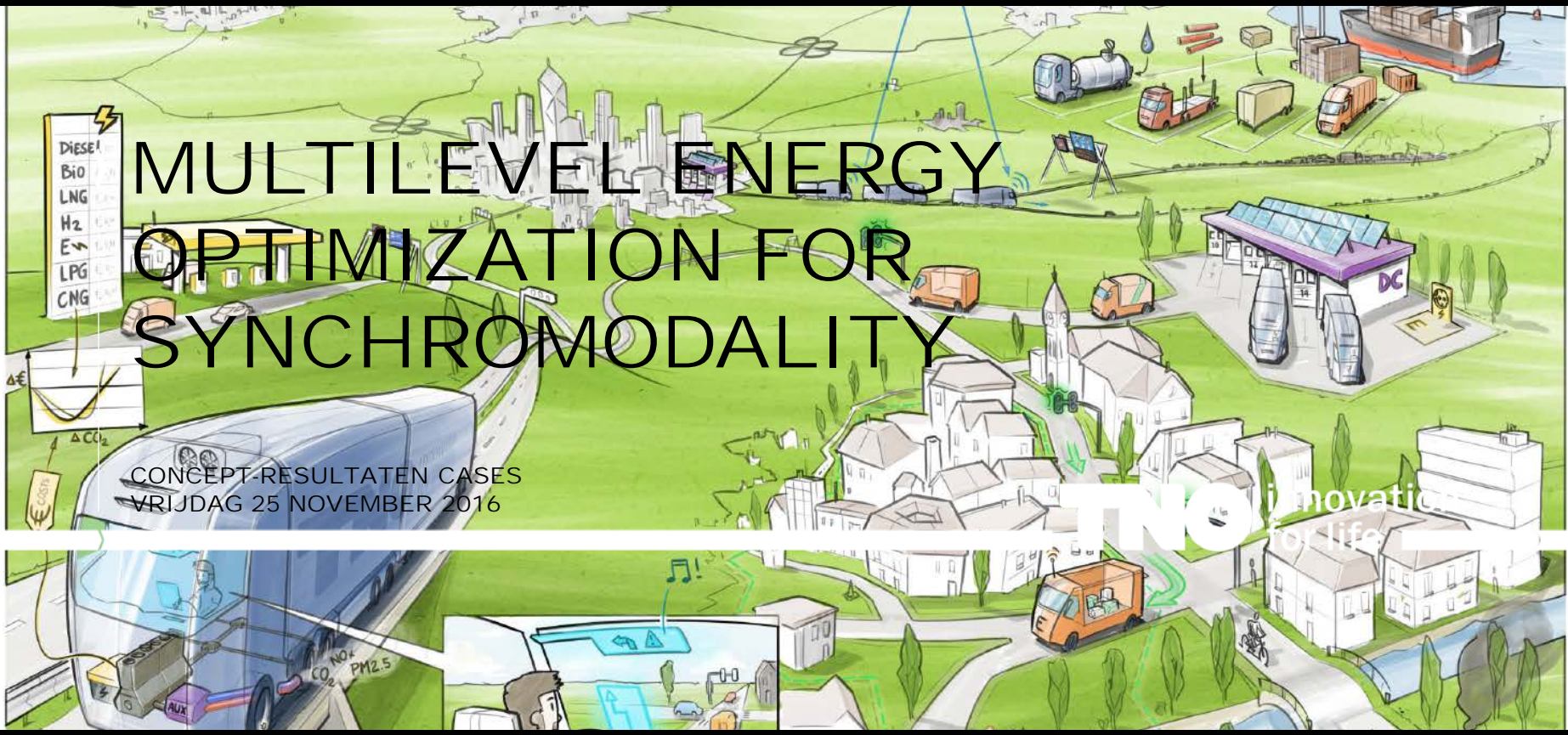


MULTILEVEL ENERGY OPTIMIZATION FOR SYNCHROMODALITY

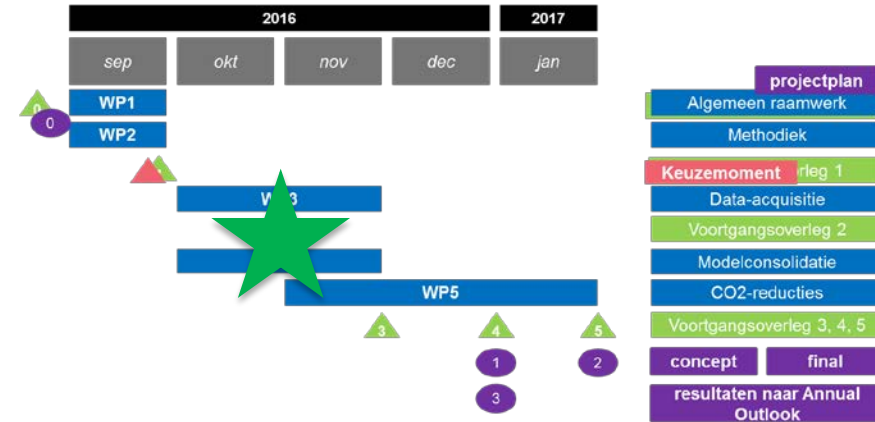
CONCEPT-RESULTATEN CASES
VRIJDAG 25 NOVEMBER 2016

TNO *innovation for life*



INHOUD

- › Doel en onderzoeksvragen
- › Overzicht van activiteiten
 - › WP1 Algemeen raamwerk
 - › WP2 Methodiek
 - › WP3 Data acquisitie
 - ★ WP4 Model consolidatie
 - › WP5 Maatregelen stad & synchro



DOEL EN ONDERZOEKSVRAGEN: WAAR WERKEN WE NAARTOE?

antwoord op de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is op korte (2020), middellange (2030) en lange termijn (2050) de **potentiële bijdrage van zero-emission stadslogistiek** aan de reductie van CO₂-emissies door goederenvervoer in Nederland?
2. Welke **bijdrage** kan **synchromodaliteit** op korte (2020), middellange (2030) en lange termijn (2050) leveren aan de reductie van CO₂-emissies door goederenvervoer in Nederland?

Invoer

Invoerparameters

- Energiedrager: koolstofinhoud
- Voertuig en chauffeur: energie-efficiëntie, inzetprofiel
- Afstand herkomst-bestemming
- Transport(efficiency): beladingsgraad en 'extra' afstand
- Productspecificatie: tonnen, m3

Bronnen:

- CE Delft
- CBS / NEV
- EU: Transport white paper EU
- EIA: Annual Energy Outlook

