een rit een periode wordt afgesloten wat wel het geval zou kunnen zijn als er wordt uitgegaan van een maand.

Benodigde informatie

De volgende informatie is minimaal benodigd om CO_2-emissies op zendingsniveau te kunnen berekenen op basis van gebruiksdata (primaire data):

1. **Brandstoftype en emissiefactor**

   Om tot een correcte berekening te komen van de CO_2-emissies van een rit is het allereerst van belang om te weten welke brandstof is/wordt gebruikt en de emissiefactor die daarbij hoort te selecteren. Dit kan volgens één van de volgende drie algoritmen, afhankelijk van het type energiedrager.

   - **Algoritme fossiele en biobrandstoffen**
     1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen[2].
     2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
     3. Kies liter als eenheid waarmee gerekend wordt.
     4. Selecteer type brandstof.
     5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq, incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per liter.
   - **Algoritme elektriciteit:**
     1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen.
     2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
     3. Kies MJ als eenheid waarmee gerekend wordt.
     4. Selecteer type elektriciteit.
     5. Zoek op wat Well to Wheel CO_2-$_{eq, incl infra}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per MJ.

2 *De kentallen zijn ook te vinden via op https://co2emissiefactoren.nl/factoren/2024/9/brandstoffen-voertuigen/ de bron voor deze kentallen is CE Delft. Dit betreffen kentallen gebaseerd op de Nederlandse situatie. Voor Europese kentallen kan gebruikt worden gemaakt van de kentallen van GLEC. GLEC-emissiefactoren zijn te vinden in hoofdstuk 3 van de beschrijving van het GLEC FRAMEWORK*

- **Algoritme waterstof**
  1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen.
  2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
  3. Kies KG als eenheid waarmee gerekend wordt.
  4. Selecteer type waterstof.
  5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq,incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per kilogram.

2. **Totaal energiegebruik gedurende de periode**
   Op basis van de uitgevoerde deelritten moet bepaald worden over welke periode de berekening wordt uitgevoerd. Dit kan een standaard periode zijn (bijvoorbeeld een week), maar kan mogelijk ook een andere logische en werkbare periode zijn. Vervolgens kan:
   a. Het energiegebruik direct uit het voertuig komen, bijvoorbeeld door het af te lezen van de boordcomputer, weergegeven in liters (diesel), kWh (elektrisch) of kilogrammen (waterstof).
   b. Het energiegebruik op basis van tankbonnen/brandstofpas. Eén tankbeurt is veelal niet gelijk aan één uitgevoerde rit. In dat geval zijn afgelegde kilometers nodig om een allocatie van het energiegebruik naar de rit te kunnen maken. Op basis van de gebruikte energie (brandstof of elektriciteit) en het aantal gereden kilometers gedurende een specifieke periode, bijvoorbeeld een week, maand of een jaar kan het gemiddelde brandstofgebruik per kilometer bepaald worden. Dit wordt gedaan door de gebruikte brandstof (bijvoorbeeld het totaal van de getankte liters op basis van de tankbonnen of tankpas) te delen door het aantal gereden kilometers gedurende de periode (door het verschil te berekenen tussen de kilometerstand bij aanvang van de periode en aan het einde van de periode). Dit getal kan dan gebruikt worden om het energiegebruik van een rit te berekenen.

3. **Uitgevoerde zendingen binnen de rit**
   a. Voor elke uitgevoerde zending zijn de adressen van de herkomst en de bestemming benodigd om de Great Circle Distance per zending te kunnen berekenen.
   Let op: *het gaat hier om de afstand in vogelvlucht, en niet om de werkelijk gereden afstand.*

4. **Aantal containers dat per herkomst en bestemming (zending) is vervoerd**

Rekenregels

Op basis van vijf rekenregels kan het aantal uitgestoten kg CO_2 per zending berekend worden. In deze paragraaf hebben we de rekenregels kort beschreven. De volgende paragraaf laat aan de hand van een voorbeeld zien hoe de rekenregels moeten worden toegepast.

1. **Berekening CO_2-emissies gedurende de periode**
   a. Op basis van het energiegebruik gedurende de geselecteerde periode moet de volgende berekening worden uitgevoerd: energiegebruik gedurende periode X uitgedrukt in eenheid Y vermenigvuldigen met de CO_2-emissies van de gebruikte brandstof in eenheid Y, op basis van het brandstoftype en emissiefactor (zie Benodigde informatie).

2. **Berekening Great Circle Distance (GCD) tussen herkomst en bestemming**
   De GCD kunnen berekenen op basis van één van de volgende methoden:
   a. De GCD van een herkomst en bestemming kan berekend worden op websites, zoals Afstandscalculator of Google Maps.
   b. Een andere methode is door de adressen te converteren naar coördinaten. Dit kan met behulp van een geocoding-service zoals bijvoorbeeld Google Maps API of OpenStreetMap (Nominatim). Op basis van de coördinaten kan met behulp van de zogenaamde Haversine formule de GCD berekend worden. Een uitleg van de formule en uitwerking in diverse programmeertalen is te vinden op verschillende websites, zoals Haversine formula to find distance between two points on a sphere - Geeks for Geeks. Deze methode is complexer dan de eerste optie, maar heeft wel de potentie om tijd te besparen wanneer met grote datasets gewerkt wordt.

3. **Berekening afgelegde containerkilometers in GCD gedurende de periode**
   a. Aantal CNT per opdracht vermenigvuldigen met de GCD afstand van de opdracht (zending) = $CNT.km_{gcd}$. Om tot de totale CNT.kmgcd van de hele periode te komen tellen we het aantal $CNT.km_{gcd}$ van elke vervoersopdracht die uitgevoerd is binnen de periode bij elkaar op.

4. **Berekening CO_2-emissies per $CNT.km_{gcd}$ over de periode (CPI)**
   a. De totale CO_2 emissies over de periode (rekenregel 1) worden gedeeld door de som van de $CNT.km_{gcd}$ van alle opdrachten binnen de periode (rekenregel 2). Dit levert de CPI over de periode op.

5. **CO_2-emissies van individuele zending**
   a. De CO_2-emissies per CNT.kmgcd worden vervolgens vermenigvuldigd met het aantal $CNT.km_{gcd}$ per zending.

Rekenvoorbeeld

Bij een internationale zeecontainervervoerder doet zich gedurende een week de volgende situatie voor. Op vrijdagavond komt een Bulgaarse chauffeur leeg aan op truckparking in Rotterdam Waalhaven om daar gedurende het weekend te rusten. Op maandagochtend rijdt hij leeg naar ECT Deltaterminal op de Maasvlakte om een 40ft container op te halen en deze af te leveren bij IKEA in Dortmund. De container wordt bij IKEA afgezet voor lossing en er worden direct twee lege 20ft containers opgezet om in te leveren bij de inland terminal van Contargo in Neuss. Op de route naar Neuss stop de chauffeur om te tanken. Hij tankt 758 liter diesel en daarmee is zijn tank volledig afgevuld, de kilometerstand is 326.488 km (de vorige tankbeurt een week eerder was bij een kilometerstand van 324.259 km). Het is dan eind van de middag, de volgende rit (een 20ft container van Neuss naar MSC terminal in Antwerpen) kan pas in de ochtend gestart worden, waardoor de chauffeur besluit na het lossen van de twee 20ft containers met zijn vrachtwagen te overnachten op de parkeerplaats voor de gate van de inland terminal.

Na het opzetten van de volle 20ft container in Neuss rijdt de chauffeur dinsdagochtend naar Antwerpen, levert de 20ft container in en rijdt leeg naar een truck parking in Antwerpen om te wachten om een volgende container op te kunnen halen. Na twee uur wachten kan de chauffeur naar Antwerp Container Terminal om daar een 45ft container te laden en deze naar Ingram Micro in Lille te brengen. Na lossing van de volle 45ft container in Lille wordt de lege 45ft container gebracht naar de Lille Container Terminal, daar overnacht de chauffeur op de parkeerplaats.

De volgende ochtend (woensdag) wordt er een volle 20ft container opgezet voor transport naar de container-terminal in Le Havre. In Le Havre wordt een 40ft container opgezet voor transport naar Geodis in Gennevilliers (nabij Parijs). Het is dan einde van de dag en de chauffeur overnacht op de parkeerplaats.

Op donderdagochtend kan de 40ft container die gelost is leeg worden ingeleverd bij Port de Paris. Daar wordt direct een lege 20ft container opgezet om in te leveren op het container depot in Kehl. Dat is een lange rit, waardoor er aansluitend overnacht wordt.

