

# Decarbonisation of a Hinterland Freight Corridor in 2040

A Normative Scenario Design Case Study  
Of the Rotterdam - Venlo Corridor

Msc Transport Infrastructure & Logistics Thesis  
report

Matthias Santing

Delft University of Technology

# Decarbonisation of a Hinterland Freight Corridor in 2040

A Normative Scenario Design Case Study  
Of the Rotterdam - Venlo Corridor

by

Matthias Santing

to obtain the degree of Master of Science in  
Transport, Infrastructure and Logistics  
at the Delft University of Technology,  
to be defended publicly on Monday June 24, 2024 at 05:10 PM.

Student number: 4703758  
Project duration: November, 2023 – June, 2024  
Thesis committee: Prof. dr. ir. L. A. Tavaszy, TU Delft, chair  
Dr. ir. A. J. van Binsbergen, TU Delft, supervisor  
Dr. J. H. R. van Duin, TU Delft, supervisor  
A. Rondaij, TNO, external supervisor

Cover: Trucks on the Dutch Highway by Rafael Philippen (TNO Beeldbank)

An electronic version of this thesis will be available at <http://repository.tudelft.nl/>.



# Preface

Before you lies the thesis *Decarbonisation of a Hinterland Freight Corridor in 2040* which is the final work for me to complete the master of Transport, Infrastructure and Logistics at the Delft University of Technology. It contains the work I have been doing in the last couple of months for the TU Delft and TNO. I am very thankful that I have obtained the opportunity to be doing my thesis at TNO and their flexibility to the topic.

The journey of writing this thesis provided me with a lot of new experiences. I am grateful to the support and interesting discussions that I had with the colleagues at TNO. Furthermore, I am indebted to the experts that have participated in this Thesis. The interviews gave me refreshing perspectives, a lot of information and the experience of having discussions with experts from different segments of the sector. Lastly, during this thesis, I attended two conference events in which I met a lot of people and inspiring conversations. Not only this had learned me a lot about the subject, but is also gave me some experience of the different aspects of working in this sector.

This thesis would not have been finished without the help of some very important people. I want to give a special thanks to Annette Rondaij for her mentorship, helpful feedback, flexibility and dedicated time throughout the process of this thesis which were a great contribution to this study. Furthermore, I am thankful to my supervisors Arjan van Binsbergen and Ron van Duin for always having time for me despite the very busy agenda's. Their feedback was very valuable and crucial for the final results of this thesis. I want to thank them for always providing me with challenges from which I have learned a lot. I am also indebted to Lorí Tavaszy, who agreed to be the chair of my thesis. His guidance added essential elements to the final work of this thesis. Furthermore, I am very grateful to him for giving me the opportunity to attend the *Logistiekdag Nederland*. Last, but not least, I want to thank my wife, family and friends for their support, listening ear and refreshing perspective which I could take inspiration from in this thesis.

I wish you a pleasant read of this thesis, as much as I enjoyed writing this closing sentence of my academic journey as a student.

*Matthias Santing*  
*The Hague, June 2024*

# Summary

In the past 100 years, the total energy consumption has increased by 10 times, mostly generated by fossil fuels emitting a lot of CO<sub>2</sub> particles causing global warming. To limit global warming to 1.5°C, a reduction of 90% of CO<sub>2</sub> emissions compared to 1990 should be achieved in 2040. In the Netherlands, about 19% of the total energy consumption is used by the mobility sector. However, this sector is also one of the most difficult sectors to decarbonise. This study focuses on hinterland freight transportation between Rotterdam / Moerdijk and Venlo. On this freight corridor three different modalities are used to transport freight: road, rail and barge. The goal of this study is to reach a reduction of 80% of CO<sub>2</sub> emissions compared to 2014 by using technical and logistical measures. The following research question is used: *Which measures and innovations are needed to reach the emission reduction goals of 80% for 2040 in a normative scenario for the Rotterdam - Venlo freight corridor?*

As stated in the research question, the proposed methodology for this study is an iterative normative scenario approach according to the following steps. First, the emission reduction targets are defined in the Research question, which will also be based on the total emissions on the corridor in the base year. The next step is to make a list of emission reduction measures based on literature review as well as expert interviews. These measures will then later be combined into a set of measures. From the base year (2014), then a Business as Usual scenario will be made until 2040. The combination of this BAU scenario and the set of measures leads to the design of two different future scenarios. For these scenarios, the emissions will be computed for the corridor. The total emissions are then compared to the reduction goal, if the goal is achieved, the iterative process is stopped. If the goal is not achieved, then the set of measures is adjusted, and the process is done again.

The literature review and therefore search for emission reduction measures is based on the 5 decarbonisation strategies of McKinnon (2018). These are as follows: (1) reducing the freight demand, (2) shifting to a more sustainable mode of transport, (3) improving asset utilization, (4) improving vehicle efficiency and (5) Switching to alternative energy carrier. A variety of both technological (strategies 4&5) and logistical (strategies 1,2&3) is studied for the effect of the measure as well as the implementation potential. The findings of the literature study is discussed with 11 different experts from the field improving the accuracy of the measures and limit the amount of assumptions as much as possible. The main takeaways from the literature review and expert interviews for technological measures are that the main gain could be found in biofuels and electrification. For the logistical measures, the main potential would be in the modal shift, improving the load factor and reducing the amount of empty vehicle / vessel kilometers.

The reduction goal of 80% for the corridor in 2040 is compared to the emissions in 2014, the base year of the study. Therefore, the reference emissions from this year should be defined as well. On the corridor, both national (road, rail and barge) and international (road and rail) transport takes place. This difference is important as on a national level, the modal split is about 40% road, 15% rail and 45% by barge based on transported ton in 2014. The international flows on the other hand are much larger and mainly done by rail. The modal split for all transport along the corridor (based on tonnes) is therefore 10% road, 80% rail and 10% barge. This results in a total Well-to-Wheel emission of 66 kton CO<sub>2</sub>. From this 66 kton, about 60% is emitted by road transport, 34% is emitted by ships and 6% by rail freight transport. An 80% reduction of these 66 kton means that in 2040, the maximum allowed emission on the corridor is set at 13.2 kton CO<sub>2</sub>.

The next step is to define the BAU scenario for 2040. In this scenario, no measures are applied, but the increase of transport between 2014 and 2040 with the corresponding increase of emissions is studied. Three different growth scenarios are discussed, a low growth scenario (WLO low), a high growth scenario (WLO high) and a more average growth scenario based on both WLO scenario as used in the *Klimaat- en Energieverkenning* (KEV). This last scenario is more indicative to the corridor as the growth was estimated per origin and destination pair, as well as the NSTR type of freight. For the



other scenarios, only the average growth per NSTR type was given. Due to this KEV scenario, a modal shift occurs on the corridor as well from both road and barge towards rail. Furthermore, a decrease of bulk is expected and an increase of container (or intermodal) transport. The estimated modal split for 2040 is around 89% rail freight and around 5% for both road and barge transport with a total emission of 71.4 kton CO<sub>2</sub>.

With the BAU defined, the sets of measures can be combined into two different scenario designs, an optimistic and conservative scenario. For the optimistic scenario, the effects are estimated to be more progressive with a higher adaption rate whereas the conservative scenario has a more conservative nature. For the first iteration, the technological measures are put in place. These consist of the introduction of biofuels as well as switching to electricity, keeping in mind that the share of green electricity increases over time. In the second iteration, the logistical measures are introduced which mainly focus on reducing the amount of vehicle kilometers with increased load factor or longer vehicles. For the third iteration, the effects of the different measures are increased. In this iteration, the conservative scenario does not change the logistical measures, but focuses on improving the technological measures. The optimistic scenario improves both kind of measures.

Figure 1 shows the results of the computation of the iterations for both scenarios as well as the reduction goal with the green line. It shows that with the BAU scenario, an initial increase of emissions occurs. The first iteration with the technological measures has achieved a big step in reducing the emissions with a reduction of 66% for the optimistic scenario and 58% (compared to 2014) for the conservative scenario. Iteration 2 shows that the addition of the logistical measures does have an impact, but the effect is smaller due to the more sustainable transport already on the corridor. After this iteration, a 71% reduction is established for the optimistic scenario and a 63% reduction for the conservative scenario. In the third and final iteration, the 80% reduction is reached for both the optimistic and conservative scenario with emissions of respectively 13.0 and 12.6 kton CO<sub>2</sub>.

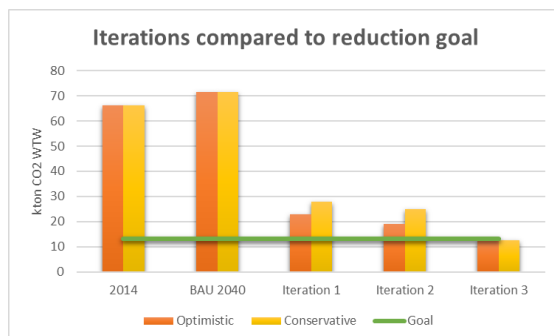


Figure 1: CO<sub>2</sub> emissions on the corridor per iteration

A Sensitivity Analysis was performed as well to discuss the assumptions made during the study and test the resilience of the measures. It showed that the high share of rail has a relative low impact with the same estimation of freight. With the growth adjusted for intermodal rail transport, as well as choosing another BAU scenario or a maximum share of green electricity at 50%, the measures were not enough and the targets had to be increased.

Furthermore, the Sensitivity Analyses showed that with no logistical measures, the technological measures had to increase slightly. On the other hand, without the technological measures, a reduction of 80% is almost impossible as a modal shift of 72% from road to rail and 66% from barge to rail is required.

The implementation of the measures was discussed as well by addressing the barriers and challenges of the expected goals for each measure. Uncertain aspects are the high demand for bio-diesel, the required changes to (charging)-infrastructure and the collaboration and trust between all involved actors.

To conclude, this study showed what is necessary to achieve in the transport sector to reduce the emissions on the freight corridor with 80% in 2040. It showed that there is a potential, but that it requires a collaborative approach in which the sector has to take its responsibility in providing more sustainable transport. Limiting factors for this study included the relatively old dataset from 2014. Furthermore, the monetary aspect is not considered in this study. Further research could be done towards the effect of these measures towards the price and attractiveness of transport on the corridor. In the case that the transport attractiveness has increased, the freight demand on the corridor could potentially increase, resulting in the need of stronger measures.

# Contents

<b>Preface</b>	<b>i</b>
<b>Summary</b>	<b>ii</b>
<b>Nomenclature</b>	<b>vii</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Problem Definition . . . . .	1
1.2 European and National Agreements . . . . .	2
1.3 Preliminary TNO study . . . . .	3
1.4 Goal of the study and Research Question . . . . .	4
<b>2 Methodology</b>	<b>5</b>
2.1 Literature Study . . . . .	5
2.2 Expert Consulting . . . . .	6
2.3 Business as Usual 2040 . . . . .	8
2.4 Normative Scenario Design . . . . .	9
2.4.1 Set of measures . . . . .	9
2.4.2 Normative Scenarios . . . . .	10
<b>3 Literature Review &amp; Expert Consultation</b>	<b>13</b>
3.1 Digitalization in transport and logistics . . . . .	14
3.2 Load Consolidation & Groupage . . . . .	14
3.3 Energy Carriers & Vehicle Efficiency . . . . .	16
3.3.1 Road Freight Transport . . . . .	16
3.3.2 Rail Freight Transport . . . . .	17
3.3.3 Barge Shipping . . . . .	18
3.3.4 Overview . . . . .	19
3.4 Electric Road Systems . . . . .	19
3.5 Expert Interview findings . . . . .	20
<b>4 Current State Freight Corridor</b>	<b>25</b>
4.1 Overview of the Corridor . . . . .	25
4.2 Data . . . . .	27
4.2.1 Road . . . . .	29
4.2.2 Rail . . . . .	31
4.2.3 Barge . . . . .	33
4.2.4 Modal Split and Conclusions . . . . .	35
4.3 Exogene factor changes before 2040 . . . . .	36
4.3.1 Infrastructure and personnel . . . . .	36
4.3.2 Legislation . . . . .	37
<b>5 Forecasting BAU Scenario 2040</b>	<b>38</b>
5.1 Growth Factors . . . . .	38
5.2 WLO Low scenario . . . . .	40
5.3 KEV scenario . . . . .	41
5.4 WLO High scenario . . . . .	43
5.5 Comparing the scenarios . . . . .	45
5.6 Conclusion . . . . .	47
<b>6 Normative Scenario Design</b>	<b>48</b>
6.1 Technological measures . . . . .	49

6.1.1	Emission tax and Truck kilometer Charge . . . . .	49
6.1.2	Ban on Diesel Trains on the Corridor . . . . .	50
6.1.3	Installation of renewable electricity generation . . . . .	51
6.1.4	Overview . . . . .	51
6.2	Logistical Measures . . . . .	52
6.2.1	Facilitation and Integration of Digital platform and systems . . . . .	52
6.2.2	Super Eco Combi . . . . .	54
6.2.3	Increased lengths of train . . . . .	55
6.2.4	Speed Restriction on the River . . . . .	55
6.2.5	Overview . . . . .	56
6.3	Additional and adjusted Measures . . . . .	56
6.3.1	Emission Tax, Truck Kilometer Charge and Digitalisation . . . . .	57
6.3.2	Installation of Renewable Electricity Generation sources . . . . .	57
6.3.3	Overview . . . . .	57
<b>7</b>	<b>DeCaMod</b> . . . . .	<b>59</b>
7.1	Input & Assumptions . . . . .	59
7.2	Methodology Original Model . . . . .	61
7.3	Expansion of the model . . . . .	62
7.3.1	Expanding to 2040 . . . . .	62
7.3.2	Well to Tank addition . . . . .	63
7.4	Output . . . . .	63
<b>8</b>	<b>Results</b> . . . . .	<b>65</b>
8.1	Iteration 1: Technological measures . . . . .	65
8.2	Iteration 2: Logistical measures . . . . .	67
8.3	Iteration 3: Final Normative Scenarios . . . . .	69
8.4	Sensitivity Analysis . . . . .	71
<b>9</b>	<b>Implementation</b> . . . . .	<b>73</b>
9.1	Technological Transition and Success/Failure Frameworks . . . . .	73
9.2	Discussed measures . . . . .	74
9.2.1	Large scale use of biofuels in Barges and Trucks . . . . .	74
9.2.2	Large scale electrification of Trucks and Barges . . . . .	75
9.2.3	Digitalisation and collaboration . . . . .	76
9.2.4	Super EcoCombi . . . . .	76
9.2.5	Other measures and final remarks . . . . .	77
<b>10</b>	<b>Discussion</b> . . . . .	<b>78</b>
<b>11</b>	<b>Conclusion</b> . . . . .	<b>80</b>
	<b>References</b> . . . . .	<b>82</b>
<b>A</b>	<b>Scientific Article</b> . . . . .	<b>89</b>
<b>B</b>	<b>Literature Overview</b> . . . . .	<b>101</b>
<b>C</b>	<b>NSTR conversion</b> . . . . .	<b>104</b>
<b>D</b>	<b>Performance Parameters DeCaMod</b> . . . . .	<b>105</b>
<b>E</b>	<b>Results graphs</b> . . . . .	<b>106</b>
E.1	Iteration 1: Technological Measure . . . . .	106
E.2	Iteration 2: Adding Logistical Measures . . . . .	108
E.3	Iteration 3: Adding and Adjusting Measures . . . . .	111
<b>F</b>	<b>Interview Questionnaire</b> . . . . .	<b>114</b>
F.1	Algemeen . . . . .	115
F.2	Modal Shift . . . . .	115
F.3	Optimaliseren van gebruik voertuigen en assets . . . . .	116
F.4	Efficiëntie van voertuigen en nieuwe energie dragers . . . . .	117



---

F.4.1	Wegvervoer . . . . .	117
F.4.2	Railvervoer . . . . .	118
F.4.3	Binnenvaart . . . . .	119
<b>G</b>	<b>Interview Statistics</b>	<b>121</b>
<b>H</b>	<b>Expert Interviews Transcriptions</b>	<b>124</b>

# Nomenclature

## Abbreviations

---

Abbreviation	Definition
BAU	Business as Usual
BEV	Battery Electric Vehicle
CCS	Carbon Capture and Storage
CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide
DeCaMod	Decarbonisation Model
EICB	Expertise- en InformatieCentrum Binnenvaart
FAME	Fatty Acid Methyl Ester
FCV	Fuel Cell Vehicle
GHG	Greenhouse Gas
HEV	Hybrid Electric Vehicle
HCF	Hinterland and Continental Freight
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil
ICE	Internal Combustion Engine
IWT	Inland waterway Transport
KPI	Key Performance Indicator
LNG	Liquified Natural Gas
NO <sub>x</sub>	Nitrogen oxides
OEM	Original Equipment Manufacturer
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PM	Particulate Matters
SEC	Super EcoCombi
TNO	Nederlandse organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TTW	Tank-To-Wheel
WTT	Well-To-Tank
WTW	Well-To-Wheel
ZE	Zero Emission

---

# 1

## Introduction

### 1.1. Problem Definition

In the past 100 years, the total annual energy consumption globally has multiplied by almost 10 times (Figure 1.1). As the majority of the primary energy is generated by fossil fuels, the CO<sub>2</sub> emissions also have increased over the years putting pressure on the earth's ecosystem. Although the annual CO<sub>2</sub> emissions in The Netherlands have decreased for the last few years (Ritchie et al., 2020), -note that COVID-19 also did have an impact on the emissions-, the cumulative emissions from fossil fuels (Figure 1.2) are more worrying.

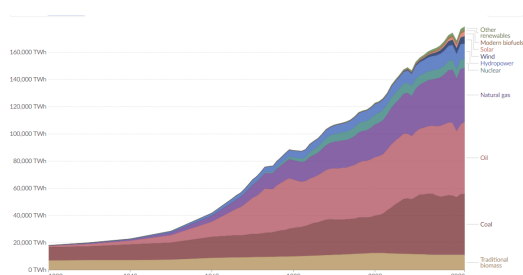


Figure 1.1: Global primary energy use. Source: (Our world in Data, 2023).

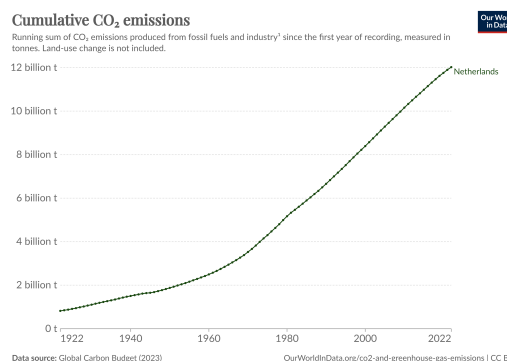
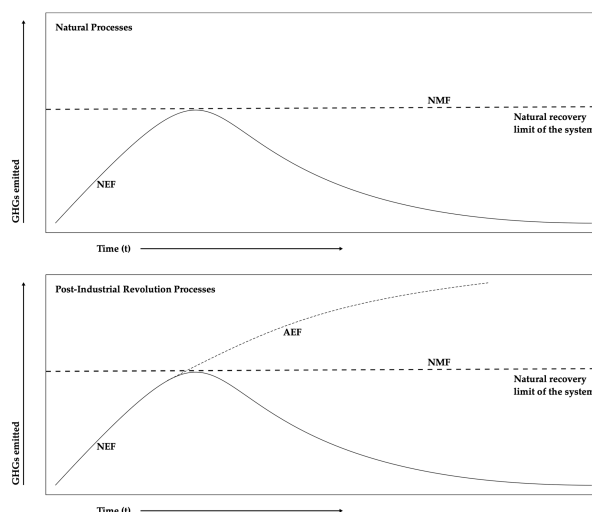


Figure 1.2: Cumulative CO<sub>2</sub> emissions in The Netherlands from fossil fuels and industry (Ritchie et al., 2020)

### Capacity limit of the earth system

So the question is why is this worrying? That is explained with Figure 1.3. In this figure, NEF (Natural Greenhouse Gases Emission Factors) were kept in balance by the NMF (Natural GHG Mitigation factors) in a self-regulatory system. However, after the Industrial Revolution much more CO<sub>2</sub> was emitted due to processes started by human activities. These are the AEF (Anthropogenic Greenhouse Gases Emission Factors) which caused the total GHG emitted to exceed the Earth natural limit to mitigate these emissions. According to the Paris Agreement from COP21, which has as a goal to keep the global warming below the 1.5°C limit, the GHG emissions must peak before 2025 and a reduction of 43% has to be reached in 2030 to prevent worse. According to experts, the limit of CO<sub>2</sub> emissions for 1.5°C global warming is reached within 5 to 10 years if the current pattern is continued.





**Figure 1.3:** Evolution of the interaction of different emission factors with the capacity limit of the earth system to restore (Nunes, 2023)

In the Netherlands, 19% of the primary energy is used by the mobility sector (CBS, 2023). This is the second highest share after the industry sector. However, the transport sector is one of the sector which is the most difficult to decarbonize (McKinnon, 2018). When looking at freight transport, the major flows in the Netherlands are transported along so called freight corridors, which also have a function as testing grounds for pilots and new innovative concepts. (Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2017). This study focuses on the hinterland decarbonisation towards 2040 of the Rotterdam - Venlo corridor, consisting of one of the highest transport volumes in The Netherlands, while using three hinterland transport modalities: Road, Rail and Inland Waterways Transport or Barge Transport.

## 1.2. European and National Agreements

In this section, the agreements per modality are discussed for national or (if not applicable) European for the reduction of CO<sub>2</sub>.

First of all, the short term reduction goals for 2030 are already determined in many areas as well as the long term directions for 2050 at which time net zero emission has to be reached in Europe (European Commission and Directorate-General for Climate Action, 2019). The intermediate goals for 2040 are not yet definitive. According to the European Commission and Directorate-General for Climate Action (2019), it is essential to limit the global warming to 1.5°C, and therefore the transport sector has to reduce emissions with 70-80% compared to 2014. This is lower than the 90% average reduction of CO<sub>2</sub> globally compared to 1990.

Each modality also has their own guidelines and laws for becoming more sustainable, which do not necessarily overlap with each other. For road freight transport, European Commission and Directorate-General for Climate Action (n.d.) set up new European goal to have a 90% reduction of emissions for new HDV in 2040 compared to 2019. Therefore, two intermediate goals are determined with a reduction of 45% in 2030 and 65% in 2035. However, that does not mean that in 2040 a 90% reduction of emissions is established, as only new trucks have to commit to this goal.

Rail freight is a different story as this modality is relatively clean on a Tank to Wheel perspective. Therefore, there are no specific targets for rail freight transport. This does not mean that there is nothing to do for this modality, as there are still some gains to make. For example, there are still diesel trains running on electrified tracks, which emit GHG. Moreover, the use of more green energy can be stimulated for this modality to make this mode of transport even more sustainable.

Lastly, for inland waterways transport, the challenge is very high. This is mainly due to the relative small amount of ships and the long life time of the ships. This makes the modality very slow in innovation. On top of that, the financial status of most of the ship owners does not enable them to innovate quicker. In the Netherlands, there is not yet legislation of reducing emissions directly, but the green deal goals are

set to reduce carbon emissions with 70% in 2040 compared to 2015 (Koninklijke Binnenvaart Nederland, n.d.). Lastly, an important side note to make is that emissions made by international barge freight transport is not accounted for in the Dutch emissions (PBL, 2019).

All these things considered, there is a significant challenges to reduce CO<sub>2</sub> emissions towards 2040. As there is not yet a clear goal for this year, the targets of the different modalities combined will be the directive of the study and therefore the aim of this study is to reduce the hinterland freight emissions on the corridor Rotterdam - Venlo in 2040 with 80% compared to 2014, as a stepping stone to net-zero emissions for transport in 2050.

### 1.3. Preliminary TNO study

Recently, TNO performed a study on the same corridor for 2030 (TNO, 2023). This what-if scenario study forecasted three scenarios for 2030 in which different intentions of decarbonisation strategies were implemented. The goal was to reach 30% reduction of CO<sub>2</sub> corresponding with the national goal stated by the Dutch Climate Agreement for 2030 for hinterland and continental freight transport (HCF) (Klimaatakkoord, 2019).

Three what-if scenarios were designed, based on the 5 decarbonisation strategies from McKinnon (2018) (See Chapter 3), varying in collaboration between stakeholders. The first scenario is *go solo* in which the transporters main focus is implementing measures within their own company without involvement or collaboration with other transporters. The second scenario (*Partner up*), opens up more collaboration between transporters. The focus is more on load consolidation and horizontal collaboration. The last scenario (*All together*) consist of a paradigm shift in which the transport networks and supply chains have been restructured. These transport networks are connected and synchronomodality and asset sharing are used. To determine the total savings, first from the base year (2020), the reference scenario for 2030 had to be created, this is a business as usual case in which the expected growth of freight demand is taken into consideration. Then a slight improvement of cleaner technology over the years was expected (about 2% per year) which also reduced the total amount of emissions. On top of that, the effects of the measures were taken into consideration.

The effects of these scenarios then were computed using the DeCaMod (decarbonisation Model) tool developed by TNO (TNO, 2020). (More information on how this tool works: see Chapter 7). The main focus of the study was reducing the CO<sub>2</sub> emissions, but also the effect on NO<sub>x</sub> was computed with this tool. These emissions are based on the driven kilometers and the detailed emission factors per vehicle kilometer.

The results of this study are shown in Figure 1.4. It shows that on top of the expected technological reduction, an additional potential reduction of 2-7 % of emissions was computed by adding logistical measures. The most promising scenario therefore leads to a emission reduction of (only) 16% as 30% the set goal is by the government. Therefore, TNO stated that by taking logistical measures, the reduction potential increased, but more actions are needed to reach the goals that are set.

This study let to more research areas for the Rotterdam - Venlo corridor. First of all, more work could go to understanding the effects, feasibility and boundary conditions of the measures. This may lead to a better targeted and effective implementation. Furthermore, rebound effects, or integration effects between the different measures are not considered in this study. Including this may result in other reduction potentials. Another aspect is to improve the certainty. This can be done by consulting studies that evaluate both the reduction potential and the application possibilities. Lastly, the potential cumulative reduction over the years to 2050 can be assessed. All in all, the question how to reach the climate goals with effective and feasible measures still exists.

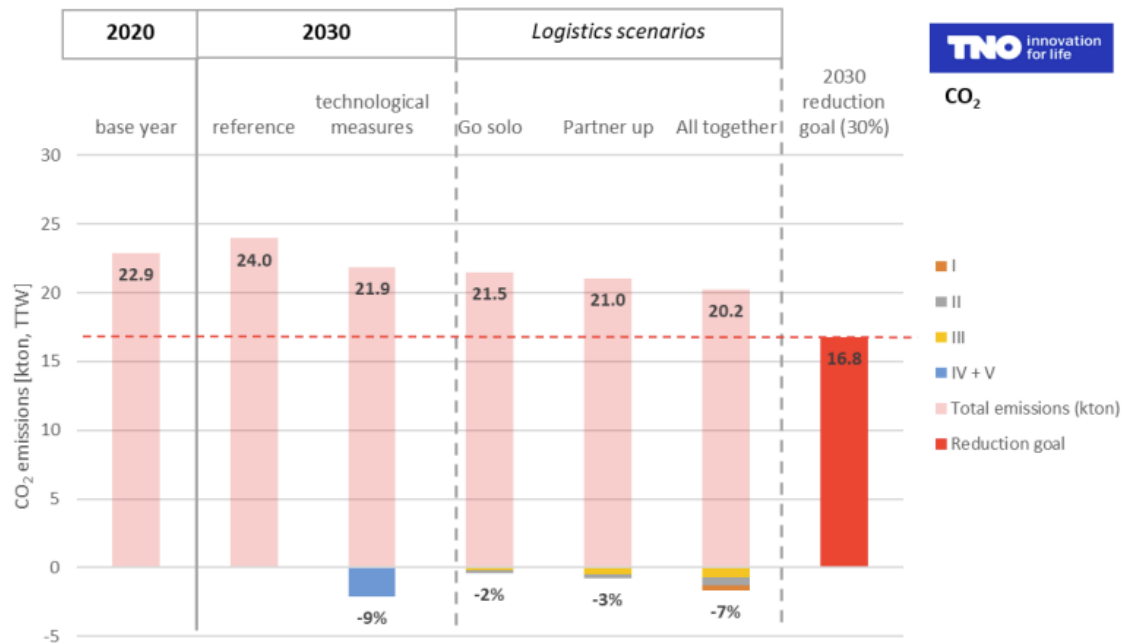


Figure 1.4: Total emissions of CO<sub>2</sub> on the Rotterdam - Venlo corridor for 2030 (TNO, 2023)

## 1.4. Goal of the study and Research Question

The objective of this thesis study is to obtain 80% reduction of CO<sub>2</sub> emissions by studying the effect of implementing multiple emission reducing measures. This is then resulting in the following research question.

*Which measures and innovations are needed to reach the emission reduction goals of 80% for 2040 in a normative scenario for the Rotterdam - Venlo freight corridor?*

To find an answer to this question, multiple sub-questions are defined:

1. Why do we need to reduce emissions and how much?
2. How can the emissions be reduced? (now and future)
3. What is the current state of freight transportation on the corridor Rotterdam - Venlo.
4. What is the business as usual case for 2040 in terms of freight demand and corresponding CO<sub>2</sub> emissions?
5. What normative scenarios for 2040 can be designed with the measures found in literature?
6. What are the potential results of the new measures and innovations?
7. What are the challenges and potentials of the implementation of the measures?

## Report Structure

In Chapter 2, the methodology of this study will be discussed. After that in Chapter 3, existing literature is reviewed and physical measures are retrieved with their known effect. After that, in Chapter 4 the current state of the Rotterdam - Venlo corridor is analysed. The computation starts in Chapter 5 with the forecasting of the 2040 freight demand and baseline of expected CO<sub>2</sub> emissions regarding transport. In Chapter 6 normative scenarios are designed to obtain the goal set in this study combining the knowledge of literature and the forecasted demand. The effects are computed with DeCaMod in Chapter 7, after which the results will be evaluated in Chapter 8. With the scenarios evaluated, an implementation strategy will be discussed to transform this theoretical result into practice in Chapter 9. This study ends with a discussion in Chapter 10 and the conclusions in Chapter 11.



# 2

## Methodology

In this chapter, the methodology will be presented for this study. Table 2.1 gives an overview which subquestion is answered with which method.

**Table 2.1:** Methods for the subquestions

<b>Research subquestion</b>	<b>Method</b>
1. Why do we need to reduce emissions and how much?	Literature review
2. How can the emissions be reduced?	Literature review & Expert Consulting
3. What is the current state of freight transportation on the corridor Rotterdam - Venlo	Numerical Data & Expert Consulting
4. What is the Business-as-usual case for 2040 in terms of freight demand and corresponding CO <sub>2</sub> emissions?	Forecasting & Expert Consulting
5. What normative scenarios can be defined with the measures found in literature?	Scenario Design & Expert Consulting
6. What are the results of the new measures and innovations?	Analysis with DeCaMod & Expert Consulting
7. What political and societal changes have to be made to implement the proposed scenario?	Scenario Design & Expert Consulting

### Definition of measure

In the methodology and literature review, the term measure occurs often. In this section, a brief explanation will be given on the meaning of this term. This study contains two different kind of measures. First, the technological measures consist of measures aiming to make improvements in vehicles efficiency and energy carriers reducing the emissions. Secondly, there are the logistical measures. The logistical measures aim at making the logistics process more efficient by for example load consolidation and modal shift or optimizing the network reducing the amount of vehicle kilometers, therefore reducing emissions. Moreover, these measures can be applied to digitizing of the transport sector.

### 2.1. Literature Study

A literature study is done to find current (and expected future) measures to reduce the emission of CO<sub>2</sub>. These measures can then be combined in different scenario's. Important to indicate that the effect of the single measure is necessary to know. Otherwise, an educated guess or expert judgement has to be made with help from either literature sources or experts.

The framework of Chong et al. (2022) is the guideline of this framework, depicted in Figure 2.1. So first the research question (Phase 1) is established in the Introduction in Chapter 1. Papers, preferably

after 2014, published in scientific journals, are searched on different search engines such as *Scopus*, *ScienceDirect* & *Google Scholar* to find relevant information. Papers that were not publicly accessible (behind paywall) were not taken into consideration.

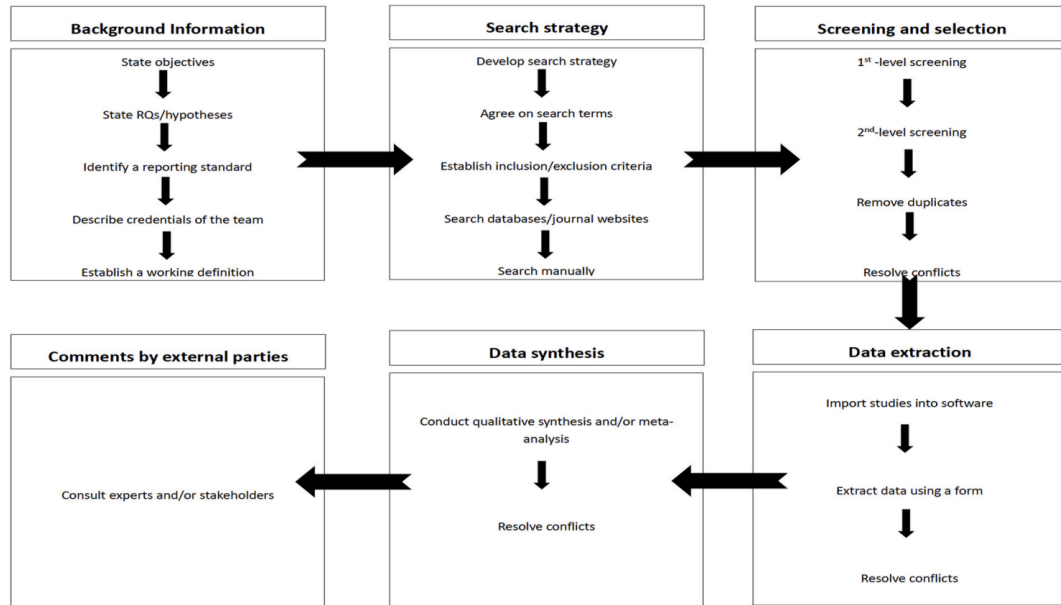


Figure 2.1: Framework Literature Review (Chong et al., 2022)

The following search words were used in different combinations to find relevant papers :

- Freight Transport
- Sustainable
- Hinterland
- Digitalisation
- Physical Internet
- Synchromodality
- Intermodal
- Road Freight Transport
- Rail Freight Transport
- Barge Freight Transport
- Alternative Fuels
- Load Consolidation
- Horizontal Collaboration
- Energy Carriers
- Longer Heavier Vehicles
- Electric Road Systems

This leads to a first batch of papers which are screened for relevancy and kept if found useful, using Mendeley as a Reference Manager Software. The references from these papers lead to extra studies which also could be relevant for this study. From the relevant studies, data and possible future expectations and possibilities were retrieved which can be used in the scenarios. To determine whether these values can be applied to the corridor, some of the findings will be consulted with experts. More on that is explained in the next section.

## 2.2. Expert Consulting

During the study, experts will be consulted as well. The case study proposed has an lot of uncertainties and assumptions included which have to be substantiated. By consulting experts, an unknown factor can be transformed into an educated guess, which is still an assumption, but the accuracy of the study is higher in that way.

The study contains a lot of different expertises. For example, the different modalities each have their own expertise which can also vary in logistical or technological experts. As the interview consists of multiple topics, the experts can choose from the list of topics in which they think they can add valuable information and then they have to rank their own knowledge of the topic in the following scale as presented in Table 2.2

**Table 2.2:** Expert Expertise ranking

1	2	3	4	5
No knowledge	Limited knowledge	Average knowledge	Much knowledge	Expertise

This self-evaluation of the experts gives a weight factor to the answers provided by the experts. For example, an expert evaluates himself with a 5 on a certain topic and another expert evaluates himself with a three, then the weight factor of the experts will be respectively  $\frac{1}{5}$  and  $\frac{1}{3}$ . It is important to note that the names of the experts are not retrievable, and therefore will only be mentioned with a sector name and function.

The goal is to explain different physical measures to reduce the carbon emissions for 2040 for the case study as proposed in this study. The experts are asked towards the effect that such a measure can have and what the possibility is that such a measure will be implemented in the real supply chain. The combination of these expert judgements is translated to the effect input of the DeCaMod model.

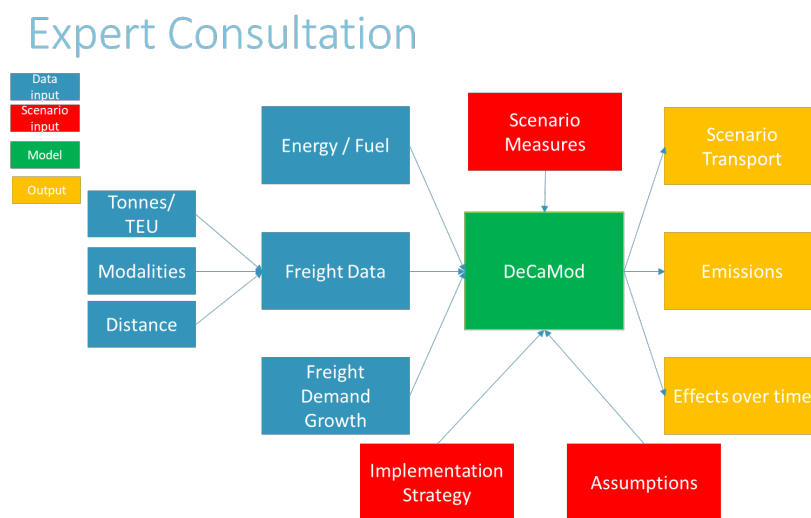
**Figure 2.2:** Expert Consultation towards the model

Figure 2.2 shows a diagram of how the information is divided by the experts. First of all, we have a standard input (blue) consisting of all the transport data, the energy required and types of fuel and the freight demand growth over the years. On the other side, the interesting output (yellow) is given of the scenario, which is the total emissions, the emissions over time and the total freight transport overview in the scenario. This is changed by the red inputs which are the scenario inputs. First of all, the effects of the scenario measures are needed, the implementation strategy (over time) and other assumptions. These input boxes for the DeCaMod model have to be determined with literature and the experts. The scenario measures are values or percentages of changes in the main performance parameters of the model among others the total tonnes transported or vehicle kilometers driven. (for a complete overview, see Appendix D. Each expert can contribute by giving their expected change or gain for a measure. Furthermore, the implementation strategy will be discussed with the experts, interesting discussion points are: What is the chance that a measure will be implemented and in which time frame / how many years? Lastly, there is a possibility that still some assumptions have to be made to make the scenario complete. The experts can help constructing an educated guess for such assumptions which makes the study more robust. The contribution of the experts will be validated with a sensitivity analysis as well. Multiple scenarios will be constructed, in which the bandwidth of the expected effects can be used in a (for example) conservative and an optimistic scenario. In this way, the reliability and accuracy of the expert judgements are checked.

The first step in the process is to draw the list of topics to discuss with the experts. This list contains



multiple different fields of expertise as different modalities or logistical systems. The experts will be given both questions and statements.

When the list is completed, the first interview will be held internally, with a feedback round. If necessary, the interview can be adapted with questions and statements where needed. After that, the final interview is ready and all the other interviews with the experts can take place. These interviews will take about 45-60 minutes and can either be done online via teams or in person. The preferred way is to have an conversation with the experts instead of written comments. The interview will be semi-structured in which a variety of topics is discussed, allowing the expert to add valuable information to the conversation. After the interview is held, the interview will be transcribed. The expert will get the opportunity to validate the interview and add additional information. Each interview is documented in Appendix H. This way, citations and remarks from the experts can be retrieved. This will be done as follows: First the transcription is read completely and the relevant remarks from the experts which can end up in the report are highlighted. Then after that is done, these highlights will be read again and will be given yet another colour if applicable for the study and most relevant. As the interview is not retrievable to a person, therefore Appendix H will be anonymous.

## 2.3. Business as Usual 2040

### Forecasting 2040 reference scenario

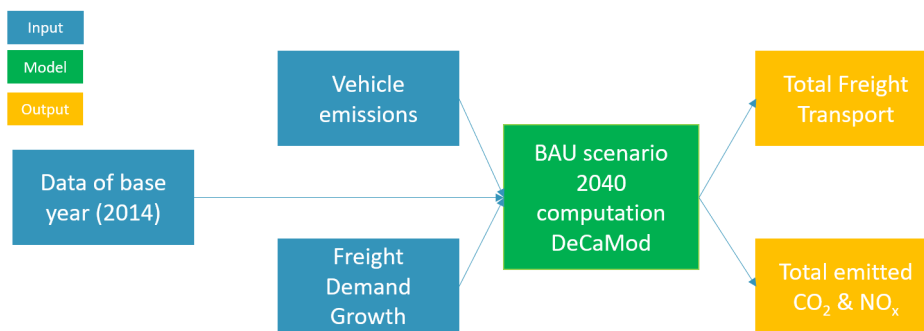
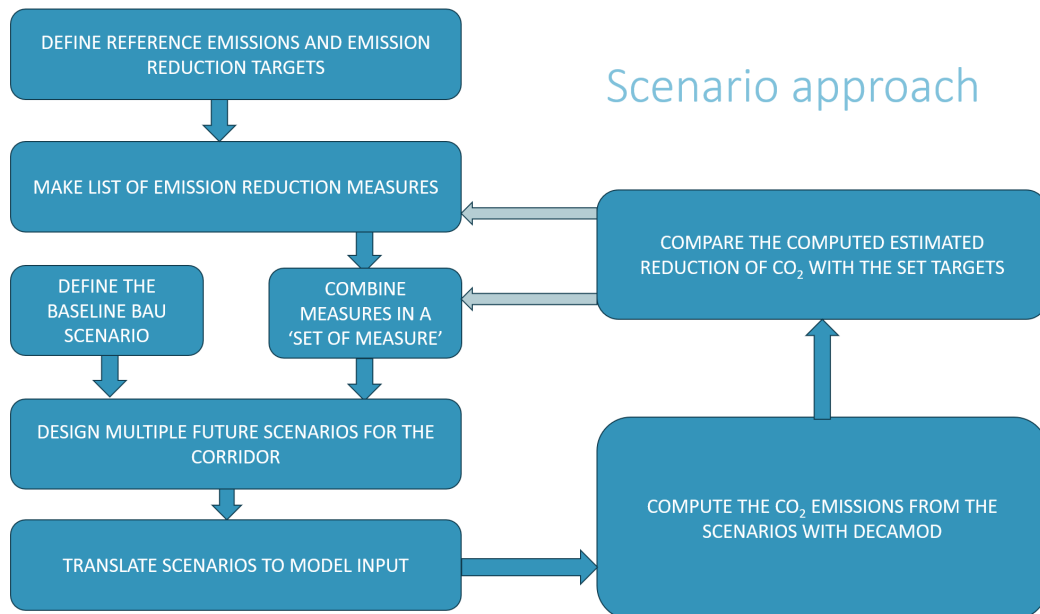


Figure 2.3: Forecasting Approach for the BAU 2040 scenario

A forecast is made on freight demand in 2040. Forecasting defines the present as the starting point for possible futures (Kishita et al., 2020). In this phase, with forecasting, a prediction of the freight demand on the corridor in 2040 are made including an computation of the expected CO<sub>2</sub> emissions. The forecasting is based on the data set of BasGoed and PBL (The *Klimaat- en Energieverkenning*) (PBL et al., 2023) and is an extrapolation of the base year of the 2014 data and it can be done with the DeCaMod tool of TNO (see Chapter 7). This forecast is based on different economic growth scenarios. Still the bandwidth of the possibilities is very broad as the total energy consumption of the mobility sector of 2030 is estimated between 450 and 580 PetaJoule (PBL, 2019). In this scenario, the dematerialization of the economy is expected as well as an increased transport efficiency. The growth is on average towards 2030 1% per year which is lower than the economic growth. Experts will help with determining the estimation of the natural development of vessel / vehicle efficiency. This is important as over time, this also leads to an initial decrease of emissions, which also have to be accounted for. In Figure 2.3, a flow chart is presented of the forecasting method. However, there still are a lot of uncertainties, that have to be overcome. Therefore, experts will also be asked about the credibility of the forecast. It is important to note that rebound effect on the corridor is not taken into consideration in this study for the forecasting. It is possible that the attractiveness of the corridor increases, due to implementing new measures and innovations, which might lead to higher volumes of transport. For simplicity, this is neglected.

## 2.4. Normative Scenario Design

With all preparation now complete, the scenario design can start which is the main part of the study. Figure 2.4 gives an overview of the trial and error approach which will be explained in this section.



**Figure 2.4:** Normative Scenario Approach

The first step in the scenario approach flow chart is to define the reference emissions and reduction targets. The reduction targets are discussed in Chapter 1 and the reference emissions can be retrieved from the data that will be discussed in Chapter 4, where the current state of the Corridor is explained. With this in mind, the list of potential emission reduction methods has to be constructed, which is done with a literature review (Chapter 3) and with help of experts as explained in Section 2.2. Then, the measures need to be combined to a set or packages of measures that can be implemented in the scenario. How this is done will be explained later in Section 2.4.1. Next to this, the baseline BAU scenario for 2040 has to be constructed to know what the freight transport data and emissions are expected to be in 2040 on which the measures will be applied. The construction of this BAU scenario is explained in Section 2.3 and the results are shown in Chapter 5.

The combination of measures and the BAU will translate in a few normative scenarios which will be explained in Section 2.4.2. These scenarios then will be the input for the model which will compute the effects of the measures and that will lead to the total estimated CO<sub>2</sub> emissions for 2040. More on the DeCaMod can be found in Chapter 7. As this is a normative scenario, the reduction targets have to be met. If this is not the case, then the list of measures has to be updated, and/or a the set of measures has to be adapted. If the targets are reached, then the normative scenario is complete.

### 2.4.1. Set of measures

As explained before, a measure can be either a logistical measure or a technical measure to improve the sustainability of the transport sector. The goal is to define a set of measures enough to obtain the reduction goal. However, it should be noticed that this does not mean that all measures can be put together in a scenario. First of all, it is good to set a baseline of what a measure should consist.

The most important part of the measure is that it reduces the emission of CO<sub>2</sub>. This can be achieved in various ways by adapting the performance parameters as given in Appendix D or by directly influencing the emission parameter. For example, by improving the load factor on a vehicle, less vehicle kilometers have to be driven which leads to a reduction of emissions. The effect of the measure can either be an absolute value or a percentage. The measure can have an effect on the whole corridor or modality, but can also be accounted to for example half of the fleet of trucks if that is the case. Furthermore, the dynamics over time are very important to take into consideration. It makes a big difference for

the total amount of CO<sub>2</sub> emissions if the measure is implemented within 5 years or in 10 years. For implementation, a division can be made whether the measure has a linear introduction or follows more a s-curve. Lastly, a division can be made between container transport and bulk transport.

When all the measures are defined, a packages of measures has to be constructed. Maximizing the reduction potential of CO<sub>2</sub> emissions can be reached by combining as much measures as possible. However, one of the main criteria for the set of measures is consistency (Amer et al., 2013). For this criteria, the internal relationship between the different measures are considered, with the main focus point that the set of measure do not have internal contradictions (Urueña, 2019). To check whether the set of measures is not inconsistent, a consistency matrix as by example of (Amer et al., 2011) is used as shown in Figure 2.5. For example, the relation between measure C1 and C3 is neutral.

	C1	C2	C3	C4	C10	C11	C14	
C1								
C2	4							
C3	3	4						
C4	3	5	4					
C10	3	4	4	4				
C11	3	4	4	4	5			
C14	3	4	4	5	4	5		

1= Totally Inconsistent,    3= Neutral,    5= Supporting  
 2= Partially Inconsistent,    4= Slight Positive Impact,

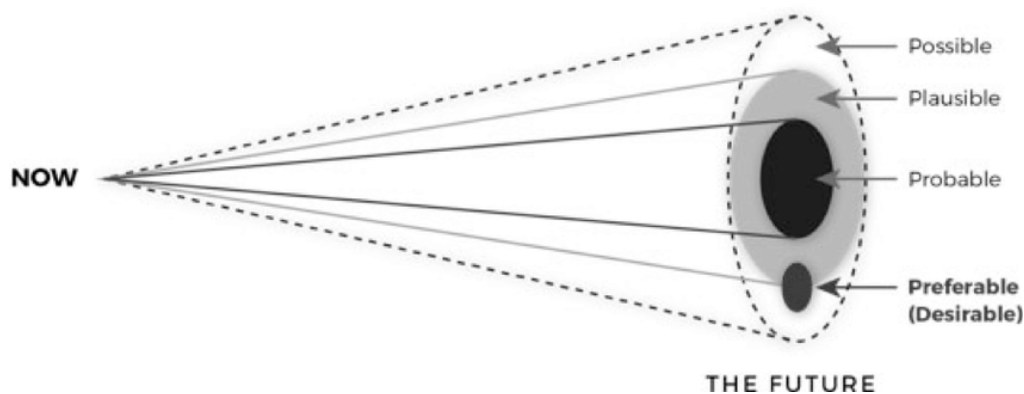
**Figure 2.5:** Consistency Matrix by (Amer et al., 2011)

The internal relationship will be scored between 1 and 5. There is an indication of a inconsistency if a relationship between two measures is scored either one or two. In this case, these measures are (partly) not compatible and therefore can not be put together in the same set of measures. In the ideal case, the measures are highly scored, which indicates that the set has a high potential as the measures are supporting.

### 2.4.2. Normative Scenarios

The main focus on this study will be on a normative scenario for 2040. Scenarios are designed to support decision making on future uncertainties (Van der Heijden, 1996). Although there is not a real definition, it is described rather as an narrative description of a hypothetical future than a prediction (Kishita et al., 2020). The narrative description is used to share ideas and images to involved actors. (Berkhout et al., 2002). It is very important to do this as accurately as possible, because designing a scenario is the first phase, but effectively implementing the scenario in the real world can be very challenging (Kishita et al., 2016).

As said, a scenario is a narrative which lead to a hypothetical future state and likewise the set of measures, such a scenario should also fit some requirements. Next to the consistency, the most important requirement for a scenario is plausibility (Amer et al., 2013). A scenario is plausible according to Urueña (2019) when an individual or collective agent (1) agrees with the initial (current) state and the set of assumptions and (2) deems it reasonable that the narrative may lead to the final scenario.



**Figure 2.6:** Plausibility Cone by (Buhring & Liedtka, 2018)

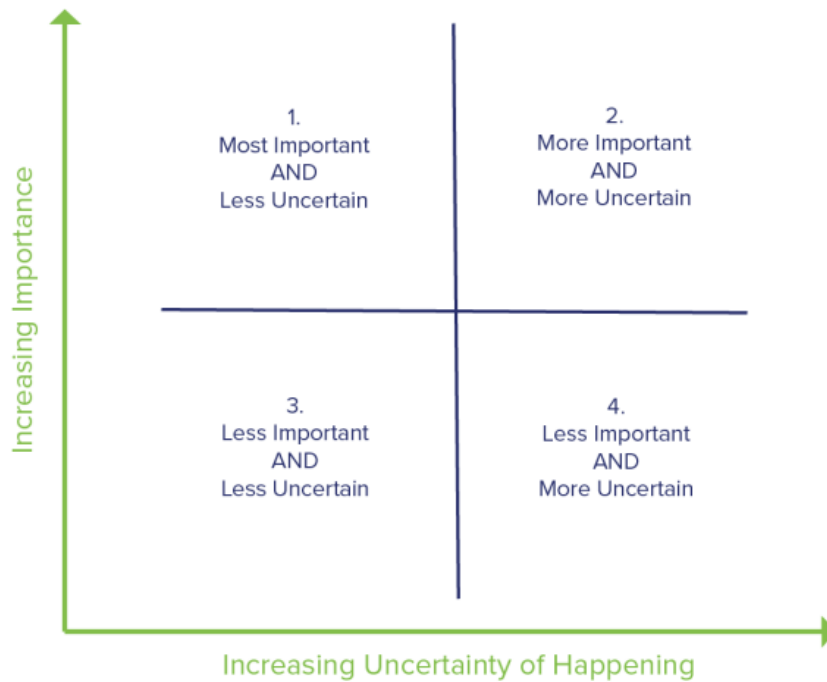
In Figure 2.6, a visual representation of what is meant by plausibility is given by (Buhring & Liedtka, 2018). Multiple cones can be differentiated from each other. First is the Business-as-Usual cone shown with the *Probable* cone, what will happen if nothing changes. Then there are the possible and plausible cone where the possible cone represents the what *might* happen scenarios and the plausible cone represents the what *could* happen scenarios. Lastly, one can see the preferable cone with the scenario that *should* happen, exactly what this study is looking for as a normative scenario will be designed. The main take-away from this figure is ensuring that this preferable cone stays within the plausible cone.

Lastly, the scenario should be transparent and complete as well, ensuring that there are no gaps in the narrative and it is easy to recount and understand (Urueña, 2019) and the dynamics of the narrative should be clear on how this scenario will develop over the years.

#### The scenarios

The set of measures as introduced has to be translated into a scenario. For each measure, the effect is known as stated before. However, for the scenario part, the implementation of the measure also plays a role. For each measure, a clear path on when it could be implemented has to be given. On top of that, measures are depending on policies, legislation, technical or infrastructural changes. In a chronological timeline, these have to be established first before a measure will have any effect.

In general, four different categories can be divided as shown in Figure 2.7 depending on the importance and uncertainty of the measures (van Binsbergen, 2024). For the scenarios the major gain is the first quadrant with most important measure with a relative low uncertainty. These effects can quickly have a major impact on the total emissions. Then quadrant 2 and 3 are following. The measure can differ in importance here as a consideration has to be made between the degree of uncertainty and impact a measure will have. Far behind those measures are the measures located in the fourth quadrant. These measures have the lowest importance and the highest uncertainty. Therefore, these measures are preferably not applied in the scenarios.



**Figure 2.7:** Decision Matrix for the measures. Source: (van Binsbergen, 2024)

2040 is still a lot of years in the future and a lot can happen between now and then. The scenarios are then also defined as a hypothetical future and not as a prediction of what is going to happen, mainly due to these uncertainties. However, these uncertainties also give room to investigate the differences in potential outcomes. The effects of a single measure are very difficult to pinpoint at a given percentage of emission savings. Most of the time, there still is a certain bandwidth, regarding different conditions in which the effectiveness of a measure is captured. Therefore, in this study, the effects of a measure are given in a lower bound and upper bound which are possible even likely to be true.

These lower and upper bounds are then the basis for two different scenarios about the future. One scenario has a very conservative nature in which the lower bounds of the measures are taken into consideration and implementation is slower. Therefore, this gives a lower baseline of the effect of the set of measures. The second scenario has a more innovative character in which the upper bound of the measure is taken and the implementations are faster.

To conclude, there will be two scenarios designed in which the total bandwidth of the measures are provided which account for the uncertainty of the scenarios. A conservative scenario defining the lower bound of the uncertainties and a innovative scenario defining the upper bound.

#### Sensitivity analysis

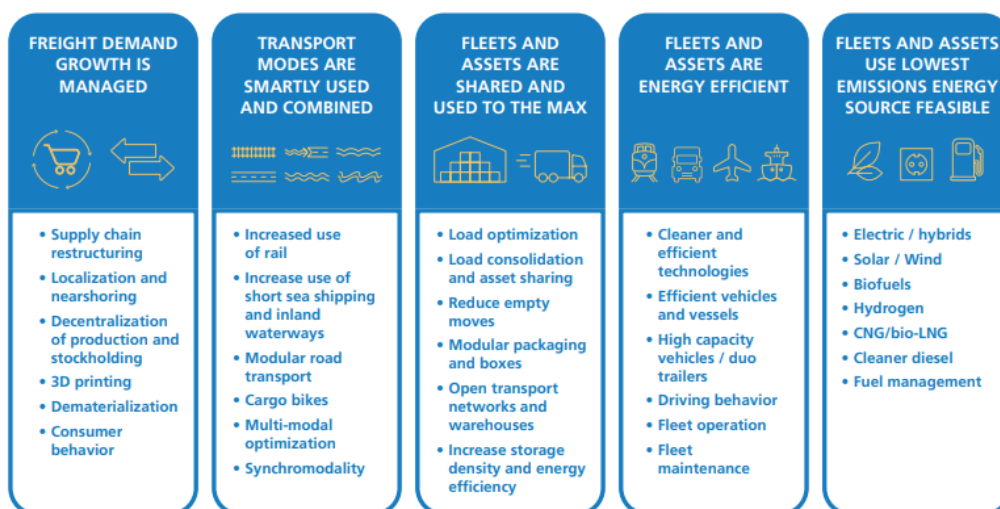
Lastly, a scenario analysis will be performed. By doing the two scenarios, already a sensitivity analyses can be done as there are possible differences to consider. Even by the fact that the approach as explained in Figure 2.4 is based on trial and error, the effect of the bandwidth of (additional) measures can be analysed for each trial and error round. This way, a conclusion can be drawn on which measures are very sensitive and on which measures the realisation of the emission reduction is highly depending. This knowledge of the measures is an important conclusion from this study, to establish possible areas in which more research is needed to be able to present a higher accuracy towards 2040.



# 3

## Literature Review & Expert Consultation

In the past few years, some strategies towards the decarbonisation of freight transport have been developed. First of all, Centobelli et al. (2020) stated that there are 4 attitudes a company can have in the adaptation of information systems and green practices. As this study is less focused on the individual companies, a better look can be taken at Martin et al. (2020). They state that first of all, the need of transport has to be avoided, if that is not possible than a shift of mode has to take place to reduce emissions. If that is not possible than the mode of transport has to be improved, so this strategy is avoid-shift-improve. This is a similar outcome to what McKinnon (2018) has developed with his Green Framework Logistics. In this Framework, there are five different targets that has to be reached to ensure a low-carbon logistics world. These five targets, with possible solutions added by Punte et al. (2019) (see Figure 3.1) form the basis of the literature review. This Chapter seeks to find an answer for research subquestion 2. The literature is used to find solutions from the Green Logistics Framework and find out what there impact is on the emissions of CO<sub>2</sub>. The topics of this chapter are as follows. First in Section 3.1 the second and third strategy are discussed with the focus on digitalization. This is continued in Section 3.2 by discussing load consolidation and modular road transport. Then in Section 3.3 the fourth and fifth strategy of McKinnon, 2018 are discussed for each modality. In Section 3.4 a more practical implementation for the corridor is discussed regarding ERS. Lastly, in Section 3.5, the results of the expert interviews are discussed.



© Smart Freight Centre and ALICE-ETP based on A. McKinnon 'Decarbonizing Logistics' (2018)

Figure 3.1: Green Logistics Framework by Punte et al. (2019) based on (McKinnon, 2018)

### 3.1. Digitalization in transport and logistics

In 2011, Benoit Montreuil started a new initiative called *Physical Internet (PI)* after the realization that the current way that physical objects are transported, stored, realized and used is not sustainable anymore. (Montreuil, 2011). This came forward from a list of 13 symptoms of un-sustainability that called for PI, consisting among others of low load factors, many empty trips, almost no intermodal transport, no good secure and robust networks and innovation is slow and often hard to justify (Montreuil, 2011). After a couple years Montreuil et al. (2013) defined PI as: '*An open global logistics system founded on physical, digital and operational inter connectivity through encapsulation, interfaces and protocols*'. In the years that followed, this concept is studied further upon creating interesting views of this completely new system of logistics and a roadmap of how in the short and long future this could be established and become the norm in logistics in 2040 (ALICE-ETP, 2020). A systematic literature review by Samadhiya et al. (2023) provided an extensive overview of the promising sustainable logistics by implementing PI with among others: reduced carbon emissions (Peng et al., 2020), optimization of overall logistics by for example modal shift possibilities for short-distance hinterland transport (Kurtuluş & Çetin, 2020) and improved logistics efficiency by using the concept of  $\pi$ -containers, resulting in uniform packaging worldwide despite the size of the product (Montreuil, 2011; Sternberg & Norrman, 2017). However, it is difficult to know exactly what PI will bring for the reduction of emissions in the near future as it is according to Pan et al. (2017) still in the infancy stage, although the attention is increasing (Samadhiya et al., 2023).

Another logistical term that is quite often mentioned is *synchromodality*, which is also included as one of the roadmaps of research and innovation for PI in 2015 by ALICE-ETP (2015). *Synchromodality* is defined by Giusti et al. (2019) as follows: *The provision of efficient, reliable flexible, and sustainable services through the coordination and cooperation of stakeholders and the synchronization of operations within one or more supply chains driven by information and communication technologies (ICT) and intelligent transportation systems (ITS) technologies*. In other words, the mode of transport is chosen last-minute in a flexible way to provide the most optimal service for the transport. According to Ambra et al. (2019), *synchromodality* is very good applicable to corridors. The way that *synchromodality* can save emissions is by inducing a modal shift (Lemmens et al., 2019), in which it can lead to a reduction of 28% (Zhang & Pel, 2016). However, there are some doubts about how well PI and *Synchromodality* will work together as they 'both merely consist in parallel and address different dimensions. (Ambra et al., 2019).

An additional layer of the digitalisation is the cooperation between multiple stakeholders to give each other more insight in the CO<sub>2</sub> emissions of a company. This is more and more mandatory with for example the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). This directive gives big companies the obligation to report their CO<sub>2</sub> emissions. A study by Van Meijeren et al. (2024) discussed four platform types from a basic static data type towards more dynamic data. The types are *Administration*, *Insight*, *Matching* and *Visibility*. An example how this can help reduce emissions is by benchmarking within the *Insight* platform. This makes it possible to compare emission results of other logistics companies or using tools provided by other companies to get insight in the emissions of your company. Regarding the visibility platforms, one of the KPI's is minimizing CO<sub>2</sub> emissions as the main focus of this platform is to have an complete view of statuses and events of shipments. Therefore the supply chains can be better managed are more efficient resulting in an efficient supply chain with less emissions.

For an overview of the measures, see Table B.1 in Appendix B.

### 3.2. Load Consolidation & Groupage

So the digitalisation and platforms can be used to enable better cooperation between different shippers and transporters. This can be done with load consolidation or groupage. Load consolidation is one shipper who waits long enough to have enough shipment to send a full (or fuller) container. Groupage is the collaboration between multiple senders to combine the smaller loads into a container to save mostly money on business perspective, but it also results in a better load factor of the transport. The load factor can be determined on different factors as stated by (Ahmad et al., 2022). An product can be weight restricted (Ülkü, 2012) which are heavy materials such as steel. There can be volume left while the weight limit of the truck is reached. The load factor can also be expressed in Volume (Santén,

2017). These are less dense products which fill the trailer, but the weight is a fraction of what the truck can transport. Other ways to express the load factor are in Tonne-km (Piecyk & McKinnon, 2010) and packaging level (Svanes et al., 2010), but those are less common.

There can be a lot of reasons that result in inefficient transport in consideration of load factor. McKinnon (2018) defined seven basic factors why freight vehicles carry empty space for all modes. The seven factors are:

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. Logistical Trade-offs       | 5. Business silos and lack of collaboration |
| 2. Lack of information         | 6. Traffic imbalances                       |
| 3. Scheduling                  | 7. Regulation                               |
| 4. Dimensional incompatibility |   |

To obtain a higher load factor and higher transport efficiency, horizontal collaboration is required, meaning that transporting companies have to collaborate more with each other. This improves multiple relevant KPI's as it can reduce cost, improve the transport efficiency while also having environmental sustainability (Abideen et al., 2023). The authors studied with a literature review that the two most cited limiting factors are the trust between the actors and the quality of the information. Although a lot of studies state that the horizontal collaboration will have an effect on the reduction of emissions, the total reduction is difficult to determine. But results are possible as van Lier et al. (2016) showed that with horizontal collaboration, the share of trucks loaded with less than 60% reduced from 43 to 36%. As mentioned before, Montreuil (2011) designed the  $\pi$ -containers which propose an uniform modular container with easy composition and decomposition of PI units during transport. Whereas the container can be easily switched between modalities and has smart technology for the tracking of the location of the container, as well as the climate inside the container if necessary. It also should be made of sustainable materials. (Hayek et al., 2023; Montreuil, 2011). However, again the possible CO<sub>2</sub> reductions of these implementations are unknown.

Another aspect of load consolidation is the use of the new generation of LHV (Longer Heavier Vehicle) Trucks also called HCV Trucks (High Capacity Vehicle) with the concept of modular road transport. The largest version, the so called Super EcoCombi has a length up to 32 or 34 meters and a maximum capacity of 72 tonnes. In essence, it combines two standard trailers together, reducing the vehicle kilometers to transport the same types of goods by half (BCI & CE Delft, 2020) and it has other benefits as only one driver is needed. Contrary, there is an increase of energy required to transport the move the truck as the truck is heavier. This increase should not be doubled to make the Super EcoCombi an sustainable alternative (CLOSER, 2017). The authors of CLOSER (2017) performed three case studies for implementation of these SECs and the results showed an 35% reduction of CO<sub>2</sub> emissions if using fossil fuels. By using biodiesels, the results showed an reduction of 80% CO<sub>2</sub> emissions. Another Swedish study by Cider and Ranäng (2014) showed in 2014 that a reduction of 27% CO<sub>2</sub> emissions was easily reached without negative consequences to road safety. However, the authors used a truck with a maximum length of 32 meters and a capacity of 80 tonnes. The results of BCI and CE Delft (2020) showed similar results to CLOSER as a reduction of 36% emissions was estimated. Larrodé and Muerza (2021) performed a case study in Spain with three types of modular road truck, the regular truck-trailer combination of 16.5 meters, the ecocombi, or as they called it the GigaTruck of 25.25 meters long and the super ecocombi, DuoTruck of 31.75 meter. The results showed that although the DuoTruck emitted the most emissions on a single trip, it also transported the most tonnes, and per ton freight transported, the least emissions were emitted by the DuoTruck (Larrodé & Muerza, 2021). Currently, these trucks are not allowed without a permit on the Dutch Highways, as the current maximum for LHV is 25.25 meters without a maximum payload of 60 tonnes, whereas in Finland, the regulations allow trucks up to 34 meters with Sweden also opting for these lengths (van den Brink, 2022).

An overview of the literature of Load Consolidation can be found in Table B.2 in Appendix B.

### 3.3. Energy Carriers & Vehicle Efficiency

In this section, the literature about the different energy carriers and improvement of vehicle efficiency are discussed per modality. The main goal of this section is to provide insight in how energy/fuel consumption can be reduced and which alternatives for fossil fuels are available.

#### 3.3.1. Road Freight Transport

The first modality to discuss is road freight transport. Internationally, one of the main hinterland transport modalities. However, in the Netherlands, the share of electric trucks is less than 0.5% (NOS, 2023), so a lot has to be improved to reach the emission reduction targets.

For the heavy road freight vehicles, there are three main alternatives to fossil fuel which are: battery-electric vehicles (BEV), hydrogen fuel cells & biofuels. For road freight transport, the alternative energy carriers are in a further process than for example inland shipping (Gray et al., 2021). First of all, the electric trucks. For this modality the potential for electrification is very high. Liimatainen et al. (2019) performed a case study for trucks in Sweden & Switzerland and found out that this potential however is also very much depending on the type of truck. In Switzerland, a lot of medium-duty trucks are used which leads to a electric truck potential of 70% of the fleet. However, in Sweden, this is much lower (38%) as more high-duty vehicles are used. The challenge of reducing the carbon emissions from this large trucks is mainly due to the high energy demand of these trucks and the shortage of low-carbon alternatives in the short future (Aryanpur & Rogan, 2024). Therefore, Aryanpur and Rogan (2024) performed an scenario analysis of the introduction of ZE vehicles towards 2050 in Ireland. Three scenarios were constructed, first the reference scenario which consist of a BAU situation with current trends and no CO<sub>2</sub> reduction targets. The second scenario is called net-zero, in which a carbon budget constraint was introduced. The last scenario considers the activation of hidden cost related to ZE next to this carbon budget constraint. The findings showed that in the reference scenario, the ICE vehicles were exchanged for Hybrid Electric Vehicles (HEV), for 2035 and 2040 respectively 40 and 70% of the fleet, but no ZE vehicles before 2040. The Net-Zero scenario includes the introduction of BEV, which have a market share around 40% in 2035 and 70% in 2040. In this scenario, the hydrogen vehicles are introduced after 2040. Lastly, when the intangible cost are included, a slower introduction of BEV is seen in the early years (only 35% in 2035), but for 2040 the results are similar to the net-zero scenario. The WTW emissions for BEV perform very good compared to ICE, which is not that unexpected, but the energy consumption for electric HDV is reduced with 65% (Breuer et al., 2022). According to Lombardi et al. (2020), the BEV uses less primary energy compared to the alternative of Hydrogen Fuel Cell Vehicles (HFCV). For heavy vehicles, the WTW emissions are comparable for Diesel trucks and the hybrid versions of both BEV and HFCV. These conclusion do not say that the limit of the potential of electric trucks is around 70%. Liimatainen et al. (2019) state that this potential can be increased by applying additional measures such as ERS. More about ERS is discussed in section 3.4.

Likewise ERS, there are other measures to stimulate the usage of electric trucks. One of them is the so called integrated vehicle photovoltaic system, which means that the trailer of the truck is filled with solar panels. According to IMEfficiency (n.d.), the savings by placing the solar panels can be up to 5.5% of fuel, with a break-even period of only 2-3 years. However it should be noted that this is not enough to run the truck solely on the solar energy, but it helps a little, and for example the idle running energy can be replaced with this measure. The truck manufacturer Scania also filled the sides of the trailer with solar panels and according to their pilots, this saved about 5-10% fuel in Sweden, but in southern-Europe countries, these values could be twice as high (Scania, 2020). There should be stated that these are not scientific studies, and the availability of literature of this is very low. However, a study performed by Kutter et al. (2021) confirms the pilot data of Scania as their results show that a possibility of 5-9% fuel savings can be reached with solar panels in combination with a battery to store the energy. Without a battery, the efficiency is much lower by just 1% which is harvested while driving (Kutter et al., 2021).

The second alternative to discuss is the application of hydrogen in freight transport Likewise Electric vehicles, the carbon dioxide TTW emissions of Hydrogen Fuel Cell Vehicles (HFCV) are non-existent (Ramachandran & Stimming, 2015). Using hydrogen for heavy-duty vehicles is still in an developing phase (de las Nieves Camacho et al., 2022) which also results in different expectations of the application of hydrogen. For example, when taking hidden costs into consideration Aredah et al. (2024)

found out that HFCV could be a competitive measure in comparison with BEV from 2040 onwards, as the latter has a lower cargo capacity due to heavy batteries and high recharge times. The refueling time of an HFCV however is very comparable to an Diesel truck. When using renewable electricity, the WTW of HFCV is very low to zero, however, it has to be noted that compared to ICE and BEV, a HFCV uses its energy very inefficient (Ramachandran & Stimming, 2015). Compared to the diesel engines, a Hydrogen Fuel Cell vehicles requires 40% less energy to transport the same amount of goods (Breuer et al., 2022). Furthermore, Ajanovic and Haas (2018) stated that the application of hydrogen in the transportation sector will be very dependent on policies and regulations.

The last fuel alternative is bio-fuels which is the solution requiring no to little adaptation of the engines and can be implemented really quick. Although alternative energy carriers are in a further process for road freight transport, Gray et al. (2021) doesn't think that this modality will completely make the transition to electricity and therefore a part of the solution should also be found in alternative (bio-)fuels. Examples of interesting biofuels are *Hydro-treated Vegetable Oil* (HVO) and *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME). These bio diesels do not have any TTW emissions according to the Renewable Energy Directive of the European Union as the CO<sub>2</sub> that is emitted is from a short-term cycle. However, there is some WTT emission for the production of these fuels. Furthermore, these biofuels have an Technological Readiness Level of 9, which is the highest. This means that they are already available for commercial use (Cerruti et al., 2020). According to Esposito (2020), the WTT emission for HVO are reduced with around 51% compared to diesel, from 14.2 gCO<sub>2</sub>/MJ to 7 gCO<sub>2</sub>/MJ. For Fame, the reduction is 50% according to (CO2Emissiefactoren, 2015). Other alternatives as bio-ethanol and compressed natural gasses do have TTW emissions as stated by Ramachandran and Stimming (2015). For bio-ethanol this is about 71.29 gCO<sub>2</sub>/MJ<sub>Ethanol</sub>, whereas this value for compressed natural gasses is about 51.19 gCO<sub>2</sub>/MJ<sub>CNG</sub>.

Next to switching to another type of energy carrier, there are also opportunities to improve the efficiency of road transport. In the transport sector is a lot of research being done towards automotive transport with for example truck platooning. According to a study by Tsugawa (2013), a convoy of three platooning trucks can reduce the fuel consumption by 15%. This means that under the assumption that 50% traction energy is used to overcome the drag reduction, the total savings of emissions can be up to 22.5-27.5% (Massar et al., 2021). A more recent study by Cheng et al. (2023), who simulated the emissions for platooning truck, found out that the savings could be reached between 6.6-20.3% with an average of 11.2% for all trucks. However, the side note from this study was that truck platooning caused the road emissions to rise and that the infrastructure in the USA needs a big upgrade before it is possible deeming the cost too high. Still though with the increasing road emissions, the total emissions decreased due to truck platooning (Cheng et al., 2023).

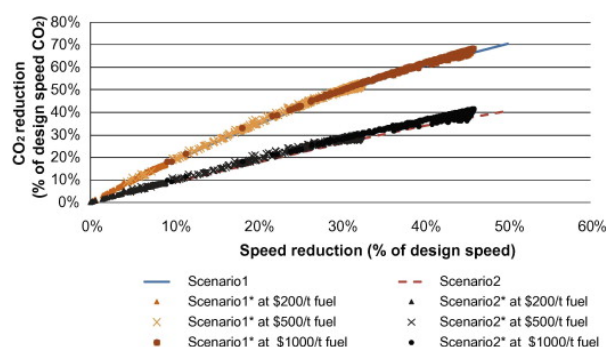
### 3.3.2. Rail Freight Transport

Rail Freight Transport in the Netherlands accounts for only a small portion of the emissions as the major part of the long distance running is done with electric locomotives (Expert #3 & #8). The optimal way of reducing emissions is by eliminating the diesel locomotives from rail freight transport. However, electrification due to for example terminal handling of containers. However, these locomotives can be changed with alternatives as a hybrid electric battery train (Lewis, 2023), biodiesels and hydrogen trains. Aredah et al. (2024) did a tank to wheel comparison study between diesel freight locomotives and various alternatives in the United States. The best alternative for a diesel freight train is the electric train. Not only, this train has zero emissions from the tank, but also it decreased the needed energy with 56%. Furthermore, this type could be completely zero emissions from Well to Wheel if the generated electricity is green. A diesel-hybrid variant can reduce up to 16% in tank energy and diesel consumption. For a biodiesel-hybrid, this percentage goes up to 21% in CO<sub>2</sub> savings, as a regular biodiesel train saves up to 6% of CO<sub>2</sub>. Lastly, there is a hydrogen alternative. This is, as well as electricity zero emission at the tank, with a possibility to be zero emission from WTW. However, compared to electricity, the energy savings are less compared to diesel with 'only' 15% reduction of energy needed (Aredah et al., 2024). When looking at European studies, the values differ a bit for battery electric, which reduces the energy consumption with 63% and hydrogen fuel cell-electric with 49% (Breuer et al., 2022).

### 3.3.3. Barge Shipping

For barge shipping, the challenges are stronger presented. According to van der Geest and Menist (2019), the barge modality in the Netherlands will only reduce the emissions with 15% in 2040 without the adding of additional policies. The potential is still there, as with more policies a reduction of about 75% could be realised in 2040. The case study of this thesis is very interesting as the Netherlands is one of the countries with the highest economic incentives to promote a more climate friendly inland waterway transport sector (Camargo-Díaz et al., 2022). Christodoulou Raftis et al. (2023) did a literature review on how the alternative fuels for inland waterways transport are likely to develop as the introduction of clean energy alternatives is not yet in an advanced stage. Their findings consisted that in both a conservative and innovative scenario, there are still fossil fuels and emissions in 2050, although reduced with 91%. In 2040 this is estimated to be around 45-50%. Depending on the scenario proposed, the alternative will mostly consist of biofuels (conservative) or a mix of battery, hydrogen and methanol (innovative). Breuer et al. (2022) did compare the primary energy use for some different fuel alternatives for barges in Germany and found out that compared to diesel, a diesel-hybrid engine uses around 5% energy less for all types of barges. Hydrogen engines require also less energy than diesel. A cargo barge, or liquid cargo barge requires 15% less energy, and a pushed barge or tanker up to 29%. However, electric engines reduces the primary energy the most with 53-59% (Breuer et al., 2022).

In the shipping industry, most related research is done towards technical and operational measures to increase the efficiency of the vessels (Perčić et al., 2021) as the increasing of vessel efficiency leads to lower fuel consumption and therefore less emissions (Bouman et al., 2017). Furthermore, Bouman et al. (2017) did a study towards the effect of different measurements on design, technological and operational aspects. They showed that biofuels have a very high potential to decrease CO<sub>2</sub> emissions as alternative fuels. On an operational aspect, speed optimization can be very effective, but the range is between 2 and 80% CO<sub>2</sub> reduction, but it should be noted that fully electric driven vessels were not considered in this study. Capacity utilization also can be very important with 5-50% reduction (Bouman et al., 2017). The reason that reducing vessel speed plays an important factor is that the fuel consumption of the ships main engines follow the cubic law of design speed and the actual operational speed (Corbett et al., 2009), meaning that the relation of the speed and energy needed is to the third power. However, by reducing the speed of the vessels, there is a possibility that additional vessels have to be added to keep up with the freight demand. Therefore, Corbett et al. (2009) made two different scenarios based on different fuel prices as shown in Figure 3.2. In the first scenario, no additional vessels were added, as was done in the second scenario. Therefore, the reductions are lower in the second scenario. However, reducing the speed with 10% can still lead to a reduction of 10-20% in fuel and CO<sub>2</sub> emissions.



**Figure 3.2:** Scenario analysis of optimal speed reduction and corresponding CO<sub>2</sub> reductions (Corbett et al., 2009)

More research was done towards slower sailing. Lindstad et al. (2011) studied the effect on emissions as different ships were sailing at the optimal speed instead of the design speed. When the abatement costs are not taken into account, this leads to a reduction of 28%. While increasing the abatement cost, this increases to 33-36% depending on the cost per ton CO<sub>2</sub> (Lindstad et al., 2011). Later research by Lindstad and Eskeland (2015) also looked at (next to slower speed), changing the design of the vessels by analyzing the effect of more slender hull designs. On top of that, they did look at making the vessel larger and better utilisation of the shipments as Lindstad and Eskeland (2015) states that

the importance of economies of scale, together with the speed reduction, is the main reason of the emission reduction. However, both studies state that the reduction of operational speed is something that can be implemented immediately as no changes are needed (Lindstad & Eskeland, 2015; Lindstad et al., 2011). For the new ship designs, this is not the case as the lifespan of ships are very long, so replacing all ships will take a considerable amount of time.

Sometimes, a step back is a step forwards. In the shipping sector, one of the oldest techniques to let a ship sail is to make use of, (as it is slightly foretold in the saying) the wind. This is done with use of sails, kites or even wind mills on top of a ships deck (Psaraftis, 2015). Using such sails can reduce the emissions (depending on direction and wind) with 5-21% at 15knots. Reducing the speed tot 13 knots, the reduction increases to 10-36% (Schlaak et al., 2009). Other concepts of harnessing the wind by using Flettner rotors (2-24% fuel savings) or kites (1-32% fuel savings) (Traut et al., 2014) also show big potential. However, it should be noted that these applications have been designed and tested for ocean-going vessels. The effect on barges would be much lower as the wind is less powerful further inland. Therefore the lower boundaries of these studies are more likely for the barges. Furthermore, there will be some infrastructural challenges by passing locks, bridges and bends in the river that limit the application possibilities of these wind harnessing solutions.

### 3.3.4. Overview

Table B.3 in Appendix B gives an overview of the literature discussed in this section with all the relevant findings.

## 3.4. Electric Road Systems

One of the solutions to counter the battery capacity needed in electric truck is the so called Electric Road System, in short ERS. This system enables the opportunity to drive longer distances with smaller battery packages due to the fact that there is a possibility to charge the vehicles while driving. There are two types of infrastructure changes possible in which there is an overhead system and trucks can link to the system with a pantograph functioning as a trolley truck or with an induction strip embedded in the road. For the latter, the other traffic can use this system as well, as the first is mainly focused on Trucks. However, using this system would also result in more and inflexible energy demand from these trucks (Plötz et al., 2019). So Plötz et al. (2019) did a study towards the effect of such a system on the emissions of the trucks and on the effect on the energy sector. They developed two different scenarios, optimistic and pessimistic. Respectively an additional 30 Mt CO<sub>2</sub> and 60 Mt CO<sub>2</sub> were emitted due to the increased electricity demand compared to a reduction of 30-50 Mt CO<sub>2</sub> in road transport. However, there should be noted that in this case no additional renewable energy was generated, but the increase of electricity was served with existing shares. Moreover, the Well to Tank emissions for the current Diesel Trucks were also neglected as the authors claim that these emissions are neither part of the energy nor transport sector. Including these emissions would increase the total reductions of road transport emissions by about 20% for road transport (Plötz et al., 2019). These systems are tested in Sweden and Norway as there is a very high renewable energy share in these countries as 98% of all generated electricity is renewable (Taljegard et al., 2020). Therefore electrification of the trucks can be very effective as they show that 60-70% of the emissions of Heavy-Duty vehicles can be saved by implementing ERS on major roads in these countries. According to another study done by Jelica et al. (2018), implementing a ERS on the main 5 Swedish E- and N-Roads could reduce the emissions of CO<sub>2</sub> by 2.9-3.3 kton/year/km. On top of that, the increased electricity for the dimensioning peak hour will increase by slightly less than 4%. Implementing this system on all Swedish road, the dimension hour peak will increase by 11% and the average usage of the electricity grid by about 10%. However, according to Olovsson et al. (2021), the energy demand required for such large-scale ERS implementations can be generated by renewable energy sources as wind energy and solar energy from 40 to 100%. An negative aspect of the ERS is the high infrastructure cost (Taljegard et al., 2020) and the relative un-environmentally friendly use of materials that are needed for the infrastructure such as copper Schulte and Ny (2018). The last author concluded still that the GHG emissions could be compensated depending on the amount of traffic in 3-10 years. By using renewable energies, this could even be faster, within 2-5 years. On top of that, de Saxe et al. (2023) concluded that, depending on the amount of ERS implementation, the battery capacity (and therefore also the battery LCA) can be reduced in the UK between 41-75%.



An overview of the papers about ERS is given in Table B.4 in Appendix B.

### 3.5. Expert Interview findings

In this section, the findings and conclusions of the expert consultations interviews will be provided. In total, 11 interviews were held with experts in the field and the transcription of those interviews can be found in Appendix H. The interview was semi-structured as explained in Section 2.2, for which every interview had its own unique story and focus. However, the main questionnaire of the interview followed the decarbonisation strategies from McKinnon, 2018. First, a mock interview was held with Expert 1. From here, a few modifications to the questions and statements were made in regard to simplifying the questions and broadening the answers possibilities. For the questions that were changed, the answers of Expert 1 are not taken into consideration. The interview version which was held with the remaining ten experts can be found in Appendix F. The statistics of the experts are given in Appendix G. There is included which expert was interviewed with which topics, their own rating on expertise per subject and the answers on the statements of the interview. Furthermore, an explanation about the average, weighted average and standard deviation are given in the Appendix. Table 3.1 also shows these values for the 10 statements discussed.

**Table 3.1:** Expert answers to the statements

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
<b>Average</b>	1.75	2.67	4.22	2.67	3.4	2.71	2.13	4	2.67	3.29
<b>Weighted Average</b>	1.74	2.70	4.38	2.73	3.12	2.5	2.15	3.62	2.64	3.30
<b>Standard Deviation</b>	1.04	1.22	1.09	0.87	0.89	0.49	1.25	0.63	0.58	1.11

#### General

The interview started with the relevance of the research whether the emission goals were being reached by both 2030 and 2040 as we keep progressing as we are doing now. For 2030, the expectations that the emissions reduction goals were reached were very low. The weighted average for this statement turned out to be 1.74 which is between (strongly disagree) and (disagree). Main reason is that for hinterland transport, the alternative energy carriers are not that far advanced yet and with logistic solutions only, the 30% reduction is not reachable. For 2040, the experts were more divided as the statement had on average a 2.70 as return between disagree and neutral, but also a high standard deviation of 1.22. The technology will be available by then (Expert 5), but there are some doubts on the social and political aspects (Expert 6 & 7). There is legislation needed for the transition, but there is a increasing uncertainty in Dutch policies and legislation also due to the results of the recent Dutch elections.

When the experts are asked about the first strategy of McKinnon, 2018, in which the demand of freight (or trips) are reduced, the outcome of the statement was very clear whether this was essential to reach the emission reduction goals. The weighted average was 4.38, so between agree and strongly agree and with the exception of two experts, all agreed. However, the difficulty in realising this was emphasises in how the expert thought about the realism of this happening. This statement was marked with an 2.73 which is more disagreeing than agreeing. The opinions about this varied a lot. With a few experts stating that there will only be transported more for example: (Expert 1,3,9 & 10). On the other hand, some experts think that some social changes, the right policies or the reduction of dry bulk can lead to less freight in a range about 5-10% (Expert 5,6 & 7).

#### Modal split

The next topic that was discussed with the experts was the modal split and effects of modal shift on the corridor. Also the effect of the different innovation speeds was discussed as the experts agreed with a score of 3.12 that there is a chance that due to quicker innovation speeds, the road freight transport will eventually be cleaner than barge transport. According to the second strategy of McKinnon (2018), this than should or could probably cause a modal shift from barge to road transport. However, the experts are pessimistic in thinking that will happen (scored 2.5). They think that it will not happen or when it does only for a small percentages. To much freight transported by barge (especially bulk transport) is bounded to the modality due to the large scale of transport possible. Shifting to train or truck would require a lot of capacity from those modalities to replace one ship. However, in intermodal container transport, some cases might change towards more sustainable modalities from barge. However, in the

case that the emissions from both modalities are comparable, then the barge is more energy efficient and cheaper mode of transport and can therefore be an attractive mode of transport.

### Digitalisation

The next section discusses the third strategy, *Optimizing asset utilization* with a focus on digitalisation of the chain. There seem to be some potential in Dutch freight transport as the average load factor is around 45-50% and the empty truck kilometers is 27% of the total covered distances (van Leeuwen, 2022). The experts were asked whether having more information, provided by other transporters and shippers can have a positive impact on these percentages. Data sharing for example, but as Pfoser et al. (2016) state, that the most important success factor is also the most difficult to achieve, cooperation and trust between the stakeholders. The first statement for the experts was to have coercion between stakeholders to share their data and work together to improve the logistics processes. The results showed that the expert disagree with this statement, Although the explanations were varying. Stating that enforcing cooperation is very difficult (Expert 6), but there are possibilities to set the sector in motion by setting a emission norm (Expert 1 & 3), or setting a price on the emission of CO<sub>2</sub> (Expert 3 & 5).

The experts also think that the role of digitalisation will be more prominent in the future, but how exactly is difficult to say. The role of Physical Internet and Sychromodality is yet unsure and the influence of the big companies with 'chain power' is very big on the emission reduction. As Expert 6 stated, the effect on digitalisation of logistics is depending on the major global monopolists. Also the role of CSRD can have an effect on the carbon footprint of companies, as these companies get a better overview of there emissions and where they can improve (Expert 9). The concept of sychromodality is also discussed with the experts. However, therefore, the opinions do vary as well. Some experts state that it will take a lot of time to be implemented (Expert 5) or that it will be implemented, but it will not have the label of sychromodality (Expert 9). Just that it happens on the background, but that the shippers do not have an preferences of transport modality. It was compared to package delivery to the consumers right now. If someone orders a product, the person doesn't mind how its delivered, as long as it is delivered at the right place on the right time. Other Experts (3 & 10), stated that sychromodality could become a mean that is necessary to cope with changing exogenous factors as the water levels in the river. Due to climate change, it becomes necessary to be flexible by choosing the modality last-minute. A major influence will be the price of the different modalities. Likewise, compared to international passenger traffic. If a plane ticket to Spain is much cheaper than the train, the majority of the travellers will choose the plane, even though it is more harmful environmentally.

The next topic to discuss within digitalisation was discussing the improvement of the load factor within the hinterland transport. According to the experts, there are many explanations why the load factor seems to be very low. However, explanations are for example that a dump truck that delivers for example sand, has an empty return trip (Expert 1) or that a milk run is on average 50% filled (Expert 5). However, the experts think that some improvement can be achieved especially on corridors (Expert 3& 9) as this has a large share of freight from point to point. With a strong set of policies, a increase of 1%-point per year is possible (Expert 6), to a improvement of 5% (Expert 5), about 10% (Expert 3) up to 10-15% (Expert 6 & 7), although the last one is very depending on regulations and policies. What kind of policies are not explained by the experts.

Next to the load factor, there is also a share of empty trips or empty vehicle kilometers driven. Here, the same factors limiting the load factor have an impact on the number of empty vehicle kilometers, which are about 27% in 2022. One of the main factors for empty trips, is that the truck or containers is needed for a new trip and that it is cheaper to do an empty return trip than wait for a shipment (Expert 1). Therefore, according to multiple experts (1,3 & 5), an additional charge is needed per kilometer. The experts then stated that the results are minimal with 2-7% reduction of empty kilometers (Expert 5,6,7 & 9). Expert (11) stated that developing generative AI planning tools can help improving the planning of transporting companies to the point that next to improving the load factor, the amount of empty kilometers can be reduced as well. However, the expert states that these planning tools should be aiding human planners and not replace them.

### Road Freight Transport

The next section describes the questions about road freight transport that are discussed with the experts. First of all, the experts are asked how they think the transition of energy carriers will develop for road

freight transport. The majority think that in 2040, electricity will be the main energy source for road freight transport (Expert 1,3,4,6,7 & 9). As hydrogen is very expensive and the supply is low (Expert 9). The role for hydrogen as an energy source is more related to a small niche for trucks covering very long distances (Expert 1 & 4) or it will be a back-up if the emission reduction can not be achieved with electricity only (Expert 3). Compared to passenger transport, the trucks have skipped the hybrid engines (Expert 4). Furthermore, Expert (3) stated that the total cost of operation of BEV is economically more viable from 2028-2030 onwards than the diesel TCO. Before the electric trucks will get the majority of the share, bio-fuels such as HVO will be the fast and easier implementation to reduce CO<sub>2</sub> emissions (Expert 7 & 9). However, as Expert (9) stated, the supply of bio diesel in large quantities is a uncertain factor. Moreover, the expert thinks that the problems with energy supply and capacity will be resolved as this has a higher social priority than the mobility sector.

Regarding the ERS infrastructure and implementations, the experts are doubtful and skeptical. Although some state that the corridor would be a suitable ERS track (Expert 1 & 3), there are more concerns about the benefits and implementation costs (Expert 1,6,7, & 9). It will only work with an very good business case with an very good attractiveness to the transport companies.

After that, the topic of autonomous driving is discussed with the experts. They concluded that the emission reduction gains with autonomous driving are minimal as the trucks are already in some sort of platoon in most cases (Expert 4). This combined with the time it takes for it is implemented, then the CO<sub>2</sub> reduction is less relevant and the impact of this innovation will be more focused on other factors as safety and staff shortage (Expert 3,6 & 9). However, combining it with driving in the night, it may improve the accessibility during daytime, and it also allows trucks to drive slower, which may reduce the energy required to transport the same unit of freight. However, the political coverage for such innovative systems is very low in the next few years, making the implementations less likely (Expert 6). The solutions can be found in other logistical measures such as the longer-heavier-vehicles (LHV) also known as the super-ecocombi (Expert 4 & 9). By removing a truck and coupling two trailers, less energy is required to transport the same amount of unit freight. Other measures could be by adapting the aerodynamics of the trucks for reducing the required energy (2-5%) or adding solar panels on trailers (up to 5%) (Expert 3). This in combination with implementing an energy carrier in the trailers with regenerative braking and propulsion from batteries as well could also reduce the energy demand of the transport (Expert 4). Lastly, an Expert mentioned that the energy efficiency of truck improved by about 0.5-2% per year. However, the focus of the OEM's has shifted from diesel trucks to the new generation of energy carriers. Therefore, this efficiency improvement could become less (Expert 4).

### Rail Freight Transport

The second modality discussed with the experts was rail freight. Stated as one of the cleanest modes of transport (Expert 8). The majority of the transport is done by electric locomotives (Expert 1, 5 & 8) with an estimated distribution of 80% electric and 20 % diesel trains (Expert 5). The reduction of emissions for this modality is the most difficult for the first- and last mile transport at the shunting yards and terminals, while these are more difficult to electrify and therefore these areas are mostly operated by diesel trains. However, on the total distances, these first and last mile are relatively short (Expert 8). Towards 2040, these diesel locs have to be substituted for something more sustainable and the options are (1) hydrogen and (2) battery-electric hybrid. Hydrogen is less attractive as Expert (5) stated that if an alternative for hydrogen is available, that alternative has the preference. A Battery-electric hybrid locomotive can charge the batteries while not shunting or driving under the overhead line, and use the batteries when this is not available (Expert 8 & 9). The biggest gains are achieved by removing the diesel trains '*under the wire*', meaning that on electrified tracks, only electric trains are used (Expert 5).

A logistical measure proposed is to extend the train lengths to 740 meter as this improves the efficiency and capacity of rail freight (Expert 8). The limitation is the infrastructure and whether there is enough transport demand for these trains (Expert 1). However, on the corridor, there are multiple trains per day, therefore the demand is expected to be there (Expert 5, 8 & 9). One of the other advantages of rail is the energy efficiency of the wheels (steel on steel), which, as the focus shifts from reducing emissions on reducing energy demand is also a big favor of Rail Freight Transport (Expert 1).

Another innovation mentioned is the foldable containers. Expert (8) stated that there is an imbalance between transport, where there is much more export than import. Therefore, there are foldable con-

tainers developed. Four of these containers take up the spot of 1 regular container, reducing the space needed to transport empty containers. Furthermore, there isn't a equal level of playing field as the experts describe. The transport costs for rail are very high as the user pays for the infrastructure costs. This is not the case for the other modalities, putting rail freight transport in a disadvantages (Expert 5,8 & 9). Lastly, the Automated Train Operation was discussed. Therefore, the reduction of CO<sub>2</sub> was not expected to be very high, as the focus of these innovations are more on safety and staff shortage, like road transport.