- Weg: ICCT white paper heavy-duty,
- Spoor: Smart-rail
- Binnenvaart: PROMINENT

Actie

Decompositie van logistieke subsector naar voertuig-inzet-combinaties voor 1990 en huidige situatie

Decompositie van logistieke subsector naar voertuig-inzet-combinaties voor 2020, 2030 en 2050 op basis van autonome ontwikkeling.

Formuleren van maatregelen en bepalen reductiepotentieel / marktpenetratie in 2020, 2030 en 2050

Bepalen van effecten van maatregelen voor verschillende zichtjaren

Uitvoer

Huidige CO₂-emissies van logistieke subsector

CO₂-emissies in 2020, 2030 en 2050 op basis van **autonome ontwikkeling** van logistieke subsector.

Potentiële CO₂-emissiereductie in 2020, 2030 en 2050 per maatregel van logistieke subsector.

WP 1 SYNCHRO SPOOR

Verschillende bronnen gecombineerd:

1. Vervoersstromen naar herkomst bestemming
2. Voertuigkms obv ETISplus database
3. Treinomvang berekend obv gemiddelde.
4. Energieverbruik obv formule CEDelft STREAM (incl. lege retourritten)

Voertuigkilometers spoor in Nederland 2015

	Droge bulk	Natte bulk	Container	Metaal en stukgoed	Totaal
Treinen <2200 t	0.9	1.2	3.2	1.0	6.4
Treinen >2200 t	1.9	0.0	0.0	0.0	1.9
Totaal	2.8	1.2	3.2	1.0	8.2

WP 1 SYNCHRO BINNENVAART

Verschillende bronnen gecombineerd:

1. Vervoersstromen naar herkomst bestemming
2. Voertuigkms obv ETISplus database
3. Treinomvang berekend obv gemiddelde.

Voertuigkilometers binnenvaart in Nederland 2015

	Leeg	Natte Bulk	Droge Bulk	Containers	Totaal
CEMT I t/m III	7.3	1.2	7.9	0.5	16.9
Cemt IV	3.7	2.0	3.9	0.6	10.2
Cemt Va	6.0	5.4	4.3	2.9	18.5
Cemt Vb	0.3	0.0	0.7	0.4	1.5
Cemt Vla	1.0	0.9	0.4	1.5	3.8
Cemt Vib en groter	0.5	0.0	0.8	0.1	1.4
Totaal	19.0	9.4	17.9	6.0	52.2

WP2 METHODIEK REKENREGELS SYNCHRO

Doel

- › Ontwikkelen van rekenregels om de effecten van concepten van synchromodaliteit op de verdeling van tonkilometers en resulterende voertuigkilometers over verschillende vervoerwijzen in te schatten, rekening houdend met mede door geografie en de beschikbaarheid van infrastructuur bepaalde “omwegfactoren”.

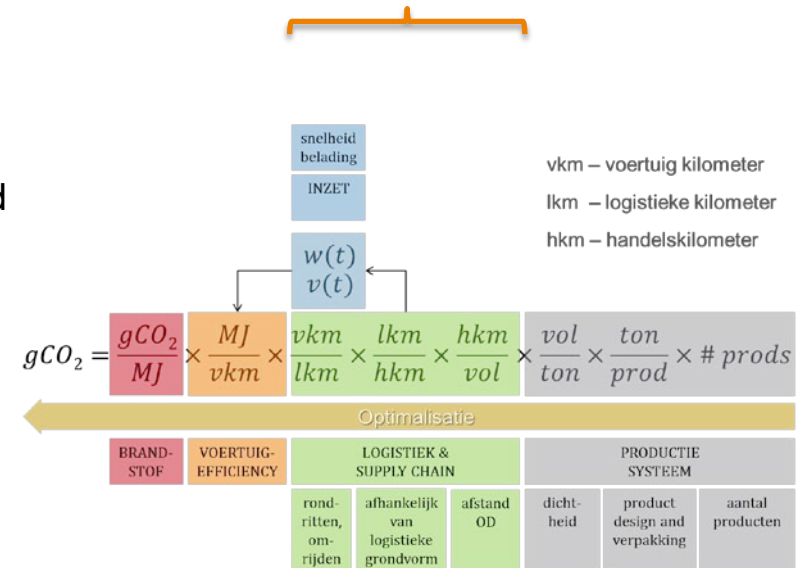
Aanpak

- › Transferfunctie tussen modaliteiten (zie volgende slides)

Status

- › Work in progress

Omrijdfactoren geven verschillende verhouding vkms/hkms, maar niet voldoende beschrijving voor extra transportbehoefde naar omslagplaats.



MEO SYNCHROMODALITEIT (BELADINGSGRAAD)

- › In het geval van containervervoer wordt de totale beladingsgraad bepaald door

- › Beladingsgraad voertuig $\left(\frac{\text{aantal vervoerde containers}}{\text{maximaal aantal containers}} \right)$



- › Beladingsgraad container $\left(\frac{\text{vervoerd gewicht}}{\text{gemiddeld gewicht gevulde container}} \right)$



- › Totale beladingsgraad: $beladingsgraad_{voertuig} * beladingsgraad_{container}$

MEO SYNCHOMODALITEIT NATRANSPORT

- › Emissies ten gevolge van benodigde overslag
 - › Natransport: Het wijzigen van de gebruikte modaliteit kan leiden tot extra transportbewegingen (bv. vervoer van schip of trein tot deur per vrachtwagen)
 - › Extra transport $\approx 10\text{km}$ (per container)
 - › Truck: 1400 g/km , $1,6\text{ TEU}$ per truck
 $\approx 1,2\text{ kg CO}_2/\text{ton}$
- **Opgenomen**



MEO SYNCHOMODALITEIT OVERSLAG

- › Bij alle modaliteiten vindt overslag plaats op de zeeterminal.
- › Bij spoor en binnenvaart is daarnaast ook CO2 uitstoot bij overslag op een achterlandterminal.
- › In totaal gaat het hier om ca 0,5 tot 0,9 kg CO2 per ton.