Op vrijdag rijdt de chauffeur vanaf Kehl leeg naar Saarbrücken waar een volle 20ft container wordt opgehaald voor transport naar Antwerpen. Na het opzetten van de container rijdt de chauffeur naar een nabijgelegen tankstation in Saarbrücken waar hij zijn tank weer volledig afvult. Ditmaal tankt hij 496 liter bij een kilometer-stand van 328.075 km. Na lossing in Antwerpen krijgt de chauffeur de opdracht om naar Duisburg te rijden, omdat na het weekend daar de volgende container opgehaald moet worden. De volgende tankbeurt vindt anderhalve week later plaats, dan wordt bij een kilometerstand van 330.321km 674 liter getankt.

Herkomst	*Bestemming*	*Lading (CNT)*	*ADD*
Smirnoffweg 20, Rotterdam	*Europaweg 875, Rotterdam*	*0*	*36,4*
Europaweg 875, Rotterdam	*Ellinghauser strasse 213, Dortmund*	*1*	*279*
Ellinghauser strasse 213, Dortmund	*Flosshafenstrasse 37, Neuss*	*2*	*81,8*
Flosshafenstrasse 37, Neuss	*Sint-Antoniusweg, Beveren*	*1*	*212*
Sint-Antoniusweg, Beveren	*Fort de Perelweg, Beveren*	*0*	*8,1*
Fort de Perelweg, Beveren	*Avenue de la Rotonde, Lille*	*1*	*166*
Avenue de la Rotonde, Lille	*12ème Rue, Lille*	*1*	*7,4*
12ème Rue, Lille	*Quai de l'Atlantique, Le Havre*	*1*	*317*
Quai de l'Atlantique, Le Havre	*7/9 Rte des Mercières, Gennevilliers*	*1*	*191*
7/9 Rte des Mercières, Gennevilliers	*6 Rte du Bass, Gennevilliers*	*1*	*1*
6 Rte du Bass, Gennevilliers	*Hafenstraße 44-46, Kehl*	*1*	*515*
Hafenstraße 44-46, Kehl	*Lyonerring 15, Saarbrücken*	*0*	*128*
Lyonerring 15, Saarbrücken	*Scheldelaan 601, Antwerpen*	*1*	*383*
Scheldelaan 601, Antwerpen	*Schlickstrasse 1, Duisburg*	*0*	*208*

Tabel 4 - Uitgevoerde deelritten binnen de periode.

Voorwaarden

In het bovenstaande rekenvoorbeeld is aan de drie voorwaarden voldaan om de CO_2-emissies per zending op basis van primaire data te kunnen berekenen:

1. *Er zijn meerdere (deel)ritten uitgevoerd. De periode waarmee gewerkt kan worden is bijvoorbeeld zondag (verblijf in Rotterdam) tot zaterdag (verblijf in Duisburg).*
2. *De gebruikte hoeveelheid brandstof is bekend op basis van de het aantal getankte liters en de kilometerstand op het moment van tanken.*
3. *De rit bestaat alleen uit containertransport, die allemaal onder hetzelfde type transport vallen.*

Benodigde informatie

1. *De gebruikte brandstof is diesel B7, als we met behulp van het algoritme het meest recente emissiekental opzoeken (uit 2022) levert dat de emissiefactor 3,309 kg/l $CO_{2\text{-eq, incl infra}}$ (Well-to-Wheel) op.*
2. *Het totale energiegebruik gedurende de periode kan verkregen worden op basis van de kilometerstand bij de tankbeurten en de getankte liters brandstof. In dit voorbeeld gaan we uit van de zondag tot zaterdag. Hieronder is het gebruik weergegeven voor de verschillende gedeelten:*
   a. *Gebruik vanaf maandag aanvang dag tot tankbeurt: 121 liter over 355 km (gebaseerd op het gemiddelde brandstofverbruik tussen de tankbeurt voorafgaand aan de start van de periode en tankbeurt 1).*
   b. *Gebruik tussen tankbeurt 1 en tankbeurt 2: 496 liter diesel over 1.587 km.*
   c. *Gebruik tussen tankbeurt 2 en vrijdag einde dag: 178 liter over 591 km. (gebaseerd op het gemiddelde brandstofverbruik tussen de tankbeurt 2 en de tankbeurt een week later).*
3. *De herkomst- en bestemmingslocaties van de uitgevoerde zendingen van de rit zijn weergegeven in tabel 5.*
4. *Het aantal containers per zending is eveneens weergegeven in tabel 5.*

Herkomst	*Bestemming*	*Lading*
1 Europaweg 875, Rotterdam	*Ellinghauser strasse 213, Dortmund*	*1 CNT*
2 Ellinghauser strasse 213, Dortmund	*Flosshafenstrasse 37, Neuss*	*2 CNT*
2 Flosshafenstrasse 37, Neuss	*Sint-Antoniusweg, Beveren*	*1 CNT*
4a Fort de Perelweg, Beveren	*Avenue de la Rotonde, Lille*	*1 CNT*
4b Avenue de la Rotonde, Lille	*12ème Rue, Lille*	*1 CNT*
5 12ème Rue, Lille	*Quai de l'Atlantique, Le Havre*	*1 CNT*
6a Quai de l'Atlantique, Le Havre	*7/9 Rte des Mercières, Gennevilliers*	*1 CNT*
6b 7/9 Rte des Mercières, Gennevilliers	*6 Rte du Bass, Gennevilliers*	*1 CNT*
7 6 Rte du Bass, Gennevilliers	*Hafenstraße 44-46, Kehl*	*1 CNT*
8 Lyonerring 15, Saarbrücken	*Scheldelaan 601, Antwerpen*	*1 CNT*

Tabel 5 - Uitgevoerde zendingen.

Berekening

De berekening voeren we uit door de vijf rekenregels te volgen.

Stap 1: Berekening CO_2-emissies gedurende de periode

*We gebruiken de formule Totale emissies = energiegebruik * emissiefactor.*

Met de inputwaarden van het voorbeeld kunnen we voor de verschillende perioden tot de volgende berekeningen komen:

*Totale emissies = (121 liter + 496 liter + 178 liter) * 3,309 kg/l $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ (Well-to-Wheel)*

Totale emissies = 2.630,7 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$

Stap 2: Berekening Great Circle Distance

Omdat het in dit voorbeeld om een beperkt aantal herkomst en bestemmingen gaat hebben we ervoor gekozen om de GCD per herkomst en bestemming te laten berekenen op een website waarop we de adressen hebben ingevoerd en de GCD vervolgens wordt getoond. Dit resulteert in de volgende GCD per herkomst en bestemming (zie tabel 6).

Herkomst	*Bestemming*	*GCD*
1 Europaweg 875, Rotterdam	*Ellinghauser strasse 213, Dortmund*	*237 km*
2 Ellinghauser strasse 213, Dortmund	*Flosshafenstrasse 37, Neuss*	*63 km*
3 Flosshafenstrasse 37, Neuss	*Sint-Antoniusweg, Beveren*	*171 km*
4a Fort de Perelweg, Beveren	*Avenue de la Rotonde, Lille*	*114 km*
4b Avenue de la Rotonde, Lille	*12ème Rue, Lille*	*6 km*
5 12ème Rue, Lille	*Quai de l'Atlantique, Le Havre*	*246 km*
6a Quai de l'Atlantique, Le Havre	*7/9 Rte des Mercières, Gennevilliers*	*169 km*
6b 7/9 Rte des Mercières, Gennevilliers	*6 Rte du Bass, Gennevilliers*	*1 km*
7 6 Rte du Bass, Gennevilliers	*Hafenstraße 44-46, Kehl*	*408 km*
8 Lyonerring 15, Saarbrücken	*Scheldelaan 601, Antwerpen*	*307 km*

Tabel 6 - Great Circle Distance per zending.

Stap 3: Berekening gereden CNT.km$_{gcd}$ per rit

In deze stap berekenen we het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ dat is gerealiseerd gedurende de periode.
*We gebruiken de formule Aantal CNT.km$_{gcd}$ = Aantal CNT * Aantal km$_{GCD}$.*

*Vervoersopdracht 1: 1 CNT * 237 km = 237*
*Vervoersopdracht 2: 2 CNT * 63 km = 126*
*Vervoersopdracht 3: 1 CNT * 171 km = 171*
*Vervoersopdracht 4a: 1 CNT * 114 km = 114*
*Vervoersopdracht 4b: 1 CNT * 6 km = 6*
*Vervoersopdracht 5: 1 CNT * 246 km = 246*
*Vervoersopdracht 6a: 1 CNT * 169 km = 169*
*Vervoersopdracht 6b: 1 CNT * 1 km = 1*
*Vervoersopdracht 7: 1 CNT * 408 km = 408*
*Vervoersopdracht 8: 1 CNT * 307 km = 307*

Om tot het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ te komen tellen we alle gerealiseerde GCD per vervoersopdracht bij elkaar op.