### Barge Freight Transport

The last modality discussed with the experts is the Barge Freight Transport. Possibly the most conservative and most difficult modality to innovate from the modalities discussed. The reason for this is that the operators are mostly family businesses and the age is relatively old (Expert 1,6 & 10). The modality is also a bit of a niche with a total operational fleet between 5000 (Dutch) (Expert 10) and 10.000 (European) (Expert 2 & 6) ships. This number makes the innovation and development speed very low. Therefore, the modality is at a stage in which for example road freight transport was about 10 years ago (Expert 2). There is a high uncertainty about the next generation energy carriers for barge freight transport and a total zero emission for this modality is very difficult to reach (Expert 3). For the short term, bio-fuels are thought to be the main alternative for fossil fuels. These can be implemented very soon and without modifications (Expert 2 & 10). Examples are HVO and FAME. However, there are certifications required to be able to use these fuels. After 2030, more will be known and the other alternatives are more likely to kick off. For container transport, the most likely option seems to be using battery containers (Expert 2,6,9 & 10). In 2030, there will be more available and the technology will be more developed making the business case for this alternative profitable. Furthermore, the containers can be used on land as energy hubs. They can be charged during an energy surplus and can provide energy during energy shortages. For bulk transport, this measure is less applicable, as these ships generally don't make a call at container ports. Therefore, an additional stop is required when changing battery containers, while waiting times already are a problem for the modality (Expert 1,2 & 3). Other alternatives can be more practical for barge freight transport such as hydrogen or methanol. Both not expected to be available before 2030, and there is still an uncertainty about the availability after 2030. On top of that, the question is whether the hydrogen will be green, as the green hydrogen first will be provided to the heavy industry as the mobility sector has a lower priority. Furthermore, the process of green methanol is also complicated (Expert 10).

As mentioned, the most complicated barrier is the financial needs for innovation. Although the experts state that there is support for innovation from the operators (3.3), external support is essential to make the barge modality more sustainable (Expert 6). As Expert (10) states: the innovation that is happening is initiated (and partially funded) by shippers, not by the ship owners. The expert also explained that by introducing a tax/charge on fuel can finance a growth fund for barge owners to innovate and improve their engines. Moreover, other incentives for barge owners and shippers is the introduction of CSRD for which the companies have to report their carbon footprint and European legislation and directives as the ETS-2 and the REDII / RED III. In these directives, the amount of emissions that can be emitted are limited. This forces the shippers and operators to reduce their footprint (Expert 10).

Climate change has already an impact on the modality. The fluctuations of the water levels in the various river disallow the barge from operating normally, as low waters reduces the maximum weight of the load and high water levels can make it impossible to pass certain bridges. For the corridor, the impacts on the river are partially prevented by multiple locks on the Maas. However, disruptions on one of the other rivers can also have an impact on the operation on the corridor (Expert 9). Container transport is most affected by these climate changes as these are easier to transport with rail and road alternatives (Expert 1). However, for bulk transport, these are more tied to the inland waterways transport due to big volumes or locations along the river (Expert 3 & 9). Therefore, these flows are disrupted when shipping is impossible.

Other measures to be applied for this modality is reducing the sailing speed as the energy required is to the third power as explained in Section 3.3.3. Expert (2, 3 & 10) confirm that this is indeed an interesting measure. However, there should be noted that there is an tipping point in which the speed is reduced that much, that additional ships are needed to ensure the same amount of transport flows along the corridor which counteracts the purpose. Lastly, Expert (9) addressed the studies which uses

kites or sails for propulsion. This is also an interesting measure, but implementations on the corridor might be reduced as civil engineering works along the corridor prevents high structures on ships.

With the literature review and expert interviews finished, an answer on research sub question 2 is established with ways and means to reduce the emissions on the corridor.

# 4

## Current State Freight Corridor

In this chapter the current state of the Rotterdam - Venlo corridor will be discussed to give an answer for Research Subquestion 3. Firstly, an overview of the corridor will be given in Section 4.1. Then the data will be discussed in Section 4.2. Lastly, exogene factor that will have an impact towards 2040 will be discussed in Section 4.3.

### 4.1. Overview of the Corridor

As mentioned, the case study of this research focuses on the 'long' hinterland transport between Rotterdam and Venlo. A nuance has to be stated here as for national terms, the distance between Rotterdam and Venlo can be seen as long, but for international terms, this distance can still be seen as short. Depending on the route and modality between 200 and 250 kilometers. An extra origin destination pair is added with Moerdijk and Venlo. This is also a sea port in the Netherlands along the corridor Rotterdam - Venlo. This region (*West-Noord-Brabant*) has apart from Rotterdam (*Groot-Rijnmond*) the largest container flow in The Netherlands as can be seen on Figure 4.1 (CBS, 2017). Furthermore the region of Venlo (*Noord-Limburg*) is the fourth in ranking, meaning that these three regions are very suitable for this study as the major flows in the Netherlands are via these regions and give a good overview of the hinterland transport between sea ports and the hinterland of the Netherlands. Also included in this study are the flows from Rotterdam and Moerdijk crossing the German border at Venlo.

Top 15 laad- losregio's containers, 2015

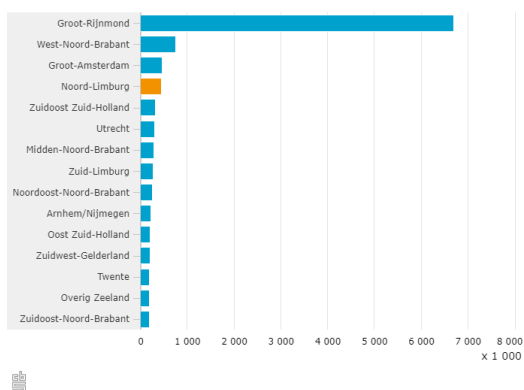


Figure 4.1: Top 15 Container hubs in The Netherlands in 2015 (CBS, 2017)

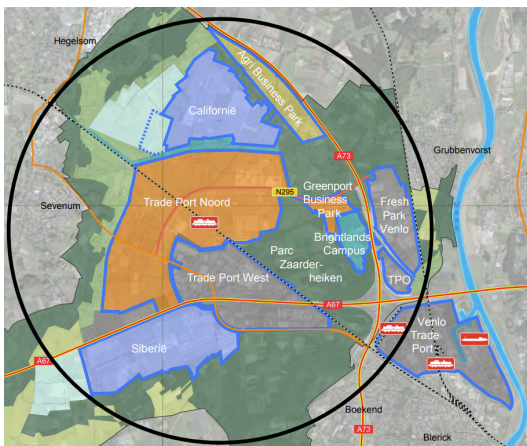


Figure 4.2: The routes of the corridor for each modality. Adapted from: (Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2017)

Figure 4.2 presents an overview of the corridor with the routes of the different modalities. This also gives a good explanation of why the origin destination pairs selected above are very suitable for this

study. Rotterdam, Moerdijk and Venlo are connected with all the three modalities (road, rail and inland water transport or barge). It is important to note that there is also a fourth modality available on this corridor as a lot of crude oil and oil products as fuel are transported via pipes from the port of Rotterdam to Germany via Venlo. This is not a part of this scope as it is very difficult to transport other products than oil through these pipes. However, without these pipes, the amount of fuel truck, trains and barges would increase significantly as the capacity of these pipes are 34 million tonnes per year (RRP, n.d.).

In Venlo, the main flows are going to the Greenport area which is the logistics center of the region with goods accessibility to road, rail and barge. This innovative sustainability driven area is very big and divided in sub sections. Main sectors here are agriculture, horticulture, construction and intermodal transport (container transport). Figure 4.3 gives an overview of the Greenport Venlo as Figure 4.4 shows the map of the *Trade Port Noord* area which also has the largest inland rail terminal of the Netherlands with a capacity of 12 trains per day and 800.000 TEU per year (Greenport Venlo, 2024). Furthermore, there are two more rail terminals in Venlo operated by TCT and Carbooter Rail. As can be seen, these rail terminals are also a bit closer located to the barge terminal of Venlo. This allows shippers and transporters to be very flexible in their choices of mode of transport. For example, ECT, which operates in Venlo the TCT terminal has in 2024 an intermodal frequency capacity of 24 trains per week and 4 barges per week between Rotterdam and Venlo (Hutchison Ports, 2024).



**Figure 4.3:** Greenport Venlo overview (Greenport Venlo, n.d.)



**Figure 4.4:** Greenport Venlo Trade Port North Area (Greenport Venlo, n.d.)

How do the routes look like. Firstly for road from Rotterdam, it starts in the Port of Rotterdam at the end of the highway A15. From there, it goes east until Rotterdam and then south along the highway A16 to Breda passing Moerdijk which route joins here after a short trip following the A17. From Breda onwards, the trip is going east passing Tilburg via the A58, going to Eindhoven along the A2. After Eindhoven, the last part of the route follows the highway A67 to the Greenport of Venlo or in case of international transport to the border.

For Rail, it is more of the same, which consist of two routes. Firstly the '*Havenspoorlijn*' which translates to Port Rail Line between the Port of Rotterdam and Kijfhoek, which is the major rail freight yard of the Netherlands. From there onwards, the Brabantroute takes the trains from Kijfhoek to Venlo via, likewise the road, Lage Zwaluwe (Moerdijk), Breda, Tilburg and Eindhoven. This Brabant route is not a dedicated freight line. Therefore, the rail freight traffic is mixed with the passenger rail services. This has a big impact on the capacity of the rail freight services and on disruptions on the line. On top of that, rail freight from the port of Antwerp with as destination Venlo or Germany also takes the Brabantroute from Breda onwards.

For the Inland Water Transport, the route is also fixed as the only option to Venlo is following the river the Maas. There are some different options around Rotterdam to get to the Maas but following Figure 4.2, it follows the 'Old Maas', then south towards Moerdijk and from Moerdijk onwards it follows the Maas to Venlo. Between the entry point of the Maas in The Netherlands and the Port of Rotterdam is a height difference of 45 meters. To control the waterflow along the Maas, Rijkswaterstaat constructed 7 locks and dams. Compared to the other rivers in the Netherlands, operations on the Maas can continue



for longer periods in times of very high or very low waters. Between Rotterdam and Venlo, three locks are located in the Maas (Rijkswaterstaat, n.d.). This does have an impact on the travel time as this also results in waiting time and the time while in the lock.

## 4.2. Data

In this section, the data of this study is explained. First there is the data coming from and what the data contains. Furthermore, the important parameters are discussed. Then for each modality the values of these parameters are discussed. Then from the data, the emissions parameters are discussed and then the emissions are computed for both Tank to Wheel/Wake and Well To Tank

### Parameters

In the datasets, a lot of parameters are given. The first major filter on the dataset is selecting the right origin destination pairs. These are not given per city, but in a larger region defined as the COROP regions. The region of the Port of Rotterdam is COROP region 29 called 'Groot-Rijnmond', Moerdijk is located in region 33 (*West-Noord-Brabant*) and Venlo in region 37 (*Noord-Limburg*). The origin destination pairs are thus not necessarily exactly between Rotterdam and Venlo, but could also be in the case of Noord-Limburg to for example Venray. However, the major flows of the regions (>80%) are connected to either Rotterdam, Moerdijk or Venlo. As mentioned, only the long distance routes are selected and trips within the regions are also filtered out, resulting in 4 OD-pairs: 29-37,33-37,37-29 and 37-33. Per modality, the flows between these regions are given per NST-2007 type. This is a distribution of different types of freight such as coals, fuels, ores, agriculture or general cargo. Per modality, the main parameters that are discussed are given in Table 4.1. The vkm, tkm and TEUkm all reflect the kilometers of travelled distance in the Netherlands. If for example a train to Italy crosses the border at Venlo, the kilometers after the border crossing are not taken into account.

**Table 4.1:** KPIs transported goods

Parameter	Definition
km	Distance between the destinations
vkm	Total transported distance by the modality in The Netherlands
#trips	Number of trips
ton	Total transported freight in tons
tkm	Transported tonkilometers in the Netherlands
TEU	Total amount of TEU transported
TEUkm	Transported TEU kilometers in the Netherlands

In Equation 4.1, 4.2 and 4.3, the computations for the different parameters are given. With subscripts  $i$  and  $j$  standing respectively for origin and destination. For example, the tkm is not the vkm multiplied with the amount of ton transported, but it is the sum of the transported ton multiplied with the distance per OD-pair.

$$vkm = \sum_i \sum_j \#trips_{ij} * km_{ij} \quad (4.1)$$

$$tkm = \sum_i \sum_j ton_{ij} * km_{ij} \quad (4.2)$$

$$TEUkm = \sum_i \sum_j TEU_{ij} * km_{ij} \quad (4.3)$$

Next to the transported volumes, there are more interesting parameters to take a look at for the emissions. These are shown in Table 4.2. Each modality and vehicle / vessel has a different kind of energy efficiency based on also the type of transport and load factor.

**Table 4.2:** KPIs emissions

Parameter	Definition
MJ/vkm	Energy efficiency of a vehicle in needed MJ per kilometer driven
MJ	Total amount of energy needed for transport
TTW	CO <sub>2</sub> emissions based on Tank-to-Wheel
WTT	CO <sub>2</sub> emissions based on Well-to-Tank
WTW	CO <sub>2</sub> emissions based on Well-to-Wheel

The dataset for road is assumed to be not complete. The national transport part is very complete, but for the international flows, the share looks rather low which is a bit unclear. It could be that the major flow from the port of Rotterdam towards the hinterland in Germany opts for a different border as for international road traffic, there are multiple options to cross the border. Between Rotterdam or Moerdijk and Venlo, the amount of international traffic is very low, especially compared with for example rail traffic. This is something to take into consideration during the study. A small part can also be considered from the fact that international traffic from the Greenport area of Venlo towards the border is not considered.

For the dataset regarding the rail, the amount of TEU transported was missing, but for every trips was noted whether it was container freight transport or not. With help of a mnemonic of 10 Ton/TEU (Expert #8) the amount of TEU container could still be estimated. The dataset is assumed to be very complete as for trains the paths are determined and therefore can be very accurately assumed what the amount of transported goods is and how many trains are running on the corridor. International trains are included in the dataset. These trains are crossing the border in the COROP region of Venlo. There is only one option to do this, so with certainty, these trains are running via Venlo.

For barge, the dataset is slightly different than road and rail. Around Venlo, there is no border for inland water ways and the Maas continues south towards Maastricht after Venlo. Therefore, there are no international transport data from Rotterdam and Moerdijk but there are only flows to and from Venlo from these sea ports.

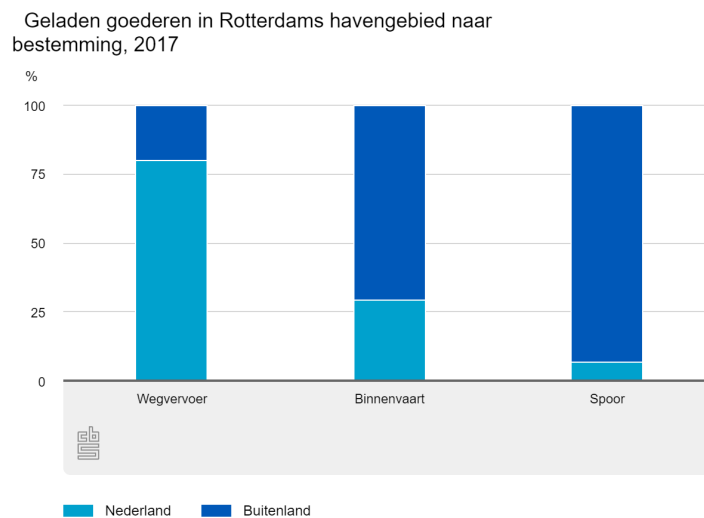
**Figure 4.5:** Share of National and International hinterland transport from Rotterdam (CBS, 2018)

Figure 4.5 shows a distribution of international and national hinterland transport from the port of Rotterdam. This shows that there is a lower percentage of international transport from the port of Rotterdam in the case of Road Transport. Still, from the 20 percent of international transport, about 44% goes to Germany. For Barge and Railway, it is the other way around with the major flows in the international transport. In Rail Freight, only about 8% is national transport and 92% is international. From this international transport, about 75% goes to Germany excluding destinations which require the train to travel

through Germany (CBS, 2018).

### 4.2.1. Road

In this section, the KPIs for road are discussed. Firstly the transported volumes and then the emissions.

#### Transported Volumes

The first modality that is discussed is the road transport. In Table 4.3, the transported volumes is shown divided by National transport, which is the transport between Rotterdam/Moerdijk & Venlo, import, from the German border to these three hubs and export. The latter is all the transport from Rotterdam, Moerdijk & Venlo to the German Border. The KPI's that are considered are the vehicle kilometers (vkm) on Dutch soil. The distance transported after crossing the border is not in the scope of this study. The same is true for both the tonkilometers and TEU kilometers, which are both referring to the values accounting for the Dutch network. Other KPI's considered are the number of trips, the total transported amount in tonnes and the number of TEU transported. Some KPI's are rounded per 1000

**Table 4.3:** KPI's of the corridor for Road freight transport in 2014

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
National	39660	320946	2656	391046	100	17331
Import	1414	8269	152	26201	5	931
Export	1723	11406	204	31499	8	1110

4.4, in which the comparison between national and international traffic is given. As mentioned before, the share of international traffic is very low, but in reality, this is probably not the case. This is mainly due to the fact that the data is incomplete in regarding to international freight traffic. Something worth mentioning is that there is much more transported in tonnes compared to the amount of trips and vehicle kilometers, indicating that the international orientated trucks have a higher load factor than the trucks with national trips.

**Table 4.4:** Distribution of National & International Freight Transport

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
Total	42796	340621	3011	448746	112	19373
National	92.7%	94.2%	88.2%	87.1%	88.6%	89.5%
International	7.3%	5.8%	11.8%	12.9%	11.4%	10.5%

#### Emissions

With the parameters of the transported goods, the emissions for the base year can be determined. These are split in two different parts. The TTW emissions, which are the emissions directly related to driving and the WTT emissions, which are related to the production or generation of the Energy needed to drive. This then leads to the total amount of emission of WTW via the equation below:

$$WTW_{fuel} = TTW_{fuel} + WTT_{fuel} \quad (4.4)$$

To compare the different modalities, the most efficient way is to look at the Megajoules (MJ) that a vehicle or vessel needs to travel one km or to transport 1 tonkilometer. Via this way, the total amount of MJ is computed. The last parameter that is missing is the amount of kg CO<sub>2</sub> the a fuel emits for both TTW and WTT per MJ. In 2014, for long distance transport, the amount of electric trucks was almost non-existent and the trucks are all assumed to be diesel powered. In equation 4.5, the computation of MJ is given which then can be used in equation 4.6 to compute the TTW emissions for diesel.

$$MJ = MJ/vkm * VKM \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} TTW_{diesel} &= MJ * 0.067513/1000 \\ &= \frac{kgCO_2/vkm * vkm}{1000} \end{aligned} \quad (4.6)$$

$$WTT_{Diesel} = MJ * \frac{0.016}{1000} \quad (4.7)$$

However, for trucks, the MJ/vkm parameter is not known in the data, but for different types of road and vehicles, the amount of kgCO<sub>2</sub>/vkm is. This can directly be used to compute the TTW, but for the WTT emissions, the amount of MJ is needed. For simplicity, the fleet of trucks on the corridor is assumed to be all a truck-trailer combination and the whole route is assumed to be a highway. This then leads to a TTW emission of 0.75kgCO<sub>2</sub> per vkm as is measured by TNO. By combining Equation 4.6 and 4.5, the amount of MJ/km or MJ can be computed. This then is used to determine the amount of WTT emissions. In Table 4.5, the relevant parameters to compute the TTW and WTT emissions are shown. These are in kg, so to compute them to tonnes, they are divided by 1000 as shown in the equations above.

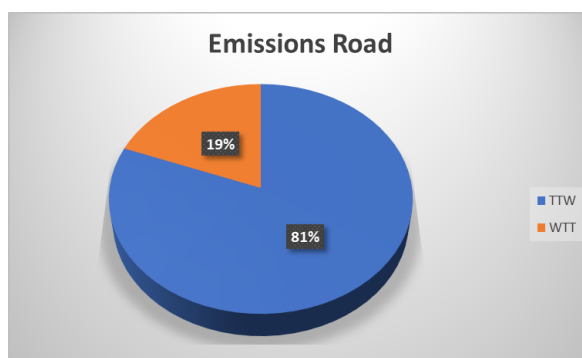
**Table 4.5:** Parameter Value Energy Truck. Sources: (CO2Emissiefactoren, 2015; Rolim et al., 2012; TNO, 2017)

	kgCO <sub>2</sub> /MJ (TTW)	kgCO <sub>2</sub> /MJ (WTT)
Diesel	0.067513	0.016
Electric	0	0.015

All in all, this leads to the following emissions as shown in Table 4.6. The distribution of the emissions between WTT and TTW are shown in Figure 4.6

**Table 4.6:** Emission of road in ton CO<sub>2</sub>

TTW	WTT	WTW
32007	7585	39592



**Figure 4.6:** Distribution of the TTW and WTT emissions for road freight transport

### Transported Goods

In the dataset, the type of transport is given in NST-2007 chapters. However, an different commonly used division of freight type is NSTR. Also the forecasting of Chapter 5 is based on these types of freight. Therefore, the total transported volumes are given in the NSTR chapters. The conversion table from NST-2007 to NSTR is given in Table C.1 in Appendix C. The overview of all transported types of freight for Road is given in Table 4.7. One can see that the major flows are agriculture, building materials and manufactured articles etc for this modality. This big flow of agriculture products is explained by the big *agri-business* industry on the Greenport of Venlo focused on the innovation and high-tech equipment of farming called *Future farming*. NSTR 9, mainly transported by containers also has a major share of the total transported volumes, but this category consist of a large variety of goods. Lastly, there is no recorded transport of solid mineral fuels for road transport as well as barge transport and the transport of petroleum products is also very low. For the last one, this is that low as these products are mainly transported with pipelines between the port of Rotterdam and Venlo further towards Germany.

Note that for fertilizers, no transport is reported as well. This is due to the fact that for the NST2007, there was no such categorization. Therefore, it is very likely that these freight trips are categorized as 0 or 1 for all three modalities.

**Table 4.7:** NSTR goods transported for road

NSTR	Definition	vkm	ton	teu	tonkm	teukm
0	Agriculture and living animals	7017107	944062	6330	140853785	1101477
1	Other food and animal fodder	5664230	267455	11251	40768394	1937266
2	Solid mineral fuels	0	0	0	0	0
3	Petroleum products	111910	13960	0	2326683	0
4	Ores and metal waste	1505640	199320	1505	31402640	306895
5	Metal products	343171	46604	0	6329043	0
6	Crude and manufactured minerals, building materials	8414340	154927	0	21394637	0
7	Fertilizers	0	0	0	0	0
8	Chemicals	2163718	352920	1648	47642080	295479
9	Machinery, transport equipment, manufactured articles and miscellaneous articles	17455834	1032089	91637	158028448	15732602

#### 4.2.2. Rail

Next section discusses the rail freight transport along the corridor.

##### Transported volumes

In Table 4.8 the transport flows for rail are given and one can clearly see that this is another situation than for road transport. The national flows in 2014 were much lower than the 5 daily trains which are running in 2024, and national transport is only accounting for a fraction of the total rail transport between Rotterdam and Venlo or the German border. Furthermore, there is a big imbalance between the amount of trains running towards the hinterland than the other way around as the export is about 3 times as high as the import.

**Table 4.8:** Rail Transport flows in 2014 on the corridor

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
National	50	224	889	198233	89	19812
Import	299	1477	5285	1170333	496	110237
Export	995	4499	17700	3927225	518	115247

In Table 4.9, the distribution of national and international transport is given for rail. This shows that about 96% of the trains consist of international transport. However, for the container transport, 'only' 92% of the transport is international. This is due to the fact that there is a high share of container transport between Rotterdam and Venlo, while towards Germany many old industry types of goods are transported as coal, iron ore and oil.

**Table 4.9:** Comparison of National & International transport for Rail in 2014

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
Total	1344	6200	23873	5295791	1102	245296
National	3.7%	3.6%	3.7%	3.7%	8.1%	8.1%
International	96.3%	96.4%	96.3%	96.3%	91.9%	91.9%

##### Emissions

The computation of emissions for the modality rail does slightly differ from that of road. For rail, there is a mix between Diesel and Electric locomotives which both have a different use of energy and also emissions as also found in literature where was estimated that electric could result in at least 56%

less energy needed. According to experts, the share of Diesel trains is about 10-20% now, so for this base year, the upper share of 20% is assumed. Therefore, the computation of the emissions for trains has both an electric share and a diesel share. Furthermore, for a train there is an energy difference depending on whether the train is running empty and the type of goods (e.g. container or bulk). Based on Significance (2019), the assumption is that in 2014 67% of the train was loaded. This resulted in the following table for MJ/vkm as shown in Table 4.10. The values shown a very good comparison with the 63% reduction of electric trains as found in Literature in Section 3.3.2.

**Table 4.10:** Energy needed for cargo trains (TNO, 2017)

<b>MJ/vkm</b>	Container	Bulk
Electric Full	62.67	125.31
Electric Empty	45.3	54.87
Diesel full	169.45	337.63
Diesel empty	122.47	148.36

For container trains resulting in:

$$\begin{aligned}
 MJ/vkm_{electricity} &= 0.67 * 62.67 + 0.33 * 45.3 \\
 &= 56.94 \\
 MJ/vkm_{diesel} &= 0.67 * 169.45 + 0.33 * 122.47 \\
 &= 153.95 \\
 MJ/vkm_{container} &= 0.8 * 56.94 + 0.2 * 153.95 \\
 &= 76.342
 \end{aligned} \tag{4.8}$$

And for bulk

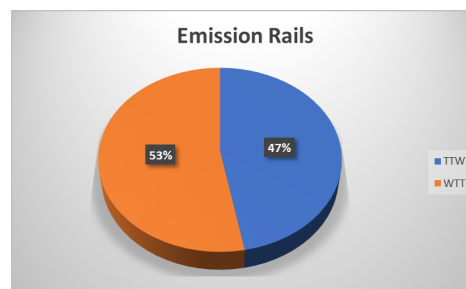
$$\begin{aligned}
 MJ/vkm_{electricity} &= 0.67 * 125.31 + 0.33 * 54.87 \\
 &= 102.06 \\
 MJ/vkm_{diesel} &= 0.67 * 337.63 + 0.33 * 148.36 \\
 &= 275.17 \\
 MJ/vkm_{bulk} &= 0.8 * 102.06 + 0.2 * 275.17 \\
 &= 136.68
 \end{aligned} \tag{4.9}$$

As the vkm for both bulk and container transport are known, the required MJ can be easily computed with Equation 4.5. For the TTW emissions, the computation is slightly changed. The corresponding share of the TTW emissions due to electricity are equal to 0. The computation for the TTW for diesel stays the same. But with the assumption that only 20% of the trains are diesel, which is equally distributed along the corridor. The corresponding TTW emissions due to the combustion of MJ Diesel is also only 20%. For the computation of the total amount of ton CO<sub>2</sub> for the WTT emissions for train can be computed with the following equation.

$$WTT_{train} = 0.8 * MJ * \frac{0.015}{1000} + 0.2 * MJ * \frac{0.016}{1000}$$

**Table 4.11:** Emission of rail in ton CO<sub>2</sub>

TTW	WTT	WTW
1974	2221	4195

**Figure 4.7:** Distribution of TTW and WTT emissions for rail

This results in the following TTW, WTT and therefore WTW emissions as shown in Table 4.11. In Figure 4.7, the distribution between the TTW and WTT emissions for rail are shown. In comparison to the other modalities, the share of WTT is very high (52% compared to 19%). This is explained by the fact that the major share of trains run on electricity. Still however, the 20% of diesel trains contribute to almost half of the emissions for rail freight transport. This is quite significant for such a small share.

### Transported Goods

In Table 4.12, an overview is given of the NSTR freight volumes transported by rail. Compared to Road transport, the amount of agriculture freight (NSTR 0 & 1) is relatively low. Furthermore, the third largest NSTR is solid mineral fuels, while these are not transported by road or barge. There is a large demand for this products in Germany and other European countries. Another remarkable NSTR is NSTR 6 (crude and manufactured minerals, building materials). These types of freight are not transported by rail between the assessed OD-pairs. Lastly, the NSTR 9 types of freight are, likewise road freight transport, responsible for the largest flow of transport as almost all container transport belongs to this category.

**Table 4.12:** NSTR flows transported by Rail

NSTR	vkm	ton	teu	tonkm	teukm
0	8701	151000	0	33689610	0
1	5361	93000	0	19062180	0
2	292274	5217000	0	1163964870	0
3	2387	28000	0	5000130	0
4	321502	5761000	0	1285336710	0
5	36425	673500	0	134641035	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	53342	889500	550	193615245	122711
9	623620	11060000	1101750	2460481650	245173298

### 4.2.3. Barge

Lastly, the freight transported by barge is discussed in this section.

#### Transported Volumes

For the Inland Waterway Transport, the transported goods are different than the other modalities as there is no waterway that is crossing the Dutch/German border at Venlo. Therefore, only National transport is considered for this modality along the corridor. The data is shown in Table 4.13. The amount of trips show that on average 13 ships make a trip between either Rotterdam and Venlo or Moerdijk & Venlo.

**Table 4.13:** Transported flows for Barge in 2014

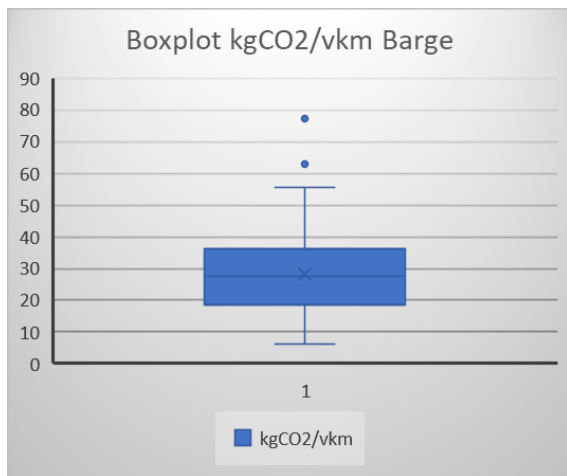
	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
National	586	4713	2934	391367	203	30393



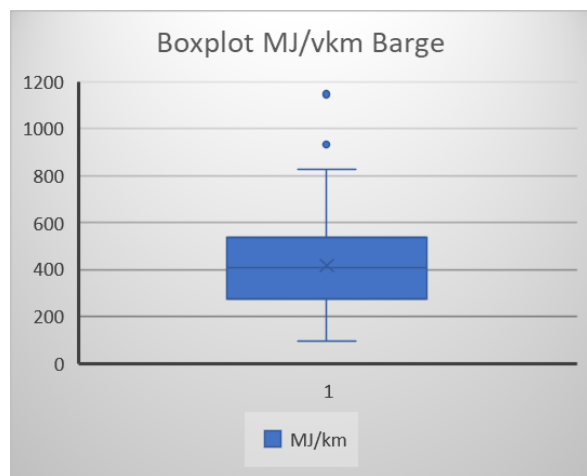
When one keeps the mnemonic of 10 ton/TEU in mind, one can think that about 70% of the total transport by barge is container transport, so the other 30% would be a variety of bulk transport. However, this could be slightly different as empty containers are preferably transported by barge, as it is the cheapest way of transport and empty containers generally do not have a strict time delivery. This makes barge transport very attractive for distributing empty containers.

**Emissions**

The emissions for barge are very difficult to determine as there are a lot of different sizes of ships resulting in very different parameters as MJ/km and total energy consumption per unit freight. In Table 4.8, a boxplot is visualised in which the distribution of the emissions of the different ships on the corridor are shown. The average is around 28 kg CO<sub>2</sub> per vkm with the maximum and minimum respectively around 8 and 79 kg CO<sub>2</sub> per vkm. These values are used to compute the TTW emissions, but is also needed to compute the WTT and therefore, likewise the road emissions, the known emission factor is computed to MJ/vkm. The results are shown in Figure 4.9. The average results in just above 400 MJ/vkm.



**Figure 4.8:** Boxplot of the kilogram CO<sub>2</sub> per vkm. Source: (NEA, n.d.)

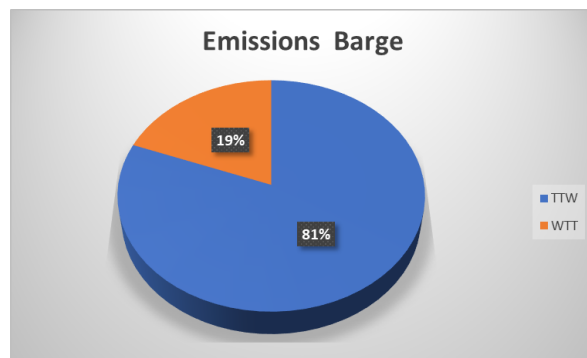


**Figure 4.9:** Boxplot of the MJ per vkm

With Equation 4.6 and Equation 4.7 the TTW and WTT emissions of barges can now be computed resulting in the values presented in Table 4.14 and the distribution between TTW and WTT in Figure 4.10

**Table 4.14:** Emissions of the modality barge in 2014 (ton CO<sub>2</sub>)

TTW	WTT	WTW
18020	4271	22291



**Figure 4.10:** Distribution of TTW and WTT emissions for Barge

**Transported Goods**

Lastly, as well for barge, the KPIs per NSTR are shown in Table 4.15. Likewise road freight transport, there is no flow of solid mineral fuels for these OD-pairs. The transport share of fuels by barge is also

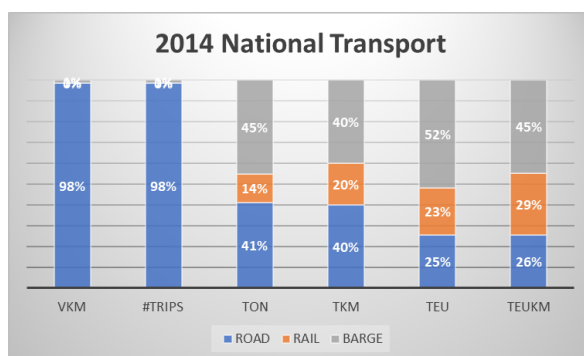
relatively low. Note that the major flows are within the NSTR 6 (building materials) category. This can be explained as barges are very effective in transporting large quantities of sand, gravel etc. This contributes to the high share. Again, NSTR 9 also contributes to a large share of the barge freight transport, with the majority of container transport belonging to this category. The last big share is the Unknown category, for which the type of freight which was transported by barge was not identified, or not able to be identified within 1 category. This freight could be anything, as it also consist of Container transport.

**Table 4.15:** NSTR flows transported for barge

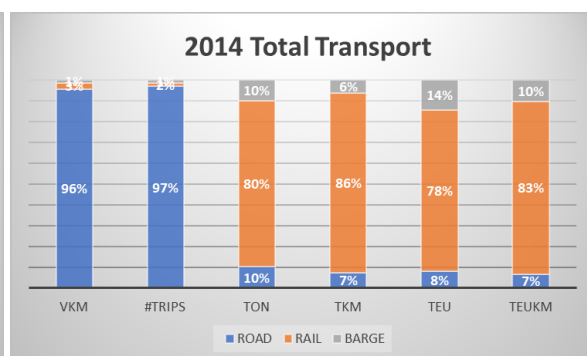
NSTR	vkm	ton	teu	tonkm	teukm
0	24996	182333	0	26271034	0
1	8978	55309	0	8192298	0
2	0	0	0	0	0
3	1950	21310	0	3196532	0
4	300	5254	0	788100	0
5	1062	4444	0	665496	0
6	112974	1442768	0	171086608	0
7	0	0	0	0	0
8	1212	4950	114	682157	17100
9	250784	1121202	201252	166065129	29656185
Unknown	184102	97237	1343	13289450	201450

#### 4.2.4. Modal Split and Conclusions

With the transport data of the different modalities, some comparisons between the different modes can be drawn which are presented by the national transport: Figure 4.11 and all transport: Figure 4.12. Firstly, for national transport some interesting conclusions can be made at first. One can see the impact of scale on the transportation numbers. The high amount of vkm and number of trips for trucks are in a big contrast to the amount of ton / TEU transported with this modality. However, this can be explained due to the fact that trucks transport relatives low loads compared to the other modalities and therefore have to make more trips and therefore vkm to transport the same volume. For the international data, the flows are quite different with very high amount of rail percentages.



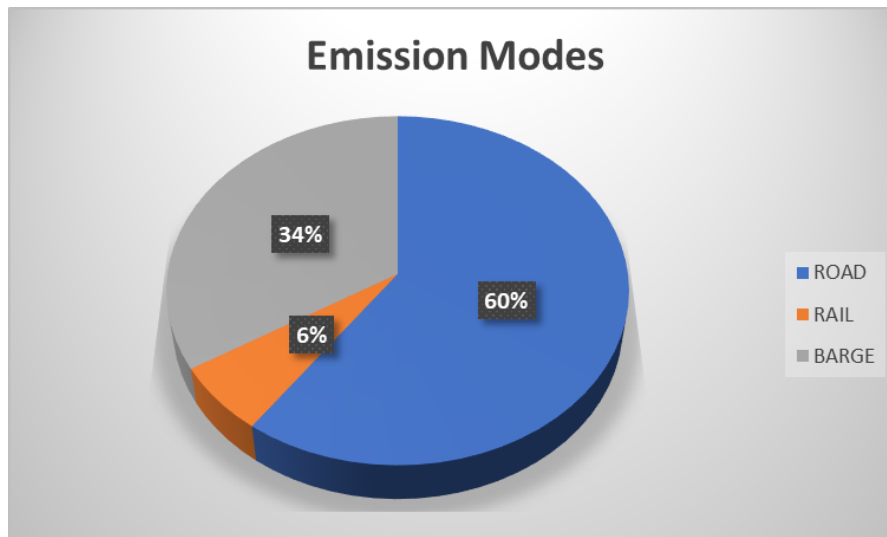
**Figure 4.11:** KPI's with only National transport considered between Rotterdam / Moerdijk and Venlo in 2014 (International transport excluded)



**Figure 4.12:** KPI's with international transport included on the corridor for 2014. Consisting of a very high share of international rail freight transport.

#### Modal split of emissions

Likewise the modal split of the transportflows, it is also very relevant to see how the emissions of the different modes compare to each other. In Figure 4.13, an overview of all the emissions by the modes are given. It is important to understand that this figure correlates with the emissions related by Figure 4.12 and as can be seen immediately, the pie-graph does not correlate to one of the bar-graphs.



**Figure 4.13:** Distribution of the emissions between de modes

At this moment, rail is by far the cleanest mode of transport. When looking at the share of TON or TKM, only 7% of the total emissions is represented by 80% and 86% respectively. Big part can be explained by the simple fact that only this mode is mainly run on electricity which greatly reduces the TTW emissions. Furthermore, this mode is highly efficient as steel on steel gives almost no friction, so the energy needed to transport the same amount of goods is much lower. Looking at road and barge, the amount of transported tonnes and TKM are almost the same. Still however, the emissions of road are almost twice as high as that of barge. This can be explained by looking at the VKM and number of trips. Those are very high for road and the number for rail and barge is almost negligible. This is simply explained by the fact that as mentioned a barge can take more tonnes with a single trip. This scale advantage makes the barge more energy efficient per transported TON, therefore the emissions are lower. Adding all the emissions together from the different modalities, the total Well to Wheel emissions at the corridor are computed at:  $39592 + 4195 + 22291 = 66078 = 66.1 \text{ kton CO}_2$ . The maximum emissions in 2040 are therefore set at:  $0.2 * 66.1 = 13.2 \text{ kton CO}_2$ .

### 4.3. Exogene factor changes before 2040

In this section, some external factors are mentioned that could have a impact on the future of the modalities. First, the infrastructure and personnel issues are discussed, then furthermore the impact of legislation.

#### 4.3.1. Infrastructure and personnel

The Dutch infrastructure is known to be very good, however, the bridges and tunnels in the Netherlands for both road and rail are becoming very old requiring a lot of maintenance or replacement which has very high costs. To prolong the lifespan of these civil structures, the maximum speed is decreased or trucks are no longer allowed to drive over these structure, therefore making detours (BNR, 2023). This has a very negative effect on this modality. Therefore, this has to be addressed. Regarding the rail modality, there are similar problems as Expert 8 addressed. Old infrastructure has to be replaced, and additional changes have to be made to make it possible to have 740 meters long trains while funding is minimal. The expert stated that having a good vision or plan for the environmentally friendly infrastructure could become crucial. For the corridor, from 2030, the rail modality becomes more robust as an additional route to Venlo becomes available. A new connection is made around Meteren with the existing passenger railtracks between Utrecht and 's Hertogenbosch and the Betuwe railline. Therefore, disruptions on the Brabantroute could have less impact on freight traffic between Rotterdam and Venlo.

The biggest threat for the barge modality is already visible in some cases. Due to climate impact, the water levels are very sensitive and often results in no possibilities to transport goods via the Dutch rivers. In 2018, there was a long drought in which there was a low water level for 159 days. This resulted in

a total cost of 2.7 billion euros (Schuttevaer, 2020). It should be noted that this had a major impact on the Rhine as this river is less controlled by locks and weirs as the Maas is. So for the corridor, the impacts are less frequently and only with extremes. However, due to climate change, these extremes will happen more often which according to experts already has an impact on the attractiveness and some of the market share of the barge modality. Lastly, the sector has a big issue regarding personnel with an expected 20.000 new needed people before 2030 due to modal shift expectations and aging of current shippers (Kok, 2023).

### 4.3.2. Legislation

A different, uncertain factor is the legislation changes towards 2040 on European and national level. According to the experts, the logistics sector is very depending on legislation and needs this to be set in motion. However, it is important to understand that the governments potentially change every couple of years and therefore, the focus of the governments can change as well. The recent elections in the Netherlands is a good example of this. Therefore, the set of legislation now and the future is very difficult to predict.

However, there are a few legislation already starting, for example the *Corporate Sustainable Reporting Directive* for corporate companies with an yearly revenue of 50 million euros. This reporting requires companies to disclose information about the damages to people and planet due to their activities starting from 2024 (European Union, 2022). Although the first couple of years will not have a specific impact as companies will get to used to it, it has the possibility to be used for setting specific emission standards and norms for companies (Expert 10). Other relevant European legislation focuses on the sustainable generation of Energy with the *Renewable Energy Directive* (European Union, 2023) in which is stated that by 2030 about 42% of all generated energy in the European Union should be renewable, which will be higher towards 2040.

Furthermore, relevant national legislation is the kilometer tax for trucks (Rijksoverheid, 2021). This tax ensures that trucks have to pay for every vehicle kilometer driven depending on the emission from that truck and the weight starting from 2026 onwards. Furthermore, for barges, the Dutch government had introduced a goal that in 2030, the average emission label of the barges is emission label B. However, the implementation of this label is yet unsure (Expert 2). During this study, the Dutch government has retrieved this label from being implemented. Showcasing the unpredictability of future policies.

## Conclusion

To conclude this chapter, the corridor has a interesting mix of all three modalities consisting of national and international transport. The special element of this corridor is that the highest share of freight is transported by rail. This is caused by the high volumes of international freight that is transported by this modality. After a data analysis, the transport flows on the corridor are assessed and the CO<sub>2</sub> emissions are estimated and computed with the emission factors. With this an answer is given to research subquestion 3, that in the current state of freight transportation, the total Well to Wheel emissions on the corridor are 66.1 kton CO<sub>2</sub>. This means that in 2040, the total allowed emission on the corridor is 13.2 kton CO<sub>2</sub>.

# 5

## Forecasting BAU Scenario 2040

In this chapter, an answer is sought for research sub question 4. Therefore, the baseline scenario for 2040 is constructed and chosen from multiple defined scenarios. To do this, first in Section 5.1, the growth factors for the different scenarios are determined. Then in Section 5.2, 5.3 & 5.4, respectively the low, middle and high forecast scenarios are discussed. These scenarios leads to different outcomes which are discussed in Section 5.5. In Section 5.6 the conclusions from this chapter are discussed.

### 5.1. Growth Factors

From the data of 2014, a prediction has to be made regarding to total transport and emissions and 2040. This is done according the prediction of the *Klimaat- en Energieverkenning* (KEV) of PBL in 2019 (PBL, 2019). The computation of this prediction is executed by Significance (2019). This resulted in very specific growth factors based on OD-pairs, NSTR-types and modality applied on the corridor Rotterdam - Venlo. For this prediction, the existing policies at that time were accounted for as well as some infrastructural development that was known at that time until 2030. In the case of this study for example, the expansion of the container terminal of Moerdijk is taken into consideration for the prediction. Policies and legislation that is about to come, but not sure yet when exactly or in what form as the kilometer tax for trucks was in 2015 are not taken into consideration. The expected price development of diesel, electricity and oil is on the other hand considered in the BAU.

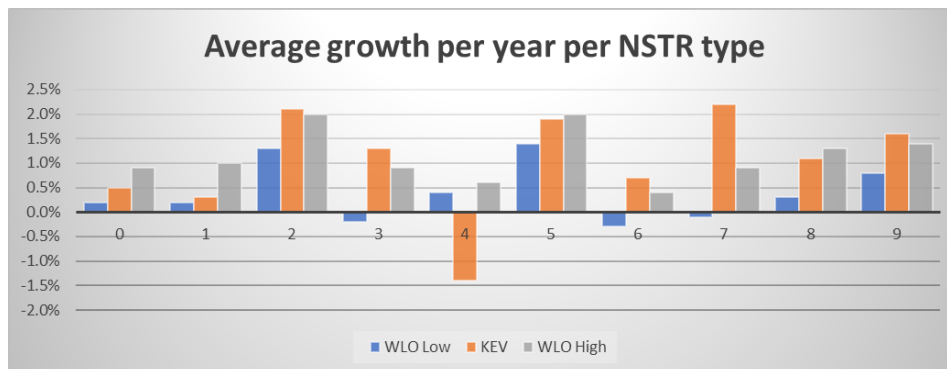
However, Significance (2019) has based the KEV scenario also on a certain basis in which the *Welvaart en Leefomgeving* future exploration for 2030 and 2050 (CPB & PBL, 2015). In this study, two scenarios are designed for 2030 and 2050 called WLO low and WLO high, in which 6 themes have an impact on the prosperity and living environment. These themes are: population, macro-economics, regional development and urbanisation, mobility, climate and energy & agriculture. Based on the two different scenarios, these themes are therefore discussed including mobility and therefore freight transport.

A report with more background information regarding the freight transport for these scenarios are later released by (Romijn et al., 2016). This report explains the different factors which were taken into consideration belonging to the freight transport and the relation with economic growth for modalities and NSTR types. These average yearly growth were defined from 2011 to 2050. For the KEV, a third scenario was derived from the two WLO scenario by averaging the scenarios. Then the prediction was set between 2014 and 2030 depending on more variables such as the load factor and the share of empty trips as is presented in Table 5.1. These improvements are based on higher logistics efficiency with the use of more heavier trucks (Significance, 2019).

**Table 5.1:** Development of load factor and share of empty trips. Source: (Significance, 2019).

	2017	2024	2030	2040
<b>Load Factor</b>				
KEV	+0.35%	+1.17%	+1.88%	-
WLO High	-	-	+2.5%	+3.75%
WLO Low	-	-	+1.25%	+1.88%
<b>Share Empty Trips</b>				
KEV	-0.35%	-1.17%	-1.88%	-
WLO High	-	-	-2.5%	-3.75%
WLO Low	-	-	-1.25%	-1.88%

As mentioned, the three scenarios are based on growth factors depending amongst other on the NSTR type of goods. The growth percentages are given in Figure 5.1 which will be discussed now. First of all, the KEV scenario as stated is based on the average of the WLO Low and WLO High. But additional data modification has been done and therefore the numbers are slightly different. These growth percentages form the basis for the three BAU scenarios discussed in this chapter. However, the approach per scenario is slightly different. For the KEV, there are extensive growth figures available per OD-pair, NSTR type and modality, which gives an clear indication on the specific corridor and on top of that international trade. The growth of freight towards Germany for example is with an average of about 3-4% higher than the total average growth (Significance, 2019). This has, especially on the corridor, a big impact. For the WLO Low and WLO High scenarios, these specific data sets per OD-pair and modality were not obtained. Therefore, the average growth of a certain NSTR type is applied for all transport related figures for that specific NSTR type. An example, transporting general cargo (NSTR 9) from Rotterdam to Venlo with a truck has the same growth as transporting general cargo from Moerdijk to Venlo by barge in the WLO low scenario. While in reality, these growths are highly certain not similar. It should be noted that for barge, there is a large share of freight which as not identified with a NSTR type. The growth of this segment of freight is therefore considered to be the average growth of the total freight transport. For this BAU, only the growth in tonnes is considered. The vehicle efficiency development as well as the share of electric vehicles is not taken into consideration. The emissions factors considered in this BAU are the same as considered in 2014. With the normative scenario designs, these will develop as explained in Chapter 6.

**Figure 5.1:** Average growth per year per NSTR type for the scenarios based on (PBL, 2019; Romijn et al., 2016).

From 2020 to 2021, the COVID-Pandemic had an impact on worldwide freight logistics and transport and for example the vkm of trucks decreased with 15% in 2020 compared to 2019. However, a strong growth of almost 5% was already seen from 2020 to 2021 (CBS, 2022). The disruption caused by COVID-19 is assumed to be rectified on the long term, therefore, the growth factors of Figure 5.1 can be used.

## 5.2. WLO Low scenario

The WLO low scenario is based on a low economic growth, which based on historic data has a strong connection to the world trade. The assumption is made that the relative market position of the Dutch trade is kept the same for the relevant freight types. In international aspects, there is less trust, which slows down international agreements. This has also an impact on climate policies due to this mistrust, which results that the benefits are lower from these climate policies. The effects are that the price of fuel is not rising quickly and that the transport of current energy carriers is not reducing. Lastly, the introduction of logistical concepts and technology is assumed to be slower. This has an impact on efficiency of the fleet and load consolidation (CPB & PBL, 2015).

### Road

First the road transport is discussed. With the KPI's shown in Table 5.2. Compared to 2014, the average growth in ton nationally is 9.6% on total for 26 years. International transport has increased with 11.6%, reducing the gap between national and international transport. Regarding container transport, the growth are 20% and 15%, meaning that relative more container transport is taking place compared to non-container transport.

**Table 5.2:** KPI's of the corridor for Road freight transport in 2040 for the WLO Low scenario

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
National	43288	361975	2910	429925	119	20771
Import	1623	9700	171	29677	6	1070
Export	1943	11445	226	34785	9	1274

In Table 5.3, the distribution between international and national freight is shown. Compared to the baseline, there is a slight reduction of national share regarding the total vehicle kilometers and tons transported, confirming the statement made in the paragraph above, while the share of containers has slightly increased.

**Table 5.3:** Distribution of National & International Freight Transport in 2040 for the WLO Low scenario

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
Total	46855	383120	3308	4943878	134	23115
National	92%	94%	88%	87%	89%	90%
International	8%	6%	12%	13%	11%	10%

### Rail

For rail, the KPIs are shown in Table 5.4. The total amount of national transported tonnes has increased with 23% in comparison to 2014. For international transport, this is almost the same with 23.3%. For container transport, the increase of national and international transport is both 23%. This shows the relative high impact of container transport on rail freight transport as the large share of national transport consist of container transport, and the international growth is almost the same.

**Table 5.4:** Rail Transport flows in 2040 on the corridor for the WLO Low scenario

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
National	61	275	1093	243849	109	24373
Import	367	1657	6483	1435555	610	135613
Export	1228	5538	21866	4849530	637	141759

As expected, Table 5.5 shows therefore no relative changes in the distribution of rail freight transport for National and International transport, as the shares are almost identical.



**Table 5.5:** Comparison of National & International transport for Rail in 2040 for the WLO Low scenario

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
Total	1656	7470	29442	6528934	1356	301745
National	3.7%	3.7%	3.7%	3.7%	8.1%	8.1%
International	96.3%	96.3%	96.3%	96.3%	91.9%	91.9%

## Barge

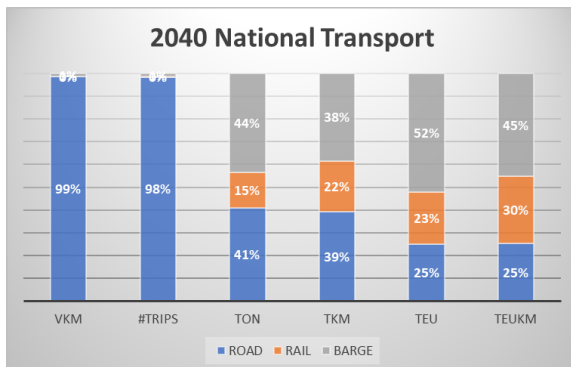
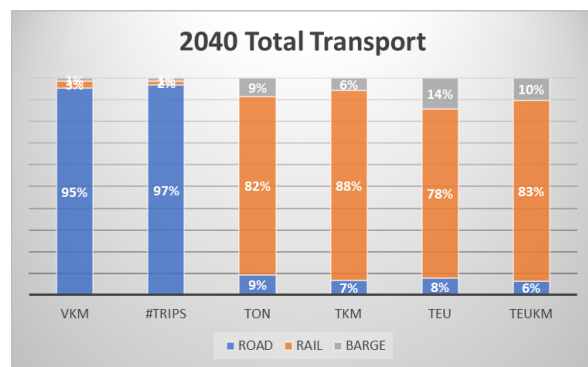
Lastly, the KPIs for barge transport are listed in Table 5.6. Compared to 2014, the total transported tonnes has increased with 5.7%. The total transported containers has increased with 22.5%. This means that the share of container transport for barge will be higher in 2040 than in 2014 in the WLO low scenario.

**Table 5.6:** Transported flows for Barge in 2040 for the WLO Low scenario

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
National	653	5242	3103	419554	248	37247

## Modal Split

With all the KPIs per modality known, a look is taken at the modal split of the corridor. Due to the higher growth of the rail transport, the share of transport increases for this modality from 14% to 15% as can be seen on Figure 5.2. Within the TEU segment, there are no changes. This can be explained by the large share of TEU containers in the NSTR 9 category. The growth of this category is the same for every modality, resulting in no relative changes. The changes for national transport can also be seen for the total transport with Figure 5.3. A slight increase in the share of total tonnes transported is given for rail, as the share of TEU transport remains the same as the base scenario.

**Figure 5.2:** KPI's national Transport in 2040 (WLO Low)**Figure 5.3:** KPIs of total transport in 2040 (WLO Low)

## 5.3. KEV scenario

In this scenario growth factors from 2014 to 2030 are extrapolated to 2040 meaning that the average growth between 2014 and 2030 is continued to 2040. First the KPI's regarded to the transported goods are given per modality. This is then followed by an overview of the modal split for these KPI's. After that, the corresponding emissions are discussed.

### Road

In Table 5.7 the transported volumes for the middle scenario are presented. Compared to 2014, the national growth in transported tonnes is -11.5% for road freight transport, whereas the international freight transported increased with 77.7%. For container transport, the figures are slightly different with a decrease of 3.7% for national transport and an increase of 91.8%, so almost double the amount of TEU is transported internationally, which is higher than the average growth, so relatively more containers are transported in the KEV scenario for road freight.

**Table 5.7:** KPI's of the corridor for Road freight transport in 2040 for the KEV scenario

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
National	33947	283866	2349	345382	96	16676
Import	2698	16125	297	50343	9	1578
Export	3181	18729	335	51552	16	2278

**Table 5.8:** Distribution of National & International Freight Transport in 2040

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
Total	39826	318720	2981	447277	120	20533
National	85%	89%	79%	77%	80%	81%
International	15%	11%	21%	23%	20%	19%

The distribution between National and International is given in Table 5.8 and the shift in transport between national and international road freight transport can be clearly seen. The share of international road freight on the corridor is almost doubled for every KPI. This can be explained as the yearly average growth for Germany is around 3-4% which is significantly higher than the average growth of the total growth. Therefore, the international share has a considerably impact on the total growth. Still, the total decrease of vkm is 6.9%.

## Rail

Next step is to compare the data for Rail transport for the KEV scenario. The KPIs for the total rail freight transport in the KEV scenario are given in Table 5.9. The national growth for total transported tonnes is 161,9% (about 3.77% growth per year). For international transport, these transported tonnes have increased with 100.8%. Regarding the container transport, the increase of nationally and internationally transported TEU is respectively 162% and 168,7%. So, for international transport, there is a big shift in more transport of TEU compared to bulk transport.

**Table 5.9:** Rail Transport flows in 2040 on the corridor

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
National	131	585	2327	519257	233	51916
Import	749	3360	13286	2934793	1260	279107
Export	1854	8400	32874	7285092	1463	324769

This can also be seen in Table 5.10. The share of national transport increases with almost 1% point for the total vkm, number of trips, ton transported and tkm. However, the shift in TEU transport is 0.2% in favour of international transport. The total vkm has increased with 103%, while the number of trips increased with 99%. Therefore, can be assumed that the number of trips for longer distances increased more. The total ton transported also increased with 103% and the total TEU transported increased with 168.2%.

**Table 5.10:** Comparison of National & International transport for Rail in 2040

	<b>vkm (x1000)</b>	<b>#trips</b>	<b>ton (x1000)</b>	<b>tkm (x 1000)</b>	<b>TEU (x1000)</b>	<b>TEUkm (x1000)</b>
Total	2733	12345	48488	10739142	2957	655792
National	4.8%	4.7%	4.8%	4.8%	7.9%	7.9%
International	95.2%	95.3%	95.2%	95.2%	92.1%	92.1%

## Barge

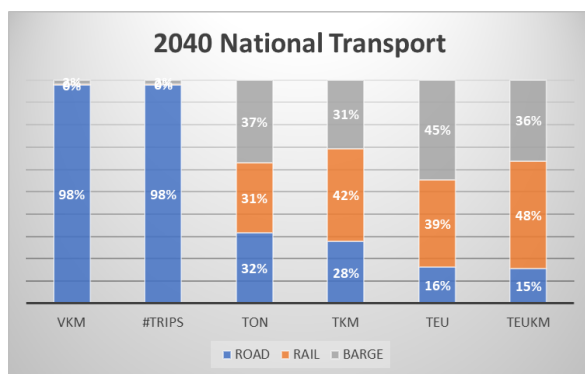
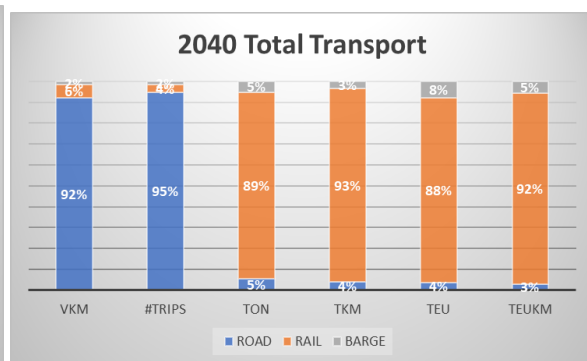
Lastly, the barge freight transport for the KEV scenario are shown in Table 5.11. For tonnes and TEU, the increase is respectively -5.8% and +30.8%. Which gives an interesting shift that relatively less bulk transport is done with barge in 2040, which is replaced with an increase of container transport. This leads to an increase of 17% for the total vkm and 16.8% for the total amount of trips. The decrease of tkm is -2.5% and the increase of TEUkm is 28.6%.

**Table 5.11:** Transported flows for Barge in 2040

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
National	686	5507	2765	381584	265	39093

## Modal Split

The modal split for the KEV scenario has some interesting changes compared to 2014. The share of rail freight transport has more than doubled from 14 to 31% as can be seen on Figure 5.4. There is also a big increase in transported TEU, but that is relatively less compared to transported tonnage, from 23 to 39%. When the modal split is seen from an international point of view, there is a high increase of the share of rail as seen in Figure 5.5. The share of rail grows from 80 to 89%. Meaning that almost 9 out of the ten units of freight is transported by rail on the corridor. For the amount of TEUs, there is also an increase from 78% to 88%. This modal split can be explained in two factors. First of all, there is a change in commodity over time, with the increased use of container transport and depending on the type of bulk, less bulk transport. Secondly, a part is explained with the shift from road to both rail and barge transport.

**Figure 5.4:** KPI's national Transport in 2040**Figure 5.5:** Distribution of total transport in 2040

## 5.4. WLO High scenario

Contrary to the WLO Low scenario, the WLO high scenario is based on high economic and demographic growth in which the globalization trends of the previous years are continued, meaning that international trade is stronger growing than global economic growth. According to CPB and PBL (2015), this strong growth is associated with strong climate policies as higher prosperity causes more value to reduce harm to the environment. Therefore a higher international trust is required, which when this happens also ensures a higher international trade. The impact of the climate policies lead to a CO<sub>2</sub> tax for the modalities, increasing the price for fuel, which makes transport more expensive. This then reduces the transport demand a bit, and increases the introduction of more sustainable energy carriers in transport. This change also has an effect on the transport of energy carriers as coal and oils.

With regards to logistic efficiency, a high innovation rate is the basis of the transport demand for this scenario. A high innovative incentive contributes to a higher consolidation of freight. These larger shipments can lead to increased size of vessels or vehicles increasing the efficiency of the transport. Furthermore, there is a higher chance of optimisation due to intermodal or synchromodal transport. Ultimately resulting in cheaper freight transport.

Lastly, the current policies regarding to taxes, subsidies etc, are assumed to be constant over the years, likewise the WLO scenario.

### Road

Again, for the WLO High scenario, the KPIs for road freight transport are shown in Table 5.12. Compared to 2014, the growth for tonnage for national and international transport are respectively 31.8% and 34.8% resulting in a relative comparable growth, except in absolute sense, the total growth is higher

on a national scale. For containers the increase in transported TEU is nationally 40.9% and internationally 37.3%, whereas the share of national transport for containers therefore slightly increases.

**Table 5.12:** KPI's of the corridor for Road freight transport in 2040 for the WLO High scenario

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
National	51694	432263	3500	516272	140	24404
Import	1938	11584	205	35455	7	1277
Export	2346	13810	274	42394	10	1520

In Table 5.13, the distribution of the national and international transport is given. The total vkm has increased with 30.7% with a very slight (0.4%) increase of international transport. The number of international trips has increased with 34% with a higher share for national transport. This could indicate that there is more transport between Moerdijk and Venlo. The total increase of transported ton is 32% as well as the tkm. For the total amount of TEU, the increase is 40%, likewise the TEUkm. The changes in the last KPIs for the share of national and international are minimal (max 0.3% point).

**Table 5.13:** Distribution of National & International Freight Transport in 2040 for the WLO High scenario

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
Total	55978	458	3980	594120	158	27200
National	92.3%	94.5%	87.9%	86.9%	88.9%	89.7%
International	7.7%	5.5%	12.1%	13.1%	11.1%	10.3%

## Rail

The KPIs for rail freight transport for the WLO High scenario are given in Table 5.12. The national and international growth for total transported tonnes are 43.5% and 42.4%, slightly increasing the share of national transport. Regarding the container transport, the increases for national and international are both 43.5%. This is corresponding the 1.4% yearly growth for NSTR 9 for which the majority of the containers is categorized.

**Table 5.14:** Rail Transport flows in 2040 on the corridor for the WLO High scenario

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
National	72	322	1275	284549	127	28439
Import	429	1939	7584	1679183	712	158239
Export	1413	6373	25141	5574622	743	165428

The similarity of the values is also shown in Table 5.15, in which the shares are almost identical to the distribution for rail in 2014 in Table 4.9. The slight differences are from the different growth factors for bulk compared to the big flow of container transport.

**Table 5.15:** Comparison of National & International transport for Rail in 2040 for the WLO High scenario

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
Total	1913	8634	34000	7538354	1582	352106
National	3.7%	3.7%	3.8%	3.8%	8.1%	8.1%
International	96.3%	96.2%	96.2%	96.3%	91.9%	91.9%

## Barge

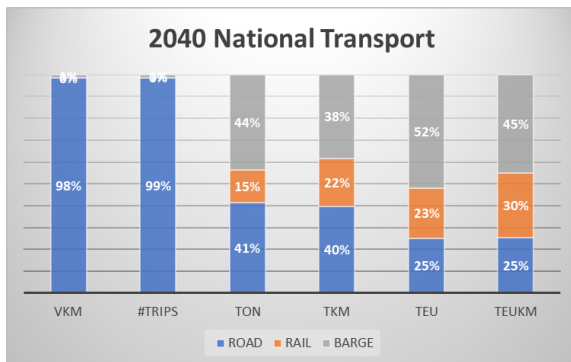
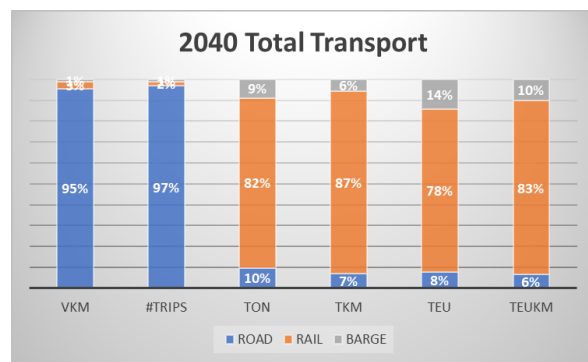
The last modality for the WLO High scenario is barge transport. The total growth compared to 2014 for transported tonnage is 25.4%, while the increase in TEU is 43.1%. Here again, the share of container transport increases compared to bulk. The total vkm increased with 32.2%, very similar to the number of trips with 32.1%. The increase of tkm and TEUkm is similar to respectively the transported ton and TEU.

**Table 5.16:** Transported flows for Barge in 2040 for the WLO High scenario

	vkm (x1000)	#trips	ton (x1000)	tkm (x 1000)	TEU (x1000)	TEUkm (x1000)
National	775	6226	3682	497335	290	43493

### Modal Split

As the same method is applied for the WLO High scenario and WLO Low, the modal split figure of Figure 5.6 and 5.7 are very similar to the overviews of WLO Low. Therefore, a slight increase of the share of rail transport can be seen for the national transport. This is caused by the shift in types of freight (bulk vs. container). This can be seen as a more natural shift than a behavioural change as model shift. For international transport, again an increase can be seen for rail. Note that the total seems to be 101%, but that is due to rounding the percentages.

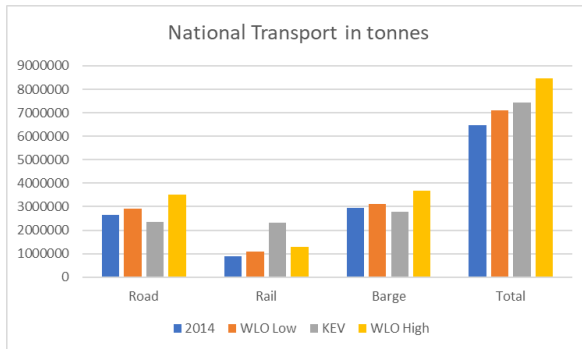
**Figure 5.6:** KPI's national Transport in 2040**Figure 5.7:** Distribution of total transport in 2040

## 5.5. Comparing the scenarios

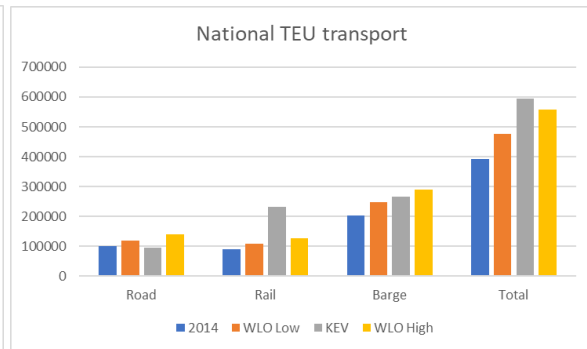
With all the scenarios discussed, the scenarios can be compared to each other. First this is done for the total transport parameters and then, the emissions for each scenario are compared and discussed.

### Transported Freight

First the national transport figures are discussed in which the most important parameters are the transported amount of tonnes and transported TEU. Figure 5.8 gives an overview of the transported ton per modality per scenario. Here, the difference between the WLO scenarios and KEV scenarios can be clearly seen. This is caused by the impact on the growth factor per OD-pair and modality, causing a shift in modality for the KEV scenario. However, the total transported ton for national transport for the KEV scenario is between the WLO Low and WLO High scenario, which was expected as the KEV was based on an average of these scenarios. When looking at the total TEU transported nationally with Figure 5.9, a big difference between the scenarios can be seen, where there is a high growth for TEU transport on the corridor between Rotterdam / Moerdijk and Venlo. This is why the OD-pairs are very relevant and this can be very logically explained. As mentioned in Chapter 4, these locations are in the top 5 container hubs in the Netherlands, and the logistics between those locations will also be a focused a lot on the handling and transportation of containers. Therefore, this is a very plausible outcome.

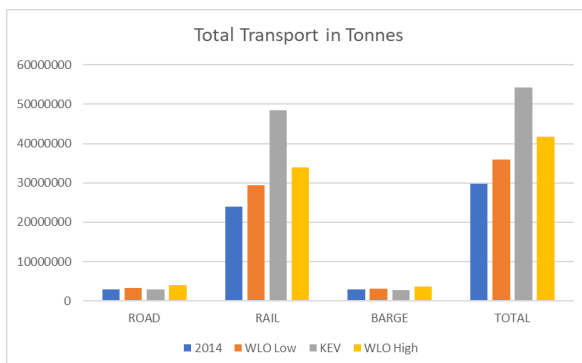


**Figure 5.8:** Comparing the scenarios for National transport in Tonnes

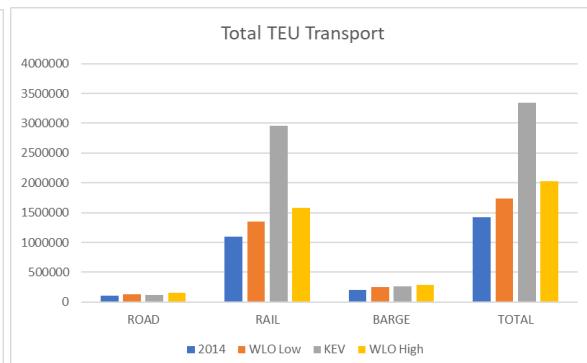


**Figure 5.9:** Comparing the scenarios for National transport in TEU

However, there is more than only national transport on the corridor and when these figures are included, there is a big difference between the scenario based on the KEV than the scenarios based on the WLO. This is the impact of having the right OD-pairs into consideration, because as mentioned, the expected growths for international transport are much higher than the average growth. This is shown in Figure 5.10. With the total national ton transported, the KEV scenario is between the WLO High and WLO Low. However, for the total amount of transport, this is not the case. Mainly due to the increase of Rail transport, which is mainly international, the KEV scenario has an increase of 81% of total transport, corresponding to an average growth of 2.3% per year, whereas the WLO Low and WLO High have a yearly growth of 0.7% and 1.3% for this corridor. The main cause for this increase is the amount of containers transported as can be seen on Figure 5.11. The average yearly growth of TEU for WLO Low, KEV and WLO High are 0.8%, 3.4% and 1.4% for the corridor.



**Figure 5.10:** Comparing the scenarios for Total transport in Tonnes



**Figure 5.11:** Comparing the scenarios for Total transport in TEU

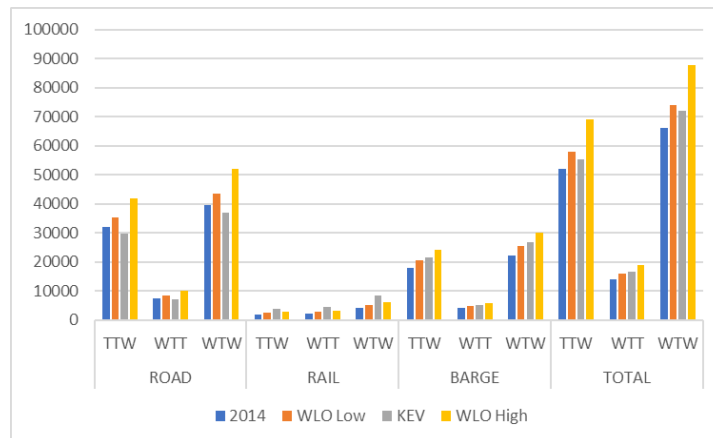
## Emissions

Furthermore, it is relevant to look at the total emissions from the scenarios. These are computed with the same equations as the 2014 emissions. Furthermore, there are no changes assumed in the parameters regarding the MJ/vkm, TTW / MJ and WTW / MJ to compute the emissions. This is a simplification that is applied to this study. In Chapter 6, the development of the emission factors over time is considered and explained. In Table 5.17, the emissions are given per scenario rounded to the nearest number. As one would expect, the emissions are higher in every scenario due to the increase of transport. However, despite the highest increase of freight, the lowest increase of emissions belongs to the KEV scenario. This is caused by the modal shift and the large increase of freight for rail transport.

**Table 5.17:** Final emissions for the BAU scenarios in tonnes CO<sub>2</sub>

	TTW (ton)	WTT (ton)	WTW (ton)	Index (to 2014)
2014	52000	14077	66078	100
WLO Low 2040	58024	15914	73938	111.9
KEV 2040	55085	16335	71420	108.1
WLO High 2040	68982	18840	87822	132.9

This is substantiated with Figure 5.12. Here, the increase of the Rail Freight emissions can be seen, but also the relevance. The share of emissions by rail is a fraction of the total emissions by Road and Barge Transport. Therefore, the main contribution to the relative low increase of emissions can be found by Road Transport. Due to the slight decrease of Road Freight Transport in the KEV, the amount of emissions emitted by rail and barge are a fraction of the total emissions by road in the other scenarios.

**Figure 5.12:** Total emissions per scenario for 2040.

## 5.6. Conclusion

To conclude, the three scenarios each are in a range of plausibility. While the WLO Low and WLO High present an average growth per NSTR type for all modalities, the KEV scenario gives an more likely overview of the freight growth along the corridor whereas the international transport does have a big influence on the total transport. Therefore, for the normative scenario, the scenario based on the KEV will be the BAU scenario used for 2040 and will be a projection of the total transport of the corridor on which the measures have to be applied.

This means that compared to 2014 (with the same emission factors as 2014), the total emission initially increased with 8.8% due to the increase of freight in 2040. As the goal for emissions is set on  $(0.2 * 66078 = 13216)$  ton CO<sub>2</sub>, the total decrease from the measures should be  $71420 - 13216 = 58204$  ton CO<sub>2</sub> (WTT) which is an decrease of 81.5%.

# 6

## Normative Scenario Design

In this chapter, the measures are discussed that will be used in the normative scenario. As explained, the iterative process with CO<sub>2</sub> reduction goal seeking scenarios. This is done to find a answer to SRQ 5 for what normative scenarios could be designed for 2040. This chapter describes three iterations, the first iteration using Technological measures in Section 6.1. In the second iteration, the logistical measures are added as described in Section 6.2. Lastly, in the third iteration, the measures are adjusted to have an extra effect as described in Section 6.3. Before the iterations are introduced, within the literature study and the expert interviews, a variety of solutions (note this is something different than the measures) to reduce the emissions on the corridor were discussed earlier in this thesis. These are then divided with a Decision Matrix based on Figure 6.1. Solutions focusing on technological aspects are shown in red. Solutions based on Logistical aspects are shown in blue.

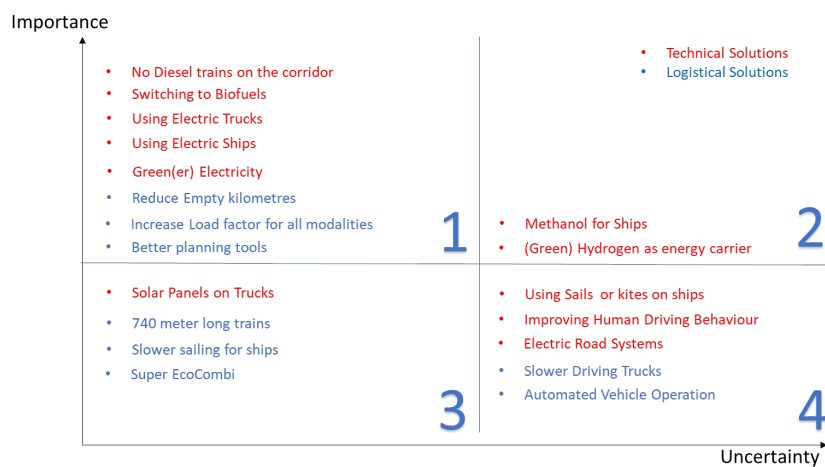


Figure 6.1: Decision matrix of discussed potential solutions, based on Figure 2.7

Figure 6.1 presents 4 different quadrants based on importance and uncertainty. The importance relates to the potential of the solution for CO<sub>2</sub> reduction on the corridor. With a higher importance, meaning a higher reduction on the corridor. The uncertainty relates to the likeliness of application for the discussed solution on the corridor. The division of the solutions is based on the expert interviews according to the current expectations. Solutions, which were thought more likely to happen are placed in quadrant 1 and 3. Solutions to which the experts were doubtful are placed in quadrant 2 and 4. Also, the placement on the importance scale is retrieved from the expert interviews and literature. It is not unlikely that over time, the importance and uncertainty of the different solutions will be ranked differently according to the needs and situation in the future. For the scenarios, measures has to be found that address the solutions described in Figure 6.1. The focus will be on quadrant 1 and 3, as these quadrants



have the lowest uncertainty. Each iteration consists of a optimistic and a conservative scenario. In the optimistic scenario, there is a higher adaptation of the measures resulting higher reduction than in the conservative scenario which has a lower adaptation of the same measures. Unconsidered in the measures, but accounting for the scenarios is the natural development of the vehicle efficiency of trucks between 2014 and 2024. According to Expert 4, this was between 0.5 and 2% per year, but has stagnated as the focus of OEMs (Original Equipment Manufactures) has changed to alternative energy carriers. For both alternative scenario, an average increase of 1% of vehicle efficiency is accounted for between 2014 and 2024.

## 6.1. Technological measures

The first iteration is based on the technological solutions From Figure 1. Measures have to be chosen that target those solutions. Although the technological solutions are in strategies 4 & 5 of McKinnon (2018), these are used in the first iteration as the impact of these solutions on the CO<sub>2</sub> reduction is higher according to the literature and expert interviews. Only the solutions from quadrant 1 are considered. The solution of adding solar panels on trailers is assumed to have a very low effect on the corridor as a whole as the major flows are container transport.

### 6.1.1. Emission tax and Truck kilometer Charge

The first two measures that are implemented on the corridor are the CO<sub>2</sub> tax and the kilometer charge. These two measures are targeted at the substitution of diesel for road transport and barge transport into either biofuels or for electrification of these modalities as shown in Figure 6.2. Note that these solutions also can lead to changes in logistical operations (grey boxes), but that is not considered in this iteration. From iteration 2 onwards, this is included. As shown, the CO<sub>2</sub> tax both targets the road and barge modalities as rail is discussed in Section 6.1.2. The Truck Kilometer Charge only has an effect on the road modality.

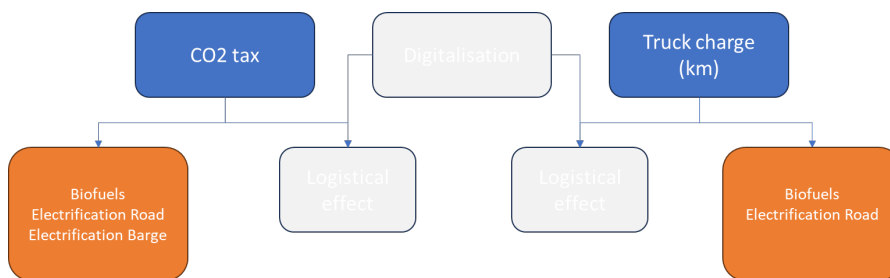


Figure 6.2: Tree structure of Measures and targeted solutions

Essentially, the CO<sub>2</sub> tax should be initiated by the government to penalize transport that emits high amounts of CO<sub>2</sub>. By increasing the price a transporting company has to pay per ton emitted CO<sub>2</sub>, the relative price of the diesel fuel increases as this fuel has the highest amount of emissions for trucks. A behavioural change is anticipated that the use of more sustainable energy sources (biofuel, electricity) is used. This is however, depending on the availability, but also the expected price of those sources. To have any effect, the price of the CO<sub>2</sub> tax should be higher than the price it costs to shift to biodiesels or electric vehicles/vessels. The tax starts in 2028 and is increased every year to put more pressure on the shippers and transporters to change. The Truck Kilometer Charge also penalizes the transport sector. Trucks have to pay an certain amount depending on the amount of kilometers driven, the weight of the truck and the amount of emissions. The first two aspects are more logistics related, but the last one is targeted here. By using cleaner fuels or electric engines, the charge for trucks will be lower than using regular fuel. The impact of both measures is combined together.

Depending whether biofuels are used or the switch is made to electric trucks, the parameters related to emissions change. (See Chapter 7 for full list of parameters). Furthermore, per biofuel, the emission factors can be varying as well. According to the RED III, from 2026, the minimal CO<sub>2</sub> reduction of biofuels should be 70% compared to regular fossil fuels (European Union, 2023). For simplicity regarding the variety of biofuels, this study relates the emission figures to HVO and FAME as introduced

in Section 3.3. HVO is already a fully operable biofuel as the transport of the supermarket of LIDL in the Netherlands shows (LIDL, 2024). FAME is already used for 7% in regular B7 diesels. On top of that, both biofuels are complying the requirements of RED III. Regarding the engine efficiency, there is a slight positive, but not significant improvement (Bortel et al., 2019). Therefore, this is neglected. The TTW emissions from HVO and FAME are addressed as zero (CO<sub>2</sub>Emissiefactoren, 2015; Esposito, 2020). However, it should be noted that there are emissions released during the combustion of these fuels. These emissions are considered short term cyclical, meaning that no additional emissions were added to the atmosphere, as they were captured from the atmosphere not long ago. Therefore, the reduction of biofuels with regards to kgCO<sub>2</sub> emission per MJ fuel ( $kgCO_2[TTW]/MJ$ ) are stated as 100%. For the Well to Tank aspect ( $kgCO_2[WTT]/MJ$ ), as stated in the Section 3.3, the reduction for these biofuels is 51% compared to regular diesel.

Electric energy can also be used and contradictory to biofuels, there is an big difference in energy efficiency according to literature, for road, the primary energy ( $MJ/vkm$ ) required was reduced with 65% percent and for barges, this was 59%. The ( $kgCO_2[TTW]/MJ$ ) for electric engines is zero, meaning that this is a reduction of 100% for both road and barge transport. Lastly, the WTT emissions are depending on the share of green electricity, more on that in Section 6.1.3.

The results (adaptation) of the measure is different for the two scenarios. According to the experts, the most likely development for road freight transport is to start with biofuels on the short term and on the long term, BEV's will enter the market for the long-haul transport. This is expected to develop around 2030 as then the Total Cost of Operation (TCO) of electric trucks is better than diesel trucks (Expert 3). Of course, multiple aspects do have an influence on this choice as for example, initially, the electric trucks have a higher purchase cost. On top of that, the share of electric trucks in 2040 is an uncertainty. According to International Energy Agency (2024), this share could be around 40%, but also up to 70% (Aryanpur & Rogan, 2024). For the optimistic scenario, a adaptation of 50% electric trucks is estimated. The share of biofuels is assumed to be an average mix of 35% percent. This means that some trucks will run on HVO100, while others will run on HVO20 (20%HVO, 80% diesel) other just on regular diesel. This combination of electric and biofuels reduces the diesel consumption with 67.5% For the conservative scenario, the share of electric trucks on the corridor in 2040 is 35%. The share of biofuels is assumed to be an average mix of 50% reducing the total diesel consumption also with 67.5%. For barge, the experts state that on short term biofuels will be used as well. Furthermore, they state that the container transport ships are more applicable for electric transportation, therefore, a share of this fleet is electrified as well. In the optimistic scenario, 15% of the barge container ships will be electric in 2040, while the others have a biofuel share of 40%, relatively high as there is also a lot of electric trucks reducing the biofuel demand there. This reduces the diesel consumption for container transport with  $(1-0.85*0.6) = 49\%$ . In the conservative scenario, the share of electric ships is assumed 10% and the share of biofuels in the mix is assumed 30%. This results in a decrease of diesel consumption of  $(1-0.9*0.7) = 37\%$ .

To summarize, the first two measures introduced are:

**TM1** (Technical Measure 1): Introducing a CO<sub>2</sub> tax starting in 2025

**TM2**: Introducing a Truck Kilometer Charge starting in 2025

### 6.1.2. Ban on Diesel Trains on the Corridor

The first two measures, are specifically targeted on the modalities of road transport and inland waterways. However, one could argue that a CO<sub>2</sub> also would implicate that rail transport would have to pay. However, for rail transport, a more excessive measure is implemented in this study. As there is a perfect alternative for diesel trains on the long-haul, the diesel trains will be permanently banned from the corridor for long-haul transport. For the first and last mile, there are other alternatives as for example a battery - hybrid locomotive. To make this rule work, agreements with the German Rail operators have to be made as well as the majority of the trains go to or come from Germany.

In Table 4.10, the values of MJ/km are given for both diesel and electric trains on the corridor. Equation 4.8 shows that the electric energy requirement for trains is 56.94 MJ/vkm. Compared to the original 76.342, this is a reduction of 25.4%. For bulk transport, equation 4.9 shows that electric trains use 102.06 MJ/vkm. Compared to the original energy requirement on the corridor of 136.68, this is a

reduction of 25.3%. As these are almost similar, both reductions are assumed at 25.3%. Likewise electric trucks and barges, ( $kgCO_2[TTW]/MJ$ ) is zero, meaning a 100% reduction. For the reduction of ( $kgCO_2[WTT]/MJ$ ), see Section 6.1.3.

The difference in the scenarios is the final year in which the diesel trains are banned. For the optimistic scenario, the diesel trains will be banned from 2030 onwards. For the conservative scenario, this is set at 2035. To conclude, the following measure is added:

**TM3:** Diesel trains are banned from the corridor.

### 6.1.3. Installation of renewable electricity generation

For the last measure, the influence of the transport sector is limited, but the total amount of emissions (Especially Well-to-Tank) is depending on the share of green electricity which is generated by various (renewable) sources as solar energy, wind energy or even nuclear energy. Rijksoverheid (n.d.) states that in 2030, about 70% of the electricity in The Netherlands has to be generated without fossil fuels. Energy companies in the Netherlands claim, despite the very high increase of energy demand that is expected, that they will provide 100% fossil free electricity in 2035 (Eneco, 2023; Vattenfall, 2023). The experts interviewed are divided as some think this goal will be achieved without any problems. Others state that the increase of demand is underestimated. Furthermore, other issues as grid congestion or lack of qualified technicians could also become a factor.

For this study, both scenarios will take into consideration that the electricity will not be 100% green in 2040. For the optimistic scenario, 95% of the electricity is generated fossil free whereas this is 80% in the conservative scenario. To conclude, the last measure is:

**TM4:** Constructing and installing renewable electricity generation sources.

### 6.1.4. Overview

To conclude the first iteration, an overview of all discussed measures and their impacts on the specific parameters are summarized again. Table 6.1 shows the values for the optimistic scenario, Table 6.2 for the conservative scenario. The first two columns give the number of the measure(s) and a short explanation. As the impact per modality is different, the third column shows which modality is targeted at at that row. Then, the goal for the specific modality and measures is stated. In this case, that can be a average percentage of biofuels that is used in the diesel mix, as well as the share of vehicles or vessels that switched to an electric engine. Due to the measure, multiple parameters change, which are stated as well. The estimated potential is the value retrieved from the literature or computed as described in this Section. For example, the amount of change for a specific parameter if 100% of the fuel mix becomes biofuels. The last column describes the impact on the corridor for the particular measure. This is computed with multiplying the share of fuel mix with the estimated potential. An example, 50% of the trucks are electric. If all trucks were electric, the MJ/vkm would be reduced with 65%. As this value now is 50%, the MJ/vkm reduce with  $0.5 \cdot 0.65 = 32.5\%$ .

**Table 6.1:** Technological Measures for the Optimistic Scenario

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge leads to increased use of biofuels	Road	35% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-35% -17.9%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax leads to increased use of biofuels	Barge	40% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-40% -20.4%
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge will cause energy carrier shift to electric trucks	Road	50% of all trucks is electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-65% -100% -95%	-32.5% -50% -47.5%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax will cause energy carrier shift to electric ships for container transport	Barge	15% of all container transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -95%	-8.9% -15% -14.3%
TM3	Diesel trains are no longer allowed on the corridor	Rail	All trains electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-25.3% -100% -95%	-25.3% -100% -95%

**Table 6.2:** Technological Measures for the Conservative Scenario

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge leads to increased use of biofuels	Road	50% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-50% -25.6%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax leads to increased use of biofuels	Barge	30% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-30% -15.3%
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge will cause energy carrier shift to electric trucks	Road	35% of all trucks is electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-65% -100% -80%	-22.8% -35% -28%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax will cause energy carrier shift to electric ships for container transport	Barge	10% of all container transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -80%	-5.9% -10% -8%
TM3	Diesel trains are no longer allowed on the corridor	Rail	All trains electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-25.3% -100% -80%	-25.3% -100% -80%

## 6.2. Logistical Measures

In this section, the logistical measures are added as the technological measures were not enough to achieve the goal of 80% reduction of CO<sub>2</sub> emissions compared to 2014. These measures are focused on improving the logistical parameters to maximize tonnes transported while minimizing the driven kilometers. One of the strategies of McKinnon (2018) is to shift to a more sustainable modality. Although this could be the effect of measures, for this study, there are no measures implemented with a goal to shift modalities. In the original BAU scenario, multiple factors have increased the share of rail to the point that experts stated as the maximum potential for rail on the corridor. These factors are explained in Section 5.3.

### 6.2.1. Facilitation and Integration of Digital platform and systems

As mentioned in Section 6.1, the emission tax and kilometer charge also could have an effect on logistical processes. However, to maximize the potential of these effects, there is a need for more collaboration and sharing of information between shippers and transporting companies, as well as among transporting companies. This gap could be filled by using digital systems or platforms, visualized in Figure 6.3. Combining digital systems with the emission tax and truck charge, the load factors for all modalities could be improved. By facilitating the development and integration of such systems, the government can stimulate further decarbonisation of the corridor. Then the responsibility is handed to shippers and transporters to make use of these opportunities.

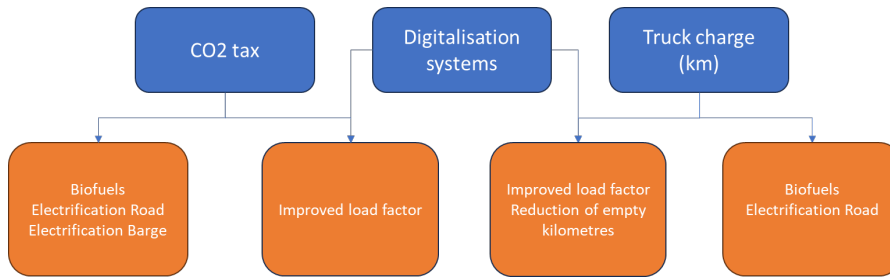


Figure 6.3: Updated tree structure of measures and targeted solutions

With this measures, multiple things are combined. First of all, platforms can be used for groupage and load consolidation between different operators. For this they have to share data which is the biggest challenge according to literature and experts. Furthermore, Expert 10 state that new reporting directives also requires companies to have insight in their emissions. These insights can lead to better targeting operational aspects that have high emissions. Also, digitalisation and artificial intelligence can help with planning tools according to Expert 11. With modular packaging, the trucks can be loaded as optimal as possible, driving as less as possible kilometers to deliver all freight. On top of that, return trips can be easier filled instead of driving empty.

All of these combined can result in the reduction of empty truck kilometers as well as improving the load factor for all modalities. Reducing the empty kilometers means that on average on the corridor, less kilometers are driven while the same amount of ton is transported. Therefore, this leads to a reduction of  $vkm/ton$ . Increasing the load factor has impact on two parameters, working against each other. As more freight is transported, less kilometers are needed reducing the  $vkm/ton$ . However, heavier vehicles require more energy, increasing the  $MJ/vkm$ . However, the reduction of kilometers does have more impact, resulting at the end in a reduction of  $CO_2$  emissions. The truck kilometer charge is a motivator to drive as less kilometers as possible, while transporting the same amount of freight. The  $CO_2$  tax and the increased insight in emissions can cause the shippers and transporters to change their logistics operations into a more sustainable operation.

Improving the load factor with  $x\%$ -point does not result in  $x\%$  reduction of  $vkm/ton$  as this is also depending on the original load factor. An example, if the LF is about 10%, and it is increased to 20%, the reduction is not 10%  $vkm/ton$ , but is it 50%  $vkm/ton$ . The reduction in  $vkm/ton$  can be computed with the following equation:

$$\delta = 1 - \left( \frac{1}{LF_{new}} * LF_{old} \right) * 100\% \quad (6.1)$$

with:

$$\begin{aligned} \delta &= \text{The reduction effect of } vkm/ton \text{ for the new load factor} \\ LF_{new} &= \text{The new Load Factor} \\ LF_{old} &= \text{The old Load Factor} \end{aligned}$$

The increase of  $MJ/vkm$  is more difficult to determine as there is no set of rules for this and it is also depending on the original load factor. Moreover, the increase is in reality not totally linear, but for more simplicity, the assumption is that this is the case for this study. The total increase of the energy requirement is depending on multiple factors whereas the main factor could be defined as the relative increase of weight is. This results in higher resistance during acceleration and at higher speeds. For reference of the modality road, the study of CLOSER (2017) is used. Here, an increase of 22%-point of the vehicle load (from 63% to 85%) resulted in an increase of 15.2% in fuel consumption (from 0.495 to 0.57 liter fuel/km). With interpolation and assuming linearity, this leads to a increase of  $MJ/vkm$  of 0.69% per %-point increase of load factor. For the modality rail, the new value of  $MJ/vkm$  (and therefore increase in percentage) can be computed with the new load factor, the figures in Table 4.10 and Equation 4.8 and 4.9. Lastly, for barge, this is more difficult to establish as no representative figures

were found. However Kruse et al. (2017) shows that barge transportation, due to their large scale, uses significantly less fuel (and therefore) energy to transport a ton of freight. Therefore, the increase of tonnages, would also result in relatively low increase of energy use than the other modalities. The relatively low increase is due to high initially weight of a ship, therefore, the influence of the extra added freight has a lower effect on the total weight of the ship, therefore, has less impact on the additional required energy. However, it should be noted that this accounts for vehicles and trains with an ICE, as electric engines are also more energy efficient. To be on the conservative side, assumed is that the increase of energy required is equal to the energy increase of the rail modality. Furthermore, this assumption is tested in a sensitivity analysis.