→ **Opgenomen**

KG CO2	Binnenvaart	Spoor	Weg
Zeehaven-overslag	9.4	10.4	6.1
Achterlandter-minal overslag	2.4	2.9	0.0
Totaal per move	11.7	13.3	6.1
Totaal per ton	0,8	0,9	0,5



EFFECTEN VAN SYNCHROMODALITEIT OP TRANSPORTEMISSIONS

vkm – voertuig kilometer

lkm – logistieke kilometer

hkm – handelskilometer

Beladingsgraad

Hogere beladingsgraad
→ hogere massa
→ hoger verbruik

Hogere beladingsgraad
→ Minder vervoersbewegingen

Handeling

$$gCO_2 = \left(\frac{gCO_2}{MJ} \times \frac{MJ}{vkm} \times \frac{vkm}{lkm} \times \frac{lkm}{hkm} \times \frac{hkm}{vol} + \frac{gCO_{2,handeling}}{vol} \right) \times \frac{vol}{ton} \times \frac{ton}{prod} \times \#prod$$

$$\sum gCO_2 = gCO_{2,weg} + gCO_{2,spoor} + gCO_{2,water} + gCO_{2,voor-en natransport}$$

Verschuiving vervoer per modaliteit

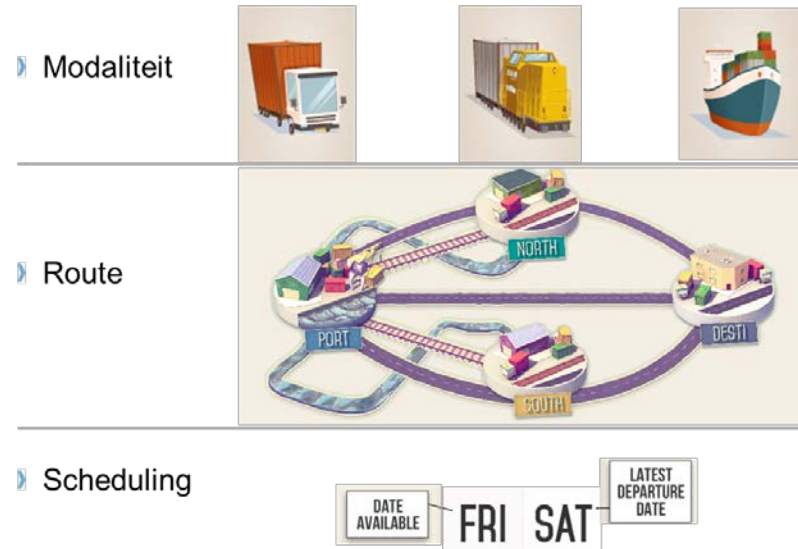
Andere CO₂-emissies per ton.km per modaliteit

Voor- en natransport

+10km Tractor-trailer (heavy)
City distribution

SYNCHROMODALE CASE: LOGISTIEKE MAATREGELEN

- › CO2 footprint is berekend voor 4 cases rondom planningsvrijheid:
 - › Basissituatie (huidige vervoer in 2015)
 - › Modal shift van weg naar spoor
 - › Verbetering bezettingsgraad binnen de modaliteit
 - › Hergebruik lege containers
 - › Combinatie van maatregelen