Totaal = 237 + 126 + 171 + 114 + 6 + 246 + 169 + 1 + 408 + 307 = 1785 CNT.km$_{gcd}$

Stap 4: Berekening CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ van de uitgevoerde rit (CPI)

We gebruiken de formule CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = Totale emissies / Totale CNT.km$_{gcd}$

Met de resultaten uit stap 1 en 2 kunnen we de berekening uitvoeren:
CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = 2.630,7 $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ / 1785 CNT.km$_{gcd}$
CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = 1,47 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ per CNT.km$_{gcd}$

Stap 5: Allocatie CO_2-emissies

*In de laatste stap alloceren we de CO_2-emissies van totale rit aan de acht vervoers-opdrachten. Dit doen we met de formule CO_2-emissies vervoersopdracht = CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ * Aantal km$_{gcd}$ van de vervoers-opdracht. Wanneer we dit toepassen op het voorbeeld resulteert dat in de onderstaande CO_2-emissies per vervoersopdracht.*

*Vervoersopdracht 1: 1,47 * 237 = 348 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 2: 1,47 * 126 = 185 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 3: 1,47 * 171 = 251 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 4a + 4b: (1,47 * 114) + (1,47 * 6) = 176 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 5: 1,47 * 246 = 362 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 6a + 6b: (1,47 * 169) + (1,47 * 1) = 250 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 7: 1,47 * 408 = 600 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 8: 1,47 * 307 = 451 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*

Algoritmenummer van deze berekening: W.06.P.P.10.L.22.01

4.3 Berekeningen met primaire data op vlootniveau over een periode

Voorwaarden

De berekening en toewijzing van de CO_2-emissies op ritniveau kan worden uitgevoerd als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

1. **Er zijn meerdere (deel)ritten per voertuig uitgevoerd binnen de periode waarover wordt gerapporteerd.** De geselecteerde periode sluit altijd aan op een vorige periode, zodat uiteindelijk alle (deel)ritten (dus inclusief gereden kilometers zonder lading) meetellen in de CO_2-toewijzing van opeenvolgende perioden, zodat aan het einde van de periode er een representatieve balans is tussen beladen en lege ritten.
2. **De gebruikte brandstof/energie is beschikbaar voor deze periode;**
   - Via de CAN-bus van de voertuigen waardoor het direct beschikbaar is.
   - Op basis van getankt volume (tankadministratie of tankpas) en indien nodig een allocatie naar periode op basis van afgelegde kilometers.
3. **De uitgevoerde zendingen in de periode voor de vloot betreffen hetzelfde type transport** (zie 3.1 Toepassingsgebied). *Als dit niet het geval is, moet worden heroverwogen of de vloot wel in z'n geheel moet worden meegenomen in de berekening of moet worden opgesplitst voor verschillende activiteiten. Ook kan worden heroverwogen of de periode goed gekozen is en tenslotte of de huidige handleiding met de allocatiemethode op basis van CNT.km$_{gcd}$ de juiste is.*

Benodigde informatie

De volgende informatie is minimaal benodigd om CO_2-emissies op zendingsniveau te kunnen berekenen op basis van gebruiksdata (primaire data):

1. **Brandstoftype en emissiefactor van alle voertuigen in de vloot**
   Om tot een correcte berekening te komen van de CO_2-emissies van in een bepaalde periode voor de vloot is het allereerst van belang om te weten welke brandstof is/wordt gebruikt en de emissiefactor die daarbij hoort te selecteren. Dit kan volgens één van de volgende drie algoritmen, afhankelijk van het type energiedrager.

   - **Algoritme fossiele en biobrandstoffen**

   1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen[3].
   2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
   3. Kies liter als eenheid waarmee gerekend wordt.
   4. Selecteer type brandstof.
   5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per liter.

   - **Algoritme elektriciteit**

   1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen.
   2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
   3. Kies MJ als eenheid waarmee gerekend wordt.
   4. Selecteer type elektriciteit.
   5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per MJ.
   6. Deel het aantal MJ door 3,6 om te komen tot de emissies per kWh (1 kWh is namelijk gelijk aan 3,6 MJ).

3 *De kentallen zijn ook te vinden via op https://co2emissiefactoren.nl/factoren/2024/9/brandstoffen-voertuigen/ de bron voor deze kentallen is CE Delft. Dit betreffen kentallen gebaseerd op de Nederlandse situatie. Voor Europese kentallen kan gebruikt worden gemaakt van de kentallen van GLEC. GLEC-emissiefactoren zijn te vinden in hoofdstuk 3 van de beschrijving van het GLEC FRAMEWORK*

- **Algoritme waterstof**

1. Ga naar https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen.
2. Kies meest recente jaar waarvoor brandstofkentallen beschikbaar zijn.
3. Kies KG als eenheid waarmee gerekend wordt.
4. Selecteer type waterstof.
5. Zoek op wat Well to Wheel $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ emissies zijn, uitgedrukt in gram per kilogram.

Indien een andere brandstof is gebruikt kan de data op eenzelfde wijze worden gevonden.

2. **Totaal energiegebruik van de van de vloot in een periode:**
   Het totale energiegebruik wordt berekend uit de som van het energiegebruik de voertuigen over een bepaalde periode.
   a. Het energiegebruik per voertuig komt direct uit TMS systeem of boordcomputer, weergegeven in liters (diesel), kWh (elektrisch) of kilogrammen (waterstof).
   b. Het energiegebruik op basis van tankbonnen/brandstofpas. Eén tankbeurt is veelal niet gelijk aan één uitgevoerde rit. In dat geval zijn afgelegde kilometers nodig om een allocatie van het energiegebruik naar de rit te kunnen maken. Op basis van de gebruikte energie (brandstof of elektriciteit) en het aantal gereden kilometers gedurende een specifieke periode, bijvoorbeeld een week of maand kan het gemiddelde brandstofgebruik per kilometer bepaald worden. Dit wordt gedaan door de gebruikte brandstof (bijvoorbeeld het totaal van de getankte liters op basis van de tankbonnen of tankpas) te delen door het aantal gereden kilometers gedurende die periode (door het verschil te berekenen tussen de kilometerstand bij aanvang van de periode en aan het einde van de periode). Dit getal kan dan gebruikt worden om het energiegebruik van een rit te berekenen.

3. **Uitgevoerde zendingen binnen de periode:**
   a. Voor elke uitgevoerde zending zijn de adressen van de herkomst en de bestemming benodigd om de Great Circle Distance per zending te kunnen berekenen. ***Let op*** *het gaat hier om de afstand in vogelvlucht, en niet om de werkelijk gereden afstand.*

4. **Aantal containers dat per herkomst en bestemming (zending) is vervoerd.**

Rekenregels

Op basis van vijf rekenregels kan het aantal uitgestoten kg CO_2 per zending berekend worden. We beschrijven eerst de rekenregels. In de tekstbox laten we vervolgens aan de hand van een voorbeeld zien hoe de rekenregels moeten worden toegepast.

1. **Berekening CO_2-emissies van de vloot over een periode**
   a. Per voertuig wordt op basis van het totale energiegebruik over een periode de volgende berekening gemaakt: energiegebruik van rit X uitgedrukt in eenheid Y vermenigvuldigen met de CO_2-emissies van de gebruikte brandstof in eenheid Y, op basis van het brandstoftype en emissiefactor (zie Benodigde informatie). Vervolgens wordt de CO_2-uitstoot van alle voertuigen bij elkaar opgesteld.

2. **Berekening Great Circle Distance (GCD) tussen herkomst en bestemming.** De GCD kunnen berekenen op basis van één van de volgende methoden:
   a. De GCD van een herkomst en bestemming kan berekend worden op websites, zoals Afstandscalculator of Google Maps.
   b. Een andere methode is door de adressen te converteren naar coördinaten. Dit kan met behulp van een geocoding-service zoals bijvoorbeeld Google Maps API of OpenStreetMap (Nominatim). Op basis van de coördinaten kan met behulp van de zogenaamde Haversine formule de GCD berekend worden. Een uitleg van de formule en uitwerking in diverse programmeertalen is te vinden op verschillende websites, zoals Haversine formula to find distance between two points on a sphere - GeeksforGeeks. Deze methode is complexer dan de eerste optie, maar heeft wel de potentie om tijd te besparen wanneer met grote datasets gewerkt wordt.