Next step is to set a goal for 2040. The experts were consulted for the reduction of empty truck kilometers. They stated that the results would be marginal, between 2 and 7%. Therefore, the optimistic scenario will reduce the vkm/ton with 7% and the conservative scenario with 2%.

Regarding the load factor, this is different per modality and scenario. First the road modality, this was established to be between 47%. According to most experts, this could be increased to 50-55%. However, Expert 6 stated that an increase of 15%-points up to 60% was possible as long as there is enough incentive for transporters and shippers to increase the load factor. For this iteration however, the load factor does not increase that much, but will increase with 8% up to 55%. With Equation 6.1, the reduction of vkm/ton becomes:  $(1 - \frac{1}{0.55} * 0.47) * 100\% = 14.6\%$ . With interpolation, the increase of MJ/vkm is  $0.69 * 8 = 5.5\%$ .

For Road and Barge, the load factor were determined at 67% and 50%. However, the load factors here are more difficult to increase according to the different experts. Therefore, an increase of 5% is assumed for both, resulting in a reduction of vkm/ton for rail of:  $(1 - \frac{1}{0.72} * 0.67) * 100\% = -7\%$  and barge:  $(1 - \frac{1}{0.55} * 0.50) * 100\% = -9.1\%$ . As in 2040, only electric trains are running on the corridor, the increase of energy is based on electric trains. This results in the following MJ/vkm with Table 4.10:  $0.72 * 62.67 + 0.28 * 45.3 = 57.8$  This is an increase of 1.5% compared to 56.94 MJ/vkm. Lastly, as mentioned before, the increase of energy of the barge modality is assumed equal to that of an electric train and therefore is set at 1.5%.

For the conservative scenario, the increase of the load factor for road freight transport is set at 5% and for rail and barge it is set at 3%. Following the same computations, this leads to an decrease of  $(1 - \frac{1}{0.52} * 0.47) * 100\% = -9.7\%$  for vkm/ton and an increase of  $5 * 0.69 = 3.45\%$  for MJ/vkm. For rail and barge respectively, the decrease of vkm/ton is 4.3% and 5.7%. Again, by computing the increase of energy for rail, the following equation is used:  $0.70 * 62.67 + 0.30 * 45.3 = 57.4$ , an increase of 0.9% for MJ/vkm. Likewise the optimistic scenario, the increase of barge is therefore set at 0.9% as well for 2040. To summarize, the following measure is added:

**LM1** (Logistical Measure 1): Digital systems and platforms will be facilitated and integrated in the logistical operational processes.

### 6.2.2. Super Eco Combi

The next Logistical Measures focuses on modular road transport. For this measure, the government should allow the so-called Super EcoCombi's (SEC) on the corridor. On top of that, by allowing these trucks to be heavier, the potential of these trucks can be better utilized. By using a SEC, a transporting company can move 2 forty foot containers at once, reducing the amount of vkm/ton by 50%. However, likewise increasing the load factor, this also has an impact on the weight of the truck. By doubling the length of the trailer and the transported freight as well as the number of wheels, the truck is requiring more fuel and energy per kilometer. According to a study by CLOSER, 2017, the fuel consumption per kilometer increases from 0.3 l/km (regular truck trailer combination) to 0.39 l/km (SEC). This is an increase of 30% for the fuel consumption, which corresponds to the energy required *MJ/vkm*.

The SEC has a high potential, according to BCI and CE Delft (2020), in Finland, about 46% of road freight transportation uses these trucks. In the Netherlands, the expectation is that the SEC will replace most of the EcoCombi's (a 40 ft container and a 20 ft container) of which in 2019, about 3100 were operational in The Netherlands (BCI & CE Delft, 2020). According to the authors, the most potential segments are container transport, retail and distribution. Therefore, these are the segments considered to use the SEC for on the corridor. The study showed to adaptation scenarios, with a share of SECs of

15% in 2030 in the high adaptive scenario and 5% in the low adaptive scenario. However, these are based on starting in 2020 (BCI & CE Delft, 2020). Due to the high intermodal transport on the corridor, the potential and therefore share of the SEC is assumed to be higher than the regular EcoCombis as 40ft containers are more used than 20ft containers. Assuming that the share of SEC will also increase after 2030, the following shares are used for the corridor: for the optimistic scenario, 25% of the trucks in intermodal transport and retail on the corridor will be SEC's. In the conservative scenario, this percentage is 10%. Summarizing, the following measure is added:

**LM2: Legalising the SEC and increasing the maximum allowed weight of the truck**

### 6.2.3. Increased lengths of train

According to Expert 10, a big wish is to be able to have 740 meter long trains on the corridor and from 2030, this is also a strong requirement by the European Union. To be able to do this, the government should subsidize or finance the railway construction necessary to be able to have these trains on the corridor and ProRail, the Dutch Railway Asset Managing company has to prioritize these construction works. This measure is targeted at intermodal transport, as for bulk transport, the trains are earlier restricted by weight than by length (ProRail, 2018). The average train has a length according ProRail (2018) of 650 meters, but as shown in their annual report of 2023, only 12% of the trains are longer than 650 meters. However, these also include bulk trains, which often are no longer than 500 meter. Most trains are at maximum 690 meters (ProRail, 2024). The maximum is shifted 50 meters, therefore for the optimistic scenario, all trains are expected to increase 50 meters, therefore, the average length is assumed to also increase 50 meters up to 700 meters. This is an increase of  $700/650 = 1.08$ . Therefore, the vkm/ton decreases with 8% as well. For the energy computation, this works different than before. The energy requirement for an empty train is 45.3 MJ/vkm. This is multiplied with 1.8, resulting in 48.9 MJ/vkm. The difference between a Full train and empty train also has to increase with 1.08, which is:  $(62.67 - 45.3) * 1.08 = 18.8$ . The new value of MJ/vkm for a fully loaded electric train is therefore:  $48.9 + 18.8 = 67.7 \text{ MJ/vkm}$ . The total required MJ/vkm is then:  $0.67 * 67.7 + 0.33 * 48.9 = 60.29$ . This is 5.9% more than the original 56.94 MJ/vkm. For the conservative scenario, the increase of the average length of the trains is lower, with 25 meters. This results in the following values using the same computations as optimistic. An increase of  $675/650 = 3.8\%$ , reducing the vkm/ton with 3.8%. With this increase of train length, the new required MJ/vkm is computed at 58.55 MJ/vkm, which is an increase of 2.8%. To summarize, the following measure is added:

**LM3: Subsidizing and financing the railway construction works to enable 740 meter trains on the corridor.**

### 6.2.4. Speed Restriction on the River

The last logistical measure is to reduce the maximum allowed speed of vessels on the river to 95% of their operational design speed. According to literature, this is a effective measure that requires no additional development and could be implemented immediately (Lindstad & Eskeland, 2015). Implementing the measure as fast as possible will have the most effect on the emissions. As the share of biofuels and electric ships increases, the emission reduction due to slower sailing decreases. It does have a positive side effect as reduction of energy means that less biofuel and less (green) electric energy is required, both the availability is limited. One could argue that slower sailing also would lead to an increased number of ships and movements to transport the same amount of goods. This is assumed to be compensated with the increase of the load factor of the ships as well as the better digital systems and planning tools. As expert 2 stated, there are long waiting times at the port calls, by better 'just in time' deliveries, the waiting time is reduced compensating for the slower sailing times. In Section 3.3.3, the energy consumption of barges was addressed, stating that the relation to the speed of the vessel and the energy requirement is to the power of three (Corbett et al., 2009). Therefore, multiple studies and also, experts consulted, state that reducing the speed limit contributes to less energy requirement and therefore less fuel consumption. According to Expert 10, a reduction of 10% would be achievable. Also Corbett et al. (2009) shows that with a decrease of around 5% in speed, a reduction of 10% in energy could be realized, but there is some bandwidth from these results. This results that the effects of slower sailing are different for both scenario. On top of that, this study assumes that the vessels currently sail at design operational speed. The optimistic scenario considered the upper bound of 12% reduction in emissions (due to energy reduction) and the conservative scenario considered a reduction

of 8%. To conclude the following measure is introduced:

**LM4:** The maximum allowed speed on the river is 95% of the design operational speed.

### 6.2.5. Overview

In Table 6.4, the recap is given for the logistical measures of the optimistic scenario. Table 6.4 shows the recap for the Conservative scenario. This iteration did not include the solar panels on the truck as well as reducing the speed for trucks. First of all, the impact of solar panels on trucks on the corridor will be limited. This is due to the high amount of intermodal container transport for which solar panels are not applicable. Reducing the speed of trucks is not considered in this study. This is neglected as this opens up other safety risks. A big speed difference between cars and trucks has a higher risks for accidents.

**Table 6.3:** Logistical Measures for the Optimistic Scenario

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2 + LM1	The emission tax, Truck Charge and existence of digital systems will reduce empty truck kilometers	Road	7% reduction of empty kilometers on the corridor	vkm/ton	-7%	-7%
TM1+TM2 + LM1	The CO <sub>2</sub> tax, Truck Charge and existence of digital systems will increase the load factor for trucks	Road	7%-point increase of load factor for all trucks	vkm/ton MJ/vkm	-14.6% +5.5%	-14.6% +5.5%
TM1+TM2	The emission tax, existence of digital systems will increase the load factor for trains	Rail	5%-point increase of load factor for all trains	vkm/ton MJ/vkm	-7% +1.5%	-7% +1.5%
TM1+ LM1	The CO <sub>2</sub> tax, existence of digital systems will increase the load factor for Ships	Barge	5%-point increase of load factor for all ships	vkm/ton MJ/vkm	-9.1% +1.5%	-9.1% +1.5%
LM2	The Super EcoCombi trucks will be allowed on Dutch Highways	Road (Only NSTR 9)	25% of trucks in retail, container transport and distribution will be Super EcoCombi	vkm/ton MJ/vkm	-50% +30%	-12.5% +7.5%
LM3	Trains with a length of 740 meters run on the corridor, increasing the average train length	Rail	50 meter increase of average train length	vkm/ton MJ/vkm	-8% +5.9%	-8% +5.9%
LM4	The speed limit for ships on the river is set at 95% of the design operational speed	Barge	12% reduction of energy required	MJ/vkm	-12%	-12%

**Table 6.4:** Logistical Measures for the Conservative Scenario

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2 + LM1	The emission tax, Truck Charge and existence of digital systems will reduce empty truck kilometers	Road	2% reduction of empty kilometers on the corridor	vkm/ton	-2%	-2%
TM1+TM2 + LM1	The CO <sub>2</sub> tax, Truck Charge and existence of digital systems will increase the load factor for trucks	Road	5%-point increase of load factor for all trucks	vkm/ton MJ/vkm	-9.7% +3.45%	-9.7% +3.45%
TM1+TM2	The emission tax, existence of digital systems will increase the load factor for trains	Rail	3%-point increase of load factor for all trains	vkm/ton MJ/vkm	-4.3% +0.9%	-4.3% +0.9%
TM1+ LM1	The CO <sub>2</sub> tax, existence of digital systems will increase the load factor for Ships	Barge	3%-point increase of load factor for all ships	vkm/ton MJ/vkm	-5.7% +0.9%	-5.7% +0.9%
LM2	The Super EcoCombi trucks will be allowed on Dutch Highways	Road (Only NSTR 9)	10% of trucks in retail, container transport and distribution will be Super EcoCombi	vkm/ton MJ/vkm	-50% +30%	-5% +3%
LM3	Trains with a length of 740 meters run on the corridor	Rail	25 meter increase of average train length	vkm/ton MJ/vkm	-3.8% +2.8%	-3.8% +2.8%
LM4	The speed limit for ships on the river is set at 95% of the design operational speed	Barge	8% reduction of energy required	MJ/vkm	-8%	-8%

## 6.3. Additional and adjusted Measures

After the addition of the logistical measures, the total reduction on the corridor did still not reach 80% (See Section 8.2. For this third and final iteration, the impacts of some of the measures will be increased leading to a high enough reduction on the corridor. For the optimistic scenario, the impact will be increased for both the logistical and technological solutions as this scenario has a more adaptive character. Then, the share of biofuels is increased until the 80% is reached. For the conservative



scenario, the technical solutions are expanded after which the share of biofuels is increased until the reduction of 80% is reached.

### 6.3.1. Emission Tax, Truck Kilometer Charge and Digitalisation

The impact of these measures has to increase as the reduction goal was still not reached. For the optimistic scenario, the reduction of empty vehicle kilometers was set at 7%. Much more improvement on this is very difficult and therefore, this is not increased. Regarding the load factor, as stated, a maximum increase of 15%-points are mentioned by Expert 6. However, as this was not mentioned by other experts, the load factor increase is set at 10% up to 57%. The same computation method is used as in Section 6.2. The reduction in vkm/ton is computed at:  $(1 - \frac{1}{0.57} * 0.47) * 100\% = -17.5\%$ . The increase of MJ/vkm is then  $0.69 * 10 = 6.9\%$ . For both Rail and Barge the goal of increased load factor is set at 8%. This results in a reduction of vkm/ton for rail:  $(1 - \frac{1}{0.75} * 0.67) * 100\% = -10.7\%$  and for barge:  $(1 - \frac{1}{0.58} * 0.50) * 100\% = -13.8\%$ . The increase of MJ/vkm for rail is computed as:  $0.75 * 62.67 + 0.25 * 45.3 = 58.3$ , which is a increase of 2.4%. As stated before, the increase for the modality barge is assumed to be the same. Other changes to logistical measures are not considered as these goals are already challenging to achieve. For the conservative scenario, no changes are set in the goals for 2040 regarding the logistical solutions.

Next are the changes made to the technical solutions. First the share of electric trucks is discussed. The goals are increased for both the optimistic (from 50 to 55%) and the conservative (from 35 to 50%) scenario. Furthermore, regarding the barge modality, the share of electric container ships is increased from 15 to 20% in the optimistic scenario and it is increased from 10 to 25% for the conservative scenario. On top of that, in both scenarios, an additional goal is set that 12% of the barges transporting bulk freight will do with electric engines. This high increase for the barge modality is needed as this modality emitted in iteration 2 more than the whole corridor is allowed to with an 80% reduction limit.

Lastly, the percentage of biofuels in the diesel fuel-mix has to be increased to reach 80% reduction on the corridor. For the optimistic scenario, 45% of the diesel fuel-mix for road transport is made from biofuels and for barge this is 55%. For the conservative scenario, the goals are set of a share of 55% for road and 65% for barges. These shares are higher for this scenario as this scenario reduces less emissions with logistical measures.

### 6.3.2. Installation of Renewable Electricity Generation sources

As the share of 80% green electricity for the conservative scenario was a very low estimation, this is increased to 85%. This reduces the pressure a little bit more in reducing TTW emissions on the corridor. The 95% in the optimistic scenario remains the same.

### 6.3.3. Overview

In the tables below, changes made in this iteration compared to the two iteration above are mentioned. Measures that are not mentioned from Tables 6.1 - 6.4 remain the same.

**Table 6.5:** Changed applied Measures for the Optimistic Scenario for Iteration 3

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge leads to increased use of biofuels	Road	45% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-45% -23%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax leads to increased use of biofuels	Barge	55% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-55% -28.1%
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge will cause energy carrier shift to electric trucks	Road	55% of all trucks is electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-65% -100% -85%	-35.8% -55% -52.3%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax will cause energy carrier shift to electric ships for container transport	Barge	20% of all container transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -95%	-11.8% -20% -19%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax will cause energy carrier shift to electric ships for bulk transport	Barge	12% of all bulk transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -95%	-7.1% -12% -11.4%
TM1+TM2 + LM1	The CO <sub>2</sub> tax, Truck Charge and existence of digital systems will increase the load factor for trucks	Road	10%-point increase of load factor for all trucks	vkm/ton MJ/vkm	-17.5% +6.9%	-17.5% +6.9%
TM1+TM2	The emission tax, existence of digital systems will increase the load factor for trains	Rail	8%-point increase of load factor for all trains	vkm/ton MJ/vkm	-10.7% +2.4%	-10.7% +2.4%
TM1+ LM1	The CO <sub>2</sub> tax, existence of digital systems will increase the load factor for Ships	Barge	8%-point increase of load factor for all ships	vkm/ton MJ/vkm	-13.8% +2.4%	-13.8% +2.4%

**Table 6.6:** Changed Technological Measures for the Conservative Scenario for Iteration 3

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge leads to increased use of biofuels	Road	55% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-55% -28.1%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax leads to increased use of biofuels	Barge	65% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-65% -33.2%
TM1+TM2	Introducing a CO <sub>2</sub> tax and kilometer charge will cause energy carrier shift to electric trucks	Road	50% of all trucks is electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-65% -100% -85%	-32.5% -50% -42.5%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax will cause energy carrier shift to electric ships for container transport	Barge	25% of all container transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -85%	-14.8% -25% -21.3%
TM1	Introducing a CO <sub>2</sub> tax will cause energy carrier shift to electric ships for bulk transport	Barge	12% of all bulk transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -80%	-7.1% -12% -10.2%
TM3	Diesel trains are no longer allowed on the corridor	Rail	All trains electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-25.3% -100% -85%	-25.3% -100% -85%

To conclude, this chapter has designed two alternative scenarios called a optimistic and conservative scenario for 2040. Per scenario, the measures are equal, but the designed goal per measures varied per alternative depending on the adaptive nature of the scenario. In first iteration, only technical measures were considered, added with logistical measures in the second iteration. In the third iteration, the goals were adjusted per alternative and to reach the 80% reduction mark the share of biofuels was increased as much as needed. This eventually lead to a set of measures and goals per measure that is able to reduce the emissions on the freight corridor with 80% in 2040.

# 7

## DeCaMod

In this chapter, the Decarbonization Model (DeCaMod) of TNO (TNO, 2020) is explored and explained. First of all, the input parameters and assumptions are discussed. After that, the general working of this tool is elaborated upon. Then, the additions to the model are discussed. Lastly, the output of the model is provided.

### 7.1. Input & Assumptions

First of all, the Sets and parameters of the model are given in Table 7.1. There are three indices and sets used in the model. First of all, there is the set of years considered in the study:  $I = \{2014, 2015, \dots, 2040\}$ . Secondly, there is a set of modes that are used on the corridor  $M = \{road, rail, barge\}$ . Lastly, there is the set for container transport:  $C = \{0, 1\}$  in which 0 means no container transport and 1 does mean container transport.

**Table 7.1:** Indices and Sets used in the model

Indices	Description	Set
i	Years that are considered in the study	$i \in I$
m	Modalities used on the corridor	$m \in M$
c	Binary value whether containers are used	$c \in C$

In Table 7.2, the transport related parameters are shown as well as their description and unit. These values are input parameters for the original model in the BAU scenario per year, mode and whether container transport. In Appendix D, a flow chart is given how different parameters relate to for example the modality.

**Table 7.2:** General Input parameters of DeCaMod

Parameter	Definition	Unit
Origin	Defines the origin of the transport along the corridor based on COROP region	[-]
Destination	Defines the destination of the transport along the corridor based on COROP region	[-]
$ton_{i,m}$	Tonnes of goods transported along the corridor per year i per mode m	$[10^3 \text{ kg}]$
$TEU_{i,m}$	Amount of TEU transported per year i per mode m	[TEU]
$vkm_{i,m,c}$	Vehicle / vessel kilometers travelled on the corridor per year i per mode m with of without containers	[km]
OAANRIT	Increased estimation of total trips <sup>1</sup>	[-]

<sup>1</sup>See CBS for explanation

**Table 7.2:** General Input parameters of DeCaMod

Parameter	Definition	Unit
$tkm_{i,m,c}$	Tonnes kilometers transported along the corridor per year i per mode m with or without containers	[ $10^3$ kgkm]
vehetype	Type of vehicle or ship that is used for the measure	[-]
roadtype	Type of Road for modality road	[-]
NST	NST-2007 <sup>2</sup> code of the goods transported	[-]
$MJ_{i,m}$	Total used energy for transport for year i for mode m	[MJ]
$CO2_{i,m}$	Total emitted kg of CO <sub>2</sub> (Before applying measures) for year i for mode m	[kg]

In Chapter 6, the measures were listed as well as the effect on some of the parameters. An overview of all the possible parameters that could be changed for the original model is listed below. First of all, in case of modal shift, the tons per year per mode can be adjusted. With other logistical measures, the vkm per transported ton can be adapted. Lastly, for the technical measures, the adjustable parameters are the required energy needed to move a kilometer and the emissions (TTW) per MJ energy demanded.

**Table 7.3:** Adjustable parameters of DeCaMod

Parameter	Definition	Unit
$ton_{i,m,c}$	Ton transported on the corridor for year i for mode m with or without containers	[ $10^3$ kg]
$vkm/ton_{i,m,c}$	The vkm needed to transport a unit of freight for year i for mode m with or without containers	[km / $10^3$ kg]
$MJ/vkm_{i,m}$	The used MJ per vehicle kilometer travelled for year i for mode m	[MJ/km]
$kgCO2/MJ_{i,m}$	kg of CO <sub>2</sub> emitted per MJ energy for year i for mode m	[kg/MJ]

Lastly, there is another set of parameters as shown in Table 7.4. These parameters are for the scenarios and are depending on the measure. These parameters indicate on which modality the measure has an effect, whether it contains container transport. Furthermore, regarding the measures, it states on which parameter of Table 7.3 the measure is aimed and what the effect of the measure is. This combined with the share of the measure gives a final reduction potential of the measure. The measures are gradually introduced, therefore, this potential changes over time. This also has an effect on the total emitted CO<sub>2</sub>. The cumulative emissions will be lower when an effect is introduced earlier. Introducing the measures too late, or not fast enough, can result in a too high concentration of CO<sub>2</sub> in the atmosphere.

**Table 7.4:** Scenario Input parameters of DeCaMod

Parameter	Definition	Unit
Modality	The modality / modalities on which a specific measure is applied	[-]
Container	Binary value whether the measure is applied on containers or not	[0,1]
Effect_on	Type of parameter the measure has an effect on (See Table 7.3 for list)	[-]

<sup>2</sup>See CBS for complete list

**Table 7.4:** Scenario Input parameters of DeCaMod

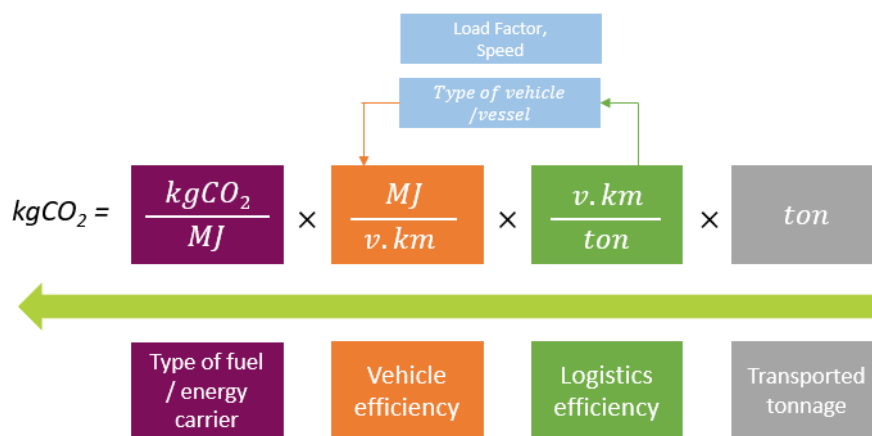
Parameter	Definition	Unit
Effect <sub>i</sub>	The amount of effect that the measure has on the Effect_on parameter. This can be an absolute number or a percentage for year i	[-/%]
Share	The share of the parameter on which the measures is applied	[%]
Reduction <sub>i</sub>	Applied effect by multiplying effect and share for year i	[-]
Grow in Curve	Defines how the measure is implemented over time (linear or s-curve)	[-]
i <sub>start</sub>	Introduction year of the measure	[-]
i <sub>end</sub>	End in which the measures has reached its maximum effect	[-]

**Assumptions**

In the model, some assumptions are made as well. First of all in the original model, only the TTW emissions are considered. WTT emissions are not included in the preliminary studies as well, which are added to the model with this study. Furthermore, the indirect effects (side effects that occur after implementation of a measure) and the interaction effects of different measures are out of scope. As mentioned before, the origin destination pairs are retrieved per COROP region. This means that transport originating from Rotterdam could also be from places close to Rotterdam. This is also applicable to Moerdijk and Venlo. However, the hinterland transport between those regions

**7.2. Methodology Original Model**

Figure 7.1 gives an simplified flowchart of the DeCaMod tool. It shows which factors are taken into consideration as well as the order of computation. It starts with the amount of ton that has to be transported along the corridor distributed with the three modalities. Then, according to the different logistical measures, the required vkm are computed. This is also done per modality. Different aspects define the required energy for transporting the amount of goods along the corridor with the vehicle efficiency. This results in the total Energy in MJ. Lastly, with the type of fuel or energy carrier, the amount of CO<sub>2</sub> emissions are computed (TTW) depending on the total energy consumption.



**Figure 7.1:** Simplified Flowchart of DeCaMod (TNO, 2020)

To determine the effect for a measure in a certain year, the Boltzmann function for an s-curve is used as shown in Equation 7.1. In this function, the i stands for the year for which the fraction of total reduction

is asked,  $i_{mid}$  is the halfway point of the measure. For example, if a measure has an effect between 2014 and 2040,  $i_{mid}$  is then 2027. The slope is assumed to be the amount of years that a measure is accounted for.

$$S_i = \frac{1}{1 + \exp \frac{i - i_{mid}}{Slope}} \quad (7.1)$$

This then leads to the following equation to determine the factor of the reduction for year  $i$  for a single measure:

$$reduction_i = effect \cdot S_i \quad \forall i \in I \quad (7.2)$$

With the  $reduction_i$  known, the new value for an parameter can be computed for year  $i$ . For example for a measure related to the total MJ <sub>$i,m$</sub> /vkm <sub>$i,m,c$</sub> . Then the new value is the old value multiplied with  $1 - reduction$ .

$$MJ/vkm_{i,m} = (1 - reduction_i) \cdot MJ/vkm_{i,m} \quad \forall i \in I, m \in M, c \in C \quad (7.3)$$

After the new value for the adjustable parameter is computed, the KPI parameters have to be computed again starting with the total vkm per mode per year with or without containers, shown in the green box in Figure 7.1.

$$vkm_{i,m,c} = vkm/ton_{i,m,c} * ton_{i,m,c} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (7.4)$$

Then the next step is to compute the total amount of energy required for the corridor. This is depending on the new vehicle efficiency as stated in the orange box in Figure 7.1.

$$MJ_{i,m} = MJ/vkm_{i,m} * \sum_{c \in C} vkm_{i,m,c} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (7.5)$$

Lastly, the total emissions (TTW) could be computed by multiplying the total required energy with the factor of kgCO<sub>2</sub>/MJ as stated in the following equation

$$kgCO_{2,i,m} = kgCO_2/MJ_{i,m} * MJ_{i,m} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (7.6)$$

## 7.3. Expansion of the model

The original model as described above offered had to be adapted to fit the current study. First and foremost, the model was able to estimate emissions up to 2030. This means that an expansion was necessary as this study focuses on 2040. Furthermore, another limitation of the model was that it only took the TTW emissions into consideration and not the WTW emissions. With regard to electrification of the fleet, the WTW emissions are also a more important factor to consider. In this section, first the impact of the model changes are discussed, as well as additional equations. Then the WTT addition is discussed, which enables the model to do WTW computations.

### 7.3.1. Expanding to 2040

The first adaptation of the model specifically applied for this thesis is the expansion of the model to 2040. This does not obtain many big difference except for a longer time period. However, due to the longer time scope for this study, there are a few measures that are not accounted for during all 26 years, but are finished earlier or are effective in a later stage. This means that the starting year and end year of the effects of a measure has to be accounted for in Equation 7.1. In the model, the Boltzmann curve for the years that are included in the horizon. However, for this thesis, not all measures are applied for the whole time period between 2014 and 2040. Therefore, adaptation to the Boltzmann Function had to be made. Between 2014 and the starting year  $i$ , the year factor  $S_i$  is equal to zero. After the year

that the effect has reached its maximum potential, up to 2040, the year factor  $S_i$  becomes 1. This is shown in Equation 7.7.

$$S_i = \begin{cases} 0, & \text{if } 2014 \leq i \leq i_{start} \\ \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{i - i_{mid}}{Slope}\right)}, & \text{if } i_{start} < i < i_{end} \\ 1, & \text{if } i_{end} \leq i \leq 2040 \end{cases} \quad (7.7)$$

As there is a high variation of measures which do not all follow such a curve as the Boltzmann function, an option of a linear increase of the year factor  $S_i$  is added to the model. If a measure is opted to have a more linear effect over the years, the following equation can be used:

$$S_i = \begin{cases} 0, & \text{if } 2014 \leq i \leq i_{start} \\ \frac{i - i_{start}}{i_{end} - i_{start}}, & \text{if } i_{start} < i < i_{end} \\ 1, & \text{if } i_{end} \leq i \leq 2040 \end{cases} \quad (7.8)$$

This concludes the adjustments made to the model for extending the model to 2040

### 7.3.2. Well to Tank addition

The next adaptation to the model for this study is adding the Well to Tank component of the emissions, making WTW emission comparisons possible. Therefore, some changes have been made. First of all, the  $kgCO/MJ_{i,m}$  and  $kgCO_2_{i,m}$  parameters are not clearly indicating anymore what it does. These parameters belonged to the TTW emissions on the corridor and therefore will be changed in:  $kgCO_2[TTW]/MJ_{i,m}$  and  $TTW_{i,m}$ . Furthermore, the total emissions will be computed in tonnes  $CO_2$  and not in kg after the adjustment. This means that Equation 7.6 becomes the following equation:

$$TTW_{i,m} = \frac{kgCO_2[TTW]/MJ_{i,m} * MJ_{i,m}}{1000} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (7.9)$$

Then, a similar computation has to be added for the Well to Tank emission part of the corridor. Therefore, a new adjustable parameter is introduced:  $kgCO_2[WTT]/MJ_{i,m}$  which is a value corresponding to the amount of emissions that are emitted during the generation of a MJ of fuel / electricity for year  $i$  for mode  $m$ . This is therefore depending on the energy carrier for example as well as the share of green electricity. The total amount of WTT emissions per year per mode are then computed with the following equation:

$$WTT_{i,m} = \frac{kgCO_2[WTT]/MJ_{i,m} * MJ_{i,m}}{1000} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (7.10)$$

Lastly, the total Well to Wheel emissions on the corridor have to be computed. The final reduction goal is also based on this parameter. It is obtained by summing the Well to Tank emissions and the Tank to Wheel as shown in the following equation:

$$WTW_{i,m} = TTW_{i,m} + WTT_{i,m} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (7.11)$$

## 7.4. Output

With the final model, it is therefore possible to obtain the results for the implemented measures. However, the parameters discussed until this point give results per year and per modality. To obtain the total results for every year, additional computations have to be done for each parameter shown in the equations below.

$$vkm_i = \sum_{m \in M} \sum_{c \in C} vkm_{i,m,c} \quad \forall i \in I \quad (7.12)$$

$$MJ_i = \sum_{m \in M} MJ_{i,m} \quad \forall i \in I \quad (7.13)$$

$$TTW_i = \sum_{m \in M} TTW_{i,m} \quad \forall i \in I \quad (7.14)$$

$$WTT_i = \sum_{m \in M} WTT_{i,m} \quad \forall i \in I \quad (7.15)$$

$$WTW_i = \sum_{m \in M} WTW_{i,m} \quad \forall i \in I \quad (7.16)$$

Lastly, for each scenario the total emissions on the corridors between 2014 and 2040 are computed. This gives an overview how much tonnes of CO<sub>2</sub> is added to the atmosphere. The computation is shown in the following equation:

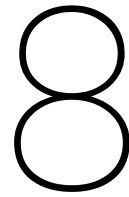
$$WTW = \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} WTW_{i,m} \quad (7.17)$$

In Table 7.5 all the output parameters are given. In the upper half of the table, the KPIs regarding the more logistics aspects of the corridor are given. However, it should be noted that the amount of tonne and TEU transported per modality has not changed in the scenarios compared to the Business as Usual scenario. In the lower half, the KPIs regarding the energy requirements and emissions are stated. Both the parameters per year per modality as the parameters per year as computed in Equation 7.13 - 7.16.

**Table 7.5:** Scenario Output of DeCaMod

Output	Definition	Unit
tonne <sub><i>i,m</i></sub>	The amount of tonne transported for year <i>i</i> for mode <i>m</i>	[10 <sup>3</sup> kg]
TEU <sub><i>i,m</i></sub>	The amount of TEU transported for year <i>i</i> for mode <i>m</i>	[-]
vkm <sub><i>i,m</i></sub>	The amount of vehicle kilometers for year <i>i</i> for mode <i>m</i>	[km]
tonne <sub><i>i</i></sub>	The amount of tonne transported for year <i>i</i>	[10 <sup>3</sup> kg]
TEU <sub><i>i</i></sub>	The amount of TEU transported for year <i>i</i>	[-]
vkm <sub><i>i</i></sub>	The total amount of vehicle kilometers for year <i>i</i>	[km]
MJ <sub><i>i,m</i></sub>	MJ of energy that is required for transportation for year <i>i</i> for mode <i>m</i>	[MJ]
TTW <sub><i>i,m</i></sub>	Ton of CO <sub>2</sub> (TTW) that is emitted in year <i>i</i> for mode <i>m</i>	[ton]
WTT <sub><i>i,m</i></sub>	ton of CO <sub>2</sub> that is emitted in year <i>i</i> for mode <i>m</i>	[ton]
WTW <sub><i>i,m</i></sub>	ton of CO <sub>2</sub> that is emitted in year <i>i</i> for mode <i>m</i>	[ton]
MJ <sub><i>i</i></sub>	Total required energy for year <i>i</i>	[MJ]
TTW <sub><i>i</i></sub>	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> (TTW) for year <i>i</i>	[ton]
WTT <sub><i>i</i></sub>	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> (WTT) for year <i>i</i>	[ton]
WTW <sub><i>i</i></sub>	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> (WTW) for year <i>i</i>	[ton]
WTW	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> between 2014 and 2040	[ton]





# Results

In this chapter, the results are presented from the measures introduced in Chapter 6, computed with the model as explained in Chapter 7. First of all, the results per iteration are discussed. In Section 8.1, the first iteration with the technological measures is presented. After that, in Section 8.2, the results of the second iteration with the added logistical measures will be discussed. Then, Section 8.3 presents the third and final iteration. Furthermore in this chapter, a Sensitivity Analysis is performed regarding some of the assumptions made during this study. These are discussed in Section 8.4. Lastly, the chapter ends with a short overview of the chapter.

## 8.1. Iteration 1: Technological measures

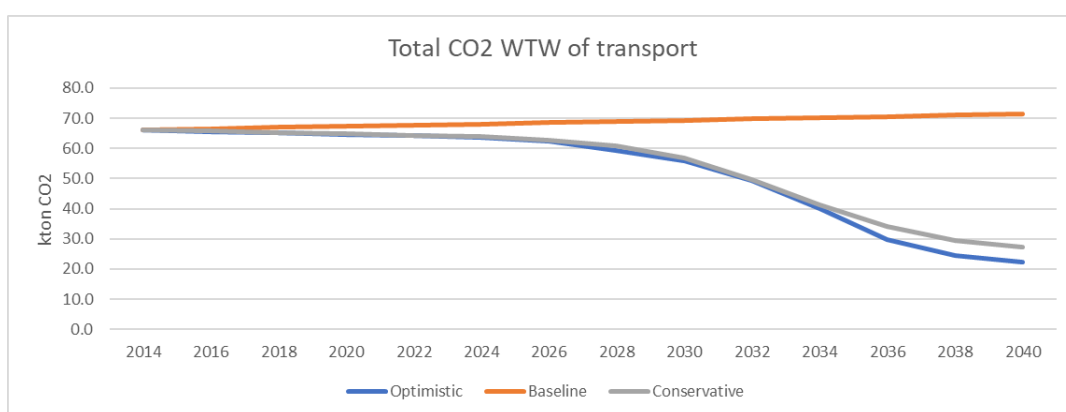
In this section, the results are shown from the implementation of the technological measures from Section 6.1. After computation with DeCaMod as explained in Chapter 7, the following results are obtained.

First of all, the measures focused on the emissions related to the different energy sources and the amount of energy that is required for the transportation. Other parameters as total transported tonnes and vehicle kilometers are not considered or changed yet. In Table 8.1, the KPIs are shown for 2014 (base year), 2030 (intermediate year) and 2040 (end year). Per scenario, the KPIs are shown. The required energy is shown in millions MJ. The emissions are shown in kton  $CO_2$ . Due to the technological innovations, the reduction of emissions and energy use makes a big step. Compared to 2014, the optimistic scenario reduces the emissions with an estimated 66% whereas in the conservative scenario estimates a reduction of 59% is achieved. The total energy consumption is reduced with 7.5% compared to 2014. However, compared to the baseline in 2040, a reduction of 21% in energy consumption is reached. Furthermore, due to the prevention of use of diesel trains, the emissions from rail freight transport are almost zero for both scenarios, with a small percentage of emissions due to the generation of electricity. For Road Freight transport, some big improvements can be seen as well, where in the optimistic scenario an 8 kton  $CO_2$  are remaining and 9 kton for the conservative scenario. The highest emissions are due to barge transport. For this modality, the emissions are decreased with 34% in the optimistic scenario and 21% in the conservative scenario. As the total emissions can only be 13 kton WTW on the corridor, the major gains have to come from the barge freight transport. The total emitted emissions on the corridor from 2014-2040 is 1856 kton  $CO_2$  in the BAU scenario. In the optimistic and conservative scenario this is reduced to respectively 1425 and 1460 kton  $CO_2$ .

**Table 8.1:** KPIs after Technological Measures, MJ in millions MJ, other KPIs in kton CO<sub>2</sub>

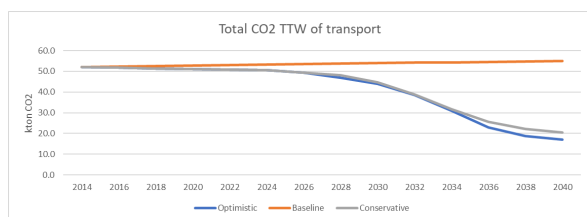
		ROAD				RAIL				BARGE				TOTAL			
		MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW
2014	Baseline / BAU	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66
	Optimistic	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66
	Conservative	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66
2030	Baseline / BAU	454	31	7	38	224	3	3	6	299	20	5	25	978	54	15	69
	Optimistic	411	25	6	32	168	0	1	1	299	18	5	23	878	44	12	56
	Conservative	411	24	6	31	196	1	2	3	299	19	5	24	906	45	12	57
2040	Baseline / BAU	442	30	7	37	273	4	4	8	319	22	5	27	1035	55	16	71
	Optimistic	270	6	2	8	204	0	0.2	0.2	301	11	4	15	777	17	6	23
	Conservative	309	7	3	9	204	0	0.6	0.6	308	14	4	18	821	21	7	28

In Figure 8.1, the decrease of the total emissions on the corridor is shown over time. This also gives an impression on the comparison of the different scenarios. The main differences between the scenarios occur after 2030 when the electrification has more impact in the optimistic scenario than in the conservative one. This eventually leads to a difference of 5 kton CO<sub>2</sub>. In this figure, the growth of emissions is also compared to the baseline (BAU) scenario.

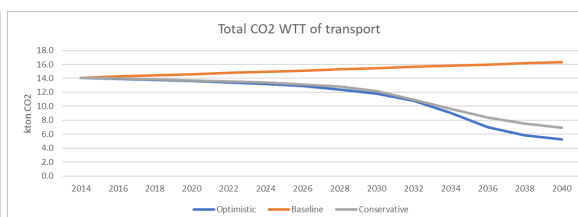


**Figure 8.1:** Well-to-Wheel emissions from the total corridor from 2014-2040 with technological measures

In Figure 8.2 and 8.3 both the respective Tank to Wheel and Well to Tank emissions are presented over the years on the corridor. A similar development is seen for both emission parts, as the flows are both also depending on the share of alternative energy carriers. Moreover, an additional difference at the WTT graph is the difference in Green electricity supply. That is partly why there is a relatively bigger gap between the two scenarios. At the end, the maximum emissions of 13.2 kton CO<sub>2</sub> is not achieved in both scenarios. Compared to 2014, the optimistic scenario shows a reduction of 66% whereas the conservative scenario reduced the emissions with 58%.



**Figure 8.2:** Tank to Wheel emissions from the total corridor from 2014-2040 with technological measures



**Figure 8.3:** Well to Tank emissions from the total corridor from 2014-2040 with technological measures

More information of the development of the different modalities and explanation of these results due to technological measures can be found in Section E.1 in Appendix E.

## 8.2. Iteration 2: Logistical measures

In this section, the results after the second iteration are shown. Contrary to the first iteration, logistical measures are also taken into consideration, but this time this not only has an effect on the KPIs related to emissions, shown in Table 8.3, but also on another transport KPI as shown in Table 8.2. The additional measures of this iteration have a main focus to improve transport efficiency by reducing the total vehicle kilometers needed to transport a ton of freight. This parameter, *vkm/ton*, is affected by all logistical measures induced in Section 6.2 resulting in less distances covered along all transport modalities. Other aspects as total tonnes transported are not changed or adapted.

In Table 8.2, the vehicle or vessel kilometers per modality are shown as well as the total transported distance for the whole corridor rounded on 10000. The results showed that likewise Chapter 4 that there is a big difference in total distance covered per modality. The table shows that, compared to the BAU scenario, both the optimistic and conservative scenario show in 2030 small up to considerable reductions in the total kilometers. In 2040, for road transport, the vehicle kilometers have reduced with 21 and 12% for respectively optimistic and conservative scenario. For rail, the reduction is 11 and 6%. Lastly, for barge transport, the reduction is 10 and 6%.

However, compared to 2014, the last two modalities have a higher vehicle kilometer still overall. For rail, this is caused by the high increase of total transport as for barge, there is relatively more container transport instead of bulk. Bulk is known for a relatively low average *vkm/ton* with barge transport.

**Table 8.2:** The total vkm and per modality for the second iteration

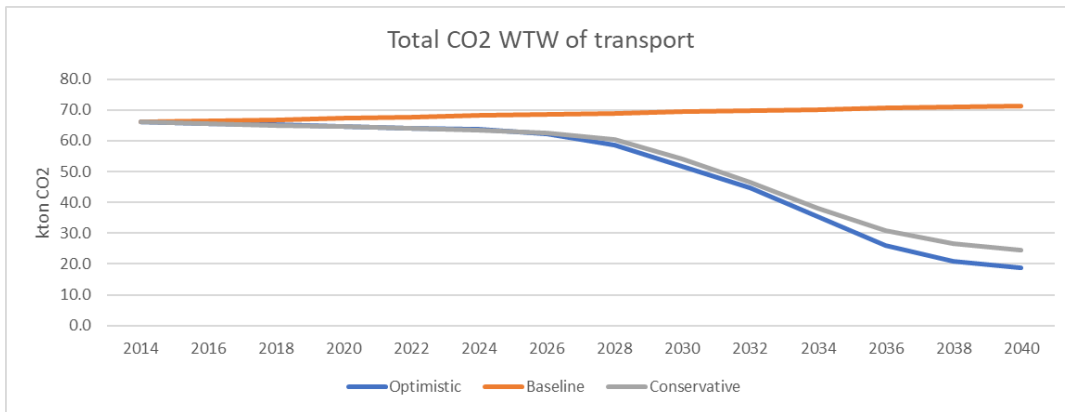
		VKM (x1000)			
		Road	Rail	Barge	Total
2014	Baseline / BAU	42680	1340	590	44610
	Optimistic	42680	1340	590	44610
	Conservative	42680	1340	590	44610
2030	Baseline / BAU	40920	2200	650	43770
	Optimistic	38310	2170	640	40900
	Conservative	39350	2180	640	41490
2040	Baseline / BAU	39830	2730	690	43250
	Optimistic	31510	2420	620	34550
	Conservative	34920	2560	650	38120

Next step is to show the effect of the additional measures on the emissions for the corridor. Table 8.3 shows that the high percentage of reduction in kilometers does not represent the same reductions in emissions. This has two causes. Firstly, due to the increased load factor or increased tonnage of transport, the primary energy for a vkm has increased as well. As an example, for road freight transport, an decrease of 23% was achieved in the optimistic scenario, but regarding the total MJ used, those decreased by 13%. Still, this causes overall an reduction in emissions. Secondly, due to the already implemented measures, the amount of emissions to reduce is also less as the vehicles are more efficient and use less energy. When less energy is required, that is a positive effect, but if the energy consumed have no emission, than the measure does not have an (big) impact. The total energy reduction is higher in this iteration than in the first iteration. The total primary energy requirement reduced with 25% (instead of 7.5) compared to 2014 for the optimistic scenario. Comparing it to the BAU scenario for 2040, a reduction of primary energy of 35% is obtained (instead of 21%). Therefore, these measurements contributed a lot to the total energy requirement of the corridor. Overall, compared to the first iteration another 4 kton of CO<sub>2</sub> emissions are reduced in the optimistic scenario and in the conservative scenario an additional 3 kton was reduced. This made that the reduction of CO<sub>2</sub> emissions compared to 2014 is 71% and 63% for the optimistic and conservative scenario respectively. As stated, the total maximum amount of emissions on the corridor in 2040 is 13,2 kton CO<sub>2</sub>. The Table shows that still, the barge modality has the highest amount of emissions and is on itself for these current measures responsible for 92% and 115% of the total allowed emissions on the corridor. Therefore, more focus should be put on this modality in the following iteration.

**Table 8.3:** KPIs after Logistical Measures, MJ in millions MJ, other KPIs in kton CO<sub>2</sub>

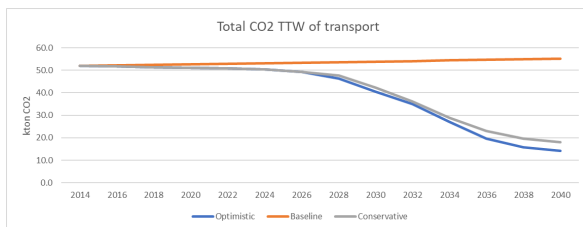
		ROAD				RAIL				BARGE				TOTAL			
		MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW
2014	Baseline / BAU	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66
	Optimistic	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66
	Conservative	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66
2030	Baseline / BAU	454	31	7	38	224	3	3	6	299	20	5	25	978	54	15	69
	Optimistic	395	24	6	31	167	0	1	1	260	16	4	20	820	40	11	51
	Conservative	401	24	6	30	194	1	2	3	273	17	4	21	869	42	12	54
2040	Baseline / BAU	442	30	7	37	273	4	4	8	319	22	5	27	1035	55	16	71
	Optimistic	235	5	2	7	189	0	0.1	0.1	245	9	3	12	670	14	5	19
	Conservative	285	6	2	9	196	0	0.6	0.6	269	12	3	15	751	18	7	25

Now, a look is taken on how the emissions are reduced over time. Figure 8.4 shows the timeline of the total Well to Wheel emissions for the corridor. Compared to the first iteration, there is a increased difference in the optimistic and conservative scenario, actually directly after implementing the first measures in 2025. Likewise as the first iteration, the main difference between the two scenario occurs after 2035 due to the differences in effects of technological measures. With this development, the total emissions in the optimistic scenario are 1372 kton CO<sub>2</sub> and in the conservative scenario 1423 kton CO<sub>2</sub>. That is an reduction of 26% and 23%, compared to 1856 kton CO<sub>2</sub>.

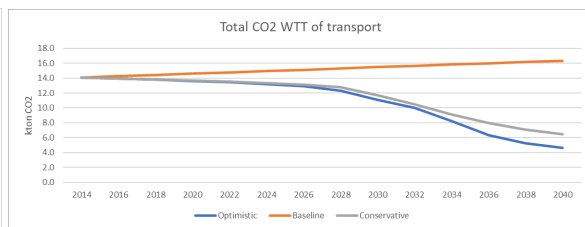


**Figure 8.4:** Well-to-Wheel emissions from the total corridor from 2014-2040 after Iteration 2

Figure 8.5 and Figure 8.6 show the timeline of the respectively TTW and WTT emissions. Both these figures present a flow that is comparable to the WTW emissions in which the optimistic scenario performs slightly better. The TTW emissions are in favour for the optimistic scenario as a combination of higher shares of alternative energy carriers and a higher logistics efficiency, requiring less energy in general. For the WTT emissions, between 2025 and 2030, these are mainly due to the better logistics efficiency. The difference around 2040 also is induced with the difference in availability of green electricity, which has a 95% share in the optimistic scenario and 85% in the conservative scenario.



**Figure 8.5:** Tank to Wheel emissions from the total corridor from 2014-2040 after Iteration 2



**Figure 8.6:** Well to Tank emissions from the total corridor from 2014-2040 after Iteration 2

To conclude, the inclusion of logistical measures has had an effect on the total CO<sub>2</sub> emissions on the corridor, but are not effective enough to reach the required reduction on the corridor. For the optimistic scenario, an additional 9% has to be obtained and for the conservative scenario this is another 17%.

As stated, the barge modality is the main polluter on the corridor with these measures, so additional measures for the barge modality has to be introduced. Furthermore, improvement for road freight transport is also desirable to lighten the load on the inland shipping modality. More information about effects per modality are mentioned in Section E.2 of Appendix E.

### 8.3. Iteration 3: Final Normative Scenarios

In this section, the results of the third and final iteration are shown as introduced in Section 6.3. After the technological measures in the first iteration and the additional logistics measures for the second iteration, the approach slightly changed for this iteration. As explained, the optimistic scenario increased the logistical and technological measures whereas the conservative scenario only improved technological measures and effects. Therefore, Table 8.4, which focuses on the logistical effects, only shows changes for the optimistic scenario. For this iteration, the total vkm transported on the corridor decreased with 23%, which is 2% more than in iteration 2. For road freight transport, the reduction is 24% in 2040, which is also an additional 2% compared to the second iteration. For rail freight transport, the reduction of kilometers is estimated at 13%, which is an additional 3%. Lastly, for transport via barge, the total distance covered is reduced with 14%, an increase of 4%.

**Table 8.4:** The estimation of vkm on the corridor after the third iteration

		VKM (x1000)			
		Road	Rail	Barge	Total
2014	Baseline / BAU	42680	1340	590	44610
	Optimistic	42680	1340	590	44610
	Conservative	42680	1340	590	44610
2030	Baseline / BAU	40920	2200	650	43770
	Optimistic	36760	2190	650	39600
	Conservative	39350	2180	650	42170
2040	Baseline / BAU	39830	2730	690	43250
	Optimistic	30420	2320	590	33330
	Conservative	34920	2560	650	38120

Then, again the next step is to look at the other KPIs and see the effects of the measures. For this iteration, in 2030 a reduction of 25% (optimistic) and 21% (conservative) Well to Wheel emissions is obtained in 2030, which is a bit behind the goals of 30% at that point. However, for 2040, the total WTW reduction has reached 80% in both scenarios, with a reduction of 80.5% in the optimistic scenario, and 80.6% for the conservative scenario. Compared to the first two iterations, the major difference is found for inland water shipping. This is expected as the measures focused more on this modality as well. For Rail, small gains were made for the conservative scenario, due to the increased share of green electricity. Furthermore, the emissions for road freight transport also improved slightly. Especially the TTW emissions for the conservative scenario. with the effects of the increased goals. In this iteration, there is again a reduction of required primary energy. Although the emissions are lower in the conservative scenario, the total required energy is lower in the optimistic scenario. This has other benefits as less energy required also means that there is a better chance that the amount of required biofuel or green electricity will be available.

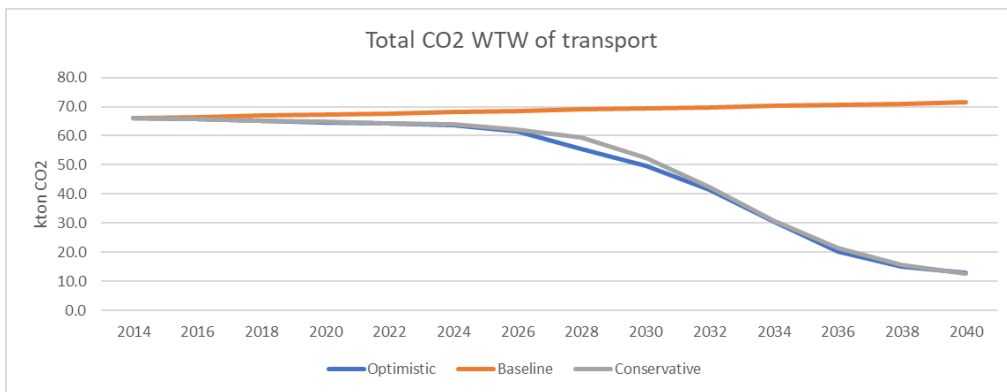
**Table 8.5:** KPIs after Iteration 3, MJ in millions MJ, other KPIs in kton CO<sub>2</sub>

		ROAD				RAIL				BARGE				TOTAL			
		MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW	MJ	TTW	WTT	WTW
2014	Baseline / BAU	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66.1
	Optimistic	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66.1
	Conservative	474	32	8	40	146	2	2	4	267	18	4	22	887	52	14	66.1
2030	Baseline / BAU	454	31	7	38	224	3	3	6	299	20	5	25	978	54	15	69.0
	Optimistic	385	23	6	29	168	0	1	1	262	16	4	20	815	39	11	49.7
	Conservative	398	23	6	29	195	1	1	3	273	16	4	20	869	41	11	52.3
2040	Baseline / BAU	442	30	7	37	273	4	4	8	319	22	5	27	1035	55	16	71.4
	Optimistic	218	4	1	5	185	0	0.1	0.1	223	6	2	8	626	9	4	12.9
	Conservative	243	4	2	5	197	0	0.4	0.4	247	5	2	7	693	8	4	12.8

When looking at the timeline in Figure 8.7, one can see that the scenarios are very equally developing. Between 2025 and 2030, the optimistic scenario performs slightly better as the emissions regarding rail freight transport are reduced faster. After the introduction of biofuels, the conservative scenario for the

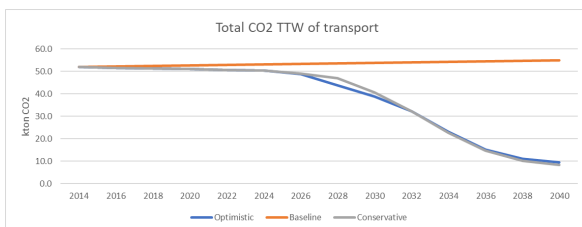
first time becomes the more sustainable scenario resulting in a total estimated emission of 12.6 kton CO<sub>2</sub> compared to the total 13.0 kton CO<sub>2</sub> emissions in the optimistic scenario.

However, the optimistic scenario performs slightly better on the total scale of emitted CO<sub>2</sub> between 2014 and 2040. In the optimistic scenario, the total emissions on the corridor are estimated to be 1314 kton. For the conservative scenario, it is slightly higher at 1334. Compared to the BAU scenario, this is a reduction of 29 and 28% . However, as mentioned before, for limitation of global warming, the total emissions have to be reduced, and according to experts, the maximum allowed emission is 5-10 times the yearly emissions. In 2024, the yearly emission in the BAU scenario is about 68 kton CO<sub>2</sub>. Therefore, from 2024, the total emissions can be at maximum between 340 and 680 kton of CO<sub>2</sub> on the corridor. In the optimistic scenario, the total emissions between 2024 and 2040 are estimated at 664 kton. For the conservative scenario, the total emissions are estimated at 683 kton. Although the goal of 80% emission reduction on the corridor is achieved, the total cumulative emissions are balancing around the 10 year mark. This means that if the upper bound is estimated to high, then these measures are not enough to take responsibility on the corridor regarding limiting global warming at 1.5°C.

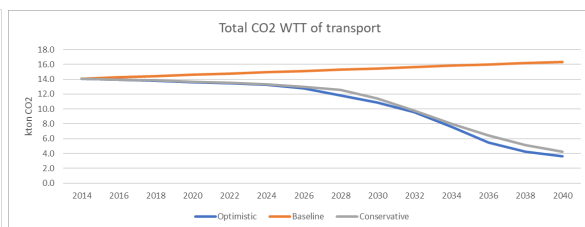


**Figure 8.7:** Well-to-Wheel emissions from the total corridor from 2014-2040 after the third iteration

Contrary to previous iterations, the TTW and WTT emissions do show the differences for the scenarios. First of all. for the TTW emissions, shown in Figure 8.8, the scenarios are both the less emitting scenario between 2014 and 2040. However, in comparison to the first two iterations, the conservative scenario is actually emitting less CO<sub>2</sub> on a TTW basis. This can be caused by the higher share of biofuels and alternative energy carriers in this particular scenario. This can not be compensated with the increased logistics efficiency of the optimistic scenario. Using less energy with emissions does not compensate using more energy with no emissions. For the WTT emissions, as shown in Figure 8.9, it is however the other way around. For this part of the emissions, the conservative scenario emits more than the optimistic scenario. This can be explained by two factors. First of all, due to the higher goals related to the logistical measures, the energy requirement of the optimistic scenario is 9.7% less than the conservative scenario. On top of that, the emissions released by generating electricity are higher for the conservative scenario.



**Figure 8.8:** Tank to Wheel emissions from the total corridor from 2014-2040 after Iteration 3



**Figure 8.9:** Well to Tank emissions from the total corridor from 2014-2040 after Iteration 3

## 8.4. Sensitivity Analysis

To show the sensitivity of the results, a couple of sensitivity analysis are done with the scenarios and measures as stated for Iteration 3. By introducing the increased load factor, the increase of energy required per vkm for the modality barge is uncertain. Therefore, this is tested in the sensitivity analyses for two different values, an increase of 50% and an increase of 100% of the used parameter is tested for both the optimistic and conservative scenario. An example, for the conservative scenario, with a increase of 3%-points for the load factor, the increase of *MJ/vkm* was estimated at +0.9%. Now, it is tested for (+1.35% and +1.8%). Furthermore, the impact on the share of green electricity is tested. Again, two different tests are performed, one in which the target of 70% as established for 2030 is assumed as the maximum potential for 2040, the second test will show the reduction if all generated electricity is green. Lastly, two extra analysis will be performed. One in which all technological goals will be removed and only the logistical goals are kept. Secondly, the other way around with only technological goals as stated in iteration 3 will be kept.

**Table 8.6:** Results of Sensitivity Analysis

Analysis	Reduction Optimistic	Reduction Conservative	Increased reduction Optimistic	Increased Reduction Conservative
+100% increase of energy requirement barge	80.2%	80.5%	-	-
50% of all generated electricity is green	77%	78%	80.1%	80.9%
WLO High as BAU	76%	76%	80.3%	80.9%
Decreased Share of Rail on the corridor	79.5	80.1%	80%	-
Decreased Share of Rail + container shift from rail to road and barge	76%	77%	80.2%	80.6%
Only Technological measures	76%	78%	80%	81%
Only Logistical measures	21%	12%	-	-

Table 8.6 shows the results of the Sensitivity Analysis. The second and third column state the reduction on the corridor with the effect of the sensitivity analysis, and the fourth and fifth column state the reduction after making the measures more strict if necessary. First of all, the uncertain parameter value of the increase of *MJ/vkm* with increasing the load factor for barge is tested. The value is doubled and as can be seen, the reduction on the corridor still remains above 80%. The next analysis tested the sensitivity of the share of green electricity available. What if the high share of electricity would not be available but stagnates at 50%. Then the optimistic and conservative scenario would obtain a reduction of respectively 77 and 78%. To reach the reduction goal, for the conservative scenario the share of biodiesel for both road and barge transport had to increase as well as the share of electric trucks. For the optimistic scenario, these had to increase as well, next to some logistical measures as a higher share of SEC's, a higher load factor for road transport, higher speed reduction for barge and the increase of the average length of trains.

One of the potential influences on the results is the BAU scenario that is chosen. Therefore, another analysis is performed with the WLO High scenario as described in Section 5.4. For both scenarios, this resulted in a emission reduction of 76%. To reach 80% therefore, higher targets had to be set for the measures. Increasing the share of biodiesel and share of electric vehicles and vessel for both road and barge transport. On top of that, in the optimistic scenario, the load factor for both modalities increased with 2%-points and in the conservative scenario the reduction of empty vehicle kilometers as well as the share of SEC's was increased. The targets for rail freight transport were not adjusted as the results regarding reduction of emissions are marginal for that modality.

The next analysis was performed to find out the impact of the high share of rail freight transport on the corridor emission reduction measures. By excluding all international rail, resulting in a share of 14 and 31% of rail freight transport on the corridor, the conservative scenario still is estimated to reach an 80% reduction as the reference emissions also reduced (from 66.1 to 62 kton CO<sub>2</sub>). For the optimistic scenario, this is reached by increasing the share of biodiesel for road freight transport with 5%. Still, there

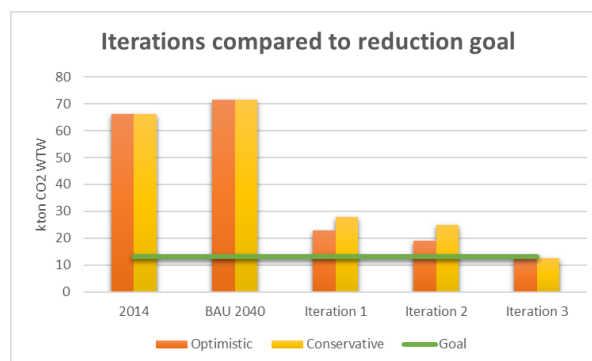
is an very high in transport for this modality from 14% in 2014 to 31% (Figure 5.4 in 2040. Therefore, additionally, half of this increase is distributed over the road and barge modality to further decrease the share of rail freight transport. Initially, this resulted in a decrease of 76 and 77%. To reach the 80% reduction, again the share of biodiesel for each modality in both scenarios was increased with 5%. On top of that, in the optimistic scenario, the load factor of both road and barge transport was increased with an additional 2%-points and the share of SEC's was increased with 5%. In the conservative scenario, the reduction of empty vkm was increased from 2 to 3%.

The last two analyses were performed to analyse the technological measures and logistical measures separately. Firstly, only the technological measures were considered. This resulted initially in a reduction of 76% and 78%. For both scenarios, the share of biodiesels and electric trucks / vessels had to be increased. Especially in the optimistic scenario as the logistical measures had more effect. Furthermore, in the conservative scenario, a green electricity share of 90% was required. Lastly, only the logistical measures were considered and this had a big difference with only 21% in the optimistic scenario and 12% in the conservative scenario. To reach 80% with logistical measures, the load factor for both road and barge had to increase with respectively 15% (compared to 10%) and 12% (compared to 8%). Furthermore, the speed reduction had to save 20% of energy, the reduction of empty kilometers was increased from 7 to 9% and the use of SEC and longer trains was higher. Still, this led to 29% reduction of emissions. Therefore, to reach 80% a massive (unrealistic) modal shift has to take place with a shift of 72% of all road freight transport to rail and 66% of all barge freight transport to rail freight transport. Therefore, it is unrealistic to reach 80% reduction with logistical measures only.

## Overview

To conclude this chapter, after three iterations, the reduction goal of 80% WTW emission on the corridor Rotterdam - Venlo is achieved, resulting in an answer on research sub-questions 5 & 6.

Figure 8.10 shows the comparison of the iterations with the Base year of 2014 as well as the increased emissions with the BAU scenario. It shows what also was confirmed with the sensitivity analysis, that the technological measures have a big influence and that adding logistical measures does not have the same impact as the technological measures. Lastly, iteration three added additional goals, while lastly increasing the share of biofuels until the 80% reduction on the corridor was reached. However, it can be seen on the Figure that the goal is barely reached and is therefore very dependent on the succeeding of the goals set for the measures. With the sensitivity analysis, several assumptions that were made during the study have been analysed and the impacts of the measures are discussed for those assumptions.



**Figure 8.10:** The comparison of the scenarios and iterations to the reduction goal



# 9

## Implementation

In this chapter, the possible implementation of some of the measures in the future scenarios are discussed. With this chapter, Sub research question 7 is tried to be answered. First of all, the frameworks of which the adaptation of the measures will be explained are discussed in Section 9.1. Then, some of the more drastic measures are tested inspired by these frameworks in Section 9.2.

### 9.1. Technological Transition and Success/Failure Frameworks

In Figure 9.1, the multi-level perspective framework developed by Geels (2002) is shown. This technological transition framework consists of three layers which will be briefly discussed. The bottom layer is the *Niche* environment. In this environment, individuals or groups of innovators can develop and test their innovations in a protected market separated from the regular market. Over time and if succeeded, an innovation can then be integrated in the second layer, the *Socio-Technical Regimes*. This layer can be explained as the grammar of the technologies and processes that occur in our society. The rules which are applied from the upper landscape level. The regimes can be as shown in the Figure above from different perspectives or markets. Technological, institutional, political, infrastructure related etc. However, this 'grammar' and therefore the socio-technical regime can evolve due to the pressure of new innovations at the system. The innovations reshape the system, which is also visualized in Figure 9.1. The upper level in the framework is the *Landscape*. This consists of the elements that keep the systems in place and changes in the landscape are very slow. Examples are traditions, mindset and values, but also culture. Changes in the landscape, for example a different mindset, requires the system to change. This then allows new niche innovations. However, the other way around works the same, changes in the regimes can cause changes in the landscape.

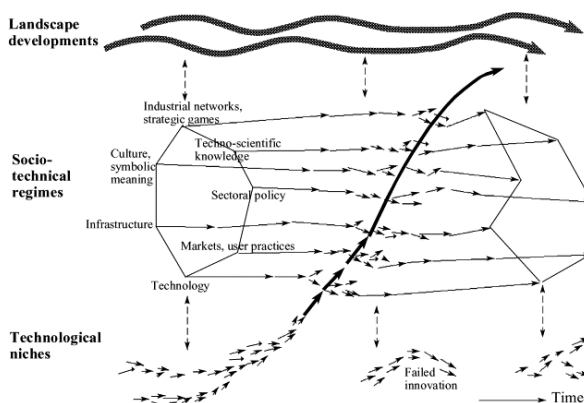


Figure 9.1: A multi-level perspective framework by (Geels, 2002)

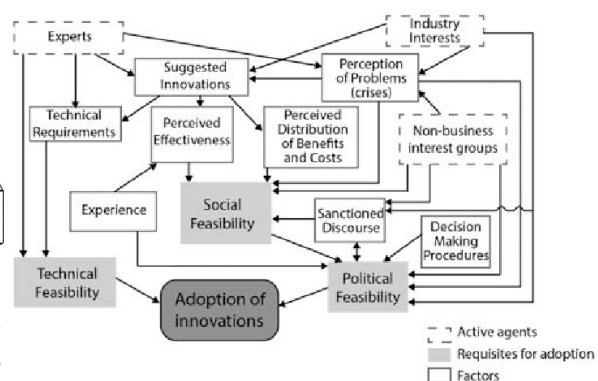


Figure 9.2: The feasibility framework by Feitelson and Salomon (2004)

For this study, not the whole framework is involve, but it is the inspiration to look at some behavioural changes that are necessary to reach the goals for each measure and make the measures feasible. This is where yet some aspects of another framework will be considered, the Feasibility Framework developed by Feitelson and Salomon (2004) as shown in Figure 9.2. This feasibility framework states that an innovation should be feasible in 4 categories: Technical, Economical, Social and Political. Again, this study does not focus on the Framework as a whole, but will take these points as a inspiration to test the measures to. Lastly, with the changes of the landscape and the regimes, aspect that are now considered unfeasible could become feasible over time. So therefore, overcoming the barriers and challenges for the implementations of the measures are essential to make the measures feasible and reach 80% reduction of emissions in 2040.

## 9.2. Discussed measures

With a small group, a discussion was held internally within TNO. This discussion focused on some of the goals of the measures which will be summarized in this section. Both the potential and challenges of the goals were discussed as well as possible required landscape changes.

### 9.2.1. Large scale use of biofuels in Barges and Trucks

Firstly, due to the introduction of the truck kilometer charge and the Emission tax, a large share of fossil fuel diesel should be substituted with renewable bio-diesels. In the conservative scenario, the highest shares of bio-diesel are needed, with a mix of 55% bio-diesel / 45% diesel for heavy duty trucks and 65% bio-diesel / 35% diesel for inland water shipping vessels. According to the attendees of the discussion, this is one of the easiest methods to decarbonise, as it requires almost no changes to trucks (only with blends containing more than 25% biofuels could changes to the engine be necessary) and for consumers no changes are needed at the pump instead of choosing another fuel. Referring therefore to the Geels Framework, no changes are required in the landscape, except as one can argue, as long as the price is relatively equal to the price of diesel. However, there is only one condition. That is the availability of enough biofuels, meeting the conditions stating in RED III that at least 70% emissions are reduced using the biofuel compared to original diesel from 2026 (European Union, 2023). According to the EBB (2023), bio-diesel will play the major role in decarbonising transport between 2030 and 2040, with an expected peak of bio-diesel consumption in 2043 (Hamelinck et al., 2021). The production of bio-diesels is uncertain and also the literature is unclear. However, below, the computation of the total energy required on the corridor that has to be supplied by bio-diesels is given.

First of all road transport, the share of electric trucks is 55%, with a reduction of 65% energy required per electric truck. This means that without logistics measures, the share of energy required by trucks is compared to the baseline:  $442 * 0.55 * 0.35 = 85$  MJ. On the other hand, 45% of all trucks run on a (bio-)diesel mix. That would be  $442 * 0.45 = 199$  million MJ. This means that 30% (85 of 85+199) of all energy is required by electric trucks and 70% by regular trucks. The total energy consumption with road transport is 2040 on the corridor is 243 million MJ in the conservative scenario. Therefore,  $0.7 * 243 = 170$  million MJ is required for the trucks. With a total of 55% produced by biofuels, this is computed to be  $0.55 * 170 = 94$  million MJ. This is 39% of all required energy for road transport.

For barges, the same computation is done. One assumption is made, that the amount of bulk and container vessels are the same. This led to  $319 * 0.185 * 0.41 = 24$  million MJ for electric vessels (18.5% of all ships electric, with a 59% reduction of energy required). Furthermore, the energy required by (bio-)diesel is  $319 * 0.815 = 260$  million MJ. This is a share of 91% of all required energy, meaning that in 2040 the energy requirement of the (bio-)diesel mix is 226 million MJ. With a share of 65% bio-diesel, the total energy requirement by bio-diesels is  $0.65 * 226 = 147$  million MJ. This is 59% (of 247) of the total required energy.

On the corridor, in 2040, the total required energy in the conservative scenario is 693 million MJ. This means, that bio diesels have to deliver 39% of all energy required on the corridor. However, most studies with biofuels do not take rail into consideration. Without the energy required for rail, so only considering road and barge transport, the bio-diesels have to provide  $\frac{94+147}{243+247} * 100\% = 49\%$  of the required energy.

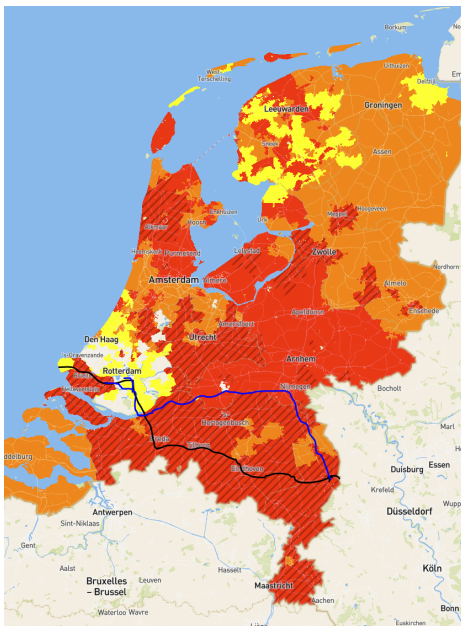
To conclude, the amount of biofuels that will be used on the corridor is depending on the amount of

fuel that can be produced (technically and economically). The adaptation of biofuels is expected to not form a barrier.

### 9.2.2. Large scale electrification of Trucks and Barges

The results for the same measures as the section above from the scenario states that (more than) half of the trucks on the corridor should have an electric engine to reach 80% reduction of CO<sub>2</sub>. This is more than the average 40% of electric trucks that is estimated to be available in 2040 according to the International Energy Agency (2024). Therefore, there are other areas which might have less electric trucks on average, or new policies should make it possible that more trucks. Regarding the electric barges, there is more uncertainty about the number of electric ships that can be running before 2040. However, a funding has been provided in 2022 to invest in 45 electric ships. The assumption is made that after those 45 ships, the market on itself would be able to increase the number of electric ships, battery packages and charging infrastructure (Port of Rotterdam, 2022). According to the attendees of the discussion, the amount of electric ships would also be dependent on the substitution of new ships. Assuming that a barge ship (engine) on average has a lifespan of 50 years and the new electric ships will become available from 2030 onwards, then about 20% of all ships can be substituted to electric ships without losing lifespan of a ship. The conservative scenario has set the goals to be 25% of all container ships and 12% of all bulk ships. This could still be reached as some bulk shippers could convert to container ships due to the increased demand for container transport and decreased demand of bulk freight.

In the discussion that was held, one of the most important crucial challenges that was addressed was the charging infrastructure that needs to be developed. The biggest issue for this is the electricity grid congestion that already is a problem. Figure 9.3 shows a map in the Netherlands with the grid congestion coloured. On top of that, the route of the road and rail modality is drawn in black and for barges in blue. (Note that these are indications of the routes, but not the exact routes). However, the red areas mean that no (very) high demand electricity users can be added to the grid (Netbeheerder Nederland, 2024).



**Figure 9.3:** Net congestion in 2024, adapted from: (Netbeheerder Nederland, 2024)

On the map, one can see that this is the case for the Port of Rotterdam, the port of Moerdijk and the Venlo Trade Port Areas and the majority of the corridor. To counter this a new or out of the box approach has to be sought. For Road transport, there are two options for recharging trucks. One, more conventional option is the option that is used for passenger cars right with charging stations. For trucks, these will be faster than used for passengers car known as MegaWatt Charging Systems. On the other hand, as a more drastic infrastructure change, Electric Road Systems could be implemented on the corridor for dynamic charging of trucks. If the grid congestion can not be fixed in time, a self-providing charging system has to be developed. This can be with both the local charging systems as the corridor long ERS. A green electricity generating source (solar panels or wind turbines) can produce the electricity that is needed to charge the trucks. When it is not used, then the electricity should be stored with for example batteries. All the charging systems then form single electricity grids with the pure focus on charging trucks. The main advantages of the ERS along the corridor is that it is less depending on a single energy generation source and therefore better protected against disruptions and malfunctioning.

As for the charging infrastructure for ships, the battery containers can play a double role. An energy source when placed on a ship, and a battery when placed on land. Charging while there is a supply of electricity and providing electricity when there is a high demand. As bulk ships do not call at container terminals, additional charging infrastructure at quays should be developed as well.

Finally, one of the attendees at the discussion made the fair remark that there would be trucks on the corridor which are registered in other countries. These have to adapt as well, but the impact of the Dutch government is limited on those. The data that was available also shows the country in which the truck is registered. Additional data analysis was done. On the corridor, about 6% of the total kilometers and 8% of the total transported tonnes by truck in 2014 was transported by foreign trucks. To achieve the reduction of CO<sub>2</sub> emissions it is essential that those trucks do evolve the same as the Dutch trucks, but these trucks are mostly East-European. That makes the decarbonisation more difficult and depending on the CO<sub>2</sub> reducing measures for those countries as well. To conclude, the electrification of trucks is mostly depending on the technical and economical aspects of the charging infrastructure as well as political decisions on energy congestion management.

### 9.2.3. Digitalisation and collaboration

Combining three measures as described in Chapter 6, the truck kilometer charge, the emission tax and the facilitation of digital systems, can lead to an improvement of the logistic processes. With the discussion session, the optimistic scenario was addressed as the goals were the most challenging in this scenario. For a recap, the goals addressed were the reduction of 7%-points of empty vehicle kilometers, a 10%-point increase of the load factor for road freight transport and a 8%-point increase of the load factor for rail transport and barge transport. The attendees stated that this would be a big challenge which would require a supply chain restructure and on top of that a mindset shift towards collaboration and that this would be no guarantee. On top of that, the reduction of emissions for rail freight transport by increasing the emissions is relatively negligible as the amount of emissions was already very low. Therefore, if a marginal abatement curve would be considered, the focus would not be put on rail freight transport.

From the transporting companies a big barrier has to be overcome. Collaborating with other transporting companies is essential to obtain the goals, but is very difficult to establish (according both literature and the expert interviews). However, digital platforms can (without or with a low profit purpose) create a protected environment to share data and collaborate. With help of for example of advanced planning tools and modular packaging methods as the pi-container method (Montreuil, 2011), the containers can be filled as optimal as possible with the load of multiple transporting companies for all modalities. Furthermore, the amount of trips are reduced with help of the platforms as it could be easier to find freight for a return trip, instead of running an empty trailer.

From the shipping companies, a different approach in their supply chain is needed as well, which could need some restructuring. As expert 11 stated, more flexibility regarding deliveries would give the transporting companies more possibilities to fill their trucks or containers. This could mean that a specific shipping company will get a delivery every three days instead of two. Therefore, the storage policy and capacity of such a shipping company has to adapt as well.

Lastly, digitalisation of the logistics processes could also introduce (a form of) synchronomodality on the corridor. This could help on two segments on the corridor. Firstly, it would help with the modal shift of the intermodal transport, resulting in a higher chance that the predicted modal shift in the BAU scenario is achieved. Secondly, it would help in handling disruptions on the corridor for all modalities. Examples as low water levels on the river or construction works on road and railways. However, it could decrease the load factor of trains and ships as rest capacity is needed on those modalities.

To conclude, a lot of barriers have to be overcome. The platforms have to be developed and it must be economically viable to join a platform. Furthermore, the supply chain structure has to change and the different actors have to collaborate. Therefore, these goals could be seen as the most uncertain of the study.

### 9.2.4. Super EcoCombi

The last measure that was addressed in the discussion is the introduction of the Super EcoCombi. Although the attendees do see some potential for this Truck combination, they also state some challenges. First of all, the high share of trucks in the optimistic scenario (25% of container trucks in the NSTR9 segment) is a challenge. However, the potential seems higher than for the regular EcoCombi as a 40 ft container is more common than a 20 ft container. During the discussion, three challenges were named. First of all, the trucks are not allowed on the road and when they are, the maximum

weight is an issue. The maximum weight for the trucks has to be increased, otherwise only very light freight (e.g. packaging material) can be transported. On top of that, as mentioned before in Chapter 4, some civil infrastructure is in bad condition. However, due to the high container transport volumes on the corridor, the potential for these trucks is also higher. The use of Super EcoCombi's on the corridor can therefore be used more optimal by prioritizing the maintenance and construction works on the civil structures on the corridor. Examples of important civil works on the corridor are the Beneluxtunnel and Botlekbridge in Rotterdam, the Drechttunnel in Dordrecht and the Moerdijkbridge at Moerdijk. The last issue that was mentioned is that there is an imbalance in transport flows. There are more (filled) containers from the ports to the hinterland than the other way around. Despite the high flow of containers, there still could be an issue that there are not enough containers to be transported on the return trip. Still, with the truck kilometer charge in place as well, transporting two empty containers at one trip is better than transporting one empty container. To conclude, on a technical, economical basis there are not that many barriers. Regarding legislation and adaptation of the Super EcoCombi, the political and social elements are more uncertain.

### 9.2.5. Other measures and final remarks

Next to implementations described above, the other measures should be implemented as well to reach the reduction goal on the corridor. However, the results for these measures are more straightforward and less depending on other factors. For example, the ban on diesel trains on the corridor leads to no diesel trains on the corridor. Furthermore, restricting the speed of vessels leads to lower speeds and therefore lower emissions.

To conclude this chapter, after the results, it became clear that a lot has to change to reach the emission reduction on the corridor. This chapter focused on the challenges and potentials of the implementation of the measures. For policymakers, it provided the targets that need to be met to reach the reduction goal on this corridor. Furthermore, it showed the main areas to focus on for each measure to improve the chance that the outcome of the measure reaches the goals set for the measures as close as possible. With the main outcome that in 2040 the emissions on the corridor have decreased with 80% compared to 2014.

# 10

## Discussion

Within this study, it was inevitable to make assumptions which (could) have an impact on the results. Therefore, some of the more critical assumptions are discussed in this chapter, with the remarks of the impact on the results. Comments are made regarding various inputs of the scenario (current state and BAU scenario) as well as on the results (emission reduction and implementations). Lastly, some recommendations for TNO are made.

### Input

The biggest limitation of the study comes from the use of the old dataset from 2014. The 10 years time period between 2014 and this study gives a higher uncertainty that the freight volumes have changed due to circumstance that were not foreseen. One of the unforeseen circumstances for example could be the COVID-19 pandemic, which is not considered in this study. Assumed is, that the potential disruptions caused by this pandemic will be fully restored before 2040. This then could have effect on the total emitted emissions between 2014 and 2040, but not on the end results.

At the start of this study, a reduction target for the corridor had to be established, which had its impact on the whole study. With the reasoning of this study, this ended up being 80%. This could have been something different if another person would have done this study. This is caused by the vague set of guidelines and directives per modality and for the transport sector as a whole for 2040. With another argumentation, a reduction target of 70% or 75% could also be substantiated. This would have resulted in less drastic sets of measures.

At the time this master thesis was performed, a report by TNO and Topsector Logistiek (2024) was published. Stating that for years, the emission indicators for inland waterways vessels have been underestimated with a factor 2 or 3. These are not taken into consideration as the data analysis was already performed. However, it would made a big difference in the total emissions in 2014 and the BAU scenario for 2040, furthermore the market position of the barge modality with regards to modal shift as well as the impact of switching to electric vessels or biofuels. For this study, the limit of CO<sub>2</sub> emissions would have been higher than the 13.2 kton CO<sub>2</sub> as is the case now. Switching to biofuels would have had a higher impact on the emissions reducing the share of biofuels in the diesel mix. However, the difference (positive or negative) in absolute quantities of biodiesel required with the new fuel consumption is difficult to state at this point.

Lastly, in Chapter 4, the issue of disruptions in the barge modality with low water levels and staff shortages are mentioned. These are not considered in the scenarios, but are not unlikely to have an impact in the future. Depending on whether the disruptions are mostly covered by rail or road transport, the emissions will decrease or increase.

## Results

With the designed scenarios, the reduction target of 80% less CO<sub>2</sub> emissions are reached. Still some comments can be made regarding the results. First of all, it is important to consider that this study has focused on a hinterland freight corridor. The speciality of this corridor is the very high amount of rail freight transport, partly due to the expected modal shift from the BAU scenario and the shift in commodity. As rail freight transport has very low emissions, the reduction target was easier to achieve. If the modal shift prediction in the BAU scenario is not achieved, then the emissions on the corridor are likely to exceed the allowed emissions as was shown in the Sensitivity Analysis. Another advantage of such a corridor is that the high amount of freight volumes makes groupage and load consolidation easier. The results show that on the corridor, the reduction target is just reached. One could assume that on freight routes not bound to a corridor, the reduction potential is lower, resulting in overall more emissions.

Reflecting on the results, it is clear that the reduction target is reached, but the margins are minimal to almost non-existent. The study is based on some assumptions that have a big influence on the outcome of the emission reduction as was also shown in the Sensitivity Analysis. Therefore, a solid argument can be made that an extra margin should be incorporated as a buffer for setbacks. The challenge for the transport sector is substantial and there can be argued that it is not possible with the current operations of logistics. A different mind set is needed from the shippers, transporters, government and us, the customers, to acknowledge the problem, and collectively collaborate to decarbonise the transport sector. In my opinion, DeCaMod, designed by TNO, does provide better insight in the effectiveness of the set of measures. It can be applied for both the normative scenario, as performed with this study, as well as what-if scenarios. Policy makers can use this model to compute the estimated reduction of CO<sub>2</sub> for their proposed measures and see whether this is, in their opinion, worth to implement with the expected reduction of emissions. This results in an effective, targeted approach to the decarbonisation of the transport sector, broader applicable than only this hinterland freight corridor study.

Lastly, the perspective of the measures can change overtime. In Figure 6.1, the decision matrix of the solutions is shown. However, time has to prove whether in 10 years, the same decision matrix will be concluded. If it becomes clear that the targets with biodiesels and electric trucks will not be reached, then hydrogen might become a more certain and feasible option than it is at this moment. Furthermore, technologies can develop that certain solutions which are now not considered or estimated as uncertain become more favorable.

## Recommendation for TNO

To finalize the discussion, some recommendations are presented to TNO. First of all, obtaining post-COVID data could provide new insights and more accurate estimations of the emissions on the corridor. It furthermore reduces the error margin on the estimation of the BAU scenario. With this study, the rebound effects are not taken into consideration. Incorporating this in the model is very complex, but can give more value to the model.

Other interesting insights would be obtained if a follow up study would focus on 2050. Would another reduction target require a different approach? Furthermore, after 2040 different energy carriers and fuel types could become available. This could be in the form of more green hydrogen or with relatively new concepts as methanol for barge vessels. That was out of scope for this study, but it could be interesting to see if that would change the adaptation of the measures for the different modalities if prospects of measures after 2040 are considered.

Lastly, as stated in Chapter 8 as well, the reduction target for the CO<sub>2</sub> emissions are achieved. On the other hand, regarding the cumulative emissions, the corridor has emitted more than it should contribute. Therefore, more research in fast implementable and effective fuel/energy conserving measures for the short term could be taken into consideration by further studies to this (or other) corridors.

# 11

## Conclusion

The main objective for this research was to design a package of measures and targeted solutions that would ensure that the hinterland freight corridor between Rotterdam and Venlo complies to the established future reduction target as stated in the main research question:

*Which measures and innovations are needed to reach the emission reduction goals of 80% for 2040 in a normative scenario for the Rotterdam - Venlo freight corridor?*

This study designed two normative scenarios. With an iterative process the CO<sub>2</sub> reduction on the Dutch corridor between Rotterdam and Venlo, was estimated with computations of a decarbonisation model. The first optimistic scenario showed a high adaptation of the measures especially for the measures targeting logistics processes. The conservative scenario shows a lower adaptation requiring more of the biofuels substitution in 2040. Three iterations were performed until the 80% reduction target was achieved for both scenarios. Table 11.1 shows an overview of the measures that were taken with solutions corresponding to those measures for both the optimistic scenario and the conservative scenario. One could state that one of the main lacking solutions is the modal shift. However, this was taken into consideration with the construction of the BAU scenario.

**Table 11.1:** Overview of set of measures and set of goals per measure

Measure	Solutions in Optimistic Scenario	Solutions in Conservative Scenario
Truck Kilometer Charge CO <sub>2</sub> tax	55% electric trucks 20%/12% electric vessels (container / bulk) 45% share biodiesel in fuelmix for road 55% share of biodiesels in fuelmix barge	50% electric trucks 25%/12% electric vessels (container / bulk) 55% share biodiesel in fuelmix for road 65% share of biodiesels in fuelmix barge
Truck Kilometer Charge CO <sub>2</sub> tax Facilitation of Digital Systems	7% reduction empty vkm trucks 10%-point increase load factor Road 8%-point increase load factor Rail 8%-point increase load factor Barge	2% reduction empty vkm trucks 5%-point increase load factor Road 2%-point increase load factor Rail 2%-point increase load factor Barge
Ban of diesel trains	After 2030 no diesel trains	After 2035 no diesel trains
Subsidies renewable energy sources	95% of electricity is green	85% of electricity is green
Super EcoCombi	25% trucks in container, retail & distribution segment are SEC	10% trucks in container, retail & distribution segment are SEC
Increased lengths of trains	50m increase average length train	25m increase average length train
Speed limit on the river	12% reduction of energy	8% reduction of energy

This study has shown that there are multiple sets of measures applicable to reduce the emissions on the corridor. From this study can be concluded that for this specific case study with all three modalities, there is a high dependency on alternative biodiesels and energy carriers to reach low-carbon emitting transportation. On top of that, the measures introduced in both normative scenarios only just reached 80% reduction with almost no room for unexpected circumstances. This is shown in the Sensitivity Analysis in which most tests needed additional or increased targets to reach 80%. It also showed, that the high amount of rail transport is a minimal factor where no shifts occur between the modalities. On



top of that, this study has shown the minimal impact that measures improving the logistics efficiency have for this case study regarding the emission reduction. It also showed that by improving the logistical efficiency alone, the reduction target is almost impossible to meet. However, this study showed that still, the improvements to logistical efficiency ensures a decrease of required energy. This may result in potentially more profit for transporting companies, but also in the reduced demand of limited bio-diesels and (green) electricity.

Lastly, this study additionally states that there are still a lot of challenges and barriers to overcome, despite the fact that the 80% reduction is estimated in these scenarios. A change is required in our infrastructure, energy management and operational aspects of the transport of freight. First of all, the electrification of both road and barge transport will require a lot of charging infrastructure on the corridor. Furthermore, it is dependent on the energy supply as the electricity grid at the moment reaches capacity and the availability of bio-diesels. These are more physical changes, but the behaviour of the transporting and shipping companies on the corridor has to change as well. A more collective approach is required founded in trust and collaboration between all different actors instead of focusing on individual companies. On top of that, the role of the government is very important as most measures are based on policy and regulatory changes that have to be induced. For policy makers, this study and the model can provide valuable targets and the accompanied measures to reach them.

When all the barriers and challenges will be overcome, then this study shows that there is potential of reduced carbon emitting transport on this Dutch corridor for 2040. Where the sector has taken its responsibility, is on course towards zero emission transport and helps building a more sustainable future.

## Further Research

Based on, or during this study, some suggestions for further research came to light. First of all, the reduction of freight demand, also one of the strategies mentioned by McKinnon (2018) is not discussed in this study due to the lack of literature. However, reducing the freight demand could be very important in the reduction of the CO<sub>2</sub> emissions on the corridor as was shown with the results of the expert interviews. Further research could provide insights and methods to disconnect the freight demand from economic growth. Then measure can be researched which reduces the freight demand.

A follow up study on the economic impacts of the measures proposed in this scenario also contributes to the feasibility of the measures. This research for example can be focused what the emission tax should be to achieve the goals that were set for the measures. Furthermore, a study can show how the decarbonisation of the barge modality can be subsidised to ensure that the required substitution of electric ships is feasible.

Lastly, as was mentioned in Chapter 9, a lot of studies, like this one, mention a certain demand for bio-diesels or other bio fuels. However, research about a accurate production potential of bio-diesels is lacking. This could provide additional accuracy to the results of this study. If the outcome of such a study shows that the increased demand of bio-diesel can not be met, then other measures are needed to reduce the emissions on the corridor.