SYNCHROMODALE CASE: TECHNISCHE MAATREGELEN

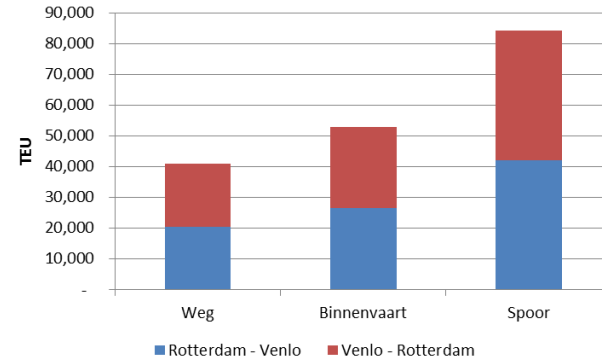
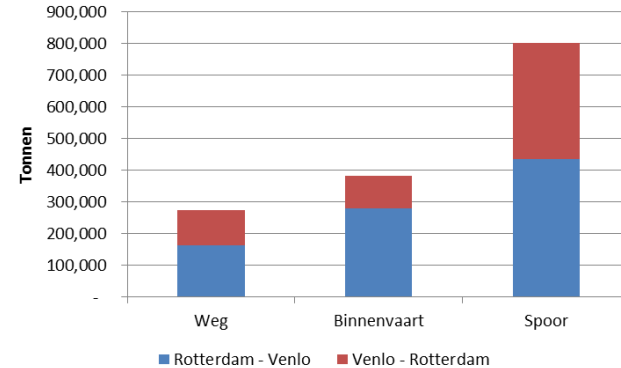
- › De resultaten van de synchromodale maatregelen zijn gecombineerd met technische maatregelen:
- › Weg:
 - › switch naar LNG (40% van het vervoer)
- › Binnenvaart :
 - › Switch naar LNG (40% van het vervoer)
 - › Invoeren van operationele besparingsmaatregelen zoals slow steaming en aanpassen snelheid aan vaarwegcondities (stroomsnelheid, actuele waterstand, vaarwegbreedte) (14% besparing)
- › Spoor
 - › Volledig gebruik elektrische aandrijving



SYNCHROMODALE CASE 1: ROTTERDAM - VENLO

- › Synchronodaal transport van en naar Venlo:
 - › Regio met trimodale faciliteiten
 - › Grote stromen richting Rotterdam
 - › Reeds synchronodale diensten aanwezig

- › De volgende informatie is in deze caseberekening meegenomen:
 - › Vervoer per modaliteit
 - › Vervoer per richting
 - › Aandeel leeg vs vol (tonnen per TEU per richting)
 - › Bezettingsgraad voertuig (TEU per move)
 - › Voor- en natransport