3. **Berekening afgelegde containerkilometers GCD per periode voor de vloot**
   a. Aantal containers per zending vermenigvuldigen met de GCD afstand van de zending = CNT.km$_{gcd}$. Om tot de totale CNT.km$_{gcd}$ over de hele periode van de vloot te komen tellen we het aantal CNT.km$_{gcd}$ van elke zending die uitgevoerd door de vloot in deze periode bij elkaar op.

4. **Berekening CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ van de uitgevoerde rit (CPI)**
   a. De totale CO_2-emissies van de vloot in de gekozen periode (rekenregel 1) worden gedeeld door de som van de CNT.km$_{gcd}$ van alle opdrachten binnen de periode door de vloot (rekenregel 2). Dit levert de CPI van deze specifieke rit op.

5. **CO_2-emissies van een individuele zending**
   a. De CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ worden vervolgens vermenigvuldigd met het aantal CNT.km$_{gcd}$ per zending.

Rekenvoorbeeld

Containervervoerder C heeft 2 vrachtauto's (versimpelde vloot). Voor week 2 in 2025 berekent hij de CO_2-uitstoot van zijn zendingen. Voertuig 1 is een batterij-elektrisch voertuig en voert in week 2 vijf dagen in de week de ritten uit die voor één dag zijn weergegeven in onderstaande tabel. Voertuig 2 rijdt precies dezelfde ritten, maar is een dieselvoertuig.

Herkomst	***Bestemming***	***Lading***	***ADD****
Haven 18, Ridderkerk	*Amoerweg 50, Rotterdam*	*0 CNT*	*52,4 km*
Amoerweg 50, Rotterdam	*Middellandbaan 1b, Woerden*	*1 CNT*	*74,6 km*
Middellandbaan 1b, Woerden	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*1 CNT*	*51,9 km*
Smirnoffweg 20, Rotterdam	*Europaweg 875, Rotterdam*	*0 CNT*	*36,7 km*
Europaweg 875, Rotterdam	*Europaweg 910, Rotterdam*	*1 CNT*	*2,8 km*
Europaweg 910, Rotterdam	*Ambonstraat 2, Gorinchem*	*2 CNT*	*78,1 km*
Ambonstraat 2, Gorinchem	*Inundatiedok 10, Nieuwegein*	*1 CNT*	*27,2 km*
Inundatiedok 10, Nieuwegein	*Haven 18, Ridderkerk*	*0 CNT*	*51,5 km*

Tabel 1 - Uitgevoerde deelritten.

** ADD staat voor Actual Distance Driven: werkelijk gereden afstand.*

Uit de boordcomputer blijkt dat met de vrachtwagen 1 in week 2 voor deze ritten 1900 kilometer heeft gereden en 2360 kWh elektriciteit heeft verbruikt. Uit de boordcomputer van voertuig 2 blijkt dat in week 2 dit voertuig 590 liter brandstof heeft verbruikt.

Voorwaarden

In het bovenstaande rekenvoorbeeld is aan de drie voorwaarden voldaan om de CO_2-emissies per zending op basis van primaire data te kunnen berekenen:

1. *Er zijn meerdere (deel)ritten per voertuig uitgevoerd. De CO_2-berekeningen worden op weekbasis uitgevoerd en sluiten op elkaar aan.*
2. *De gebruikte hoeveelheid brandstof is op weekniveau af te lezen van de boordcomputer.*
3. *De activiteit van vervoerder C bestaat alleen uit zeecontainertransport, die allemaal onder hetzelfde type transport vallen.*

Benodigde informatie

1. *De gebruikte brandstof voor voertuig 1 is elektriciteit. Als we met behulp van het algoritme het meest recent emissiekental opzoeken (uit 2022) levert dat de emissiefactor 78,7 g CO_2/ MJ ($CO_{2\text{-eq incl infra, Well-to-Wheel}}$) op. Dit is gelijk aan 283,3 g CO_2/ kWh (vermenigvuldiging met 3,6 MJ/kWh). De gebruikte brandstof voor voertuig 2 is diesel B7. Als we met behulp van het algoritme het meest recente emissiekental opzoeken (uit 2022) levert dat de emissiefactor 3,309 kg/l ($CO_{2\text{-eq incl infra, Well-to-Wheel}}$) op;*
2. *Het totale energiegebruik in de periode is 2360 kWh en 590 liter diesel;*
3. *De herkomst en bestemmingslocaties van de uitgevoerde zendingen zijn weergegeven in tabel 2;*
4. *Het aantal TEU per zending is eveneens weergegeven in tabel 2.*

Herkomst	***Bestemming***	***Lading***
Amoerweg 50, Rotterdam	*Middellandbaan 1b, Woerden*	*10 CNT*
Middellandbaan 1b, Woerden	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*10 CNT*
Europaweg 875, Rotterdam	*Ambonstraat 2, Gorinchem*	*10 CNT*
Europaweg 910, Rotterdam	*Inundatiedok 10, Nieuwegein*	*10 CNT*

Tabel 2 - Uitgevoerde zendingen en aantal vervoerde TEU.

Berekening

De berekening voeren we uit door de vijf rekenregels te volgen.

Stap 1: Berekening CO_2-emissies van de voertuigen

*We gebruiken per type energiedrager de formule: Totale emissies = energiegebruik * emissiefactor. Vervolgens worden de CO_2-emissies per energiedrager bij elkaar opgeteld.*

Met de input waarden van het voorbeeld komen we tot de volgende berekening:
*Totale emissies diesel = 590 liter * 3,309 kg CO_2/l = 1.952 kg $CO_{2\text{-eq}}$*
*Totale emissies elektriciteit = 2360 kWh * 0,283 kg CO_2/ kWh = 669 kg $CO_{2\text{-eq}}$*
Totaal diesel + elektriciteit= 1.952 + 669 = 2.621 kg $CO_{2\text{-eq}}$

Stap 2: Berekening Great Circle Distance

Omdat het in dit voorbeeld om een beperkt aantal herkomst en bestemmingen gaat hebben we ervoor gekozen om de GCD per herkomst en bestemming te laten berekenen op een website waarop we de adressen hebben ingevoerd en de GCD vervolgens wordt getoond. Dit resulteert in de volgende GCD per herkomst en bestemming (zie tabel 3).

Herkomst		***Bestemming***	***GCD***
1a	*Amoerweg 50, Rotterdam*	*Middellandbaan 1b, Woerden*	*64 km*
1b	*Middellandbaan 1b, Woerden*	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*38 km*
2	*Europaweg 875, Rotterdam*	*Ambonstraat 2, Gorinchem*	*65 km*
3	*Europaweg 910, Rotterdam*	*Inundatiedok 10, Nieuwegein*	*76 km*

Tabel 3 - Great Circle Distance per zending.

Stap 3: Berekening gereden CNT.km$_{gcd}$ per rit

In deze stap berekenen we het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ dat is gerealiseerd met de uitgevoerde rit.
*We gebruiken de formule Aantal CNT.km$_{gcd}$ = Aantal CNT * Aantal km$_{GCD}$.*

*Vervoersopdracht 1a: 10 CNT * 64 km = 640*
*Vervoersopdracht 1b: 10 CNT * 38 km = 380*
*Vervoersopdracht 2: 10 CNT * 65 km = 650*
*Vervoersopdracht 3: 10 CNT * 76 km = 760*

Om tot het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ te komen tellen we alle gerealiseerde GCD per vervoersopdracht bij elkaar op.

Totaal = 640 + 380 + 650 + 760 = 2430 CNT.km$_{gcd}$

Stap 4: Berekening CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ van de uitgevoerde rit (CPI)

We gebruiken de formule CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = Totale emissies / Totale CNT.km$_{gcd}$

Met de resultaten uit stap 1 en 2 kunnen we de berekening uitvoeren:
CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = 2.621 $CO_{2\text{-eq}}$ / 2430 CNT.km$_{gcd}$
CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = 1,08 kg $CO_{2\text{-eq}}$ per CNT.km$_{gcd}$

Stap 5: Allocatie CO_2-emissies

*In de laatste stap alloceren we de CO_2-emissies van totale rit aan de drie vervoersopdrachten. Dit doen we met de formule CO_2-emissies vervoersopdracht = CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ * Aantal km$_{gcd}$ van de vervoersopdracht. Wanneer we dit toepassen op het voorbeeld resulteert dat in de onderstaande CO_2-emissies per vervoersopdracht.*

*Vervoersopdracht 1a + 1b: (1,08 * 64) + (1,08 * 38) = 105 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ per zending**
*Vervoersopdracht 2: 1,08 * 65 = 70 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ per zending*
*Vervoersopdracht 3: 1,08 * 76 = 82 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ per zending*

* *Om tot de emissies te komen per klant, ervan uitgaande dat in dit voorbeeld de drie vervoersopdracht komen van drie verschillende klanten, dan moet de uitkomst met 10 vermenigvuldigd worden.*

Algoritmenummer van deze berekening: W.06.V.P.10+14.L+M.22.01

4.4 Berekeningen op basis van secundaire data: modeldata

Gemodelleerde data kunnen worden gebruikt als primaire data niet beschikbaar zijn, maar ook om berekeningen vooraf te maken. De aanpak voor het berekenen met gemodelleerde data achteraf als modelleren voor nog uit te voeren opdrachten is hetzelfde.