# References

- Abideen, A. Z., Sorooshian, S., Sundram, V. P. K., & Mohammed, A. (2023). Collaborative insights on horizontal logistics to integrate supply chain planning and transportation logistics planning – a systematic review and thematic mapping. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100066. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100066>
- Ahmad, S., Sarwo Utomo, D., Dadhich, P., & Greening, P. (2022). Packaging design, fill rate and road freight decarbonisation: A literature review and a future research agenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 4, 100066. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100066>
- Ajanovic, A., & Haas, R. (2018). Economic prospects and policy framework for hydrogen as fuel in the transport sector. *Energy Policy*, 123, 280–288. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.063>
- ALICE-ETP. (2015). Research and innovation roadmap of pyhsical internet [Visisted on 2024-01-10]. <https://www.etp-logistics.eu/>
- ALICE-ETP. (2020). Roadmap to the physical internet. [https://www.etp-logistics.eu/wp-content/uploads/2022/11/Roadmap-to-Physical-Intenet-Executive-Version\\_Final-web.pdf](https://www.etp-logistics.eu/wp-content/uploads/2022/11/Roadmap-to-Physical-Intenet-Executive-Version_Final-web.pdf)
- Ambra, T., Caris, A., & Macharis, C. (2019). Towards freight transport system unification: reviewing and combining the advancements in the physical internet and synchromodal transport research. *International Journal of Production Research*, 57(6), 1606–1623. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1494392>
- Amer, M., Daim, T. U., & Jetter, A. (2013). A review of scenario planning. *Futures*, 46, 23–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.003>
- Amer, M., Jetter, A., & Daim, T. (2011). Development of fuzzy cognitive map (fcm)-based scenarios for wind energy. *International Journal of Energy Sector Management*, 5, 564–584. <https://doi.org/10.1108/17506221111186378>
- Aredah, A., Du, J., Hegazi, M., List, G., & Rakha, H. A. (2024). Comparative analysis of alternative powertrain technologies in freight trains: A numerical examination towards sustainable rail transport. *Applied Energy*, 356. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122411>
- Aryanpur, V., & Rogan, F. (2024). Decarbonising road freight transport: The role of zero-emission trucks and intangible costs. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52682-4>
- BCI & CE Delft. (2020). Super ecocombi, verkenning van kansen en verwachte effecten.
- Berkhout, F., Hertin, J., & Jordan, A. (2002). Socio-economic futures in climate change impact assessment: Using scenarios as ‘learning machines’. *Global Environmental Change*, 12(2), 83–95. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00006-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00006-7)
- BNR. (2023). Slechte staat bruggen en tunnels hindert vrachtverkeer.
- Bortel, I., Vávra, J., & Takáts, M. (2019). Effect of hvo fuel mixtures on emissions and performance of a passenger car size diesel engine. *Renewable Energy*, 140, 680–691. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.067>
- Bouman, E. A., Lindstad, E., Rialland, A. I., & Strømman, A. H. (2017). State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 52, 408–421. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2017.03.022>
- Breuer, J. L., Scholten, J., Koj, J. C., Schorn, F., Fiebrandt, M., Samsun, R. C., Albus, R., Görner, K., Stolten, D., & Peters, R. (2022). An Overview of Promising Alternative Fuels for Road, Rail, Air, and Inland Waterway Transport in Germany. *Energies*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/en15041443>
- Buhring, J., & Liedtka, J. (2018). Embracing systematic futures thinking at the intersection of strategic planning, foresight and design. *Journal of Innovation Management*, 6, 134. [https://doi.org/10.24840/2183-0606\\_006-003\\_0006](https://doi.org/10.24840/2183-0606_006-003_0006)
- Camargo-Díaz, C. P., Paipa-Sanabria, E., Zapata-Cortes, J. A., Aguirre-Restrepo, Y., & Quiñones-Bolaños, E. E. (2022). A Review of Economic Incentives to Promote Decarbonization Alterna-

- tives in Maritime and Inland Waterway Transport Modes. *Sustainability (Switzerland)*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/su142114405>
- CBS. (2017, April). Steeds meer goederenvervoer via venlo [Last visited on: 2024-02-22]. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/16/steeds-meer-goederenvervoer-via-venlo>
- CBS. (2018, September). Helpt goederen uit rotterdam gaat door naar het buitenland. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/36/helpt-goederen-uit-rotterdam-gaat-door-naar-buitenland>
- CBS. (2022). Voertuigkilometers nog niet terug op niveau van voor coronacrisis. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2022/45/voertuigkilometers-nog-niet-terug-op-niveau-van-voor-coronacrisis>
- CBS. (2023). Welke sectore stoten broeikasgassen uit [Last visited: 2024-01-24]. <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit>
- Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E., & Shashi. (2020). Evaluating environmental sustainability strategies in freight transport and logistics industry. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1563–1574. <https://doi.org/10.1002/bse.2453>
- Cerruti, E., Di Gruttola, F., Lauro, G., Valentini, T. D., Fiaschi, P., Sorrenti, R., & Borello, D. (2020). Assessment of Feedstocks and Technologies for Advanced Biofuel Production. *E3S Web of Conferences*, 197. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202019705002>
- Chatti, W. (2021). Moving towards environmental sustainability: information and communication technology (ICT), freight transport, and CO2 emissions. *Heliyon*, 7(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08190>
- Cheng, H., Wang, Y., Chong, D., Xia, C., Sun, L., Liu, J., Gao, K., Yang, R., & Jin, T. (2023). Truck platooning reshapes greenhouse gas emissions of the integrated vehicle-road infrastructure system. *Nature Communications*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40116-0>
- Chong, S. W., Lin, T. J., & Chen, Y. (2022). A methodological review of systematic literature reviews in higher education: Heterogeneity and homogeneity. *Educational Research Review*, 35, 100426. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100426>
- Christodoulou Raftis, C., Vanelslander, T., & van Hassel, E. (2023, October). A Global Analysis of Emissions, Decarbonization, and Alternative Fuels in Inland Navigation—A Systematic Literature Review. <https://doi.org/10.3390/su151914173>
- Cider, L., & Ranäng, S. (2014, February). Final report duo2-trailer. <https://www.vinnova.se/globalassets/mikrosajter/ffi/dokument/slutrappporter-ffi/effektiva-och-uppkopplade-transporter-rappporter/200-01342eng.pdf?cb=20200221105113>
- CLOSER. (2017). Assessments of measures for the greening of transport logistics systems from three use cases in the swedish section of the scandinavian - mediterranean corridor.
- CO2Emissiefactoren. (2015). Co2 emissiefactoren 2015 [Last visited on: 2024-05-23]. <https://www.co2emissiefactoren.nl/wp-content/uploads/2019/01/co2emissiefactoren-2015.pdf>
- Corbett, J. J., Wang, H., & Winebrake, J. J. (2009). The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(8), 593–598. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2009.08.005>
- CPB & PBL. (2015). *Toekomstverkenning welvaart en leefomgeving nederland in 2030 en 2050* [Den Haag].
- de las Nieves Camacho, M., Jurburg, D., & Tanco, M. (2022). Hydrogen fuel cell heavy-duty trucks: Review of main research topics. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(68), 29505–29525. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.06.271>
- De Moor, B. J., Creemers, S., & Boute, R. N. (2023). Breaking truck dominance in supply chains: Proactive freight consolidation and modal split transport. *International Journal of Production Economics*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108764>
- de Saxe, C., Ainalis, D., Miles, J., Greening, P., Gripton, A., Thorne, C., & Cebon, D. (2023). An electric road system or big batteries: Implications for UK road freight. *Transportation Engineering*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2023.100210>
- EBB. (2023). High level ebb position on 2040 eu climate target [European Biodiesel Board]. [https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2023/06/FINAL-High\\_level\\_EBB\\_position\\_on\\_2040EUClimateTarget\\_June2023.pdf](https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2023/06/FINAL-High_level_EBB_position_on_2040EUClimateTarget_June2023.pdf)
- Eneco. (2023, December). Op weg naar klimaatneutraal in 2035. [https://www.eneco.nl/-/media/eneco-com/files/eneco-whitepaper-one-planet-2023-nw.pdf?sc\\_lang=nl-nl](https://www.eneco.nl/-/media/eneco-com/files/eneco-whitepaper-one-planet-2023-nw.pdf?sc_lang=nl-nl)

- Esposito, G. (2020). A review of well-to-tank ghg emission values and pathways for natural gas, biofuels and hydrogen. [https://bennamann.com/downloads/LowCVP-WTT\\_GHG\\_Emission\\_Factors-Review\\_and\\_recommendations.pdf](https://bennamann.com/downloads/LowCVP-WTT_GHG_Emission_Factors-Review_and_recommendations.pdf)
- European Commission and Directorate-General for Climate Action. (n.d.). Reducing co2 emissions heavy duty vehicles. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions-heavy-duty-vehicles\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions-heavy-duty-vehicles_en)
- European Commission and Directorate-General for Climate Action. (2019). *Going climate-neutral by 2050 – a strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate-neutral eu economy*. Publications Office. <https://doi.org/doi/10.2834/02074>
- European Union. (2022). Corporate sustainable reporting directive. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2022:322:FULL>
- European Union. (2023). Revised renewable energy directive. [https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en)
- Feitelson, E., & Salomon, I. (2004). The political economy of transport innovations. In M. Beuthe, V. Himanen, A. Reggiani, & L. Zamparini (Eds.), *Transport developments and innovations in an evolving world* (pp. 11–26). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-24827-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-24827-9_2)
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study [NELSON + WINTER + 20]. *Research Policy*, 31(8), 1257–1274. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Giusti, R., Manerba, D., Bruno, G., & Tadei, R. (2019). Synchromodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 129, 92–110. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.07.009>
- Gray, N., McDonagh, S., O’Shea, R., Smyth, B., & Murphy, J. D. (2021). Decarbonising ships, planes and trucks: An analysis of suitable low-carbon fuels for the maritime, aviation and haulage sectors. *Advances in Applied Energy*, 1, 100008. <https://doi.org/10.1016/J.ADAPEN.2021.100008>
- Greenport Venlo. (n.d.). Brochure greenport venlo [Last visited on: 2024-06-06]. <https://www.greenportvenlo.nl/uploads/files/c/a/ca59fb8ac31a6869542a77a87af909c98e8b4036.pdf?download=false>
- Greenport Venlo. (2024). Trade port north. <https://www.greenportvenlo.eu/plots/trade-port-noord>
- Hamelinck, C., Knotter, L., Mulder, L., & Bunse, M. (2021). The role of biodiesel in eu climate action [Studio Gear Up].
- Hayek, M., Mahringer, G., Segner, R., Landschützer, C., & Sihm, W. (2023). Development of a physical internet container for an optimized wood supply chain [TRA Lisbon 2022 Conference Proceedings Transport Research Arena (TRA Lisbon 2022), 14th-17th November 2022, Lisboa, Portugal]. *Transportation Research Procedia*, 72, 1950–1957. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.11.675>
- Hutchison Ports. (2024). Intermodal network [Last visited on: 2024-03-18]. <https://www.ect.nl/nl/terminals/hutchison-ports-venlo>
- IMEfficiency. (n.d.). Empower your truck with solar energy. <https://imefficiency.com/solarontop>
- International Energy Agency. (2024). Global ev outlook 2024. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4b9758a7-543c-4c6a-b749-f53deffc5c4b/GlobalEVOutlook2024.pdf>
- Irannezhad, E., Prato, C. G., & Hickman, M. (2018). The effect of cooperation among shipping lines on transport costs and pollutant emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 65, 312–323. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.09.008>
- Jelica, D., Taljegard, M., Thorson, L., & Johnsson, F. (2018). Hourly electricity demand from an electric road system – A Swedish case study. *Applied Energy*, 228, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.06.047>
- Kishita, Y., Hara, K., Uwasu, M., & Umeda, Y. (2016). Research needs and challenges faced in supporting scenario design in sustainability science: A literature review. *Sustainability Science*, 11, 331–347. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0340-6>
- Kishita, Y., Mizuno, Y., Fukushige, S., & Umeda, Y. (2020). Scenario structuring methodology for computer-aided scenario design: An application to envisioning sustainable futures. *Techno-*

- logical Forecasting and Social Change*, 160, 120207. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120207>
- Klimaatakkoord. (2019, June). *Klimaatakkoord*. The Hague, The Netherlands.
- Kok, R. (2023, November). Binnenvaartsector heeft tot 2030 nog 20.000 vacatures te vullen. Koninklijke Binnenvaart Nederland. (n.d.). Verduurzaming binnenvaart. <https://www.binnenvaart.nl/dossiers/milieu-en-klimaat/verduurzaming>
- Kruse, C. J., Warner, J. E., & Olson, L. E. (2017). A model comparison of domestic freight transportation effects on the general public: 2011-2014. *Texas A&M Transportation Institute*.
- Kurtuluş, E., & Çetin, İ. B. (2020). Analysis of modal shift potential towards intermodal transportation in short-distance inland container transport. *Transport Policy*, 89, 24–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.01.017>
- Kutter, C., Alanis, L. E., Neuhaus, D. H., & Heinrich, M. (2021). *YIELD POTENTIAL OF VEHICLE INTEGRATED PHOTOVOLTAICS ON COMMERCIAL TRUCKS AND VANS* (tech. rep.). <https://www.researchgate.net/publication/355126708>
- Larrode, E., & Muerza, V. (2021). European modular systems performances comparison in freight transport operations [XIV Conference on Transport Engineering, CIT2021]. *Transportation Research Procedia*, 58, 165–172. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.023>
- Lemmens, N., Gijbrecchts, J., & Boute, R. (2019). Synchromodality in the physical internet – dual sourcing and real-time switching between transport modes. *European Transport Research Review*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0357-5>
- Lewis, M. (2023, October). Meet the world's first battery-electric heavy-haul locomotive. <https://electrek.co/2023/10/31/meet-the-worlds-first-electric-heavy-haul-locomotive/>
- LIDL. (2024). Lidl bevoorraadt alle winkels vanaf nu fossiel vrij [Last visited on: 2024-03-07]. <https://lidl.pr-newsroom.nl/read/2188/lidl-bevoorraadt-alle-winkels-vanaf-nu-fossielvrij>
- Liimatainen, H., van Vliet, O., & Aplyn, D. (2019). The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis. *Applied Energy*, 236, 804–814. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.017>
- Lindstad, H., Asbjørnslett, B. E., & Strømman, A. H. (2011). Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. *Energy Policy*, 39(6), 3456–3464. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2011.03.044>
- Lindstad, H., & Eskeland, G. S. (2015). Low carbon maritime transport: How speed, size and slenderness amounts to substantial capital energy substitution. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41, 244–256. <https://doi.org/10.1016/J.TRD.2015.10.006>
- Lombardi, S., Tribioli, L., Guandalini, G., & Iora, P. (2020). Energy performance and well-to-wheel analysis of different powertrain solutions for freight transportation. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(22), 12535–12554. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.02.181>
- Martin, B., Pestiaux, J., Schobbens, Q., Emmrich, J., & Hagemann, M. (2020). A radical transformation of mobility in europe: Exploring the decarbonisation of the transport sector by 2040. In *New climate institute & climact, project number 819028*.
- Massar, M., Reza, I., Rahman, S. M., Abdullah, S. M. H., Jamal, A., & Al-Ismaïl, F. S. (2021, June). Impacts of autonomous vehicles on greenhouse gas emissions—positive or negative? <https://doi.org/10.3390/ijerph18115567>
- McKinnon, A. (2018). *Decarbonizing logistics. distributing goods in a low-carbon world*. Kogan Page Ltd.
- Ministerie van Infrastructuur & Milieu. (2017). Mirt onderzoek goederenvervoercorridors oost en zuidoost. <https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvij5epmj1ey0/vkg0nl1phzp7>
- Montreuil, B. (2011). Toward a Physical Internet: meeting the global logistics sustainability grand challenge. *Logistics Research*, 3(2-3), 71–87. <https://doi.org/10.1007/s12159-011-0045-x>
- Montreuil, B., Meller, R. D., & Ballot, E. (2013). Physical Internet foundations. *Studies in Computational Intelligence*, 472, 151–166. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-35852-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35852-4_10)
- NEA. (n.d.). Emission factors for barges.
- Netbeheerder Nederland. (2024). Capaciteitskaart afname nederland [Accessed on 17-05-2024]. <https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>
- NOS. (2023, July). Elektrische vrachtwagens blijven achter door complexe serie aan uitdagingen [Last visited on:2024-01-19]. <https://nos.nl/artikel/2483604-elektrische-vrachtwagens-blijven-achter-door-complexe-serie-aan-uitdagingen>

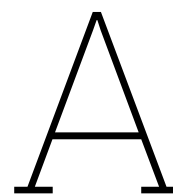


- Nunes, L. J. (2023, April). The Rising Threat of Atmospheric CO<sub>2</sub>: A Review on the Causes, Impacts, and Mitigation Strategies. <https://doi.org/10.3390/environments10040066>
- Odhams, A., R.L.Roebuck, Lee, Y., Hunt, S. W., & Cebon, D. (2010). Factors influencing the energy consumption of road freight transport. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 224(9), 1995–2010. <https://doi.org/10.1243/09544062JMES2004>
- Olovsson, J., Taljegard, M., Von Bonin, M., Gerhardt, N., & Johnsson, F. (2021). Impacts of Electric Road Systems on the German and Swedish Electricity Systems—An Energy System Model Comparison. *Frontiers in Energy Research*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.631200>
- Our world in Data. (2023). Global primary energy consumption by source [Last visited: 2024-01-24].
- Pan, S., Ballot, E., Huang, G. Q., & Montreuil, B. (2017, May). Physical Internet and interconnected logistics services: research and applications. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1302620>
- PBL. (2019). Klimaat- en energieverkenning 2019. <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2019-klimaat-en-energieverkenning-2019-3508.pdf>
- PBL, TNO, CBS, & RIVM. (2023). Klimaat- en energieverkenning 2023 ramingen van broeikasgasemissies, energiebesparing en hernieuwbare energie op hoofdlijnen [Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving]. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2023-klimaat-en-energieverkenning-2023-5243.pdf>
- Peng, X. s., Ji, S. f., & Ji, T. t. (2020). Promoting sustainability of the integrated production-inventory-distribution system through the Physical Internet. *International Journal of Production Research*, 58(22), 6985–7004. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1687953>
- Perčić, M., Vladimir, N., & Koričan, M. (2021). Electrification of inland waterway ships considering power system lifetime emissions and costs. *Energies*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/en14217046>
- Pfoser, S., Treiblmaier, H., & Schauer, O. (2016). Critical success factors of synchromodality: Results from a case study and literature review [Transport Research Arena TRA2016]. *Transportation Research Procedia*, 14, 1463–1471. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.220>
- Piecyk, M. I., & McKinnon, A. C. (2010). Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020. *International Journal of Production Economics*, 128(1), 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.08.027>
- Plötz, P., Gnann, T., Jochem, P., Yilmaz, H. Ü., & Kaschub, T. (2019). Impact of electric trucks powered by overhead lines on the European electricity system and CO<sub>2</sub> emissions. *Energy Policy*, 130, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.042>
- Port of Rotterdam. (2022). Nationaal groeifonds steunt zes-concept met 50 mln investering voor binnenvaartsector.
- ProRail. (2018). Testritten met extra lange goederentreinen. <https://www.prorail.nl/nieuws/testritten-met-extra-lange-goederentreinen#:~:text=Goederentreinen%20hebben%20op%20dit%20moment,beter%20concurreren%20met%20de%20weg>.
- ProRail. (2024). Jaarrapport spoorgoederenvervoer 2023.
- Psaraftis, H. N. (2015, July). Green maritime transportation: Market based measures. In *Green transportation logistics: The quest for win-win solutions* (pp. 267–297). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17175-3\\_{ }8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17175-3_{ }8)
- Punte, S., Tavasszy, L., & Baeyens, A. (2019). Roadmap towards zero emission logistics 2050. <https://www.etp-logistics.eu/wp-content/uploads/2019/12/Alice-Zero-Emissions-Logistics-2050-Roadmap-WEB.pdf>
- Ramachandran, S., & Stimming, U. (2015). Well to wheel analysis of low carbon alternatives for road traffic. *Energy and Environmental Science*, 8(11), 3313–3324. <https://doi.org/10.1039/c5ee01512j>
- Rijksoverheid. (n.d.). Rijksoverheid stimuleert duurzame energie. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/meer-duurzame-energie-in-de-toekomst>
- Rijksoverheid. (2021). Voorbereiding invoeren vrachtwagenheffing. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/goederenvervoer/vrachtwagenheffing>
- Rijkswaterstaat. (n.d.). De 7 maasstuwen. <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/dammen-sluizen-en-stuwen/de-7-maasstuwen>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2020). Greenhouse gas emissions. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions>

- Rolim, C. C., Gonçalves, G. N., Farias, T. L., & Rodrigues, Ó. (2012). Impacts of Electric Vehicle Adoption on Driver Behavior and Environmental Performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 706–715. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.788>
- Romijn, G., Verstraten, P., Hilbers, H., & Brouwers, A. (2016). *Wlo achtergrond document mobiliteit goederenvervoer en zeehavens: Scenario studie voor 2030 en 2050*. <https://media.wlo2015.nl/upload/pbl-2016-wlo-achtergronddocument-mobiliteit-goederenvervoer-en-zeehavens-1774.pdf>
- RRP. (n.d.). Facts and figures. <https://rrp.nl/facts-figures/>
- Samadhiya, A., Agrawal, R., Kumar, A., & Garza-Reyes, J. A. (2023). Regenerating the logistics industry through the Physical Internet Paradigm: A systematic literature review and future research orchestration. *Computers & Industrial Engineering*, 178, 109150. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2023.109150>
- Santén, V. (2017). Towards more efficient logistics: Increasing load factor in a shipper's road transport. *The International Journal of Logistics Management*, 28(2), 228–250. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2015-0071>
- Scania. (2020, October). Truck trailers with solar panels can save fuel. <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2020/truck-trailers-with-solar-panels-can-save-fuel.html>
- Schlaak, M., Kreutzer, R., & Elsner, R. (2009). Simulating possible savings of the skysails-system on international merchant ship fleets. *International Journal of Maritime Engineering - INT J MARIT ENG*, 151. <https://doi.org/10.3940/rina.ijme.2009.a4.161>
- Schulte, J., & Ny, H. (2018). Electric road systems: Strategic stepping stone on the way towards sustainable freight transport? *Sustainability (Switzerland)*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/su10041148>
- Schuttevaer. (2020, May). Laagwater 2018 kost 2,7 miljard. <https://www.schuttevaer.nl/nieuws/havens-en-vaarwegen/2020/05/04/laagwater-2018-kost-27-miljard/>
- Significance. (2019). *Basgoed runs voor klimaat- en energieverkenning 2019*. <https://significance.nl/wp-content/uploads/2019/11/19014-R01-Basgoed-runs-KEV-2019-08-19.pdf>
- Sternberg, H., & Norrman, A. (2017). The physical internet - review, analysis and future research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics*, 47(8), 736–762.
- Svanes, E., Vold, M., Møller, H., Pettersen, M., Larsen, H., & Hanssen, O. (2010). Sustainable packaging design: A holistic methodology for packaging design. *Packaging Technology and Science*, 23, 161–175. <https://doi.org/10.1002/pts.887>
- Taljegard, M., Thorson, L., Odenberger, M., & Johnsson, F. (2020). Large-scale implementation of electric road systems: Associated costs and the impact on CO2 emissions. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(8), 606–619. <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1595227>
- TNO. (2017). Modal shift van weg naar spoor. potentie tot 2050 en effect op co2 uitstoot. [https://topsectorlogistiek.nl/wp-content/uploads/2022/05/100%20-%20PTL02.042.000.D01\\_Eindrapportage.pdf](https://topsectorlogistiek.nl/wp-content/uploads/2022/05/100%20-%20PTL02.042.000.D01_Eindrapportage.pdf)
- TNO. (2020). *Decamod: Toolbox voor rekenen aan CO<sub>2</sub>-reductie in transport en logistiek*. Den Haag.
- TNO. (2023). *Potential impact and challenges of logistics measures for improving sustainability on the Rotterdam-Venlo corridor*. The Hague, The Netherlands. <https://repository.tno.nl/SingleDoc?find=UID%2049bc3a4a-ab76-44cb-a3c6-dcf8b0c11be9>
- Topsector Logistiek. (2024). Realtime insight into emissions performance of inland shipping vessels. <https://topsectorlogistiek.nl/wp-content/uploads/2024/02/GB-Meten-op-Schepen.pdf>
- Traut, M., Gilbert, P., Walsh, C., Bows, A., Filippone, A., Stansby, P., & Wood, R. (2014). Propulsive power contribution of a kite and a flettner rotor on selected shipping routes. *Applied Energy*, 113, 362–372. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.07.026>
- Tsugawa, S. (2013). An overview on an automated truck platoon within the energy its project [7th IFAC Symposium on Advances in Automotive Control]. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(21), 41–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.3182/20130904-4-JP-2042.00110>
- Ülkü, M. A. (2012). Dare to care: Shipment consolidation reduces not only costs, but also environmental damage. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 438–446. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.09.015>
- Urueña, S. (2019). Understanding “plausibility”: A relational approach to the anticipatory heuristics of future scenarios. *Futures*, 111, 15–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.05.002>

- van den Brink, W. (2022). Wat is de wetgeving per land rondom IZV's of eco-combi's? <https://www.volvo Trucks.nl/nl-nl/news/kennisbank/brandstof-besparen/wat-is-de-wetgeving-per-land-rondom-izv-of-eco-combi.html>
- Van der Heijden, K. (1996). *Scenarios: The art of strategic conversation*. Wiley.
- van der Geest, W., & Menist, M. (2019, July). *Op weg naar een klimaatneutrale binnenvaart per 2050*. Zoetermeer, The Netherlands. <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-addfe782-0d6a-4c2f-8a40-1625372c2d3b/pdf>
- Van Meijeren, J., van Adrichem, M., Acocella, A., Fransoo, J. C., Wibowo, B. S., & Zuidwijk, R. (2024, March). *Platforms and digital transformation in logistics (plato): Tno 2024-r10279 // 11206387-002-geo-0002*. SmartPort.
- van Binsbergen, A. J. (2024). Transitions, Sustainability & Innovation L3: Scenarios [Delft University of Technology Lecture Slides].
- van Leeuwen, R. (2022). Vrachtwagens maken minder lege kilometers dan gedacht. <https://transportlogistiek.nl/branche/bedrijf-ondernemer/vrachtwagens-maken-minder-lege-kilometers-dan-vaak-gedacht/>
- van Lier, T., Caris, A., & Macharis, C. (2016). Sustainability SI: Bundling of Outbound Freight Flows: Analyzing the Potential of Internal Horizontal Collaboration to Improve Sustainability. *Networks and Spatial Economics*, 16(1), 277–302. <https://doi.org/10.1007/s11067-014-9226-x>
- Vattenfall. (2023, December). Co2 roadmap. <https://group.vattenfall.com/what-we-do/roadmap-to-fossil-freedom/co2-roadmap>
- Zhang, M., & Pel, A. (2016). Synchromodal hinterland freight transport: Model study for the port of rotterdam. *Journal of Transport Geography*, 52, 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.02.007>





# Scientific Article

# Decarbonisation of a hinterland freight corridor for 2040

M. Santing<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Delft University of Technology, Delft, the Netherlands*

---

## Abstract

The transport sector is the Netherlands' second highest emitting sector, with 19% of the total energy demand. Where other sectors are becoming more sustainable, the transport sector is one of the most difficult to decarbonise despite the many studies in this field. This research aims to gather a list of potential measures and combine them to reach an 80% reduction of emissions in 2040 for the hinterland freight corridor of Rotterdam - Venlo with a high rail freight intensity. A list of potential measures was established with literature studies and expert interviews. With a normative scenario design approach, an iterative process resulted in a list of 8 potential measures with a set of targets for these measures. After computation with the DeCaMod model a reduction of 80% is achieved on the corridor. The results showed that for this corridor, the reduction depends on the availability and adaptability of biodiesels and the electrification of vehicles and vessels. In contrast, measures aiming to improve logistics efficiency do reduce the total energy required but are less effective in reducing CO<sub>2</sub> emissions.

*Keywords:* Decarbonisation, Sustainable Transport, Hinterland Freight Corridor

---

## 1. Introduction

In the past 100 years, the total annual energy consumption globally has multiplied by almost 10 times (Our world in Data, 2023). As the majority of the primary energy is generated by fossil fuels, the CO<sub>2</sub> emissions also have increased over the years putting pressure on the earth's ecosystem. In the Netherlands, 19% of the primary energy is used by the mobility sector (CBS, 2023). This is the second highest share after the industry sector. However, the transport sector is one of the sector which is the most difficult to decarbonise (McKinnon, 2018). This paper studies the impact of measures on decarbonisation for transport in 2040. First of all, the short term reduction goals for 2030 are already determined in many areas as well as the long term directions for 2050 at which time net zero emission has to be reached in Europe (European Commission and Directorate-General for Climate Action, 2019). The intermediate goals for 2040 are not yet definitive. Each modality has its own targets/goals, as new trucks have to emit 90% less emissions in 2040 compared to 2019 while the barge sector has to reduce the emissions with 70% compared to 2015.

### 1.1. Scope

This research focuses on the long-distance Dutch Hinterland Freight Corridor 'Zuid-Oost' between Rotterdam and Venlo. On the corridor there are two main seaports in Rotterdam and Moerdijk, therefore transport between these two ports and the hinterland (Venlo or the German border at Venlo) is considered with both international and national transport. Along these OD-pairs, there are three modalities considered with the possibilities of Road, Rail and Inland Waterways transport along the corridor. Between Rotterdam and Venlo, a high share of oil products are transported via pipelines. These are not considered

in this study. Regarding the emissions, this study considers the Well-To-Wheel/Wake emissions.

### 1.2. Research question

With everything above considered, this paper studies the measures required for obtaining a reduction of 80% compared to 2014. There are a lot of studies performed considering single measures, but this paper attempts to fill the gap for combining multiple measures on a hinterland freight corridor. This resulted in the following research question:

*Which measures and innovations are needed to reach the emission reduction goals of 80% for 2040 in a normative scenario for the Rotterdam - Venlo freight corridor?*

## 2. Methodology

In Figure 1, the approach to this iterative normative scenario design study is visualized. The reduction target is stated in the section 1 and the reference emissions will be determined from the data analysis. Then, a list of potential reduction measures has to be constructed, which is done with a literature study and expert interviews. These measures are then combined in a set of measures. In addition, the baseline emissions for 2040 are estimated with a Business-as-Usual scenario forecast. Next to this baseline, two alternative scenarios are designed with different effects that are computed using DeCaMod (TNO, 2020). Lastly, the total emissions are estimated, if the reduction target is met, the iterative process is stopped, otherwise the measures and set of measures are adapted and the process is performed again.

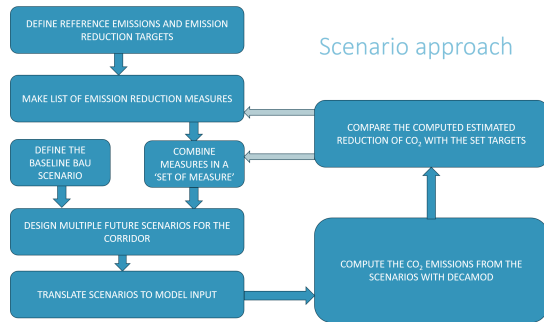


Figure 1: Normative Scenario design approach

## 2.1. Literature analysis

The literature analysis is based on the five decarbonisation strategies developed by McKinnon (2018), which are: (1) reduce the freight demand, (2) shift to a more sustainable mode of transport, (3) Better utilization of assets, (4) improve vehicle efficiency and (5) Switch to another energy carrier. Papers are included which state CO<sub>2</sub> mission reductions due to measures corresponding to those strategies. Main focus is on the changes in parameters due to those measures as well as the potential application of the measure. Papers are preferably published after the decarbonisation strategies of McKinnon, therefore after 2018.

## 2.2. Expert Interviews

Additionally to the literature study, 11 experts were interviewed about the possible measures and solutions for decarbonising this corridor. The experts were asked about the implementation potential of a measure on the corridor as well as the measures with the most potential in regards to the reduction of CO<sub>2</sub> emissions. The interviews were semi structured, with the experts being asked a variety of questions and statements. Statements had to be answered on a scale of 1-5 with increasing agreement for higher numbers.

## 2.3. Forecast Business as Usual scenario

A data analysis is performed on the data for the reference year of 2014. Then, a Business-as-Usual (BAU) scenario is designed for 2040 based on current policies. For this BAU scenario, the estimations for the *Klimaat- en Energieverkenning (KEV)* are used (PBL, 2019). These growth predictions for the tonnage transported on the corridor are per OD-pair, modality and NSTR type (classification of type of freight). The resulting BAU scenario acts as baseline for scenario for which the measures are applied.

## 2.4. Scenario Design

This paper's main focus is the design of normative scenarios for 2040. Scenarios are designed to support decision making on future uncertainties (Van der Heijden, 1996). Although there is not a real definition, it is described rather as an narrative description of a hypothetical future than a prediction (Kishita et al., 2020). The narrative description is used to share ideas

and images to involved actors. (Berkhout et al., 2002). It is very important to do this as accurately as possible, because designing a scenario is the first phase, but effectively implementing the scenario in the real world can be very challenging (Kishita et al., 2016).

As stated, a scenario is a narrative which lead to a hypothetical future state. Such a scenario should also fit some requirements. Next to the consistency, the most important requirement for a scenario is plausibility (Amer et al., 2013). A scenario is plausible according to Urueña (2019) when an individual or collective agent (1) agrees with the initial (current) state and the set of assumptions and (2) deems it reasonable that the narrative may lead to the final scenario.

For this paper, two scenarios are designed named *Optimistic* and *Conservative*. In the optimistic scenario the adaptation attitude towards implemented measures is assumed to be more positive. For the conservative scenario, the adaptation attitude is more negative. This means that measures which require a lot of change have a higher effect in the optimistic scenario, whereas in the conservative scenario, measures requiring less change are more in favor.

## 3. Literature Study and Expert Interviews

A literature study is held in combination with experts interviews. The resulted in a list of solutions that were discussed which could be divided into two categories. The first category are measure aiming to improving the logistical operation. The other measures are aimed at improving technological aspects as vehicle efficiency or the change of energy carrier.

### 3.1. Logistical Measures

The main focus points regarding logistical measures are focused on transporting as much freight in as less vehicle kilometers by improving the load factor or reducing empty kilometers. The load factor can be determined on different factors (Ahmad et al., 2022). Amongst others, the freight can be weight restricted (Ülkü, 2012), or volume limited (Santén, 2017). McKinnon (2018) listed 7 reasons for inefficient transport in consideration of the load factor. These reasons included Logistical Trade-offs, lack of information, scheduling, dimensional incompatibility, lack of collaboration, traffic imbalances and regulations. According to multiple studies (Abideen et al., 2023; van Lier et al., 2016), horizontal collaboration can tackle some of these listed reasons and improve the load factor as well as reducing cost (Abideen et al., 2023). According to the case study by van Lier et al. (2016), the share of trucks loaded with less than 60% of capacity decreased from 43% to 36%. However, according to the literature review performed by (Abideen et al., 2023), the two most cited limiting factors for horizontal collaboration are the trust between actors and the quality of information which is in line with the findings of (Pfoser et al., 2016).

Improving the digitalisation in the logistics sector can according to the experts spoken contribute to better collaboration, increasing the logistics efficiency and reducing the CO<sub>2</sub>

emissions. On the short term, digital platforms with for example better insights in emissions as discussed for example with the study by Van Meijeren et al. (2024). On the longer term, more data sharing can lead to more innovative concepts as synchromodality and Physical Internet. With synchromodality, the mode of transport is chosen in a last-minute flexible way to provide optimal service. This may therefore induce a modal shift which potentially can reduce the emissions (Lemmens et al., 2019; Zhang and Pel, 2016) and it is very suitable for corridors (Ambra et al., 2019). Physical Internet can contribute in reducing carbon emissions by optimizing logistical processes (Peng et al., 2020; Kurtuluş and İsmail Bilge Çetin, 2020) and improving the logistics efficiency by using modular uniform containers ( $\pi$ -containers (Montreuil, 2011)).

Another logistical improvement is the introduction of High Capacity Vehicles (referred to as Super EcoCombi's), which can transport two FEU instead of 1. Therefore it can transport twice the freight of regular trucks in half the vkm (BCI and CE Delft, 2020). According to CLOSER (2017), these truck do require more energy per vkm, which is an increase of 30% compared to regular trucks. All in all, multiple case studies show promising results with significant emission reductions (Cider and Ranäng, 2014; Larrodé and Muerza, 2021).

Lastly, according to the experts and literature, decreasing the speed of vessels can be an important factor for the reduction of energy required as this follows the cubic law of design speed and actual operational speed (Corbett et al., 2009). Sailing at design speed can reduce the emissions with 28% according to (Lindstad et al., 2011). However, lowering the speed can cause disruptions in the operations, causing the increase of vessels.. According to Corbett et al. (2009), this can still lead to an overall decrease of emissions.

### 3.2. Technological measures

Strategy 4&5 of McKinnon (2018) focus more on the engine related part of logistics. Interesting values for literature are the vehicle efficiency (MJ/vkm) and the emissions per energy unit (kgCO<sub>2</sub>/MJ) for both TTW and WTT emissions.

From the expert interviews, a probable development regarding alternative fuels and energy carriers is derived. On the short term, a transition to bio-diesels is most likely whereas on the long term more electric engines would be considered. First therefore, biodiesels are discussed. The most well-known biodiesels are HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*) and FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*). When biodiesels are used, the vehicle efficiency improves slightly, but not significant according to Bortel et al. (2019). For these biofuels, only Well to Tank emissions are considered, as the CO<sub>2</sub> is emitted from a short-term cycle process, adding no additional emissions to the atmosphere (Gustafsson et al., 2021; Esposito, 2020). According to Esposito (2020), the WTT emissions from HVO can be reduced with 51% compared to regular diesel. For FAME, this is also around 50% (CO<sub>2</sub>Emissiefactoren, 2015). After 2030, the increase of electric transport is more expected than for example hydrogen according to the experts.

With regards to the engine efficiency, electric engines perform better than regular diesel engines. For Trucks, the energy

demand decreases about 65% (Breuer et al., 2022). For freight trains, this is about 63% and for barges 59% (Breuer et al., 2022). For the electric engines, the TTW emissions are set to 0. However, the WTT emissions are depending on the share of green electricity that is available. Regarding the barges, the experts state that there is a higher electrification potential for intermodal transport than bulk transport.

Alternative solutions were also brought up by the experts that were interviewed. One of which addresses the placement of solar panels on trailers of trucks. These panels, in combination with a battery package to store the energy and regenerative braking on the trailers could reduce the fuel consumption with 5-9% (Kutter et al., 2021).

Lastly, studies have been done towards the use of big sails and kites on ships. This could lead to reductions of emissions (depending of direction and wind) between 1% and 36% (Psaraftis, 2015; Schlaak et al., 2009; Traut et al., 2014). However, questions could be raised about implementations of these sails and kites for Inland Waterways Transportation on the corridor.

## 4. Data Analysis and Baseline creation

For this paper, the reference emissions have to be determined from a data analysis considering the year 2014. After that, a forecast can be made for the BAU scenario towards 2040, which forms the baseline of the scenarios.

### 4.1. Reference year 2014

From the data analysis, some deviant aspects occurred compared to other hinterland freight corridor. When only the national transport is considered (no cross-border transport), the modal split looks very plausible as shown on Figure 2. It shows, a high percentage of modal split for the barge modality, as the majority of the containers also is transported with barges. The total transport via rail consist mostly of intermodal (container) transport.

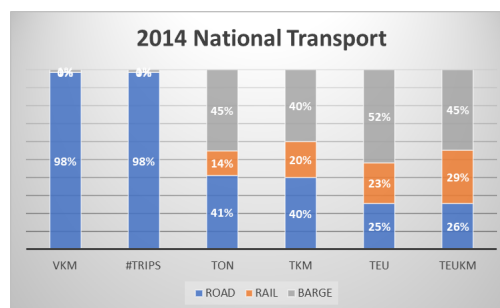


Figure 2: KPI's of the National transport in 2014

However, when the international transport on the corridor is also considered, the KPI's show a complete different situation as the majority of transport on the corridor is international transport by rail. For barges, there are no border-crossing opportunities and for trucks, the major international flows from the ports of Rotterdam and Moerdijk to the hinterland do not cross the

border at Venlo. This resulted in very high transport shares for rail freight on this particular hinterland freight corridor as is shown in Figure 3.

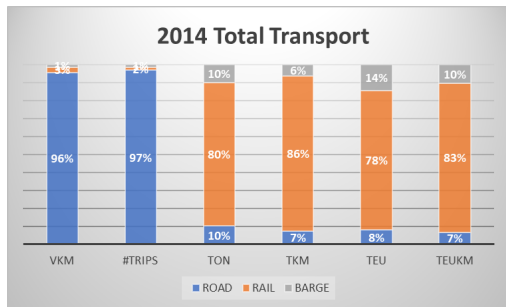


Figure 3: KPI's with international transport included on the corridor for 2014. Consisting of a very high share of international rail freight transport

As rail freight transport generally produces less emissions than the other modalities, this has an impact on the total emission on the corridor. According to the experts, about 20% of all the freight trains on the corridor still run on diesel while the other 80% uses electric engines. For road freight transport, the whole corridor is assumed to be a highway which has lower emission factors than provincial and urban roads. Lastly, the energy requirement for barges is based on the NEA database (NEA). Other emission factors for diesel and electricity for the modalities were obtained from (CO2emissiefactoren, 2015; Rolim et al., 2012; TNO, 2017). This resulted in a total Well-to-Wheel emission of 66.1 kton CO<sub>2</sub>. From this, about 52 kton is due to the TTW emissions and 14 kton due to the WTT.

As the reduction goal of this paper was set at 80%. The total allowed emission on the corridor in 2040 is limited at:  $0.2 * 66.1 = 13.2$  kton CO<sub>2</sub>.

#### 4.2. BAU scenario 2040

To obtain a baseline for 2040, a BAU scenario is constructed. For this BAU scenario, the expected growth of the freight on the corridor is considered. Changes in emission factors or energy carriers are not considered in this BAU. The growth figures are based on the *Klimaat- en Energieverkenning* report from PBL (2019). These growths are computed by (Significance, 2019) based on the WLO studies by CPB and PBL (2015) and are based on Origin-Destination pair, modality and NSTR freight type.

This forecast then provided an new modal split for both the national as the total transport on the corridor. First of all with regards to the National transport, as shown in Figure 4. Here the share of rail freight transport with regards to tons transported has increased from 14 to 31%. This is explained by two elements. Firstly, there is a shift in commodities or freight types over the years, with a decrease of bulk transport and an increase of intermodal transport. Secondly, a small share from road freight transport is expected to shift to rail for 2040. The commodity change also has an impact for barge freight transport. The total amount of tons transported has decreased, whereas the total vehicle kilometers have increased. Intermodal trans-

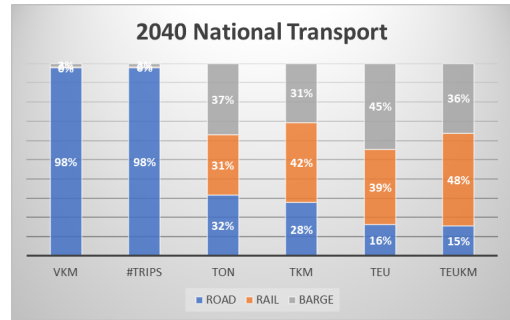


Figure 4: KPI's of the National transport in 2014

port generally weights less than bulk, therefore more kilometers are needed to transport the same amount of tons.

The high share of rail freight transport as discussed in Section 4.1 becomes more crucial as the growth factors for international transport are estimated to be between 3-4% per year, whereas the average growth factor is estimated at 1.1% per year. Therefore, the already high share of international transport becomes even higher as is shown in Figure 5. As this could potentially have a big impact on the scenarios, the influence of such a high rail share will be tested in the Sensitivity Analysis.

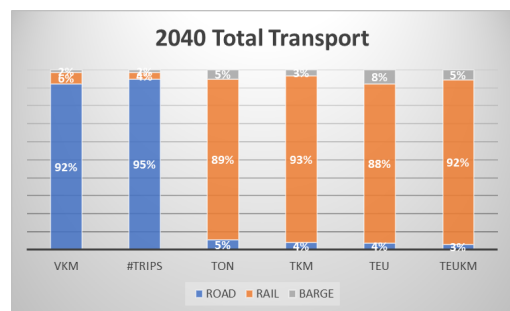


Figure 5: KPI's with international transport included on the corridor for 2040. Consisting of a very high share of international rail freight transport

With the same emission factors as used in Section 4.1, the total WTW emissions for this BAU scenario in 2040 have been estimated at 71.4 kton CO<sub>2</sub>, which is an increase of 8.8%.

## 5. Model formulation

In Figure 6, a flowchart is the order visualized in which the emissions are computed. First of all, the amount of ton transported is considered, which is unchanged with the measures. Then due to measures aiming at improving logistics efficiency, the new variable vkm/ton is used to compute the total amount of vkm. Next step is to compute the total required energy for transport on the corridor. This is depending on multiple variables as the load factor, the speed and also the type of vessel or truck and energy carrier. Lastly the emissions (TTW and WTT) are computed based on the type of fuel or energy carrier that is used.

The model takes three sets into consideration shown in Table 1. First of all, the set of years in the study: I

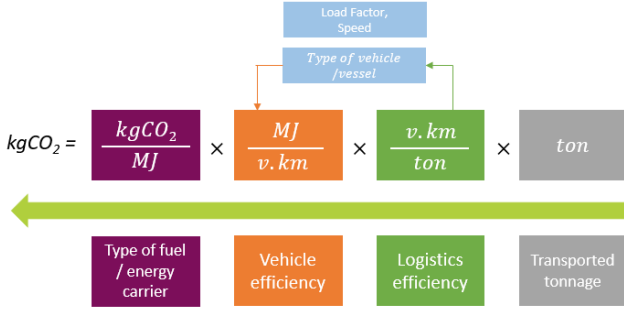


Figure 6: Simplified Flowchart of DeCaMod (TNO, 2020)

= {2014, 2015, ..., 2040}. Secondly, three modes are considered in this research resulting in the set of Modalities:  $M = \{road, rail, barge\}$ . Lastly, there is the set for container transport:  $C = \{0, 1\}$  in which 0 means no container transport and 1 does mean container transport.

Table 1: Indices and Sets used in the model

Indices	Description	Set
$i$	Years that are considered in the study	$i \in I$
$m$	Modalities used on the corridor	$m \in M$
$c$	Binary value whether containers are used	$c \in C$

Corresponding with Figure 6, the adjustable parameters are shown in Table 2.

Table 2: Adjustable Parameters

Parameter	Definition	Unit
$ton_{i,m,c}$	Ton transported on the corridor for year $i$ for mode $m$ with or without containers	$[10^3\text{kg}]$
$vkm/ton_{i,m,c}$	The vkm needed to transport a unit of freight for year $i$ for mode $m$ with or without containers	$[\text{km} / 10^3\text{kg}]$
$MJ/vkm_{i,m}$	The used MJ per vehicle kilometer travelled for year $i$ for mode $m$	$[\text{MJ}/\text{km}]$
$kgCO_2[TTW]/MJ_{i,m}$	kg of CO <sub>2</sub> Tank to Wheel emitted per MJ energy for year $i$ for mode $m$	$[\text{kg}/\text{MJ}]$
$kgCO_2[WTT]/MJ_{i,m}$	kg of CO <sub>2</sub> Well to Tank emitted per MJ energy for year $i$ for mode $m$	$[\text{kg}/\text{MJ}]$

These adjustable parameters are adapted for each modality and year depending on a reduction value determined by the measures. This reduction is the multiplication of the total effect in 2040 of a measure with the share of the effect for year  $i$ :  $S_i$  as shown in Equation 1.

$$reduction_i = effect \cdot S_i \quad \forall i \in I \quad (1)$$

The share of the effect for year  $i$  is depending whether the implementation of the measure follows a more s-curve path according to the Boltzmann Equation (Equation 2) or a linear path (Equation 3).

$$S_i = \begin{cases} 0, & \text{if } 2014 \leq i \leq i_{start} \\ \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{i - i_{mid}}{Slope}\right)}, & \text{if } i_{start} < i < i_{end} \\ 1, & \text{if } i_{end} \leq i \leq 2040 \end{cases} \quad (2)$$

$$S_i = \begin{cases} 0, & \text{if } 2014 \leq i \leq i_{start} \\ \frac{i - i_{start}}{i_{end} - i_{start}}, & \text{if } i_{start} < i < i_{end} \\ 1, & \text{if } i_{end} \leq i \leq 2040 \end{cases} \quad (3)$$

The updated values of the adjustable parameters can then be computed with Equation 4 with as example used the  $MJ/vkm_{i,m}$ :

$$MJ/vkm_{i,m} = (1 - reduction_i) \cdot MJ/vkm_{i,m} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (4)$$

With the new values for the adjustable parameters, the KPI's can be computed again in the following order.

$$vkm_{i,m,c} = vkm/ton_{i,m,c} * ton_{i,m,c} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (5)$$

$$MJ_{i,m} = MJ/vkm_{i,m} * \sum_{c \in C} vkm_{i,m,c} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (6)$$

$$TTW_{i,m} = \frac{kgCO_2[TTW]/MJ_{i,m} * MJ_{i,m}}{1000} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (7)$$

$$WTT_{i,m} = \frac{kgCO_2[WTT]/MJ_{i,m} * MJ_{i,m}}{1000} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (8)$$

$$WTW_{i,m} = TTW_{i,m} + WTT_{i,m} \quad \forall i \in I, m \in M \quad (9)$$

Then, for each year, the KPI's can be computed for all the KPIs above following the example of Equation 10, except Equation 11 which has an additional set for summation.

$$MJ_i = \sum_{m \in M} MJ_{i,m} \quad \forall i \in I \quad (10)$$

$$vkm_i = \sum_{m \in M} \sum_{c \in C} vkm_{i,m,c} \quad \forall i \in I \quad (11)$$

Lastly, the cumulative emissions on the corridor from 2014 to 2040 are computed.

$$WTW = \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} WTW_{i,m} \quad (12)$$

Table 3: Scenario Output of DeCaMod

Output	Definition	Unit
$tonne_{i,m}$	The amount of tonne transported for year $i$ for mode $m$	$[10^3\text{kg}]$
$TEU_{i,m}$	The amount of TEU transported for year $i$ for mode $m$	$[-]$
$vkm_{i,m}$	The amount of vehicle kilometers for year $i$ for mode $m$	$[\text{km}]$
$tonne_i$	The amount of tonne transported for year $i$	$[10^3\text{kg}]$
$TEU_i$	The amount of TEU transported for year $i$	$[-]$
$vkm_i$	The total amount of vehicle kilometers for year $i$	$[\text{km}]$
$MJ_{i,m}$	MJ of energy that is required for transportation for year $i$ for mode $m$	$[\text{MJ}]$
$TTW_{i,m}$	Ton of CO <sub>2</sub> (TTW) that is emitted in year $i$ for mode $m$	$[\text{ton}]$
$WTT_{i,m}$	ton of CO <sub>2</sub> that is emitted in year $i$ for mode $m$	$[\text{ton}]$
$WTW_{i,m}$	ton of CO <sub>2</sub> that is emitted in year $i$ for mode $m$	$[\text{ton}]$
$MJ_i$	Total required energy for year $i$	$[\text{MJ}]$
$TTW_i$	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> (TTW) for year $i$	$[\text{ton}]$
$WTT_i$	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> (WTT) for year $i$	$[\text{ton}]$
$WTW_i$	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> (WTW) for year $i$	$[\text{ton}]$
$WTW$	Total emitted ton of CO <sub>2</sub> between 2014 and 2040	$[\text{ton}]$



## 6. Normative Scenario Design

For the start of the normative scenario design, the solutions, discussed with literature and experts are placed in a decision matrix, shown in Figure 7, based on current assumptions about the importance of the solutions regarding reducing CO<sub>2</sub> emissions, and the uncertainty that a solution will be developed or used. The decision matrix consists of four quadrants and distinguishes between solutions focused on the logistical aspects and those focused on the technological aspects.

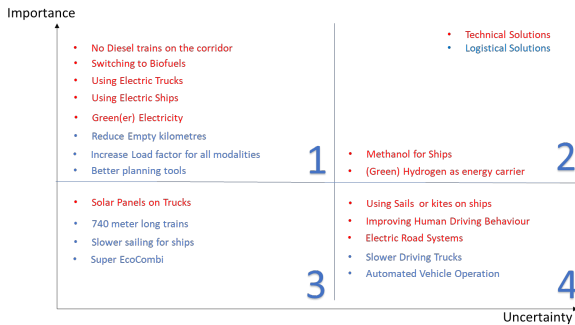


Figure 7: Decision Matrix of proposed Solutions, based on (van Binsbergen, 2024)

The determination of which solution is placed in which quadrant is based on the expert interviews, with the remark that this is based on current views. The opinion about the solutions can change over time when more is known about the application potential of solutions or whether current solutions are then ruled as impossible.

For this study, the solutions assumed to be the least uncertain (quadrants 1 & 3) are used in the normative scenarios. As explained in Figure 1, the approach for this scenario design is an iterative process. Three iterations are performed, of which the last one succeeded. The first iteration only consisted of measures aiming at technological solutions. With the second iteration, logistical measures were added. Lastly, in iteration 3, the targets of the measures were increased and the share of bio-diesel increased to the point that an 80% reduction was reached.

As mentioned, two scenarios are designed: optimistic and conservative. The adaptability in the optimistic scenario is higher, meaning that the measures have more drastic targets than the conservative scenario, which focuses more on the easier targets.

### 6.1. Iteration 3

In the third and final iteration, the packages of measures consisted of four technological measures and four logistical measures. The first two measures discussed are technological measures TM1: (*Introducing a CO<sub>2</sub> tax*) and TM2: (*Truck Kilometer Charge*). The amount of the monetary penalties which would be introduced and yearly increased is based on the total emission for TM1 and for TM2 based on the amount of kilometers driven and the energy carrier or type of fuel. With indirect increasing the cost of using diesel, the alternatives for

diesel are more beneficial. Therefore, this stimulates and promotes the use of alternative fuels as bio-diesel for both barge and road transport, as well as a shift towards electrification for both modalities. It should be noted that these measures also have a logistical component, especially the truck kilometer charge, as reducing the amount of vehicle kilometers also reduces the monetary penalty. However, this requires excessive collaboration amongst shippers and transporting companies. Therefore, LM1 (*Facilitation and Integration of Digital Platforms/Systems*) can be combined to create the possibilities to get better insight in emission, improve the scheduling and planning and secure safe and protected data sharing. According to the literature and the experts, this may result in a decrease of empty vehicle kilometers and an increase in the average load factor for all modalities. The increase of the load factor reduces the total vkm to transport all freight. It should however be noted that, due to the increase of the weight of the vehicle/vessel, the energy requirement also marginally increases.

TM1 and TM2 are mainly focused on the modalities of barge and road as for rail, another more strict measure is suggested. As stated in the data analysis, about 20% of all trains on the corridor are diesel trains, but this is not necessary as the whole rail route is electrified. Therefore, TM3 (*Ban of diesel trains on the corridor*) is introduced. Due to this electrification, the emissions by rail freight transport are very depending on the share of green electricity. For this the last technological measure TM4 (*Installation of renewable electricity sources*) has to ensure that the majority of generated and consumed electricity comes low-carbon or emission free sources.

The last three logistical measures are modality specific. First of all, LM2 (*Legalise the Super EcoCombi*) is suggested as this refers to trucks that can move two FEU units at the same time which is twice the amount of most regular trucks. Especially on a intermodal (container) intensive corridor as is the case in this paper, the implementation potential is high. By legalising these trucks, and increasing the maximum weight that these trucks are allowed to transport, the total vehicle kilometers that are needed can decrease. Again, it should be noted that the increase of weight also increase the resistance of the truck and therefore has a higher energy demand.

For trains, the regulation from the European Union states that more and more trains should reach lengths of 740 meters (Council of the EU, 2024). However, according to the experts, the infrastructure on the corridor has to be renewed and upgraded to allow more trains of this length. Therefore, LM3: (*Subsidies essential renovations and upgrades to the railways for 740 meter long trains*) is introduced. This has as a goal, that the average lengths of the trains will increase over time. It should be noted that this (for this paper) only accounts for intermodal transport, as freight transport transporting bulk commodities are usually limited by weight instead of length (ProRail, 2024).

The last measure is specific for barge freight transport. As the literature pointed out that sailing at a slower speed can reduce emissions, the last measure is LM4: (*Dynamic speed limit on the river*) in which a dynamic speed limit (depending on the design speed) of the vessel is accounted for on the river. It should be noted that slightly slower driving for trucks also is

stated as more efficient, but there are other consequences considered as safety why this is not expected to be feasible.

Next to all measures that are included, both scenarios account for a gradual increase of vehicle efficiency of trucks as is noted by experts between 2014 and 2024 of around 1% per year. For the coming years, the efficiency is assumed to stagnate as the focus of OEM's shifts to BEVs.

In Table 4, all the measures and corresponding targets for the measures are summarized for both scenarios as used in this iteration. On top of that, in Appendix Appendix A, for both scenarios, the corresponding parameter changes per modality for the measures can be found.

Table 4: Overview of set of measures and set of goals per measure

Measure	Solutions in Optimistic Scenario	Solutions in Conservative Scenario
Truck Kilometer Charge CO <sub>2</sub> tax	55% electric trucks 20%/12% electric vessels (container / bulk) 45% share biodiesel in fuelmix for road 55% share of biodiesels in fuelmix barge	50% electric trucks 25%/12% electric vessels (container / bulk) 55% share biodiesel in fuelmix for road 65% share of biodiesels in fuelmix barge
Truck Kilometer Charge CO <sub>2</sub> tax Facilitation of Digital Systems	7% reduction empty vkm trucks 10%-point increase load factor Road 8%-point increase load factor Rail 8%-point increase load factor Barge	2% reduction empty vkm trucks 5%-point increase load factor Road 2%-point increase load factor Rail 2%-point increase load factor Barge
Ban of diesel trains	After 2030 no diesel trains	After 2035 no diesel trains
Subsidies renewable energy sources	95% of electricity is green	85% of electricity is green
Super EcoCombi	25% trucks in container, retail & distribution segment are SEC	10% trucks in container, retail & distribution segment are SEC
Increased lengths of trains	50m increase average length train	25m increase average length train
Speed limit on the river	12% reduction of energy	8% reduction of energy

## 7. Results and Implementation

In Figure 8, the results per iteration are visualized. The technological measures from iteration 1 resulted in a reduction of 66% and 59% compared to 2014. Adding the logistical measures in iteration 2 resulted in 71% and 63% reduction. Lastly, in the third and final iteration both scenario obtained a reduction of more than 80% (80,5 and 80.6) for the optimistic and conservative scenario obtaining the only normative scenario considered as described in Section 6.

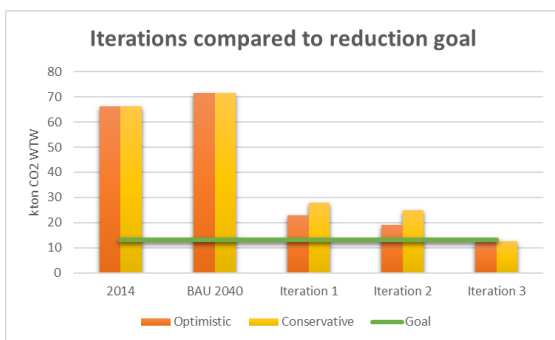


Figure 8: Results of the Iterations

For this third iteration, the following measures and corresponding targets for the solutions obtained by the measures are stated in Table 4 as described in Section 6. The distinction between the optimistic and conservative scenario can be seen, that the optimistic scenario has a higher adaptability of logistical measures, and the conservative scenario focuses more on electrification and biodiesel.

In Figure 9, the emissions are shown over time for both scenarios. Despite the different targets for the measures, the decarbonisation of the corridor follows relatively the same path for both scenarios. It shows that the optimistic scenario initially better adapts to the measures, but on the long term, the conservative scenario catches up. Regarding the TTW emissions, the conservative scenario performs better with the high amount of alternative fuels and electric transport. For the WTT aspect, the optimistic scenario has less emissions mainly due to the reduction of energy required due to the logistical measures as well as a higher share of green electricity.

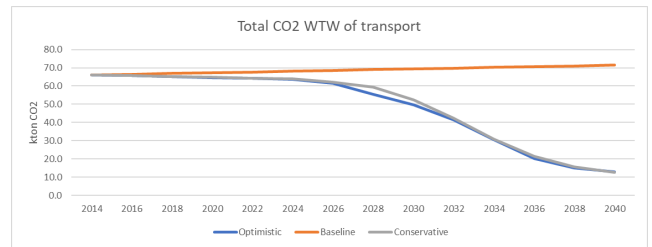


Figure 9: Well to Wheel Emissions on the Corridor

### 7.1. Sensitivity Analysis

Next, a sensitivity analysis is performed to assess the impact of assumptions made by this study. Different aspects are tested. First of all, the effect of the increase of energy by increasing the load factor for barges was unknown. This value is doubled in the SA. Furthermore, the dependency of the share of green electricity is analysed as well as what would happen if another prediction of freight growth was chosen for the BAU baseline scenario.

Furthermore, the effect of the high share of rail is analysed by removing all international rail flows from the corridor. On top of that, part of the estimated growth for rail is shifted towards Road and Barge.

Lastly, two analyses show the impact of only the technological measures and only the logistical measures.

In Table 5, the results of the Sensitivity Analyses are shown. It shows per test the reduction on the corridor with the current measures, as well as the reduction after adding additional measures.

Table 5: Results of Sensitivity Analysis

Analysis	Reduction Optimistic	Reduction Conservative	Increased reduction Optimistic	Increased Reduction Conservative
+100% increase of energy requirement barge	80.2%	80.5%	-	-
50% of all generated electricity is green	77%	78%	80.1%	80.9%
WLO High as BAU	76%	76%	80.3%	80.9%
Decreased Share of Rail on the corridor	79.5	80.1%	80%	-
Decreased Share of Rail + container shift from rail to road and barge	76%	77%	80.2%	80.6%
Only Technological measures	76%	78%	80%	81%
Only Logistical measures	21%	12%	-	-

The Sensitivity Analysis shows that the unknown parameter and the high share of rail do have a small impact on the total reduction on the corridor. Slightly increasing the amount



of biodiesels ensures both scenarios to fulfill 80% reduction of CO<sub>2</sub> emissions.

The effect of a lower share of green electricity, choosing another BAU and a higher distribution of container growth amongst the modalities caused the emissions to be higher than the limit allows. Therefore, the targets of the measures had to increase slightly, for both the technological and logistical measures, with mainly increasing the amount of biodiesel in the fuel-mix.

Lastly, only using technological measures showed an increase of the total energy demand, but could be compensated by again increasing the share of electrification and biodiesels. For the last test, with only logistical measures, even after increasing these targets, a modal shift from road to rail of 72% and from barge to rail of 66% was needed. Therefore, this was ruled out as an option.

## 7.2. Implementation challenges

The study has stated what the outcome of the measures have to be to reach the reduction target on the corridor. However, challenges and barriers have to be overcome. According to this study, the main challenges are the large-scale production, availability and price of bio-diesels as these diesels are the backbone of the decarbonisation of the corridor. Furthermore, a large share of the fleet of trucks, trains and vessels will run on electricity and, except trains, a charging infrastructure has to be developed. This is challenging as the corridor is situated in a electricity grid congested area, where expansion on the electricity grid in these high demands is not possible at this moment.

Regarding the digitalisation, to really reduce emissions, some restructuring of supply chains is required from a collaborative perspective with more flexibility in planning and transport also with modality of choice.

Lastly, some infrastructure elements as road and railways, bridges etc. on the corridor are close to, or in their end of life phase. For the successful implementation of longer trains and the SEC, priority has to go to the infrastructure on the corridor.

## 8. Discussion

Within this study, it was inevitable to make assumptions that (could) impact the results. Therefore, some of the more critical assumptions are discussed in this chapter, with remarks on the results. Comments are made regarding various inputs of the scenario (current state and BAU scenario) and on the results (emission reduction and implementations).

### 8.1. Input

The study's most significant limitation comes from using the old dataset from 2014. The ten years between 2014 and this study give a higher uncertainty that the freight volumes have changed due to circumstances that were not foreseen. One of the unforeseen circumstances, for example, could be the COVID-19 pandemic, which is not considered in this study. Assumed is that the potential disruptions caused by this pandemic will be fully restored before 2040. These disruptions then could

affect the total emissions emitted between 2014 and 2040 but not the results.

At the outset of this study, a reduction target for the corridor was a crucial decision that significantly influenced the entire study. Based on the rationale of this study, the reduction target was set at 80%. It's important to note that this could have been different if another person had conducted this study. The vagueness of the guidelines and directives per modality and for the transport sector as a whole for 2040 allowed for different interpretations. With a different argumentation, a reduction target of 70% or 75% could have been equally justified, leading to less drastic sets of measures.

A report by TNO and Topsector Logistiek (2024) was published when this study was performed. They stated that for years, the emission indicators for inland waterways vessels have been underestimated by a factor of 2 or 3. These have yet to be considered as data analysis has already been performed. However, it would make a big difference in the total emissions in 2014 and the BAU scenario in 2040. Furthermore, the market position of the barge modality with regards to modal shift and the impact of switching to electric vessels or biofuels would be affected. For this study, the limit of CO<sub>2</sub> emissions would have been higher than the 13.2 kton CO<sub>2</sub> as is the case now. Switching to biofuels would have had a higher impact on the emissions, reducing the share of biofuels in the diesel mix. However, the difference (positive or negative) in absolute quantities of biodiesel required with the new fuel consumption is difficult to state.

Lastly, within the expert interviews, the issue of disruptions in the barge modality with low water levels and staff shortages is mentioned. These are not considered in the scenarios but are not unlikely to have an impact in the future. Depending on whether the disruptions are covered mainly by rail or road transport, the emissions will decrease or increase.

### 8.2. Results

With the designed scenarios, the reduction target of 80% less CO<sub>2</sub> emissions is reached. Some comments can still be made regarding the results. First, it is essential to consider that this study has focused on a hinterland freight corridor. The specialty of this corridor is the very high amount of rail freight transport, partly due to the expected modal shift from the BAU scenario. The reduction target was more accessible to achieve because rail freight transport has very low emissions. Suppose the modal shift prediction in the BAU scenario is not achieved. In that case, the emissions on the corridor will likely exceed the allowed emissions as more freight is transported with the less sustainable modalities of road and barge as stated in the Sensitivity Analysis. Another advantage of such a corridor is that the high freight volumes make groupage and load consolidation easier. The results show that the reduction target is just reached on the corridor. On freight routes not bound to a corridor, the reduction potential would be lower, resulting in overall more emissions.

The rebound effects are not considered in this study. Therefore, the impacts of this are unknown. However, if the corridor becomes very efficient in its logistical processes, then it is not unlikely that transport will become cheaper and, therefore,

more attractive. This then could result in more freight being transported. This works counter-effective in the case of CO<sub>2</sub> production and, therefore, is undesirable.

## 9. Conclusions

To conclude, this study has provided a set of measures based on literature and expert findings that is estimated to achieve the reduction goal of 80% of CO<sub>2</sub> emissions on the hinterland freight corridor Rotterdam - Venlo in 2040. The estimations computed with the model showed that the corridor has a high dependency on biodiesels and electrification. Due to the high rail freight transport on this corridor, the impact of logistical measures with regards to emissions reduction was limited. The logistical measures do however reduce the total required energy, resulting in a lower demand for biodiesel and (green) electricity. Both scenarios showed that the 80% reduction was just reached with the current set of measures. The sensitivity analysis showed that depending on the outcome of certain assumptions additional targets for the measures are necessary. Nevertheless, this study provides policy makers with better insights in effective measures and targets for decarbonisation of the transport sector.

### 9.1. Contribution

This study contributes to the field of (sustainable) transport, infrastructure and logistics by providing a structured approach of combining different literature findings into a set of measures and addressing the targets that need to be set to reach the reduction target of 80% of CO<sub>2</sub> emissions on this corridor. However, the model used allows a broader application as it can be applied to other corridors, or freight routes as well. Furthermore, the measures can be used in other scenario designs. It is suitable for normative scenarios as this study, but can also be used in what-if scenario and therefore offers a great application potential for research and policy makers.

### 9.2. Further Research

Based on, or during this study, some suggestions for further research came to light. First of all, reduction of freight demand, also used as the first strategy of McKinnon (2018) is not discussed in this study due to the lack of literature. However, reducing the freight demand could be very important in the reduction of the CO<sub>2</sub> emissions on the corridor as was shown with the results of the expert interviews. Further research could provide insights and methods to disconnect the freight demand from economic growth. Then measure can be researched which reduces the freight demand.

A follow up study on the economic impacts of the measures proposed in this scenario also contributes to the feasibility of the measures. This research for example can be focused what the emission tax should be to achieve the goals that were set for the measures. Furthermore, a study can show how the the decarbonisation of the barge modality can be subsidised to

ensure that the required substitution of electric ships is feasible.

Lastly, a lot of studies, like this one, mention a certain demand for bio-diesels or other bio fuels. However, research about a accurate production potential of bio-diesels is lacking. This could provide additional accuracy to the results of this study. If the outcome of such a study shows that the increased demand of bio-diesel can not be met, then other measures are needed to reduce the emissions on the corridor.

## Appendix A. Implemented Measures

In Table A.6, the introduced measures as well as changed parameters for the corridor per measure are given for the Optimistic Scenario. Table A.7 presents the same information for the Conservative Scenario.

Table A.6: Applied Measures for Iteration 3 of the Optimistic Scenario

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2	Introducing a CO2 tax and kilometer charge leads to increased use of biofuels	Road	45% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-45% -23%
TM1	Introducing a CO2 tax leads to increased use of biofuels	Barge	55% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-55% -28.1%
TM1+TM2	Introducing a CO2 tax and kilometer charge will cause energy carrier shift to electric trucks	Road	55% of all trucks is electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-45% -100% -85%	-35.8% -55% -52.5%
TM1	Introducing a CO2 tax will cause energy carrier shift to electric ships for container transport	Barge	20% of all container transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -95%	-11.8% -20% -19%
TM1	Introducing a CO2 tax will cause energy carrier shift to electric ships for bulk transport	Barge	12% of all bulk transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -85%	-7.1% -12% -11.4%
TM3	Diesel trains are no longer allowed on the corridor	Rail	All trains electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-25.3% -100% -85%	-25.3% -100% -85%
TM1+TM2 + LM1	The CO2 tax, Truck Charge and existence of digital systems will increase the load factor for trucks	Road	10%-point increase of load factor for all trucks	vkm/ton MJ/vkm	-17.5% +6.9%	-17.5% +6.9%
TM1+TM2	The emission tax, existence of digital systems will increase the load factor for trains	Rail	8%-point increase of load factor for all trains	vkm/ton MJ/vkm	-10.7% +2.4%	-10.7% +2.4%
TM1+ LM1	The CO2 tax, existence of digital systems will increase the load factor for Ships	Barge	8%-point increase of load factor for all ships	vkm/ton MJ/vkm	-13.8% +2.4%	-13.8% +2.4%
LM2	The Super EcoCombi trucks will be allowed on Dutch Highways	Road (Only NSTR 9)	25% of trucks in retail, container transport and distribution will be Super EcoCombi	vkm/ton MJ/vkm	-50% +50%	-12.5% +7.5%
LM3	Trains with a length of 740 meters run on the corridor, increasing the average train length	Rail	50 meter increase of average train length	vkm/ton MJ/vkm	-8% +5.9%	-8% +5.9%
LM4	The speed limit for ships on the river is set at 95% of the design operational speed	Barge	12% reduction of energy required	MJ/vkm	-12%	-12%

Table A.7: Applied Measures for Iteration 3 of the Conservative Scenario

Measure	Explanation	Modality applied on	Goal	Changed parameter	Estimated potential	Effect on corridor
TM1+TM2	Introducing a CO2 tax and kilometer charge leads to increased use of biofuels	Road	55% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-55% -28.1%
TM1	Introducing a CO2 tax leads to increased use of biofuels	Barge	65% of fuel mix is biofuel	kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-100% -51%	-65% -33.2%
TM1+TM2	Introducing a CO2 tax and kilometer charge will cause energy carrier shift to electric trucks	Road	50% of all trucks is electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-45% -100% -85%	-32.5% -50% -42.5%
TM1	Introducing a CO2 tax will cause energy carrier shift to electric ships for container transport	Barge	25% of all container transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -85%	-14.8% -25% -21.5%
TM1	Introducing a CO2 tax will cause energy carrier shift to electric ships for bulk transport	Barge	12% of all bulk transport ships on the corridor are electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-59% -100% -85%	-7.1% -12% -10.2%
TM3	Diesel trains are no longer allowed on the corridor	Rail	All trains electric	MJ/vkm kgCO <sub>2</sub> (TTW)/MJ kgCO <sub>2</sub> (WTT)/MJ	-25.3% -100% -85%	-25.3% -100% -85%
TM1+TM2 + LM1	The emission tax, Truck Charge and existence of digital systems will reduce empty truck kilometers	Road	2% reduction of empty kilometers on the corridor	vkm/ton	-2%	-2%
TM1+TM2 + LM1	The CO2 tax, Truck Charge and existence of digital systems will increase the load factor for trucks	Road	5%-point increase of load factor for all trucks	vkm/ton MJ/vkm	-9.7% +3.35%	-9.7% +3.35%
TM1+TM2	The emission tax, existence of digital systems will increase the load factor for trains	Rail	3%-point increase of load factor for all trains	vkm/ton MJ/vkm	-4.3% +0.9%	-4.3% +0.9%
TM1+ LM1	The CO2 tax, existence of digital systems will increase the load factor for Ships	Barge	3%-point increase of load factor for all ships	vkm/ton MJ/vkm	-5.7% +0.9%	-5.7% +0.9%
LM2	The Super EcoCombi trucks will be allowed on Dutch Highways	Road (Only NSTR 9)	10% of trucks in retail, container transport and distribution will be Super EcoCombi	vkm/ton MJ/vkm	-50% +50%	-5% +5%
LM3	Trains with a length of 740 meters run on the corridor	Rail	25 meter increase of average train length	vkm/ton MJ/vkm	-3.8% +2.8%	-3.8% +2.8%
LM4	The speed limit for ships on the river is set at 95% of the design operational speed	Barge	8% reduction of energy required	MJ/vkm	-8%	-8%

## References

- Abideen, A.Z., Sorooshian, S., Sundram, V.P.K., Mohammed, A., 2023. Collaborative insights on horizontal logistics to integrate supply chain planning and transportation logistics planning – a systematic review and thematic mapping. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 9, 100066. doi:<https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100066>.
- Ahmad, S., Sarwo Utomo, D., Dadhich, P., Greening, P., 2022. Packaging design, fill rate and road freight decarbonisation: A literature review and a future research agenda. *Cleaner Logistics and Supply Chain* 4, 100066. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100066>.
- Ambra, T., Caris, A., Macharis, C., 2019. Towards freight transport system unification: reviewing and combining the advancements in the physical internet and synchronodal transport research. *International Journal of Production Research* 57, 1606–1623. doi:[10.1080/00207543.2018.1494392](https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1494392).
- Amer, M., Daim, T.U., Jetter, A., 2013. A review of scenario planning. *Futures* 46, 23–40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.futures.2012.10.003>.
- BCI, CE Delft, 2020. Super ecocombi, verkenning van kansen en verwachte effecten.
- Berkhout, F., Hertin, J., Jordan, A., 2002. Socio-economic futures in climate change impact assessment: using scenarios as 'learning machines'. *Global Environmental Change* 12, 83–95. doi:[https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(02\)00006-7](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(02)00006-7).
- van Binsbergen, A.J., 2024. Transitions, Sustainability & Innovation L3: Scenarios. Delft University of Technology Lecture Slides.
- Bortel, I., Vávra, J., Takács, M., 2019. Effect of hvo fuel mixtures on emissions and performance of a passenger car size diesel engine. *Renewable Energy* 140, 680–691. doi:<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.067>.
- Breuer, J.L., Scholten, J., Koj, J.C., Schorn, F., Fiebrandt, M., Samsun, R.C., Albus, R., Görner, K., Stolten, D., Peters, R., 2022. An Overview of Promising Alternative Fuels for Road, Rail, Air, and Inland Waterway Transport in Germany. *Energies* 15. doi:[10.3390/en15041443](https://doi.org/10.3390/en15041443).
- CBS, 2023. Welke sectoren stoten broeikasgassen uit. Accessed on: 2024-01-24.
- Cider, L., Ranäng, S., 2014. Final report duo2-trailer. URL: <https://www.vinnova.se/globalassets/mikrosajter/ffi/dokument/slutrappporter-ffi/effektiva-och-uppkopplade-transporter-rapporter/200-01342eng.pdf?cb=20200221105113>.
- CLOSER, 2017. Assessments of measures for the greening of transport logistics systems from three use cases in the swedish section of the scandinavian - mediterranean corridor.
- CO2emissiefactoren, 2015. Co2 emissiefactoren 2015. URL: <https://www.co2emissiefactoren.nl/wp-content/uploads/2019/01/co2emissiefactoren-2015.pdf>.
- Corbett, J.J., Wang, H., Winebrake, J.J., 2009. The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 14, 593–598. doi:[10.1016/J.TRD.2009.08.005](https://doi.org/10.1016/J.TRD.2009.08.005).
- Council of the EU, 2024. Trans-european transport network (ten-t): Council and parliament strike a deal to ensure sustainable connectivity in europe. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/12/18/trans-european-transport-network-ten-t-council-and-parliament-strike-a-deal-to-ensure-sustainable-connectivity-in-europe/>. last visited on 2024-06-07.
- CPB, PBL, 2015. Toekomstverkenning welvaart en leefomgeving nederland in 2030 en 2050. Den Haag.
- Esposito, G., 2020. A review of well-to-tank ghg emission values and pathways for natural gas, biofuels and hydrogen URL: [https://bennamann.com/downloads/LowCVP-WTT\\_GHG\\_Emission\\_Factors-Review\\_and\\_recommendations.pdf](https://bennamann.com/downloads/LowCVP-WTT_GHG_Emission_Factors-Review_and_recommendations.pdf).
- European Commission and Directorate-General for Climate Action, 2019. Going climate-neutral by 2050 – A strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate-neutral EU economy. Publications Office. doi:[doi:10.2834/02074](https://doi.org/10.2834/02074).
- Gustafsson, M., Svensson, N., Eklund, M., Dahl Öberg, J., Vehabovic, A., 2021. Well-to-wheel greenhouse gas emissions of heavy-duty transports: Influence of electricity carbon intensity. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 93. doi:[10.1016/j.trd.2021.102757](https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102757).
- Van der Heijden, K., 1996. Scenarios: the Art of Strategic Conversation. Wiley.
- Kishita, Y., Hara, K., Uwasu, M., Umeda, Y., 2016. Research needs and challenges faced in supporting scenario design in sustainability science: a literature review. *Sustainability Science* 11, 331–347. doi:[10.1007/s11625-015-0340-6](https://doi.org/10.1007/s11625-015-0340-6).
- Kishita, Y., Mizuno, Y., Fukushige, S., Umeda, Y., 2020. Scenario structuring methodology for computer-aided scenario design: An application to envisioning sustainable futures. *Technological Forecasting and Social Change* 160, 120207. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120207>.
- Kurtuluş, E., İsmail Bilge Çetin, 2020. Analysis of modal shift potential towards intermodal transportation in short-distance inland container transport. *Transport Policy* 89, 24–37. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.01.017>.
- Kutter, C., Alanis, L.E., Neuhaus, D.H., Heinrich, M., 2021. YIELD POTENTIAL OF VEHICLE INTEGRATED PHOTOVOLTAICS ON COMMERCIAL TRUCKS AND VANS. Technical Report. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. URL: <https://www.researchgate.net/publication/355126708>.
- Larrode, E., Muerza, V., 2021. European modular systems performances comparison in freight transport operations. *Transportation Research Procedia* 58, 165–172. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.11.023>. xIV Conference on Transport Engineering, CIT2021.
- Lemmens, N., Gijsbrechts, J., Boute, R., 2019. Synchronomodality in the physical internet – dual sourcing and real-time switching between transport modes. *European Transport Research Review* 11. doi:[10.1186/s12544-019-0357-5](https://doi.org/10.1186/s12544-019-0357-5).
- van Lier, T., Caris, A., Macharis, C., 2016. Sustainability SI: Bundling of Outbound Freight Flows: Analyzing the Potential of Internal Horizontal Collaboration to Improve Sustainability. *Networks and Spatial Economics* 16, 277–302. doi:[10.1007/s11067-014-9226-x](https://doi.org/10.1007/s11067-014-9226-x).
- Lindstad, H., Asbjørnslett, B.E., Strømman, A.H., 2011. Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. *Energy Policy* 39, 3456–3464. doi:[10.1016/J.ENPOL.2011.03.044](https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2011.03.044).
- McKinnon, A., 2018. Decarbonizing Logistics. Distributing goods in a low-carbon world. Kogan Page Ltd.
- Montreuil, B., 2011. Toward a Physical Internet: meeting the global logistics sustainability grand challenge. *Logistics Research* 3, 71–87. doi:[10.1007/s12159-011-0045-x](https://doi.org/10.1007/s12159-011-0045-x).
- NEA, . Emission factors for barges.
- Our world in Data, 2023. Global primary energy consumption by source.
- PBL, 2019. Klimaat- en energieverkenning 2019. URL: <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2019-klimaat-en-energieverkenning-2019-3508.pdf>.
- Peng, X.s., Ji, S.f., Ji, T.t., 2020. Promoting sustainability of the integrated production-inventory-distribution system through the Physical Internet. *International Journal of Production Research* 58, 6985–7004. doi:[10.1080/00207543.2019.1687953](https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1687953).
- Pfoser, S., Treiblmaier, H., Schauer, O., 2016. Critical success factors of synchronomodality: Results from a case study and literature review. *Transportation Research Procedia* 14, 1463–1471. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.220>. transport Research Arena TRA2016.
- ProRail, 2024. Jaarrapport spoorgoederenvervoer 2023.
- Psarafits, H.N., 2015. Green maritime transportation: Market based measures, in: *Green Transportation Logistics: The Quest for Win-Win Solutions*. Springer International Publishing, pp. 267–297. doi:[10.1007/978-3-319-17175-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17175-3_8).
- Rolim, C.C., Goncalves, G.N., Farias, T.L., Rodrigues, O., 2012. Impacts of Electric Vehicle Adoption on Driver Behavior and Environmental Performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 54, 706–715. doi:[10.1016/j.sbspro.2012.09.788](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.788).
- Santén, V., 2017. Towards more efficient logistics: increasing load factor in a shipper's road transport. *The International Journal of Logistics Management* 28, 228–250. doi:<https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2015-0071>.
- Schlaak, M., Kreutzer, R., Elsner, R., 2009. Simulating possible savings of the skysails-system on international merchant ship fleets. *International Journal of Maritime Engineering - INT J MARIT ENG* 151. doi:[10.3940/rina.ijme.2009.a4.161](https://doi.org/10.3940/rina.ijme.2009.a4.161).
- Significance, 2019. Basgoed runs voor klimaat- en energieverkenning 2019. URL: <https://significance.nl/wp-content/uploads/2019/11/19014-R01-Basgoed-runs-KEV-2019-08-19.pdf>. the Hague.
- TNO, 2017. Modal shift van weg naar spoor. potentie tot 2050 en effect op co2 uitstoot. URL: <https://topsectorlogistiek.nl/wp-content/uploads/2022/05/100%>

20-%20PTL02.042.000.D01\_Eindrapportage.pdf.

- TNO, 2020. Decamod: toolbox voor rekenen aan CO<sub>2</sub>-reductie in transport en logistiek. Den Haag.
- Topsector Logistiek, 2024. Realtime insight into emissions performance of inland shipping vessels.
- Traut, M., Gilbert, P., Walsh, C., Bows, A., Filippone, A., Stansby, P., Wood, R., 2014. Propulsive power contribution of a kite and a flettner rotor on selected shipping routes. *Applied Energy* 113, 362–372. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.07.026>.
- Ülkü, M.A., 2012. Dare to care: Shipment consolidation reduces not only costs, but also environmental damage. *International Journal of Production Economics* 139, 438–446. doi:10.1016/j.ijpe.2011.09.015.
- Urueña, S., 2019. Understanding “plausibility”: A relational approach to the anticipatory heuristics of future scenarios. *Futures* 111, 15–25. doi:<https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.05.002>.
- Van Meijeren, J., van Adrichem, M., Acocella, A., Fransoo, J.C., Wibowo, B.S., Zuidwijk, R., 2024. Platforms and Digital Transformation in Logistics (PLATO): TNO 2024-R10279 // 11206387-002-GEO-0002. SmartPort.
- Zhang, M., Pel, A., 2016. Synchromodal hinterland freight transport: Model study for the port of rotterdam. *Journal of Transport Geography* 52, 1–10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.02.007>.

# B

## Literature Overview

In this appendix, an overview of relevant papers from the Literature Sections are presented. Table B.1 shows the papers relevant to digitalisation of logistics and transport followed by Table B.2 for Load Consolidation. Then Table B.3 present the papers regarding the New Energy Carriers and lastly Table B.4 shows the papers about ERS.

**Table B.1:** Literature Digitalisation in Transport & Logistics

<b>Authors</b>	<b>Objective</b>	<b>Physical measure</b>	<b>Results</b>
Lemmens et al., 2019	Designing and simulating a synchro-modal transport policy	Synchromodality	No percentage or value given, but it can induce modal shift
Chatti, 2021	Explore the possibility of reducing environmental damages through the association of new technologies with freight transport activities	10% improvement in the association between new technologies and freight transportation	1.3 - 3% reduction of CO <sub>2</sub>
Montreuil, 2011	Defining a solution which makes the freight transport more sustainable	Introduction of <i>pi</i> -containers and Physical Internet	Globally modular packages systems which can help the load consolidation.
Van Meijeren et al., 2024	Identify the gaps between demand and supply of digital services	Digital Platforms	More insight in emissions and better cooperation
Zhang and Pel, 2016	Explore the potential impact of synchro-modal freight transport for hinterland freight transport	Synchromodality	CO <sub>2</sub> reduction up to 28% due to modal shift.

**Table B.2:** Literature Load Consolidation

<b>Authors</b>	<b>Objective</b>	<b>Physical measure</b>	<b>Results</b>
De Moor et al., 2023	Analyzing how proactive load consolidation can be combined with modal split transport	Load Consolidation / Modal split	No environmentally results, but economically it might be interesting as well.
Irannezhad et al., 2018	Explore the effect of cooperation among shipping liners on transport cost and pollutant emissions	Increased cooperation between transporters	Reduction of emissions and fuel between 40-45%
Cider and Ranäng, 2014; CLOSER, 2017	Case studies for effect SEC	Super EcoCombi	27-35% reduction
van Lier et al., 2016	Optimizing supply chain by horizontal collaboration	Horizontal Collaboration	Reducing the amount of trucks loaded with less than 60%

**Table B.3:** Literature New Energy Carriers

<b>Authors</b>	<b>Objective</b>	<b>Physical measure</b>	<b>Results</b>
Aredah et al., 2024	Analyzing alternative power train technologies for rail freight (TTW)	Implementing alternative power trains for rail freight	Depending on alternative: 6-100% reduction
Aryanpur and Rogan, 2024	Scenario analysis for the implementation of carbon reducing or ZE energy carriers	Introduction of ZE vehicles	In 2040, about 70% of the heavy truck fleet can be BEV
Cheng et al., 2023	Analyse the potential of automated driving for trucks	Automated Truck Platooning	On average 11.2% reduction of emissions.
Kutter et al., 2021	Understanding the potential of vehicle integrated Photovoltaic on trucks	Implementing solar panels on the roof of truck trailers.	5-9% savings of energy / fuel needed
Liimatainen et al., 2019	Analyzing the potential for electric trucks in Europe	Using electric driven Medium-Duty trucks and Heavy-Duty trucks	For Medium-Duty trucks, the potential was up to 70%, for heavy-duty vehicle about 38%.

**Table B.3:** Literature New Energy Carriers

<b>Authors</b>	<b>Objective</b>	<b>Physical measure</b>	<b>Results</b>
(Lindstad et al., 2011)	Understanding the effect of reducing vessel speed	The speed of the vessel is set to the optimal (cost related) speed instead of maximum design speed	28-36% reduction in CO <sub>2</sub> emissions
Massar et al., 2021; Tsugawa, 2013	Analyse the potential of automated driving for trucks	Truck Platooning	For three trucks about 15%, but in ideal circumstances up to 22.5-27.5%

**Table B.4:** Literature Electric Road systems

<b>Authors</b>	<b>Objective</b>	<b>Physical measure</b>	<b>Results</b>
Taljegard et al., 2020	Investigate large-scale implementation of ERS in Norway and Sweden (CO <sub>2</sub> mitigation & investment costs)	ERS on the main roads in Norway and Sweden	60-70% reduction on HDV in Norway and Sweden due to high renewable energy.
Jelica et al., 2018	Study the hourly Energy Demand with a ERS on different roads in Sweden	ERS on the main 5 Swedish E- and N-roads	1.9 - 3.3 ktonne CO <sub>2</sub> /year·km
Plötz et al., 2019	Analysis of the impact of trolley trucks on the European electricity system and CO <sub>2</sub> emissions using a energy system model.	Overhead ERS implementation	10% CO <sub>2</sub> reduction, more potential if electricity is green

# C

## NSTR conversion

In this appendix, the conversion from NST-2007 to NSTR is shown as used in this study. Table C.1 gives an overview of which NST-2007 number corresponds to the respective NSTR code. In Table C.2, the definition of the different NSTR codes segments are presented

**Table C.1:** Conversion table from NST-2007 to NSTR codes

NST-2007	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NSTR	0	2	4	1	9	9	3	8	6	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

**Table C.2:** Description of the different NSTR codes

<b>NSTR code</b>	<b>Description</b>
0	Landbouwproducten en levende dieren
1	Andere voedingsproducten en veevoeder
2	Vaste minerale brandstoffen
3	Aardoliën en aardolieproducten
4	Ertsen, metaalafval, geroost ijzerkies
5	Ijzer, staal en non-ferrometalen (incl. halfabrikaten)
6	Ruwe mineralen en -fabrikaten; bouwmaterialen
7	Meststoffen
8	Chemische producten
9	Voertuigen, machines en overige goederen (w.o. stukgoederen)



# D

## Performance Parameters DeCaMod

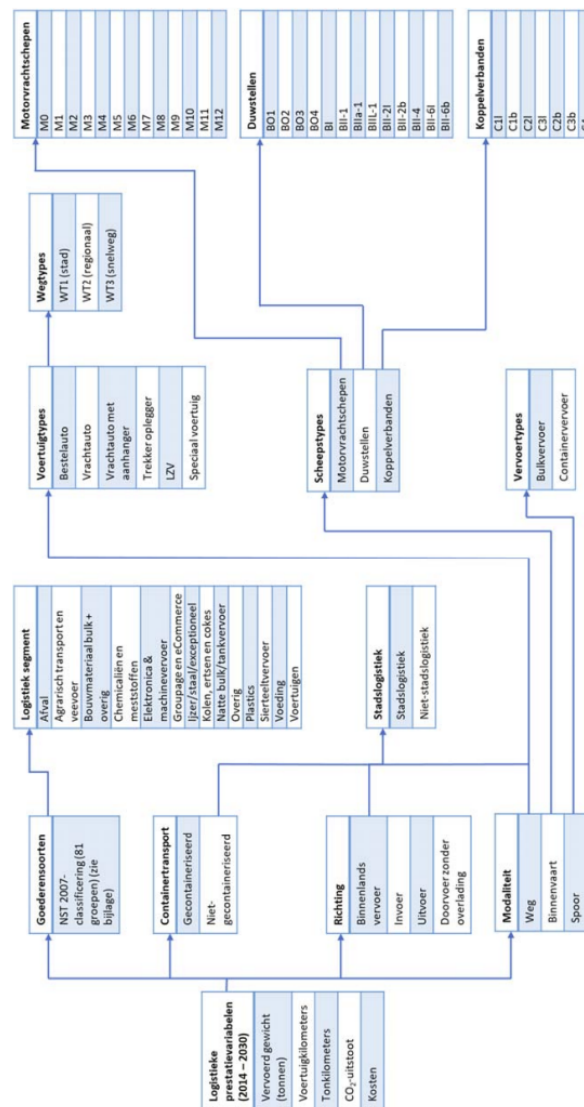
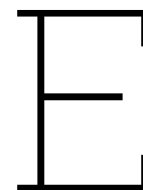


Figure D.1: Performance parameters and their impacts (TNO, 2020)



## Results graphs

In this appendix chapters, the graphs of the results per modality per iteration of the normative scenario approach are presented. These graphs provide additional insight in the development of the emissions per modality between 2014 and 2040

### E.1. Iteration 1: Technological Measure

The first iteration is done for the technological measures as described in Section 6.1. First, the Road results are shown, then for rail and lastly barge.

#### Road Transport

For this modality, the vehicle efficiency improvement from 2014 until 2024 can be clearly seen in all three Figures below. The decrease of MJ necessary to transport the amount of freight results in a decrease of TTW emissions (Figure E.2, WTT emissions (Figure E.3) combined into the WTW emissions (Figure E.1). Regarding the TTW emissions, the two scenarios do not show a big difference. The difference is obtained with the WTT emissions. This can be explained that in the optimistic scenario, a higher percentage of the trucks has switched to electricity as main energy carrier. The WTT emissions for electric trucks are lower than those for Bio fuels. Moreover, the share of green electricity is higher in the optimistic scenario, which is also a contributing factor to the increased difference. It should be noted, that this is a higher relative difference. As Table 8.1 shows, the absolute difference between the two scenarios regarding the WTT emissions of road transport is minimal.

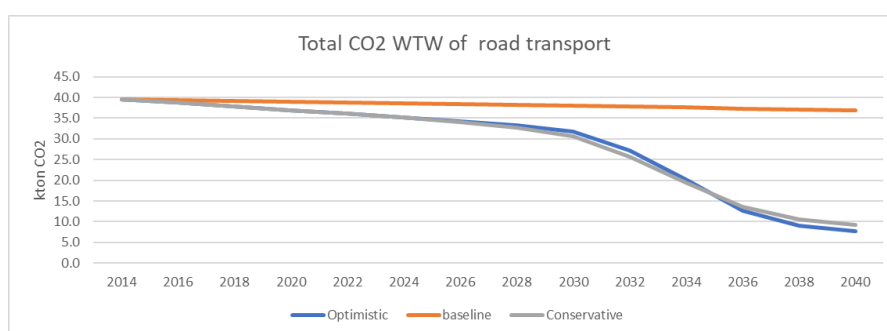
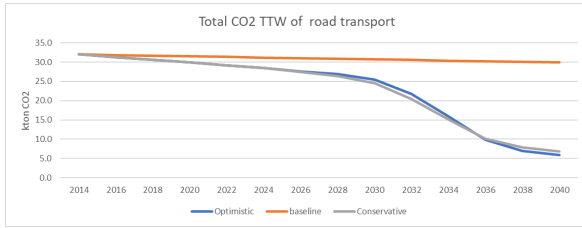
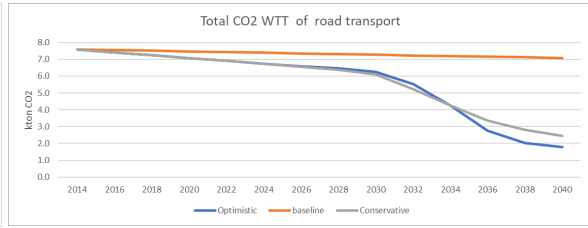


Figure E.1: WTW emissions of Technological measures for Road freight Transport



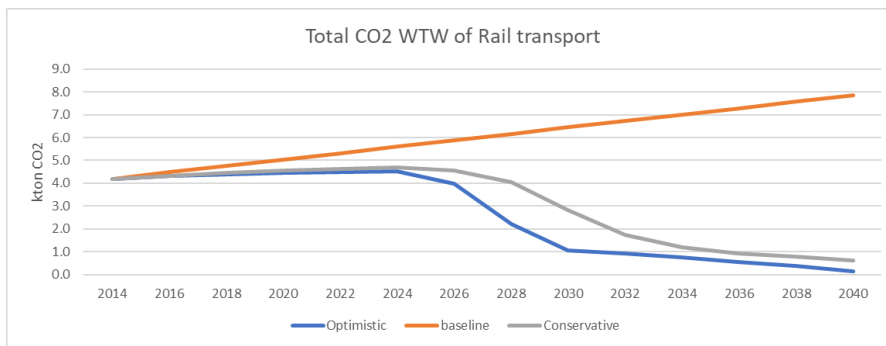
**Figure E.2:** TTW emissions of Technological measures for Road freight Transport



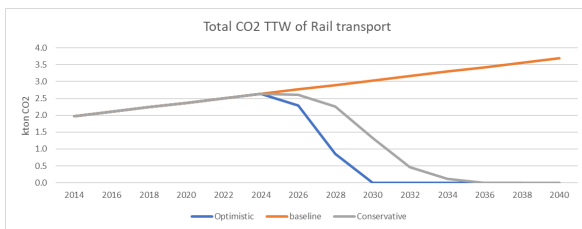
**Figure E.3:** WTT emissions of Technological measures for Road freight Transport

### Rail Freight Transport

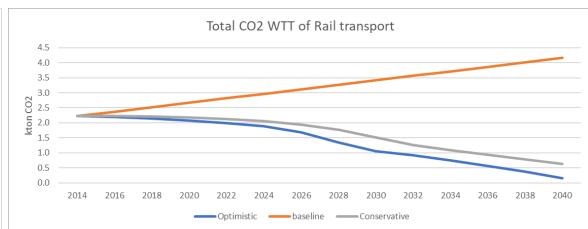
The next modality to discuss is the Rail Freight Transport. Figure E.4 shows the total emissions for both scenarios for this modality, while Figure E.5 shows the TTW emissions and Figure E.6 presents the WTT emissions. These last two figures present a good overview of the effect of the technological measure for rail. First of all, the tank-to-wheel emissions decline rapidly between 2025-2030 for the optimistic scenario, while this decline is slower for the conservative scenario, but this reaches zero around 2035. This is due to the prohibition of diesel trains on the corridor. The WTT graph follows a different line. This decrease is mainly caused by the increased share of green electricity over time. There is a slight boost visible when the transition from diesel trains to electric trains is executed as this increase of electricity use performs better than diesel. At the end, the difference between the optimistic and conservative scenario is explained by the share of green electricity, which is lower for the conservative scenario, causing more emissions from generating electricity.