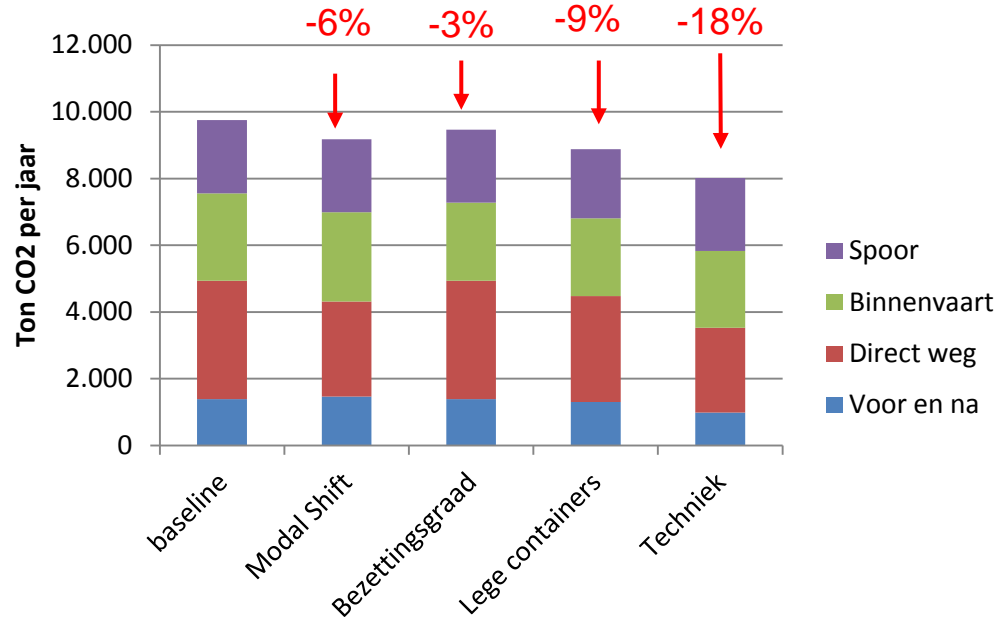
SYNCHROMODALE CASE 1: ROTTERDAM - VENLO

BELANGRIJKSTE AANNAMES

	Direct wegvervoer	Binnenvaart	Spoor
Vervoer in tonnen	273.000	383.000	800.000
Vervoer in TEU	41.000	53.000	84.000
Ton per TEU	6,7	7,3	9,5
Beladingsgraad vaartuig	80%	70%	95%
Kilometers rit modaliteit	140	156	156
Kilometers natransport	0	10	10
Aandeel leeg R'dam - Venlo	39%	11%	13%
Aandeel leeg Venlo – R'dam	64%	79%	30%