Voorwaarden

- Het gebruikte model of de modellering van het energiegebruik en CO_2 benadert zo goed mogelijk de werkelijk gereden afstanden. Er wordt daarbij rekening gehouden met een realistisch aandeel leegritten.
- Het gebruikte model berekent het energiegebruik. Als direct CO_2-uitstoot wordt berekend moet worden geverifieerd dat de goede CO_2-emissiefactoren worden gebruikt zoals beschreven in de berekening voor primaire data.

Benodigde informatie

Voor de berekening is een (eventueel eigen) model nodig dat zo goed mogelijk het energiegebruik kan benaderen van de leveringen van een rit, in een bepaalde periode of van een vloot in een bepaalde periode. Een openbaar model dat gebruikt kan worden is de Emissions Calculator van Ecotransit.

Rekenregels

Berekeningen op basis van gemodelleerde data volgen dezelfde stappen zoals beschreven in de voorgaande drie paragrafen, met als verschil dat het energiegebruik wordt bepaald op basis van een model.

4.5 Berekeningen op basis van secundaire data: CPI data

Voorwaarden

CPI data kunnen worden gebruikt als primaire data niet beschikbaar zijn of om berekeningen vooraf te maken. De volgende voorwaarden gelden voor berekeningen met CPI:

1. **Er is een CPI beschikbaar die qua type transport aansluit bij het transport van de zending waarvoor de CO_2-uitstoot wordt bepaald.** Dit betekent dat de CPI voor het toepassingsgebied containertransport geldt. Marktgemiddelde CPI's vanuit de Transport Performance Database kunnen worden toegepast voor marktgemiddeld transport. Een CPI die specifiek bepaald is voor transport met elektrische voertuigen kan echter niet worden toegepast op transport met dieselvoertuigen. Een CPI kan ook op basis van eigen historische data worden vastgesteld voor vergelijkbaar transport waarvoor wel primaire data beschikbaar is.

Benodigde informatie

Als informatie over het brandstofgebruik (nog) niet beschikbaar is, is het toegestaan om de CPI (eigen CPI op basis van historie of sectorspecifieke CPI uit database) te gebruiken. Om te bepalen wat de CPI per container is moet rekening worden gehouden met het gewicht van de lading en containerformaat.

1. **CPI**
   a. Op basis van het type container en type transport wordt de CPI uit een interne database gebruikt (die berekend is op basis van historische data, zoals bijvoorbeeld gedaan is in het rekenvoorbeeld in paragraaf 4.1 en 4.2) of afkomstig uit de Transport Performance Database (zie ook paragraaf 3.3).
2. **Uitgevoerde zendingen binnen de rit**
   a. Voor elke uitgevoerde zending zijn de adressen van de herkomst en de bestemming benodigd om de Great Circle Distance per zending te kunnen berekenen.
   Let op: *het gaat hier om de afstand in vogelvlucht, en niet om de werkelijk gereden afstand.*
3. **Aantal containers dat per herkomst en bestemming (zending) is vervoerd**

Rekenregels

Op basis van de CPI kan direct de CO_2-emissies van de zending berekend worden. De volgende rekenregels moeten gevolgd worden:

1. **Berekening Great Circle Distance (GCD) tussen herkomst en bestemming**
   De GCD kunnen berekenen op basis van één van de volgende methoden:
   a. De GCD van een herkomst en bestemming kan berekend worden op websites, zoals Afstandscalculator of Google Maps.
   b. Een andere methode is door de adressen te converteren naar coördinaten. Dit kan met behulp van een geocoding-service zoals bijvoorbeeld Google Maps API of OpenStreetMap (Nominatim). Op basis van de coördinaten kan met behulp van de zogenaamde Haversine formule de GCD berekend worden. Een uitleg van de formule en uitwerking in diverse programmeertalen is te vinden op verschillende websites, zoals Haversine formula to find distance between two points on a sphere - GeeksforGeeks. Deze methode is complexer dan de eerste optie, maar heeft wel de potentie om tijd te besparen wanneer met grote datasets gewerkt wordt.

2. **Berekening afgelegde containerkilometers in GCD per zending**
   Aantal container per zending vermenigvuldigen met de GCD afstand van de zending = $CNT.km_{gcd}$.

3. **Om de CO_2-emissies van de zending te bepalen** wordt de CPI van de individuele zending vermenigvuldigd met de $CNT.km_{gcd}$ van de zending.

Rekenvoorbeeld

Dit rekenvoorbeeld gaan we uit van dezelfde rit als in par. 4.1, met als verschil dat het gaat om een rit uitgevoerd door een onderaannemer die het brandstofverbruik niet heeft gedeeld of om een nog uit te voeren rit waardoor het exacte brandstofverbruik nog niet bekend is.

Herkomst	***Bestemming***	***Lading***	***GCD***
1a Amoerweg 50, Rotterdam	*Middellandbaan 1b, Woerden*	*1 CNT*	*64 km*
1b Middellandbaan 1b, Woerden	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*1 CNT*	*38 km*
2 Europaweg 875, Rotterdam	*Ambonstraat 2, Gorinchem*	*1 CNT*	*65 km*
3 Europaweg 910, Rotterdam	*Inundatiedok 10, Nieuwegein*	*1 CNT*	*76 km*

Tabel 4 - Vervoersopdrachten.

Voorwaarden

De berekening en toewijzing van de CO_2-emissies op ritniveau kan worden uitgevoerd met secundaire omdat is voldaan aan de voorwaarde:

1. *Er is een CPI beschikbaar die qua type transport aansluit bij het transport van de zending waarvoor de CO_2-uitstoot wordt bepaald.*

Benodigde informatie

1. *De CPI herleiden we uit de Transport Performance Database. Het betreft het transport van een zeecontainer, waarbij we de ons baseren op de data over 2024: 1,4521 kg CO_2 per $CNT.km_{gcd}$.*
2. *De uitgevoerde zendingen staan weergegeven in tabel 4 en daarbij is eveneens vermeldt wat de Great Circle Distance per vervoersopdracht is.*
3. *Ook het aantal containers per herkomst en bestemming is in tabel 4 opgenomen.*

Berekening

De berekening van de CO_2-emissies per vervoersopdracht wordt dan als volgt berekend.

Stap 1: Berekenen van de Great Circle Distance

Omdat het in dit voorbeeld om een beperkt aantal herkomst en bestemmingen gaat hebben we ervoor gekozen om de GCD per herkomst en bestemming te laten berekenen op een website waarop we de adressen hebben ingevoerd en de GCD vervolgens wordt getoond. Dit resulteert in de GCD per herkomst en bestemming zoals eerder opgenomen in tabel 4.

Stap 2: Berekening gereden CNT.km$_{gcd}$ per zending

*a. Vervoersopdracht 1a: 64 * 1 = 64 CNT.km$_{gcd}$*
*b. Vervoersopdracht 1a: 38 * 1 = 38 CNT.km$_{gcd}$*
*c. Vervoersopdracht 2: 65 * 1 = 65 CNT.km$_{gcd}$*
*d. Vervoersopdracht 3: 76 * 1 = 76 CNT.km$_{gcd}$*

Stap 3: Berekening CO_2-emissies per vervoersopdracht

Om tenslotte te komen tot de CO_2-emissies per vervoersopdracht gebruiken we de volgende formule
*CO_2-emissies per vervoersopdracht = CPI * CNT.km$_{GCD}$*

In het voorbeeld komen we dan tot de volgende resultaten:
*a. Vervoersopdracht 1a: 1,4521 * 64 = 93 kg $CO_{2\text{-}eq}$*
*b. Vervoersopdracht 1a: 1,4521 * 38 = 55 kg $CO_{2\text{-}eq}$*
c. Vervoersopdracht 2: 1,4521 65 = 94 kg $CO_{2\text{-}eq}$*
*d. Vervoersopdracht 3: 1,4521 * 76 = 110 kg $CO_{2\text{-}eq}$*

Als we de CO_2-emissies van de verschillende vervoersopdrachten bij elkaar optellen resulteert dat in 352 kg $CO_{2\text{-}eq}$ voor de gehele rit.