**Figure E.4:** WTW emissions of Technological measures for Rail freight Transport



**Figure E.5:** TTW emissions of Technological measures for Rail freight Transport



**Figure E.6:** WTT emissions of Technological measures for Rail freight Transport

### Barge Freight Transport

The last modality to discuss for this iteration is barge. In Figure E.7 shows the WTW emissions while the TTW and WTT emissions are presented in Figure E.8 and E.9. The decarbonization of barge freight transport follows a different path again compared to road and rail freight transport. Between 2014 and 2024, there are no measures applied in this study. In 2025, the changes are introduced, but the effects take a while as the modality is very conservative and difficult to make more sustainable. In the optimistic

scenario, the share of bio-fuels used is much higher than in the conservative scenario. Therefore, the effect for this scenario has a higher impact. Compared to the other modalities, this modality shows the lowest reduction of emissions with only 35% for the optimistic scenario and 21% for the conservative scenario. Furthermore, the total emissions in 2040 can be around 13 kton CO<sub>2</sub> for all the modalities combined in 2040. In this iteration, the barge modality on its own emits more CO<sub>2</sub> than the corridor is allowed to.

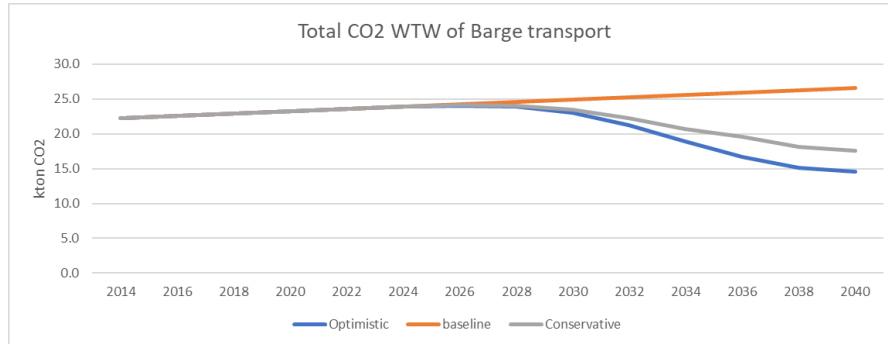


Figure E.7: WTW emissions of Technological measures for Barge freight Transport

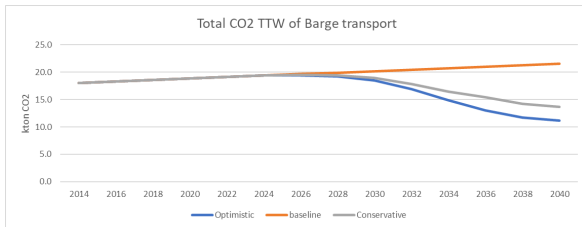


Figure E.8: TTW emissions of Technological measures for Barge freight Transport

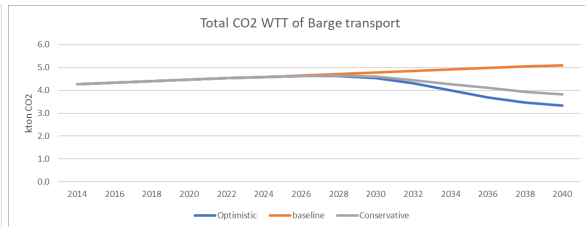


Figure E.9: WTT emissions of Technological measures for Barge freight Transport

## E.2. Iteration 2: Adding Logistical Measures

With the second iteration, the logistical measures are added to the set of measures as combined in Section 6.2. In the current section, additional results are discussed for each modality next to the total results of the corridor as presented in Section 8.2.

### Road Freight Transport

In Figure E.10, the evaluation of the Well to Wheel emissions for the road modality are presented. It presents an interesting development. Although the logistical goals for the optimistic scenarios are significant higher than the goals in the conservative scenario, the results do not show big differences until around 2035. After 2035, the optimistic scenario performs better. One could conclude that the impact on the conservative scenario for the lower logistical goals is almost as large as the high logistical goals for the optimistic scenario as the conservative scenario has relatively more diesel fuel consumption than the optimistic scenario. The higher the share of diesel fuel consumption, the higher the effectiveness of the logistical measures. After 2035, the measures are almost achieving the goals. Then the reduction of emissions for the optimistic scenario are clearly higher.

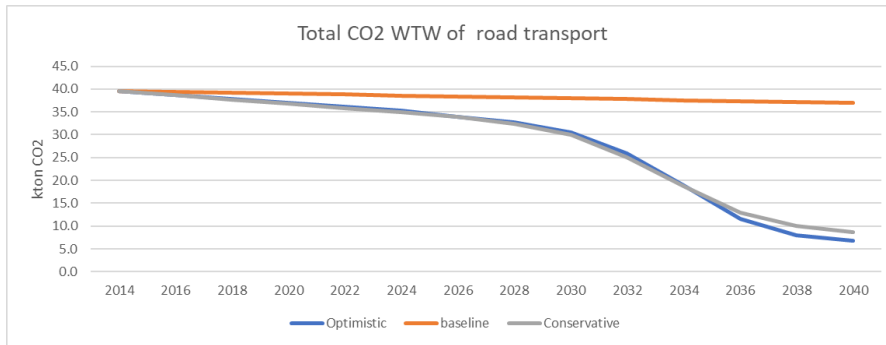


Figure E.10: WTW emissions with Logistical measures for Road freight Transport

Figure E.11 shows the Tank to Wheel emissions for the road freight transport on the corridor. As stated, in Section 6.1, the share of diesel fuel for road transport is similar in both the optimistic and conservative scenario. The difference between the two are determined by the higher share of (more efficient) electric trucks in the optimistic scenario as well as the more extensive goals regarding the logistical measures. Between 2014 and 2024, the reduction of both Tank-to-Wheel and Well-to-Tank emissions is caused by the natural vehicle efficiency development as trucks. On top of that, Figure E.12 shows a relative larger difference between the Well-to-Tank emissions for both scenarios. This has again two factors, a higher share of electric vehicles, being more environmentally friendly than biofuels as well as a lower energy demand results in lower Well to Tank emissions for the optimistic scenario.

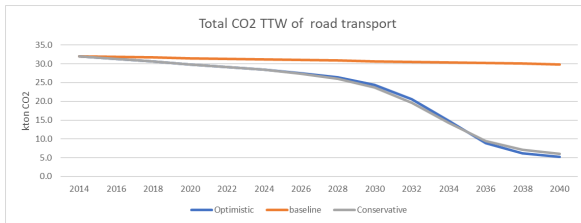


Figure E.11: TTW emissions with Logistical measures for Road freight Transport

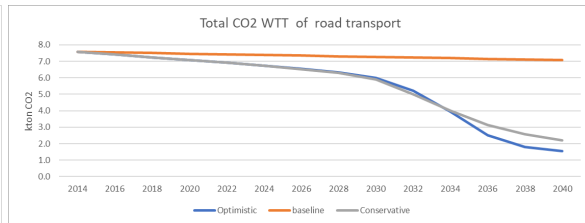


Figure E.12: WTT emissions with Logistical measures for Road freight Transport

### Rail Freight Transport

Next up is the rail freight transport. The changes to the emissions caused by implementing the logistical measures is minimal as there were almost no emissions. The reduction of emissions is caused by the reduction of energy demand.

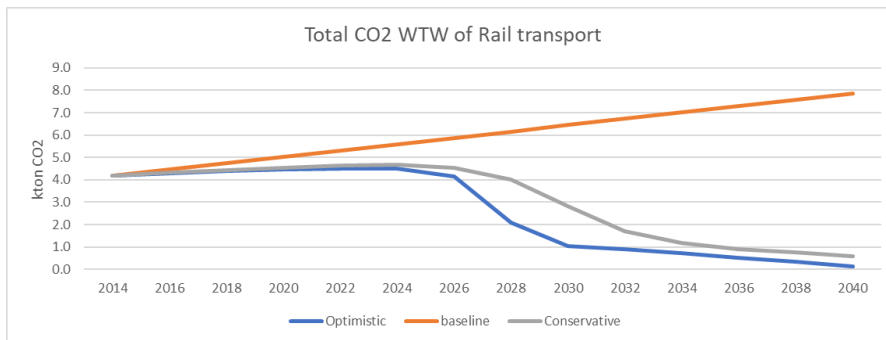
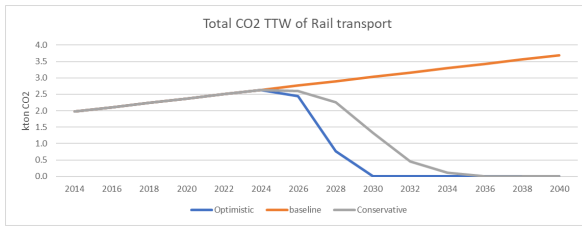
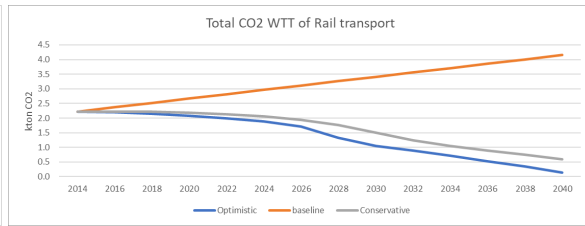


Figure E.13: WTW emissions with Logistical measures for Rail freight Transport

Figure E.14 and E.15 show that the reduction comes from the Well-to-Tank part of the rail freight emissions. After Iteration 1, the Tank-to-Wheel emissions are already 0 in 2040 by banning diesel trains from the corridor. The impact of the logistical measures is therefore targeted at the Well-to-Tank emissions.



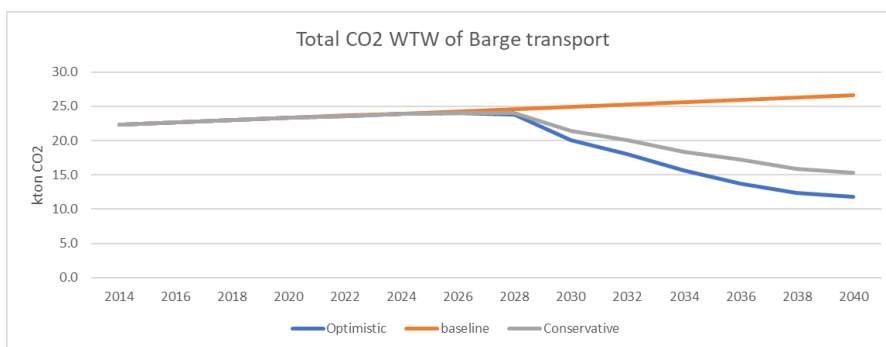
**Figure E.14:** TTW emissions with Logistical measures for Rail freight Transport



**Figure E.15:** WTT emissions with Logistical measures for Rail freight Transport

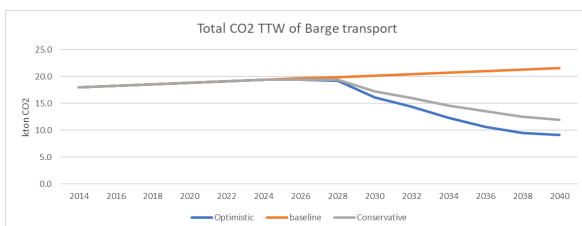
### Barge Freight Transport

Lastly for this iteration, the emission reductions on the barge modality are discussed. First of all, one can see that in Figure E.16 that the emissions for this modality (especially) in the conservative scenario are higher than the maximum allowed emissions on the corridor. The difference between iteration 1 and 2 is not that big as was required.

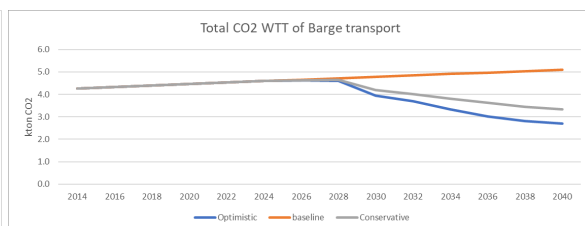


**Figure E.16:** WTW emissions with added Logistical measures for Barge freight Transport

The TTW and WTT graphs in Figures E.17 and E.18 show a similar development as the WTW emissions. Overall, the optimistic scenario has reached a higher reduction on all segments. In the next iteration both scenarios have to consider major improvements regarding the reduction of emissions in this modality.



**Figure E.17:** TTW emissions with added Logistical measures for Barge freight Transport



**Figure E.18:** WTT emissions with Logistical measures for Barge freight Transport

## E.3. Iteration 3: Adding and Adjusting Measures

In this iteration, some measures are added or the effects of the measures are adjusted. This then leads to additional reduction of the emissions as is explained in Section 6.3. The results in this section of the appendix are additional to the results explained in Section 8.3. First the effects for Road Freight Transport are discussed, then Rail and lastly Barge Freight Transport.

### Road Freight Transport

First of all, the WTW emissions for the road modality as shown in Figure E.19. It shows a very similar reduction path for both scenario. In 2040, the optimistic scenario has a slightly lower emission compared to the conservative scenario (4.9 kton and 5.4 kton CO<sub>2</sub>). However, the way in which the emissions are been reduced are very different as the optimistic scenario has a very high share of logistical measures and the conservative scenario has a high share of bio-diesels

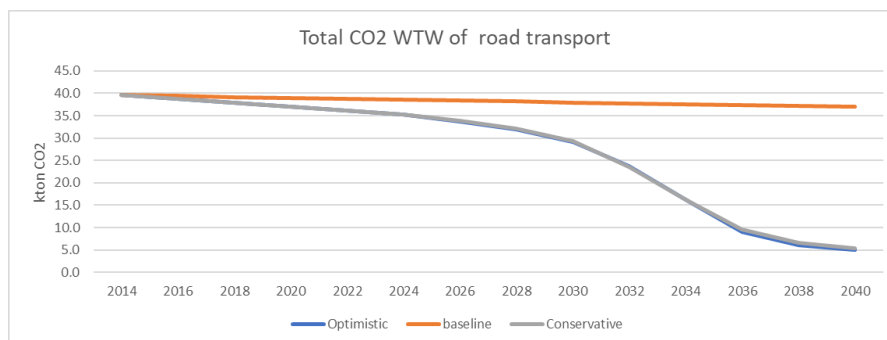


Figure E.19: WTW emissions after iteration 3 for Road freight Transport

This difference can mainly be seen in the WTT emissions as shown in Figure E.21. Due to the logistical measures, the optimistic scenarios requires far less energy. Especially on the WTT emissions, the differences between diesel and bio-diesel are smaller, resulting in a higher effect of logistical measures. Furthermore, there are slightly more electric trucks in the optimistic scenario with lower emissions due to the higher share of green energy.

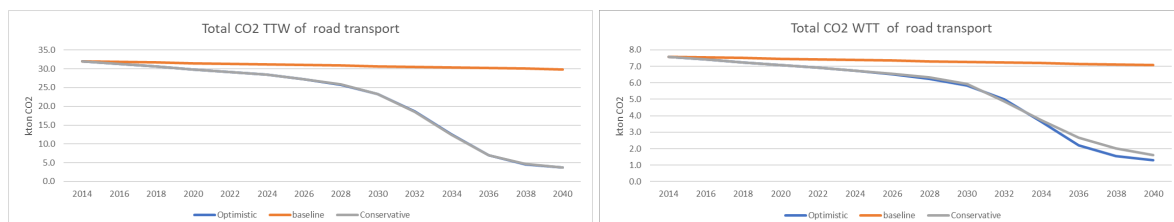


Figure E.20: TTW emissions after iteration 3 for Road freight Transport

Figure E.21: WTT emissions after iteration 3 for Road freight Transport

### Rail Freight Transport

Next up is the modality of rail freight transport. Actually, this iteration, not much has changed compared to the last one as can be seen in Figure E.22. The total amount of emissions has decreased, but as it was already not much, it doesn't add to additional saving on the corridor.

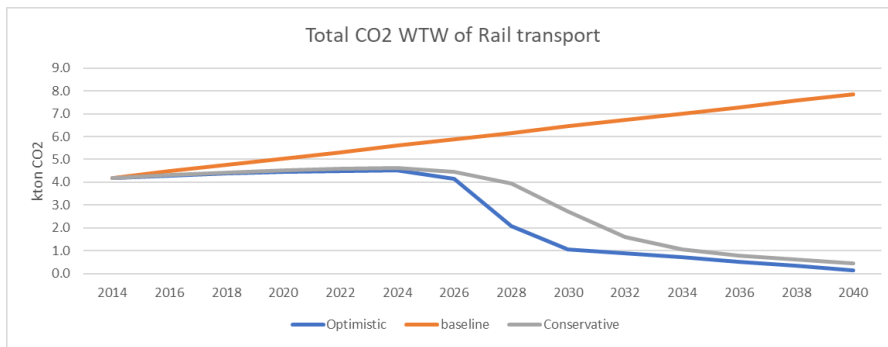


Figure E.22: WTW emissions after iteration 3 for Rail freight Transport

This can be seen in Figure E.23. Most of the logistic measures are having an effect from 2028/2030 onwards. Around this time, the ban on diesel trains on the corridor is introduced resulting in no TTW emissions. Therefore, the effect of logistical measures is equal to nothing regarding TTW emissions. However, the only effect it has, can be seen in the WTW emissions. Due to the logistical emissions, the required amount of energy is reduced. Therefore, less electricity has to be generated in the optimistic scenario. In the conservative scenario, the share of green electricity is improved to 85%. Therefore, this resulted in slightly lower emissions.

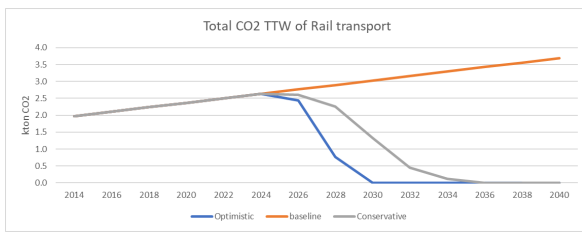


Figure E.23: TTW emissions after iteration 3 for Rail freight Transport

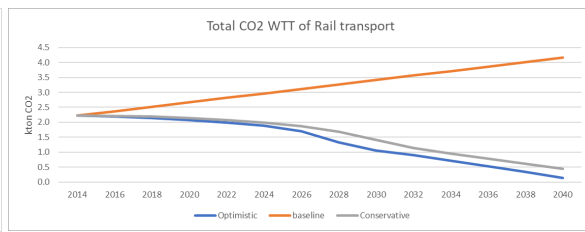


Figure E.24: WTT emissions after iteration 3 for Rail freight Transport

### Barge Freight Transport

Lastly, the barge modality is discussed. Compared to the previous iterations, the major changes have been for this modality. After iteration 2, the emissions on the corridor were above the 13.2 kton of CO<sub>2</sub>, but as Figure E.25 now shows, the emissions have been reduced to 7.8 kton for the optimistic and 6.9 kton CO<sub>2</sub> for the conservative scenario.

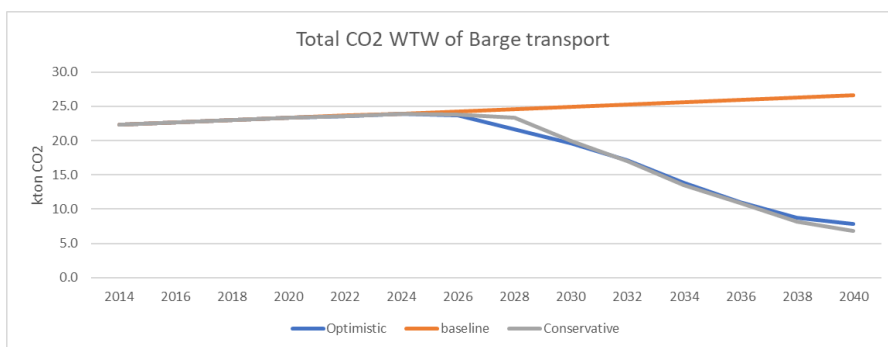


Figure E.25: WTW emissions after iteration 3 for Barge freight Transport

Figure E.26 and E.27 are showing that this difference is mainly caused in the TTW part of the emissions. High likely, this is due to the very high share of bio-diesels in the conservative scenario as well as the slightly higher share of electric vessels. The reduction of required energy helps the optimistic scenario,



but does not obtain the same amount of reduction.

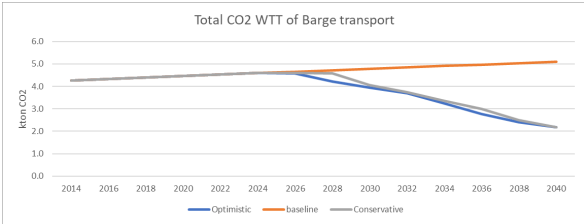
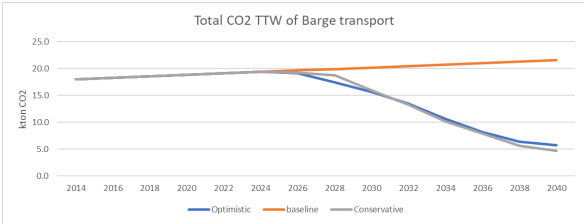
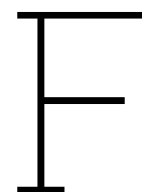


Figure E.26: TTW emissions after iteration 3 for Barge freight Transport

Figure E.27: WTT emissions after iteration 3 for Barge freight Transport



# Interview Questionnaire

## Introductie

Allereerst, heel erg bedankt dat u mee wilt werken aan mijn thesis door middel van dit interview. Ik zal mij even kort voorstellen, ik ben Matthias Santing, ik ben een student van de master studie Transport, Infrastructure & Logistics aan de TU Delft. Voor mijn afstudeeronderzoek ben ik bij TNO bezig met een studie naar de vrachtcorridor tussen Rotterdam en Venlo. Hierbij onderzoek ik maatregelen die nodig zijn om in 2040 aan de nu gestelde emissie doelstellingen van de Transport Sector te voldoen.

## Doel

Tijdens dit interview zou ik graag met u maatregelen die in de literatuur en bedrijfsleven worden voorgesteld langs lopen om uw mening en inschatting daarbij te krijgen naar a) het effect van deze maatregelen op de CO2 uitstoot en b) hoe waarschijnlijk is de kans dat deze maatregelen geïmplementeerd worden in de sector. Dit samen geeft voor mij een inschatting wat het totale impact van een maatregel kan zijn

## Scope

De scope van het onderzoek richt zich met name op de corridor tussen Rotterdam en Venlo. Hier wordt het lange afstandsverkeer bij onderzocht. Hierbij maak ik gebruik van twee herkomst-bestemmingsparen, namelijk Rotterdam naar Venlo v.v. en Moerdijk - Venlo v.v. Hierbij wordt met Venlo zowel regio Venlo bedoeld alsmede de grensovergang naar Duitsland bij Venlo. Deze plaatsen zijn onderling verbonden met drie modaliteiten: weg, spoor (Brabantroute) en binnenvaart (Maas).

## Stellingen

Gedurende het interview zal ik u een aantal stellingen ter beoordeling geven. Deze stellingen worden beoordeeld op een schaal van 1-5 volgens de tabel hieronder. Het doel van de stelling is om licht te prikkelen en u hier een mening over te laten vormen / geven. Nadat u de stelling met een cijfer heeft beantwoord zal ik ook om een kleine toelichting vragen.

1	2	3	4	5
Zeer oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Zeer Eens

## Expertise

Het variatie aan onderwerpen is vrij breed tijdens mijn onderzoek en het kan daarom zijn dat u niet van alles evenveel kennis hebt. Bij elk onderwerp stel ik daarom een expertise schaal aan u voor waarbij u bij uzelf kan nagaan in hoeverre u kennis en expertise hebt van het onderwerp. Dit gebruik ik dan later in mijn onderzoek als 'weegfactor'

1	2	3	4	5
Geen Kennis	Matige Kennis	Gemiddelde Kennis	Veel Kennis	Expertise

## Opname

Het interview zou ik graag willen opnemen zodat ik de behandelde dingen zo nauwkeurig mogelijk kan overnemen in mijn verslag. Heeft u hier bezwaar tegen? Mocht u het graag willen dan kan ik nadat ik dit interview heb uitgewerkt het nog een keer naar u opsturen zodat u het nog een keer kan checken.

## F.1. Algemeen

Naar decarbonisatie in de transportsector (het verminderen van CO<sub>2</sub> uitstoot of minder gebruik van fossiele brandstoffen) wordt al jaren enorm veel onderzoek naar gedaan en er zijn vele strategieën voor bedacht. Daar komt bij dat er in de Europese en Nederlandse wetgeving steeds meer regelgeving komt. Zo moeten nieuwe vrachtwagens in 2040 90% minder uitstoten dan ze deden in 2019 (45% in 2030, 65% in 2035) (European Commission for Climate Action, 2023) en moet de binnenvaart in 2040 70% minder CO<sub>2</sub> uitstoten (ten opzichte van 2015). Om hier te komen heeft Alan McKinnon in 2018 5 strategieën neergezet die samen tot decarbonisatie van de transport sector zouden moeten leiden (McKinnon, 2018). De vijf strategieën zijn als volgt: (1) Reduceren van vracht vraag, (2) Overstappen naar minder CO<sub>2</sub> uitstotende modaliteiten, (3) Het beter gebruiken van transport middelen (4) Het energie efficiënter maken van voer/vaartuigen en (5) Het gebruik maken van alternatieve brandstof / energie.

Om in te komen beginnen we met een paar algemene stellingen over duurzaamheid en transport

- De transportsector gaat de gestelde emissiereductie doelstellingen voor 2030 halen
- De transportsector gaat de gestelde emissiereductie doelstellingen voor 2040 halen

Allereerst bespreek ik graag de eerste strategie van McKinnon, namelijk om minder emissies uit te stoten door minder te transporteren. Hier zijn weinig studies naar gedaan, maar toch word er over het algemeen gezegd dat economische groei en de totale vrachtvraag met elkaar in verband staan. Toch heb ik hier 2 stellingen over:

- Het reduceren van de vraag naar vrachtvervoer is in Nederland essentieel voor het behalen van de emissiedoelstellingen
- Het is zeer waarschijnlijk dat we in 2040 minder gaan vervoeren dan nu
  - Hoe zeker bent u van bovenstaande antwoorden?
- Wat is een realistisch percentage aan reductie in vrachtvervoer voor 2040 t.o.v. nu:
  - Er zal alleen maar meer vervoerd worden
  - 0-5%
  - 5-10%
  - 10-15%
  - Meer dan 15%

## F.2. Modal Shift

Dan gaan we door naar het veranderen van modaliteit, de tweede strategie van McKinnon. Hier wordt al meer dan twintig jaar beleid op gevoerd. Op de corridor waar mijn studie naar kijkt zijn er veel mogelijkheden met de modaliteiten, wat ook te zien is in de huidige verdeling. De huidige modal split voor het nationale vervoer op de corridor is redelijk verdeeld namelijk ongeveer 45% weg, 10% spoor en 45% binnenvaart. *Dit leidt tot de volgende vraag: Kunt u aangeven hoe u denkt dat in 2040, plausible verdelingen zijn van een ideale modal split op deze corridor in categorieën van HOOG / GEMIDDELD / LAAG voor zowel een CO<sub>2</sub> minimalisatie als Energie efficiëntie*

	WEG	SPOOR	BINNENVAART
HUIDIG	40%	15%	45%
2040 CO <sub>2</sub>			
2040 Energie			

### Reverse Modal Shift

Zoals gezegd wordt in Nederland al veel gebruik gemaakt van dus bijvoorbeeld de binnenvaart, zeker in vergelijking met andere landen. Echter, het kan gebeuren dat op een gegeven moment het wegverkeer qua CO<sub>2</sub> uitstoot een beter alternatief wordt. Dit fenomeen is nog niet heel erg onderzocht maar heeft de term 'reverse modal shift'.

- Het wegvervoer zal zo ontwikkelen dat het minder CO<sub>2</sub> uitstoot dan spoorgoederenvervoer en binnenvaart
- Het verduurzamen van het vrachtverkeer zorgt voor een modal shift van spoor en/of water naar wegverkeer
  - Zo ja: Is dit een probleem of moet deze modal shift worden voorkomen?
  - Zo ja: V: Wat is de consequentie van dit effect op de andere modaliteiten?
  - Zo Nee: Zou er nog steeds een modal shift van weg naar de andere modaliteiten plaatsvinden?

## F.3. Optimaliseren van gebruik voertuigen en assets

De derde strategie gaat over 'optimizing asset utilization', oftewel het zo optimaal gebruik maken van de middelen die ter beschikking staan, waarbij bij transport zo goed mogelijk gebruik gemaakt wordt van de voer / vaartuigen die ter beschikking staan. In Nederland lijkt hier potentieel nog veel op te behalen. Statistieken van het CBS laten zien dat de gemiddelde beladingsgraad van het wegvervoer in tonnen ongeveer 45-50% is. Verder wordt ongeveer 27% van de voertuigkilometers in het wegvrachtverkeer leeg gereden (van Leeuwen, 2022). Onderzoek in 2010 heeft al aangehaald, dat met het rijden van gedeeltelijk beladen vrachtwagen, de benodigde energie voor het transporteren van een unit vracht 65% kan verhogen (Odhams et al., 2010)

De afgelopen jaren gaat ook steeds meer aandacht uit naar het meer digitaliseren van de logistiek sector met onder andere complexe innovatieve ideeën als Physical Internet. Deze compleet nieuwe manier van logistiek is gebaseerd op een open wereldwijd platform met samenwerking op fysiek, digitaal en operationeel vlak tussen alle modaliteiten, vervoerders en verladers. Hiervan heeft ALICE een roadmap gemaakt hoe dit in tussenstappen gerealiseerd kan worden in 2040 (ALICE, 2020). Een iets makkelijkere tussenvariant en opstap naar PI is synchronodaliteit. Bij deze logistieke toepassing wordt op het moment vlak voor transport een modaliteit gekozen die het best past bij de omstandigheden van dat moment. Hiervoor is het dus van belang om veel verschillende opties te hebben als modaliteit en daarvoor komt de vrachtcorridor goed van pas. Rotterdam/Moerdijk en Venlo zijn goed verbonden via zowel de weg, het spoor en water (de Maas). Hierdoor wordt er op de corridor van alle modaliteiten gebruik gemaakt en bestaat er voor vervoerders voldoende keuze om hun vracht te vervoeren. Om zo optimaal mogelijk gebruik te kunnen maken van de verschillende modaliteiten en het slagen van synchronodaliteit is al vroeg ontdekt dat de belangrijkste en moeilijkst haalbare slagingsfactor de coöperatie en vertrouwen is tussen de stakeholders (Pfooser et al., 2016).

Digitalisering kan ook helpen bij het bundelen van vracht voor bijvoorbeeld kleinere bedrijven, waarbij kleine ladingen worden samengevoegd tot 1 lading, wat beter is voor kosten en milieu. Het is daarvoor belangrijk dat de bedrijven samen werken wat ook vaak gepaard gaat met het delen van data. Dit delen van data, is dus essentieel voor het slagen van Physical Internet en Synchronodaliteit en algemene digitalisering van de keten maar het ligt erg gevoelig, bedrijven zijn er niet heel happig op. Daarvoor gaan dan ook de twee volgende stellingen/vragen over de implementaties van digitalisering

- Er moet een vorm van dwang komen dat bedrijven gaan samenwerken zodat het logistieke proces efficiënter gaat verlopen
- Hoe gaat de rol van digitalisering ontwikkelen in de toekomst?

Op de corridor wordt er al een lichte vorm van synchronodaliteit gebruikt (binnen eigen bedrijven), maar niet sector breed of in enige samenwerkingsvorm. Om een beter beeld te krijgen of dit in de toekomst breed uitgerold toegepast gaat worden waarbij een groot deel van de corridor gebruik gaat maken van synchronodaliteit heb ik 3 gelijkwaardige stellingen over het tijdverloop van de synchronodaliteit op de corridor.

- Binnen 5 jaar kan synchromodaliteit toegepast zijn op de corridor
- Binnen 10 jaar is synchromodaliteit toegepast zijn op de corridor
- Binnen 15 jaar is synchromodaliteit toegepast zijn op de corridor

De volgende vraag gaat over de beladingsgraad. Door middel van meer samenwerken, het bundelen van vracht of nieuwe innovatieve manieren voor het inpakken en vervoeren van containers wordt gepoogd dus meer vracht slimmer en efficiënter te verplaatsen.

- Gaat de digitalisering van de logistiek ook daadwerkelijk impact hebben op de beladingsgraad of valt er aan de beladingsgraad niets te veranderen in Nederland?
- Wat zou de gemiddelde beladingsgraad eventueel dan kunnen worden?
  - Minder dan 50
  - 50-55
  - 55-60
  - 60-65
  - Meer dan 65
- Hoe verloopt dit over de tijd?

Dan de volgende vragen betreffende de lege ritten

- Valt het aantal lege ritten te voorkomen of is dit iets waar we weinig aan kunnen doen?
  - Zo ja, wat zouden potentiële maatregelen kunnen zijn?
- Wat is het reductiepotentieel (het nieuwe percentage lege ritten), naar welk percentage kunnen we dan gaan
  - Minder dan 15%
  - 15-20
  - 20-25
  - 25-30
  - Meer dan 30%

## Corridor

Dit is een bonusstelling:

- De emissie reductie doelen zijn theoretisch makkelijker te behalen op de corridors dan gemiddeld. Hierdoor is het van belang dat de reductiedoelen op de corridor ruimschoots gehaald worden zodat in de rest van Nederland ook potentie is om het te halen.

## F.4. Efficiëntie van voertuigen en nieuwe energie dragers

De vierde en vijfde strategie van McKinnon zijn gebaseerd op het verbeteren van de modaliteiten. Hierbij kan worden gekeken naar het efficiënter maken van de huidige vloot (4de strategie) tot het gebruiken van nieuwe energiedragers of brandstoffen (5de strategie). Daarom zijn deze strategieën samengevoegd per modaliteit.

### F.4.1. Wegvervoer

In het wegvervoer is de transitie naar schonere alternatieven al op gang gekomen met de entree van elektrische vrachtwagen in bijvoorbeeld stadslogistiek. Echter, dit zijn korte afstanden, voor langere afstanden geldt dit eigenlijk nog niet. Het introduceren van Battery Electric Vehicles (BEV) gaat een enorme vraag opleveren naar meer laadinfrastructuur, en het gaat ook ten koste van het laadvermogen van de vrachtwagens zolang de batterijen nog zo zwaar zijn. Een van de bedachte oplossingen hiervoor is de introductie van een Electric Road System (Elektrisch Weg systeem) waarbij het vrachtverkeer tijdens het rijden kan worden opgeladen. Hier zijn meerdere ideeën voor, bijvoorbeeld een bovenleiding en pantograaf of een inductiestrip in de weg. Een Case Study in Zweden en Noorwegen liet zien dat

het reductiepotentieel tot wel 60-70% bracht voor vrachtverkeer (Taljegard et al., 2020). Een ander alternatief voor fossiele brandstoffen is waterstof. Dit stoot geen CO<sub>2</sub> uit tijdens het rijden en is dus erg duurzaam. Echter, het op grote schaal produceren van waterstof is nog niet mogelijk. Het produceren van waterstof is ook erg inefficiënt waarbij veel energie verloren gaat, maar het zou wel de oplossing kunnen zijn bij energieoverschotten. Waterstof zou zelfs volledig CO<sub>2</sub> vrij zijn als het wordt gemaakt met groene energie. Als laatste alternatief zou er ook gebruikt gemaakt kunnen worden van biobrandstoffen die bijvoorbeeld geproduceerd kunnen worden met biologisch hernieuwbaar materiaal waarbij ook de emissie enorm gereduceerd kunnen worden afhankelijk van de biobrandstof zelfs naar nul. Over deze energiedragers heb ik dan ook een aantal vragen

- Zal het vrachtverkeer in Nederland overwegend elektrisch worden, op waterstof, biobrandstoffen of een mix?
  - Zou u er een percentage aan kunnen koppelen?
- Stel ERS wordt geïmplementeerd, hoe groot is het aandeel van het vrachtverkeer gaat dan gebruik maken van ERS in: (LAAG / GEMIDDELD / HOOG)
  - Voor 2030:
  - Voor 2035:
  - Voor 2040:

#### Autonoom rijden

Een andere innovatie in het wegverkeer heeft onder andere te maken met autonoom rijden. Er worden stellingen gedaan dat autonoom rijden een bijdrage kan leveren aan CO<sub>2</sub> arm vervoer. Er zou zelfs kunnen worden uitgegaan van 15% minder brandstofverbruik bij 3 platooning vrachtwagens (Tsugawa, 2013), oplopend tot wel 22.5-27.5% besparing op CO<sub>2</sub> in ideale omstandigheden (Massar et al., 2021).

- Autonoom rijden heeft zeker voordelen, maar het leidt niet tot grote verduurzaming
  - Zo ja: Hoe zou autonoom rijden dan wel een impact hebben? Zou dit impact kunnen hebben op CO<sub>2</sub> uitstoot?
  - Zo nee: Wat zou de potentiële CO<sub>2</sub> winst kunnen zijn met autonoom rijden?

#### F.4.2. Railvervoer

De spoorsector doet erg zijn best om meer vracht te vervoeren en in Nederland zijn de Betuweroute en de Brabantroute hier veel voor gebruikt. Voor de Corridor Rotterdam – Venlo wordt met name gebruik gemaakt van de Brabantroute, echter er zijn ook plannen om in 2030 een extra aansluiting aan de Betuweroute te maken richting 's-Hertogenbosch bij Meteren. Voor het toepassen van maatregelen op het spoor is het essentieel om te weten hoeveel speling er nog is op deze trajecten in termen van capaciteit. Volgens (Dat.Mobility & Districon, 2021) is er bij de spoorovergang bij de grens met Venlo nog 83% capaciteit over, maar dit geldt wellicht niet voor de Brabantroute en Betuweroute.

- Bij benadering, op hoeveel procent van de capaciteit wordt nu gereden op de Brabantroute?
- Wat is een realistische aanname over groei van aantal goederentreinen op deze trajecten tot 2040?

#### Aandrijflijn Treinen

Goederentreinen zijn nu een mix van elektrisch aangedreven locomotieven en diesel-hybride aangedreven locomotieven. Diesel is nog nodig onder andere omdat sommige delen (zeker opstel en rangeertreinen) niet altijd volledig geëlektrificeerd zijn. Ter vervanging van diesel is er een aantal opties: meer elektrificatie, waterstof of biodiesels. Allereerst heb ik een vraag over de huidige situatie op het spoor.

- Wat is de verhouding voor de goederentreinenlocomotieven tussen diesel / elektriciteit

Dan nog wat vragen over hoe het spoor vervoer in de toekomst zich gaat ontwikkelen met betrekking tot de energiedragers als de diesel treinen weg gaan vallen.

- Het is aannemelijk dat al het spoor in Nederland geëlektrificeerd wordt, zodat alle treinen op elektriciteit gaan rijden.

- Zo ja: Wanneer is dit mogelijk?
- Zo nee: Wat komt er dan in de plaats van de diesel treinen en wanneer?

In Nederland is ook als doelstelling gezet om de lengte van de treinen stapsgewijs te verhogen naar 740 meter (56 vrachtwagens) in 2030 en tot wel 830 meter of meer in 2040 om beter gebruik te maken van het spoor en aan te sluiten bij de Europese doelstellingen.

- Waar ligt de grens van de lengte van treinen in de toekomst qua veiligheid en infrastructuur?
- Is er wel genoeg vervoersvraag op binnenlandse trajecten voor deze lange treinen?

De reden dat ik deze vragen stelde is dat ik op zoek ben naar het optimum van de lengte van een trein, want als de treinen te lang worden dan zijn er op een gegeven moment extra locomotieven nodig om de treinen te kunnen trekken. Verder is het ook erg handig om te weten hoe vol die containers dan gemiddeld zitten om te weten wat je extra meeneemt op zo'n lange trein.

- Waar zit het efficiëntie optimum voor de lengte van de treinen (lengte / TEU)?

Voor de beladingsgraad binnen het spoor zijn er verschillende meetmanieren. De hoeveelheid volume die in een container zit ten opzichte van het maximum of het gewicht. Maar er kan ook worden gekeken naar hoeveel lege containers er vervoerd worden ten opzichte van de volle, of hoeveel containers de trein mee kan nemen en hoeveel er daadwerkelijk mee gaan

- Hoeveel ton word er ongeveer gemiddeld vervoerd per TEU?
  - Minder dan 8 ton
  - 8 - 12
  - 12 - 16
  - Meer dan 16 ton
- Zijn er verbeteringsmogelijkheden om de capaciteit van containers / spoorvervoer beter te benutten?
- Worden er veel lege containers vervoerd over het spoor

#### Afsluiting

- Zijn er relevante ontwikkelingen in het spoorgoederenvervoer waar we het nog niet over gehad hebben?

### F.4.3. Binnenvaart

#### Aandrijflijn Binnenvaart

De doelstelling voor de binnenvaart is om in 2040 een vermindering van 70% op CO<sub>2</sub> emissies te hebben gerealiseerd. Verdere toevoegingen op deze doelen zijn dat minstens 80% van de binnenvaartschepen een Stage V class engine moeten hebben en dat schepen in 2030 al een verplicht emissielabel B moeten hebben (Dit label stelt dat de uitstoot van CO<sub>2</sub> en andere schadelijke emissies van schepen tussen de 0.01 n 265 gCO<sub>2</sub> / kWh moet liggen) (Ministerie van IenW, 2024). Net zoals de andere modaliteiten is er dus een noodzaak om de fossiele brandstoffen te vervangen voor een schoner alternatief. Voor de binnenvaart zijn er ook verschillende mogelijkheden, waaronder: elektrisch, waterstof & biobrandstoffen.

- Wat heeft de verplichting van emissielabel B door de regering voor schepen als effect op de binnenvaart?
- Welk alternatief voor diesel gaat het snelst voor grote CO<sub>2</sub> reductie zorgen in de binnenvaart?
- Op wat voor termijn zou dit alternatief dan op grote schaal geïmplementeerd in de binnenvaart kunnen zijn?
  - 5 jaar
  - 10 jaar
  - 15 jaar

- Meer dan 15 jaar
- Bij benadering, hoeveel procent emissie uitstoot zou dat ongeveer opleveren?
- Zijn maatregelen in de binnenvaart generiek toepasbaar of zit er een groot verschil tussen bijvoorbeeld bulk & container vervoer?

#### Transitie

Voor de binnenvaart lijkt de transitie naar zero-emissie heel lastig. Er is sprake van veel vergrijzing binnen de sector, wat minder snel leidt tot nieuwe investeringen. Verder zijn de levensduren van schepen erg lang in vergelijking met vrachtwagens (tot wel >50 jaar). Hierdoor is de omloop van nieuwe schepen erg traag, alhoewel de motoren wel makkelijker vervangen kunnen worden. Hiermee zou men zich de vraag kunnen stellen of het zin heeft om stapsgewijs te innoveren in de scheepvaart, of te wachten tot zero-emissie en het dan in 1 keer goed te doen.

- Binnen de binnenvaartsector is voldoende draagvlak om te innoveren
- Gaat het stapsgewijs minderen van emissies de toepassing van zero-emissie vaartuigen op de binnenvaart vertragen?

#### Exogene factoren

De binnenvaart is de sector die misschien wel het meest al te maken heeft met de effecten van de klimaatveranderingen. De waterstanden van de rivieren zijn bijna het hele jaar door in het nieuws. In de zomer zijn de waterstanden bijna te laag om te kunnen varen en is de doorstroming van schepen zeer beperkt en in de wintermaanden is het water te hoog. Echter, dit is niet de enige exogene factor. Binnen de binnenvaart, zoals gezegd, is er nogal sprake van vergrijzing. Oude schippers gaan met pensioen en er staat geen nieuwe generatie klaar, wat gaat leiden tot geschatte tekorten van 20.000 schippers in 2030 (Nieuwsblad Transport, 2023).

- Gaat de capaciteit en het marktaandeel van de binnenvaart omlaag door de effecten van de verandering van het klimaat?
  - Hoeveel zou de capaciteit verminderen?
- Is het personeelstekort echt zo'n groot probleem voor de binnenvaart?

#### Afsluiting

- Wat is volgens u de meest ideale emissie-loze toekomstvisie voor de binnenvaart?
- Zijn er nog meer interessante ontwikkelingen die van toepassingen kunnen zijn op de corridor voor de binnenvaart?





## Interview Statistics

In this Appendix, the data from the Interviews will be presented. First, Table G.1 introduces which topics are discussed with which expert. An 'X' indicates that a topic is discussed with the expert.

**Table G.1:** Topics discussed with the experts

#Expert	General	Modal Split	Digitalisation	Road Transport	Rail Transport	Barge Transport
1	X	X	X	X	X	X
2	X	X				X
3	X	X	X	X		X
4	X		X	X		
5	X	X	X		X	
6	X	X	X	X		X
7	X	X	X	X		X
8	X	X	X		X	
9	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X			X
11	X	X	X	X		

Then the expertise level of the expert is shown in Table G.2.

**Table G.2:** Expert level of the experts

#Expert	General	Modal Split	Digitalisation	Road Transport	Rail Transport	Barge Transport
1	4	5	5	5	5	3
2	4	3	n/a	n/a	n/a	5
3	5	3	3	5	n/a	3
4	3	n/a	3	5	n/a	n/a
5	5	5	3	n/a	5	n/a
6	4	4	4	4	n/a	4
7	4	4	4	3	n/a	3
8	4	4	3	n/a	5	n/a
9	4	5	4	4	4	4
10	4	n/a	2	n/a	n/a	5
11	4	3	3	3	n/a	n/a

Then, the experts are asked to give feedback on statements on a scale of 1-5. If a statement was not discussed with an expert, or no answer was given, a '-' is stated in Table G.3. The following 10 statements were discussed:

1. De transportsector haalt de doelstellingen voor 2030
2. De transportsector haalt de doelstellingen voor 2040
3. Het reduceren van vrachtvervoer is essentieel voor het behalen van de emissiedoelstellingen
4. Het is zeer waarschijnlijk dat we minder gaan vervoeren
5. Wegvervoer zal zo ontwikkelen dat het minder uitstoot dan de binnenvaart
6. Het verduurzamen zorgt voor een modal shift naar het wegvervoer
7. Er is een vorm van dwang nodig dat bedrijven gaan samenwerken
8. Autonoom rijden heeft zeker voordelen, maar leidt niet tot deze grote reductie
9. Het is aannemelijk dat alle treinen elektrisch worden
10. De binnenvaart heeft voldoende draagvlak om te innoveren

**Table G.3:** Expert answers to the statements

	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4	Expert 5	Expert 6	Expert 7	Expert 8	Expert 9	Expert 10	Expert 11
S1	1	-	1	-	2	2	2	-	4	1	1
S2	1	4	1	-	3	2	2	-	4	4	3
S3	5	4	5	-	5	5	5	-	4	2	3
S4	2	3	2	-	3	4	4	-	2	2	2
S5	4	-	-	-	2	4	3	-	4	-	-
S6	3	-	3	-	2	3	3	3	2	-	-
S7	-	-	5	-	1	2	2	2	2	1	2
S8	4	-	4	4	-	5	3	-	4	-	-
S9	-	-	-	-	2	-	-	3	3	-	-
S10	2	3	2	-	-	4	5	-	4	3	-

Lastly, as the results of all the experts are in, the following table shows the average, weighted average and standard deviation of the expert opinions regarding the different statements. The average is the average of a statement, is the total average of all answers of the experts. The weighted average is computed by multiplying the expert scores with the expert answers, divided by the total expert score of the topic related to the statement, for all experts that answered the statement. Lastly, the sample (unbiased) standard deviation is computed using excel.

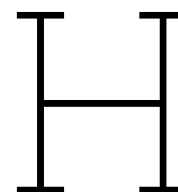
**Table G.4:** Expert answers to the statements

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
<b>Average</b>	1.75	2.67	4.22	2.67	3.4	2.71	2.13	4	2.67	3.29
<b>Weighted Average</b>	1.74	2.70	4.38	2.73	3.12	2.5	2.15	3.62	2.64	3.30
<b>Standard Deviation</b>	1.04	1.22	1.09	0.87	0.89	0.49	1.25	0.63	0.58	1.11

Table G.4 shows that for most statements, the differences between the average scores and weighted average scores are minimal. However, for statements S5 and S8 the values have a big difference. For S3 and S6 a considerable difference could be noticed, however smaller than the first two. For S3, one could therefore state that expert who rate their knowledge higher for about general decarbonisation, agree more with the importance of reducing total freight demand. For S5, S6 & S8, the experts rated with a higher expertise tend to disagree more with the statements, reducing in a lower weighted average.

Furthermore, the table shows the standard deviation. The standard deviations higher than 1.0 are discussed below. Firstly, S1, most experts are very pessimistic about reducing enough emissions in 2030. However, one expert did agree and gave a high score for this statement. Due to the low sample, this caused the high standard deviation. For S2 however, there was a varied response for the experts, from strongly disagree up to agree. This is therefore shown with the standard deviation being very high (1.22) on an average of 2.7. Regarding S3, most of the experts state that reducing the freight demand is necessary for achieving the reduction goals (however, they do not find it likely to happen). Expert 10 and 11 are more disagreeing with this statement as they state that if enough alternative fuels or energy is used, then it doesn't matter how much freight is transported. The opinions of these last two experts increased the standard deviation. Next statement to discuss is whether cooperation of transporting

companies has to be forced by the government which has a standard deviation of 1.25. Again, this is caused by the answer of one single expert with a different opinion due to the small sample. Expert 3 answered this statement with a '5' whereas other experts answered with 1 or 2. Without the answer of expert 3, the standard deviation would be around 0.5, but the answer of this expert increased the standard deviation. Lastly, *S10* also has a high standard deviation. This is likewise *S2* caused by the very different opinions of the experts and not due to one expert. This high deviation shows the uncertainty of the barge modality as discussed multiple times before. It shows the passive attitude of this modality towards innovation and change.



# Expert Interviews Transcriptions

During the research, experts were interviewed and the recordings of the interviews can be found in this appendix. The experts are listed per number. The transcription of the expert is indicated with: *E*: and *I*: is the indication for the interviewer. For every expert, his/her function is given and main field of expertise. The introduction of every interview is left out of the transcription due to personal information and not repetitive non-relevance for the study.

## Expert #1

Table H.1: Personalia Expert #1

<b>Function</b>	Sr. Business Consultant Logistics
<b>Expertise</b>	Multimodal Transport

### General

*I*: Laten we beginnen, als eerste heb ik wat doelstellingen over decarbonisatie van transport en stellingen over of we de doelen gaan halen. Wat zou u expertiseniveau zijn over algemene decarbonisatie van de logistiek.

*E*: 4.

*I*: De eerste stelling gaat als volgt: de transportsector gaat de nu gestelde emissiereductie doelstellingen voor 2030 halen, dat is dus 30% minder emissie op achterland transport en 35% minder emissies op nieuwe vrachtwagens t.o.v. 2019.

*E*: No way.

*I*: Dus dat is een zeer oneens?

*E*: Yes.

*I*: En dan dezelfde stelling voor 2040?

*E*: Heb je nog eens de doelstellingen voor 2040 voor mij?

*I*: Voor binnenvaart is de doelstelling dat 70% minder CO<sub>2</sub> moet worden uitgestoten t.o.v. 2015, nieuwe vrachtwagens moeten 90% minder uitstoten t.o.v. 2019 en wereldwijd moet er 90% minder worden uitgestoten t.o.v. 1990. Er is geen directe doelstelling voor het achterlandtransport.

*E*: Dat is wel een beetje tricky om daar rekening mee te houden.

*I*: Voor de verschillende modaliteiten is er dus wel een doelstelling gezet, en ik heb daarvan een beetje gemiddeld op 80% reductie van emissies op de corridor t.o.v. 2014.

*E*: Zeer oneens, dit is niet haalbaar, dus 1.

I: Zou je kunnen uitleggen waarom?

E: In het onderzoek naar 2030 hebben we al laten zien dat je in een heel gunstig scenario maar tot de helft komt, voor 2040 heb je dat de ingroei van elektrisch rijden veel sneller gaat, dat komt vanaf 2030 en gaat dan in een piek hard omhoog. Dat helpt, maar de binnenvaart moet ook van alles gaan doen en dan alleen met nieuwe voertuigen, dan blijft er ook een hoop oude rondrijden die ook veel uitstoten.

I: De tussendoelstellingen voor nieuwe vrachtwagens zijn 35% minder in 2030 en 65% minder uitstoot in 2035.

E: Dat gaat om nieuwe vrachtwagens?

I: Correct.

E: Dan ga je 80% nooit halen.

I: Ik heb de 5 strategieën van McKinnon behandeld waarbij de eerste het reduceren van vracht is, het tweede het switchen naar CO<sub>2</sub> vriendelijkere modaliteiten, de derde is het beter benutten van de assets en de vierde en vijfde gaan over het efficiënter maken van de voertuigen en het overstappen naar andere energie dragers. Mijn stelling is dan: Het reduceren van de vraag naar vrachtvervoer is in Nederland essentieel voor het behalen van de emissiedoelstellingen.

E: Ja helemaal mee eens.

I: En hoe waarschijnlijk is het dan dat we minder gaan vervoeren?

E: Ja helemaal niet, mee oneens.

I: Hoe zou dat wel behaald kunnen worden?

E: Of met dwang of met een of andere mysterieuze maatregel waarmee we gedragsverandering weten te realiseren?

I: Met dwang bedoel je regelgeving?

E: Ja wet-en regelgeving maar ook beprijzen en normeren, omgekeerde dwang kan ook, stimuleren. Het probleem is ook wat we hebben geconstateerd is dat de logistieke maatregelen allemaal te vrijblijvend zijn, daar ga je er niet mee komen. Enige reden dat vrachtwagens nu EURO VI zijn is niet omdat bedrijven dat graag willen dat is Europese wetgeving. Als het nu over minder vervoeren gaat, we kletsen wel allemaal over verduurzamen, maar als het over gedrag gaat van mensen en bedrijven dan zie je dat zelfs mensen en bedrijven die in de bubbel van verduurzamen zitten nog steeds allerlei gedrag vertonen wat daar compleet tegen in gaat. Of dat we zogenaamd dingen doen die duurzaam zijn maar wat nergens op slaat. Tijdje geleden ook studie van TNO over de ontwikkeling van het wagenpark van het personenvervoer. Zeker lease-auto's worden zeker elektrisch, maar ze zijn allemaal 3x over gedimensioneerd want het zijn allemaal van die grote SUV's. Dus de ontwikkelingen die je haalt met elektrisch rijden ben je direct weer kwijt omdat ze zo groot zijn en zoveel materiaal nodig hebben en energie vreet. Het zit helemaal niet in ons gedrag dat we hier iets zinvol mee doen.

I: Het zit dus totaal niet in ons gedrag om hier mee om te gaan.

E: Er zou een enorme gedragsverandering moeten plaatsvinden.

I: Als je zou moeten kiezen wat er dan aan reductie zou plaatsvinden aan vracht?

E: Ja dit zijn alleen maar positieve waarden, maar er komt alleen maar meer vracht, dus ik ga voor de eerste optie, zonder radicale maatregelen dan gaat er niets gebeuren.

I: Wat zouden dan radicale maatregelen zijn?

E: Ja dan zouden dat strenge normeringen moeten zijn. Je mag maar zoveel uitstoten en als je daar overheen gaat dan heb je een probleem. Dus als je denkt dat je een product moet importeren uit Zuid-Amerika dan moet je dat doen, maar dan mag je de rest van het jaar niets meer doen.

### Modal Shift

I: Dan gaan we door naar de tweede strategie, modal shift. Hier wordt al meer dan 20 jaar beleid op gevoerd. Als we kijken naar de corridor dan kan je zien dat er wel redelijk verplaatsingen van de weg zijn zeker naar de binnenvaart. De verdeling is hier dan ook 45% weg, 10% spoor en 45% binnenvaart.

E: Wat is ideaal?

I: Als je CO<sub>2</sub> uitstootwijze bekijkt voor 2040. Kijk 100% spoor is daarin natuurlijk ideaal, maar dat is niet realistisch, dus ook daar dan nog rekening mee houdend

E: Kijk het is wel zo, spoor is de meest duurzame modaliteit op dit moment. Tegen 2040 zal er een behoorlijk aandeel elektrische vrachtwagens rondrijden die TTW nul uitstoten. Dus puur op duurzaamheid zal ik zeggen. Hoog aandeel wegvervoer, Hoog aandeel Spoor en een vrij laag aandeel binnenvaart. Wat volledig indruist tegen alle modal split doelstelling

I: Ja mijn volgende vraag gaat daar ook over. De 2de strategie is het overstappen naar een modaliteit die minder CO<sub>2</sub> uitstoot natuurlijk, maar dat wil niet per se zeggen dat dat 1 richting is. Gaat het zo zijn dat het wegvervoer zo zal ontwikkelen dat het minder CO<sub>2</sub> uitstoot dat spoorgoederenvervoer en/of binnenvaart?

E: Dan binnenvaart sowieso wel, dan spoor weet ik niet. Maar als de ontwikkelingen zo door gaan dan wordt weg de vervanging. Op ontwikkeling van bijvoorbeeld stikstof is weg al schoner dan de binnenvaart.

I: En dan de stelling: Het verduurzamen van wegvrachtverkeer zorgt voor een modal shift naar het weg.

E: Ja dat denk ik wel, nu wordt natuurlijk het argument van de klassieke modal shift gebruikt dat het allemaal duurzamer is en weet ik het allemaal wel. Nu heeft het ministerie een programma van 60 miljoen. Maar als je even wacht dan kan je het allemaal achterwege laten want dan gaat het niet meer op.

I: Dus ben je het er mee eens?

E: Ja in beperkte mate

I: Is deze verschuiving dan ook een probleem of maakt dit niet heel veel uit?

E: Het modal shift programma van I&W wordt altijd verkocht alsof het om duurzaamheid gaat, maar er zitten ook andere dingen achter. Bereikbaarheid en schade aan de weg. Een vrachtwagen veroorzaakt veel meer schade dan een personenauto's. Bereikbaarheid is natuurlijk een issue, meer vrachtauto's op de weg zorgt ook voor meer congestie. Vanuit het ministerie is dit een ongewenst effect. Het is natuurlijk de vraag wanneer die vrachtauto's dan gaan rijden. Want er is ook nog zoiets als autonoom rijden, wat we zeker niet in paar weken of jaren voor elkaar hebben. Maar stel dat het komt en het gaat je lukken om vrachtverkeer, op langzamere snelheid en aparte rijstrook elektrisch te laten rijden midden in de nacht op een verlaten snelweg. Dan heb je echt geen enkel argument meer voor modal shift van weg naar iets anders.

I: Dat zal dan vooral ten koste gaan van spoor of binnenvaart?

E: Denk een mix van beide?

### Digitalisation

I: Dan gaan we naar de derde. Het optimaliseren van assets. Wat is je expertise niveau voor dit onderwerp?

E: Hoog

I: De beladingsgraad in Nederland nu ongeveer 45-50 procent en CBS laat zien dat ongeveer 27% van de voertuigkilometers leeg wordt gereden dus daar lijkt nog veel op de behalen. Er wordt nu veel onderzoek gedaan naar Physical Internet en Synchronodaliteit waarbij men hoopt dat er in de toekomst veel gebruik van kan worden gemaakt. Het delen van data is essentieel voor het slagen van deze logistieke operaties, maar dat ligt erg gevoelig want bedrijven zijn er niet zo happig op. Vandaar

de eerste stelling: Bedrijven zouden verplicht moeten worden meer samen te werken, want anders gaat Physical Internet niet plaatsvinden.

E: Hoe verplicht?

I: Dat zou dan regelgeving zijn vanuit de overheid. Bijvoorbeeld dat bedrijven verplicht op een platform moeten zitten. Of heb je meer zoiets dat de markt dit zelf moet regelen?

E: Een directe verplichting vanuit de overheid. Dat die tegen jou gaat zeggen dat je verplicht met iemand moet samenwerken?

I: Je hebt mensen die zeggen dat dit de enige manier zijn om dit zo te waarborgen.

E: Je kan dat wel zeggen, maar dat is nog steeds de vraag of dat enige kans van slagen heeft. Ik denk dat er wel een soort van verplichting moet komen, een soort van dwang. Een normering voor transport op de corridor dat mag max zoveel zijn. Succes en als je erover heen gaat dan heb je een probleem. Dan ga je zien dat als het keihard nodig is dat bedrijven over de grenzen van hun eigen toko gaan kijken en gaan samenwerken omdat ze er anders niet komen. Dat is een indirecte vorm van verplichting om samen te werken.

I: Maar dan gebaseerd op eigen initiatief vanuit de bedrijven omdat ze er anders zelf niet komen?

E: Ja, maar verplicht gaan zeggen van jij en jij gaan samenwerken dat gaat niet gebeuren. Dat zou ook een radicale verandering van het systeem zijn. Het moet gewoon een efficiënte werkwijze met lage kosten zijn en daarom wordt er ook vaak concurrentie gecreëerd. En vervolgens zien we dan dat er dan wat onhandig dingen gebeuren omdat er concurrentie is gecreëerd en dan zegt de overheid van jullie moeten even gaan samenwerken. Die partijen concurreren elkaar dood dus hoezo samenwerken, dat gaan ze alleen maar doen als ze daar een hele goede reden voor hebben.

I: Dus of met een heel goed business model, maar dat ligt er ook niet. Dan de volgende stelling: Physical Internet is zo'n grote verandering dat je het nooit werkelijkheid zal worden.

E: Deze is te algemeen en daardoor eigenlijk niet te beantwoorden. Het hele idee van Physical Internet is dat partijen assets gaan delen over de grenzen van hun eigen toko heen, waarbij ze onderling samenwerken en afspraken maken tot een veel efficiëntere inzet van assets en zelf voordeel van hebben. Gaat dat ooit helemaal werken, nee denk het niet, maar onderdelen daarvan wel. Heel zwart wit, als iedereen nu alleen werkt en bedrijven gaan een beetje samenwerken dan krijg je misschien van 100 bedrijven 6 clusters die wel samenwerken, maar die clusters onderling niet. Is dat dan ook Physical Internet? Het zou nog beter worden als ze allemaal samenwerken.

I: En als je dan kijkt naar synchronodaliteit, zie je daar dan wel heil in op de corridor. Een container moet van punt A naar punt B en op punt A word dan bekeken hoe de container het snelst op punt B komt zonder dat er van te voren al helemaal een pad gereserveerd is.

E: Synchronodaliteit word al wel toegepast en zeker wel op de corridor.

I: Is dat de wel synchronodaal transport of is dat intermodaal transport?

E: Synchronodaal, maar dan wel op een hele specifieke manier. Je hebt een vervoerder, die doen het al. Maar die doen het omdat ze controle hebben over alle schakels die je daarvoor nodig hebt. Ze hebben een deep-sea terminal, ze hebben transporten of hele nauwe contacten die transport doen en ze organiseren zelf voor en na-transport. Oftewel hun manier van samenwerken is zorgen dat je het allemaal in je eigen toko voor elkaar kan hebben. Maar synchronodaliteit wordt daarbinnen al wel toegepast, ze kijken vrij last-minute wat de beste manier is om hun containers te vervoeren via spoor binnenvaart of weg. Bij andere bedrijven die dit niet hebben lopen ze telkens tegen dezelfde issue aan. Dan moeten ze samenwerken en dat kunnen / willen ze niet. Verladings zitten in de weg omdat ze met tenders werken die 2 of 3 jaar vast liggen, dan moet dat met binnenvaart dan valt er niets te kiezen.

I: Kan synchronodaliteit tussen verschillende bedrijven dan wel een toekomst hebben op de corridor of is dat meer zoiets als deze vervoerder dan het alleen kan als je zelf de hele keten van transport onder de knie hebt?

E: In theorie is het een goede oplossing, maar voor nu is het allemaal te moeilijk en teveel gedoe en willen ze geen data delen. Dus er is weer een vorm van dwang nodig zodat ze dit gaan doen?

I: Heb je dan kans op een soort monopoly op deze corridor?

E: Als er een partij is die tegen hele lage kosten een modaliteit kan opereren dan zou het hem worst zijn dat de regio lekker synchromodaal is dus nee niet per se

I: Gaat synchromodaliteit groter worden toegepast met meer samenwerking tussen de bedrijven dan alleen deze eigen vervoerder?

E: Misschien dat er meer partijen zullen komen, maar het zit de huidige manier van werken enorm in de weg. En het is lekker vrijblijvend. Als het leuk is dan doe je het, zit het tegen dan kap je er weer toch mee

I: Dan ga je weer richting die dwang

E: Hetzelfde voor de PI en synchromodaal, de hele corridor gaat er nooit gebruik van maken

I: Laten we dan door gaan naar de beladingsgraad. Met name in het wegvervoer is er een lage beladingsgraad, zijn er hier verbeteringen mogelijk om dit getal omhoog te krikken, of kan je hier eigenlijk niet zoveel mee doen. Bijvoorbeeld omdat een vrachtwagen met zand vol rijdt van punt A naar B, maar terug zonder zand rijdt en dus leeg is.

E: Met synchromodaliteit gaat de beladingsgraad niet omhoog. Theoretisch zou het ten voordeel van spoor en binnenvaart gaan waardoor de beladingsgraad daar wat omhoog gaat, maar niet binnen het vrachtverkeer. Dan moet je echt kijken naar ander maatregelen zoals bundelen en weer meer samenwerken. Daar zijn partijen ook wel mee bezig

I: Maar er zit natuurlijk ook een max aan. Wat zou de winst kunnen zijn als bedrijven gaan bundelen.

E: Daar kan ik moeilijk antwoord op geven. Er zijn allerlei redenen waarom de beladingsgraad zo laag is. Wat je ziet is dat mensen die met dit onderwerp bezig zijn een beetje oogkleppen op hebben en die vinden het dan onzin dat de beladingsgraad zo laag is. Het is dan toch veel efficiënter als het veel hoger is? Ja dat klopt wel, maar die vrachtwagen rijdt omdat de spullen in die vrachtwagen nodig zijn voor een ik zeg maar wat productieproces. Dus voor die verlader is het veel belangrijker dat die spullen er rechtstreeks op tijd zijn en dat die vrachtwagen dan leeg terug rijdt, dat interesseert ze niet zolang die vrachtwagen maar weer op tijd terug is voor een nieuwe lading. Dus dat die continue 50% leeg rijdt, nou en. Dat vinden ze eigenlijk wel prima.

I: Als je dan kijkt naar de lege voertuigkilometers, dan is dat hetzelfde verhaal in dat geval

E: Nee want als ze dan op de weg terug iets van een andere partij meenemen wat vlakbij de eindbestemming ligt, dat is alleen maar gedoe en risico op verstoring in hun eigen keten. Als die keten belangrijk genoeg is waarom zouden ze dan risico's nemen. Dus deze elementen spelen allemaal. En leegrijden is ook gewoon goedkoop. Dus wil je dat tegenhouden, dan moet er een vorm van dwang komen. Beprijzen bijvoorbeeld. Als het maar duur genoeg wordt om lege vrachtwagens rond te laten rijden dan gaan ze er wat op verzinnen, maar anders who cares.

I: Dus tot nu toe samenvattend is dat er een vorm van dwang nodig is, door bijvoorbeeld een CO<sub>2</sub> taks

E: Ja en uit eerdere onderzoeken van TNO en van Topsector Logistiek en gesprekken met bedrijven zelf zeggen ze ook van we willen wel, maar we doen het niet. Want het doel is om winst te maken en activiteiten te vergroten. Voorbeeld, een binnenvaart bedrijf is wel goed bezig met het efficiënter en zuiniger maken van hun schepen, met marginale CO<sub>2</sub> winst als gevolg. Maar als er dan een klant met een grote order komt dan varen er wel opeens weer vier schepen meer. Dus per schip marginale winst, maar wel 30% meer uitstoot omdat je extra business meepakt dus netto toch weer negatie onder de streep. De allerbeste maatregel is zo min mogelijk logistiek, zo min mogelijk activiteiten en zo min mogelijk transport, dat is de beste manier van minder uitstoten. Het is de business van bedrijven en dienstverleners om die logistieke diensten aan te bieden en uit te voeren. Het is dus helemaal niet in hun belang om dit te doen, maatregelen kosten geld en het is niet in hun business model om minder te vervoeren.

### Road Transport

I: Laten we dan nog even gaan kijken naar het efficiënter maken van de verschillende modaliteiten te beginnen bij het wegvervoer. Ter vervanging van de diesel heb je drie mogelijkheden, allereerst



natuurlijk de BEV die zeker op korte afstand al wel aanwezig zijn, maar op lange afstand nog niet. Het introduceren van deze voertuigen gaat wel extra vraag opleveren naar laadinfrastructuur en het gaat ten koste van de laadvermogen van de vrachtwagens omdat die batterijen zo zwaar zijn. Een van de bedachte oplossingen hiervoor is de introductie van Electric Road Systems. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van bijvoorbeeld een bovenleiding en pantograaf, welke alleen voor vrachtwagens zou werken. Maar ook een inductiestrip in de weg waarbij personenauto's ook kunnen aansluiten. Uit studies blijkt dat er een hoog reductiepotentieel is van wel 60-70%. Daarnaast heb je ook nog waterstof. Het op grote schaal produceren van waterstof is nog niet mogelijk en ook erg inefficiënt. Echter, het is wel een manier om energie op te slaan. Het zou volledig CO<sub>2</sub> vrij kunnen zijn als het volledig met groene stroom is opgewekt. Daarnaast heb je dan ook nog biobrandstoffen. Als je moet aangeven hoe je denkt dat het vrachtverkeer gaat ontwikkelen, zou dat dan elektrisch, waterstof, biobrandstof of een mix worden?

E: Ik zou dan zeggen volledig zeggen elektrisch. Waterstof heel misschien op een niche van lange afstanden of voertuigen die de hele dag rondrijden. Biobrandstoffen misschien op korte termijn een beetje.

I: Voor elektrische vrachtwagens kan het dus wel interessant zijn om te kijken naar ERS. Zou dit mogelijk zijn om in Nederland te implementeren?

E: Ik heb me er nooit heel erg in verdiept, maar ik heb er wel een hard hoofd in dat het wat gaat worden. Het voordeel van een vrachtwagen is dat het dus extreem flexibel is dat ding kan overal rijden, lukt het op die route niet dan wel op die route. Je zou willen dat andere modaliteiten die flexibiliteit hadden. Dat ERS systeem krijg je natuurlijk maar op een paar corridors.

I: Het is niet dat het alleen maar rijdt op die stroom maar dat het kan opladen tijdens het rijden

E: Ja maar het zijn dan wel voertuigen die daarop gebaseerd zijn met een kleinere batterij, dan moet je een heel systeem en allemaal infra aanleggen, dus heb daar wel mijn twijfels bij.

I: Maar juist een corridor is toch een mooie infrastructuur om dit aan te leggen?

E: Voor de corridor is dit wel een interessant perspectief, maar de voertuigen die daar rijden, rijden niet alleen maar op de corridor. Dat zullen er hooguit een paar zijn die continue pendelen. Maar de meeste rijden de ene dag hier en de andere dag daar.

I: Maar stel het wordt wel geïmplementeerd, wat zou dan de toepassingspercentage worden?

E: Laag

I: En hoe kijk je dan naar waterstof?

E: Waterstof geloof ik niet in, dat is een veel te duur inefficiënt concept. Alleen voor specifieke niches zou het kunnen. De opslag van stroom, dat is handig. Maar voorlopig zit de hele Nederlandse industrie nog te schreeuwen om waterstof dus waarom zou je het in een vrachtwagen stoppen.

I: Ik had ook nog wat vragen over autonoom rijden. Ik had nog niet bedacht dat dit bijvoorbeeld 's nachts een mooie manier was om dit te doen. Volgens studies valt er hier veel te behalen, oplopend tot wel 22.5% onder ideale omstandigheden. Herken je je in deze cijfers?

E: Hier hebben wij jaren geleden al onderzoek gedaan, maar deze percentages zijn veel te hoog

I: Dus de stelling Autonoom rijden heeft zeker voordelen maar leidt tot niet grote voordelen, daar ben je het mee eens?

E: Het helpt zeker wel, maar de opbrengsten zijn marginaal. Als jij een autonome vrachtwagen 's nachts over een lege snelweg laat rijden dan hoeft die niet per se 80 km/h te rijden, dat zou ook 50 km/h kunnen zijn. Omdat je dat ding digitaal aanstuurt zou je het een rijprofiel mee kunnen geven zodat het zo optimaal mogelijk rijdt. Als er een chauffeur inzigt in een voertuig die langzaam optrekt en alleen maar 50 rijdt, dat is heel vervelend. Maar dat zou nu niet zijn dus dan kan je het helemaal uitzoeken hoe dat ding zou moeten rijden.

I: Dat zijn dan nog steeds marginale percentages?

E: Dat zou in de richting van marginaal zijn, maar energie verbruik tussen 50 en 80 gaat exponentieel, dus daar valt nog veel op te winnen

I: Zijn er binnen het wegvervoer nog andere maatregelen die nog niet gevraagd zijn die zouden kunnen helpen?

E: Waar we nu zelf ook mee bezig zijn is digitalisering van de logistiek zodat mensen ook over de grenzen van hun eigen bedrijf gaan samenwerken

I: Dat is daar meer op het optimaliseren van assets? Daar zit meer potentie in dan op brandstof?

E: Daar zit aardig wat potentie in. Maar kijk Elektrisch rijden is by far de meest effectieve maatregel, mits de stroom ook groen is. We hebben ook studies gedaan naar de introductie van elektrische vrachtwagens, maar dat gaat heel langzaam, veel langzamer dan zou moeten. Maar hoe het wagenpark er in de toekomst uit komt te zien kan je beter aan een andere expert vragen.

### Rail Transport

I: Laten we door gaan naar het spoorvervoer. De eerste vraag is een beetje een specifieke vraag, hoeveel capaciteit is er nog voor treinen op de Brabantroute. Hoeveel goederentreinen rijden er ten opzichte van de hoeveelheid die er zijn.

E: Oeh dat is een lastige omdat het een combinatie is met personentrein vervoer. Je zou hierbij naar de IMA kunnen kijken. De Integrale Markt Analyse, daar zou je dit soort cijfers kunnen vinden.

I: Goede, bedankt dat zal ik hier eens naar kijken. Een gelijkwaardige vraag is dat het ook onduidelijk is wat de verhouding tussen diesel en elektrische treinen is op de corridor, kan je daar een schatting over geven?

E: Op de long-haul rijdt bijna alles elektrisch

I: Gaat het dan richting de 100, 95%?

E: Minimaal 90% wel, maar voor de zekerheid zou je dit nog bij andere stakeholders kunnen navragen. Bij spoor zit de grootste verduurzaming bij de first and last mile bij de terminal waar geen bovenleiding zijn en nu veel diesel locs gebruikt worden. Er worden ook wel nieuwe onderzoeken gedaan met bijvoorbeeld een loc die op de long haul elektrisch rijdt met batterijen aan boord zodat de korte rangeerafstanden op de batterijen gedaan kan worden.

I: Want het is niet mogelijk om alles te elektrificeren?

E: Nee bij terminals gaat dat niet met laden en lossen, en bij de andere plekken waar het nog niet is is het nu heel duur om aan te leggen.

I: Deze hybride versie zou dus de vervanging kunnen zijn van de diesel locs, en hoe kijk je dan bij spoorvervoer naar waterstof?

E: Er was een project naar waterstof met persoonstreinen in Groningen, maar dat lijkt het ook niet te worden, dus ik zie daar niet veel in.

I: Een andere Europese regelgeving gaat over het verlengen van de treinen, van 740 meter in 2030 naar 830 meter in 2040. Ligt er een grens aan wat de treinen kunnen halen in Nederland?

E: Kijk er zijn onderzoeken naar treinen naar 1000 meter en 1500 meter, voor treinen zelf is dat geen probleem. Maar het probleem is de infrastructuur die dat nog niet aankan, dus daar moeten dan echt veel aanpassingen aan worden gedaan. En het tweede, je moet natuurlijk genoeg lading hebben anders heeft het geen zin om die treinen te gaan verlengen. Die 740 meter treinen krijgen we in Nederland eigenlijk al nauwelijks fysiek voor elkaar. Maar in de werkelijkheid krijgen we niet genoeg vracht, dus rijden ze vaak korter. Het is dus een beetje wishfull-thinking om te zeggen dat het efficiënter is om die treinen maar langer en langer te maken.

I: En als je dan kijkt naar de belading van containers, kan dat nog beter ingevuld worden, zoals het verhogen van de beladingsgraad met vrachtwagens?

E: Hoe bedoel je?

I: Nou er word nu ongeveer 10 ton / TEU vervoerd op het spoor. Maar de theoretische max is 21 ton. Zijn er andere beperkingen (zoals volume) die dit bijvoorbeeld voorkomen of zou het nog beter beladen kunnen worden? Als je puur naar de cijfers kijkt dan is de beladingsgraad van zo'n container niet zo hoog, maar zijn er oplossingen of moeten we het hier mee doen?

E: Nou dit onderwerp komt regelmatig terug, ook over die beladingsgraad van wegvervoer. Je kan beladingsgraad in allerlei verschillende manieren uitdrukken, tonnage, volume en m<sup>2</sup> oppervlakte, dus ook die percentages in het wegvervoer is de vraag hoe je die moet interpreteren. Als je een vrachtwagen met piepschuim vervoerd dan is het qua volume heel veel maar qua gewicht niet, dus dat is heel moeilijk te zeggen

I: Worden er dan ook nog veel lege containers vervoerd?

E: Bij voorkeur worden de lege containers met de goedkoopste vorm van transport vervoerd, dus dat is binnenvaart

I: Zijn er nog andere logistieke maatregelen denkbaar die emissie reductie in spoorgoederenvervoer zouden stimuleren?

E: Het spoor is op dit moment de meest duurzame modaliteit. Er zijn ook mensen die denken, als het wegvervoer maar elektrisch word dan is het CO<sub>2</sub> probleem opgelost. Wij denken op termijn dat de aandacht zal verschuiven van het reduceren van CO<sub>2</sub> naar het minimaliseren van Energie. We hadden het er net ook een beetje over, alles moet maar elektrische worden maar de vraag is waar komt die energie vandaan want er komt een tekort aan groene energie

I: In Nederland zou nu 40% van de stroom groen zijn, volgens milieucentraal (edit: Dit bleek te gaan om energie verbruikt bij huishoudens. Het totale aandeel in Nederland is volgens het CBS in 2022 ongeveer 15%.)

E: Ja maar de vraag naar elektriciteit gaat natuurlijk heel hard stijgen als de transportsector ook elektrisch wordt. De groene stroom capaciteit gaat niet zo hard mee, dus de verwachting is dat je erg veel te kort wordt. En stel je hebt genoeg dan is nog steeds de vraag, hoe voorkom je zoveel mogelijk het gebruik van energie en de efficiëntie van spoor is vele malen beter dan van wegvervoer, staal op staal is veel minder weerstand. Dus nu is de het spoor het meest duurzame, en op termijn is het ook in verhouding het beste energie wijs. Maar het spoor te laten groeien is achterlijk moeilijk, een systeem van 100 jaar geleden en extreem star en ingewikkeld niet flexibel

I: Als je dan 1 grote reden moet aanwijzen waarom het spoor zou lastig groeit, hoe zou je dat dan uitleggen

E: Als we deze tafel waar we nu aan willen zitten willen verplaatsen, dan heb je binnen een uur een vrachtwagen voor de deur staan en is het vanavond bezorgd. Wil je het met de trein verplaatsen dan moet je dat een half jaar van de voren aanvragen en een treinpad regelen. Dan moet je nog een loc regelen en capaciteit op de terminal, overal inframanagers en ze werken niet of nauwelijks samen. Als het fout gaat dan gaat het verschrikkelijk fout, zonder informatie

I: En een vaste dienstregeling voor treinen is hier dan niet een oplossing voor?

E: Die zijn er wel, maar een trein rijdt eigenlijk alleen maar als die vol is, als die niet vol is dan verdien je er geen geld aan dus stoppen ze ermee. De trein die rijdt, die zit al vol, dus daar kan je product niet meer mee. Als je iets extra's wil dat gaat eigenlijk niet, tenzij je het volume hebt voor een nieuwe trein, maar dat heeft bijna niemand

I: Ja zeker niet op korte termijn, misschien inderdaad op lange termijn wel

E: Het organisatievermogen van die sector is hopeloos

I: Maar door middel van bundelen en meer samenwerken zou je dit deels kunnen tackelen.

E: In theorie, maar wat je ook hebt is dat heel veel goederen fixed op een modaliteit zitten. Zo'n modal shift programma van IenW is in dat geval ook kansloos. Maar die grote getallen gaan helemaal nergens over. We hebben een tijd geleden zitten kijken wat de waarde van data in de logistiek is, als je dus gaat delen waar heb je het dan over. Waar we toen achter kwamen was dat namelijk de binnenvaart keten van Rotterdam – Veghel, als je dan weet hoeveel verstoringen er zijn enzo. Weten ze dan of er

ploegen klaar moeten staan en dan kon je het schip live volgen zodat je weet hoelaat ze klaar moesten staan. Daar kwam gewoon uit dat 80% van de containers die naar Veghel gaan die staan meer dan 5 dagen in de terminal voor ze doorgaan naar de klant. Dus die terminal fungeert meer als buffer en voorraad positie voor containers en als ze die dan afroepen dan staat die binnen 45 minuten bij de warehouse. Dus het enige wat ze willen weten is of er constant 5 containers klaar staan die ze kunnen afroepen als dat nodig is. Heel het traject daarvoor met alle vertragingen dat interesseert ze niet daar werken ze niet mee. Op het moment dat ze het willen hebben dan hebben ze het binnen 45 minuten. Die hebben de hele onbetrouwbaarheid van de modaliteit, zelfde voor het spoor van Tilburg, helemaal ontkoppeld met alle ellende die daar zit door een voorraad positie te creëren op de terminal die dichtbij zit. En daardoor werkt het en kunnen ze goedkoop gebruik maken van deze modaliteit. Een partij die standaard wegvervoer gebruikt en dat gewend is ja die hebben niet zulke grote vertragingen. Daar hoeft je niet mee aan te komen dat je andere modaliteiten hebt met soms vertragingen van 72 uur. Je ziet al dat de systemen vastgeklonken zitten en niet flexibel zijn. Sommige bedrijven kunnen er mee werken, maar ook veel niet daar kun je aan trekken maar dat werkt niet.

I: Nee zeker niet voor bedrijven die dan afhankelijk zijn van betrouwbaarheid en snelheid.

E: Daarom is modal shift ook zo akelig lastig.

I: Ja op deze corridor heb je het dan nog enigszins goed voor elkaar, maar in de rest van Nederland loopt daarop minder te halen.

E: Ja de corridor Rotterdam – Venlo is natuurlijk een hele specifieke corridor, met dikke vervoersstromen, maar ook die zitten redelijk vastgeklonken op de modaliteiten.

I: Er valt dus weinig te halen op de corridor.

E: Dat spoor kan gebruikt worden omdat de bedrijven hun supply chain zo hebben ingericht dat ze met dus bijvoorbeeld die buffers er gebruik van kunnen maken en zo om kunnen gaan met de gekkigheid met het spoor. Wat er dus nog te verschuiven is, ik denk niets.

### Barge Transport

I: Ik heb nog wat binnenvaart vragen die ik ook nog snel graag even zou willen behandelen als je nog tijd hebt. Welk alternatief zou dan in de binnenvaart het meest plausibel zijn.

E: Binnenvaart weet ik iets minder van, dus daar zou je ook nog andere mensen naar moeten vragen, maar wat we bijvoorbeeld in andere studies zagen is dat er in de komende jaren de binnenvaart eigenlijk niets doet, ook niet op technische maatregelen. Er gebeurt wel wat aan motoren, maar dat zit allemaal op motoren die weinig invloed hebben op CO<sub>2</sub> en meer op NOx en fijnstof. Ook belangrijk. De binnenvaart heeft echt een enorme opgave om wat aan de CO<sub>2</sub> uitstoot te gaan doen.

I: Ja dan komen we ook uit bij een van mijn stellingen: Binnen de binnenvaart is voldoende draagvlak om te innoveren.

E: Grote probleem met de binnenvaart is dat de schepen en motoren achterlijk lang mee gaan. Er zijn schepen die in de logistiek al 60 70 jaar mee gaan. Daar zetten ze een keer een nieuwe motor in en dan gaat die weer jaren mee. Dan heb je dat het overgrote deel van de binnenvaart zijn 'papa/mama-bedrijven'. Als die echt een grote investering moeten dan, dat gaat helemaal niet.

I: Je zegt zelf ook al dat de innovatiesnelheid heel laag ligt, omdat dit zo laag ligt, werkt dat dan tegen naar het zero-emissie gaan. Of kan de binnenvaart zo lang mogelijk wachten en dan in 1x goed innoveren en al de tussenvormen weglaten.

E: Er zit wel wat wet en regelgeving aan te komen.

I: Ja schepen in 2030 moeten dan verplicht een emissielabel B hebben.

E: Ja maar wat voor opgave ze daar aan hebben en tot wat voor reductie dat leidt dat weet ik niet.

I: Dan zijn er ook nog wat exogene factoren die een invloed hebben op de binnenvaart zoals klimaatproblemen en personeelstekort, je ziet het steeds vaker voorkomen dat de waterstanden veel te laag zijn of juist weer veel te hoog. Heeft dit effect op het marktaandeel van de binnenvaart?

E: Ja in 2018 had je een periode dat er gewoon echt niet meer gevaren kon worden en in 2022 was het weer feest en je ziet op de bovenrijn dat er structureel dat het aandeel binnenvaart afgenomen is en daar profiteert het spoor dan van.

I: Die shift gaat vooral van binnenvaart naar spoor?

E: Ja, als dat nog vaker optreedt en nog erger wordt dan gaat dat niet meehelpen.

I: En hoe erg gaat het personeelstekort dan een rol spelen binnen het wegvervoer?

E: Ja dat geldt net zo goed voor de binnenvaart als voor het wegvervoer, dat personeelstekort zie je echt overal.

I: Gaat dat impact hebben en in welke zin?

E: Ja dat als je spullen wilt vervoeren dat er niemand is om die spullen te vervoeren. Daarvoor is dus ook een belangrijke reden om aan zelfrijdende vrachtwagens te werken. Dat is een manier om het tekort aan personeel op te vangen. Het is er nu al en het word alleen maar erger. Maar dat geldt ook voor spoor. Binnen 10 jaar gaat een groot deel van de machinisten met pensioen en ze kunnen bijna geen jongen mensen krijgen die een keer machinist willen worden. Dus ze zijn ook met ATO bezig, (Automated Train Operations) zelfrijdende trein, dat heeft meerdere voordelen, maar 1 daarvan is dat je minder personeel nodig hebt.

I: Dat is dan ook een van de hoogste drijfveren om dus met autonoom rijden bezig te zijn

E: Ja.

I: Zou er dan ook meer geld naar dit soort onderzoeken gaan in de toekomst? Of is de overheid hier niet zo happig op.

E: De overheid is hier niet zo mee bezig.

I: Als afsluiting, zijn er in de binnenvaart nog andere logistieke toepassingen voor de emissiereductie bedenikbaar?

E: Nou je hebt natuurlijk in de binnenvaart een paar schepen die elektrisch varen, dat ZES systeem en waterstof schepen. Met allemaal hypermoderne systemen. Maar wat ik ervan hoor is dat het stiekem nog helemaal niet zo goed werkt allemaal. Het is het allereerste beginnetje. Het voordeel van de binnenvaart is wel dat er op de vaarwegen nog veel capaciteit beschikbaar is. In de havens echter niet, daar is het alleen maar kommer en kwel. Wachttijden die enorm lang zijn. Ik weet het niet. Ik heb een hard hoofd in de binnenvaart. Ook dat is een hele conservatieve markt met veel papa/mama bedrijven en weinig investeringmogelijkheden. Niet innovatief.

I: Sterft het dan een beetje uit?

E: Nee dat zal ook weer niet, je kan er natuurlijk nog wel enorme volumes mee vervoeren, waar toch enorm veel vrachtwagens voor nodig zijn om dat te vervoeren dus de binnenvaart zal echt wel blijven, maar goed wat ik al zei. Als vrachtwagens autonoom in de nacht rijden. Dan heb je er wel veel van nodig maar als iedereen toch ligt te slapen, wat maakt het dan uit.

I: Ja dan heb je er wel veel nodig maar het gaat ook een stuk sneller.

### **Closing of the interview**

## Expert #2

**Table H.2:** Personalia Expert #2

<b>Function</b>	Researcher Sustainable Navigation
<b>Expertise</b>	Navigation & Logistics

### General

I: Laten we beginnen met de algemene doelstellingen, waarvoor ik dan ook de eerste stelling heb: De transportsector gaat de doelstellingen voor 2030 halen

E: Als ik me dan beperk tot de binnenvaart, volgens mij zijn er voor de binnenvaart nog niet per se doelstellingen voor 2030, dus die ga je dan altijd halen. Voor 2040 zijn er ook geen binnenvaart doelstellingen volgens mij

I: Nou, ik had daar wel wat doelstellingen voor gevonden. Ze zouden dan graag zien dat binnenvaart schepen 70% minder uitstoten dan nu? Wordt dat erg lastig om te halen?

E: Weet ik niet, technisch is het waarschijnlijk wel mogelijk dit te bereiken. Voor die 30% emissie reductie voor achterland transport in 2030, gebruik een blend van biodiesels in de binnenvaart schepen en dan ga je de goede kant op. Voor 2040, die 70%. Ook dat kan technisch, stimuleer de ingroei van elektrisch schepen, doe dat allemaal dan ben je er. De vraag is of er een maatregel pakket komt die het voldoende stimuleert dat het daadwerkelijk gebeurt.

I: Doel je dan op een soort dwang of dat niet echt?

E: Nee dan bedoel ik echt een maatregelpakket. Dus technisch is het haalbaar, maar dan is de vraag of de juiste randvoorwaarden worden gecreëerd om het te halen. Dat is volgens mij het belangrijkste

I: Dan ga we door naar de eerste strategie. De meest duurzame vorm van transport is niet transporteren uiteindelijk, dus om de emissiedoelstellingen te halen is het essentieel dat er minder getransporteerd wordt in Nederland. Ben je het daar mee eens?

E: Het maakt het makkelijker. De vraag is of je er ook op kan sturen. Dat is denk ik heel lastig want je hebt altijd een vraag naar goederen. Dus ik vraag me af of het heel realistisch is dat je vraag naar goederen gaat verminderen.

I: Ja er wordt over het algemeen vanuit gegaan dat dit samen gaat met economische groei en dat is iets wat wel altijd wordt nagestreefd en daardoor wordt er ook vaak meer getransporteerd

E: Ja ik denk dat het lastig is om te realiseren.

I: Dus het is heel misschien mogelijk, maar zeer onwaarschijnlijk dat het ook daadwerkelijk gebeurt denk je?

E: Ja

I: En als ik dan vraag naar een potentieel haalbaar reductiepercentage, zeg je dan dat er eerder alleen maar meer vervoerd zal worden?

E: Nee dat zeg ik niet, dit is ook niet mijn expertise, dus hier heb ik geen mening over

### Modal Shift

I: Prima, als ik kijk naar de modal shift voor de corridor. Op de huidige binnenlands vervoer op de corridor is de huidige modal split 45% weg, 10% spoor en 45% binnenvaart. Dus een relatief hoog percentage voor de binnenvaart. Als we dan gaan kijken naar de ontwikkelingen van wegvervoer, spoor en binnenvaart. Wat is dan qua duurzaamheid als we kijken naar CO<sub>2</sub> uitstoot een ideale verdeling van de modal split om te vervoeren. Dus stel het wegvervoer verduurzaamt sneller, is het dan ook voordeliger om een groter aandeel per weg te vervoeren.

E: Vrij specifieke vraag, er zitten een aantal dingen in. Ten eerste, wat is het ontwikkelingspad per modaliteit en ten tweede als je het hebt over modal split of modal shift, dan heeft het niet zo heel veel

zin om naar de verdeling van het totale vervoer te kijken omdat er toch nog behoorlijk wat verschillen zitten onder de verschillende vervoerstromen.

I: Daarmee doel je op dat sommige vervoersstromen vastliggen per modaliteit?

E: Ja, je kan proberen om het vervoer naar bijvoorbeeld Chemelot per vrachtwagen te doen, maar de vraag is hoe realistisch dat is. Je hebt daar misschien ook al een competitief voordeel van de binnenvaart of qua spoor of zelfs pijpleiding, want die heb je ook nog. Ik vind dat een lastige. Als je kijkt naar het vervoer van gevaarlijke stoffen bijvoorbeeld, het vervoer per trein is goed qua emissies, maar je vervoert dan wel gevaarlijke stoffen door een stadskern. Maar je ziet dan ook weer vaak dat daarvoor wordt gekozen als de batches die vervoerd moeten worden te klein zijn om per binnenvaartschip te doen. Het is dus maar helemaal de vraag of dat kan. Dus bij modal shift kan je meer kijken naar containers dan naar de andere vervoersstromen. Dus wat is de verdeling van containers op de corridor?

I: Dat weet ik helaas niet uit mijn hoofd, maar je zegt dus dat daar meer de kansen liggen?

E: Ja dat is de echte vraag waar het interessant wordt voor de modal shift. De andere dingen liggen niet per se vast, maar de vraag is hoe realistisch het is om het anders te doen. In vloeistofcontainers allemaal? Dat is ook wel veel gedoe. Als je kijkt naar de uitruil tussen verschillende modaliteiten gaat het eigenlijk allemaal om containers. Dat was dan deel 1 van de vraag. Wat is dan ideaal, euhm dan kom je altijd op emissies, kosten en tijd terecht. Als je kijkt naar emissies, dan moet je eigenlijk ook het onderscheid maken tussen CO<sub>2</sub> en andere zaken

I: Daarmee doel je dan op stikstof (NOx) en fijnstof?

E: Ja, wat je nu ziet op het gebied van stikstof is dat de binnenvaart minder snel reduceerde dan bijvoorbeeld wegvervoer. Daar zijn nog wel een paar nuances over aan te brengen maar oké. Op CO<sub>2</sub> niveau is de huidige prestatie nog wel echt een stuk beter dan wegtransport. En ja er kan nog van alles gebeuren, maar dan kom je weer op de verschillende manieren hoe de modaliteiten kunnen ingroeien en dat is een lastigere vraag.