SYNCHROMODALE CASE 1: ROTTERDAM - VENLO

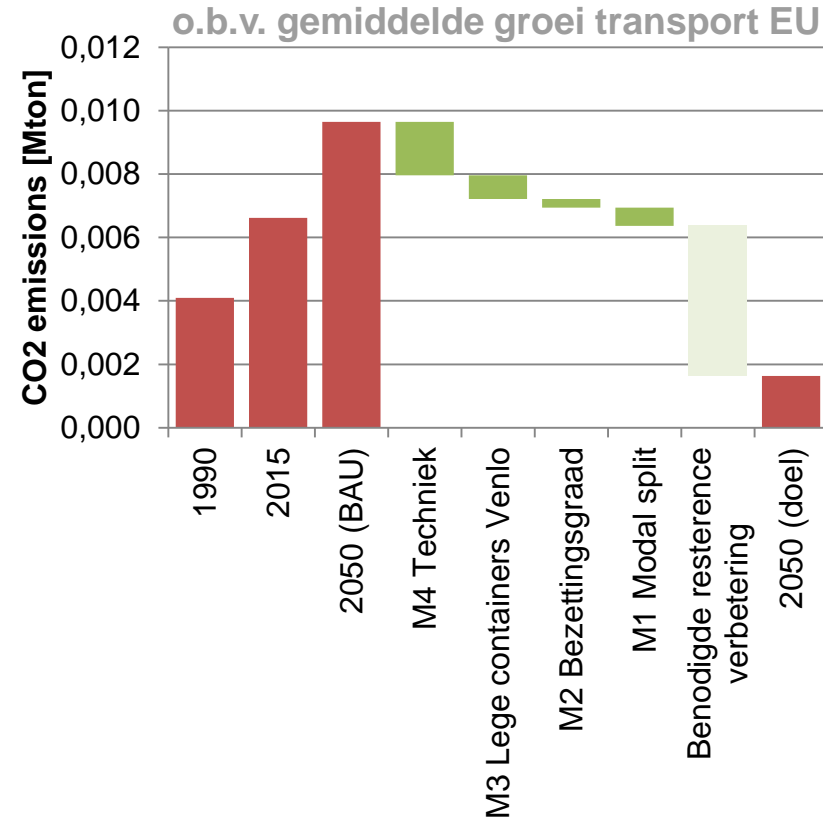
UITKOMSTEN CO2 VAN MAATREGELEN



SYNCHROMODALE CASE 1: ROTTERDAM - VENLO

CONCLUSIES

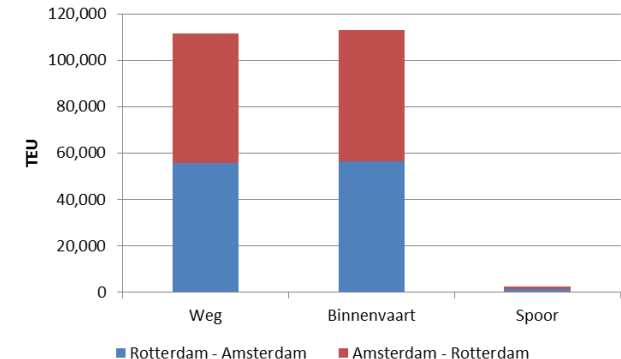
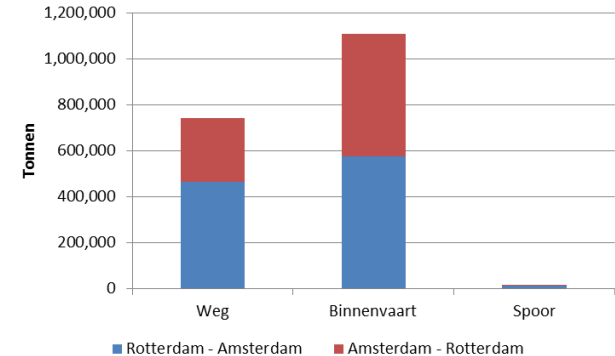
- › Synchronmodale concepten leiden tot een reductie van de CO₂ tussen de 4% en 9%.
- › Het totale effect van synchronmodale concepten op CO₂ is 15%
- › Met technische maatregelen kan een besparing ten opzichte van de baseline van 26% gerealiseerd worden.
- › De totale gecombineerde besparing die op korte termijn gerealiseerd kan worden bedraagt en 29% WTW (of 34% TTW)



SYNCHROMODALE CASE 2: ROTTERDAM - AMSTERDAM

- › Synchronodaal transport van en naar Amsterdam:
 - › Regio met twee modaliteiten (weg en binnenvaart) en meerdere terminals
 - › Grote stromen richting Rotterdam
 - › Vooral unimodale oplossingen

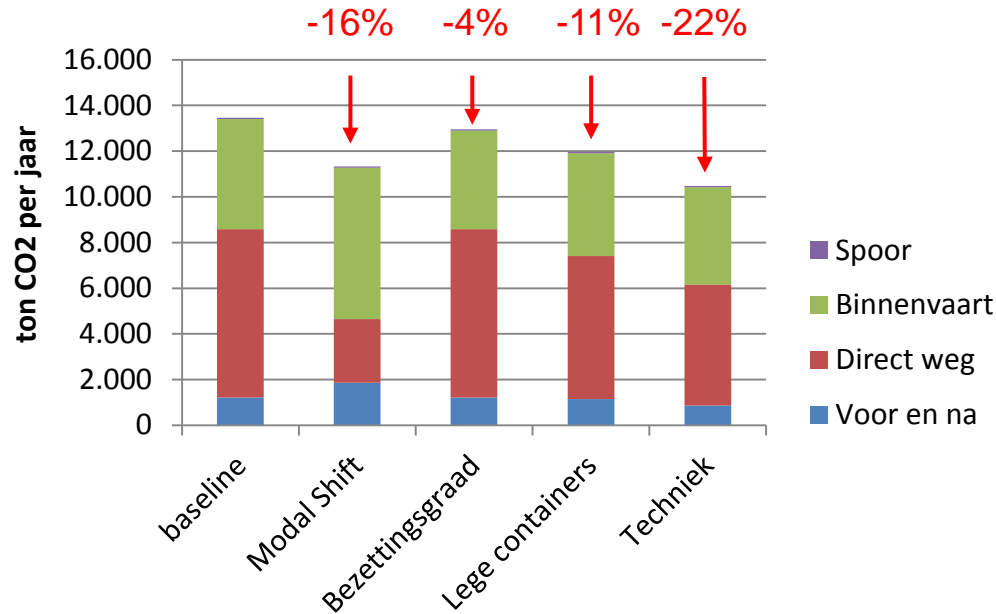
- › De volgende informatie is in deze caseberekening meegenomen:
 - › Vervoer per modaliteit
 - › Vervoer per richting
 - › Aandeel leeg vs vol (tonnen per TEU per richting)
 - › Bezettingsgraad voertuig (TEU per move)
 - › Voor- en natransport