Algoritmenummer van deze berekening: W.06.I.D.11

5 Veelgestelde vragen

Mag ik de berekening uitvoeren over meerdere ritten?

Dat mag, mits er wordt voldaan aan de gestelde voorwaarden om de berekening uit te voeren voor één rit. (zie Individuele rit op basis van primaire data) of voor een periode (zie Periode voor één voertuig op basis van primaire data).

Mag ik over meerdere voertuigen rekenen?

Ja, maar alleen als er wordt voldaan aan de gestelde voorwaarden: zie Berekeningen met primaire data op vlootniveau over een periode.

Waar kan ik de emissiefactoren vinden die ik in mijn berekening kan gebruiken?

De emissiefactoren van de verschillende type brandstoffen en energie zijn te vinden op de website van CE Delft en CO2emissiefactoren.nl. Deelnemers aan het GLEC framework kunnen emissiefactoren vinden in het in hoofdstuk 3 van de beschrijving van het GLEC FRAMEWORK.

Wat als ik niet weet wat mijn brandstofgebruik is?

Wanneer het brandstofgebruik niet bekend is, is het mogelijk om te werken met secundaire data, zoals beschreven in paragraaf 4.4 en 4.5.

In welke gevallen gebruik je de CPI én wanneer niet?

Je werkt alleen met een CPI als je géén primaire data (brandstof- of energiegebruik van het voertuig) tot je beschikking hebt. De CPI kan verkregen op basis van eigen historische data, mits het ook om vergelijkbaar containertransport gaat uitgevoerd met een vergelijkbaar voertuig en zelfde type brandstof(mix). In paragraaf 4.1, 4.2 en 4.3 is beschreven hoe je tot een CPI komt op basis van eigen data. Mocht dat niet mogelijk zijn dan kan de CPI verkregen worden vanuit de Transport Performance Database.

Kan ik de berekening laten uitvoeren door een derde partij?

Als je de CO_2-berekening laat uitvoeren door een 3^e partij controleer altijd of deze partij ISO14083:2023 geverifieerd is.

Er is een uniforme kernset CO_2 data ontwikkeld voor wegtransport, ook voor container transport. Zie OTM Profile - Carbon footprint | Open Trip Model. Deze standaard kan door alle ISO geverifieerde 3de partijen als input dataset gebruikt worden voor de CO_2-berekening. Stem de input dataset vervolgens af met jouw TMS en/of boordcomputer software leverancier, zodat zij de data conform deze definities en formaat kunnen opleveren. Indien dit niet haalbaar blijkt, stem een alternatieve wijze van aanlevering af tussen de partijen.

Wat moet ik doen als ik van een aantal voertuigen in mijn vloot wel met primaire data kan rekenen en voor een aantal niet (bijvoorbeeld omdat deze gecharterd zijn)?

Om een goede CO_2-berekening te kunnen maken moeten minimaal herkomst en bestemming en de lading bekend zijn van de voertuigen om een berekening te kunnen maken. Als je géén primaire data (brandstof- of energiegebruik van het voertuig) hebt: zie het antwoord op één van de vorige vragen.

Wat als ik verschillende brandstoffen heb gebruikt gedurende een periode?

Voor de verschillende type brandstoffen kan een de totale CO_2-uitstoot worden berekend door de CO_2 per type brandstof bij elkaar op te tellen over een bepaalde periode (zie stap 1 van de rekenregels). De totale CO_2 kan vervolgens worden toegedeeld aan de verschillende zendingen, zoals beschreven in de vervolgstappen.

Emissies van een transportopdracht

Een transportopdracht kan betrekking hebben op het transport van meerdere containers die uitgevoerd worden met meerdere ritten en eventueel door verschillende voertuigen. Om tot de CO_2-emissies te komen van de totale transportopdracht worden de toegewezen CO_2-emissie van de individuele containers bij elkaar opgeteld.

Delen uitkomsten

Het resultaat van de berekening kan ook gedeeld worden met derde partijen, bijvoorbeeld via een koppeling tussen systemen. De minimale data die beschikbaar gesteld moet worden over de order en de CO_2-emissies:

- Zending ID, incl. aantal CNT.
- Totale emissies in $CO_{2\text{-eq}}$ in kg.
- Versienummer algoritme.

Uit het versienummer van het algoritme is te herleiden welke brandstof- en emissiefactor is gebruikt. Nadere details over de uniforme kernset CO_2e data is hier te vinden.

Wat als ik gedurende een rit of periode naast standaard containers ook één of meerdere reefer containers heb vervoerd?

Het kan voorkomen dat er tijdens een rit verschillende transportopdrachten worden uitgevoerd, waaronder één of meerdere reefercontainers. Als de reefers niet aangesloten hoeven te worden op een energiebron kan de toewijzing van de CO_2-emissies plaatsvinden zoals uitgewerkt in paragraaf 4.1 en 4.2. Wanneer een reefer wel energie nodig heeft tijdens een rit of periode waarin ook standaard containers worden vervoerd, dan moet er één extra stap worden toegevoegd aan de berekening, om de CO_2-uitstoot van het extra energie-gebruik toe te wijzen aan de reefers.

De toe te voegen stap is afhankelijk van wijze waarop de reefer is aangesloten:

1. Genset in het chassis.
2. Motor van de trekker.

Reefer aangesloten op genstet in het chassis

In de eerste optie wordt na de laatste stap (stap 5) een stap (stap 6) toegevoegd om de emissies te berekenen die door de genset worden gegenereerd. Deze worden vervolgens in stap 7-10 worden toegewezen aan de vervoersopdrachten met reefercontainers. De CO_2-emissies in stap 6 worden berekend op basis van:

1. Het aantal uur dat de genset heeft aangestaan.
2. Het gemiddelde brandstofgebruik per uur.
3. Het gebruikte brandstoftype van de genset en de daarbij behorende emissiefactor.

Reefer aangesloten op motor in de trekker

Wanneer de energie direct afkomstig is van motor van de trekker dan wordt stap 1 aangepast en aan het einde van de berekening een stap 6 toegevoegd. Aan het einde van stap 1 wordt het brandstofgebruik en de CO_2-emissies berekend van de reefers en in mindering gebracht op de CO_2-emissies van de totale rit. Deze CO_2-emissies worden in stap 6 aangehaald (berekening al gedaan in stap 1) om vervolgens in stap 7-10 toe te wijzen aan de aan de vervoersopdrachten met reefercontainers. De CO_2-emissies voor reefers in stap 1-6 worden berekend op basis van:

1. Het aantal uur dat de reefer heeft aangestaan.
2. Het gemiddelde brandstofgebruik per uur.
3. Gebruikte brandstoftype van de genset en de daarbij behorende emissiefactor.

Het toewijzen van de CO_2-emissies voor het koelen van de reefer in stap 7-10 gaat voor beide opties op dezelfde manier en deze stappen volgen dezelfde logica als beschreven in stap 2-5. In het onderstaande voorbeeld is toegelicht hoe dat werkt.

Toewijzing emissies aan reeferzending

Voorbeeld situatie

Containervervoerder R rijdt met een dieselvrachtwagen met een capaciteit van 2 TEU in de vroege ochtend weg met leeg chassis van de standplaats in Ridderkerk (Haven 18) om de eerste opdracht uit te voeren: ***Transport van één reefercontainer van Rotterdam World Gateway Terminal (Amoerweg 50) naar Venlo (Venrayseweg 152). De reefer moet gedurende de rit van 3 uur op temperatuur gehouden worden*** *en wordt daarom aangesloten op de genset in het chassis die de elektriciteit kan leveren om de temperatuur in de reefer op peil te houden. Na het lossen van de lading moet de lege reefercontainer ingeleverd worden in Rotterdam bij een container depot (Smirnoffweg 17).*

Na het afleveren van de lege container rijdt vervoerder R met leeg chassis naar de Maasvlakte voor de tweede opdracht: het transport van één 20ft container van ECT Delta terminal naar Bleiswijk (Brandpuntlaan Zuid 14). De vervoerder rijdt vervolgens nog één keer terug naar de ***Maasvlakte (APMT) voor het ophalen van een reefer container die gebracht moet worden naar Barendrecht (Koopliedenweg 28), de genset heeft een half uur aangestaan****. De container wordt na lossing naar het depot gebracht (Smirnoffweg 17) en de vervoerder rijdt met leeg chassis naar Ridderkerk (Haven 18) waar de rit eindigt. De onderstaande tabel toont alle uitgevoerde deelritten.*