I: Prima, als we dan even kijken naar de verschillende modaliteiten, denk je dat weg dan wel sneller innoveert dan de binnenvaart? Dan hebben we het over lange afstandsvervoer, dus van Rotterdam helemaal naar Venlo en niet over de kleinere vrachtwagens binnen de stadslogistiek bijvoorbeeld.

E: Dat hangt er helemaal van af. Je kan heel goed ook verduurzamen in de scheepvaart. Waar kijk je naar. Kijk je naar de pure emissies tijdens transport of de hele Well-to-Wake keten. Dan is de vraag, hoe neem je biobrandstoffen mee? Ingroei van biobrandstoffen is goed te realiseren, maar zullen alleen well-to-wake tot een reductie van CO<sub>2</sub> leiden. Maar dat geldt ook voor het wegtransport. Dus dan is de vraag, waar kijk je naar, wat neem je mee en hoe verhoudt zich dat tussen bijvoorbeeld container en bulk/tank vaart. Ga je in de containervaart bijvoorbeeld elektrisch vervoer krijgen, dat kan prima.

I: Dat is in het container vervoer wellicht ook makkelijker dan in de bulk / tank vaart.

E: Dat hangt af van het operationele profiel

I: Ben je het daar dan niet per se mee eens?

E: Dat hoeft niet per se, tank vaart is bijvoorbeeld net als containervaart lange contracten die hebt met een partij met fixed routing. Daar kan je ook best wel goed verduurzaming toepassen. Dan heb je wel weer een stuk veiligheid. Hoe veilig is het om met een elektromotor, elektrocontainer of waterstofcontainer op een schip met gevaarlijke stoffen te zetten. Maar dat geldt natuurlijk ook voor wegtransport. Batterijcontainers zijn tegen 2030 echt wel mogelijk om te doen, maar dat is ook weer hoe het uitrolt.

### Barge Transport

I: Want als je naar de binnenvaart kijkt, wat zou jij dan het meest voor de hand liggende ontwikkelingen zijn voor alternatieve brandstoffen. Gaat dat meer naar biobrandstoffen, of juist elektrisch of waterstof? Of wordt ook weer afhankelijk van het type vracht en type ship?

E: Jazeker, een aantal type eigenschappen die de binnenvaart zo anders maakt ten opzichte van bijvoorbeeld wegtransport is dat bij het wegtransport je elke 7 jaar je vrachtwagen de deur uit doet en een nieuwe koopt. Dat heeft als voordeel dat je elke 7 jaar met de nieuwste technologie zit. In de binnenvaart is dat echt heel anders. Op het rijngebied heeft de binnenvaart 10.000 schepen. Dat is

echt een hele andere omvang dan de hoeveelheid bakwagens en trailers die je in het wegvervoer hebt. Dus dat betekent ook dat technologie ingroei heel langzaam gaat. Het is best wel gewoon dat een 20 jaar oude motor nog in de binnenvaart wordt gebruikt. Hier moet je wel bij zeggen dat de vaste routes voor containers en tankers wel een stuk sneller worden ververst.

I: Dus op de corridor zou er een iets hoger potentieel liggen voor het innoveren van de binnenvaart?

E: Dat is er, maar dat is ook afhankelijk van wat partijen er bereid zijn voor te betalen. En wat wordt er opgelegd door de regelgeving.

I: Ja want een regelgeving gaat over emissielabel B dat schepen moeten hebben in 2030?

E: Ja dat ligt iets genuanceerder. Het gemiddelde van de schepen moet voldoen aan emissielabel B.

I: Het gemiddelde? Oke, dat klinkt hoe moet ik dat zeggen, heel vrijblijvend voor de schippers om het zo maar te zeggen.

E: Vooral is het niet duidelijk hoe dit geïmplementeerd moet worden en hoe dit gemiddelde dan wordt gemeten. Dus daar hangt het heel erg van af wat hiermee gebeurt.

I: Oke, dat is nog dus best wel onduidelijk, zeker aangezien het over 6 jaar al 2030 is.

E: Ja maar aan de andere kant, dit is de eerste keer sinds jaren dat er iets van een stip aan de horizon wordt gelegd. Dus ik ben ook heel erg benieuwd wat er precies hiermee gaat gebeuren.

I: Ja dat snap ik. Is er in de binnenvaart dan verder wel veel draagvlak om te innoveren of is het een conservatieve markt waarbij het heel langzaam op gang komt?

E: Het is een markt die een positie heeft waarbij ze aantal vrijstellingen hebben gekregen in het verleden. Bijvoorbeeld de akte van Mannheim, waarbij ze geen accijns hoeven te betalen op brandstoffen. Dat zijn wel verworvenheden waar de sector graag aan vast houdt. Ook in die zin zijn ze wel heel erg dat ze willen verduurzamen, maar dan zien ze het wel zo van: wij als sector moeten positief gestimuleerd worden om die verduurzaming op gang te krijgen.

I: En wat valt er dan onder die positieve stimulering?

E: Daar zijn studies voor, maar bijvoorbeeld financiering is heel belangrijk.

I: Check. Als we dan kijken naar waterstof, zie je daar potentie in

E: Er zijn veel dingen die natuurlijk kunnen worden gedaan en in die zin zitten er een paar spannende elementen in de binnenvaart. 1: Zoveel schepen zijn er niet dus je kan niet met veel verschillende oplossingen komen. 2: Het is nog niet helemaal duidelijk wat nou dé oplossing wordt. Hier staat de binnenvaart een beetje waar het wegvervoer 10 jaar geleden zat. Gaan LNG trucks, LPG trucks, elektrische of waterstof truck. Biobrandstoffen? Die shakeout is daar inmiddels uit ontstaan en die moet in de binnenvaart eigenlijk nog plaatsvinden. Er zijn een aantal partijen die zeggen we willen nu op waterstof focussen en je hebt een aantal partijen die zeggen, voor de duwbakken willen we methanol voor gebruiken en weer andere partijen die zeggen: we moeten schone motor hebben met biobrandstof. In die zin is de technische richting nog niet helemaal duidelijk. Het is ook nog niet duidelijk wat dan de prijs wordt bijvoorbeeld. Als we kijken naar waterstof, het is niet duidelijk wanneer de duurzame waterstof beschikbaar is en welke prijs gaat dat dan hebben. Hoe aantrekkelijk wordt het dan voor mij als ondernemer om daarin te investeren en als ondernemer loop je dan wel een risico om daar nu al in te investeren.

I: Is het dan voor de binnenvaart ook stiekem aantrekkelijker om helemaal te wachten tot de alternatieven er dan liggen en dat ze dan in 1 keer helemaal zero-emissie kunnen worden. Juist omdat de innovatie snelheid zo langzaam gaat. Als je in 2040 een schip introduceert wat een beetje half-half is, dan vaart die in 2090 nog steeds rond potentieel. Is het dus voor de binnenvaart misschien gunstiger om langer te wachten en dan in 1x over te gaan of zie je dat anders?

E: Je hebt altijd in elke sector voorlopers en partijen die wat conservatiever zijn in wat ze doen. Beide kan voordelen hebben. Je ziet dat de partijen die al stappen maken in de binnenvaart dat er vaak een klant of verlader achter zit die dat graag wil. Dat helpt bijvoorbeeld. Voor alle partijen geldt dus vooral dat ze moeten kijken hoe ze het financieel rond krijgen.



I: Duidelijk. Binnen de binnenvaart heb je ook wat exogene factoren die hun invloed hebben op het doen en laten van de binnenvaart. Vaker op het nieuws gezien dat er in de zomer hele lage waterstanden zijn en in de winter juist weer te hoge waterstanden. Hierdoor komt soms de hele binnenvaart stil te liggen en wordt er niet gevaren. Dat is echter niet het enige, er is ook sprake van vergrijzing, oude schippers gaan met pensioen en er is geen nieuwe generatie schippers die klaar staat. De geschatte tekorten zijn 20.000 schippers in 2030. Allereerst de vraag over de effecten van het klimaat. Gaat dit de capaciteit van de binnenvaart belemmeren, dat de binnenvaart minder kan vervoeren, of is dat lastig te zeggen? Het maakt de binnenvaart namelijk wel een onzekere modaliteit en dus minder aantrekkelijk.

E: Het is een belangrijke factor, maar het is er ook eentje die zeer onzeker is. Dat zie je ook in de pieken bijvoorbeeld. Je merkt ook dat verladers zelf nadenken wat het voor hun betekent als verlader voor de voorraden die ik moet behouden. Dat merkte je vooral in Duitsland in 2018 waarbij bijna de productie stil kwam te liggen in sommige gevallen. De vraag is dus wat voor flexibiliteit zoek je en wat is je andere oplossing. Als het heel laag water is dan zou het inderdaad zo kunnen zijn dat je meer gaat trucken, alleen de vraag is wel, wat doe je dan bij chemie. Bij chemie kan je dat niet zomaar organiseren. Daarbij is het dus per markt heel verschillend. De grote vraag is ook hoeveel dagen per jaar je hier last van gaat hebben, en dat is heel lastig om dat nu al te voorspellen.

I: En het helpt wellicht niet mee dat het inconsequent is en per jaar kan verschillen. Dus dat is wel iets waar in de toekomst rekening mee moet worden gehouden.

E: Er wordt nu al rekening mee gehouden.

I: Hoe zit het dan met het personeelstekort?

E: Het personeelstekort zit niet over de hele linie van het werk, waarbij je ook ziet dat het ene bedrijf het andere niet is en dat het heel veel kleinere schippers zijn die met 2 man een schip runnen. Die zijn over het algemeen wat ouder. Je ziet dat er, net als bij een aantal andere sectoren, ook heel veel personeel uit het buitenland wordt geworven om deel te nemen. Je ziet dat er ook wel over wordt gedacht van, stel ik heb een schip dat 24/7 vaart, dat betekent eigenlijk dat je wel 10 man aan boord moet hebben bijna, 2 crews van 5 personen nodig die zo'n schip moeten runnen. Dan wordt er ook wel over nagedacht of al die personen wel nodig zijn op al die momenten, zou je niet veel meer met automatisering kunnen doen.

I: Is er al veel onderzoek gedaan naar automatisering van de binnenvaart?

E: Jazeker, maar ook daarvoor geldt, je hebt regelgeving, je hebt concepten en ook weer een stuk veiligheid. Dat is wel een lastig traject om te doen. En hiervoor geldt ook. Het is een kleine sector, dus hoeveel tijd en capaciteit ga je stoppen in het onderwerp

I: Ook weer dat stukje financiering onder andere?

E: Ja

I: Als we even kijken naar containerschepen. Vaak is de binnenvaart de goedkoopste manier van vervoeren. Betekent dat ook dat er veel lege containers worden vervoerd?

E: Ik heb geen zicht op de beladingsgraad voor de heen en/of terugreis op de corridor

I: Wat is sowieso een beetje de beladingsgraad op schepen?

E: Dat verschilt heel erg, dus dat weet ik niet uit mijn hoofd. Ik denk dat je dit wel uit de beschikbare data kan halen voor je onderzoek.

I: Zijn er nog meer andere logistieke oplossingen. Bijvoorbeeld meer samenwerken van de binnenvaart en andere modaliteiten om de binnenvaart meer aantrekkelijker te maken?

E: Wat bedoel je met meer samenwerken?

I: Nou een voorbeeld concept is synchromodaliteit waarbij veel last-minute flexibiliteit is tussen de modaliteiten. Dat is bedoeld om wegverkeer te ontlasten en ander modaliteiten daar profijt van te laten hebben. Zit daar nog veel potentie in voor de binnenvaart?

E: Dat is iets wat [NAAM] je kan vertellen, die heeft daar betere inzichten over. Ik heb daar niet heel veel zicht in wat daar de lange termijn resultaten van zijn.

I: Ja het wordt al wel in kleine mate toegepast binnen een bedrijf, maar niet in samenwerkingsverband tot nu toe.

E: Ja maar dan is die gewoon aan het plannen. Wat ik me er nog een beetje van herinner is dat het ook heel erg afhangt van de contracten met je verlader, welke vrijheden je daarin hebt en welke zekerheid geeft die. Welk voordeel haal je eruit. Daarbij gezegd hebbende, uit eerder onderzoek is dat het potentie gehalte voor modal shift van dit soort concepten op zo'n corridor mooi meegenomen is. Maar de vraag is nog maar een beetje of dit de efficiëntie maatregel is die we moeten doen om alles te verbeteren of zouden we meer naar lagere snelheden moeten kijken of een combinatie met techniek? Ik vraag me af of we ons niet teveel focussen op dit soort modal shift oplossingen.

I: Je haalt hier even een logistieke oplossing aan voor het efficiënter maken van de modaliteit. Namelijk het langzamer varen waardoor minder energie nodig is. Is dit echter een goede business case voor de binnenvaart om langzamer te gaan varen? Want het gaat natuurlijk al niet zo snel.

E: Nou wat je ziet is dat energie kwadratisch toeneemt. Dus dat is een van de dingen waarom het in de scheepvaart belangrijk is. Zeker in ondiep water. De vraag is hier vooral ook hoeveel tijdsverlies je hier over gaat halen. De meningen zijn hierin verdeeld over hoe haalbaar het is om dit goed af te stemmen in de keten. Het andere ding wat we wel zien, zeker in de container vaart is dat de binnenvaart heel veel tijd verliest.

I: Wat bedoel je hier dan mee, wachttijden e.d?

E: We hebben een keer in kaart gebracht wat er allemaal gebeurd met een containerschip uit Leeuwarden wat naar Rotterdam gaat. Die was dan een dag aan het varen naar Rotterdam. Die was een dag in Rotterdam rondjes aan het varen en die ging dan 9 verschillende terminals aan. En die ging dan weer een dag terug naar Leeuwarden. Dus 1/3 van de tijd (en dus ook veel brandstof) was het bezig met rondjes varen in Rotterdam met wachten, versnellen en weer stoppen. Juist bij die start/stop bewegingen en het stationair draaien aan de kade leidt vooral ook tot een relatief hoge NOx uitstoot. Er is dus ook wel eens gekeken hoe dit beter kan. Daar is ook wel het een en ander mogelijk, maar dan moet je best veel organiseren en helemaal anders doen.

I: Dan moet de hele logistiek in de haven eigenlijk over de kop?

E: En dan kom je ook op het verdienmodel van niet alleen de binnenvaart ondernemer, maar ook die van de terminal. En daarbij de belangrijkheid die die ondernemer aan de binnenvaart geeft en dat is waarschijnlijk niet zo heel erg groot. De zeevarende ondernemer is zijn klant en die krijgt altijd voorrang op de binnenvaart.

I: Al met al hebben we dan nu al best veel behandeld. Zijn er nog dingen die we nu vergeten zijn om te behandelen, waarvan je denkt, dit is ook zeker goed om mee te nemen?

E: In de binnenvaart heb je die drie-eenheid. Als je kijkt naar Digitalisering, heb je ook van die apps voor vaardiepte en snelheidsoptimalisatie.

I: Die berekenen dat het ideale vaarprofiel van de hele rit?

E: Ja en die kan dan ook bepalen wat de optimale beladingsgraad is voor de reis. Dus dat is een belangrijke ontwikkeling waar naar wordt gekeken.

I: Deze dingen hebben eerder te maken met manieren om energie te besparen. Langzamer varen om minder energie te gebruiken. Het hogere doel is hier niet bij om CO<sub>2</sub> te verminderen maar echt het minimaliseren van energie. Is dit een shift die je meer zal gaan zien?

E: Dat hoop je, maar dat hangt ook heel erg af van het business model. Je ziet dat partijen ook heel erg kijken naar wat wil ik. Heb ik een strak schema waaraan ik moet vasthouden. Probeer ik meer te focussen op mijn beladingsgraad. Er zit een balans tussen hoe erg je moet vasthouden aan je schedule dat je zegt, ik sla deze terminal over want het duurt me te lang, of zeg je ik haal nog wat ophalen / wachten om de beladingsgraad wat op te hogen. Ook daarvoor zitten er nog best wat afwegingen in de operationele keuzes. Dat heeft ook weer impact op je verdienvermogen.

I: Dus dat is meer afhankelijk van je business model.

E: Het zit heel erg vast aan het business model. Daar hangt ook weer vanaf wie de gasolie betaald. Hoe wordt dat georganiseerd.

I: Al met al toch wel een complexe puzzel

E: Je moet het niet te complex maken. Wat je ziet en dat is ook wel de neiging die de binnenvaart heeft om te zeggen het is té complex. Maar dat valt allemaal nog wel mee. Altijd zou je kunnen zeggen dat het gebruik van biodiesel een vangnet keuze. Het is iets wat je makkelijk en snel zou kunnen toepassen. Er zijn nog wel een paar zorgpunten over corrosie in de motor, maar dat zou niet zo'n grote issue moeten zijn. Maar dan hangt het heel erg van de kosten af om dit door te voeren. Ditzelfde geldt ook voor andere zero-emissie oplossingen. Tegen 2030 weten we echt wel wat er allemaal kan en zijn die systemen wel goed gekeurd. Dan weet je ook wel redelijk wat de prijzen van de verschillende systemen zijn. Dan hangt het er heel erg van af of je het gaat opleggen of stimuleren. Daar wordt zo'n emissielabel B ook heel belangrijk. Wat wordt de regelgeving van de Europese Unie. Daarbij zie je dat de regelgeving wel een beetje achterloopt op de rest. Dat is iets wat ik wel echt zie als aandachtspunt. In die zin moeten we niet tobben door te zeggen het is complex dus niet mogelijk.

I: Nee zeker waar. Je ziet ook al wel echt pilots lopen natuurlijk. Je hebt van die batterij-containers die nu al worden gebruikt. Zit daar veel potentie in, of valt het resultaat daarvan een beetje tegen van wat je weet. Het wordt nu daar ingezet bij Alphen aan de Rijn.

E: Ja ze hebben daar ook een groeifonds aanvraag gekregen waarmee ze best wel een significant aantal schepen en laadlocaties kunnen vergroten. Er is nog wat minder ervaring op de langere trajecten daarmee te gaan varen. Dat is ook gewoon de fase waar de techniek nu is zoals eerder gezegd. We moeten nu een aantal technieken naast elkaar hebben om te kijken hoe het werkt in de praktijk en wat de voor/nadelen zijn. Zijn er voldoende stroom op de oplaadlocaties. Hoe ga het operationeel organiseren en wat zijn de mogelijkheden.

I: En wat uiteindelijk de meest efficiënte manier gaat worden van de binnenvaart.

E: Dat gaat de markt bepalen. Dat is nu de belangrijke fase waar we in zitten. Wat wordt de techniek en hoe gaan we dat implementeren.

I: Helder. Dan zijn we nu wat mij betreft door de vragen heen. Heel erg bedankt!

## Expert #3

Table H.3: Personalia Expert #3

<b>Function</b>	Principle Consultant
<b>Expertise</b>	Sustainable Mobility & Logistics

### General

I: Ik wil beginnen met een aantal stellingen om de noodzaak van het onderzoek aan te duiden. Voor achterland vervoer is de doelstelling in 2030 om 30% te reduceren op emissies waarbij dan ook nog bovenop komt dat nieuwe vrachtwagens 45% minder uitstoten dan in 2019. In 2040 geldt dat nieuwe vrachtwagens zelfs 90% minder moeten uitstoten en dat de binnenvaart de emissies met 70% reduceert.

E: Maar voor de binnenvaart is dat nog niet helemaal vast, vrachtverkeer is Europese wetgeving, maar binnenvaart niet toch?

I: Nee, voor de binnenvaart is het een streven van de Green Deal. Maar daar is nog geen Europees beleid voor. De eerste stelling is dat de transport sector de emissie doelstellingen gaat halen voor 2030.

E: Nou als je kijkt naar de doelstellingen voor de vrachtwagens, dat gaan we wel halen, want dat is gewoon wetgeving. Daar zit nog een beetje een verdelingseffect in, van hoeveel gaat dat voor Nederland, andere landen en hoeveel per sector. Als we kijken naar de totale reductiedoelstellingen voor mobiliteit, dan is het wel duidelijk dat we dat niet gaan halen. Ook voor logistiek niet, nog minder zelfs voor logistiek dan voor personenvervoer.

I: Ja ik kijk in mijn studie dus ook naar Well-to-Wheel, dus daarbij neem ik dan ook energie kant mee.

E: De logistieke sector is het meest fanatiek om te zeggen dat dingen Well-to-Wheel moeten, dus ook alle CO<sub>2</sub>-reductie programma's en footprint methodes moet altijd WTW. Daar heb ik mij altijd over verbaasd. Uiteindelijk moet de WTW ook naar nul, maar daar is al heel veel beleid voor. Dus zorg eerst maar eens voor dat je binnen je eigen sector Tank-to-Wheel naar nul gaat, dan wordt de energie die je gebruikt vanzelf ook nul van Well-to-Tank. Dan is alles op WTW sturen niet makkelijker en ook niet helderder. Want dan krijg je een biobrandstof die nog niet heel goed scoort die je gaat vergelijken met elektrische auto's, dat worden rare dingen. En er zit een hele tak aan waar je als sector niet over gaat. De inkoop van biobrandstoffen wordt door een andere partij geregeld en niet via inkoopcontracten van de industrie. Dus het is fijn dat ze roepen dat je het zo moet doen, maar het helpt niet mee in het snel halen van de doelen.

I: Dat maakt het een stuk complexer, maar het blijft wel relevant. Je kan wel zeggen straks in 2040 hebben we allemaal elektrische vrachtwagens, maar de energie vraag gaat dan wel enorm omhoog.

E: Dat is een aparte kwestie, maar ook zeker reëel. De doelen voor de elektriciteitssector zijn strenger dan die van de mobiliteitssector dus als het je lukt om in 2040 alles elektrisch te laten rijden, dan is dat ook zero-emissie. Daar hoeft je je dan geen zorgen over te maken of apart beleid voor te voeren.

I: De eerste strategie van McKinnon, die bevat kort samengevat natuurlijk reduceer. Zorg dat je minder hoeft te vervoeren, want hoe minder je vervoert, hoe minder er gereden wordt. Daarom de volgende stelling. Het reduceren van de vraag naar vracht is essentieel voor het behalen van de emissiedoelstellingen in Nederland.

E: Ja, maar dan wel met een gelaagdheid. De huidige emissiedoelstellingen zijn natuurlijk heel erg gefocust op naar nul in 2050 met die tussendoelstellingen die jij noemt. In principe, maar dat is natuurlijk een open deur. Als alle auto's TTW zero-emissie zijn, dan maakt het niet uit met hoeveel je er rijdt, want heel veel x nul blijft nog steeds nul. Je hebt dan natuurlijk wel bij veel meer vervoeren meer duurzame energie nodig, en daar zit dan wel een grens op. Daarvoor maakt het wel degelijk uit wat je doet. Wat ik eigenlijk veel belangrijker is, en dat zie je niet in de meeste verhalen, maar op nul uitkomen in 2050 is eigenlijk nog het meest makkelijk als je kijkt naar alle doelen die we hebben. Als je op 1.5 graad (opwarming) wil blijven, dan mogen we wereldwijd nog maar tussen de 5 en 10 jaar uitstoten wat we nu uitstoten, en als we dan op zero emissie zitten, dan halen we het nog maar net. Dus je cumulatieve

emissies tussen nu en 2050, die zijn veel strenger dan op nul uitkomen in 2050. Dus eigenlijk moet je daar veel meer op focussen op die cumulatieve emissies. Dan kom je automatisch op het verhaal dat als de verduurzaming van de vloot nog 25 jaar nodig heeft, dan blijven er ondertussen nog best veel auto's met een fossiele brandstof motor rondrijden. Dus alles wat je kan doen om emissies van conventionele voertuigen te reduceren telt voor de cumulatieve emissies heel zwaar mee. Dan kan je er andere brandstoffen in stoppen, maar dat kan je ook niet oneindig opschalen. Dus je komt dan toch op volume, minder kilometers maken. En daar dan bovenop, de kilometers die je maakt zuiniger maken. Die twee zijn dus heel belangrijk. En later voor zo weinig uitstoot om de nul te halen. Dus dat eerste stuk blijft vaak buiten beeld en die wil ik even naar voren halen en benoemd hebben. Als je die erbij pakt, dan wordt de achterkant van de staart van McKinnon belangrijker. Daar kan je op korte termijn de meeste meters mee maken en die tellen ook mee op de langere termijn.

I: Dan ga je misschien ook sneller kijken en shiften van het 'reduceren van CO<sub>2</sub>' naar het 'minimaliseren van energie'?

E: Dat grijpt dus alles aan. Moet je alles wel vervoeren wat je aan het vervoeren bent? Doe je dat wel zo efficiënt mogelijk? Doen we dat met de juiste aandrijving. Die CO<sub>2</sub> normen van vrachtwagens waar je het net over had, dat zijn eigenlijk efficiency normen. Tot ze zo streng worden dat je ze niet meer kan halen met de conventionele vrachtwagen en dan moet je bijvoorbeeld dingen met een elektrische vrachtwagen gaan doen, of waterstof. Daar ligt bij vrachtwagens nog een heel potentieel wat niet ontgonnen lijkt te worden. We hebben veel sommen gemaakt dat vrachtwagens ten opzichte van een aantal jaar geleden 25-30% zuiniger konden tegen een TCO netto negatieve kosten. Dus je vrachtwagen werd wel duurder maar je besparing was veel groter. Dat hoeft niet helemaal waar te zijn, want er zit natuurlijk altijd enige onzekerheid in. Maar daar zit wel een enorm potentieel om vrachtwagens die voorlopig nog op de conventionele motor rijden, om die flink zuiniger te maken.

I: Als we dan toch even bij de vermindering van de vervoersvraag blijven. Hoe waarschijnlijk is dat het echt daadwerkelijk gaat gebeuren, want dat heeft ook wel echt een sociaal karakter.

E: Ja dat is lastig, dat is ook waar ik formeel minder verstand van heb. Volgens mij verschepen we een heleboel dingen die we niet nodig hebben, en we verschepen ze langs routes die ook anders kunnen en mogelijk korter zijn. Dus Nederland als distributieland waarbij alles via ons loopt, als dat niet de snelste route is dan hoeft dat misschien ook beter niet. Zoveel verdienen we er ook weer niet aan, aan toegevoegde waarde. Ik denk dat er daar op allerlei manier wel wat te halen valt, ook zonder dat je de levensstandaard van mensen aantast. Daarnaast is het de vraag, dat is een brede algemene vraag, maar ga je als je zegt dat je de 1.5 graad opwarming wereldwijd serieus neemt, wel blijven groeien zoals we dat nu doen. Persoonlijk denk ik dat dat niet het geval is, alleen wetenschappelijke bewijzen daarvoor, daar zijn hele discussies over of green growth nou wel of niet kan. Voorbij de scope wat jij aan het doen bent, maar tegelijkertijd is het wel wat bij veel mensen in het achterhoofd zit. Als je in dat groeiparadigma zit, dan is dat gegeven, maar dat is het niet, misschien kan het wel helemaal niet. Hoe langer je dan in dat paradigma blijft, hoe moeilijker het kan zijn om je doel te halen.

I: In mijn optiek is dit misschien ook wel het moeilijkste doel om te halen, maar als dit lukt, dan maak je hier zulke grote stappen mee.

E: Over het Nederlandse / Europese perspectief. Wij verdienen ons geld met best wel een aantal dingen die niet duurzaam zijn. Logistiek is er eentje van, landbouw is de andere. Heel veel dieren fokken voor melk & vlees en dan met de uitstoot hier zitten is niet duurzaam. Dus dat kan je mondiaal beter organiseren. Dan gaan wij andere dingen doen en dat scheelt hier lokaal heel veel impact. Dus als het gaat om je Nederlandse CO<sub>2</sub> doelen halen, dan moet je wel zorgen dat je het dan niet even hard verplaatst naar ergens anders, maar het is niet zo dat als het door Nederland loopt, dat dat de beste manier is voor de planeet.

I: Ik had ook nog een meerkeuze vraag over wat er mogelijk is aan reductie in Nederland, of denk je dat er niet zo snel een reductie zal plaatsvinden

E: Als het puur gaat om volume, dan verwacht ik met het beleid wat er nu staat dat we alleen maar meer gaan vervoeren. Dat blijft een koppeling met economische groei en alles streeft daar nog steeds naar.

### Modal Shift

I: Helder, dan gaan we door naar de tweede strategie, die gaat over het overstappen naar een duurzame modaliteit. Dat zeg ik dan even zo omdat de corridor waar ik naar kijk de modal split al redelijk verdeeld is met 45% weg, 10% spoor en 45% binnenvaart op tonnen. Het kan natuurlijk zijn dat door de verduurzaming het wegvervoer enorm interessant gaat worden. Dan ga je het hebben over reverse modal shift. Ik heb twee hypothetische scenario's voor 2040 waarin de verdeling voor de eerste zo efficiënt mogelijk is qua CO<sub>2</sub> uitstoot, en de tweede zo energie efficiënt mogelijk is. Hoe dan het aandeel van de modaliteiten verdeeld is. Het is een beetje een abstracte vraag.

E: Met het tempo waarin het nu gaat, gaat het uit de pas lopen. Dan kan de weg harder CO<sub>2</sub> reduceren dan energie reduceren, waarbij je met elektrisch natuurlijk wel de stap maakt met een factor 2 – 2,5. Die krijg je er dan bij cadeau. Het is lastiger dat je appels met peren aan het vergelijken bent, brandstof met elektrisch. Dan gaat het weer minder uit de pas lopen dan zou je denken. Als ik zo uit de duim moet gokken, dan gaat het allemaal niet zo'n verschil maken en zou het allemaal wel redelijk hetzelfde blijven.

I: Daar gaan mijn vervolgvragen ook een beetje over, want het wegvervoer is eigenlijk al sneller aan het ontwikkelen dan binnenvaart.

E: Qua NO<sub>x</sub> gaat dat ook wel aardig dezelfde kant op, de binnenvaart is slechter met stikstof depositie per vervoerde tonkm dan vrachtwagen.

I: Zorgt dat dan voor een reverse modal shift naar wegvervoer?

E: Het enige segment waarop dat kan is containers. Bulk ga je niet met wegvervoer doen. Kosten en logistieke kwaliteit zijn dan doorslag gevende factoren. Kosten verlies je altijd met wegvervoer, dus dan zit het op levertijden etc. Dus het zal niet grootschalig zijn, maar het kan wel meespelen. Als je zo kijkt naar tonnen, zullen er heel veel tonnen zijn waar je niet zoveel keuze hebt. Wel tussen spoor en binnenvaart, maar die gaan niet naar de weg toe. Vanuit dit perspectief is het allemaal geen grote verandering, maar dan spelen andere dingen ook een rol als bereikbaarheid. Als je files wilt oplossen dan moet je een paar procent van de weg halen. Dus een paar procent reverse modal shift is omgekeerd voor de bereikbaarheid heel slecht. Voor CO<sub>2</sub> is het misschien wel beter, maar dat zijn geen grote getallen.

I: En dat is dus voornamelijk omdat de meeste goederenstromen vastzitten aan een modaliteit?

E: Precies, daar is redelijk aan gerekend wat er te containeriseren valt en wat er dus nog te verplaatsen is. Wel geldt, vanuit met name het cumulatieve emissies perspectief. Ik heb heel lang veel presentaties gehad over grote brokken en klein bier. Ooit hadden we lang geleden een 60% doel voor de transportsector. Dat kon je halen door het personenvervoer te elektrificeren en dan kon de rest gewoon blijven doorrijden. Maar als je naar nul moet en je moet ook de cumulatieve doelstellingen halen en dat lukt niet met grote brokken, dan ga je heel veel klein bier moeten stapelen om er te komen. Dus ook als het klein bier is, moet je het goed uitzoeken, het sommetje netjes maken, dan is het optellen van veel keer klein bier toch best interessant op het totaal.

I: En dan is het dus voornamelijk die cumulatieve CO<sub>2</sub> die daarop de beperkende factor is?

E: Wat mij betreft wel, die maakt dat je meer haast hebt met reduceren en die is netto strenger. Want er zijn meerdere wegen om naar nul te komen, maar er blijft eigenlijk maar 1 pad over als je de cumulatieve emissies meeneemt, en dan moet je ook naar dit soort dingen kijken. De vlootvervangings ook, die duurt per definitie gewoon lang.

I: In dat opzicht heeft het dus misschien wel qua klimaat iets meerwaarde door meer te vervoeren met de weg als dat elektrisch gaat?

E: Als je CO<sub>2</sub> centraal staat en het levert wat op en het is niet direct een grote penalty op bereikbaarheid, infrastructuur etc. Dan klopt het. Als we er wegen voor bij zouden moeten bouwen, dan zou je zeggen voor dit kleine bier, probeer het dan toch maar op schip of trein te krijgen. Dus hoe kleiner het effect wordt, hoe meer aspecten je moet afwegen.

## Digitalisation

De derde strategie heet 'optimal asset utilization' oftewel, het zo optimaal gebruik maken van de middelen die je tot je beschikking hebt staan, in Nederland lijkt hier, als je puur naar de cijfers kijkt nog wel het 1 en ander op te behalen. Bijvoorbeeld de beladingsgraad in tonnen is voor wegvervoer ongeveer 45-50% en 27% van de voertuigkilometers die wordt leeg gereden. De afgelopen jaren gaat ook steeds meer aandacht uit naar digitalisering van de logistiek met complexe innovatieve ideeën als Physical Internet en Synchromodaliteit. Dat komt allemaal langs. Waarin ook heel veel onderzoek naar wordt gedaan in de toekomst en wat is de roadmap om daar te komen. Op zich lijkt de corridor hier heel geschikt voor om dit uit te rollen en te experimenteren. De verschillende modaliteiten en de hoge vraag naar vervoer, ook veel containervervoer zijn hier goed voor geschikt. Echter, uit onderzoek blijkt dat de belangrijkste, maar ook de moeilijkst haalbare slagingsfactor is het samenwerken en vertrouwen van de stakeholders onderling. Voorbeeld van samenwerken is natuurlijk bundelen, waarbij kleine ladingen worden samengevoegd tot een grote lading. Het delen van data hiervoor is essentieel, maar dat ligt bij de verschillende bedrijven weer erg gevoelig. Vandaar mijn eerste stelling. Er moet een soort van dwang komen zodat het logistieke proces efficiënter gaat verlopen met als verklapping alvast de vervolgvraag. Wat voor dwang?

E: Helemaal mee eens. Maar die is altijd ingewikkeld. Bedrijven zitten in een prisoners dilemma. Ze zitten in een concurrentie model, wat het verschrikkelijk lastig maakt om samen te werken en deels vanuit dat concurrentie model kijkt men alleen maar naar oplossingen die kosteneffectief zijn vanuit hun eigen bedrijfsperspectief. Terwijl voor CO<sub>2</sub> mag het gewoon zoveel euro per ton CO<sub>2</sub> kosten. Als we het klimaat probleem konden oplossen met dingen waar we geld mee zouden verdienen was het geen probleem, maar een opportunity die we vergeten waren te benutten. Dus er komt straks een ETS (Emission Trade System) voor mobiliteit. Hoe de prijs van CO<sub>2</sub> zich dan gaat verhouden tot de prijs van ETS van industrie is nog even afwachten, maar op enig moment mogen emissie besparingen gewoon 100 tot 200 euro per ton CO<sub>2</sub> kosten. Dat gaat de sector nooit zelf doen want dat wordt helemaal uitgeknepen. De eerste die dure dingen doet die prijst zich uit de markt. Dus is dwang nodig, zowel op de vervoerders als op de verladers. Uiteindelijk kunnen de verladers dat prisoners dilemma doorbreken. Als die gewoon duurzaam moeten, als ze willen betalen voor duurzaam. Dus ik denk dat daar normering op footprint harder nodig gaat zijn, beter gaat werken dan op de sector zelf.

I: Dan heb je het over een soort beprijzen of meer op een soort limiteren van de hoeveelheid die uitgestoten mag worden?

E: Ik ben altijd voor een combi van beide. Beprijzen komt er dus sowieso, tenminste dat is nu het plan. Het lastige van normeren, ik heb heel veel aan die CO<sub>2</sub> norm voor vrachtwagens en personenauto's gedaan. Het lastige is dat je het object wat je normeert goed moet kunnen definiëren. Dat kan bij auto redelijk goed, dan is het alsnog ingewikkeld, want die moet je testen en de procedure waterdicht maken zodat je het niet kan manipuleren. Maar ja, wat is de rollenbank test van een verlader? Daar wordt nu allemaal aan gewerkt, aan dat soort footprint methodieken. Je kan natuurlijk ook relatieve doelen stellen in plaats van absoluut. Dan zeg je dat alle bedrijven in een sector een x procent moeten reduceren. Dan kan je nog een aantal verzachtende maatregelen nemen dat ze onderling de doelstelling mogen combineren. Als bedrijf A zegt dat kan ik heel makkelijk en bedrijf B zegt dat lukt mij heel moeilijk, als ik jou een beetje betaal dan koop ik wat van jou reductie en dan halen we het samen. Daar valt best veel in te doen als je die footprint methodiek goed hebt staan. Dat moet accountable zijn. Alle bedrijven moeten jaarrekeningen overleggen en dat moet worden goedgekeurd door een accountant. Dat zou je bijvoorbeeld ook voor CO<sub>2</sub> kunnen doen. Maar dan moet je wel enige flexibiliteit inzetten omdat je niet precies voor elk bedrijf kan bepalen wat haalbaar is. Dan moet je handel daarin toestaan.

I: Een beetje zoals de garantie van oorsprong voor elektriciteit nu werkt?

E: Ja en dat kan op een nette en minder nette manier. Tesla verdient momenteel geld met het verkopen van CO<sub>2</sub> credits aan fabrikanten die in Europa de wetgeving niet halen. Maar een combinatie van beprijzen en normeren is voor mij altijd nuttig. Als je naar de vervoerders zelf kijkt, we hebben sommen gemaakt, waarbij zoals ik net al zei dat het zuiniger maken van conventionele vrachtwagen kosteneffectief kan, waarbij het transport goedkoper wordt. We zien inmiddels dat het ook kosteneffectief is om te elektrificeren, dat het goedkoper is dan diesel.

I: Maar de aanschaf van elektrische vrachtwagens is toch echt heel duur?

E: Ja maar we hebben hele nette studies gemaakt en dan komt er ergens tussen 2028 en 2030 komt het ergens dat elektrisch goedkoper wordt dan diesel op basis van TCO (Total cost of Ownership). Dus we hebben de mazzel dat wat we 10 jaar geleden niet dachten of durfden te hopen, maar dat in deze sector toch een aantal maatregelen kosten effectief blijken. Zodra transport alleen goedkoper wordt gaan we er meer van gebruiken. Beprijzen is dus ook een manier om de rebounds van een lage TCO te compenseren. Dat is hetzelfde met het verbreden van de weg om file op te lossen. Na een paar jaar staat er weer dezelfde file. Als je de weg verbreedt én je doet aan rekening rijden, dan kan je het beperken. Dus normeren en beprijzen. Alles wat kosteneffectief is de rebound op terugdrukken.

I: Hoe gaat digitalisering een rol spelen in de logistiek? Als je kijkt naar Physical Internet dan lijkt dat nog grotendeels erg complex. Gaat dat ooit werkelijkheid worden, of delen daarvan?

E: Die vind ik echt heel lastig, het is ook niet helemaal mijn vakgebied. Deels ook omdat ik er niet heel warm van wordt van veel digitalisering. Waar je in ieder geval niet naar toe wil is een grote platformdienst waar een soort 'winner takes all' uiteindelijk alles aan het doen is.

I: Een soort monopoly effect bedoel je dan?

E: Ja, dat is wel wat nu een beetje dreigt als je alles aan elkaar knoop en PI dingen gaat doen. Ik heb liever dat bedrijven iets meer op lager niveau data gaan uitwisselen omdat het moet vanwege de prikkels die we opleggen, dan dat het moet omdat er zo'n systeem komt. Zo'n systeem komt er nooit vanwege CO<sub>2</sub>, maar die komt er vanwege concurrentie voordelen en kostenreducties.

I: Het bedrijf dat het platform beheert moet er ook aan verdienen.

E: Precies, dat zie je bij heel veel sectoren dat ontwikkelingen die potentieel heel duurzaam zouden kunnen zijn, maar als ze daar niet op ontwikkeld worden komt het erop neer dat een partij er heel veel geld mee verdient. Dus het kan helpen, maar alleen maar in combinatie met (prijzen en normen) want dan wordt het ontwikkeld om aan die normen en prijzen te voldoen. Als de sector zegt, ja maar we gaan het allemaal zelf oplossen met digitalisering, dan denk ik niet dat er uiteindelijk op emissie reductie gestuurd gaat worden.

I: Dan gaat het puur om het business model.

E: Ja maar dat gaat ook met zelfrijdende auto's en dat soort dingen. Die kan je dan zo optimaliseren zodat je heel zuinig rijdt. Maar als iedereen die nu niet meer in staat is om auto te rijden dan wel weer de auto gaat pakken dan gaan we weer meer kilometers maken en dan compenseer je dat ruimschoots. Bedrijven die dit soort systemen ontwikkelen doen dat niet per se om de wereld te redden.

I: Hoe kijk je dan naar synchromodaliteit. Dat is ook deels bedoeld om wegverkeer te ontlasten en voornamelijk containertransport over te laten stappen naar spoor en binnenvaart. Heeft dat dan meer potentie of is dat ook heel moeilijk, of zit ook dit gedeelte van de logistieke keten te vast aan modaliteit of traditie?

E: Dat is een beetje hetzelfde als wat ik net zei. Je hebt doelen en middelen. Als dit een middel is om een doel te bereiken. Als je bedrijven via beleid een motief geeft om dingen anders te doen, dan kan dit een middel zijn om iets mogelijk te maken. Ik vermoed wel dat we synchromodaliteit harder nodig gaan hebben om andersom dingen op te gaan vangen, het klimaat adaptatie verhaal.

I: Wat bedoel je daar precies mee?

E: De lage waterstanden in de rijn. De nood is vaker hoger om de andere kant op te schuiven dan richting spoor en binnenvaart. Waarbij het ook nog wel ingewikkeld is. Bij IenW hebben ze een aantal beleidstukken dat die modaliteiten elkaars achtervang moeten worden. Maar dat alleen als je restcapaciteit beschikbaar hebt. Als ineens de waterstanden laag zijn en alles moet met de vrachtwagen, dan moeten die vrachtwagens er wel zijn. Als je dit soort dingen wil dan moet je ook restcapaciteit hebben.

I: Dat geldt dan ook voor treinen, die rijden natuurlijk alleen als ze vol zijn.

E: Precies, dus synchromodaliteit om dingen beter te verdelen naar spoor en boot, dat is iets wat geleidelijk kan inwerken. En als de bottleneck zit op het wegnemen om iets via de trein te regelen dan moeten bedrijven die data wel kunnen delen. Dus voor een doel vind ik het helemaal prima. Maar als je zegt dit gaat ons redden dan geloof ik dat niet per se.



I: Dit valt dus meer in de categorie klein bier dan grote brokken?

E: Er moet dus druk op het systeem zitten dat het op de goede manier gebruik wordt en dat het er komt. Want zo hard gaat dat ook nog niet.

I: Het is een hele conservatieve sector in dat opzicht.

E: Wat voor meer digitaliseringsaspecten geldt in deze sector, zeker als je het voor maatschappelijke doelen doet, dan is de vraag wie heeft de regie, wie ontwikkelt dat platform. Als dat terecht komt bij private partijen, dan geloof ik er niet zo in en vind ik het ingewikkeld worden. Maar de overheid neemt ook niet de regie om een ICT platform te ontwikkelen hierin. Ze hebben natuurlijk ook de ervaring dat ICT platformen bij de overheid nooit afkomen en niet werken. Maar ergens moet een neutrale partij zijn waar die data bij elkaar komt, of een heel goed gereguleerd systeem van partijen die daarbij toegelaten worden. Daar zit ik niet goed genoeg in om te weten hoe dat gaat. Maar ik zie niet in dat de overheid hier de regie in gaat nemen.

I: Duidelijk! Ik haalde het net ook al heel even aan dat de beladingsgraad in Nederland niet zo hoog is. Theoretisch zou je er een paar procentpunten bovenop bij kunnen halen en dan bespaar je veel kilometers mee. Hoe makkelijk is dat, iedereen zegt wel focus hier op, maar in praktijk is dit veel moeilijker te realiseren of niet?

E: Nou er zit natuurlijk heel vaak een trade-off in dat je dingen op elkaar moet afstemmen om te kunnen bundelen. De tegenhanger is vaak de logistieke dienstkwaliteit dat veel partijen tegenhoudt. Dit gaat ook alleen maar gebeuren als je druk zet op het hele systeem. Het is inderdaad niet zo dat als de beladingsgraad 45% is dat de rest alleen maar lucht is. Een zandkiewagen naar de bouwplaats rijdt altijd leeg terug en een milk run is per definitie ook altijd half leeg. Dus het potentieel is beperkter dan veel mensen denken. Maar in het licht van het rijtje van McKinnon moet je hier gewoon druk op zetten en het eruit persen. Dan is 10% winst op die 45% ook heel goed. Dan is juist op zo'n corridor, zeker als je het beperkt tot wat op de corridor van A naar B rijdt. Als je dan weet wat er vervoerd wordt dan weet je waar je toestroom bij elkaar kan brengen. Laten we dat eens uitzoeken. De topsector heeft beloofd dat ze de doelstelling van hinterland efficiency gaan halen, maar er wordt wel telkens verzuimd om dit soort dingen goed door te rekenen. Als je dit goed uitzoekt en 30% blijkt niet haalbaar, maar 15% wel, dan zou ik zeggen, doe dan die 15%. Die blijft nog steeds heel relevant.

I: Denk je dat het realistisch is om de beladingsgraad iets omhoog te halen, zeg bijvoorbeeld 5%?

E: Dat is heel moeilijk te zeggen. Als je dus dingen beloofd en het dan na goed doorrekenen achter komt dat je daarmee het doel van 30% niet haalt, maar dus wel naar die 15% reductie gaat. Dan zou ik zeggen lekker doen. Maar het begint allemaal bij het goed uitzoeken, dus als dat niet gebeurt dan valt er weinig over te zeggen. We krijgen de data niet wat er allemaal over de corridor gaat. Als je naar deze herkomst en bestemming kijkt praat je over veel chemische industrie. Dan kan best het ene mee heen en het andere mee terug. Maar een binnenvaart schip dat kolen naar een kolencentrale vervoerd, daar komt niets mee terug. Dus dan zijn er geen gekoppelde vervoerstromen.

I: Wat je wel zag, bij bijvoorbeeld container vervoer is dat er 40.000 containers vervoerd worden in beide richtingen waarbij beide kanten op minimaal 10.000 leeg. Als je die al weghaalt.

E: Met containers kan je het probleem of iets in dezelfde container kan enigszins beperken. En je kan ze ook opsparen tot je genoeg hebt om terug te vervoeren. Of dat je de tijd hebt om ze schoon te maken en opnieuw in te zetten

I: Dan heb je het ook over de lege ritten, zoals net gezegd, een vrachtwagen naar de bouwplaats rijdt met zand vol heen en leeg weer terug. Dus die 27% lijkt heel hoog, maar valt dan misschien wel weer mee. Of kan je hier met dwang ook weer bedrijven beprizen die veel leeg rijden?

E: Er zit heel veel inefficiency in de logistiek omdat we niet alles geautomatiseerd hebben en we elke dag een besluit moet worden genomen. Een klant wil iets, en dan kan je wel roepen ik heb over drie dagen nog een lading, die kan er mooi bij. Maar als de klant het morgen nodig heeft ga je toch rijden, als je er qua prijs uitkomt. Je weegt dus meer dingen af dan CO<sub>2</sub>. Dus als je een prijs zet op CO<sub>2</sub> en daarmee druk uitoefent op het systeem zal je de afweging wel meer daarnaartoe maken. En de nette manier om dat soort beleid voor te bereiden. Dat is het mooie aan zo'n corridor, met duidelijke kaders. Ga daar eens kijken wat er wel of niet gecombineerd kan worden. Je kan dit niet

met algemeenheden aanpakken maar dat moet specifiek zijn. De achterland doelstellingen gaat niet alleen over deze corridor maar ook over al het vervoer wat daarna nog richting Duitsland gaat met spullen die daar verkocht worden. Er moet motivatie zijn voor bedrijven om data te delen en dat komt er pas als er dreiging is van dit soort beleid denk ik.

I: Dat het dus heel onaantrekkelijk wordt om leeg te rijden en dus op zoek gaan naar mogelijkheden om dit te voorkomen.

E: Een kilometerheffing die dus in de pijpleiding zit, die zal dus wellicht wat lege ritten voorkomen. De hoeveelheid daarvan echter is erg afhankelijk van de prijs, een soort elasticiteit waarbij je de druk van andere argumenten moet kennen.

### Road Transport

I: Laten we nu even kijken naar het wegvervoer. Op korte afstand wordt er al wel het een en ander aan alternatieven beschikbaar voor fossiele brandstoffen. In stadscentra zie je ook steeds meer elektrische bakwagens of vrachtwagens. Maar het lange afstandsvervoer loopt hier wel op achter. Daarbij is er hiervoor ook nog niet een hele goede laadinfrastructuur en gaat het laadvermogen licht achteruit door de grote en zware batterijen.

E: Dat neemt af hoor, we hebben eind 2022 gerekend aan elektrische en brandstofcel vrachtwagens versus dieselvrachtwagens en dan netjes met een simulatiemodel die vrachtwagens doorgerekend. Bij hoeveel actieradius hoeveel batterij heb je dan nodig. Dat is allemaal keurig gedimensioneerd en dan zie je dat nu eist dat dat ding 800 km actieradius heeft, dan vervoerd het nog veel batterijen. Tegen 2030 kantelt dat en is die penalty veel kleiner. De studie heeft niet alle criteria als weight limit of volume limit bekeken, maar wel naar inzetprofielen en dagafstanden. Je ziet dat richting 2030, los van laadinfrastructuur en beschikbaarheid van batterij, maar qua techniek in staat gaat zijn om 90%+ van al het wegvervoer te doen. Het argument dus dat batterijen ten koste gaan van lading neemt snel af in de komende jaren.

I: Een ander hulpmiddel wat hierbij kan helpen is het ERS systeem, met een bovenleiding of inductiestrip. Een case study liet zien dat dit best veel potentie biedt. Heeft dit in Nederland op deze corridor ook potentie en kan het een rol gaan spelen?

E: Deze is nog heel lastig om absolute uitspraken over te doen. Er zijn studies die zeggen dat dit kan en goedkoper kan dan met batterijen. En batterijen was al goedkoper dan diesel.

I: Het zou wel om een combinatie gaan van batterijen met zo'n ERS systeem

E: Ja die heb je altijd nodig voor het laatste stuk. Er zijn verschillende studies die met positieve resultaten komen. Tegelijkertijd liggen er in Duitsland een paar projecten stil om dat het toch niet helemaal heel blijft. En dan is er nog niet heel intensief gereden. De techniek heeft zich dus nog niet bewezen. Er zijn hoogleraren in Engeland die roepen van dit wordt het, want anders vragen we teveel batterijen en waterstof wordt het niet want dat is te inefficiënt om bij de auto's te krijgen. Maar ik heb dat punt nog niet bereikt dat ik roep dit wordt hem. Het is naar mijn mening wel verstandig om hiermee te gaan oefenen. Alleen het lastige, het is een binair ding. Er zal wat naast elkaar komen als oplossingen, maar als je dit boven een snelweg gaat hangen dan moet het ook wel stevig gebruikt worden. En vrij snel omdat je anders enorme aanloop kosten heb. Dit is een alles of niets probleem, dus dat gaan we komende tijd keurig uitrekenen. Gegeven het feit dat er studies zijn die heel positief zijn, kan het zijn dat ons onderzoek daar ook op uit komt, maar dat kan ik natuurlijk nog helemaal niet concluderen. Dat dit een corridor is waar je het op kan proberen is wel het geval, maar dat geldt wel voor andere maatregelen. Hetzelfde wellicht voor de waterstof verbrandingsmotor. Al hebben we daar al wel intern wat discussie over. Daar zit ook een verhaal aan. Als je kijkt naar batterij elektrisch lijkt dat voordelig, met wel een aantal randvoorwaarden waarvan we niet weten of het gaat lukken. Dat wat het gunstigst uitkomt is je hoofdroute. Maar het doel is niet om alles elektrisch te krijgen, maar om zero-emissie. Dus je moet dingen in de aanbieding hebben voor als plan A niet lukt. Alleen dat reserveplan betekent niet dat ergens in een lab bewezen moet zijn dat het kan, maar zodra blijkt dat bijvoorbeeld BEV het niet gaan halen moet het reserve plan direct kunnen opschalen. Die techniek, of dat nou waterstof of ERS is, dan moet die techniek er zijn en een bepaalde mate van volwassenheid hebben. Dan is die opschaling daarna al moeilijk genoeg. Het gaat nog wel even duren voor de infra er ligt op de hele corridor. Dus conclusie, ja het perspectief voor BEV is heel hoog, maar ga toch op een aantal plekken maar iets doen

met een alternatief. Dan kan je bijvoorbeeld waterstof op corridors doen of rond logistieke hotspots. Rondom Chemelot doe je toch wel redelijk wat met waterstof dus daar zou het kunnen. Groningen komt allemaal waterstof aan land, dus daar kan je wat doen. ERS is een typische corridor oplossing. Dus als partijen hebt waarmee je kan samenwerken die bij het begin de corridor oprijden en op het eind er pas weer af dan kan het zeker kans hebben. Zo moet je het er dan insteken. Je moet van te voren weten dat er genoeg bedrijven mee gaan doen dat dit op die corridor gaat werken.

I: Met bijvoorbeeld de insteek dat bedrijven gaan pendelen op de corridor tussen punt A en punt B.

E: Je moet eigenlijk ervoor zorgen dat er op de corridor heel snel een business case ontstaat voor dat soort vervoer wat niet voorbij die punten hoeft te komen. Dan is het ook belangrijk om te weten hoeveel van het totale verkeer alleen tussen Rotterdam & Venlo rijdt van het hele verkeer. Dat zijn dan meteen ook de voertuigen waarmee je kan bundelen met lading. Als je de partijen meekrijgt hierin waarin ook een goede business case klaar ligt, dan zou ik zeggen, afhankelijk van de uitkomst van de studie, als daar uitkomt dat het kansrijk is en als we niets doen dan missen we de boot, dan zou dit de corridor wel zijn om het op te proberen

I: Ja het is ook een van de drukste die we hebben. Je haalde net ook heel even waterstof aan, de meningen hierover zijn ook heel verschillend. Hoe kijk je daar naar?

E: Intern zijn we dat nog erg aan discussiëren. Op kosten en energie efficiency is het niet de juiste keuze wellicht. Alleen het heeft wel een aantal voordelen voor de gebruiker. Als je waterstof rond kan brengen met cube trailers, dan heb je 10 a 12 voertuig verplaatsing nodig voor dezelfde hoeveelheid energie als een dieseltank. Op kosten en energie efficiency is het killing. Dan kan je er misschien beter e-diesel van maken en daarop gaan rijden. Alleen de vraag is of er genoeg e-diesel geproduceerd gaat worden voor het wegverkeer, want dat zal wellicht voornamelijk naar de luchtvaart en scheepvaart gaan. Je hebt wel een plan B en plan C nodig voor als elektrisch niet gaat lukken. Dan kom je op waterstof als een verzekeringspremie. Voor waterstof heb je drie keer zoveel windmolens nodig op de Noordzee. Aan elektrisch zitten wel onzekerheden en randvoorwaarden. Als dat niet lukt om het doel te halen moet je dus omschakelen en dan is waterstof of biobrandstoffen wel opties. Dus zorg er dan voor dat het er in geval is. Dat is nu het verhaal wat we maken, maar dat is geen fijn verhaal voor bijvoorbeeld een vrachtwagen fabrikant. Die wil niet een vlootje van 100 waterstof vrachtwagens hebben rondrijden voor het geval dat er later misschien 10.000 nodig zijn, die wil er direct 10.000 verkopen natuurlijk.

I: Als je dan een inschatting moet maken dan zal er een soort mix zijn van verschillende aandrijflijnen?

E: Ja maar dan wel de alternatieven in een marge. In Nederland is alles elektrificeren al uitdagend genoeg. Maar de hele wereld moet op nul uitkomen en ga maar eens in Azië en Afrika proberen alles te elektrificeren. Dus dat er ook op biobrandstoffen en waterstof gereden gaat worden in de toekomst op andere continenten is ook zeer waarschijnlijk. Dus in die zin hoeven de fabrikanten zich daarover iets minder zorgen te maken. Alleen dan geldt nog steeds dat we binnen Europa wel, ook om de rest van de wereld te helpen aan de energie, hier zuinig met onze energie om moeten gaan en dan kom je uit op elektrisch.

I: Dan wordt er ook nog veel onderzoek gedaan naar autonoom rijden. Sommige studies schatten de opbrengsten hiervan hoog in, van 15% tot in ideale omstandigheden wel 22.5-27.5%. Dat zijn enorme getallen, hoe realistisch is dat?

E: Voor de corridor kunnen we daar kort over zijn als het om CO<sub>2</sub> gaat. We hebben daar ook wel onderzoek naar gedaan naar platooning. Dan blijkt dat op de A15 de vrachtwagens eigenlijk al in een soort platoon rijden het grootste gedeelte van de dag. Als ze dan een meter dichter op elkaar rijden, dan is dat verschil ook niet zo groot. Op zo'n corridor rijdt je het grootste gedeelte van de rit constant ongeveer 90 km/h. Als je die snelheid ongeveer hetzelfde houdt, dan is er niet zo dynamiek om weg te regelen. Dus 15%, daar geloof ik weinig van, dan zou het echt procentenwerk zijn. Maar dan komt het eerder op andere vlakken als personeelstekort en het verplaatsen van de ritten naar de nacht zodat het overdag rustiger op de weg is zodat daar minder files zijn

I: En het langzamer rijden? Heeft dan zin volgens jou?

E: Van mij mag dat zeker, dan duurt het iets langer voordat het er is, maar daar kan je rekening mee houden. Voor personenauto's heb ik daar helemaal geen bezwaar tegen, al veel lager dan 80 of

90 moeten die ook niet gaan rijden. Wat het dan wel moet worden voor vrachtwagens weet ik niet helemaal, want als vrachtwagens hebben veel interferentie op het verkeer. Als die veel langzamer gaan rijden wordt de impact op het rest van het verkeer veel groter, zowel op CO<sub>2</sub> als op veiligheid en bereikbaarheid

I: Zeker het snelheidsverschil met 130 voor personenauto's in de nacht

E: Ja dus als je die dan terugbrengt naar 100, dan scheelt dat al een hoop. Dat is geen grote klapper, maar wel de moeite waard om het te bekijken. Ik verwacht van automatiseren meer van capaciteitsbenutting van de weg en minder personeel, want dan overigens niet weer moet gaan leiden tot goedkoper transport. Daar zou je dan ook weer een kilometerheffing voor kunnen doen. Bij vrachtwagens zie ik automatiseren nog wel gebeuren, zeker op de snelweg op zo'n corridor is dit het makkelijkst realiseerbaar. Het is prima om dit mee te nemen, maar als het daadwerkelijk implementeren van zelfrijdende vrachtwagens nog 20 jaar duurt, dan gaat het voor 2040 en 2050 niet zo veel bijdragen. Dus het is een van de thema's waarbij we bezig zijn. Veel oplossingen zeggen bij te dragen aan minder uitstotend vervoer. Als dat zo is, maak dan gebruik van het 'window of opportunity', de komende 15-20 jaar zijn er nog voertuigen die gebruiken maken van verbrandingsmotor. Daar kan je invloed hebben op snelheid e.d. Als je te laat komt dan kan het invloed hebben op de hoeveelheid windmolens die nodig zijn later om alle energie op te wekken, maar op CO<sub>2</sub> doet het niets meer. Dus als het niet binnen 20 jaar implementeerbaar is, dan moet je niet zeggen dat het goed is voor CO<sub>2</sub>. Dan moet je het doen voor bereikbaarheid en veiligheid.

I: Dat heeft ook zeker voordelen, maar dan gaat het niet meer om de scope van dit onderzoek. Zijn er nog andere dingen in het wegvervoer waar CO<sub>2</sub> bespaard kan worden?

E: Eentje waar we het kort over gehad hebben, maar eigenlijk nog niet. Daar hebben we ook best wel gekeken naar heftige aerodynamische maatregelen gekeken. Met een cone van achter en een andere neus aan de voorkant. Dat doet best wel veel, want het zijn koekblikken. Blijkt wel, dat blijkt ook een beetje uit de Formule 1 technologie, dat je ziet dat bij kleine vrachtwagens de lucht al redelijk goed om de cabine wordt geleid. Dus met kleine aanpassingen kan je daar wat mee winnen, en daar kan je heel ver in gaan. Met de komst van de elektrische vrachtwagens lijkt dit wat meer naar de achtergrond te gaan en dat is toch wel een beetje zonde. Er kunnen hele goede redenen zijn om het niet te doen, maar de discussie is niet goed gevoerd omdat er uiteindelijk niet genoeg druk op het systeem staat. Een CO<sub>2</sub> gedifferentieerde kilometerheffing of een CO<sub>2</sub> prijs die hoog genoeg wordt dat dit soort dingen op bestaande trucks kan worden toegepast. Als je dan toch weer tot 2-5% kan besparen is dat weer mooi meegenomen.

I: Je hebt ook dat er wordt gekeken naar het plaatsen van zonnepanelen op trailers. Dat is ook iets wat relatief snel kan worden gedaan en rendabel blijkt. Is dit snel toepasbaar ook in Nederland?

E: Daar hoop ik wel op dat het snel gaat. Voor de corridor telt het wat minder mee omdat er minder gekoeld vervoer is. Daar zullen de eerste toepassingen voor zijn. Dat de koeling van de diesel afgaat en dan naar batterij / elektrisch gaat. Met zonnepanelen zou dat zelf-sustaining kunnen zijn. Het is wel een redelijke hoeveelheid brandstof, maar ook weer niet 10% wat je daarmee bespaart. In het kader van klein bier stapelen, vooral wel doen.

I: Het is ook iets wat je aan bedrijven kan aanpraten omdat het binnen een paar jaar, relatief kort zelfs, al terugverdiend kan zijn. Maar je levert wel reclame ruimte in natuurlijk.

E: Hangt er van af of je inderdaad alleen dak of ook de zijanten doet. Maar dat is ook een project waar we nu mee bezig zijn. Ik had het al over de combinatie met koelen, maar ook combinatie met rijden. Ik heb de cijfers niet paraat over hoeveel rij-energie je kan winnen met zonnepanelen. Dat kan je dan ook weer combineren met elektrische trailers, ook regeneratief remmen op de trailers en de aandrijving daarvan met batterijen voorzien. Ook daar zijn al wel producten te koop, maar of het snel groot wordt is altijd afwachten. In het begin is alles duur, en als er geen druk op het systeem zit, dan zijn er maar een paar bedrijven die er iets mee doen omdat ze baat erbij hebben of klanten hebben die er voor willen betalen. Daarna kom je in een groot dal waarin weinig animo is. Dan sterft het een stille dood. Als er maar weer die druk is, dat het onder de druk kosteneffectief is, dan gaat het er wel komen. Het is dus niet een of-of oplossingen, maar een en-en.

### Barge Transport

I: En dan blijft het dus ook belangrijk om in het achterhoofd de tijdsplanning rekening mee te houden, helder. Ik zou graag nog even naar de binnenvaart vragen met je gaan. Van nature is dit een hele conservatieve markt om te innoveren

E: Allemaal eenpitters met motoren die lang meegaan inderdaad.

I: Qua regelgeving / doelstelling is het doel om te reduceren van 70% emissies. Dan is er nog een emissielabel B waar schepen gemiddeld aan moeten voldoen in 2030, maar hoe dit dan ook weer precies gaat werken is ook nog erg onduidelijk. Is er in de binnenvaart wel draagvlak om te innoveren.

E: Aan de ene kant beweegt er meer dan dat we een paar jaar geleden gedacht hadden, maar voor de sector als geheel moeten de stappen naar beleid nog gezet worden. En zonder dat beleid gaan de stappen niet gezet worden. Voor de scheepvaart is dit beleid er al wel. Dat zou je Europees voor de binnenvaart ook kunnen doen, waarbij dan de schepen op de rijn, maas en donau etc. gaan samenwerken met dezelfde normen en schepen en beprijzen. Als je dat samen doet dan kan dat denk ik wel, maar daar loopt de binnenvaart echt achter op de andere modaliteiten

I: Ja er wordt ook wel gezegd dat de binnenvaart is op hetzelfde punt als waar de andere modaliteiten 10 jaar geleden zaten. Als je kijkt naar de binnenvaart, welke alternatieve vorm van brandstof heeft dan de meeste plausibiliteit?

E: Ik weet niet wat nu de kostenprognoses gaan zijn met betrekking tot batterijcontainers of waterstof containers. Als dat nog echt heel duur is en blijft, dan moet je echt naar duurzame brandstof kijken. Het is een relatief kleine sector dus zoveel zou dat ook weer niet zijn en veel schepen vertrekken dan van plekken waar toch al die duurzame brandstof binnenkomt. Zeker als je haast hebt moet een groot deel daar vandaan komen. In 2050 alles nul krijgen met batterijen en waterstof zie ik niet gebeuren, maar met biobrandstoffen zou wel kunnen. Je hebt wel stevig beleid nodig omdat biobrandstoffen wel echt duurder zijn en e-diesels zijn nog duurder. Dit gaat alleen maar gebruikt worden als het moet, want niemand gaat dit in zijn eentje toepassen. Dus wel snel beleid maken, dan komen de brandstoffen vanzelf en dan kan je dat gaan toepassen

I: Zijn de maatregelen ook toepasbaar op elk type schip. Je hebt dan ook batterij of waterstof containers, maar is dit alleen voor containervervoer en niet voor bulk?

E: Nou, containervervoer maakt het wel makkelijker, maar voor bulk moet je dan goed kijken hoeveel containers je nodig hebt voor welke afstand. Als je die op het dek kan stapelen, of in het ruim dan kan dat makkelijker dan een nieuwe motor plaatsen. Daar zie ik het bezwaar minder. Het zit er ook in hoe vaak je die batterij containers moet wisselen, dat gaat meer tijd kosten. Maar dat zou je wellicht kunnen optimaliseren in combinatie met wachttijden in de havens. We doen ook onderzoek naar de betrouwbaarheid van de binnenvaart, met just-in time afleveringen. Als je deze wissel er dan gewoon in meeneemt dan zou het effect erop niet zo groot moeten zijn.

I: De innovatiesnelheid is dus ook heel langzaam. Ik heb daarom ook een hypothetisch scenario. Is het beter voor de binnenvaart om te wachten tot al die schone alternatieven er zijn, om dan in 1 keer over te gaan op zero-emissie in plaats van half-half. Stel je maakt een schip hybride in 2040, dan vaart die potentieel in 2090 nog steeds rond.

E: Dan kom je ook op een soort gelaagdheid. Als je het goederenvervoer echt wilt verduurzamen dan moet je dingen opleggen aan verladers en vervoerders. Als je die normen zo maakt dat ze de doelen van 2050 halen, dan moeten die snel toepasbaar zijn. Dus als de binnenvaart niets doet en er komt wel een CO<sub>2</sub>-prijs, dan gaat er niets meer met de boot. Dan hoeft je niets meer te verduurzamen, want dan is er geen sector meer. Dus als je het zo beredeneert dan moet je zorgen dat je meekan. We gaan dit alleen halen met meer druk op het systeem. Onder druk gaan er dan dingen bewegen en als je niet kan of wil bewegen, dan lig je eruit. Dan blijft natuurlijk dat zand en grind wel voornamelijk met de boot gaat. Maar het vervoer van brandstoffen gaat afnemen. Dus het vervoer gaat krimpen. Als je dan ook niet mee kan op de dingen waar je concurreert met spoor of weg, dan krimp je nog meer

I: Dan heeft de binnenvaart ook nog met factoren te maken waar ze eigenlijk helemaal geen invloed op hebben, je maakte net ook al kort het punt over de lage waterstanden

E: Daar maak ik me eigenlijk veel meer zorgen over. Dat het zo onbetrouwbaar wordt. Ik houd mij met klimaatbeleid bezig omdat ik vind dat het moet, maar ik vrees dat we de doelen niet gaan halen. Als je kijkt hoe de fluctuaties van de waterstanden is, dan vrees ik dat de betrouwbaarheid onder druk staat en daarmee de populariteit van binnenvaart afneemt. Dat ze eerder moeten krimpen omdat het niet meer kan, dan dat ze kunnen uitbreiden

I: Dan wordt de capaciteit op de vaarwegen zo laag dat ze eigenlijk niet meer kunnen varen.

E: Zolang we huizen blijven bouwen moet er zand en grind vervoerd blijven worden.

I: Maar vooral het containervervoer zal dan wellicht een switch maken naar spoor of weg?

E: Ja dat zijn ook goederen die je niet op een berg gooit en als het daar een maand ligt dan is dat ook goed.

I: En wat gaat het effect van schipperstekort. Er worden schattingen gedaan dat er in 2030 meer dan 20.000 schippers tekort zijn. Is dit dan 'opgelost' doordat er wellicht minder gevaren gaat worden door de klimaatveranderingen of gaat dit ook nog impact hebben.

E: Zo had ik er nog niet over nagedacht. Schippers werven is in elk geval moeilijk dan chauffeurs natuurlijk. Dat durf ik niet te zeggen. Automatisering speelt ook een rol, wellicht zijn er trajecten waar er dan minder mensen per schip nodig zijn of dat schepen zelf gaan varen. Voor mijn gevoel zou dat sneller op wegtransport toepasbaar zijn dan op de binnenvaart. Het is iets minder druk, maar als het mis gaat op de binnenvaart dan gaat het goed mis

I: Ook voor schepen geldt dat het langzamer varen efficiënter is. Nu is het al niet een hele snelle modaliteit, dus is dit nog makkelijker toepasbaar of is dit heel erg productgevoelig voor de levertijd?

E: Ik denk dat daar het verschil ook zit tussen bulk en containervervoer. Voor bulk betekent het er iets langer over doen, iets hogere arbeidskosten. Die gaan namelijk per uur. Dan kan je gewoon plannen dat het spul er is, en dan moet je wellicht eerder vertrekken om er dezelfde tijd te zijn. Dus dan is het een kostenfactor. Verder heb je dan ook iets meer boten nodig voor dezelfde flow wellicht? Bij containervervoer zitten er spullen waar geld aan verdiend wordt en die moeten dan snel in de schappen liggen. Aan de andere kant, als je er op een totale vaart 10% langer over doet dan maakt het wellicht voor veel producten ook niet uit.

I: Als een schip 10% minder hard vaart zou dat niet heel veel uitmaken uiteindelijk

E: Nee dat denk ik ook niet, maar wel meer uren en meer schepen nodig.

I: Als je dan meer schepen nodig hebt, heb je dan ook meer uitstoot van de schepen, dus dan zijn de relatieve winsten misschien weer weg.

E: Dat is een leuk sommetje eigenlijk. Ik durf het niet te zeggen hoe dat sommetje dan gaat.

I: Ik zal er eens naar kijken. Nou super bedankt, dan zijn we er door heen

### **Closing the interview**

## Expert #4

Table H.4: Personalia Expert #4

Function
Expertise

### Road Transport

I: Binnen het wegvervoer is de transitie naar schonere alternatieven op gang gekomen. Op korte afstanden en zeker in binnensteden van grote steden zie je ze steeds vaker rijden. Maar op lange afstanden met zwaar vervoer zie je ze eigenlijk nog steeds niet echt rijden. Je hebt een aantal alternatieven. De BEV bijvoorbeeld, grootschalig gebruik hiervan gaat impact hebben op de laadinfrastructuur en de batterijen hebben vooralsnog ook impact op de hoeveelheid vracht die mee kan. Nu zijn hier wel wat oplossingen voor, waaronder ERS. Die kan op 2 manieren worden toegepast, met zowel bovenleiding als een inductiestrip in de weg. Het andere alternatief is waterstof, stoot geen emissies uit maar is nog erg duur om te produceren en erg energie inefficiënt. Dan heb je nog biobrandstoffen. Misschien wel het meest makkelijk te introduceren op korte termijn. Kan jij een indruk geven hoe de verdeling van deze alternatieven gaat verlopen over tijd naar 2040

E: Goede vraag, ik zou zeggen op korte termijn zal het met name biobrandstoffen zijn, en daarna denk ik naar elektrisch, maar stiekem is dat nog een beetje koffiedik kijken en heel moeilijk te voorspellen. En worden wel raming over gedaan, maar daar ben ik niet mee bezig. Ik kijk met name naar de autonome ontwikkelingen in het wagenpark waarin we terugkijken naar de afgelopen jaren. Je kan wel vertellen van wat je net zei, alle nieuwkoop is elektrisch, maar dan is er nog steeds een groot gedeelte wat dat nog niet is. Als je kijkt naar personenauto's, dan is een groot deel van het wagenpark is ouder dan 15 jaar, dan heb je voertuigen uit 2009, dat is een groot verschil met nu

I: En hoe zit dan met vrachtwagens?

E: Daar is het wat minder. Het grootste gedeelte bestaat uit trekker-oplegger combinaties. Die rijden een jaar of 8 in Nederland en dan worden ze vaak geëxporteerd naar andere landen. Hier gaat het dus relatief wat sneller. Maar je hebt ook vrachtwagens die wat langer meegaan bij kleine bedrijven.

I: Ja ik kijk dus inderdaad naar wat langer afstand verkeer, dus daar heb je meer te maken met trekker-oplegger combinaties. Maar een gebruiksduur van 8 jaar klinkt relatief kort, dan heb je, dat als je een alternatief ontwikkelt hebt, het wel redelijk snel in de vloot terecht komt.

E: Ja maar dat betekent wel dat er genoeg voertuigen moeten zijn, die ook betaalbaar moeten zijn met voldoende laadinfrastructuur. Dat is op dit moment nog lang niet het geval

I: Is dat iets wat gaat ontwikkelen door de markt zelf, of ligt hier een rol voor de overheid die hiervoor iets van maatregelen moet nemen. Je hebt de doelstellingen van de Europese Unie dat vrachtwagens in 2030 45% zuiniger moeten zijn dan in 2019 en 65% in 2035. Met een vernieuwingsnelheid van 8 jaar zou dat dus op zich wel redelijk snel moeten gaan. Maar gaat dit dan automatisch of is er dan toch iets van dwang of oplegging nodig dat bedrijven dit gaan doen?

E: Automatisch gaat het sowieso niet. Een logistiek bedrijf zal als eerste kijken hoe ze geld kunnen verdienen. Als een elektrische auto veel duurder is dan diesel en ze hebben geen motivatie om elektrisch te kopen, ja waarom zou je dat dan doen. Dat betekent dat je veel meer moet laden en dat je dan ook stil staat. Sterker nog, je weet nu nog niet of de laadinfrastructuur er is.

I: Door dus de infrastructuur aan te leggen, bijvoorbeeld een ERS, zou dat potentieel kunnen helpen om het proces te versnellen? Of zit er nog steeds drempel op van kosten.

E: Dat is erg lastig te leggen. Wij doen mee aan een onderzoek, daar kijken we naar BEV als waterstof voertuigen. Dat gaat om de langere afstanden van meer dan 500 km per dag en om de zwaardere voertuigen (>40 ton belading). Waar je dan vooral tegen aanloopt is, is dat voor veel logistieke bedrijven het belangrijk is dat de vrachtwagen zo weinig mogelijk stil staat. Je kan niet de vrachtwagen 2 uur langs de weg stilzetten om te gaan laden. Het liefst sluiten die dan aan bij de rij en rusttijden. Dan heb je iets van 45 minuten pauze om te laden of te tanken dus dat is vrij beperkt. Wat je daarvoor nodig hebt is dat je of 's nachts moet laden als de vrachtwagen stil staat of je moet onderweg laden. Maar

die zware vrachtwagens met lange afstanden, dan heb je gigantische batterijen die dan ook heel snel moeten opladen. Die laadinfrastructuur is er op dit moment nog niet. Er wordt ook gekeken naar een Megawatt Charging System, een mega snel laadsysteem. Maar dat is er nog niet en er zijn ook maar een paar locaties waar dat nu kan. Op dit moment is het vinden van laadinfrastructuur is de grootste uitdagingen binnen het project. Hier gaat het om 15 use cases. Als je dan bedenkt dat er 80.000 trekker-opleggers zijn in Nederland, dan heb je het over een gigantische opschaling. Het tweede is het toelaten van die voertuigen op de weg. Daar is ook nog niet alles voor geregeld.

I: Heeft dat dan te maken met veiligheid?

E: Ja met veiligheid onder andere. In sommige landen wordt waterstof gezien als een gevaarlijke stof waardoor het niet door tunnels vervoerd mag worden. Dat is lastig als je vrachtwagen op waterstof rijdt en dat je dan daar niet door heen kan. Volgens mij ook in Duitsland (bind me er niet op vast), maar daar mogen niet in sommige steden met waterstof gereden worden. Verder heb ik ook wel verhalen gehoord dat, omdat waterstof een gevaarlijke stof is, dit niet met een waterstof vervoerd worden, maar met een diesel auto. Dus heel veel regelgeving die nog niet meewerkt.

I: Ja dit klinkt erg tegenstrijdig.

E: Ja voor deze studie moeten we alleen al om de use cases uitgevoerd te krijgen moeten we toestemming krijgen van 25 verschillende wegbeheerders. Zeg maar de Rijkswaterstaat door heel Europa. In Duitsland heeft elk Bundesland zijn eigen wegbeheerder en in andere landen hebben ze er ook meer. Dat is een hele complexe puzzel om al die voertuigen op de weg te krijgen. Die hele zware voertuigen die op lange afstand gebruikt worden, die stop je het liefst zo vol mogelijk. Als er dan een grote zware batterij van 5 ton bij komt, dan scheelt dat veel in wat je mee kan nemen.

I: Maar dat heeft voornamelijk te maken met BEVs en niet met waterstof vrachtwagens. Waar zit daar de knelling? Meer de beschikbaarheid ook of de hoeveelheid tankplekken?

E: Waterstof is in dat opzicht natuurlijk minder een probleem. Maar voor waterstof is het aanbod nu nog te schaars wat wij zien in de studie.

I: Kijken jullie dan ook naar de oplossingen hiervoor, of is dat niet helemaal het doel van die studie?

E: Het doel van de studie is vooral om voor deze 15 use cases te laten zien of het werkt in samenwerking met verschillende logistieke partijen en vrachtwagenbouwers. Maar die lopen ook tegen gigantische uitdagingen aan. Onze rol komt later in het project om te kijken naar wat het oplevert. Hoe de huidige voertuigen die in het project worden ingezet, kunnen concurreren met de huidige conventionele voertuigen. De vraag die je stelde over de mix die de komende jaren zal zijn, dat is de vraag die we willen beantwoorden in het project.

I: Dus dat is eigenlijk nog steeds een beetje te onduidelijk. Als ik het dan goed begrijp, dan moet er dus ook snel regelgeving komen om dit op lange termijn snel te kunnen implementeren op grote schaal.

E: Ja dat zou ik wel zeggen.

I: Zijn er in dit project dan nog andere dingen, naast bijvoorbeeld regelgeving die niet meewerkt, die opvielen. Die niet meehielpen of juist wel voor de transitie naar schonere alternatieven.

E: Wat een ander punt is, is dat er ook gekeken wordt naar Langere, Zwaardere Voertuigen en ook naar moduladisering van energiedragers. Dat je niet alleen maar een aandrijving hebt in de trekker van het voertuig, maar ook in de oplegger

I: Met dan ook regeneratieve remmen en dergelijke?

E: Ja dat er zulke hybride varianten ontstaan.

I: Er wordt ook wel gekeken naar zonnepanelen op trailers plaatsen. Dit zou ook kunnen bijdrage aan de energie die nodig is om te rijden met zo'n trekker-oplegger. Die gaat natuurlijk niet daarop zelfstandig kunnen rijden, maar alle kleine beetjes helpen wel. Kijken jullie daar met dit project ook naar?

E: Nee, dat doen wij niet binnen dit project, maar ik weet wel van collega's die hiermee bezig zijn. Maar daar ben ik niet bij betrokken.



I: Even terug naar die trailers die dan ook aangedreven worden. Daar zitten dan in de trailers ook weer de batterijen?

E: Ja en wat daar dan ook weer lastig is, is om de regelgeving om de voertuigen op de weg te krijgen. Er zijn namelijk geen kaders waarop dit getoetst kan worden. Voor de meeste wegbeheerders is een oplegger een voertuig wat getrokken wordt, dus die heeft geen eigen aandrijving. Er zijn dus nu ook geen regels waaraan die dingen goedgekeurd kunnen worden.

I: Tegenovergestelde is dan natuurlijk dat ze niet afgekeurd kunnen worden.

E: Dat is zo, maar daar heb je niets aan want je moet goedkeuring hebben. En dat maakt het nu zo lastig om snel stappen te maken. Het wordt als noodzakelijk gezien om ook een aandrijving in de trailer te hebben omdat je anders een gigantische batterij pakketten nodig hebt in de trekkende voertuig.

I: Merk je dan een shift in hoe de wegbeheerders hiermee omgaan?

E: Vind ik moeilijk, die gesprekken met de wegbeheerders voer ik niet, maar dit is nog wel een beperkende factor.

I: Hoe verhoudt waterstof zich ten opzichte van elektriciteit?

E: De totale keten effectiviteit van waterstof is natuurlijk veel lager dan naar BEV.

I: Is er dan bij jullie studie dan ook een verschil naar hoe er naar de waterstofpotentie en batterijpotentie wordt gekeken?

E: Het doel is om een vergelijking te maken tussen waterstof en batterij elektrisch waarbij ook een vergelijking hoort van de totale keten efficiëntie. Er is een use-case waarbij op dezelfde use-case zowel met BEV als met waterstof vrachtwagens wordt gereden. Waarbij dan zelfde type voertuig dezelfde route gaat rijden maar dan met een andere brandstof. Helaas niet tegelijkertijd, dus je hebt nog factoren als tijd en weer en verkeer. Maar het maakt wel mogelijk om zoveel mogelijk de twee alternatieven met elkaar te kunnen vergelijken.

I: Oh dat lijkt mij wel erg fijn, dat maakt het vergelijken straks tussen de alternatieven steeds makkelijker in plaats van dat je appel met peren aan het vergelijken bent. Je hebt het dan over de totale keten efficiëntie, wat bedoel je daar dan mee?

E: In dit geval, kijk ik vooral op het moment vanaf dat er geladen wordt tot aan de wielen. Dus het gedeelte van Well to Tank nemen we minder mee. Misschien nog een stukje tussen de laadpaal en voertuig, mits de data daarin voorziet, maar het hele gedeelte daarvoor wordt binnen dit project niet gekeken.

I: En wat zijn dan voor jullie interessante parameters? De hoeveel MJ die nodig is bijvoorbeeld?

E: Dat is wel het idee uiteindelijk.

I: Ook voor mijn onderzoek is dit wel redelijk relevant. Als straks alles zero-emissie is, dan is het nog steeds interessant om misschien niet per se CO<sub>2</sub> te besparen al dan niet energie. Dat is voor veel bedrijven misschien nog wel aantrekkelijker. Dat zag je ook toen de gasprijs zo hoog was. Mensen doen niet de kachel uitzetten omdat dat beter is voor het milieu, maar de meeste mensen zetten de kachel uit omdat het beter is voor hun eigen portemonnee. Dat kan dus ook voor de transportsector nu ook al een relevante vraag. Hoe kan je die auto's nu al efficiënter maken.

E: Ja zeker, ook voor luchtkwaliteiten enz. komt er nog steeds een hoop uit de uitlaat, dus het is wel zeker interessant.

I: Is het moeilijk om hier op korte termijn grote stappen op te maken? Zie je daar veel verschillen tussen in je studies?

E: Volgens mij rekenen we over het algemeen of met 0.5 of met 2% toename van efficiëntie en dus afname van CO<sub>2</sub> uitstoot per jaar. Wat je tegelijkertijd ook ziet, met name voor bestelauto's en personenvervoer is dat de efficiëntie wel toeneemt, maar de voertuigen steeds zwaarder worden en dat heft elkaar weer op. Iedereen wil tegenwoordig graag in een SUV rijden en ze worden alleen maar groter en dus zwaarder.

I: Die 2% verbetering, waar zit dat dan in? Het vervangen van de vloot dat dat steeds zuiniger wordt?

E: Ja bijvoorbeeld?

I: Is dat dan voornamelijk motor-technisch gerelateerd of ook andere gekke snufjes om het zo maar te zeggen als de aerodynamica van een vrachtwagen?

E: Nou toevallig een van de vorige projecten keken we nog echt naar diesel trekker-opleggers. De maatregelen die daar met name bekeken werden was het hybridiseren. Remenergie terugwinnen en die weer gebruiken maar dus ook aerodynamica. Allemaal verschillende flappen en schotten. Er was dan een oplegger die als die leeg was onder een bepaalde hoek werd gezet enzovoorts. Echter bij de slotbijeenkomst van dit project zei een van de vrachtwagenbouwers van: Leuk dat we nu naar dit kijken, maar wij zijn eigenlijk nu alleen nog maar aan het kijken naar elektrificeren. Dat is echt de volgende stap. Het verbeteren van de dieselmotor zijn ze dus nu niet echt meer mee bezig.

I: De hybride varianten van dieselelektrisch is er dus nauwelijks in vrachtwagens? Dus de focus zal hier ook niet op liggen

E: Nee dat denk ik niet.

I: Hoe ligt die focus dan bij personenvervoer?

E: Nou je had belastingtechnisch een voordeel van plug-in hybride. Dat is nu wel weg. Je ziet de laatste tijd wel weer een toename van het aantal plug-ins. Maar dat zijn ook weer met name de grote zware SUV's. Het waren voornamelijk leaseauto's die hybride waren. Die worden dan zo'n 4 jaar gebruikt en dan worden ze weer weggedaan en bij gebrek aan een tweedehands vraag gaan ze meestal naar het buitenland.

I: Als je een inschatting moet maken. Zou het heel erg subsidiëren, want dat werkte bij personenauto's dus wel, van vrachtwagens het dan voor bedrijven aantrekkelijker maken om over te stappen op elektrische vrachtauto's. Of is dit ook op lange termijn een respons op wat de infrastructuur doet.

E: Het alleen betaalbaar maken van de voertuigen is niet voldoende. De grootste uitdaging is nu dat de infrastructuur op zo'n niveau komt dat je ze veel kan gebruiken.

I: Want was is nu de range van de voertuigen in de studie die je doet?

E: Volgens mij moeten we daarbij laten zien dat we 650 kilometer kunnen rijden zonder daarbij op te hoeven laden.

I: Dat is al best wel fors toch?

E: Ja dat is wel veel.

I: Daarmee is dan als doel om 's nachts te kunnen laden en dan daarna de hele dag rond te kunnen rijden?

E: Ja dat klopt. Ik zie dat je hier ook nog wat hebt staan over autonoom rijden?

I: Ja dat klopt, dat is ook een interessante techniek en innovaties, maar ook een lastig onderwerp om de potentie goed van te zien. Sommige studies laten hele hoge percentages winst zien, maar daar zijn de mensen die ik gesproken heb nog niet heel erg overtuigd van.

E: Ja maar die studies doen vergelijking tussen vrachtwagens die met 100 meter afstand achter elkaar rijden en vrachtwagens die op 1 seconde achter elkaar rijden. Maar als je kijkt naar de Nederlandse wegen. Dan zie je toch vrachtwagens al redelijk dicht op elkaar rijden op de snelweg.

I: Ja zeker in omgeving Rotterdam.

E: Ja daar is dus nauwelijks winst op te halen om te gaan platoonen. Als ik kijk naar de projecten die ik ook heb gedaan is er vanuit het bedrijfsleven niet zoveel interesse in platooning, maar meer in langere, zwaardere voertuigen. Dus ja, dan kan je beter het tweede trekkende voertuig eruit halen en dan de trailers aan elkaar maken. Dat helpt dan meer.

I: En vanuit het oogpunt om langzamer te rijden, zie jij daar wat in, kijk je daar naar?

E: Voor vrachtwagens weet ik het niet zo goed eigenlijk. Voor personenauto's is zo rond de 80 á 90 kilometer het meeste efficiënt. Als je dan kijkt naar 30 in plaats van 50, dan is daar geen winst te behalen. Voor vrachtwagens zou het ook aankomen op andere factoren. Ik denk dat tijd voor hun een stuk duurder is dan brandstof.

I: Ja en wellicht ook de klant die op zijn product zit te wachten

E: Ook, maar de chauffeur kost ook geld.

I: En als je het dan een beetje combineert, het automatiseren met langzamer rijden. Daarmee kan je dan een ritprofiel instellen waarbij je zo efficiënt mogelijk van A naar B komt. Zit daar veel potentie in?

E: Dat valt een beetje buiten mijn expertise.

I: Check, dan zijn we nu wel redelijk door mijn vragen heen. Erg bedankt!

### **Afsluiting van het interview**

## Expert #5

**Table H.5:** Personalia Expert #5

<b>Function</b>	Sr. Consultant
<b>Expertise</b>	Logistics & Modal Shift

### General

I: Naar Decarbonisatie in de transport sector wordt al jaren onderzoek gedaan en er zijn vele strategieën bedacht en ook een set aan wetgeving die daarop van toepassing is. In 2040 moeten nieuwe vrachtwagens 90% minder uitstoten dan in 2019 met tussenstappen van 35% in 2030 en 65% in 2035.

E: Dat is EU beleid toch?

I: Ja dat is correct. Verder moet de binnenvaart in 2040 70% minder uitstoten ten opzichte van 2015

E: Dat gaan ze nooit halen, maar daar ga we het nog over hebben denk ik?

I: Ja daar gaan we het nog over hebben. Voor achterlandtransport moet in 2030 een reductie van 30% hebben.

E: Wat valt in jouw studie dan onder achterlandtransport?

I: Ik heb met achterlandtransport de scope gelegd op transport tussen Rotterdam/Moerdijk en Venlo

E: Je moet natuurlijk ergens een scoping leggen, maar een belangrijk deel van de transport op de as Rotterdam Venlo is aan een haven gebonden, maar dat is misschien een kwart. Driekwart kan zijn van bedrijven uit het Westland die in Venlo producten verder distribueren richting Duistland of zijn andere kant op stromen uit Polen. Dat heeft dan niet zo met de haven te maken, laat ik het zo zeggen.

I: Dat snap ik, maar voor mijn scoping heb ik dat verkeer niet meegenomen.

E: Weet dat je dan op de corridor een bescheiden deel, misschien wel het makkelijkste op te lossen deel hebt. Die winkelstromen uit het Westland die komen voor een deel wel binnen per container in Rotterdam. Die gaan dan naar het Westland en worden daar gemengd met tomaten en groenten daar en gaan vervolgens in een koeltrailer over de corridor naar Venlo, Duitsland of Oostenrijk. Dat is niet een eerste-lijn havenlijn stroom. Die worden zo ook niet in de statistieken opgenomen. Ik denk ook echt wat haven gebonden is om wat langer afstanden maar een beperkt deel is van het wegvervoer. Voor binnenvaart en spoor is dat wel meer, binnenvaart natuurlijk alles en spoor ongeveer 90%

I: Ja dat is wel goed dat je het zegt, belangrijk om rekening mee te houden wat de impact hiervan is op de resultaten.

Ik kijk dus naar de 5 strategieën van McKinnon. De eerste strategie is het reduceren van vracht, de tweede strategie is het overstappen naar een minder vervuilende modaliteit, de derde strategie is het verbeteren van het gebruik van de assets en de vierde en vijfde gaan over het verbeteren van de modaliteiten of het overstappen op andere energie carriers.

E: Ja dit is een bekend lijstje, zelf ook veel mee gewerkt.

I: Dan gaan we naar de eerste stelling: De transportsector gaat de nu gestelde emissiereductie doelstellingen van 2030 halen. Dat is dus 30% minder vervoer op het achterland transport, 35% minder emissies voor nieuwe vrachtwagens.

E: Ik was in het begin altijd wat optimistischer, maar het is al over 5 jaar. Ik weet dat voor alles wat aan zware trekkers word gedaan voornamelijk zit op de binnensteden en dan heb je het niet over het achterland vervoer. Ik ben daar wel wat pessimistisch over dat we dat gaan halen

I: Op de voorgestelde stelling schaal van 1-5, zit het dan dichterbij de twee dan 1 of 3

E: Ja

I: En als we dan gaan kijken naar 2040, dan zijn we toch weer 10 jaar verder

E: Ja dan zit ik wel op 3 a 4

I: Dat is redelijk positief, dan zijn de eisen wel strenger.

E: Ik loop heel veel in het land rond voor de mobiele werktuigen. Er zijn 100 redenen waarom het allemaal niet kan, netwerk of stroom congestie noem het allemaal maar op, maar ik zeg dan jongens, we moeten. Ik bedoel, er zijn duizenden uitdagingen die veel moeilijker zijn die we niet gaan halen, maar technisch kan het allemaal wel.

I: Zolang er maar ook genoeg geld mee gemoeid gaat?

E: Ja geld, en prioriteiten ook. Je hebt nu wel politieke tegenwind de komende vier jaar, dat gaat niet meehelpen, dus ik ben wel echt iets minder optimistisch dan 5 jaar geleden, maar voor 2040 iets beter, zet er maar een 3.

I: De eerste strategie van McKinnon is eigenlijk heel simpel. Als je minder rijdt stoot je ook minder uit, maar toch zijn hier minder studies naar gedaan. Het is ook heel lastig want vaak wordt de transportvraag gelinkt aan de economische groei en dat wordt wel altijd nagestreefd. Maar toch dan de stelling. Het reduceren van de vraag naar vrachtvervoer is essentieel voor het halen van de emissiereductie doelstellingen in Nederland.

E: Ja dat is voor mij een volmondig ja.

I: De grote vraag daarna is dan, hoe waarschijnlijk is het dat we dan ook daadwerkelijk minder gaan vervoeren?

E: Nou dat heeft denk ik alles te maken met bewustwording en gedragsverandering van consumenten. Dan kan je heel somber zijn, denk aan van die betegelde achtertuinen, ik weet niet of je die in je familie hebt, waar dan een action zwembad staat wat gevuld wordt met kubieke meters kostbaar drinkwater om 2 dagen later weer leeg gegoten te worden. Dan heb je nog van die loungesets voor in de tuin. Die koop je ook voor een appel en een ei bij het tuincentrum, allemaal van kunststof. In die zin, als je dat mensen afneemt. Het is een beetje afhankelijk wat dan de problemen zijn, maar ik zou je hier dan toch een 3 als antwoord geven wat ik weet het niet. Ik hoop het wel, maar zeker weet ik het niet.