SYNCHROMODALE CASE 1: ROTTERDAM – AMSTERDAM: BELANGRIJKSTE AANNAMES

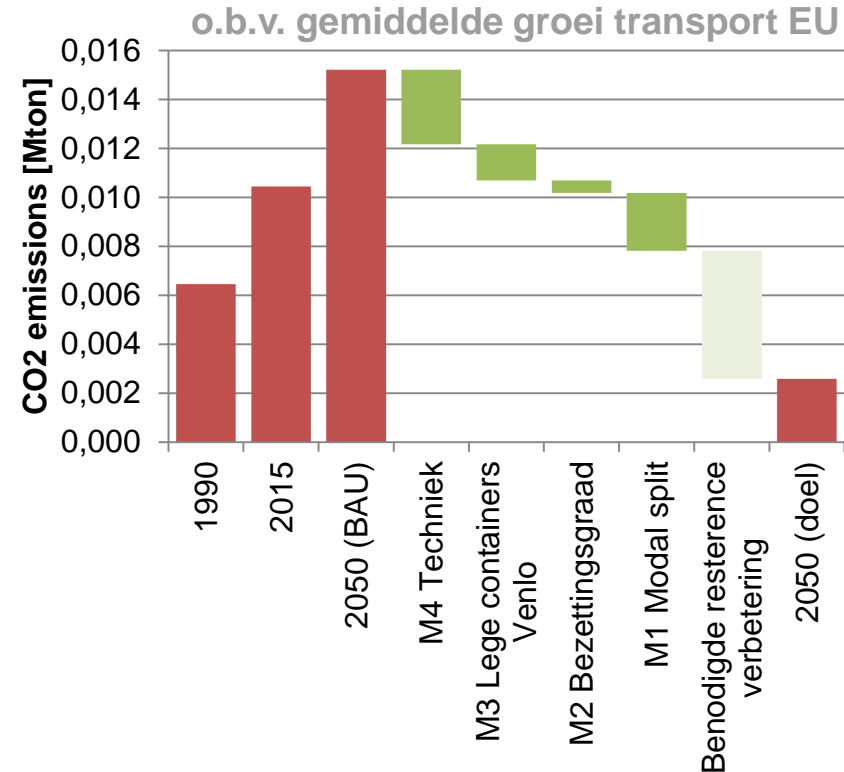
	Direct wegvervoer	Binnenvaart	Spoor
Vervoer in tonnen	742.000	1.107.000	17.000
Vervoer in TEU	112.000	113.000	3.000
Ton per TEU	6,6	9,8	6,3
Beladingsgraad vaartuig	80%	70%	95%
Kilometers rit modaliteit	105	130	135
Kilometers natransport	0	10	10
Aandeel leeg R'dam – A'dam	34%	15%	4%
Aandeel leeg A'dam – R'dam	69%	23%	106%

SYNCHROMODALE CASE 1: ROTTERDAM – AMSTERDAM: UITKOMSTEN CO2 VAN MAATREGELEEN



SYNCHROMODALE CASE 1: ROTTERDAM – AMSTERDAM: CONCLUSIES

- › Synchronmodale concepten leiden tot een reductie van de CO2 tussen de 4% en 16%. Door het hogere aandeel wegvervoer is het potentieel van modal shift groter.
- › Het totale effect van synchronmodale concepten op CO2 is 26%
- › Met technische maatregelen kan een besparing ten opzichte van de baseline van 22% gerealiseerd worden.
- › De totale gecombineerde besparing die op korte termijn gerealiseerd kan worden bedraagt **46% WTW** (of 51% TTW)



CONCLUSIES

- › In dit onderzoek is MEO geschikt gemaakt voor het doorrekenen van synchromodale oplossingen.

- › Met dit model zijn twee cases doorgerekend met verschillende resultaten:
 - › In de corridor Rotterdam – Venlo is de potentiële reductie van synchromodale oplossingen relatief beperkt (-15%). Gecombineerd met technische maatregelen kan een besparing van -23% gehaald worden.
 - › In de corridor Rotterdam – Amsterdam vindt relatief veel wegverkeer plaats, Hierdoor is een potentiële reductie van synchromodale maatregelen van -23% mogelijk. Gecombineerd met technische maatregelen kan een forse besparing (-46%) worden behaald.

› BEDANKT VOOR UW AANDACHT

Voor meer inspiratie:
[TIME.TNO.NL](https://www.time.tno.nl)

TNO innovation
for life