Herkomst	***Bestemming***	***Lading***	***ADD****
Haven 18, Ridderkerk	*Amoerweg 50, Rotterdam*	*0 CNT*	*52,4 km*
Amoerweg 50, Rotterdam	*Venrayseweg 152, Venlo*	*1 CNT*	*202 km*
Venrayseweg 152, Venlo	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*1 CNT*	*166 km*
Smirnoffweg 20, Rotterdam	*Europaweg 875, Rotterdam*	*0 CNT*	*36,7 km*
Europaweg 875, Rotterdam	*Brandpuntlaan Zuid 14, Bleiswijk*	*1 CNT*	*61,3 km*
Brandpuntlaan Zuid 14, Bleiswijk	*Europaweg 910, Rotterdam*	*0 CNT*	*61,8 km*
Europaweg 910, Rotterdam	*Koopliedenweg 28, Barendrecht*	*1 CNT*	*46,3 km*
Koopliedenweg 28, Barendrecht	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*1 CNT*	*11,9 km*
Smirnoffweg 20, Rotterdam	*Haven 18, Ridderkerk*	*0 CNT*	*17,5 km*

Tabel 1 Uitgevoerde deelritten

** ADD staat voor Actual Distance Driven: werkelijk gereden afstand.*

Uit de boordcomputer blijkt dat met de vrachtwagen voor deze rit 656 kilometer is gereden en er 203,4 liter diesel B7 is verbruikt.
Wanneer er alleen tankbonnen zijn en uit het on-board systeem niet herleidt kan worden wat het brandstofverbruik is van de rit moet de totaal afgelegde afstand (656 km) vermenigvuldigd worden met het gemiddelde brandstofverbruik per kilometer (in dit voorbeeld gaan we uit van 0,31 l/km, hoe het gemiddelde brandstofgebruik wordt berekend is toegelicht onder punt 2b bij Benodigde informatie) om te komen tot het totale brandstofverbruik tijdens de rit (203,4 liter).

Voorwaarden

In het bovenstaande rekenvoorbeeld is aan de twee van de drie voorwaarden voldaan om de CO_2-emissies per zending op basis van primaire data te kunnen berekenen:

1. *De rit is voltooid.*
2. *De gebruikte hoeveelheid brandstof is op ritniveau af te lezen van de boordcomputer.*

Afwijking

3. *De rit bestaat niet alleen uit het transport van standaard containers, maar bevat ook reefercontainers die extra brandstof gebruiken. Dit vraagt daarom om een extra rekenregel.*

Benodigde informatie

1. *De gebruikte brandstof is diesel B7, als we met behulp van het algoritme het meest recente emissiekental opzoeken (uit 2022) levert dat de emissiefactor 3,314 kg/l $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ (Well-to-Wheel) op.*
2. *Het totale energiegebruik van de rit is 203,4 liter.*
3. *De herkomst- en bestemmingslocaties van de uitgevoerde zendingen van de rit zijn weergegeven in tabel 2.*
4. *Het aantal containers per zending is eveneens weergegeven in tabel 2.*

Herkomst		***Bestemming***	***Lading***
1a	*Amoerweg 50, Rotterdam*	*Venrayseweg 152, Venlo*	*1 CNT*
1b	*Venrayseweg 152, Venlo*	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*1 CNT*
2	*Europaweg 875, Rotterdam*	*Brandpuntlaan Zuid 14, Bleiswijk*	*1 CNT*
3a	*Europaweg 910, Rotterdam*	*Koopliedenweg 28, Barendrecht*	*1 CNT*
3b	*Koopliedenweg 28, Barendrecht*	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*1 CNT*

Tabel 2 - Uitgevoerde zendingen en aantal vervoerde TEU.

Berekening

De berekening voeren we uit door de vijf basis rekenregels te volgen en voor het reefer transport een zesde regel toe te voegen.

Stap 1: Berekening CO_2-emissies van de rit

*We gebruiken de formule Totale emissies = energiegebruik * emissiefactor.*
*Totale emissies = 203,4 liter * 3,314 kg/l $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ (Well-to-Wheel)*
Totale emissies = 674,1 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$

***Let op:** wanneer de reefer niet is aangesloten op een genset, maar direct op de motor van de trekker wordt hier het brandstofgebruik van de reefer en de emissies in minder gebracht op de totale emissies van de rit. De emissies van de reefer worden later toegekend aan de vervoersopdracht. In dit voorbeeld moet 23,2 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ in mindering worden gebracht op de totale emissies (3,5 uur * 2 liter per uur (voorbeeld) * 3,314 kg/l $CO_{2\text{-eq incl infra}}$). In dit voorbeeld wordt in stap 4 dan 646,9 $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ gebruikt om de CPI te berekenen.*

Stap 2: Berekening Great Circle Distance

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de great circle distance per herkomst - bestemming.

Herkomst	***Bestemming***	***GCD***
1a Amoerweg 50, Rotterdam	*Venrayseweg 152, Venlo*	*164 km*
1b Venrayseweg 152, Venlo	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*132 km*
2 Europaweg 875, Rotterdam	*Brandpuntlaan Zuid 14, Bleiswijk*	*36 km*
3a Europaweg 910, Rotterdam	*Koopliedenweg 28, Barendrecht*	*39 km*
3b Koopliedenweg 28, Barendrecht	*Smirnoffweg 20, Rotterdam*	*9 km*

Stap 3: Berekening afgelegde containerkilometers GCD per rit

In deze stap berekenen we het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ dat is gerealiseerd met de uitgevoerde rit.
*We gebruiken de formule Aantal CNT.km$_{gcd}$ = Aantal CNT * Aantal km$_{GCD}$*

*Vervoersopdracht 1a: 1 CNT * 164 km = 164 CNT.km$_{gcd}$*
*Vervoersopdracht 1b: 1 CNT * 132 km = 132 CNT.km$_{gcd}$*
*Vervoersopdracht 2: 1 CNT * 36 km = 36 CNT.km$_{gcd}$*
*Vervoersopdracht 3a: 1 CNT * 39 km = 39 CNT.km$_{gcd}$*
*Vervoersopdracht 3b: 1 CNT * 9 km = 9 CNT.km$_{gcd}$*

Om tot het totaal aantal CNT.km$_{gcd}$ te komen tellen we alle gerealiseerde GCD per vervoersopdracht bij elkaar op.

Totaal = 164 + 132 + 36 + 39 + 9 = 380 CNT.km$_{gcd}$

Stap 4: Berekening CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ van de uitgevoerde rit (CPI)

We gebruiken de formule CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = Totale emissies / Totale CNT.km$_{gcd}$

Met de resultaten uit stap 1 en 2 kunnen we de berekening uitvoeren:
CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = 674,1 $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ / 380 CNT.km$_{gcd}$
CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ = 1,76 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ per CNT.km$_{gcd}$

Stap 5: Allocatie CO_2-emissies

*We alloceren de CO_2-emissies van totale rit aan de drie vervoersopdrachten. Dit doen we met de formule CO_2-emissies vervoersopdracht = CO_2-emissies per CNT.km$_{gcd}$ * Aantal km$_{gcd}$ van de vervoersopdracht. Wanneer we dit toepassen op het voorbeeld resulteert dat in de onderstaande CO_2-emissies per vervoersopdracht.*

*Vervoersopdracht 1a + 1b: (1,76 * 164) + (1,76 * 132) = 521,0 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 2: 1,76 * 36 = 63,4 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 3a + 3b: (1,76 * 39) + (1,76 * 9) = 84,5,9 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*

Stap 6: Berekening CO_2-emissies inzet genset

Het gemiddelde brandstofgebruik van een genset voor het koelen van een reefer is doorgaans bekend bij de vervoerder. Het gemiddelde gebruik kan als standaardwaarde in de berekening worden opgenomen. In dit voorbeeld gaan we uit van 2,2 liter per uur.