I: Als ik er dan een meerkeuzevraag achter aan doe, wat is dan een realistisch percentage onder de juiste maatregelen voor de eventuele reductie.

E: Ja dat is helemaal een moeilijk vraag. Ik denk dat er wel een einde zit aan de groei. De Chinezen en Indiërs gaan zelf ook meer consumeren dus dan wordt het duurder en wordt het hier ook weer meer prijsafhankelijk. Ik kom zelf uit een generatie, waarbij we al die goedkope dingen heb. Zelf heb ik weinig spullen en ont-spullen kan mijn generatie ook erg goed. De vraag is hoe goed jullie (de nieuwe generatie) dat kunnen, maar ik zou nog zeggen 5-10% zeggen. Al hoop ik dat het meer dan 15% is.

I: Al met al is dit wel een significante reductie

E: Ja ik denk ook wel dat er een shift gaat plaatsvinden in het denken. Maar je leeft ook zo in een bubbel. De linkse bubbel zal ik maar zeggen. Dat is hier op het werk al enorm zo maar ook privé.

I: Maar als onder genoeg mensen die motivatie leeft dan kan je het gedrag bewerkstelligen.

E: Ja maar ga maar eens bij de uitgang van de SoLow kijken, treed even uit je bubbel en je word er toch somber van, maar goed op naar modal shift.

### Modal Shift

I: Ja is goed, dan gaan we nu inderdaad naar het volgende onderwerp, de modal shift. Hier wordt natuurlijk al jaren en jaren over gesproken. Als ik eerlijk ben en we kijken naar de huidige scope van mijn onderzoek, dan is op binnenlands vervoer de verdeling al wel ver met 45% weg, 10% spoor en 45% binnenvaart. Ik heb een beetje een lastige vraag waarbij ik twee ideale omstandigheden af tast. Eentje waarbij zo weinig mogelijk CO<sub>2</sub> zou worden uitgestoten en eentje waarbij de meest energie efficiënte manier van transport wordt gebruikt.

E: Wat bedoel je dan met ideale verdeling

I: Een verdeling die zo optimaal mogelijk is qua CO<sub>2</sub> uitstoot. Maar die wel realistisch is.

E: Ja mijn stelling is ook dat als we wegvervoer helemaal zouden elektrificeren dat het nog steeds minder efficiënt is dan spoor. Spoor is staal op staal dat is by far het meest energie efficiënt. Binnenvaart zit daar, afhankelijk van de grootte van de schepen en andere logistieke dingen een beetje tussenin voor mijn gevoel. Ik vind het lastig om CO<sub>2</sub> en energie echt te splitsen. Als het minder energie efficiënt is gebruikt het dus meer energie. Als het groene energie is, dan gaan we er toch vanuit dat er in de toekomst voldoende groene energie is, is het niet 100% dan toch wel 80%. Dat verschil wordt dan steeds kleiner dus dat vind ik wel lastig.

I: Je kan ook hetzelfde antwoord geven.

E: Voor CO<sub>2</sub> zou ik zeggen dat het wegvervoer aan een LAAG aandeel komt voor de modal split. Dan zou ik spoor HOOG doen en binnenvaart GEMIDDELD. Je komt nooit helemaal af van wegvervoer natuurlijk.

I: En dan doel je op voor en na transport?

E: Ja dat is waar, maar aan de andere kant 100 jaar geleden hadden we veel minder wegvervoer. In de jaren 50 had je een enorme dichtheid aan spooransluitingen en spoorvervoer en dat is nu allemaal afgebroken. Dus op zo'n corridor is dit wel een goede verdeling. Voor Energie geldt in grote lijnen een zelfde verdeling, maar als je het wil nuanceren dan zou je kunnen zeggen dat bij Energie het aandeel Binnenvaart wat hoger kan zijn.

I: In dit geval dus LAAG / HOOG / HOOG?

E: Ja

I: Als we kijken naar innovaties dan kan het zijn dat wegvervoer sneller verduurzaamt dan de binnenvaart, dat gebeurt nu natuurlijk ook al. Dus zal het zo kunnen zijn dat wegvervoer qua CO<sub>2</sub> uitstoot een aantrekkelijker alternatief wordt dan de binnenvaart en dan krijg je de zogenaamde reverse modal shift. Is het zo dat de wegvervoer duurzamer wordt dan spoor en/of binnenvaart?

E: Nou voor spoor sowieso niet, voor spoor is het al 80% elektrisch en dat kan vrij makkelijk naar 100% elektrisch. Dat zijn alleen wat nieuwe locomotieven en af en toe nog een klein stukje bovenleiding. Het spoor zou altijd CO<sub>2</sub> en energie technisch per tonkm of teu de efficiëntste modaliteit zijn, bij de binnenvaart hangt het sterk af van het type schip en de aandrijving. Ik kan me voorstellen dat als jij een 60TEU schip elektrisch aandrijft dat je daar vergelijkbaar met het wegvervoer aan CO<sub>2</sub> uitstoot kan realiseren en aan Energie misschien nog wel beter scoort. Dus dan zou ik zeggen dat het heel erg af hangt van de grootte van het schip en de aandrijving. De vraag is of het technisch nog wel allemaal te realiseren is en of die markt niet zo verzeekt is. Het is natuurlijk een markt die in nog geen 50 jaar gaat verbeteren als we zo doorgaan met elkaar.

I: De innovatiesnelheid ligt natuurlijk ook heel laag.

E: Ja er is geen enkele prikkel, er ligt geen geld er is niks. Maar het is dus niet per se zo. Het spoor heeft grote problemen met kosten, met capaciteit, flexibiliteit en betrouwbaarheid.

I: Ja grote kans op vertragingen en verstoringen

E: Ja en als je kijkt naar de capaciteit naar die modal split cijfers. Als er 10% van de weg naar het spoor gaat dan zit het spoor vol, dan moeten we dus de binnenvaart meer inzetten, maar die moeten die verduurzamingslag maken anders is het wegvervoer beter. Maar dan hebben we weer de problemen op de weg, capaciteits- en onderhoudsproblemen waardoor het daar weer niet kan. Het zal dus altijd een verhaal zijn van veel factoren.

I: Gaat het verduurzamen van het vrachtverkeer dan ook die verschuiving dan daadwerkelijk veroorzaken?

E: Ik denk dat er vanuit duurzaamheid niet voor gekozen zal worden. Het is mooi meegenomen dat het wegvervoer verduurzaamt en goedkoper wordt en daarmee markt weghaalt. Maar de binnenvaart heeft, net als spoor trouwens, captive markten. Grote containerstromen, daarmee concurreren ze met spoor en niet met wegvervoer en bulk hetzelfde verhaal.

I: Dus die vrachten zijn redelijk gebonden aan de modaliteit binnenvaart en daarom zal dat niet zo snel veranderen?

E: Ja, dus ik ben daar niet zo bang voor.

### Digitalisation

I: Dan kunnen we denk ik door naar de volgende strategie waarbij zo goed mogelijk gebruikt gemaakt gaat worden van de assets. Ik heb daarbij ook gekeken naar bijvoorbeeld de rol van digitalisering. Eerst even wat cijfers, want voor het wegvervoer is de beladingsgraad ongeveer 45-50 procent en volgens het CBS werden zo'n 27% van de vrachtwagen kilometers vorig jaar leeg gereden. De afgelopen jaren gaat er meer aandacht uit naar digitalisering en logistieke processen zoals Physical Internet en Synchronodaliteit.

E: Mooie fantasiekreten! Het concept van synchronodaliteit is dat je modaliteiten naast elkaar laat bestaan, maar in feite gaat het erom dat je iets met modaliteit A of B doet en dat het ook handig is dat als het niet met Modaliteit A kan, dat Modaliteit B dan klaarstaat om in te springen.

I: Dus op het laatste moment een keuze maken.

E: Ja ook betreft die lege voertuigkilometers. Ik ben in 1986 afgestudeerd en sindsdien praten we al over 2 dingen, de staddistributie met hubs en we praten over de vele lege kilometers. Het is allebei helemaal waar dat het beter kan in de theorie dan in de praktijk, maar ook in de theorie. Het is zo per definitie dat een distributierit voor 50% leeg is, of eigenlijk nog meer wat gedurende de rit word je steeds leger. Er is nog wel winst te behalen, ik weet niet of dat nog een stelling is.

I: Ja daar komt zo nog een stelling van, daar komen we zo op, ik zal eerst nog even mijn verhaaltje af maken. Want bijvoorbeeld digitalisering kan ook helpen bij het bundelen van vracht, het samenvoegen van meerdere kleine ladingen tot een grote volle lading. Maar uit onderzoek blijkt ook dat de belangrijkste en meest moeilijk behaalbare slagingsfactor is de coöperatie en vertrouwen tussen de stakeholders.

E: Ja dat is ook al zo oud als de mensheid.

I: Ja, toch stiekem wel. Maar dit delen van data is dus wel essentieel, maar voor veel bedrijven toch nog lastig. Je hebt dan een aantal opties waaronder het lekker aan de sector zelf overlaten, maar je kan het ook hebben over een vorm van dwang. Iets creëren dat bedrijven gaan samenwerken met elkaar. Vandaar ook mijn volgende stelling. Er moet iets van dwang komen dat bedrijven gaan samenwerken waardoor het logistieke proces efficiënter gaat. Ik verklap de vervolgvraag alvast, wat voor dwang zou dit dan zijn.

E: Nee ik ben het daar niet mee eens

I: Heel erg mee oneens, of een beetje oneens?

E: Daar moet ik nog even over nadenken. Dit gaat niet over samenwerkingen, maar in het Duitsland van voor de Wende, Oost-Duitsland was er een verplichting in het communistisch systeem dat afstanden langer dan 50 km niet over de weg vervoerd moesten worden. Een Modal Shift verplichting dus als het ware. Eigenlijk werkte dat heel goed, er was een enorme dichtheid aan spoor, maar tegelijkertijd was het super inefficiënt, er stonden rijen voor de winkels en er was van alles wat niet deugde in het systeem. Dus ik ben toch een beetje huiverig voor dwang voor als in. Voor wat betreft de mechanisme die jij noemt als data delen en samenwerken, dat prijs daar de enige knop is die je aan kan draaien. Ik geloof niet in dwang dus doe maar dan een 1

I: Kun je iets meer uitleg geven wat je dan precies bedoeld met beprijzen?

E: Kijk bijvoorbeeld het internationale wegvervoer, uit Spanje komt een miljoen ton groente en fruit over de weg hierheen. Die wagens die rijden dus leeg terug naar Spanje en dat is dan ook heel erg goedkoop, 50 of 25 cent per kilometer. Maar als ze toch leeg terugrijden nemen ze lege lading mee. Als het marktmechanisme goed werkt en dat is zo in het wegvervoer. Als de prijzen hoger worden dan wordt de efficiëntie ook hoger. Dus als de prijzen hoger worden gaat ook de beladingsgraad omhoog. Totdat je denkt: het wordt zo duur misschien moeten we het niet meer die hele afstand over de weg vervoeren en dan ga je niet meer de boontjes kweken in Senegal. Ik denk dat die prijknop dus uiteindelijk het enige mechanisme is. Dus dwang gaat het niet worden maar wel een forse prijs

I: Maar is dat niet uiteindelijk ook een soort van dwang?

E: Ja misschien wel een beetje, maar wel eentje met een soort level-playing field heeft.

I: Waar het uiteindelijke initiatief bij de verladers / vervoerders ligt?

E: Ja zoiets, ik denk ook altijd de wereld is niet zo maakbaar. Als die dwang moet worden uitgevoerd moet dat door een hogere 'body' zijn, dus een hogere partij.

I: Bijvoorbeeld de overheid?

E: Ja, maar die heeft er eigenlijk helemaal geen verstand van. Die kan dat niet. Alles wat de overheid in handen heeft op dit soort dingen is een mislukking, dat durf ik wel te zeggen. De overheid wordt aan alle kanten gepiepeld. Dat zie je ook in de financiële sector, overal zijn er mensen slimmer dan de overheid dus die heeft de hele tijd het nakijken. Die moet zich hier niet aan gaan wagen.

I: Wat gaat de rol van digitalisering dan in de toekomst betekenen voor de logistiek?

E: Elke revolutie is een vorm van evolutie. Dus er zullen langzaam steeds meer processen digitaal gaan. Daar kennen we hier ook hele fantasie of ideologie concepten als self-organising logistics. Ik vind ook autonoom rijden heel interessant, maar ik ben er wel vrij sceptisch over. Ik denk dat digitalisering een natuurlijk proces is wat uiteindelijk de efficiëntie zal verhogen, misschien als je niet uitkijkt ook weer zorgt voor meer transport omdat de kosten misschien lager worden. Maar ik geloof niet dat er een enorme revolutie komt tenzij Artificial Intelligence (AI) hele andere gedragingen van consumenten gaat veroorzaken. Ik ben nog uit de tijd dat de eerst computers kwamen en toen was het concept 'paperless office', maar we zitten hier nog steeds met ons papier. Ik denk dat het kleine stapjes zijn, dus ik verwacht daar niet teveel spectaculariteit.

I: Als we dan ook nog heel even terug gaan naar synchronodaliteit, dan wordt dat al in lichte vorm toegepast binnen eigen bedrijf, dat ze zelf kiezen welke modaliteit voor het eigen bedrijf het beste uitkomt, maar dat is nog niet in grote samenwerking tussen bedrijven waar het grote concept voor bedoeld is. Daarom heb ik drie gelijkwaardige stellingen over wanneer synchronodaliteit wordt geïmplementeerd. Het kan ook zijn dat je het met alle drie oneens bent indien je denkt dat het nooit geïmplementeerd zal worden, maar als je deze drie stellingen bekijkt, of synchronodaliteit binnen 5, 10 of 15 jaar is toegepast, wat zou je dan denken?

E: Ik vind dat moeilijk omdat ik synchronodaliteit iets natuurlijks vind. Het is geen toverpil zo van we gaan het toepassen. Eigenlijk zeg ik, we doen het al een beetje en het is iets logisch waarbij ook prijs hier weer een belangrijke knop is wat bepaald of het wel of niet wordt toegepast, dus in die zin is het ook niet echt zwart of wit. Het is iets wat een beetje groeit. Ik durf niet direct op 1 van de drie stellingen ja te zeggen, ik zou dan ja zeggen afhankelijk van hoe prijs en capaciteit zich ontwikkelen. Maar als ik zie hoe moeilijk het is dan zou ik zeker gaan voor iets van de langere termijn.

I: Dus meer 10, 15 jaar?

E: Ja dat soort termijnen. We praten ook al 15 jaar over modal shift. Zolang je niet iets doet, het is zoals het open zetten van een grote brandkraan waarbij het water over de vloer spuit en dan zeggen we moeten het water wegstroomen. Zolang je echter niet aan die kraan draait gebeurt er niet veel. Dat is een beetje het idee, je moet aan de kraan draaien door iets aan de prijzen te doen. Want het wegverkeer is weer goedkoper geworden. Het is net met vliegen, als jij tickets voor 30 euro naar Milaan of Barcelona aanbiedt, dan moet je niet gek opkijken dat dat vliegtuig vol zit.

I: Zeker als je het dan om die vergelijking verder te trekken vergelijkt met het alternatief van hogesnelheidstreinen. Die zijn veel duurder en doen er langer over.

E: Ja exact, precies dezelfde discussie. We zijn al 5 jaar bezig om een goederentrein naar Berlijn te laten rijden in de nacht. Dat is precies hetzelfde probleem als met de passagierstrein. Daar doen we er al 15 jaar over om die een halfuurtje sneller te laten gaan en hij is nog steeds altijd te laat en onbetrouwbaar, voor goederen exact hetzelfde.

I: Dan de vraag of de digitalisering dan impact gaat hebben op de beladingsgraad of gaat dat geen impact daarop hebben?

E: Nou niets is te stellig gezet, maar weinig veranderen, slechts licht verbeteren naar dan 50-55%.



I: Door middel van samenwerken, niet verplicht samenwerken, zouden bedrijven theoretisch dan de lege voertuigkilometers kunnen verminderen?

E: Dat is toch ook al iets wat nu gebeurt, maar het hangt een beetje van de sector af. De aardappels die worden opgehaald van het land, die rijden helemaal vol natuurlijk, maar alles wat groupage-achtige stromen zit, elke cent die zo vervoerder extra kan verdienen door net iets meer te beladen is weer mooi meegenomen. In de chemie wordt dit al veel toegepast. Het kan wel iets beter gaan, maar heel veel winst zal daar niet te behalen zijn, maar ook wat hier dan op te winnen valt is weer heel erg afhankelijk van beprijzen. Het zal een heel klein beetje minder worden, maar denk dat het in 25-30% zal blijven. Tenzij je met de prijzing bezig gaat, dan zou het naar 20-25% kunnen gaan.

### Rail Transport

I: De vierde en vijfde strategie heb ik dan gebundeld, het efficiënter maken van de modaliteit en daarbij het eventueel gebruik maken van nieuwe energie dragers. Ik zou dan graag met je willen kijken naar het spoorvervoer.

E: Ik zie net nog wat staan over waterstof, dat is ook wel interessant, daar heb ik nog wel eens wat discussie over gehad, maar dat wordt gelukkig steeds eenduidiger. Alles waar je namelijk alternatieven voor hebt, daar moet je geen waterstof voor gebruiken. Dat is duur, inefficiënt en we hebben het nodig op andere plekken. Factor 3 van inefficiency en we hebben het nodig voor nou ja, de hele waterstofladder, plastic, meststof. Het is een typisch voorbeeld van waterstofgelovigen. Er komt een stofje uit de hemel, het is overal aanwezig en kost niets om te produceren met groene stroom, maar als we iets weer schaars is nu, dan is het wel groene stroom. Dus laten we die stroom rechtstreeks gebruiken en dan waterstof voor de dingen die dat echt nodig hebben.

I: We hebben het al heel even gehad over de capaciteit van het spoor. Volgens onderzoek is gebleken dat er nog genoeg capaciteit is bij de grensovergang bij Venlo, maar bij de Brabantroute is dat misschien een heel ander geval vanwege personenvervoer. Is dat moeilijker te vinden. Is het realistisch om te zeggen er gaan 100 meer treinen rijden.

E: De Brabant route is een pijnpunt, ook vanwege geluidshinder en veiligheid. Elke gemeente wil minder goederentreinen. Als je 's nachts kan rijden, wat ongewenst is vanwege geluidshinder, daar zitten we op slechts 10% van de capaciteit ofzo. Maar als je zegt we willen niet in de nacht rijden en geen ammoniaktreinen er langs hebben dan zit je capaciteit wellicht al op 80%.

I: En hoe zit het dan eventueel met de nieuwe aansluiting op de Betuweroute?

E: Ja de Betuweroute maken we nog weinig gebruik van hoewel die speciaal voor goederentreinen is. Daar hebben we nu ook maar iets van 10% bezetting, maar het probleem is het begin en het einde en het einde is in dit geval waar het Duitse spoor begint. Als er 1 rampzalig iets is in het Europese spoorland, dan zijn dat wel de Duitse spoorwegen. Daar hebben we echt nog een probleem. Dus het gaat niet om de capaciteit in Nederland, maar meer om de problemen over de grens. Op het Nederlandse traject zit die pijn nog niet zo.

I: Dus je zou kunnen stellen dat er op dus binnenlands vervoer van Rotterdam – Venlo nog wel wat mogelijkheden liggen voor het spoor?

E: Ja dat zou nog een mogelijke model shift zijn ja. Ik heb ooit een vervoersplan gemaakt voor een grote vervoerder, die reed heel veel containers tussen Rotterdam en Venlo, die zat vlak naast de terminal. Toen hadden we dat in het vervoersplan als modal shift maatregel opgenomen, dan hoefden ze niet extra over te slaan en bij Venlo haalden ze het eraf. Dat was goedkoper, best wel spannend op dit soort afstanden. Toen kwam in 2008 de economische crisis en toen moesten ze misschien mensen ontslaan, chauffeurs. En toen heeft hij toestemming gekregen om met LZV te gaan rijden en dan heb je het over zo'n super eco-combi. 2x veertig voet. Dat was goedkoper dan met de trein gaan en daardoor hoefde er ook geen mensen ontslagen te worden. Dus ze zijn nooit meer terug met de trein gegaan. Dat is bewijs voor mij dat platooning en super-combi's het wegvervoer sterker maken en dus een bedreiging zijn voor de andere modaliteiten. Op het achterland vervoer vanuit de haven zit dus in elk geval genoeg capaciteit, die capaciteitsproblemen zitten vooral op andere stukken om daar meer met goederenspoorvervoer te doen. Utrecht zit vol, Den Haag en Amsterdam zitten vol, schipholtunnel

ook. Dus de haven van Amsterdam, ook geen onbelangrijke spoorbestemming, die heeft wel een probleem met de capaciteit.

I: We hadden het al kort over gehad over dat de meeste goederenlocs elektrisch zijn aangedreven en er nog wel wat diesel locs rondrijden. Zelfs wat hybride varianten

E: Ja die zijn er niet veel hoor, meeste zijn enkel elektrisch of diesel.

I: Check, dat is natuurlijk ook nodig, die diesel locs, omdat zeker op de rangeer en opstelreinen geen bovenleidingen zijn.

E: Ja, en dat kan ook lang niet altijd, want als je met overslag zit kan je er niet een bovenleiding op doen. Dat is duidelijk dat je altijd een hybride oplossing

I: Wat is dan de meest voor de hand liggende vervanging voor diesel, worden dat dus hybride varianten met batterijen of toch waterstof of biodiesels?

E: Dat is weer helemaal afhankelijk hoe je aan die prijsknop draait. Spoor is makkelijker aan te sturen dan wegvervoer, minder stakeholders en meer invloed van de overheid denk ik. Maar wat een hele slimme logische ontwikkeling is, geldt ook voor reizigersvervoer trouwens, dat je, daar waar kan verder moet elektrificeren. Als is dat voor goederenvervoer op het hoofdnet natuurlijk niet meer nodig, maar dan word er nog veel met diesel onder de draad gereden, dat zou je niet moeten willen voor lange afstanden. Alleen op placementen. Dat zou ProRail kunnen sturen, beboeten bijvoorbeeld. Dat ze er nog rijden heeft te maken dat in Duitsland nog niet alles geëlektrificeerd is. Wat je dus moet doen voor de last mile, daar liggen hybride varianten erg voor de hand.

I: Een hybride variant van elektrisch met batterijen voor de onbedrade stukken?

E: Ja batterij zou goed kunnen, daar zijn best veel ontwikkelingen in locomotieven. Je kan ook met lokale rangeerlocs rijden, maar idealiter heb je gewoon een loc die voor een trein staat en hem ook de terminal in duwt. Want als je de hele dag daar 1 loc hebt rijden wordt het heel moeilijk, want die kan dan max 4 uur werken op die batterijen. Dus in hele specifieke gevallen zou je hier nog kunnen kijken naar waterstof. Al blijft dat nog steeds erg onhandig en te duur. Maar wat je nu ziet voor die hybride treinen met batterijen, dat ze tussendoor opladen waar wel stroom is. Op stations of trajecten met bedrading. Voor personenvervoer zou dat ook de oplossing kunnen zijn, daar kun je heel Groningen, Friesland, de neventrajecten mee bedienen. Eigenlijk hetzelfde wat je ook in het busvervoer ziet. Streekbussen zijn allemaal elektrisch en die laden op als ze stil staan. Een elektrische passagierstrein heeft een range van tussen de 100 en 200km. Die kan prima een dienstregeling draaien en dan daarna opladen. Misschien heb je dan wel meer treinen nodig, dat is dan de pijn die het kost. We kunnen het niet doen zoals we het altijd gedaan hebben. Dat zou dus ook kunnen waar nu nog de diesel locs rijden, misschien heb je wel een extra batterijpakket of een extra loc nodig.

I: Want wat is dan nu nog de verhouding tussen elektrische en diesel locs in het goederenvervoer?

E: In Nederland op langeafstand zal dat ongeveer 80-20% zijn. Maar die 20% is natuurlijk eigenlijk onzin want dat is helemaal niet meer nodig. Spoor is wat trager in de omschakeling en innovatie dan wegvervoer, maar technisch kan dat al echt wel. Je ziet dat de huidige locomotieven al meer systeem locomotieven met meerder beveiligingssystemen. Ik denk dus dat diesel op het spoor een aflopende zaak is en dat elektrische hybride varianten met batterijen de oplossing zal zijn in de toekomst. Wanneer dat gaat gebeuren hangt af van wanneer bijvoorbeeld ProRail tarieven gaat invoeren op bijvoorbeeld het gebruik van diesel locs.

I: Dan valt ook dat weer terug op de beprijzing dus?

E: Ja je kan het ook verbieden van mij, maar ProRail en de vervoersbedrijven doen niets anders dan ruzie maken.

I: Dan heb je natuurlijk ook nog de mogelijkheden om efficiënter gebruik te gaan maken van het spoor. Want ook Europese regelgeving stelt dat treinen langer moeten kunnen worden. Van 740 meter in 2030 tot 830 meter in 2040. De lengte van de treinen wordt qua infrastructuur dus al een uitdaging, maar ook niet te vergeten, is er genoeg vervoersvraag voor deze lange treinen?

E: Dat antwoord is hier ook weer meerdelig. We hebben een studie hier een keer gedaan om een paradigma verandering te krijgen door anders naar het spoor te kijken door juist kortere treinen te gaan rijden. Er wordt wel gezegd, langer is beter dat is meer efficient, maar dat is nog maar de vraag of dat zo is. Langer kost meer uitwijksporen, meer capaciteit. Als je kortere treinen hebt met meer karakteristiek van passagierstreinen zou je ook hele nieuwe vervoermarkten moeten kunnen aanbieden. Maar dat is wel lange termijnvisie op het spoor. Treinstellen voor goederenvervoer, zoals vroeger de cargosprinter die met 10TEU rondreed met dezelfde karakteristieken als passagierstreinen die er makkelijk tussen pasten. Je zag het met de energiecrisis afgelopen jaren dat er enorme kolentreinen, waardoor alle verbinding in het passagiersvervoer helemaal verstoord. Dus ja, een trein van 740 meter zal wellicht 10% efficiënter zijn dan een trein van 600 meter, maar die winst gaat wel echt gepaard met schaal nadelen dus ik vind dat niet de oplossing.

I: En als je dan kijkt naar de beladingsgraad van treinen, valt daar nog veel te halen. Theoretisch kan er natuurlijk best veel in zo'n TEU, maar de werkelijkheid ligt vaak veel lager.

E: Containers heeft natuurlijk wel een stevige standaard karakteristiek. Gemiddeld voor een FEU zo'n 12 ton en een TEU denk ik 6 ton. Soms zitten containers tot de nok vol en soms zit er troep uit China in met weer die tuinmeubels en dan is het voor 2 ton gevuld. Daar zit geen winst in voor containers. Beladingsgraad in de zin van een-richtingstromen zijn met vaak lege containers terug dat is ook inherent aan het systeem. Desondanks is het dan nog steeds efficient om met containers te doen, dat is duidelijk. I: Zijn er nog andere relevanten spoorontwikkelingen voor het verbeteren en verduurzamen van het spoorgoederenvervoer die we nog niet behandeld hebben nu?

E: Het spoor heeft niet de grootste verduurzamingsopgave, maar die zitten meer op andere dingen. Een imago probleem, maar ook wel een probleem dat het heel aanbod gericht is. Van de aard is het een heel inflexibel systeem. Het is ook niet heel betrouwbaar. Een groot Europees project werd een nieuwe locomotief geïntroduceerd. Die had een uitvalpercentage van 10%. Als jij een vrachtwagen transport bedrijf hebt en je hebt een vrachtwagen die 10% van de tijd niet rijdt, dan is het klaar met die auto en die gooi je eruit. De betrouwbaarheid moet dus veel aan gebeuren en dat zou je dan met automatisering en digitalisering nog wel veel halen met het spoor. Er zijn heel veel handmatige processen of dingen die worden gedaan 'want dat hebben we altijd zo gedaan'.

I: Dat is dus het conservatieve houding van het spoor?

E: Ja dat denk ik wel, het is een beetje een ambachtelijke sector in een aantal opzichten. Maar verder moet het spoor het hebben van ruimte gebruik en de kwetsbare weginfrastructuur met alle bruggen. Als we de externe kosten dus beter verdelen, dus weer het prijsmechanisme, dat het wegvervoer veel meer gaat betalen aan onderhoud van de weg, dat zou heel veel schelen. Het spoor is zo duur, omdat de kosten voor de infrastructuur ook zo duur zijn. 10 jaar geleden zei ik altijd, de aanleg van een wissel kost 1 miljoen, tegenwoordig wel 2 miljoen. Dit zijn dus wel ontwikkelingen die kansen en bedreigingen zijn. Maar we kunnen natuurlijk niet alles uitdenken. Ik hoop dat je hier in elk geval wat aan hebt.

### **Closing of the interview**

## Expert #6 & Expert #7

This interview is slightly different as the interview with the experts were held at the same time. This can include a small bias in the answers of the experts as they could discuss the answers. In the interview below, expert number 6 and 7 are indicated with E6 and E7 respectively.

**Table H.6:** Personalia Expert #6

<b>Function</b>	Partner
<b>Expertise</b>	Freight Transport Logistics

**Table H.7:** Personalia Expert #7

<b>Function</b>	Consultant
<b>Expertise</b>	Freight Transport Logistics

### General

I: Laten we beginnen. Ik begin met de algemene verduurzaming van de logistiek en de doelen. Er wordt al jaren onderzoek gedaan naar verduurzaming en hier komen dan ook Nederlandse en Europese wetgevingen en doelstellingen bij. Zo moeten in 2040 nieuwe vrachtwagens 90% minder uitstoten dan in 2019, met tussenstappen van 45% in 2030 en 65% in 2035 en de doelstelling van Nederland is dat de binnenvaart in 2040 70% minder CO<sub>2</sub> uitstoot. Het onderzoek heb ik gedaan aan de hand van de vijf strategieën van Alan McKinnon, ik weet niet helemaal in hoeverre jullie daar bekend mee zijn, maar de strategieën zijn als volgt: (1) het verminderen van vervoer, (2) het shiften naar een duurzamere modaliteit, (3) het beter gebruik maken van de assets die je hebt, en nummer (4) en (5) gaan over het efficiënter maken van de modaliteiten zelf en het overstappen op andere energiedragers. Ik wil eerst twee stellingen doen over de doelstellingen. De eerste stelling is: de transportsector gaat de gestelde emissiedoelstellingen voor 2030 halen, dat is dus de 30% minder emissies op achterlandvervoer.

E6: Ja waarschijnlijk niet.

I: Op schaal van 1 tot 5 zou dat dan een twee zijn?

E6: Ja.

I: Waarom denkt u dat?

E6: Alle onderzoeken die we tot nu toe hebben wijzen uit dat we zonder extra maatregelen het niet gaan halen, ook ons eigen onderzoek zegt dat en dat geloof ik. Je zou kunnen stellen dat als er weer een COVID epidemie of iets dergelijks optreedt waardoor het vervoer inzakt, dan zou het kunnen, dus vandaar de waarschijnlijk. Maar zonder dit soort samenleving beïnvloedende ontwikkelingen verwacht ik niet dat we het halen.

E7: Het aandeel van de transport stijgt enorm, die ontwikkelingen nemen alleen maar toe. Wil je echt bij de kern van het probleem het aanpakken, dan zit je toch bij dit stukje dat het transport blijft groeien en betrouwbaarheid van de weg blijft op dit moment het grootst. Bij de goederenvervoer van de corridors kijken we ook naar spoor en binnenvaart alternatieven, maar je ziet toch dat de weg het meest populair is. Er zijn nu ook wat ontwikkelingen op het gebied van elektrificatie en waterstof trucks, maar hoever we daar mee komen weet niemand.

I: Zeker als je het hebt over 2030, want laten we niet vergeten, dat is al over 6 jaar.

E7: Ja dat lijkt heel ver, maar ik denk dat je dan al beter naar 2040 kan kijken. I: Nou dat komt goed uit, want daar gaat mijn tweede stelling over. We gaan de doelstellingen voor 2040 halen, en daarmee bedoel ik dan mijn 80% reductie op het achterland vervoer.

E6: Ook hier waarschijnlijk niet. Ik denk dat het technisch wel nodig is, maar qua samenleving en politiek is er echt wetgeving nodig. Ik denk dat die wetgeving er onvoldoende zal zijn om dit te realiseren. Dus ik ga hier ook voor een 2

E7: Ik sluit me hierbij aan. Het zijn wel ambitieuze stellingen voor 80%. Kijkend naar de corridor Rotterdam-Venlo, dat is best ook wel veel richting Duitsland op het gebied van versproducten. Heel veel gaat per weg, dus je hebt echt wet en regelgeving nodig.

E6: Ja en 70-80% gaat echt over forse aantallen, dus bij 50% was ik nog wel optimistisch geweest, maar 70-80% is echt heel veel. Goed als ambitie, maar in de praktijk lastig te halen.

I: Ja, ter verduidelijking, de Europese Unie wil in 2040 dat over alle CO<sub>2</sub> uitstoot 90% minder wordt uitgestoten. Maar jullie zeggen dat is voor 50% al lastig in de transportsector

E6: Ja dat is een uitdaging.

I: Helder, dan ga ik nu graag door naar de eerste strategie van McKinnon. Namelijk door minder te transporteren stoot je minder uit. Hier zijn weinig studies naar gedaan en over het algemeen wordt ook gezegd dat economische groei en meer transport hand in hand gaan. Economische groei wordt eigenlijk altijd nagestreefd, dus zal er ook meer transport komen. Ik heb hier weer een stelling voor: het reduceren van de vraag naar vracht is essentieel voor het behalen van de emissiedoelstellingen in Nederland.

E7: Eens.

E6: Ja ik ben het hier ook mee eens

I: Hoe waarschijnlijk is het dan dat we daadwerkelijk minder gaan vervoeren.

E6: Ik ben het hier grotendeels mee eens.

E7: Ik zit ook wel redelijk aan de kant van 4. Ook als je kijkt op het gebied van supply chain en productie. Veel komt toch wel uit het buitenland. Productie vind daar plaats. Kosten is dan toch de kenmerkende factor. Je weet het zelf ook, je hebt zo producten besteld en dan snel in huis en dan hebben we het nog alleen over B2C (Business-to-consumer) product groep, laat staan over de andere productgroepen.

E6: Punt waarom ik wel denk dat dit waarschijnlijk is, is omdat de vrachtvervoer over de corridor wordt door een redelijk deel bepaald door de haven van Rotterdam. Bulk gaat echt wel in volume afnemen. Als je kijkt naar kolen/erts en petrochemische producten, richting 2040 neemt dat echt wel af. Je zal vervangende energiedragers vervoeren. Dat zal minder zijn, of meer via de buis, maar die bulk hoeveelheid afname heeft een dusdanige impact dat het de verhoging van de containertransport, wat ik wel verwacht, meer dan genoeg zal compenseren. Dus over het geheel zal het dalen met 5-10%.

I: Nou dan heeft u mijn volgende vraag al beantwoord. En dat komt dan met name door de daling van erts en brandstoffen.

E6: Ja met name de droge en natte bulk.

I: En het sociaal gedrag van de mens, dat wij minder gaan consumeren, dat heeft geen impact daarop?

E6: Nee die impact zal niet te zien zijn denk ik. Kijk als je het over het laatste hebt blijkt uit onderzoek dat je consumenten kan onderverdelen in 8 groepen. Slechts twee van die 8 groepen zijn op dit moment gevoelig voor de klimaatverandering en met name de consumptiepatronen daarop veranderen. De andere 6 niet, dus ik verwacht geen grote shift dat opeens mensen allemaal tot die twee groepen gaan behoren. Dus ik denk dat de consumentenvraag wel op peil blijft.

### Modal Shift

I: Dan gaan we door naar modal shift / modal split. Hier wordt al jaren beleid op gevoerd met wisselende resultaten. Als ik naar mijn onderzoek kijk naar mijn scope dan zie ik dat de huidige modal split op nationaal vervoer al redelijk verdeeld is met 45% weg, 10% spoor en 45% binnenvaart. Dan is een beetje de vraag hoeveel spelingsruimte daarin nog is. Daarom heb ik een inschattingvraag hoe de verdeling van de modaliteiten is, in een ideaal scenario, waarin zo weinig mogelijk CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten. Het gaat wel nog om enig realisme. Voor CO<sub>2</sub> uitstoot is natuurlijk 100% spoor erg wenselijk, maar dat is niet realistisch.

E6: Ik zou zeggen 20% spoor, 40% weg en 40% binnenvaart. De reden daarvan is dat het spoor maximaal kan verdubbelen kijkend naar de capaciteit van het spoor. Weg heb ik toch wel op 40% gehouden omdat ja, weg qua CO<sub>2</sub> besparing en qua motorontwikkeling toch wel echt het snelst gaat. Het is ook makkelijker om te investeren in schonere motoren in deze modaliteit. Bij binnenvaart is meer legacy. De CO<sub>2</sub> besparing van binnenvaart valt ook best wel tegen, dus vandaar deze percentages.

E7: Ja ik denk dat weg wel echt het hoogst blijft, gevolgd door de binnenvaart. Ik ben niet een hele grote expert op het gebied van spoor, maar wat ik wel zie is dat de weg zeker niet naar minimaal gaan. Wat net ook werd gezegd, de ontwikkelingen op die modaliteit gaat gewoon het hardst. Ook

met beladingsgraad. Binnenvaart blijft ook nog steeds een schone modaliteit, dus waar het kan moet daar ook zo veel mogelijk gebruik van worden gemaakt. Ik zou dus zeggen: weg op hoog, binnenvaart gemiddeld en spoor laag.

I: Dan kan je nog het onderscheid maken tussen CO<sub>2</sub> en energie. Stel spoor en weg zijn beide een beetje CO<sub>2</sub> neutraal, dan komt het ook aan op het minimaliseren van energie. Dat is vaak ook beter voor de portemonnee, dus veel bedrijven aan te praten. Kijk maar naar de gascrisis. Mensen lieten de kachel uit, niet omdat dat beter is voor het milieu, maar omdat mensen daar meer geld mee bespaarden. Ik verwacht dus ook een shift in denken dat minimaliseren van energie ook meer een ding gaat zijn. Heeft dat effect op deze percentages of zal het min of meer hetzelfde blijven.

E6: Ik denk dat binnenvaart dan wel meer benut zou worden ten koste van weg.

E7: En spoor ook wel meer denk ik.

E6: Ja maar het spoor zit dan wel redelijk vol en binnenvaart heeft nog restcapaciteit dus daar kan nog wel een verschuiving naar toe.

E7: Ja als je kijkt naar de energie-efficiëntie dan moet de weg wel afnemen. Dat gaat dan logischerwijs naar het spoor en de binnenvaart. Maar als mijn collega zegt dat het spoor dan vol is, dan moet ik dat maar aannemen. Maar anders zou ik zeggen, laten we dat op het spoor zetten.

I: Het kwam al heel kort voorbij dat de weg sneller innoveert dan de binnenvaart en dus zou het op kortere termijn opeens al heel gunstig kunnen zijn om een modal shift van binnenvaart en spoor richting de weg. Dat gaat heel erg in tegen de 'leer' en word ook reverse modal shift genoemd. Hier heb ik ook weer een stelling over. Het wegvervoer zal sneller innoveren dan spoor en binnenvaart.

E7: Dan hebben we het ook over de tijdlijn van 2040?

I: Yes en de tijdlijn daar naartoe.

E6: Ik denk wel dat weg heel dicht in de buurt gaat komen van het spoorvervoer en in vergelijking met binnenvaart minder CO<sub>2</sub> per ton product uit zal stoten inderdaad.

E7: Ik twijfel nog. Dan moet het echt heel schoon gaan worden komende tijd. Dan moet je het per ton per km kunnen verantwoorden, dus ik zit hier wat lager in. Op een schaal van 1-5 zit ik op 3. Dan moet de wegsector zo snel ontwikkelen en innoveren. Dan kijk je ook naar laadinfrastructuur of waterstofverbruik. Als je dan heel de WTW neemt, dan blijft ook het spoor op de grote schaal voordeliger qua CO<sub>2</sub> uitstoot, dus ik ben er wat voorzichtiger in.

I: Helder. De volgende stelling gaat als volgt. Het verduurzamen van het wegtransport zorgt voor een modal shift naar het wegvervoer toe. De vervolgvragen daarvan zijn, zo ja, is het een probleem en wat is de consequentie voor de andere modaliteiten.

E7: Je wil eigenlijk geen reverse modal shift. In de meeste gevallen kan je het wel een beetje sturen. Wegwerkzaamheden aan de infrastructuur door Rijkswaterstaat bijvoorbeeld. Daarmee wordt je een beetje gedwongen om gebruik te maken van andere modaliteiten. Daarmee moet je ook rekening houden en niet alleen met CO<sub>2</sub>. I: Congestie en dat soort dingen.

E7: Ja Congestie, en dus tijdsverlies, daarmee gaan de kosten weer omhoog. Ook knooppunten en kunstwerken in Nederland zijn toe aan vervanging. De opgave die Rijkswaterstaat te wachten staat is enorm. Dat mee nemende op deze corridor weegt dat ook zeker mee in de overwegingen van de modaliteiten.

E6: Ik heb er even over na kunnen denken. Er zijn een aantal positieve factoren voor modal shift. Het spoor en de binnenvaart is duurzamer, je hebt een vaste dienstregeling en redelijk congestievrije routes. Wegvervoer daartegen over is snel en flexibel en je hoeft niet te wachten tot een hele trein of binnenvaart gevuld is, je kan meteen rijden. Deze factoren spelen allemaal een rol dus dan is de vraag welke factoren hier de overhand krijgen. Verduurzaming zorgt ervoor dat 1 van die 6 factoren minder belangrijk wordt, dus zal het wegvervoer meer ingezet worden. Je krijgt dan wel weer meer kans op files, dus dan gaan de vervoerstromen dan weer terug naar binnenvaart en spoor. Deze ontwikkelingen zullen zich dan in evenwicht houden is mijn gedachte.

E7: En misschien dat de arbeidsmarkt hierin ook wel een rol speelt.

I: Dat is wel binnen alles modaliteiten een ding toch?

E7: Ja maar als je 1 container ermee verplaatst of 10, dat is toch wel een ander aspect.

E6: Ik ben wat ouder, 30 jaar geleden was de modal split ook al dezelfde percentages, dus ik denk dat er geen hele grote verschillen zullen zijn. Hier en daar procentenwerk, maar dat is het wel. Het zal elkaar in evenwicht houden.

### Digitalisation

I: Helder, dan wil ik graag door naar het volgende onderwerp. Het optimaliseren van de assets. Daarbij heb ik mijn focus een beetje gelegd op de digitalisering van de transportsector. In Nederland is de gemiddelde beladingsgraad ongeveer 45-50% volgens het CBS, en worden zo'n 27% van de kilometers leeg gereden. De afgelopen jaren worden ook nieuwe complexe ideeën als Physical Internet uitvoerig onderzocht. Deze nieuwe manier van logistiek is gebaseerd op een open platform met samenwerking op fysiek, digitaal en operationeel vlak tussen alle modaliteiten, vervoerders en verladers. Een iets makkelijkere opstap en tussenvariant van PI is synchromodaliteit. Daar zijn jullie al wel mee bekend volgens mij, waarbij last minute een modaliteit wordt gekozen voor het transport. Hierbij is het belangrijk om veel verschillende opties te hebben voor transport, daarbij komt de corridor ook weer erg goed van pas omdat zowel Rotterdam en Moerdijk met Venlo verbonden zijn via Weg, Spoor en water. Voor het slagen van deze logistieke plannen is al vroeg ontdekt dat de belangrijkste en tevens moeilijkst haalbare slagingsfactor de coöperatie en vertrouwen is tussen de stakeholders. Digitalisering kan nog helpen bij het bundelen van vracht, kleine ladingen samenvoegen tot 1 grote lading. Dit kan dus helpen met het reduceren van emissies, maar ook dit gaat gepaard met het delen van data. Dit delen van data ligt bij bedrijven erg gevoelig, want die zijn niet heel happig om hun data te delen. Dat is niet voordelig voor hun eigen business case. Daarom dan ook de volgende stelling: Er moet een vorm van dwang komen dat bedrijven gaan samenwerken zodat het logistieke proces beter gaat verlopen. En ter voorbereiding ook alvast de vervolgvraag: Wat voor dwang?

E6: Een vorm van dwang is wetgeving.

I: Dat is vrij breed, waar doelt u dan op?

E6: Ik denk dat samenwerking afdwingen heel moeilijk is. We proberen dit al 20 jaar in Nederland en bedrijven werken ook wel samen, maar dat is alleen als er een win-win situatie is voor beide partijen. Op dit moment is in Nederland de ontwikkeling dat de overheid het 'basis-data platform' ontwikkelt en beschikbaar stelt, dat bedrijven daarin kunnen kiezen welke data ze delen met wie. We zitten in een democratisch systeem, gelukkig. Ik denk dat daarom een vorm van dwang dat dat niet de weg is die we op moeten gaan. Het moet aantrekkelijk worden voor bedrijven om data te delen, en de bedrijven moeten door de burgers en de samenleving worden uitgedaagd om dat te gaan doen. Dus nee, geen dwang. Natuurlijk kan er meer wet en regelgeving komen, maar dat moet niet dwang als doel hebben.

E7: Ik vind het ook wel iets wat natuurlijk moet gaan. Je merkt dat bedrijven heel veel in eilandjes werken. Het idee is om dan te kunnen laten zien wat de winsten zijn van data delen en samenwerken. Ik denk dat dat vaak nog onvoorzien is bij de bedrijven. Die denken vaak dat hun data gevoelig informatie is, die de tegenpartij niet moet hebben. Terwijl je juist een groot deel kan afschermen en jezelf kan voorbereiden. Denk hierbij aan plannings op de terminals, de kades en de binnenvaart, zodat je winsten kan behalen hierop. Dus geen echte vorm van dwang. Maar stimuleren om samen te werken, en laten zien wat de winsten zijn van samenwerken, dat kan wel gaan lopen. Partijen gaan echter wel vaak voor het individuele belang en zijn daarom minder snel in het samenwerken. Voor deze stelling zou ik een 2 geven.

I: Hoe kijken jullie dan naar het normeren en beprijzen van CO<sub>2</sub>.

E7: In welke zin bedoel je dit met digitalisering?

I: Nou stel er komt dus een taks op CO<sub>2</sub> of het leeg rondrijden van een vrachtwagen. Dan moet een bedrijf toch wellicht dit gaan voorkomen door samen te werken met andere bedrijven om te kijken of het nog vracht mee kan nemen.

E7: Er is een bedrijf in Arnhem, dat heet 'Airhunters'. Die zoeken overal waar plek in vrachtwagens waar ze nog pakketjes bij kunnen stoppen zodat de beladingsgraad nog verder omhoog gaat. Dat is

dus ook een vorm van samenwerken om de ruimte te zoeken in lege vrachtwagens. Waar is nog ruimte op een zending die toch al naar Spanje / Italië rijdt. Op die manier proberen ze de leegte te vullen. Dus dat zou een stimulans kunnen zijn inderdaad.

I: Maar ook hier geldt voor dat die data wel gedeeld moet zijn, of in elk geval openbaar anders werkt dit niet.

E7: Ja de bedrijven moeten hiervoor open staan en ook bereid zijn om data te delen en hierin initiatief te nemen. Het prima vinden als vracht met de concurrent mee gaat

E6: Ja dat is wel anders dan 20 jaar geleden. Bedrijven zijn wel echt bereid naar de concurrent te gaan als die hen kan helpen op dit vlak. Als het maar duurzaam gebeurt, alleen het is moeilijk om dat overzicht te krijgen. De initiatieven die inzicht hierin proberen te krijgen, bijvoorbeeld airhunters is allemaal op kleine schaal. Voordat je dat echt gaat merken, dat duurt nog een hele tijd.

I: Hoe zien jullie dan de rol van digitalisering in de logistiek. Hoe gaat dat ontwikkelen over tijd?

E6: Ik denk dat steeds meer data gedeeld kan worden. Dat er meer inzicht in de logistiek is. Hoe het gaat ontwikkelen is de vraag wat de grote monopolisten in de wereld voor elkaar gaan krijgen. Richtten die alleen hun eigen keten in, dat dat zo goed mogelijk verloopt of zijn die ook bereid data te delen. In de transport en logistiek gaat het vooral op grote rederijen. Die hebben ketenmacht. Je ziet dat niet alle data altijd gedeeld wordt, en dat lege containers eerder worden opgevraagd om teruggebracht te worden naar de haven omdat dat hun bezit is. Ik denk dat de houding van deze grote rederijen en grote verladers als Amazon belangrijk is. Gaan zij data delen, dan kan je echt wat besparen, gaan ze niet data delen dan valt dat weg.

E7: Ik ben het hier mee eens. Digitalisering gaat steeds meer een rol spelen, ook Physical Internet zal wel meer opkomen. Ik denk hetzelfde dat, wil je echt grote stappen maken, dan moet je beginnen bij de grote vervoerders en verladers. Als zij ermee gaan starten, dan komt de rest wel mee.

I: Maar als ze zo'n platform beginnen, bijvoorbeeld Amazon, dan creëren die eigenlijk wel een soort monopolie toch, je kan dan als kleinere vervoerder niet anders dan aansluiten daarbij.

E7: Dat is wel een risico ja.

E6: Ja dat is wel in de praktijk de situatie denk ik. Je bent afhankelijk van de data die deze grote vervoerders verstrekken om het achterland te organiseren.

I: Hoe kijken jullie dan naar synchromodaliteit. Op de corridor wordt het al een beetje toegepast, maar dat is meer binnen een bedrijf zelf. Hoe gaat synchromodaliteit op deze corridor een rol spelen. Gaan bedrijven hiermee meer samenwerken, of is het een mooi initiatief wat uiteindelijk vooral individueel binnen bedrijven zelf wordt toegepast?

E7: Ik denk dat het wel kan. Het is nog wel een concept wat al jaren loopt. Als de infrastructuur er eenmaal is, denk aan een goed binnenvaart en spoor netwerk. Denk aan de verdubbeling van het spoornetwerk waar we het net over hadden van 10 naar 20%. Dat dan de logistieke dienstverleners kunnen kijken wat op dat moment de beste route, qua beladingsgraad, qua CO<sub>2</sub> beprijzen, kostenplaatje en service level. Hoe kunnen we ervoor zorgen dat dit van A naar B zo goed mogelijk worden vervoerd, dat het dan zeker wel potentie heeft om in de loop van de toekomst, net als clean energy hubs op de corridor Rotterdam-Venlo toegepast te worden.

E6: Ja ik ben het met mijn collega eens. Je ziet steeds meer dat bedrijven, logistieke dienstverleners steeds meer zeggen van, wij zijn geen wegvervoerders, maar logistieke dienstverleners. Wij kunnen verschillende modaliteiten bieden. Je ziet ook dat spoor en binnenvaart operators zich steeds meer als tri-modale operator opstellen. Er wordt ook steeds meer van buiten de sector in geïnvesteerd dus het aanbieden van 1 modaliteit verdwijnt steeds meer. Dat is dus winst. Verladers weten, zeker als ze in Nederland gevestigd zijn, dat er meerder opties zijn en daar ook een bewuste keuze in maken. Dus ja, ik denk dat het idee van synchromodaal vervoer, dat je tussen modaliteiten kan switchen en dat het aangeboden wordt, dat je dat in 10 tot 15 jaar wel vaste grond heeft en dat bedrijven willen. Wat het probleem nog wel is, zeker in de COVID jaren, is dat er hiccups zijn in de Rotterdamse haven met afwikkeling van soms wegvervoer, soms binnenvaart en soms spoor. Zolang deze hiccups er zijn, dan krijg je vertraging en ben je minder enthousiast om de modaliteit nog een keer te gebruiken. Als je



dat weghaalt, dan krijg je bedrijven wel zo ver dat ze synchromodaal transport willen gebruiken. Daar verwacht ik niet echt problemen in.

I: Dus de betrouwbaarheid van de verschillende modaliteiten moet echt omhoog om dit te laten werken.

E6: Ja en ook de kosten is een ding. Op dit moment is het wegvervoer gewoon goedkoop, dus wordt de binnenvaart en het spoor minder gebruikt. Maar goed, over 5 jaar heb je vrachtwagen heffing, dus ik verwacht dat op de lange termijn het gebruik van wegvervoer qua kosten zich niet positief zal ontwikkelen.

E7: Er zijn ook enkele logistieke dienstverleners die dit pakket aanbieden aan verladers, en ook echt het synchromodaal transport willen promoten. Die zeggen dan, wij rijden alleen buiten de spitsuren. Anders stellen wij voor om gebruik te maken van spoor of binnenvaart daar waar kan. De ontwikkelingen met wet en regelgeving die eraan zitten te komen, die vrachtwagenheffing, CO<sub>2</sub> prijzen, dat kan wel een stimulerend effect hebben voor synchromodaal transport.

I: Het is wel belangrijk dat er restcapaciteit is voor de modaliteiten om synchromodaal transport te kunnen laten slagen. Hoe gaan de verschillende modaliteiten daarmee om? Een trein rijdt het liefst als die vol is en liever niet als die leeg is.

E6: Ja maar de trein moet gewoon rijden volgens dienstregeling. Dus ook half leeg moet die gewoon rijden. Op de lange termijn heeft de operator dan problemen om rendabel te werken. Die gaat niet wachten op het feit tot die vol is.

E7: Als je gebruik gaat maken van frequentie en reguliere diensten dan ben je daar wel toe verplicht. Als er voldoende diensten en frequentie zijn, dan stijgt de betrouwbaarheid en gaat men er meer gebruik van maken. Beetje het kip en ei verhaal. Als deze frequentie er niet is dan zal het wegverkeer toch aantrekkelijker blijven. Wij verwachten beide dat het wel meer zal komen synchromodaliteit, maar het zal heel langzaam gaan.

I: Ja dit is ook wel weer een beetje de wrijving binnen de markt. Verladers willen wel indien er voldoende restcapaciteit is, en vervoerders zeggen, ik wil eerst dat er vraag is voor ik een dienstregeling op zet.

E7: Dat is het ja.

I: Ik had het net ook even over de beladingsgraad. Kan digitalisering hierin helpen, of is dit eigenlijk in Nederland al zo vol mogelijk omdat dit nou eenmaal onderdeel is van het systeem. Een zandkiewagen rijdt nu eenmaal vol naar de bouwplaats en leeg weer terug. Want we hadden het net over zo'n bedrijf als airhunters, die dus wel proberen de beladingsgraad te verhogen.

E6: Een vraag is hoe het gedefinieerd is. Wat veel gebeurd in de transport is dat een vrachtwagen qua volume niet vol is, maar qua gewicht wel. Er zijn ook veel overbeladen vrachtwagens. Daarnaast is het zo dat, ook al zijn de kubieke meters niet gevuld, dat een transport dusdanig veel waarde kan hebben dat het rendabel is om ook al die lucht te vervoeren. Dat maakt het wel moeilijker om de beladingsgraad te verhogen. Ik heb ook onderzoek gedaan, 15 jaar geleden naar dit item. Daar kwam uit dat als je echt heel gericht beleid gaat voeren dat je per jaar ongeveer 1% beladingsgraad kan verbeteren. Dat kan dus langzaam stijgen. Ik zou dus zeggen, het was nu iets van 47%. Als je daar beleid op zet kan het met 8 jaar naar 50-55%, en misschien met 15 jaar naar 55-60%. Maar dan moet er echt veel meer beleid op worden gezet dan nu hoor. Anders gaat dat echt niet lukken.

I: Uiteindelijk moeten er ook grote stappen worden gezet dus zal er ook echt iets met veel beleid moeten komen, want hiermee kunnen wel grote stappen worden gezet.

E7: Ik sluit mij aan bij mijn collega, als hij zegt dat 1% per jaar, dan geloof ik dat. Ik denk dat digitalisering hier ook een belangrijke rol in kan spelen. Denk ook aan bouwlogistiek en een project als airhunters kan niet werken zonder. Als dat goed staat, dan kan je misschien boven die 1% uit komen. Maar dit moet dan ook samen gaan met goede regelgeving en beleid.

I: Wat is dan de potentie voor lege ritten. U zei net, als de waarde van het transport maar hoog genoeg is, dan rijdt een vrachtwagen met veel lucht. Hetzelfde geldt als een vrachtwagen op punt B en moet naar punt A, als dat voor een bedrijf essentieel is dan rijdt die gewoon leeg terug. Valt hier in het algemeen op te reduceren, en kan digitalisering hierbij helpen?

E6: Ik denk het wel. Het is wel moeilijk om hier wat aan te doen. Je moet met rederijen bekijken, omdat het ook bijdraagt aan hun sustainability doelstellingen, dat we hier een pilot van gaan maken om dit in Nederland te realiseren. Dan proberen we ook, het feit dat jullie snel over een container willen beschikken te faciliteren. Dan denk ik dat het aantal lege containers dat vervoerd wordt wel verminderd kan worden met 20-25%. Dat vraagt dan ook medewerking van rederijen en de bereidbaarheid daarin zal heel erg verschillen. Ik zie hier toch wel mogelijkheden in en als je de doelen wilt halen moet je zoveel mogelijk proberen je mogelijkheden te benutten. Ik denk dat er wel kansen in zijn, maar dat vraagt echt effort.

I: En zit hier dan ook weer een rol voor regelgeving?

E6: Weet ik niet, de overheid kan dit niet doen zonder afspraken te maken met andere overheden in Europa.

E7: Ja het ligt echt aan de stakeholders, de dienstverlener en de samenwerking met rederijen, verladers en terminals. Als een rederij een container terug wil, dan kan die container misschien gevuld worden en dan vervoerd. Er zijn dus wel opties, en als je daar een digitalisatie tool voor hebt, dan zou dat zeker kunnen helpen. Maar het vergt wel veel bereidheid vanuit de sector. Het is een keten brede problematiek.

I: Dat bedrijven dan ook hun eigen business plan een beetje moeten verbuigen om dit vraagstuk op te kunnen lossen.

E7: Ja.

I: Ik had ook nog een bonusstelling die ik vanwege jullie kennis van de corridor toch graag wil behandelen. Deze is als volgt: De emissiedoelstellingen zijn op de corridor veel makkelijker te behalen dan gemiddeld in Nederland. Daarom moet de corridor voorlopen op de rest.

E6: Ja.

I: Kunt u hier een beetje over uitweiden?

E6: Op de corridor is het aandeel internationaal transport, en transport gerelateerd aan de zeehavens relatief groot. De andere corridors zijn relatief klein, meer lokaal vervoer met minder inzichten. Dus dat is minder makkelijk om bijvoorbeeld te bundelen.

E7: Misschien ook wel de ontwikkelingen qua infrastructuur. Die lopen voor op zo'n corridor dan in de rest van Nederland. Denk hierbij aan clean energy hubs en truck parking. Ligplaatsen voor binnenvaart terminals. Dus ik ben het ook wel eens met deze stelling.

### Road Transport

I: Dan zou ik nu graag de modaliteiten willen bespreken te beginnen met het wegvervoer. Hierbij kijken we naar 2 elementen. Ten eerste het efficiënter maken van de modaliteit, en ten tweede het introduceren van nieuwe energie dragers. In het wegvervoer is de transitie naar schonere alternatieven al op gang gekomen met de entree van elektrische vrachtwagen in bijvoorbeeld stadslogistiek. Echter, dit zijn korte afstanden, voor langere afstanden geldt dit eigenlijk nog niet. Het introduceren van Battery Electric Vehicles (BEV) gaat een enorme vraag opleveren naar meer laadinfrastructuur, en het gaat ook ten koste van het laadvermogen van de vrachtwagens zolang de batterijen nog zo zwaar zijn. Een van de bedachte oplossingen hiervoor is de introductie van een Electric Road System (Elektrisch Weg systeem) waarbij het vrachtverkeer tijdens het rijden kan worden opgeladen. Hier zijn meerdere ideeën voor, bijvoorbeeld een bovenleiding en pantograaf of een inductiestrip in de weg waarbij ook het overige verkeer gebruik van kan maken. Een Case Study in Zweden en Noorwegen liet zien dat het reductiepotentieel tot wel 60-70% bracht voor vrachtverkeer. Een ander alternatief voor fossiele brandstoffen is waterstof. Dit stoot geen CO<sub>2</sub> uit tijdens het rijden en is dus erg duurzaam. Echter, het op grote schaal produceren van waterstof is nog niet mogelijk. Het produceren van waterstof is ook erg inefficiënt waarbij veel energie verloren gaat, maar het zou wel de oplossing kunnen zijn bij energieoverschotten. Waterstof zou zelfs volledig CO<sub>2</sub> vrij zijn als het wordt gemaakt met groene energie. Als laatste alternatief zou er ook gebruikt gemaakt kunnen worden van biobrandstoffen die bijvoorbeeld geproduceerd kunnen worden met biologisch hernieuwbaar materiaal. Het is nog heel erg moeilijk om te zeggen hoe het wagenpark gaat ontwikkelen in de toekomst, maar vanuit jullie expertise,

hoe denken jullie dat het wagenpark er in de toekomst uit gaat zien. Overwegend elektrisch, waterstof, biobrandstof of toch een mix?

E7: Ik verwacht zelf dat, kijkend naar hoe het nu gaat waarbij ook veel gebruik wordt gemaakt van HVO diesel dat we voordat we helemaal direct naar elektrisch of waterstof gaan dat we eerst een tussenfase hebben waar we gebruik maken van biobrandstoffen. Vaak merk je ook dat logistieke dienstverleners nog recent grote investeringen hebben gedaan in nieuwe trucks. Vaak moet dan eerst de afschrijving daarvan afgemaakt worden voor de investering in elektrisch komt. Dat is de reden dat ik denk dat biobrandstof de tussen fase is met daarna elektrisch en waterstof. Voordat de elektrische trucks voldoende bereik hebben om lange afstanden te kunnen rijden zal er dus een transitie fase zijn.

E6: Ik ben het hier grotendeels mee eens. Ik denk dat elektriciteit de nieuwe energiedrager wordt voor wegtransport, omdat dit uiteindelijk het meest efficiënt is. Qua waterstof, de vraag is hoe efficiënt dat is, daar moet ook een enorme infrastructuur worden aangelegd, wat voor elektriciteit makkelijker is. De vraag is daar wel hoe je daar om gaat met netwerk congestie en tekort. Maar zodra dat is opgelost is, dan zal elektrisch vervoer snel groeien naar 2040 I: Hoe kijken jullie dan naar zo'n ERS systeem. Zeker op zo'n corridor is er relatief veel vrachtverkeer, dus dan kunnen de batterijen gebruikt worden voor first- en last mile en het lange afstand vervoer kan dan zo worden gedaan.

E6: Ik denk alleen dat het werkt als het kan worden aangesloten op systemen in andere landen. Ik snap wat je bedoeld, maar als je kijkt naar grootschalige infrastructuur projecten en investeringen daarin, in combinatie met het elektriciteitstekort, dat de maatschappelijke druk te groot is om elektriciteit hiervoor beschikbaar te stellen en dat het daarom de komende 10-15 jaar niet politiek haalbaar is om dit te introduceren.

E7: Ik acht de kans ook klein. Het is ook een transitie. Het sociale draagvlak is ook lastig om hierin verandering aan te brengen.

I: en andere innovatie in het wegverkeer heeft onder andere te maken met autonoom rijden. Er worden stellingen gedaan dat autonoom rijden een bijdrage kan leveren aan CO<sub>2</sub> arm vervoer. Er zou zelfs kunnen worden uitgegaan van 15% minder brandstofverbruik bij 3 platooning vrachtwagens, oplopend tot wel 22.5-27.5% besparing op CO<sub>2</sub> in ideale omstandigheden. Daarom de volgende stelling. Autonoom rijden heeft wel voordelen, maar leidt niet tot deze grote verduurzaming.

E6: Eens, er liggen zeker wel mogelijkheden, maar de uitdaging is dat de techniek meer kan dan de samenleving kan bieden. We moeten dan als samenleving het goed vinden dat er onbemande vrachtwagens rondrijden. Dat moet ook Europees goedgekeurd worden. Ik verwacht daar zoveel politieke discussie over dat ik niet verwacht dat dit in 15 jaar grootschalig gaat gebeuren. Het zou kunnen gebeuren op haven terreinen en afgesloten terreinen maar niet op de openbare weg.

E7: Ja op de terminal in Rotterdam is er al het een en ander aan autonome voertuigen, maar het maatschappelijke element zal het tegenhouden. Maar qua CO<sub>2</sub> besparingen zit er wel potentie in.

I: En tussenstappen daarin, waarin bijvoorbeeld nog wel een chauffeur in het voertuig aanwezig is, maar er vooraf een ideaal ritprofiel is samengesteld waar de auto zich aan houdt waarbij zo min mogelijk energie wordt gebruikt. Zit daar potentie in?

E6: Ik denk dat we langzaam daar naar toe groeien. Maar de stap van wel naar geen chauffeur is zo groot. Het moet aantoonbaar zijn dat dit ook leidt tot minder ongelukken, en dan is het nog maar afwachten wat de politiek daarmee doet. E7: Ik denk dat het beïnvloeden van het rijgedrag van de truck wel zeker tot vermindering van emissies kan leiden. Maar als je kijkt naar verkeersveiligheid, dan kan het wel een issue zijn.

I: Het langzamer rijden is inderdaad wel een issue met de heterogeniteit van het verkeer. Is het een oplossing om het vrachtverkeer zoveel mogelijk naar de nacht te verplaatsen en ze dan 60 over de snelweg te laten rijden bijvoorbeeld?

E7: Minder congestie dus dat helpt.

E6: Ja technisch is het mogelijk, maar de vraag is nog steeds hoe de samenleving hier in mee gaat. Ik denk ook hierbij dat het politiek niet die beslissing genomen worden om dit voor 2040 te realiseren. Het is ook een beetje mijn ervaring uit de afgelopen 30 jaar. Technisch is er zoveel mogelijk, maar je

moet door zoveel hoepels springen om ergens te komen en het op te schalen. Maar als je ergens moet beginnen, dan maar misschien wel de snelweg.

I: Dat is natuurlijk wel het voordeel van de corridor, dat is een relatieve proeftuin voor dit soort innovaties.

E6: Ja, maar je hebt te maken met veel verschillende stakeholders en partijen en invloed op de maatschappij. Je hebt politieke achterban nodig die zeggen, dit gaan we doen. Ministers die hier voor gaan en dat zie ik nog niet gebeuren. Er is nog geen eens politieke dekking voor het op tijd uitvoeren van noodzakelijk beheer en onderhoud. Er zijn teveel andere kwesties, de energie transitie en dergelijke waar meer geld in gestoken gaat worden dan in mobiliteitssystemen. Dus de komende 15 jaar heb ik een hard hoofd hierin.

#### Barge Transport

I: Laten we dan doorgaan naar de volgende modaliteit, en dan wil ik het met jullie nog graag even hebben over de binnenvaart. Misschien wel de meest moeilijke modaliteit om te innoveren. De doelstelling van de binnenvaart is om 70% minder uitstoot te hebben in de binnenvaart in 2040. Daarbij moeten schepen in 2030 gemiddeld een emissielabel B hebben, hoe dit er dan in de praktijk uit komt te zien, dat is nog niet helemaal duidelijk. Net zoals de andere modaliteiten is er dus een noodzaak om de fossiele brandstoffen te vervangen voor een schoner alternatief. Voor de binnenvaart zijn er ook verschillende mogelijkheden, waaronder: elektrisch, waterstof & biobrandstoffen. Als jullie naar de binnenvaart kijken, waar zit dan de meeste potentie in?

E6: De uitdaging met de binnenvaart is dat we een vloot hebben van 10.000 schepen. Die schepen zijn oud, door eigenaren geld in gestopt en de motoren gaan relatief lang mee. Aan de andere kant is de vloot dus niet zo groot en is het relatief goedkoop om alle binnenvaart schippers te helpen om de overstap naar duurzame binnenvaart te realiseren. Maar als we het overlaten aan de markt, dan zal het heel langzaam gaan. Als we het willen kunnen er in 10-15 jaar grote stappen gemaakt zijn, maar dat kan je niet alleen aan de modaliteit zelf over laten want dan gaat het niet werken. Misschien kan je het aan de verladers op aanspreken die de binnenvaart gebruiken voor hun CSRD doelstelling en administratie. Op die manier zou het kunnen werken. Ik heb er 50-50% vertrouwen in dat het gaat werken. In praktijk moeten bedrijven samenwerken om dit te realiseren.

I: Dus samenvattend, de technische haalbaarheid is er, maar het gaat om de financiële drempel.

E7: Voor binnenvaartschippers is het vaak ook hun privé leven. Ze wonen ook veel op de schepen. De afschrijving van een schip is veel langer (>30 jaar). Het kan dus wel om naar batterij-elektrisch te gaan en ook waterstof mogelijkheden zijn er. Toch sluit ik ook aan bij mijn collega dat het proces waarschijnlijk langzaam gaat en dat het financiële plaatje wel een issue is voor de verduurzaming.

I: Zit er dan een verschil in toepassing tussen bulk en container vervoer?

E6: Je hebt container schepen, die varen vast voor een freight forwarder, en de bulk schepen die dat doen daar is ook meer voor mogelijk. De investeringen van bijvoorbeeld het waterstof schip dat tussen Groningen en Rotterdam gaat is gezamenlijk gedaan. De vloot van schippers die individueel varen voor verschillende opdrachtgevers zal je minder makkelijk kunnen bereiken. Als die geen verlader achter zich hebben om deze investering te doen dan moet je echt iets anders verzinnen om deze groep te kunnen laten verduurzamen.

I: Dan nog de stelling, Er is in de binnenvaart voldoende draagvlak om te innoveren.

E6: Ja het draagvlak is er wel, maar het geld gewoon niet. Men wil echt wel innoveren en ziet ook dat dit de toekomst is van de binnenvaart en dat hiermee ook marktaandeel te winnen valt. Dat willen de partijen ook wel. Maar zonder geld kan je weinig doen. Het risico is erg groot, dus een enkeling zal het doen, maar de grote schaal niet.

E7: Ja eens, de binnenvaart wil wel meedoen. Ze zien ook dat, zeker gezien de modal shift die we bespreken. Je krijgt alleen wel vaak het argument, we zijn al schoner dan het wegtransport op dit moment.

I: Heeft het vanwege die hoge kosten voor de binnenvaart zin om zolang mogelijk te wachten met verduurzamen en dan in 1 keer de overstap te maken naar volledig zero-emissie zodra die mogelijkheden

er zijn. Als een schipper in 2035 bijvoorbeeld een schip koopt wat nog steeds CO<sub>2</sub> uitstoot met fossiele brandstoffen, dan vaart die 50 jaar later nog steeds rond.

E7: Algemene vraag is, is het erg als er dan nog fossiele brandstoffen worden gebruikt. Als er met allemaal regelgeving van de CSRD en CO<sub>2</sub> beprijzen het gebruik van fossiele brandstoffen heel duur wordt, dan ben je eigenlijk genoodzaakt om te verduurzamen.

I: Er zijn ook wat exogene factoren die invloed hebben op deze modaliteit. Het is de afgelopen jaren ook steeds vaker in het nieuws dat er in de zomer te lage waterstanden zijn en in de winter te hoge waterstanden. Dit heeft invloed op de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de modaliteit en we bespraken net al hoe belangrijk dat is. Gaat de capaciteit van de binnenvaart omlaag door het verlies van betrouwbaarheid.

E6: Ja, dat zou best kunnen. We zien natuurlijk meer kans op lagere waterstanden door klimaatverandering. De vraag is of je als dienst verlener dit op kan geven door klanten een waardige vervanging te geven. Ik denk dat als het in Nederland gebeurt dat het dan wel zou kunnen. Dan kunnen ze tegen klanten zeggen en schepen minder mee kunnen nemen dat de kosten tijdelijk omhoog kunnen gaan en dat de klant dan bereid is om naar andere modaliteiten te gaan. Ik denk dat klanten dat oké vinden en dat snappen. Ze weten dat dit een factor is waar rekening mee gehouden kan worden. Internationaal vind ik het lastiger omdat onderzoeken ook laten zien dat containervervoer over de rijn sinds 2018 met 40% is gedaald. Dat kwam mede doordat verladers die altijd de binnenvaart gebruikte door de lage waterstanden zijn gewisseld van modaliteit, en daarna nooit meer terug gekomen zijn. Dat vond ik wel een verontrustende ontwikkeling. In het buitenland is deze boodschap dus moeilijker te verkopen.

E7: Ik denk dat we ons ook met de kijk op klimaatverandering ons anders moeten voorbereiden zover we kunnen. Als we weten wat ons te wachten staat kunnen we daarop acteren. We kunnen met deze informatie wel vooruit kijken en dan is het een kwestie van goed communiceren. We weten wat de verwachtingen zijn en dan moeten we daarop acteren. Samen met de binnenvaart en andere modaliteiten zoals spoor.

I: Laatste vraag dan nog, over het automatiseren van de binnenvaart. Dat is ook een stuk digitalisering dat aan de hand van de waterstand en de beladingsgraad een optimaal vaarprofiel wordt gegenereerd wat dus het energieverbruik moet minimaliseren. Wat kan de rol hierin spelen.

E7: Ik weet niet heel veel van autonoom varen.

E6: Ja autonoom varen biedt kansen omdat je personeelstekort kan oplossen. Ik weet niet precies hoe het werkt, want het moet tot nu toe alleen strak gespecificeerde routes waarbij het niet te moeilijk moet worden met sluizen en andere lastige obstakels. Maar ik durf hier geen uitspraken over te doen

I: Dan ben ik nu door mijn vragen heen. Heel erg bedankt voor het meewerken en uw tijd.

### **Afsluiting van het interview**

## Expert #8

**Table H.8:** Personalia Expert #8

<b>Function</b>	Program Manager
<b>Expertise</b>	Rail Freight Transport

### General

#### Rail Transport

I: Zijn jullie veel bezig met duurzaamheid voor het spoorgoederenvervoer?

E: Nee eigenlijk niet heel veel, maar dat heeft er ook mee te maken dat het spoor al heel duurzaam is. Het grootste deel van het spoor goederenvervoer wordt elektrisch uitgevoerd. De grootse 'winst' haal je op de first en last mile.

I: Bij de rangeerterreinen en terminals etc.?

E: Als je Rotterdam – Venlo kijkt, dan rijden alleen al tussen de ECT terminal in Rotterdam en de TCT terminal in Blerick (vlakbij Venlo) al 4 treinen per dag minimaal. Die zijn elektrisch. Alleen het uiterste puntje van de Maasvlakte en de terminal in Venlo, die zijn niet elektrisch te bereiken, dus daar vind een stukje diesel plaats. Zelfs als we met een diesel locomotief de hele rit zouden doen, dan zou het schoner zijn dan de andere modaliteiten. Het gevaar voor het spoor zit erin dat we mogelijk onze voorsprong aan het verliezen zijn. Elektrificatie van het wagenpark.

I: Dan gaat dat concurreren. Maar dan zou het spoor nog wel schaalvoordeel hebben.

E: Ja en ook energie efficiënter natuurlijk. Staal op staal blijft voorlopig, denk ik, ik ben geen technout, toch wel veel energie efficiënter dan rubber op asfalt.

I: Als je het dan hebt over het traject Rotterdam – Venlo, is dan alles elektrisch of zal er ook nog wel een diesel rondrijden.

E: Kijk, het zou wel goed voor kunnen komen. Daarom denk ik ook niet dat je heel snel een 5 in kan vullen, want je weet gewoon niet alles. Er zijn keuzes die vervoerders maken. Voor een diesel is het af en toe ook goed om lange afstanden te rijden om de motor even goed schoon te branden. In die wetenschap zal er ongetwijfeld wel diesel worden gereden op deze trajecten. Of als een e-loc niet beschikbaar is. Voor spoor is het dus nog steeds redelijk een korte afstand. Maar hij is wel succesvol doordat er 4x per dag heen en weer wordt gereden, dus 4 keer 150 kilometer is toch weer 600 km in totaal. Een vervoerder verdient uiteindelijk geld om te rijden, dus de hele dag heen en weer pendelen heeft ook een verdienmodel.

I: Want op het traject is het gros die vanuit Rotterdam doorrijden richting Duitsland. Weet je een beetje hoe die verdeling is. Duitsland zal hier meer de beperkende factor zijn dan Nederland?

E: Tegenwoordig zijn bijna alle locomotieven multi-currant. Daarmee zijn ze duurder, concurrentienadeel voor het nederlandse spoor, dan een mono-currante loc die alleen de Duitse en eventueel Betuweroute spanning aankan. Dat is een ander systeem dan gelijkstroom wat vrijwel voor de rest overal zit. Maar met zo'n multi currante loc kan je ook Duitsland in. Venlo is nog te bereiken door Duitse locomotieven omdat er een spanningssluis op het emplacement van Venlo ligt. Nederlandse locomotieven zouden door kunnen rijden tot Bad Bentheim voor de noordelijkere grens. Dus het kan zijn dat ze daar worden overgenomen door een andere locomotief. Bij Bad Bentheim komen deze wissels nog wel eens voor, maar in Venlo eigenlijk niet meer. Alles wat vanuit Rotterdam rijdt, rijdt doorgaans elektrisch. Wat uit België komt is nog wel eens diesel. Maar dat is puur de vervoerder. Dus dat kan volgend jaar weer compleet anders zijn als ze het vervoer verliezen. Tussen Sittard en Venlo is het aandeel diesel wel hoger. Maar dat komt omdat daar een stuk spoor is wat niet elektrisch is, dus daar is gewoon geen andere optie.

I: Als je kijkt naar de toekomst, dan moet de diesel eruit. Dat is eigenlijk onoverkoombaar. Je hebt een aantal alternatieven, waterstof, biobrandstoffen of een soort van hybride systeem met batterijen die tijdens het rijden opgeladen kunnen worden en daarmee dan first en last mile gereden kunnen worden. Zijn jullie ook hier ook mee bezig?

E: Wij zijn niet degene die de locomotieven hebben. Een collega van mij is wel betrokken bij een project hoe de huidige diesel lijnen zero emissie gemaakt konden worden, al was dat meer gefocust op personenvervoer. Dat is makkelijker, want dan heb je 20 treinstellen. Dan kan je heel goed een aankoop doen of een subsidie voor een provincie. Dan zeg je tegen bijvoorbeeld Groningen, vraag een subsidie aan en geef die aan de partij die voor jou dan met die schone treinen gaat rijden. Dat is bij goederenvervoer een stuk anders omdat het veel meer commercieel en concurrentie op het spoor is. Bij het personen vervoer kan je vaak maar kiezen voor 1 vervoerder, vaak NS maar afhankelijk van het traject zou dat ook Arriva bijvoorbeeld kunnen zijn. Als je goederen wilt vervoeren tussen Rotterdam en Venlo, dan zou je 15+ partijen kunnen vragen die dat allemaal voor je zouden kunnen doen met allemaal ook eigen locomotieven. Het interessante is dat dit jaar een nieuwe locomotief is toegelaten. Dat is een elektrische loc, die in Nederland uit de voeten kan, die een krachtige diesel motor heeft voor de last-mile. Dat is dan wel een nieuwe schone moderne diesel die schoner is dan een aantal rangeer locs. Vlakbij waar ik woon zit een diesellijntje waarbij soms een voor het laatste stuk door een bijna museumwaardige diesel loc wordt vervoert uit de jaren 50. Dat heeft met modern spoor goederenvervoer bijna niets meer te maken. Maar goed, de laatste 7 kilometer op die 1000 km, waarna ze hier met een dieselvrachtwagen worden opgehaald waar hebben we het dan over. In het geval van Venlo, de laatste 3 kilometer waarvan de diesel loc het overneemt, dat is uiteindelijk gewoon klein bier.

I: Het stapelen van veel klein bier helpt natuurlijk ook.

E: Ja daar moeten we ook wel vanaf. In Zwitserland rijden ook wel hybride locs rond met accupakketten, dus de technieken zijn er wel. Ik heb ook wel begrepen dat het daar kan omdat ze daar 15kV wisselstroom hebben. Onze 1.5kV laadt daarbij gewoon niet snel genoeg op, dus dat zou het probleem zijn. Op de havenspoorlijn staat 25kV, dus daar zou het kunnen, maar dan is weer de vraag of het allemaal mag met chemische locs enzo. Bij containertransport lijkt me dat niet het grootste probleem. Vraag is alleen hoe je het voor elkaar krijgt. Wellicht een oud voor nieuw regeling.

I: Dus daar moet een soort van stimulans voor komen?

E: Ja voor de scheepvaart zijn er ook allemaal stimulans regelingen dus waarom niet. Maar zoals ik al heb gezegd. Wij zijn (als spoor) al erg duurzaam. Wij zijn het laatste dure kleine stukje waar je de winst op haalt. Het is ook deels imago, want 99% procent van de vrachtwagens die nog verkocht worden zijn ook weer diesel. Dan zie je nog partijen die dan reclame maken met elektrische vrachtwagens waarvan je telkens hetzelfde plaatje ziet.

I: Ja daar heb je ook wel gelijk in. De elektrische vrachtwagens die er zijn, die worden voornamelijk ingezet op korte afstanden en binnensteden bijvoorbeeld. Op lange afstanden zoals de corridor Rotterdam-Venlo wordt er nog nauwelijks gebruik van gemaakt. Dus even een opstapje. Het spoor verduurzamen is misschien eerst nog sprake van klein bier, maar hoe kan je het spoor dan aantrekkelijker maken, en is er ruimte voor en hoe verwacht je dat het spoorvervoer groeit.

E: Er zit potentie in de markt. De prognoses die we nu hebben zijn wel op basis van staand beleid. Die zijn gebruikt en beschikbaar in de Integrale Mobiliteits Analyse uit 2021. Dan zou ik het deelrapport Spoor erbij pakken en dan vertellen ze meer over de prognose. We hebben afgelopen jaar een marktverkenning uit van laten voeren in opdracht van I&W. Maar daar is de uitslag nog een beetje onduidelijk van. De studie was een onderzoek naar de extra potentie in de markt met trends van huidige initiatieven die niet waren mee genomen in de eerste prognose. Die kan dan dienen als een alternatief voor de eerste prognose. Maar om zo potentie te halen zullen beleidsmaatregelen vanuit de overheid nodig zijn. Dan heb ik het niet direct over meer spoorlijnen, maar onze grootste wens, of eis, is dat het spoor geschikt wordt voor 740 meter lange treinen. Dan kan er meer lading mee met hetzelfde aantal treinen. Dat is capaciteit en efficiency winst, dus daarmee wordt je weer een stukje aantrekkelijker.

I: Het hield niet op volgens mij bij 740 toch, want is de doelstelling daarna niet iets van 830 meter?

E: Een trein wordt altijd begrensd door gewicht en lengte. Als je ziet hoeveel moeite het kost om een paar sporen te verlengen, met name op het emplacement van Venlo. Heel simpel gezegd, dat emplacement ligt tussen de maas en een 'berg'. De helling begint strak achter de eerste overgang, dus de uitdaging daar is al om 740 meter spoor te krijgen. De 835 meter is een lengte die al tussen Hamburg en Scandinavië gereden wordt. Dat is eigenlijk ook een uitzondering. Als je de drukste

corridor voor spoor in Nederland bekijkt, vanuit Rotterdam langs de Rijn naar Duitsland verder naar Italië, dan zie je dat in Duitsland langs dit traject eigenlijk ook overal een uitdaging is. Op een gegeven moment wordt de trein te zwaar, en heb je een extra locomotief nodig. Als er door 2 extra wagens een nieuwe loc nodig is, dan komen die wagens er niet bij. Op intermodaal transport is hier nog wel ruimte voor om te groeien. Tot aan Basel kom je een heel eind. Daarna heb je de alpen met de helling is dat dan weer een andere factor

I: Qua vervoersvraag, is dat goed te doen voor de 740 meter treinen?

E: Kijk, de terminal in Venlo is eigenlijk voor TCT een extensie van de Rotterdamse haven. Die willen ze zo snel mogelijk leeg hebben en de administratie en douane komt dan wel in Venlo. Verder het logistieke park in Venlo is groot, dus de vraag is er wel. Er komt een nieuwe terminal aan, dus die krijgt ook een trein per dag vanuit Rotterdam. Dus qua vraag zie ik hier geen problemen. Op een fietsafstand van Venlo ligt nog een container terminal en Venlo is ook trimodaal met een haven. Die hele omgeving is een groot logistiek park tot Duitsland aan toe, dus geen zorgen qua lading.

I: Hoe zit het dan met de capaciteit van de Brabantroute. Omdat het gemixt is met het personenvervoer zit deze al wel redelijk vol dus zo heel veel meer groeien. Je kan wel zeggen, van we gaan massaal shiften naar het spoor, maar die heeft ook een grens. Is er nog een groeipotentie op deze lijn?

E: Zeker als je kijkt naar 2040, ja. Dan is het derde spoor tussen Zevenaar en Duitsland af, dus dan kan de Betuwelijn beter benut worden. Een deel van het goederenvervoer dat nu tussen Rotterdam en Venlo naar Duitsland rijdt, rijdt daar omdat het niet via de Betuweroute kan. Beter gezegd, het Duitse deel daarvan. Dat geeft dan weer lucht op de Brabantroute. Verder wordt de Meteren-Boxtel aansluiting gerealiseerd. Dat geeft vooral tussen Breda en Tilburg ruimte. Die capaciteit is natuurlijk niet oneindig. Wij voorzien ook dat het vervoer uit België via Nederland, via Brabantroute ook stijgt. Dat is en blijft altijd een spel en die wordt ingewikkelder naarmate het internationaler wordt. Wij hebben prognose, de Belgen doen een poging tot prognoses en de Duitsers hebben weer hun eigen prognose. Er is nooit 1 prognose gemaakt van Antwerpen tot Hamburg naar het achterland. Of Antwerpen tot Amsterdam. Dat is ook een van mijn speerpunten dat we met elkaar moeten praten. Als ik in Shanghai ben, dan zijn de haven van Rotterdam en Antwerpen 1 speldenprikje op de kaart. Antwerpen en Rotterdam zijn redelijk inwisselbaar wat afstand betreft.

I: Ik wil zo nog wel even terug komen op het samenwerken als je dat goed vind. Niet alleen internationaal, maar ook tussen de verschillende modaliteiten. Ik had nog ook even een vraag over de belading. Want er worden veel verschillende cijfers genoemd als het gaat om het gewicht van de lading in een TEU, wat gebruiken jullie daarvoor?

E: De vuistregel is eigenlijk dat er 10 TON / TEU is. Maar het ligt er wel aan wat erin zit. Een tankcontainer met 35.000 liter die gaat naar de 35 ton natuurlijk en die zijn relatief kort. Dan heb je 30 ton per TEU. Maar ja, een container met kleding weegt natuurlijk bijna niets. Een container vol met koelkasten kom je ook niet op heel veel gewicht. Dus de vuistregel van 10 TON/TEU kom je een heel eind. De 35 ton is wel een max, want als je de container weer op een vrachtwagen verder wilt vervoeren zit je daar aan de maximum gewicht eisen. Aan de andere kant worden er ook lege containers vervoerd, dus dat weegt dan natuurlijk weer nagenoeg niets, alleen het leeggewicht van de container. I: Worden er veel lege containers met het spoor vervoerd?

E: Ja daar worden lege plekken mee gevuld. De handelsbalans is erg krom. Er komen meer beladen containers uit Azië deze kant op, dus er moeten ook weer lege terug. Je ziet in de haven steeds meer van die vouwbare containers, dat je er vier kan opvouwen die dan de plek van 1 normale container zouden innemen.

I: Als ik het dus goed begrijp is dat min of meer niet te voorkomen omdat de vervoerstromen dus zo uit balans zijn. Of denk je dat de vervoerders hier meer aan kunnen doen?

E: Kijk als die disbalans tussen productie en consumptie er is, dan kunnen de vervoerders er ook weinig aan doen. Met zo'n inklapbare containers maak je het dan efficiënter om er mee om te gaan. Maar als ik een container bouwer was, dan had ik nooit zo'n concept verzonnen als de container zowel op de heen als terugweg beladen was. Dat soort ideeën komen juist omdat er een disbalans is.

I: Dan maar het op deze manier zo efficiënt mogelijk maken. Dat klinkt logisch. We hadden het net al



even over samenwerken. Ben je ook bezig hoe je het spoor aantrekkelijker kan maken dan de andere modaliteiten?

E: Ik niet, maar een collega van mij is wel betrokken bij projecten met synchromodaliteit en dergelijke. Wij proberen ook met visies en adviezen richting I&W maatregelen aan te geven hoe het spoor makkelijker kan. Wij zelf kunnen daar ook een rol in spelen in de afstemming met de vervoerders van reizigersbelangen en goederenbelangen. Wij moeten proberen goed vooruit te kijken. Als ik een nieuwe spoorlijn wil, dan ben ik nu al te laat om die in 2040 gerealiseerd te hebben. De hele procedure duurt gewoon zo lang. Een nieuwe spoorlijn is ook een hele dure maatregel, daar wil men ook nooit aan.

I: Beetje zoals het voorbeeld van de Lelylijn.

E: Ja de vraag erachter, welk probleem los je er mee op? Vergis je niet, ook de weg kan niet alles aan. Sterker nog, op de weg weet je ook niet precies wat er allemaal gebeurt. Weg laat zich minder makkelijk vangen dan spoor. Het spoor is relatief klein, dus kan makkelijk gemonitord worden. Bij de binnenvaart zou dat ook nog kunnen. De Maas is dan helemaal fijn, want daar zitten sluizen, dus heb jij sluispassages.

I: Ja bij spoor is het gewoon heel duidelijk wat er wordt vervoerd, wanneer, waar langs natuurlijk met die treinpaden.

E: En toch is er een imago ding. Belofte van de weg en binnenvaart is: 'Wij worden schoon'. De luchtvaart zegt, wij worden schoon en stiller, dus wij kunnen doorgaan. Het spoor is al schoon, maar toch gaat het alleen maar over het lawaai van de goederentreinen. Kijk, ze maken geluid, dat is waar. Het spoor is veiliger dan de andere modaliteiten, op pijpleiding na. Maar ik ken geen brief van de burgemeester van Tilburg met de vraag wat er allemaal over de snelweg rijdt langs hun stad. Op spoor wel. We bouwen terrassen langs waterwegen. De Waalkade in Nijmegen is 1 groot terras. Ondertussen komt er een zwavel uitbrakend schip langs. Soms een LPG tanker. Als die ontploft heb je ook een probleem. Dat doet die niet, want die schepen zijn natuurlijk hartstikke veilig. Als ik echter een gastrein langs Nijmegen wil laten rijden, dan heb je de burgermeester aan de lijn hangen bij wijze van spreken om te vragen wat die trein daar doet.

I: Dus er is veel controle en maatschappelijke druk op het goederenvervoer?

E: Ja daar moet je dus mee dealen. Maar dan kan je alleen maar rustig uitleggen dat het veilig is, net als de andere modaliteiten. Een oplossing hoe je het veiliger kan maken is iets om de binnensteden heen, maar dan kom je op de afdeling dat het geld er niet is. Bijvoorbeeld voor het realiseren van 740 meter treinen, waar we het over eens zijn dat het er moet komen en ook nog eens erboven op dat het Europees beleid is. De financiering daarvan, het geld om het landelijk uit te rollen is er nog niet. Mondjesmaat komen er plukjes beschikbaar zodat er telkens kleine stapjes genomen kunnen worden.

I: Dus het gebrek aan financiering is hier wel echt een oorzaak dat er weinig stappen gezet kunnen worden?

E: Klopt, er lopen ook meerdere projecten op Venlo, die kosten ook geld. Dan krijg je de helft wat nodig is, wat ga je er dan mee doen? We krijgen ook vragen om analyses te maken wat er gaat gebeuren als je het spoor laat zoals het nu is, maar dat is eigenlijk vrij simpel. Dan verlies je aandeel. De A67 zit ook vol, dat is een grote rij aan vrachtwagens. Daarbovenop, de Maas is niet de meeste ideale rivier die we hebben, want je vaart van sluis naar sluis. Het is een onberekenbare rivier, want zo staat die droog, en zo mag je niet varen omdat je niet onder de brug door kan. Dat raakt dan de algemene problemen hier in Nederland, waar ze in Duitsland ook mee te maken hebben. Alle infrastructuur in Nederland is na-oorlogs, dus ongeveer 80 jaar oud. Dan heb je te maken met groot onderhoud of een uitbreiding. In mijn bescheiden mening ontcom je er niet aan dat je een soort infrastructuur deltaplan moet maken met ook de klimaatverandering in je achterhoofd. Sinds 2018 hebben we gezien dat er wekenlang minder gevaren kon worden door de binnenvaart. Sluizen bouwen bij Lobith in de Rijn heeft ook niet heel veel zin. Dan is spoor qua capaciteit als eerste aangewezen om dit op te vangen, anders heb je 50 vrachtwagens nodig.

I: Zagen jullie dat ook dat er op dit soort momenten, dat toen de binnenvaart weg viel dat spoor het alternatief werd?

E: Heel weinig op de korte termijn, vooral strategische keuzes van partijen om sindsdien te kiezen voor spoor. Partijen die voornamelijk met de binnenvaart spullen vervoerden, gaan nu ook strategisch een deel vervoeren per spoor. Je hebt namelijk niet als spoorvervoerder of wegvervoerder een wagen / trein ergens staan voor het geval het opeens laag water is, dat doe je niet. Dat kan economisch ook niet uit. Je kan als land zeggen om een vloot strategisch als back-up ergens te hebben staan, maar dat is een politieke keuze. Die gaat de markt niet maken en dat gelijk hebben ze. Als er werkzaamheden zijn aan het spoor liggen er ook niet 25 schepen klaar om in te springen.

I: Er wordt van spoor wel gezegd dat er met het goederenvervoer redelijk veel vertragingen zijn en dat het ook redelijk inflexibel is. Hoe kijken jullie daar naar? Hoe kan je dat verbeteren of is dat een eigenschap van het spoor en weten de gebruikers dat dit onderdeel is van de modaliteit?