Voor de berekening van de CO_2-emissies van de reefer is de volgende informatie nodig:

1. *Tijdsduur inzet genset. Bijvoorbeeld te bepalen op basis van starttijd en eindtijd.*
2. *Gemiddelde brandstofgebruik genset per uur.*
3. *Brandstoftype.*

Voor de ritten van Rotterdam naar Venlo en van Rotterdam naar Barendrecht, heeft de genset drie en half uur aangestaan en 7,7 liter diesel B7 gebruikt. Op basis van deze informatie kunnen we met de volgende formule CO_2-emissies berekenen:
*CO_2-emissies reefer inzet = duur inzet reefer in uren * gemiddeld brandstofgebruik per uur * emissiefactor brandstoftype*

In dit voorbeeld is de uitkomst van de berekening als volgt:

*3,5 uur * 2,2 liter * 3,314 kg/l $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ = 25,5 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$*
Deze emissies moeten toegewezen worden aan vervoersopdracht 1a en 3a. Dit kan wederom op basis van vogelvluchtafstand. Eerst delen we de totale emissies door de totale vogelvluchtafstand om de CO_2-emissies per $CNT.km_{gcd}$ van de genset te berekenen:
25,5 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ / (164 $CNT.km_{gcd}$ + 39 $CNT.km_{gcd}$) = 0,13 kg $CO_{2\text{-eq incl infra}}$ per $CNT.km_{gcd}$

Vervolgens berekenen we de emissies per vervoersopdracht door de CPI te vermenigvuldigen met de vogelvluchtafstand:
*Vervoersopdracht 1a: 0,13 * 164 = 21,3 kg $CO_{2\text{-eq,incl infra}}$*
*Vervoersopdracht 3a: 0,13 * 39 = 5,1 kg $CO_{2\text{-eq,incl infra}}$*

Daarmee komen de totale CO_2-emissies die toegekend moeten worden aan deze vervoersopdrachten op:
Vervoersopdacht 1: 521,0 + 21,3 = 542,3 kg $CO_{2\text{-eq,incl infra}}$
Vervoersopdacht 3: 84,5 + 5,1 = 89,6 kg $CO_{2\text{-eq,incl infra}}$

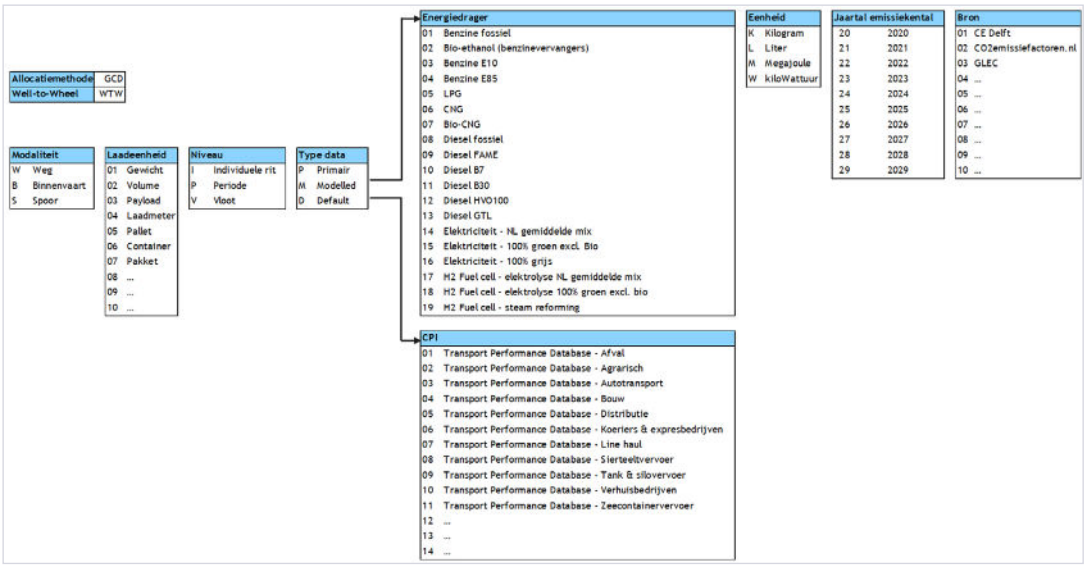
Algoritmenummer van deze berekening: W.06.I.P.10.L.22.01

6 Begrippenlijst

CNT	Container, de vervoerseenheid waarin goederen worden getransporteerd.
CNT.km	De CNT-kilometer is een eenheid die de transportprestatie definieert, uitgedrukt als het transport van één container over een afstand van één kilometer. De afstand die in dit kader in aanmerking wordt genomen is de werkelijk afgelegde afstand om de goederen af te leveren. De CNT-kilometer geeft daarmee de transportprestatie uitgedrukt in zowel afstand als afgeleverde vervoerseenheden (containers).
CNT.km$_{gcd}$	De afstand die wordt genomen om de transportprestatie uit te drukken is de afgelegde vogelvluchtafstand tussen de herkomst en bestemming.
CO_2	Koolstofdioxide.
CO_2-equivalenten	Totaal broeikaseffect van CO_2, CH_4 en N_2O uitgedrukt in eenheden van de sterkte van het broeikasgaseffect van CO_2.
CO_2-equivalenten incl. infra	Totaal broeikaseffect van CO_2, CH_4 en N_2O uitgedrukt in eenheden van de sterkte van het broeikasgaseffect van CO_2, waarbij tevens het broeikasgaseffect is meegenomen van het gebruik van energie-infrastructuur zoals windmolens, raffinaderijen en kabels. De infra-structuur van het vervoerssysteem, zoals wegen en bruggen, is hierin niet meegenomen.
CPI	De COFRET Prestatie Indicator is een maatstaf die laat zien hoe CO_{2e}-effectief het transport van goederen is georganiseerd. De CPI wordt uitgedrukt in uitgestoten CO_2 per ton per kilometer vogelvluchtafstand.
Emissiefactor	Het begrip emissiefactor wordt in dit rapport gebruikt om de emissies per eenheid brandstof of per kilometer aan te duiden.
Energiegebruik	Het brandstofgebruik en/of elektriciteitsgebruik van een voertuig.
Great Circle Distance (GCD)	De Great Circle Distance is de kortste afstand tussen twee punten op het aardoppervlak, gemeten langs het oppervlak van de aarde. Deze afstand staat ook bekend als de 'vogelvlucht' afstand: hierbij wordt geen rekening gehouden met infrastructuur, dus twee punten worden rechtstreeks met elkaar verbonden, alsof er een rechte weg tussen ligt. (TNO,2021)
ISO	De Internationale Organisatie voor Standaardisatie (ISO) is een internationale organisatie die normen vaststelt. De organisatie is een samenwerkingsverband van nationale standaardisatie-organisaties in 163 landen.
Order	Een opdracht om één of meer zendingen uit te voeren op een overeengekomen tijdstip.
Rit	Alle transportbewegingen die worden uitgevoerd door de vrachtauto (met of zonder trailer) vanaf vertrek van de standplaats tot het moment waarop het voertuig weer terugkeert op de standplaats. Op één dag kan een vrachtauto één of meerdere ritten uitvoeren. Een rit kan ook langer dan een dag duren, bijvoorbeeld als het voertuig op maandagochtend vertrekt vanaf de standplaats en vrijdagmiddag weer op de standplaats terugkeert. Met deze definitie worden ook de eventuele lege kilometers voor herpositioneren tussen orders en bezoek aan een wasstraat meegenomen.

TEU	Standaard containermaat om containervolume mee uit te drukken: Twenty feet Equivalent Unit
Transportdienst	ISO definieert een transportdienst (Transport service) als een dienst die wordt geleverd aan een gebruiker van een transportdienst voor het vervoer van vracht van een vertrekpunt naar een bestemming.
TTW	Tank-to-wheel- (weg- en spoorvervoer) emissies: emissies die ontstaan door verbranding van brandstof tijdens het gebruik van het voertuig.
Ton	1.000 kilogram.
Ton.km	Tonkilometer: De tonkilometer is een eenheid die de transportprestatie definieert, uitgedrukt als het transport van één ton over een afstand van één kilometer. De afstand die in dit kader in aanmerking wordt genomen is de werkelijk afgelegde afstand om de goederen af te leveren. De tonkilometer geeft daarmee de transportprestatie uitgedrukt in zowel afstand als afgeleverd gewicht.
WTT	Well-to-tank-emissies (weg en spoor); emissies die vrijkomen tijdens winning, het transport en het raffinageproces van brandstoffen of bij de productie en het transport van elektriciteit.
WTW	Well-to-wheel (voor weg- en spoorvervoer)-emissies; Totaal van WTT- en TTW-emissies.
Zending	Een zending is het transport van één of meer containers in een rit van een herkomst naar een bestemming. ISO gebruikt hiervoor de term *Consignment* (ook wel vertaald als transport-opdracht) en betreft de hoeveelheid lading in een voertuig met dezelfde herkomst en bestemming en opdrachtgever. Een andere door ISO gebruikte term is *Shipment*, dat eveneens vertaald kan worden als zending. Consignment en Shipment worden vaak als synoniemen beschouwd, ISO maakt echter een onderscheid tussen beide. Een shipment verwijst naar een groepering van vracht volgens de behoeften van de verlader, terwijl een consignment verwijst naar een groepering van vracht op basis van de transportoplossingen van een vervoerder. Een shipment kan in één of meerdere consignments/zendingen worden vervoerd.

A Coderingssysteem algoritme



Topsector Logistiek | +31(0)15 251 65 65 | info@topsectorlogistiek.nl | www.topsectorlogistiek.nl

Topsector Logistiek