E: De meeste gebruikers die weten dit echt wel. Er zijn er een paar die teleurgesteld afhaken, maar er zijn er ook een hoop die gewoon blijven. We zijn relatief inflexibel. Bijvoorbeeld met het water, wij kunnen niet in 1x opschalen. Verder zijn het ook allemaal dure assets. Ik weet niet of je zondag de uitzending van tegenlicht gezien hebt, maar soms zijn we allang blij dat er twee spoorstaven op dezelfde afstand liggen. Maar Nederland heeft alleen al 3 of 4 beveiligingssystemen en 2 verschillende stroom systemen. Duitsland heeft 1 stroomsysteem, maar die is anders dan de twee van Nederland, en dan die van België. De Belgen hebben ook weer 2 beveiligingssystemen en de Duitsers ook. Als ik in Nederland rijd, dan moet ik Nederlands kunnen spreken met de treinverkeersleider, en in Duitsland Duits. In België, weer Frans of Nederlands. Dus talen zijn ook een ding. Alles tussen de Europese landen is Nationaal geoptimaliseerd en niet Europees afgestemd of geoptimaliseerd. Zelfs de Betuwe route is afwijkend. Het is 1 rechte lijn naar Duitsland met een modern systeem. Maar waarom de Duitse beveiligingssystemen en stroom daar niet zijn toegepast weet ik ook niet. Met de multi-currante locomotieven los je het dus op aan de kant van het voertuig. Er is een hoogleraar aan de TU Eindhoven die zegt dat de infra zo dom mogelijk moet zijn en de slimmigheid in de voertuigen. Maar dan krijg je voertuigen die enorm zijn toegepast op trajecten. Een trein die rijdt tussen Rotterdam en Italië kan dan niet naar Polen, want die systemen kan die dan niet aan. Als die trein dus daar nodig is dan kan dat niet. Een vrachtwagenchauffeur van ergens uit de EU heeft overal een geldig rijbewijs en kan overal naar toe rijden.

### Digitalisation

I: Helder. Zijn jullie ook betrokken bij het digitaliseren van het spoor?

E: Ik zelf niet, maar collega's wel, dus ik hoor er wel af en toe wat over natuurlijk. Een aantal dingen die je hoort zijn de grotere projecten als ATO en de digitale automatische koppeling. Maar dat duurt nog wel een tijdje, want daar zijn grote investeringen voor nodig, want de hele vloot moet vervangen worden. Daarmee wordt je dan ook weer duurder en prijs je jezelf uit de markt.

I: Kan een rol van dwang een rol in spelen. Dat er dwang komt dat de vervoerders dat moeten gaan doen?

E: Waarom zou je ze dwingen, welk probleem los je daar mee op? Je trein-integriteit is dan iets beter. Een trein kan zwaarder worden, want de digitale koppeling zou sterker zijn dan de huidige koppeling, maar de verandering komt in stappen. Het ultieme doel is bijvoorbeeld dat wagons zelf kunnen koppelen en ontkoppelen, dan heb je geen mensen meer nodig op de rangeer terreinen. Maar zijn die mensen zo duur dat het de investering waard is? Ja het is een mooie ontwikkeling, het zou goed zijn als het er is, maar wie gaat het betalen. En alsjeblieft, als er iets nieuws aan komt, laat het dan 1 systeem zijn door heel Europa. Wij zijn dus vooral heel volgend hierin als Nederland. De grote vervoerders zijn allemaal buitenlandse partijen. Nederland moet dus vooral volgend zijn en geen barrières opwerpen denk ik. Qua ATO, als er 1 systeem is wat geschikt is om te automatiseren is het wel het spoor, want je kan geen kant op. Je zit vast aan het spoor en zeker als je geen overwegen meer hebt. Als iemand de eis stelt dat iemand zegt, het mag niet op een spoor met overwegen, dan moeten alle overwegen vervangen worden. Dat kost ook weer een hoop tijd en geld. Dan zeggen ze weer, van oh nee, maar dat ga ik niet betalen. Er gaat dus ook heel veel kapot in regelgeving. Soms is het terecht en soms ook niet en is het meer pragmatisch. Als er nu iemand op de overweg staat als er een trein aankomt, dan gaat de machinist de trein niet op tijd stil krijgen, maar ATO waarschijnlijk ook niet. Misschien ATO zelfs wel eerder als er ook gewerkt kan worden met camera's op de overwegen.

I: Ook daar is de regelgeving dus nog niet helemaal helder

E: Een ander aspect is natuurlijk het datadelen. Dat partijen kunnen zeggen, ik ben vertraagd dus ik ga mijn slot missen, misschien dat een andere trein daarom maar eerst moet. Of liever, ik ben op tijd, dus ik kom eraan. Sta voor mij klaar. Dat soort kleinere stapjes zit vooral in de hoofden van de partijen die ermee bezig zijn.

I: Is er een rol voor jullie weggelegd om dit te faciliteren?

E: Dat weet ik eigenlijk niet. We zijn hier sowieso wel een partij in, maar of wij leidend hierin zijn dat durf ik niet te zeggen. Ik heb collega's die hier veel meer mee bezig zijn, dus die kunnen je er meer over zeggen. Het gros van het verkeer gaat van Rotterdam naar Duitsland, dus de Duitse infrabeheerder gaat daar ook een grote rol spelen. Die gaan niet toestaan dat wij zeggenschap krijgen over hun infra.

I: Hier komt de Europese samenwerking weer ten sprake. Dit zou dus Europees gezien beter geregeld kunnen worden hoe de data gedeeld gaat worden?

E: Ja wanneer is welke trein waar. Wij kunnen wel zien hoe onze eigen infra het doet. In Doesburg hebben wij onze eigen grens disponent(?) zitten. Die heeft als taak om met de Duitse verkeersleiders mee te kijken dat bijvoorbeeld een trein uit Italië zoveel vertraging heeft dat dan ook effect gaat hebben op het Nederlandse traject. Zo kunnen we in Duitsland al voorsorteren dat er geen plek voor hun meer is op de Betuweroute, maar wel bijvoorbeeld kunnen omrijden via Venlo en dat de vertraging in Rotterdam dan bijvoorbeeld een uur wordt. Maar ik heb dus collega's die hier meer van weten.

I: Ja zoals ik al had aangegeven, ik heb een breed scala aan vragen dus het gaat een beetje alle kanten op. Laten we naar de volgende vraag gaan, denk jij dat spoorvervoer, omdat het wegvervoer sneller ontwikkelt, dat het een aandeel verliest vanwege de CO2 uitstoot.

E: Dan kom ik terug op wat ik eerder zei, we zijn al duurzaam. Het verschil wordt alleen kleiner. Als het wegverkeer dan goedkoper, flexibeler en sneller is, dan voorzie ik wel dat een deel kan shiften. Ik denk dat de corridor Rotterdam – Venlo te dik is om alles met vrachtwagens te doen. Dat kan de weg helemaal niet aan.

I: Jaa ik geef toe dat dit een beetje was om te triggeren natuurlijk, want CO2 is niet de enige factor die meetelt natuurlijk.

E: Logistiek, alle mooie verhalen ten spijt, gaat over geld. Als het de Heineken helemaal ging om het milieu, dan hadden ze alle vrachtwagens en schepen al vervangen voor elektrische varianten. Dat is niet te betalen dus doen ze het niet.

I: Ja, en zo werkt dat dus ook op het spoor met de nieuwe locs.

E: Ja en wat dat betreft is er ook geen gelijk level of playing field om het zo maar te zeggen. Spoorvervoerders betalen een gebruikersvergoeding om het spoor te kunnen gebruiken. Natuurlijk heb je ook wegenbelasting, maar met een Poolse trekker betaal je hier niets. Scheepvaart betaald niets. De sluizen onderhouden ze zelf ook niet. Als je een eerlijke vergelijking wilt maken, dan moet je ook een eerlijke beprijzen erop doen.

I: Dus een kilometerheffing voor vrachtwagens bijvoorbeeld?

E: Ja dat zij betalen naar gebruik. Er zijn kosten die wij als belastingbetaler betalen en daar kan je voor kiezen, maar doe het dan wel eerlijk. Of alle modaliteiten wel, of alle modaliteiten niet.

I: Dat zou dus ten behoeve van het spoor heel erg kunnen helpen, omdat het spoor in dit opzicht een nadelige positie heeft?

E: Ja we kunnen er ook met zijn alle voor kiezen dat je geen spullen meer wilt hebben, maar dan had je de tweede Maasvlakte niet aan moeten leggen. We kunnen Tata sluiten en dan produceren we geen staal meer in Nederland, maar dan gaan ze het ergens anders doen, want het staal is wel nodig. Zolang wij als mensen ons patroon niet wijzigen heb je te dealen met de consequentie en dat is logistiek.

I: Ja dat sluit ook aan bij een stelling die we nog niet behandeld hebben, namelijk dat de reductie van vracht essentieel is om de doelstellingen te halen. Als we minder transporteren dan heb je ook minder emissies.

E: Goederenvervoer rijdt alleen als er iets te vervoeren valt. Als je echt wilt reduceren, dan moet je ervoor zorgen dat dit aangepakt wordt. Dat productie en consumptie anders wordt gedaan. Op een andere plek of minder. De dematerialisatie van goederen speelt wel mee. Een tv uit 1990 kon je er 10 van in een container stoppen en dan zat die vol, tegenwoordig wel 100. Dat scheelt ook wel. Maar heel veel platter dan nu worden ze ook niet meer, dus ook die winst is ook weer op. Het helpt ook niet mee dat de tv's dan weer steeds groter worden. Zelfde gebeurd met de auto's. Die worden steeds schoner, dus mensen nemen steeds grotere auto's. Dus ik denk dat de maatschappij in die zin teveel hangt aan oude patronen. Dat je die niet gewijzigd krijgt, kijk naar vlees of vegaterisch. Mensen veranderen niet.

I: Uiteindelijk gaat het hier ook om geld. Als spullen, maar duur genoeg worden gaan mensen kijken naar alternatieven. Bijvoorbeeld met de gasprijs.

E: Ja en de logistiek draait uiteindelijk alleen maar om geld. En daarna alle mooie verhalen hoe duurzaam en schoon het wel niet is. Maar dan klink ik pessimistischer dan ik ben hoor.

I: Ja wat ik er tot nu toe voornamelijk uit haal bij mijn onderzoek is dat de ideologie er wel is om bijvoorbeeld samen te werken, maar dat het puntje bij paaltje toch vaak het individu voorop komt.

E: We moeten met zijn alle naar 1 systeem, maar wel mijn systeem inderdaad.

I: Dat soort dingen inderdaad. Maar ook, ik wil wel mijn data delen, maar dan moet ik er wel winst mee kunnen halen. Dus dan moet je toch op zoek naar iets van stimulatie om dat wel te doen.

E: Ja en bij de politiek staat de logistiek vaak niet op de eerste plaats, er zijn vaak prangendere vragen.

I: Ja dat is zeker waar. Ik ben door mijn vragen heen. Heb jij nog dingen waarvan je denkt dat het ook nog goed is om over te hebben?

E: Nee, ik denk dat dit het wel zo is.

## Expert #9

**Table H.9:** Personalia Expert #9

<b>Function</b>	Sr. Researcher
<b>Expertise</b>	(Intermodal) Freight Transport

### General

I: Ik wilde graag beginnen met een aantal stellingen om het doel van het onderzoek vast te stellen. Er zijn voor 2030 al wat doelen vastgesteld voor het achterland vervoer (30% reductie), nieuwe vrachtwagens (45% reductie in uitstoot) en binnenvaart (30%) reductie. Kijkend naar 2040 heb je dan mijn doelstelling van 80%, nieuwe vrachtwagens moeten 90% minder uitstoten ten opzichte van 2019 en de binnenvaart moet 70% reduceren ten opzichte van 2015. De laatste is geen regelgeving, maar is een doelstelling van de Green Deal. De eerste stellingen zijn dan ook als volgt: De transport sector gaat de gestelde emissie reductie doelstellingen voor 2030 halen en De transport sector gaat de gestelde emissie reductie doelstellingen voor 2040 halen.

E: Daar ben ik het redelijk mee eens, dus dat is een 4, voor allebei.

I: Dat klinkt mooi positief. Waarom denk je dat, 2030 is al over 6 jaar namelijk.

E: Ik denk dat het voor het wegvervoer niet zo spannend is. Er komen steeds meer elektrische vrachtwagens. Die zijn er nog niet zoveel, maar die zullen zich wel redelijk door ontwikkelen. Daarnaast is er de verplichting dat de brandstoffen schoner worden. Er komt waarschijnlijk een nieuwe euro klasse aan (EURO VII). Dat gaat zeker helpen en dan wordt richting 2030 die 30% wel redelijk haalbaar. Als dat eenmaal gaat doorzetten dan wordt 2040 ook wel haalbaar. De verdere ontwikkeling van elektrische vrachtwagens zorgt ervoor dat dat goedkoper wordt en het rijden op diesel wordt dan duurder. Ik denk dat dat elkaar gaat versterken. Vervoerders zijn daar heel makkelijk in. Als het goedkoper is om elektrisch te rijden, dan is die de volgende dag besteld. Voor spoor vervoer, zeker als je naar de corridor kijkt, dan gaat er al redelijk veel over het spoor. Daar valt niet zo heel veel op te winnen, behalve de first & last mile met behulp van hybride of waterstof locomotieven. Voor de rest zou je met de opwekking van de elektriciteit op het well-to-wheel aspect hier nog wat kunnen winnen. Voor binnenvaart vind ik het wel wat spannender. Dat gaat gewoon niet zo snel. Daar moet nog wel iets gebeuren. Voor 2030 wordt dat wel erg lastig, maar als daar op een gegeven moment een maatregel of beleid is wat een toegevoegde waarde geeft op het overstappen op een andere energie drager dan zie ik dat wel gebeuren, maar het is qua financiering en markt structuur best lastig dit te realiseren voor de binnenvaart. Stel er gaat meer geprijsd worden en binnenvaart komt ook onder de ETS te vallen, dan zou er misschien toch wat meer volume naar het spoor gaan of de weg. Dan moet de binnenvaart flink aan de bak moeten.

I: Ja om de modaliteit aantrekkelijk te houden?

E: Ja klopt. Samenvattend, bij spoor valt er niet veel meer te halen, bij het wegvervoer zullen er grote stappen gemaakt worden en bij de binnenvaart zal het lastig worden. I: De eerste stelling zoals daarnet verteld gaat over het reduceren van vracht. Hier zijn weinig studies naar gedaan hoe dit te realiseren, want er wordt vaak aangenomen dat transport en economische groei hand in hand gaan. Dus als er economische groei is, wordt er meer getransporteerd en economische groei wordt wel vaak nagestreefd. De volgende stelling is dus: Het reduceren van het vrachtvolume is essentieel voor het behalen van de doelstellingen.

E: Daar win je veel mee. Als je de helft minder gaat vervoeren is dat ook de helft minder uitstoot. Maar ik moet wel zeggen dat ik dit niet zo snel zie gebeuren.

I: Dat was dan ook een beetje mijn vervolgvraag. Hoe waarschijnlijk is het dat er minder vervoerd gaat worden. Wat verwacht je?

E: Als ik naar Venlo kijk, die hebben zich in de afgelopen jaren zwaar ingezet op het logistieke cluster en die zullen zich daar in de komende jaren nog graag aan vast willen houden. Ik zie ook niet zo snel dat er supply chains gaan veranderen. Niet in elk geval voor de stromen die via Venlo gaan. Persoonlijk zou ik het heel goed vinden als we minder gaan vervoeren en consumeren, maar dat zie

ik dus niet gebeuren omdat we graag vast willen houden aan dingen die we doen. Het zou een hele mooie bijdrage leveren. In de kern zou het voor het vervoer ook niet per se hoeven als het vervoer schoon is, maar dan moet dat eerst gebeuren.

### Modal Shift

I: Super, dan zou ik nu graag doorwillen naar de volgende strategie. Het overstappen naar een schonere modaliteit. Op de huidige corridor is de verdeling nu een beetje 40-45% weg, 10-15% spoor en 40-45% binnenvaart. Hoe denk je dat dit naar 2040 gaat ontwikkelen. Gaat dit hetzelfde blijven of zullen hier nog veranderen in mogelijk zijn?

E: Welke stromen zijn dit dan?

I: Nationale stromen tussen Rotterdam & Venlo en Moerdijk & Venlo.

E: Ik had het idee dat spoor een groter aandeel heeft. Er gaan zoveel treinen vanuit Rotterdam naar Venlo.

I: Ja ik werk met data uit 2014, dat zou misschien nog een kleine rol kunnen spelen.

E: Ja als je deze cijfers aanhoud, dan moet er nog wel wat ruimte zijn voor het spoor. Zeker omdat Venlo die ruimte op de terminal heeft. Maar de verschuiving zou dan eerder van binnenvaart naar spoor zijn, dan van weg naar spoor. Voor het wegtransport is er vaak een hele legitieme reden waarom de weg gekozen is. Dan moet er echt wat veranderen aan het tarief of de betrouwbaarheid van spoor voordat die overstap plaatsvindt. Ik denk dat de overstap van weg naar binnenvaart op duurzaamheid perspectieven in de komende jaren minder relevant wordt.

I: Dat haakt mooi in op de volgende vragen, want de 'reverse modal shift' is wel echt een ding. Het wegvervoer innoveert en verduurzaamt sneller dan de binnenvaart, dus dat wordt op een gegeven moment schoner. Dus vanuit CO2 perspectief krijg je misschien dat je volumes terug schuift naar de weg. Denk je dat het verduurzamen van de weg dus er ook voor zorgt dat de binnenvaart een aandeel verliest?

E: Dat ligt er ook aan of het gekoppeld is aan prijs. Het is al heel lang zo dat de instelling naar duurzaam transport als volgt is. Het is heel leuk, maar als het duurder is, dan doen we het niet. Dat lijkt nu al licht te veranderen maar als binnenvaart 20-25% goedkoper is dan het wegvervoer, dan zullen ze niet zo maar terug gaan. Het plaatje is groter dan duurzaamheid. De dienstverlening en prijs maken ook een groot deel uit van de keuze. Als je structureel de binnenvaart gebruikt met grote volumes, dan zie ik niet gebeuren dat het terug gaat naar de weg alleen vanuit duurzaamheidsoverwegingen.

I: Ja daar komt dus misschien dat stukje beprijzing bij, dat als CO2 beprijzing een ding wordt, dat de binnenvaart dan misschien een stuk duurder wordt en op die manier aandeel verliest.

E: Ja.

### Digitalisation

I: Dat waren dan mijn vragen over de modal shift en modal split. Dan zou ik nu graag doorgaan naar de digitalisering en het beter gebruik maken van de assets. Puur kijkend naar de cijfers lijkt daar in Nederland nog veel op te halen. De gemiddelde beladingsgraad in Nederland is 45-50% en volgens het CBS werd in 2022 ongeveer 27% van de voertuigkilometers leeg gereden. In de afgelopen jaren komen er ook nieuwe complexe innovaties op de markt, denk aan Physical Internet en Synchronodaliteit waarbij de manier van logistiek veranderd om het efficiënter en duurzamer te maken. Maar zoals ik zei het is nog redelijk nieuw en de toepassing daarvan is nog niet helemaal in werking. Kijkend naar de corridor Rotterdam – Venlo bied het wel veel potentie. Er zijn meerder modaliteiten beschikbaar, denk aan Water, Weg en Spoor en de vrachtvraag, volumes zijn ook enorm. Er is voldoende ruimte om hier mee te gaan experimenteren. Om Physical Internet en synchronodaliteit goed te kunnen laten slagen bleek uit onderzoek dat de coöperatie en vertrouwen tussen stakeholders de belangrijkste factor is, maar tegelijkertijd ook het meest moeilijk te realiseren. Voorbeelden van samenwerken is bijvoorbeeld het bundelen van vracht, maar het delen van data is hiervoor essentieel en daar zijn bedrijven niet heel happig op. Daarvoor dan ook de volgende stelling. Het delen van data moet verplicht worden om het logistieke proces efficiënter te maken.

E: Dat is een interessante stelling.

I: Ik ga alvast verklappen wat de vervolgvraag wordt. Bij eventuele dwang, wat voor dwang zou dat dan zijn?

E: Dwang zou kunnen helpen, want bedrijven zijn nu zeer beperkt genegen om data te delen. De vraag is ook waarom, is dat om het makkelijker te laten verlopen of om te optimaliseren. Bij dat laatste is dan de vraag, wie gaat dat doen? Je geeft dan een stukje regie uit handen. Naar aanleiding van die cijfers van het CBS vind ik het optimaliseren ook redelijk theoretisch. Stel deze cijfers zijn daadwerkelijk het geval, een deel daarvan kan je niet veranderen en er is een reden voor dat dit zo gebeurt.

I: Het voorbeeld van de zandkiewagen die naar de bouwplaats vol rijdt en leeg weer terug.

E: Ja precies. Dan is maar de vraag van stel er is nog wel een deel wat gecombineerd kan worden, want zijn dan de voorwaarden waarop dit gedaan moet worden en past dat binnen de tijdsloten. Uiteindelijk houd je van die 27% maximaal 5% over denk ik wat onnodig leeg gereden wordt of te optimaliseren valt. De potentie is niet zo heel groot, ten opzichte van de moeite die je ervoor moet doen. Ik denk wel echt dat je met IT goede combinaties weet te slaan als partijen er ook hun schouders onder zetten, maar het is heel erg lastig. Ik denk dat dwang daar niet bij gaat helpen. Het moet echt komen uit een soort van intrinsieke motivatie of gestimuleerd worden door een prijsverhoging. Alleen maar zeggen je moet data delen, dat gaat niet helpen. Je ziet dat het ook heel erg van personen afhangt. Als er een persoon wegvalt dan valt de hele samenwerking uit elkaar. Het moet dus meer gestimuleerd worden dat partijen denken dat ze er zelf een baat bij hebben of dat het alternatief duurder wordt, zoiets. Zeggen van u zult data delen zal niet zo snel gebeuren.

I: Hoe denk je dan dat logistiek een rol gaat spelen. Dat bedrijven echt puur vanuit hun eigen business case kijken hoe dit voor hun een rol kan spelen of zie je dat toch anders?

E: Ik zou me heel goed kunnen voorstellen dat nu er een verplichting komt voor grote bedrijven om te rapporteren over hun duurzaamheid met het CSRD verhaal, dat er partijen meer inzicht gaan krijgen in hun uitstoot. Dat ze van daaruit gaan kijken wat hun mogelijkheden en maatregelen zijn om te besparen. Dit kan voor meer bewustwording creëren dat partijen dan zeggen, als wij de doelen willen halen dan moeten we dit ook gaan verkennen. Wat ik gemerkt heb met gesprekken is dat bedrijven altijd invloed willen kunnen uitoefenen op hun eigen processen. Als dat door partijen samen gedaan moet worden dan wordt het al veel lastiger.

I: Ik heb toch een beetje het idee dat bedrijven in hun ideeën graag samenwerken, maar als het dan puntje bij paaltje komt dan is het toch ieder voor zich en hun individuele eisen eerst.

E: Dat is toch waar je regie op hebt en met andere partijen is dat lastiger. Je weet van te voren niet wat het resultaat is, maar wel dat het heel veel tijd gaat kosten en dat is intern lastig te verkopen.

I: Helder, als we dan gaan kijken naar synchronodaliteit, dan wordt het op de corridor ook al toegepast in kleine mate waarin een bedrijf zelf kijkt wat op relatief korte termijn de beste manier is om goederen van A naar B te krijgen. Je hebt ook mensen die dat heel goed plannen noemen. Maar zie je kansen op de corridor om dit op grote schaal te organiseren met samenwerking tussen bedrijven?

E: Ik denk dat er zeker wel potentie is. Je ziet dat er steeds meer data beschikbaar komt om keuzes te maken. De belangrijkste voorwaarde is dat de regie veel meer bij 1 of enkele partijen komt te liggen. Dat is weer het lastige, durf je dat uit handen te geven en kan een logistiek dienstverlener de servicegraad leveren die dan gewenst is. Ik denk dat er zeker nog wel wat uit te halen valt, alleen 10 jaar geleden werd er heel hoog over gesproken maar dat is nu minder. In de kern kunnen de modaliteiten elkaar heel goed aanvullen, dus benut de kansen en capaciteiten van deze modaliteiten wat er beschikbaar is en doe daar je voordeel mee. Zeker gegeven het feit dat er meer gedigitaliseerd wordt. Met AI kan je het een planner steeds makkelijker maken. Er zijn nog wel wat beperkingen in hoe makkelijk er op een zeehaven terminal last minute een switch gemaakt kan worden tussen binnenvaart en spoor

I: En dan moet er ook wel restcapaciteit beschikbaar zijn op die modaliteiten.

E: Ja precies, die informatie heb je ook, dus als die er niet is kan je de keuze niet maken. Maar de operationele kwesties, hoe krijg je dat op zo'n terminal uitgevoerd is ook nog wel een uitdaging. In de kern is er nog zeker ruimte om dat concept verder te ontwikkelen.

I: Als je dan een gokje moet wagen, kan het dan in 10 jaar toegepast zijn op de corridor.

E: Ja ik denk het wel, ik twijfel een beetje of het dan zo als product op de markt is. Waarschijnlijk heet het dan niet synchromodaal vervoer maar het is gewoon van zorg maar dat mijn container bij mij voor de deur staat en hoe je het doet dat maakt mij niet uit, met maximaal deze prijs. Beetje hetzelfde verhaal met hoe het nu gaat met pakketjes thuis bezorgen. Dan maakt het ook niet uit hoe die bezorgd wordt voor je. Je gaat niet zeggen het moet met het vliegtuig. Vanaf Rotterdam is het toch een beetje last-mile en dat is bij je thuis ook. Als je het morgen in huis wilt hebben dan maakt het je niet uit, hoe zolang het er maar is.

I: Dus samenvattend, het zal waarschijnlijk wel in enige vorm toegepast worden, maar dan heeft het niet het label synchromodaliteit.

E: Ik heb destijds ook gesprekken gevoerd met partijen die zeiden: dit doen we al jaren. Dat ik daarna zei, maar de toevoeging is juist dat je nog meer real-time gaat kijken hoe is de situatie en wat is de meest betrouwbare efficiënte oplossing. Is het niet handiger om die 4 containers van de trein te verplaatsen naar de binnenvaart zodat die specifieke trein niet hoeft te rijden. Die keuzes werden toen niet gemaakt en nu nog steeds niet vermoed ik. Het is veel meer real-time, waar het nu nog echt vooruit plannen is.

I: We hadden het net al heel even over de lege voertuigkilometers dat dat lastig is. Hoe kijk je naar de beladingsgraad. Zit daar nog potentie in om dat te verbeteren?

E: Ik denk dat er bij de beladingsgraad nog wel wat te halen valt. Ik denk dat daar best wel door relatief eenvoudige verkenningen van export en import kan worden gekeken of er gebundeld kan worden door partijen die dicht bij elkaar in de buurt zitten. Zeker als je naar een regio als Venlo kijkt, maar dat gaat geen 50% winst zijn. Met container vervoer is het wat lastiger. Dan gaat het alleen of containers hergebruikt kunnen worden zodat ze niet leeg verplaatst hoeven te worden. Daar valt eventueel ook nog wel wat te winnen.

I: Door middel van bijvoorbeeld inklapbare containers?

E: Ik vind dat een mooi concept, maar zie dat als een tussenoplossing. Maar uiteindelijk wil je dat die containers niet leeg vervoerd worden. Daarvoor heb je een platform / data delen nodig om dat te kunnen faciliteren. Dat zou het streven moeten zijn. Uiteindelijk wil je een rederij onafhankelijke container die door iedereen gebruikt kan worden zodat niet al die containers door heel Europa hoeven te verslepen. Nu is er altijd een onbalans zodat je altijd wel iets moet verschuiven, maar uiteindelijk wil je dat zo min mogelijk doen.

I: Helpt het dan door iets meer containers te hebben zodat je een capaciteit hebt aan containers waardoor er minder lege versleept hoeven te worden? Dat is uiteindelijk het probleem dat die container ergens anders weer nodig is.

E: Ja precies, dat zou kunnen.

## Road Transport

I: Ik heb de modaliteiten opgesplitst, dus zou graag nog even beginnen met het wegvervoer. Voor vervangen van de diesel in vrachtwagens heb je eigenlijk drie oplossingen. Batterij-elektrisch, waterstof en biobrandstoffen. Het eerste is natuurlijk erg goed voor het milieu en heeft potentie tot 100% uitstoot vrij, maar de batterijen zijn er groot en zwaar gaan ten koste van de laadcapaciteit. Waterstof is erg inefficiënt en duur, maar ook dit kan wel 100% uitstoot vrij bij bijvoorbeeld het gebruik van groene stroom. En daarna nog biobrandstoffen waarvan afhankelijk van de biobrandstoffen er weinig tot geen uitstoot is, maar wel nog beperkt beschikbaar. Hoe denk je dat dit zal gaan plaatsvinden in de toekomst, wordt dat een overwegend een van deze drie alternatieven of meer echt een mix?

E: Ik denk dat het een mix zal worden. Maar ik denk dat BEV wel echt de overhand zal krijgen. Waterstof vind ik heel lastig omdat het zo duur is. Je ziet wel ontwikkelingen van waterstof die in de verbrandingsmotoren kunnen. Dat maakt het praktischer en goedkoper, maar de waterstof zelf blijft duur. Er zijn een aantal fabrikanten die daarin onderzoek doen, maar er wordt meer ingezet op batterij elektrisch. Ik denk dat biobrandstoffen, indien partijen snel stappen willen zetten, daar veel vraag naar zou komen. De vraag is dan of er voldoende beschikbaar van is, maar dat vind ik erg lastig om te zeggen.



I: Dat is natuurlijk ook een legitieme vraag voor ook elektrisch en waterstof natuurlijk.

E: Ik denk dat de elektriciteit wel iets voor gevonden wordt. Dat vermoed ik wel. Als de vraag naar biobrandstoffen sterk gaat toenemen, dan gaat dat ook iets met de prijs doen waardoor het misschien weer te duur wordt voor sommige partijen. Als je ziet hoe hard de ontwikkeling gaat bij elektrische personenauto's en hoe de vraag stijgt naar elektrische vrachtwagens. Dat zorgt er ook voor dat fabrikanten zich blijven ontwikkelen en dat accu's steeds beter zullen worden.

I: Je ziet eigenlijk ook dat vrachtwagenbouwers (OEMs) de hele hybride fase van diesel elektrisch heeft overgeslagen en direct door gaat naar volledig elektrisch. Een van de oplossingen om elektrisch sneller in te laten treden is het ERS systeem waarbij vrachtwagens tijdens het rijden kunnen opladen. Hierdoor is er minder batterij capaciteit nodig omdat er alleen de first- en lastmile mee moet worden gereden en kan er dus meer vracht mee. Heeft dat potentie in Nederland, op bijvoorbeeld de corridor Rotterdam-Venlo omdat er daar zoveel vrachtwagens rijden.

E: Ik denk het wel, al was ik er vroeger meer sceptisch over. Toen waren er nog weinig elektrische vrachtwagens en zag ik het niet voor me dat er vrachtwagens als trams gingen rijden. Maar als je bijvoorbeeld tussen Breda en Eindhoven zo'n systeem aanlegt waarbij je daarvoor en daarna op batterij moet kan ik me wel iets bij voorstellen. Als je echt je batterij kan opladen tijdens het rijden waardoor je daarna weer een stuk verder kan rijden, dan denk ik dat het wel echt zinvol is. Alleen het punt is, wie gaat die infrastructuur ontwikkelen, beheren en exploiteren. Siemens wil dat heel graag.

I: Uiteindelijk krijg je dan een soort ProRail voor de weg denk ik?

E: Ja, dat zou kunnen, maar je hebt te maken met zoveel partijen. Bij het spoor is dat wat makkelijker. Maar ik zie dat niet in 10 jaar gereed zijn denk ik.

I: Dus om het voor 2040 te realiseren wordt erg lastig?

E: De ontwikkeling van de actieradius van zo'n vrachtwagen. Stel je kan er dan 500 kilometer mee rijden, dan kan je makkelijk op en neer tussen Rotterdam en Venlo. Stel je laadt in Venlo, dat is waarschijnlijk dan goedkoper dan onderweg. Dus ik weet niet of er dan nog veel gebruik gemaakt gaat worden van het ERS systeem. Dat systeem is interessant zolang de actieradius van het wegverkeer niet zo hoog is. Als dat snel door ontwikkelt. Wat is dan de afweging van bedrijven, gaan ze dan vrachtwagens kopen met minder actieradius omdat ze gebruik kunnen maken van zo'n systeem? Partijen moeten daar anders mee om durven te gaan.

I: Dat ze er een soort visie op gaan vormen?

E: Nu willen vervoerders alleen elektrisch rijden als ze zeker weten dat ze een hele dag kunnen rijden zonder te laden, want dat is ingewikkeld. Ze willen het inzetten zoals ze het altijd hebben gedaan met de diesels. Ze kunnen wel een beetje bijsturen, maar liever niet. Hier ga je er dan een beetje van af wijken want je bent wel een beetje gebonden aan vaste projecten dan, maar als je dat toch al doet, dan zou het prima moeten zijn.

I: Dat zijn dan wel de randvoorwaarden voor zo'n systeem. Dan moet je wel vervoerders hebben die de hele dag op en neer pendelen.

E: Ja dat maakt het wel makkelijk, maar dat doe je ook met het elektrificeren van welke trajecten je doet. Als er genoeg laadpalen in Venlo en Rotterdam zijn, dan weet de vervoerder dat die makkelijk uit gaat komen en zich er niet druk over hoeft te maken.

I: Een andere innovatie in het wegvervoer is autonoom rijden, met bijvoorbeeld truck platooning, waarbij er hoge percentages winst gehaald kunnen worden tot 25% besparing op brandstof. Ik heb hierbij ook een stelling. Autonoom rijden heeft zeker voordelen, maar leidt niet tot deze grote verduurzaming.

E: Ja dat denk ik ook. Ik ben een tijdje bezig geweest met het onderwerp van truck platooning. Daar zijn andere voordelen aan voor andere problemen als chauffeursproblemen. Er zijn ook onderzoeken naar gedaan door bijvoorbeeld TNO. Maar toen kwam er ook een studie van TNO over de super-eco-combi die makkelijker te realiseren is, goedkoper is en meer bespaard dan platooning. Voor een theorie kan je al truck platooning doen met adaptive cruise control. Ik heb ook een keer een onderzoek gedaan onder chauffeurs hoe die er tegenover stonden, maar die stonden er ook absoluut niet om te springen natuurlijk. Maar dat heeft niets met duurzaamheid te maken.

I: En het langzamer rijden van vrachtwagens? Dat zou potentieel tot minder verbruik kunnen leiden?

E: Dat is ook erg afhankelijk van de setup van de vrachtwagens, het is niet per se zo dat 60 rijden beter is voor het verbruik. Ik geloof dat de meeste vrachtwagens geoptimaliseerd zijn voor 70 of 85 kilometer per uur.

I: Maar het rijden op die optimale snelheid zou best wel goed kunnen zijn toch? Ik denk namelijk zelf dat er een shift gaat komen dat we in plaats van CO2 gaan besparen onszelf gaan inzetten op het besparen van energie. Dat is uiteindelijk ook goed voor de portemonnee wat voor veel bedrijven aantrekkelijk is. Een van die dingen kan dus zijn om een optimaal rijprofiel te hebben.

E: Ik vind het wel een lastige, het ligt ook heel erg aan het rijgedrag. Ik zou me daar zelf geen expert op kunnen noemen.

I: Maar ben je het er wel mee eens dat dan zelfrijdende vrachtwagens hier wel een rol in kunnen spelen?

E: Ja dat klopt, dat zou dan wel in de nacht zijn, want overdag ben je ook afhankelijk van andere verkeer. 's Nachts rijden heeft natuurlijk wel voordelen want ook op de containerterminals wordt je dan sneller geholpen dus het kan heel aantrekkelijk zijn.

### Rail Transport

I: Ik stel voor om nu nog even door te gaan naar het spoor, tussen Rotterdam en Venlo rijden er relatief veel treinen over de Brabant route, gemengd met personenvervoer waardoor deze redelijk vol zit. Er komt wel ruimte op het traject door de aansluiting op de Betuwe route tussen Meteren en Boxtel en de aanleg op het derde spoor van de Betuweroute tussen Zevenaar en Duitsland waarbij er veel internationaal verkeer tussen Rotterdam en Venlo wellicht verschuift naar de Betuwe route. Dat geeft ruimte voor meer nationaal transport tussen Rotterdam en Venlo. De vraag is nu, zit er potentie voor het spoorgoederenvervoer om meer treinen te laten rijden tussen Rotterdam en Venlo?

E: Dat ligt aan de vraag. Als er genoeg vraag is, dan zijn er zeker mogelijkheden.

I: Gaat het dan om de algemene vraag naar vracht, of gaat het hierbij om de aantrekkelijkheid van het spoorvervoer?

E: Nee überhaupt om de vraag naar vracht. Het feit dat er nu (2023) al 5 treinen per dag tussen Rotterdam en Venlo rijdt is al erg veel. Het volume is er dus. Gaat er nog meer volume komen, of kan het volume wat nu nog via binnenvaart en weg gaat nog verschuiven naar het spoor? Ik ken de cijfers daar niet van, dus ik vind dat lastig in te schatten.

I: Een van de dingen waar naar wordt gekeken is dan het verlengen van de treinen. 740 meter in 2030 tot 830 in 2040. Wat gaat het effect zijn van het verlengen van zulke treinen op de corridor?

E: Daar heb ik geen onderzoek naar gedaan, maar ik kan me wel voorstellen dat het snelle winst is. Als het mogelijk is hoeft je er maar een paar wagons achter te hangen en je hebt meer capaciteit. Daar betaal je dan, met uitzondering van de huur van de wagons waarschijnlijk niet eens heel veel extra voor. De locomotief rijdt toch wel. Het kost iets meer energie en infrastructuur belasting, maar dat zijn marginale kosten. Die treinen die nu rijden zijn relatief goed bezet, dus daar wordt op bezet. Voor railoperators kan het heel interessant zijn als deze verlenging er komt. De gemiddelde prijs van het spoorvervoer wordt dan lager, dus het hele product wordt interessanter.

I: Je meldde het net ook al even, voor het gebruik van het spoor moet je betalen, maar voor wegtransport en binnenvaart is dit (nog) niet een ding. Is dit een groot nadeel voor het spoor?

E: Ja natuurlijk is dat een nadeel, want het is duurder. Dat wordt ook altijd geroepen vanuit het spoor, dat ze zoveel moeten betalen. 'Wij zijn de enige die daarvoor moeten betalen.' Dat klopt ook zeker, maar de spoor infra is ook gewoon heel duur en dat moet beheerd worden. De verkeersleiding moet betaald worden. Ik kan me heel goed voorstellen dat er betaald wordt, maar daarbij vind ik het ook heel goed dat er voor het wegverkeer een kilometerheffing komt. Dat is toch wat anders dan de wegenbelasting die je 1 keer in de drie maanden aftikt waarbij het niet uitmaakt hoeveel je rijdt.

I: Ja ook het leegrijden van de vrachtwagens zou daarmee ook naar beneden kunnen gaan?

E: Een vervoerder wil altijd verdienen. Als die de kans heeft op een lege rit lading mee te nemen, dan zou die dat doen. Over het algemeen worden de lege ritten betaald, anders doen ze het niet. Met een kilometerheffing wordt zo'n rit natuurlijk duurder. Dan zou het kunnen dat partijen zeggen, ga maar kijken of je nog wat anders kan verzinnen, want ik ga niet heen en terug betalen.

I: We hadden het al even kort besproken dat de first en last mile bij spoorvervoer vaak met diesels worden gereden. Die moeten er natuurlijk ook een keer uit. Wat komt er dan voor in de plaats. Het elektrificeren van een terminal is moeilijk te doen. Wat komt er dan wel, waterstof?

E: Waterstof zou kunnen, maar een hybride oplossing lijkt mij waarschijnlijker. Een locomotief die zowel op elektriciteit kan rijden en dan iets van biobrandstof.

I: Is het een noodzaak om alles wat nog niet elektrisch is te gaan elektrificeren.

E: Die kleine stukjes, daar ga je het niet mee winnen. Op hele trajecten die nog niet elektrisch zijn, daar valt nog wel wat op te winnen. Stel een stuk van de Brabant route moest met diesels worden gereden, dan was er veel winst te halen, maar dat is niet het geval.

I: Je hebt ook nog de ATO (Automated Train Operation). Gaat dit impact hebben op het besparen van energie, of heeft dit meer invloed op factoren die minder relevant zijn voor mijn onderzoek?

E: Ik denk dat het qua duurzaamheid niet heel veel doet. Een trein is al zeer efficiënt. Ik weet niet hoe groot het effect is van het handelen van de machinist op het energieverbruik, maar ik denk dat dat niet een heel groot effect is.

#### Barge Transport

I: laten we dan afsluiten met de binnenvaart. Een erg lastige sector om te innoveren met veel familie bedrijven. Ten opzichte van vrachtwagens gaan de schepen ook erg lang mee waarmee er dus ook een zeer laag innovatie en doorontwikkeling snelheid is. Daarom is het heel lastig om de binnenvaart op gang te krijgen, ook vanwege de lage hoeveelheid schepen, ongeveer 10.000 in Europa. Toch is het onomkeerbaar dat ook deze sector overgaat op alternatieve brandstoffen, maar wat is dan waarschijnlijk dat de binnenvaart gaat doen? Elektrisch varen, of toch waterstof? Biobrandstoffen zijn ook hier natuurlijk een optie.

E: Er zijn wel ontwikkelingen, maar het is nog heel lastig te zeggen wat het precies gaat worden. Voor de binnenvaart moet het hele systeem zich gaan aanpassen. Als je elektrisch wilt gaan varen dan moeten er batterij containers komen en daar moet dan een netwerk voor komen waar je die kan gaan gebruiken. Als dat er is, dan kan ik me goed voorstellen dat elektrisch een goede optie is. Waterstof is wat makkelijker, maar ook daar is een grootschalig netwerk nog niet beschikbaar. Biodiesel is relatief makkelijk, maar ook beschikbaarheid daarvan is lastig denk ik.

I: Die zouden in de Rotterdamse haven toch wel beschikbaar moeten zijn.

E: Ja en je hoeft ook niet zo vaak te tanken natuurlijk, dus daar valt wel wat mee te winnen. Wat je ziet is dat er steeds meer schepen worden gedimensioneerd op het traject dat ze varen. Dus ze hoeven niet allemaal meer zo gemaakt te worden om naar Zwitserland te varen. Dat scheelt veel motorvermogen. Dat gaat helpen in de transitie omdat je dus minder vermogen nodig hebt. Dan wordt het makkelijker om het te elektrificeren.

I: Helpt het ook dat je als je op een vast traject vaart je ook weet wat het bereik van de batterij moeten zijn om te kunnen varen tussen bijvoorbeeld Venlo en Rotterdam.

E: Ja. Je ziet ook dat die accu's zich ontwikkelen. Waar je in een container eerst 0.5 MW kwijt kon kan je er nu al 2MW in. Hoe minder vaak je moet stoppen hoe aantrekkelijker het wordt. De sector is er nu ook mee aan het stoeien en het is lastig, maar ik vermoed dat er ook weer een mix zal ontstaan. Er is geen heilige graal. Bij een huidig tankstation kan je nu ook Diesel, Benzine en LPG tanken, dus zoiets zal ook in de toekomst staan.

I: Eigenlijk zie je ook wel dat de binnenvaart achter loopt op de modaliteiten met dit vlak. Dat er beslissingen worden genomen die je 10 jaar geleden bijvoorbeeld in het wegverkeer zag.

E: Bij de binnenvaart telt het natuurlijk ook mee dat de schepen langer meegaan en er veel minder zijn, dus het is een niche markt. Je hebt niet een grote productie waarbij je even snel je productielijn veranderd.

I: Zijn de oplossingen generiek toepasbaar op bulk en container transport of zit er echt een verschil tussen?

E: Daar zit wel een verschil tussen. Als je kijkt naar pendeltrajecten, voor containervaart is dat in veel gevallen zo, dat maakt veel uit. Bulk vaart veel meer enkele routes. Van Rotterdam naar Venlo en de volgende dag weer naar Groningen bijvoorbeeld. Afhankelijke van het segment is het dus ook erg verschillend hoe groot de potentie is.

I: Is er in de binnenvaart dan ook zelf genoeg draagvlak om te innoveren?

E: Ja ik denk dat er bij een deel zeker wel de wil is om te innoveren maar dat ze voornamelijk de mogelijkheden nog niet zien om dat gefinancierd te krijgen. Als klanten daar nog niet in mee willen gaan, wat ga je dan doen. Als de rest het niet doet dan prijs je jezelf uit de markt.

I: Dan moet er dus iets van financiële steun komen om de binnenvaart op gang te helpen?

E: Of die steun dan uit de overheid moet komen of uit de klanten weet ik niet. Als klanten bereid zijn om te betalen voor schoner vervoer dan is dat mooi meegenomen. Ik vind het lastig om dan maar weer naar de overheid te kijken. Die willen wel dat we verduurzamen maar uiteindelijk moeten we ook naar onszelf kijken en moeten we dat met ons allen willen. Niet eens per se voor onszelf maar voor de generatie na ons.

I: Je zegt voor de generatie na ons, maar als er een modaliteit is die nu al de gevolgen van klimaat verandering merkt dan is het de binnenvaart. In 2018 was het lange tijd onmogelijk om te varen en dat maakt de modaliteit toch minder aantrekkelijk. De kans dat dit vaker voor gaat komen is natuurlijk enorm. Gaat dit ten koste van het marktaandeel van de binnenvaart of is dit meer een risico van de modaliteit?

E: Het zal voor een klein deel ten koste gaan van het marktaandeel. Voor het grootste deel is de binnenvaart wel zo erg goedkoop is en veel volume mee kan nemen dat er geen capaciteit aan vrachtwagens en treinen is. Dan kan die overstap niet. Bepaalde typen lading is het eigenlijk niet eens een optie om dat over de weg te vervoeren. Uiteindelijk moeten ze dan een paar weken wachten, of meer betalen om dat er minder vervoerd kan worden.

I: Eigenlijk is die vraag dus heel erg modaliteit gebonden?

E: Ja.

I: Zijn er in de binnenvaart nog meer logistieke ontwikkelingen om de modaliteit te verduurzamen?

E: Jawel, bijvoorbeeld het project NextLogic, heb je daar wel eens van gehoord?

I: Dat heb ik wel eens voorbij horen komen ja.

E: Ja dat is een plansysteem wat het aantal bewegingen in de haven gaat reduceren.

I: Toch ook weer een beetje dat digitaliseren wat dan weer terugkomt. Als laatste dan nog de afsluitende vraag. Hoe ziet jou ideale emissie vrije toekomst van de binnenvaart eruit?

E: Misschien dat we toch maar met wat vliegers ofzo gaan werken. Je ziet het op de zeevaart wel, dat je weer wat meer kan werken met de natuur krachten. Gebruik maken van de wind.

I: Eigenlijk gewoon weer terug naar de ouderwetse zeilen?

E: Ja op de zeevaart zie je wel dingen met kites. Misschien kan je dan ook wel dingen doen met de binnenvaart. Al is dat wel lastiger met bruggen en dergelijke. Kijk het overstappen op duurzamere alternatieven is mooi. Maar wat je net al aan gaf. Uiteindelijk wil je minder energie gebruiken dus dat zou hier mooi bij kunnen helpen.

I: Ik vind dit een mooi alternatief, deze had ik nog niet gehoord. Heel erg bedankt voor het meewerken.

**Closure of the interview.**

## Expert #10

**Table H.10:** Personalia Expert #10

<b>Function</b>	Sr. Expert Project Manager
<b>Expertise</b>	Sustainable Inland Waterways Transport

### General

I: Om het belang van het onderzoek aan te tonen heb ik 2 stellingen. We hadden het al even over dat in 2030 op het achterland transport een reductie van 30% gehaald wil worden idealiter. Voor 2040 is deze doelstelling er niet, maar voor mijn onderzoek heb ik dus als doelstelling 80%.

E: Dan bedoel je Well-To-Wake toch?

I: Dat is correct.

E: Check, vanuit de ETS-2 die er nu aankomt is het zo dat het in 2044 zero emissie is, want dan worden er geen nieuwe CO2 rechten meer verkocht in Europa voor sectoren onder de ETS-2, al zei het wel dan wel Tank to Wake. Dan worden alle biobrandstoffen, HVO en dergelijke gezien als nul, maar op het WTT vlak houd je dan nog 10% over natuurlijk. 80% is dan niet een gek doel.

I: Het Well-To-Tank sector hoort eigenlijk nergens bij, de energiesector en mobiliteitssector kijken hier een beetje naar elkaar. Maar voor mijn onderzoek is het wel interessant om mee te nemen. Goed de stelling hier dan over. Gaat de transportsector de doelstellingen voor 2030 halen.

E: Nee dat denk ik niet. Belangrijke impact komt wel van het RED3, die wordt ingevoerd vanaf 2026. Vanaf de brandstof kant wordt er dan 14.5% CO2 gereduceerd (WTW). Gaat de andere helft dan nog ergens gevonden worden met ander beleid, dat denk ik niet eerlijk gezegd. ETS2 komt er dan nog wel aan, maar dat is gewoon betalen. Ik denk niet dat het daardoor in één keer veel minder gaat worden. Prijsverhogingen gaan ook wel impact hebben, maar tot grote veranderen zal dat niet leiden. Dus ik denk dat realistisch gezien het doel van 30% reductie in 2030 niet gehaald gaat worden.

I: En als je dan kijkt naar 2040?

E: Ik denk dat ETS2 dan ook echt impact gaat hebben, want dan is het emissie plafond al sterk verlaagd. Dan gaat de CO2 emissie snel naar beneden omdat er niet meer emissierechten verkocht gaan worden. Dat is wel Europees natuurlijk, dus het ene land kan dan meer uitstoten als een ander land het beter doet. In 2040 moet er wel een hoop gebeuren. Technologie is dan beter beschikbaar. In 2030, 2035 gaat toch wel massaal alles naar elektrisch toe in het wegvervoer. Dan moeten ook wel de andere modaliteiten mee bewegen, anders verlies je het op je carbon footprint. Tegen die tijd heb je ook de CSRD die dan relevant wordt.

I: Die begint nu al te komen natuurlijk.

E: Ja die begint nu, maar de eerste paar jaren is het even inkomen en wennen aan het hele idee. Dan wordt er nog niet op gestuurd met targets en commitment. Dat komt pas vanaf 2030 denk ik en dan kan het wel hard gaan.

I: Als je dan een cijfer moet geven, hoe denk je dan over de stelling?

E: Een 5 is wel heel hoog, maar een 4 vind ik wel haalbaar.

I: De eerste strategie van McKinnon is eigenlijk heel simpel gezegd, als je minder transporteert, dan heb je minder uitstoot. Nu is het zo dat verondersteld wordt dat economische groei en de vraag naar transport hand in hand gaan. Economische groei wordt altijd nagestreefd waardoor je ook een groei krijgt in de vraag naar vracht, dat is ongunstig voor emissies. Ik heb hier dan ook weer twee stellingen over. De eerste is: Het reduceren van de vraag naar vracht is essentieel voor het behalen van de emissiedoelstellingen in Nederland. De tweede stelling is: Het is zeer waarschijnlijk dat we in 2040 minder gaan vervoeren dan nu.

E: Nee ik denk niet per se dat het essentieel is. Je zou alles kunnen opvangen aan de energiedrager kant. Als je uitstoot nul is, dan maakt het niet echt uit hoeveel je vervoert. Als je de voer/vaartuigen verbetert, dan valt er daar genoeg winst te halen. Of we dan ook daadwerkelijk minder gaan vervoeren,

dat is een goede vraag. Ik denk dat het vlak blijft. De oude industrie zal verplaatsen. Waarschijnlijk wordt vervoer van brand- en grondstoffen voor de oude industrie wel vervangen door andere type grond- en brandstoffen die mogelijk intensiever vervoer vragen. Denk bijvoorbeeld aan waterstof, ammoniak of methanol als alternatief voor olie en kolen. De energiedichtheid per m3 ligt voor deze 'nieuwe energiedrager' veel lager dan olieproducten en kolen. Dit leidt mogelijk juist tot meer vervoer. Maar het is ook nog sterk de vraag in hoeverre elektrische energie gebruikt zal gaan worden uit het netwerk (zoals nu met elektrische auto's). Dit laatste leidt dan weer tot een afname

I: Als in, Kolen, brandstoffen en dergelijke?

E: Ja die zullen wat afnemen. Bevolking blijft wel groeien, zeker in Nederland nog wel. Dan krijg je toch mensen die weer meer gaan kopen dus of het echt minder wordt. Nee dat verwacht ik niet.

### Modal Shift

I: De tweede strategie is het overstappen op een duurzamere modaliteit. Origineel is dat zo dat er eigenlijk wordt gefocust van het verplaatsen van het wegvervoer naar de binnenvaart en/of spoor. Als je puur kijkt naar CO2, dan zou hier nog wel weer eens een verplaatsing kunnen komen doordat het wegvervoer sneller innoveert dan de binnenvaart. Heeft het een effect op het aandeel van de binnenvaart. Gaat er weer een reverse modal shift naar de weg plaatsvinden of is het toch ook hier wel voornamelijk modaliteit gebonden.

E: Het ligt er een beetje aan naar welk segment je kijkt. We hebben wel eens bestudeerd, jaren terug en daar blijkt uit dat 95% van wat de binnenvaart nu doet kan je eigenlijk niet op een andere modaliteit zetten. Dat is puur achterland transport van de zeehaven ongeveer direct naar de fabriek gelegen aan het water en dan valt er niet te concurreren door het weg of het spoor. Bovendien is het spoor in Nederland ook niet heel ver ontwikkeld, als is dat bij Venlo misschien wel het geval. Bij het containervervoer, het intermodaal overslaan heb je meer mogelijkheden. Voor bulk vervoer dan zijn er weinig mogelijkheden, dan zul je eerder zien dat fabrieken verplaatsen als het te duur wordt.

I: Dus als de prijzen te duur worden van het vervoer, dan kijken ze naar dit soort mogelijkheden om de kosten wat te drukken en minder te hoeven transporteren?

E: De prijzen vallen nu nog wel echt mee. Voor dit soort veranderingen moeten die dan wel echt meer gaan worden. In het algemeen is de modal shift heel lang gepredikt vanuit de overheid, maar wat er werkelijk gebeurd is heel weinig. Een zusterbureau heeft veel onderzoek gedaan en bedrijven geholpen te kijken wat de mogelijkheden waren. Ik denk dat 1 op de 20 daarvan een beetje gelukt is, maar 95% niet.

I: Waar komt dat dan door?

E: Vaak op de prijs of de faciliteiten die niet beschikbaar zijn. Dan is er geen kade of geen kraan. Als er investeringen nodig zijn om vervoer per binnenschip mogelijk te maken, dan is er ook zekerheid en commitment nodig op de lange termijn. Vaak ontbreekt het daaraan.

I: Er wordt dan ook echt gekeken naar nieuwe routes en niet naar bestaande?

E: Ja ook nieuwe routes. Er wordt ook gekeken om container terminals aan te leggen, maar die zijn er al wel redelijk en die hebben hun marktaandeel gepakt. Dus veel groei is daar niet te behalen. De grote bedrijven die beschikking hebben tot intermodaal vervoer die zetten dat waar mogelijk al wel in als het goedkoper of beter is. Dus veel verschuiving denk ik niet. Wat je zegt klopt verder wel. Het wegvervoer gaat heel hard. Dan verlies je het argument om nog op binnenvaart of spoor te gaan vervoeren als het wegvervoer al zero-emissie is op groene stroom. Dan zijn er natuurlijk nog andere argumenten als veiligheid, geluid en files die nog wel voor een modal shift pleiten naar binnenvaart.

I: Schaalvoordeel is natuurlijk ook iets waar de binnenvaart altijd op zal winnen.

E: Ja dat wel, maar ik denk ook dat de binnenvaart dan wel zal reageren. Er zijn wel interessante concepten zoals het ZES. Dat zijn interessante businessmodellen om mee te bewegen met de zero emissie trend.

I: Maar dat zijn nog wel kleine schaal.

E: Ja in het containertransport dan. Voor bulk gaat het wel lastig worden om daar een container op het schip neer te zetten. Maar ik denk dat in de containervaart wel veel stappen gemaakt kunnen worden met wisselbare batterij containers.

I: Je zegt dat het lastig is om een container te plaatsen op een bulk schip. Zitten er zulke toepassingen verschillen dan tussen containerschepen en bulk schepen dat er niet de ruimte is voor een paar containers?

E: Dat wel, maar de bulkschepen komen niet langs de containerterminals. Het concept van ZES is gebaseerd op het gebruik van de infrastructuur van containerterminals om daar de batterijcontainers te laden/lossen en op te laden. Dan heb je weinig extra kosten. Een bulkschip moet daar extra voor varen naar zo'n terminal en dan hopen dat die dan geholpen kan worden. Een containerschip moet er toch zijn en die ligt er toch wel een tijdje. Dus praktisch is het lastiger voor bulkschepen om zo'n systeem in te passen.

### Barge Transport

I: Ik haak hier even op in, eigenlijk was dit voor iets later, maar we kunnen er nu alvast op in gaan. We hadden het al even over het ZES project, dus schepen laten varen op elektriciteit. Daarvan zei je dat de toepassingen voor bulk lastig zijn. Wat is dan het alternatief. Gaat er dan worden gekeken naar waterstof of meer biobrandstoffen? Wat ik een beetje begrijp van de binnenvaart is het nog allemaal een beetje onzeker.

E: Ja dat klopt er zijn nog allerlei opties. Voor containerschepen, zeker binnenlands zullen de batterij containers een zeer goede optie zijn. Voor bulk denken wij op korte termijn aan biodiesels, HVO bijvoorbeeld. In principe is HVO een brandstof waar je mee kan werken. Het is alleen iets duurder maar de motoren kunnen het aan. Ze moeten wel daarvoor gecertificeerd worden, maar dat is een ander verhaal. Er varen ook al schepen rond op HVO. Qua verbranding zijn ze dan een stuk schoner en ook stiller dus dat zijn goede ervaringen.

I: Beschikbaarheid daarvan is natuurlijk in Rotterdam erg goed, dus dat helpt ook mee?

E: Ja zeker, op korte termijn zullen biodiesels zeker een rol spelen. Misschien ook wel FAME, een ander soort biodiesel, maar daar zijn iets meer problemen mee. Vooral groot gebruikers met oude motoren kunnen daar goed op werken. Verdere toekomst, na 2030, zijn er opties voor methanol en waterstof, maar dat is nog wel een onzeker pad. Er wordt al wel flink ingezet op waterstof, maar wat we nu zien is dat het erg duur is, lastig op te slaan en erg inefficiënt. Bij de accucontainers zijn er nog veel ontwikkelingen, de prijs gaat naar beneden en capaciteit omhoog. Dus daar zie je wel echt de schaalvergroting.

I: Dus het toepassingspotentieel is daarvan ook hoger?

E: Ja en ook qua business case. Als zo'n container niet aan boord staat, dan kan hij op het land ook worden ingezet voor peak shaving of netwerk balancing. Dan verdient die ook zijn geld en dat heeft een waterstof container niet. Voor waterstof zijn we nog afwachtend, dan moet er nog een doorbraak komen en dat is nog onzeker. Beschikbaarheid van groene waterstof is ook nog een vraag. De eerste groene waterstof zal waarschijnlijk naar de industrie gaan, dus tegen de tijd dat die dan naar de mobiliteit gaat dan zijn we ook weer een fase verder. Dat is ook wel een logische Pyramide voor groene waterstof, dat die eerst de fossiele waterstof moet vervangen in de industrie en dan pas kan uitbreiden naar andere sectoren. Methanol is ook wel interessant. Bijvoorbeeld bio-ethanol, maar dan wil je op den duur naar e-methanol. Maar waar komt dan de groene koolstof vandaan? Dat kan dan bijvoorbeeld met carbon capture, maar dat zijn ook hele dure en onzekere initiatieven nog.

I: Dat zijn dus nog allemaal innovatieve ideeën waarvan we nog niet weten hoe dat op grote schaal gaat werken?

E: Ja onder andere, maar er is ook een gat in wet- en regelgeving. Nu mag je niet zomaar met methanol aan boord varen. Dat zijn allemaal hele lastige trajecten. Een motor voor methanol als brandstof kan ook niet gekocht worden, omdat methanol nog niet gezien als referentie brandstof in de goedkeuring van de motoren. Hier zit dus nog ook wel een bottleneck. Dus vandaar dat dat misschien na 2030 pas een rol gaat spelen. Daarvoor zal dus echt biodiesels zijn en de elektrificatie met containers of laden aan de kade.

I: Met een kabel dan?

E: Ja met 'high power' aansluitingen, MW aansluitingen die je ook bij vrachtwagens ziet. Als je dan een accu van 2 MW hebt, dan heb je die in 2 uur opgeladen. Als je dan aan het laden / lossen bent dan kan je dat mooi combineren. Als dat van de grond komt dan zou je het breder kunnen denken dat het ook in de bulk transport een plek kan krijgen, zeker als de batterijen betaalbaarder worden.

I: Als je dan kijkt vanuit jou expertise, wat is dan een realistisch pad dat de intrede van de elektrische schepen gaat plaatsvinden. Die ZES projecten is uit mijn hoofd nog 1 traject rond Alphen a/d Rijn.

E: Ja dat is Alphen a/d Rijn naar Moerdijk, dat is de eerste, maar ZES heeft een grote subsidie gekregen uit het nationaal groeifonds om onder andere het netwerk te ontwikkelen. Hieronder valt dus ook een terminal in Nijmegen, met transport tussen Rotterdam en Nijmegen. Als ik dan denk aan de corridor naar Venlo, als je in Nijmegen een terminal hebt waar je de batterij containers kan wisselen, dan heb je een mooi hub-and-spoke netwerk. Dus op de corridor is het dan redelijk snel te doen en kan er ook opgeschaald worden. Zeker in het containervervoer.

I: De technologie is er dan, maar de binnenvaart staat er ook wel op bekend dat het gewoon allemaal niet zo snel gaat. Zo'n transitie pad van binnenvaart duurt dus gewoon langer. Kijkend naar bijvoorbeeld een vrachtwagen, die gaat 7 a 8 jaar mee en dan is die weer afgeschreven. Hiermee rekening houdend, heeft het voor de binnenvaart dan niet veel meer zin om te wachten tot het systeem er is en werkt en dan pas over te stappen? Of moeten ze de andere modaliteiten gewoon volgen omdat ze geen andere keus hebben?

E: Met de bestaande schepen kan je nog wel voorlopig met HVO werken. Een onzekere factor is echter wat de prijs van deze brandstof gaat doen. Zeker als onder andere de luchtvaart en de zeevaart hier ook mee gaat werken. Op een gegeven moment wordt de prijs dan zo hoog dat er een incentive is om naar batterijen te gaan. Op het traject Alphen – Moerdijk zit ook best wel een goede business case. Dat zit niet heel ver af van varen op HVO. Het hangt wel echt af van het vaarprofiel. Als zo'n container niets aan het doen is, dan kost het heel veel geld, maar als het goed werkt en het werkt heel efficiënt dan kan het snel gaan. Voorwaarde is wel dat je een elektrisch aangedreven schip hebt, dus dat is wel een grote ombouw of zelfs nieuwbouw. We zien wel dat er in de containervaart meer geld zit en meer professionaliteit. Dat gaat sneller dan bijvoorbeeld in zand en grind of agribulk.

I: Daar zitten minder winstmarges op?

E: Ja maar ook minder gevoeligheid. Die partijen zijn niet zo bezig met de CO2 uitstoot in vergelijking met verladers als IKEA of Heineken die gevoelig zijn voor imago onder de consumenten.

I: Dus het is dan wel zo dat de innovatie eigenlijk een soort vraag is vanuit de verladers?

E: Ja, de containerschepen worden vaak voor lange perioden gehuurd of ingezet. Dat is een andere markt dan bijvoorbeeld de spotmarkt waar veel droge bulk zit, waarbij je nog niet weet waar je volgende week vaart. Dat is veel minder goed te plannen, laat staan dat je rond de tafel gaat zitten met vervoerder en verlader om de kosten, risico en eventuele winst te verdelen. Dat soort relaties zijn er vaak niet en dan zitten er allemaal schakels tussen. Dan gaat het vaak om de laagste prijs en niet om de duurzaamheid van het vervoer.

I: Ja en wat duurzaamheid betreft, de meest duurzame optie is vaak niet de goedkoopste?

E: Nee, daar zit toch een ander business model bij. Misschien verandert het nog als alle kosten geïnternaliseerd worden met bijvoorbeeld een ETS- 2, dan gaat het steeds meer in de basisprijs zitten en dan ga je je wel erin onderscheiden. Maar dat is ook de vraag hoe snel dat gaat lopen. Ook de invoering van accijns op fossiele brandstof is een interessante optie, want dat betaalt de binnenvaart niet en zorgt ervoor dat de brandstof relatief goedkoop is.

I: Op brandstof ook, of überhaupt gebruik van infrastructuur?

E: Nu wordt er bijna niets betaald. Het enige wat betaald wordt is havengeld, geen infrastructuur heffing. Daar heeft de binnenvaart wel een prijsvoordeel ten opzichte van spoor. Maar ook die accijns dus bijvoorbeeld. Het wegvervoer betaald dacht ik 54 cent per liter. De prijs van de brandstof van binnenvaart zit op 70 cent per liter. Als de accijns erbij komt dan gaat de prijs enorm omhoog. Misschien



dat er nog wat onderscheid in gemaakt kan worden, dat biodiesels niet hoeven te betalen. Dan wordt het heel interessant om over te stappen naar duurzamere brandstoffen.

I: Dan heb je wel enorme stimulans om dat te doen.

E: Ja maar hoe dat gaat veranderen is nog de vraag, dat zal ook afhangen van het volgende kabinet.

I: Is er in de binnenvaart zelf dan veel draagvlak om te innoveren. Het zijn uiteindelijk ook veel familiebedrijven. De investering zit in het schip en dat is er dan.

E: Uiteindelijk is de wil er wel, maar iedereen kijkt naar de buurman. Als jij het wel doet, en de buurman niet en dan zie je dat de buurman het werk krijgt omdat deze een lagere prijs kan aanbieden voor een reis, dan doe je het liever niet. Het gaat dus ook om een gelijk speelveld creëren. Dan moet je ervoor zorgen dat iedereen tegelijk innoveert en dat die rekening wordt betaald door de klant. Op die voorwaarde wil iedereen wel mee. Er zullen wat ondernemers tussen zitten die bijna met pensioen gaan, dus niet meer gaan beginnen aan zo'n investering, want die willen nog maar 2 of 3 jaar werken. Die groep is ook nog wel vrij groot, want er is veel vergrijzing.

I: Er was een tekort van 20.000 man geschat had ik begrepen.

E: Dat zou kunnen, maar die cijfers zou ik eerlijk gezegd niet zo goed weten. Wat verder meespeelt is dat veel schepen erg oud zijn. Gaan de banken daar in mee. Als de schepen oud zijn en je moet er voor tonnen in investeren, dan ziet de bank dat het niet in verhouding staat met het schip. Dan kan je het misschien beter meteen een schip gaan nieuwbouwen.

I: Ligt er een rol van de overheid, want de binnenvaart bestaat uit zo'n 10.000 schepen.

E: Ja dat is van heel Europa, in Nederland zijn het er ongeveer 5.000

I: Dat is dus best wel een redelijke nichemarkt. Om het te verduurzamen is vanuit een overheid perspectief misschien niet een hele grote uitdaging. Stel dat de overheid een grote zak met geld voor de binnenvaart heeft, wat is er dan mogelijk?

E: Dat hebben we uitgezocht. Een paar jaar geleden hebben we dit uitgezocht met exact dit idee. Wat nou als er een groot fonds zou ontstaan om de verduurzaming te realiseren. De CCR zegt, we willen minimaal in 2050 zo'n 90% van de emissies reduceren. Daarvoor hebben we gekeken wat er aan techniek en geld nodig is om dat te realiseren. Daarvoor hebben we 2 scenario's opgesteld, een conservatief scenario, met een focus op drop-in oplossing als biodiesels. Aan de andere kant hadden we een innovatief scenario met daarin elektrificatie en wat meer waterstof en methanol. Daar kwamen we op een orde grootte van ongeveer 3 á 4 miljard wat er aan kosten nodig is en voor het innovatieve scenario zo'n grofweg 8 miljard uit mijn hoofd, zoiets. Dat is wat er nodig is, dat hebben we terug gerekend wat je bijvoorbeeld bij de brandstof erbij op moet tellen om dit te kunnen financieren bijvoorbeeld. Daar kwamen we op 4-8 cent per liter er boven op. Wat er nu met de ETS 2 aan zit te komen zit je op 13 cent per liter voor fossiele brandstof. Die 4 tot 8 cent is dan niet veel. Als je al het geld wat je met de sector ophaalt aan ETS 2 ook weer teruggeeft in de vorm van subsidies, dan heb je een heel mooi mechanisme dat de binnenvaart zelf de vergroening betaalt. Die 90%, al zei het Tank to Wake, kom je dan heel ver mee.

I: Ja uiteindelijk is het wel een kleine markt. De overheid kan hier in mijn optiek een grote rol spelen waarmee je ook, doormiddel van zo'n soort subsidie een gelijk level-of-playing field creëert voor alle schippers. Ze kunnen dan redelijk snel achter elkaar innoveren. Vanuit de markt zelf gaat er weinig gebeuren denk ik zo.

E: Ja dat is exact wat wij ook zien. Als je niet iets doet wat voor iedereen geldt, dan gebeurt er niets. Dan is het verhaal dat iedereen bang is voor de buurman om het zo maar te zeggen. Dat je met schulden blijft zitten omdat je innoveert. Nu betaalt de verlader, de klant, er meestal niets extra voor. Dit zou kunnen kantelen met de CSRD, de duurzaamheidsrapportage, omdat het dan meer zichtbaar wordt waar de footprint zit. Dat zou een verandering kunnen initiëren, maar dat is lastig. Wil je erop wachten, dat denk ik niet. Je wil op de korte termijn ook wat kunnen doen, dus daar zou zo'n fonds goed bij kunnen helpen. Nog een extra aanvulling. De sector bestaat uit zo'n 5000 schepen, maar als je dan binnen die schepen gaat kijken naar de echte grote vervuilers, dan zie je dat pak en beet 2000 schepen goed zijn voor 70% van de uitstoot. Daar zit ook een asymmetrie. Als je de top2000 aanpakt

van deze schepen, dan heb je driekwart van de uitstoot te pakken. Dus daar kan je ook heel gericht op sturen met die subsidie.

I: Klinkt wel als een hele interessante studie

E: Ja helaas ligt het nu weer even stil, omdat er toch wordt afgewacht wat er Europees gebeurt met het hele fit-for-55 pakket. Afwachten hoe dat landt, wat voor effect het heeft op de sector en dan daarna maar weer eens kijken of zo zo'n fonds in beweging kunnen zetten.

I: Wat is dan de invloed van Europa op de binnenvaart hier in Nederland?

E: Nou, bijvoorbeeld de RED III, de hernieuwbare energie richtlijn, maar ook de ETS 2, daarvan zegt Nederland, dat willen wij wel invoeren, maar het is ook nog afwachten wat België en Duitsland doen. Als Nederland het wel doet en zij niet, dan wordt hier de brandstof 13 cent duurder, maar dan gaan binnenvaartondernemers bijvoorbeeld massaal bunkeren in Antwerpen. Dan ben je het probleem aan het verplaatsen. Dat zijn wel de grootste effecten. En de energie belasting, de accijnsdiscussie. Europa heeft ook zo'n voorstel gemaakt, de ETD (Energy Taxation Directive). Daar is nog weinig over bekend en wat daarvan terecht gaat komen want het is een van de laatste maatregelen van het fit-for-55 pakket. Ik weet ook niet helemaal of het echt gaat gebeuren want er komen ook nieuwe Europese verkiezingen aan.

I: Ja het politieke aspect hiervan is volgens mij altijd erg onzeker met dit soort dingen, beleid kan snel veranderen.

E: Omdat het voorstel van de commissies ook was om een minimaal accijns te heffen op de binnenvaart van 4 cent per liter. Toen dachten ze, we hebben ook al vier cent nodig voor het fonds. Vandaar dat nu eerst die Europese discussie afgewacht wordt. In mijn optiek was het handiger om dat om te draaien. Dan komt het fonds is en dan kan je laten zien dat je al een soort accijns hebt waar de sector zelf grip op heeft.

### Digitalisation

I: Als ik het goed begrijp ben je ook een beetje betrokken met het digitalisering van de binnenvaart.

E: Jawel, een beetje

I: Waar kijken jullie dan zoal naar?

E: We hebben wel eens gekeken naar een digitaliseringstrategie voor de Nederlandse Binnenhavens of autonoom varen. Maar dat is nog wel lastig, dat gaat vrij traag. Heeft ook te maken met regelgeving. Je mag nog niet zonder bemanning autonoom varen om kosten te drukken, dus waarom zou je het dan doen, want dat is juist waar het voor bedoeld is dus niemand is happig dat te testen.

I: En als we het een wat logistiek breder perspectief kijken. Dan zijn er wel nieuwe complexe innovatieve concepten waar over wordt nagedacht en uitgevoerd. Denk hierbij aan Physical Internet en Synchronodaliteit waarbij de samenwerking tussen modaliteiten, verladers en vervoerders een boost krijgt om het zo maar te zeggen. Een belangrijk aspect hiervan is data delen, maar daar zijn ze niet zo happig op. Daarom heb ik eerst een stelling. Er moet een vorm van dwang komen dat bedrijven, vervoerders en verladers om het logistieke process soepeler te laten verlopen. De vervolgvraag daarop is ook een beetje. Wat voor dwang en hoe kan je dat toepassen op de binnenvaart?

E: Ik weet niet of dwang echt werken om data te delen. Het is vaak wel gevoelig vanwege bedrijfsinformatie dus ook dwang helpt niet. Elektronisch melden en rapporteren dat zou zeker wel kunnen helpen om meer inzicht te krijgen in de stromen. Dwang om data te delen tussen modaliteiten?

I: Ja waardoor het logistiek allemaal net wat efficiënter gaat. Denk daarbij dat als een binnenvaart aankomt bij de terminal, dat de last-mile daarna weer verder geregeld is en vlekkeloos in elkaar over stroomt. Maar ook het doorgeven van eventuele restcapaciteit.

E: Ik denk dat grotere expediteurs dat al wel hebben zoals DHL en dat soort grote jongens.

I: Ja maar dat is binnen de bedrijven zelf, maar in hoeverre is dat als samenwerking tussen grote bedrijven?

E: Nee, maar dan is ook de vraag hoeveel dat toevoegt. Daar zijn ook wel multimodale bedrijven actief. Dan zit het meer in de vraag van, wat weet je van de zeecontainers die aankomen, waar moeten die heen. Dat weten ze vaak niet en die vertragingen lopen dan door in het achterland vervoer, want zeeschepen hebben prioriteit in de zeehavens. De binnenvaart, en ook het spoor zijn geen directe schakel in de communicatie tussen de terminal operator en het zeescheepvaartbedrijf. Die zitten dan daar weer ergens achter. Spoor en binnenvaart weten indirect wat er op ze afkomt.

I: Dus de binnenvaart speelt hier een kleine rol in om het zo maar te zeggen?

E: Ja wat ik begrijp uit gesprekken is dat het veel meer uit de grote zeereederijen komt. Als die meer informatie door de hele keten delen, dan zou er veel meer kunnen gebeuren.

I: Helder, wat ik ook had vernomen is dat je in de binnenvaart een app of programma hebt waarin je je beladingsgraad kan invullen, met waterstand en dat soort dingen. Die zou dan een ideale vaarprofiel voor de route invullen.

E: Een beetje smart-sailing.

I: Ja, mijn vraag was daar een beetje van, de energie die nodig is gaat exponentieel omhoog als de snelheid omhoog gaat. Heeft het zin om dan langzamer te gaan varen?

E: Ja daar zit misschien wel winst in denk ik!

I: En gaat het dan om 10%, of gaat het echt om kleinere marges

E: Ik denk dat het wel groot kan zijn. Zoals je zei, er zit een enorme curve in tussen de vaarsnelheid en het brandstofverbruik, dus daar kan wel wat bespaard worden. Vaak is alleen degene die het schip bestuurd niet degene die de rekening betaalt, die komt dan weer ergens anders terecht bij iemand die er minder zicht op heeft. Dus het is maar de vraag of de schipper zich bewust van is, van de kosten hiervan en potentiële winsten.

I: Kijk het gaat uiteindelijk wel iets ten koste van je tijd, maar ik weet niet hoeveel dat is op het grote plaatje. Als je makkelijk kan besparen door iets langzamer te varen, wat dan dat als impact heeft dat je later bent.

E: Ja er zit ergens een optimum, want als je te langzaam vaart heb je weer een schip extra nodig om de resterende vraag te kunnen vervoeren. Ik weet dat Veerhaven, die doet kolen transport naar Duitsland. Die hebben daar wel eens mee geëxperimenteerd, maar die gingen zo langzaam varen dat ze logistiek in de knel kwamen. Echter er zijn ook operators in de markt waarvan juist hun aandeel is dat ze zo hard kunnen varen. Dat ze eigenlijk altijd wel de schema's halen die door de klant opgelegd worden. Andere operators die meer een busdienst hebben, die draaien een schema en als die wat vertraging heeft dan is het jammer, dan is de container wat later. Die halen meer hun schema aan. Dan komt het toch een beetje op neer: neem je de taxi of ga je met de bus?

I: Ook dit komt dan weer meer door de verladers dus?

E: Ja klopt. In de containers zit soms ook weer een kwestie van prioriteiten. Als ze leeg zijn maakt het vaak minder uit, maar als er dure spullen inzitten dan heeft het meer haast. Maar ik denk dat er wel winst te halen is. Misschien komt het ook allemaal wel uit, straks komen er allemaal verplichtingen ook met CSRD, dan moet het dus gerapporteerd worden, die CO2 uitstoot per tonkm. Dan wordt het voor de verlader wel makkelijker om in te zien, maar 10% valt er zeker wel op te halen.

I: We gaan bijna richting het einde van de tijd, dus ik was nog wel benieuwd of jij nog een toevoeging had aan innovaties om eens naar te kijken voor de binnenvaart. Ik doe mijn best om alles te verzamelen maar ik kan natuurlijk dingen missen.

E: Ja een ander aspect, zeker voor de binnenvaart is het laag water probleem. Ook de impact daarvan op CO2. Met laagwater kan er minder meegenomen worden, want de diepgang is beperkt. Daardoor wordt ook weer de weerstand van het water hoger, want er is minder water onder de kiel. Dus dat heeft wel een nadelig effect voor CO2 uitstoot

I: Ja en ook op het marktaandeel?

E: Ja want dan gaat de prijs omhoog, want de binnenvaart schepen rekenen dat in principe door aan de klant, met laagwater toeslagen en hogere charterkosten. Dus dat is wel een aspect dat hier wel een rol speelt. Op Rotterdam Venlo is het ook wel wat, maar wel minder.

I: Ja de sluisen van de Maas helpen hier wel een beetje bij?

E: Ja die helpen zeker, alleen het eerste stukje bij Rotterdam is dan nog wat onzeker, maar dat valt dan nog wel mee. Hogerop de Rijn in Duitsland is wel echt kritisch, maar ook de markt op die rivier heeft invloed op de binnenvaart van de Maas. Als de prijzen daar hoog zijn, wil iedereen daar wel varen. Dat zijn wel dingen, zeker kijkend naar 2040, klimaatverandering, waterdieptes en droge zomers dat kan nadelig zijn voor de prestaties van de binnenvaart. Dus wat dat betreft nog meer belang om de koppeling met andere modaliteiten te hebben dat je makkelijk naar het spoor kan of hier en daar kan met een vrachtwagen. Dus die synchronodaliteit wordt daar dan nog belangrijker.

I: Klinkt als een mooie afsluiter. Ik ben door mijn vragen heen!

**Afsluiting van het interview.**

## Expert #11

**Table H.11:** Personalia Expert #11

<b>Function</b>	Project Leader Research / Lecturer
<b>Expertise</b>	Transport and Logistics

### General

I: Als eerste begin ik met twee stellingen om de essentie van het onderzoek te duiden, de eerste stelling is dat de transportsector de emissiereductie doelstellingen voor 2030 (30% t.o.v. achterland vervoer) gaat halen.

E: Ik denk dat dat in 2030 niet te verwezenlijken valt. We zitten nu best in een versnelling met de maatregelen, maar ik denk dat er te eenzijdig wordt gedacht in de veronderstelling dat het een lineair proces is. Het is zo afhankelijk van zoveel verschillende factoren dat we het wel gaan halen, maar niet in 2030. Dat is gewoon te vroeg. Daarvoor zijn we te laat gestart, de overheid neemt niet de rol aan die gewenst is, of zou moeten zijn waardoor er vertragingen optreden. De overheid heeft daar een belangrijke rol in die ze niet waarmaken.

I: Wat zou dan de rol van de overheid moeten zijn?

E: Faciliteren. Dus kaders en duidelijkheid scheppen. Daar ontbreekt het aan en daarom zijn ondernemers minder geneigd om stappen te nemen.

I: Eigenlijk is er dus niet genoeg houvast om te verduurzamen bij de transport bedrijven?

E: Het gaat uiteindelijk ook om geld. Ondernemers zijn best geneigd om te verduurzamen en investeringen te doen. Maar in de logistieke sector doen ze dit met weinig risico, want de marges zijn niet zo groot.

I: En als we dan kijken naar 2040, worden de emissiereductiedoelstellingen dan gehaald?

E: Als je het in 2030 niet haalt begin je al met een achterstand. Ik denk dat het wel te halen valt als de condities positief gestemd zijn.

I: Cijfer van 1 tot 5 is dan een?

E: 3, met een optimistische instelling

I: Onder de voorwaarde dat er flinke stappen gezet worden na 2030?

E: Ja, er worden al flinke stappen gezet op technologie, maar de conditie waarom die technologie gebruikt kan worden, de subsidieregels e.d. die moeten veel meer verduidelijkt worden. Met goede kaders gaat dat wel gebeuren.

I: De eerste strategie van McKinnon is het reduceren van de vraag naar vracht. Dit is een ingewikkelde want die wordt vaak gekoppeld aan economische groei. Dit wordt altijd nagestreefd waardoor er ook een groei van de vraag naar vracht ontstaat. De oplossing is eigenlijk vrij simpel. Door minder te vervoeren stoot je ook minder uit. Daarom heb ik de volgende stelling: Het reduceren van de vraag naar vracht is essentieel voor het verminderen van de emissies in Nederland.

E: Ik zit op een 3 weer. Ik ben het er mee eens, maar ik denk dat er veel meer winst te halen valt in de 3 strategie van McKinnon. We weten eenmaal dat de mensen niet gaan veranderen, want groei zit in onze genen. Ik denk dat het door het doorvoeren van de regelgeving er wel drempels opgelegd kunnen worden dat bijvoorbeeld het kosteloos retour sturen verdwijnt. Kijken naar de TCO. Dat is denk ik het enige wat de bewegingen gaat beperken op de lange termijn.

### Modal Shift

I: Helder! De tweede strategie is het overstappen op een duurzamere modaliteit. Ik zeg het even zo omdat het zomaar kan gebeuren dat het wegvervoer schoner wordt per vervoeder vrachteenheid dan de binnenvaart. De huidige modal split op de corridor is ongeveer 40% weg, 15% spoor en 45% binnenvaart. Als we even kijken naar 2040 en een ideale situatie, zou dit dan ook een representatieve gewenste modal split zijn?

E: Het zal afhankelijk zijn hoe de infrastructuur zich (met name op de binnenvaart) ontwikkelt. Er zijn daar allemaal ontwikkelingen met betrekking tot het meer duurzaam maken van de schepen. Het zal afhangen van hoe de scheepvaart verduurzaamt. Als er weinig gebeurt, dan zal er veel meer via de weg vervoerd worden. Vanuit onder andere het congestieprobleem is het, denk ik, veel verstandiger om veel meer vracht met de modaliteit scheepvaart te vervoeren. Het geheel is dusdanig complex dat ik niet weet waar het naar toe gaat.

I: Je hebt de term 'reverse modal shift' die af en toe wordt genoemd wat ook een potentieel effect kan hebben die eigenlijk beschrijft dat er dus een shift zal plaatsvinden van de binnenvaart naar de weg. Maar dat zou dus heel goed mogelijk kunnen zijn?

E: Als je kijkt naar de corridor Rotterdam – Venlo, dan is dat een afstand die waarschijnlijk met een elektrische vrachtwagen goed te overbruggen is, wat het dus wel degelijk een optie maakt om de overstap te maken. Maar het gaat ook weer afhangen van de subsidies, de mogelijkheden om over te stappen op elektrische vrachtwagens en natuurlijk ook de laadinfrastructuur. Het kan alle kanten op en ik hoop dat het de kant op valt die de meeste decarbonisatie oplevert. Dat bedrijven focussen op de meest duurzame combinatie aan vervoersmodaliteiten.

I: Is dit dan een voorzichtige hint naar synchromodaliteit?

E: Ja dat zou wel de meest ideale oplossing zijn denk ik. Laten we maar beginnen met de het invoeren van modal shift, dat al het vervoer dat via water kan ook via het water vervoerd gaat worden. Al heb ik daar ook minder kennis over omdat de afstand in Nederland nog niet heel groot is.

### Digitalisation

I: De derde strategie is het optimaliseren van de assets. Als we puur naar de cijfers kijken dan lijkt hier nog wel wat op te halen. De gemiddelde beladingsgraad in Nederland is tussen de 45 en 50 procent en in 2022 werden 27% van de voertuigkilometers leeg gereden. Het is wel een beetje inherent aan de hele transport sector. Een zandkiewagen naar de bouwplaats rijdt altijd leeg terug. Maar er zou nog wel wat te halen kunnen zijn door middel van meer samenwerking en dus het beter beladen van de vrachtwagens. Daarnaast zijn er andere nieuwe innovatieve, maar ook complexe logistiek ideeën zoals Physical Internet en zoals net al even kort gezegd, de synchromodaliteit. In essentie is de corridor een goede proeftuin voor dit soort innovaties, vanwege de hoge volumestromen en de bereikbaarheid met de verschillende modaliteiten. Uit onderzoek blijkt dat de belangrijkste maar ook moeilijkst haalbare slagingsfactor voor deze innovaties is het vertrouwen en coöperatie tussen de stakeholders. Bijvoorbeeld het bundelen van vracht kan kosten reduceren en uitstoot. Daarvoor moet dan wel data worden gedeeld en daar zijn de bedrijven niet zo happig op. De business case daarvoor is vaak niet in het voordeel van het individuele bedrijf. Daarom de stelling: Er moet een vorm van dwang komen dat bedrijven verplicht worden met elkaar samen te werken zodat het logistieke proces beter verloopt.

E: Ik ben in principe geen voorstander van dwang. Ik denk dat regulering door de overheid een vorm van dwang kan zijn om dit soort zaken in versnelling te laten geraken, maar ik denk dat de technologie zo in het voordeel spreekt om enige dwang bij bedrijven neer te leggen. Sommige partijen zullen wel meegaan in technologische ontwikkelingen, die daardoor een voorsprong krijgen op bedrijven die dat niet doen. Die lopen dan achterop en halen het wellicht niet, maar die gaan dan ook een keer mee. Generatieve AI modellen, block-chain technologieën gaan hier een rol in spelen. Dat zullen de dwang maatregelen zijn om mee te gaan met innovaties.

I: Dat is wat dan de bedrijven zal gaan forceren mee te gaan met de tijd om het zo maar te zeggen?

E: Ja.

I: En ligt dan het risico bij de kleinere bedrijven?

E: Wat je in de praktijk ziet is dat de kleine jongens niet de mogelijkheden hebben om de digitalisering transitie te doen (geld, tijd, kennis). Daar moeten we ze bij helpen omdat ze wel een cruciale rol hebben in de keten. Dus er moet iets gebeuren om wel op ketenniveau te digitaliseren, Daar spreken we nu over. Je moet het niet als individueel bedrijf willen, je moet het als hele keten willen. Het moet meer van een strategisch niveau aangepakt worden en samenwerking is op lange termijn de enige vorm van bestaansrecht.

I: Is het ook aan de overheid dat te faciliteren, of moet dat aan de markt overgelaten worden? Want dan heb je weer kans op monopolisering door de grote internationale giganten als Amazon en Google.

E: Ja we zijn in Nederland wel voorstander van het vrije markt denken. Dus waar het naar toe gaat durf ik niet te zeggen. Ik denk wel dat de overheid kan voorkomen dat er mono- of oligopoliën ontstaan.

I: Want wat gaat dan de rol van digitalisering zijn tegen 2040?

E: De platform technologie speelt veel meer een rol denk ik. Het wordt meer commercieel uitgebuit, dus wat het met de prijsvoeringen gaan doen met transporten, daar houd ik mijn hart voor vast. Dan vallen de kleine jongens sowieso weer om. Daar ben ik huiverig voor. Het zorgt er wel weer voor dat als er een paar bedrijven omvallen voor een hogere efficiëntie. Dat zorgt wel weer voor een betere decarbonisatie.

I: Als je kijkt naar digitalisering dan is het efficiënter maken van transport wel het doel. In mijn gedachtegang kan je er eigenlijk alleen maar voor zorgen dat de vrachtwagen zo vol mogelijk zit en als de vrachtwagen leeg is, zo snel mogelijk weer vol terugrijdt. Mis ik dan door nog iets bij?

E: Ja, je begon er net zelf mee, het vertrouwen. Elkaar wat gunnen. Dat brengt heel veel in de sector denk ik, dus daar moeten stappen ingezet worden. Het gebruik van de technologie gaat gepaard met dit soort zaken. Gun je elkaar dit soort ritten.

I: Elkaar meer als collega's zijn dan als concurrenten?

E: Juist.

I: Want als je naar de beladingsgraad kijkt, die is nu tussen de 45-50%, waar kan je met hulp van digitalisering naar toe?

E: Beladingsgraad is ook afhankelijk van je planning en het coöpereren van bedrijven. Enerzijds het gebruik maken van technologie en anderzijds samenwerking om die vrachtwagens te vullen.

I: Heeft het beprijsen van CO2 daar dan nog effect op?

E: Dat denk ik wel. Ik denk dat beprijzing, het opdrijven van de kosten op die manier dat bedrijven daardoor gaan samenwerking.

I: Dat is dus niet per se dwang, maar positieve stimulatie om het zo maar te zeggen?

E: Laten we het zo noemen. Het gaat uiteindelijk om geld, zo simpel is het.

I: Zijn er dan qua digitalisering nog dingen waar u van denkt dat kan beter.

E: Als je kijkt naar de planning dan is het nog mensafhankelijk. AI kan daar een betere rol in spelen, gebruiken van algoritmes kan de beladingsgraad omhoog krikken. Natuurlijk blijft de mens in het proces ook belangrijk. Ik zou zeggen dat AI een advies geeft en dat de planner op basis van het advies daar een besluit neemt. Daar zijn stappen op te maken.

I: En dat zou op korte termijn kunnen?

E: Ja die technologie ontwikkelt zich supersnel.

I: En hoe kijkt u dan bijvoorbeeld naar de super-ecocombi? Zegt die naam wat? E: Nee, dat moet je even uitleggen.

I: Dat zijn de vrachtwagens die vrachtwagens die 32 meter lang zijn, die eigenlijk 2 containers tegelijk meenemen.

E: Ja precies. Je doet dat om eigenlijk minder transport bewegingen te maken. Je kunt meer in 1 keer meenemen. Als je beladingsgraad daarmee afneemt dan schiet je je doel voorbij. Je moet je vrachtwagens dus wel kunnen blijven vullen om dit doel ermee te bereiken. Anders heeft het minder zin.

I: Het werkt alleen als de vrachtwagens dus minimaal even goed gevuld blijven en het liefst voller.

E: Ja en dat de retourvracht ook gevuld raken. Daar zit nog veel winst en dat is ook heel lastig.

I: Dat is ook een beetje de onbalans tussen productie en vraag.

E: Ja, maar ook het afstemmen van tijdsloten wanneer vrachten gedaan moeten worden. Vervoerders in de omgeving hier zeggen dat er veel winst te halen valt als er bredere tijdsloten zijn om te kunnen laden bij een bedrijf en te lossen op plaats van bestemming. Het wordt ze niet gegund om 1 keer in de drie dagen transport te verplaatsen, maar dat moet eens in de twee dagen waardoor de vrachtwagen half leeg is. Door het eens in de drie dagen te doen is de vrachtwagen weer vol.

I: Dat heeft dus weer met het slimmer plannen te maken.

E: Ja en de afspraken tussen verschillende bedrijven. De eindconsument, wij, moeten toch even opnieuw heropgevoed worden dat we de spullen die we kopen niet binnen 24 uur op de stoep willen hebben. Die behoefte hebben bedrijven gegeneerd terwijl die er eerst niet was. Maar nu kan je eigenlijk niet meer terug.

I: Zelfde met het gratis retourneren van producten, dat kunnen bedrijven ook niet meer beprijzen zonder zichzelf uit de markt te prijzen.

E: Precies. Maar daarom moet er ook veel meer worden samengewerkt op ketenniveau. Er moeten systemen gebouwd worden die op ketenniveau veel efficiënter de processen kunnen inrichten. Het ene bedrijf is afhankelijk van de data van het andere bedrijf. Je moet dat een stap hoger gaan doen.

I: Ja dan toch weer zo'n overkoepelend platform?

E: Ja en het vertrouwen, dat alle partijen er beter van worden, of juist slechter als het fout gaat.

I: Wat zijn vanuit het bedrijfsleven de grootste factoren die tegenwerken?

E: Durf, lef. Iemand moet het voortouw nemen. Het risico gaan nemen om de rest van de keten mee te krijgen. Dat soort bedrijven, ik noem ze even de voorlopers, willen vanuit een intrinsieke motivatie werken aan de duurzaamheidstransitie en die benutten dat ook met name vanuit strategisch oogpunt. Die zien dat ze dit moeten gaan doen omdat ze anders achteraan lopen. Dat vergt een investering. Ik denk dat als er binnen verschillende ketens een paar van die partijen zijn dat het dan gaat lopen.

I: Ik ben inmiddels ook op een aantal events geweest waar verschillende bedrijven spraken over digitalisering. De partijen zijn het daar allemaal eens dat er wat moet gebeuren, maar in de praktijk zie je er uiteindelijk nog weinig van. De ideologie is er wel, maar het gebeurt te weinig.

E: Ja daarom heb je die initiatiefnemers nodig. Ik ben ervan overtuigd dat de overheid een grote rol hierin heeft met het heffingssysteem dat er aan komt. Het is er nog niet, maar de partijen die er nu al mee aan de slag gaan, dat zijn dan de grote spekkopers.

I: Die hebben daar uiteindelijk het grootste profijt van?

E: Ja er zit ook een leerproces in. De kinderziektes leren kennen van deze processen. Die hebben die bedrijven dan al ontdekt en getackeld.

I: Wanneer komt dit dan een beetje op gang denkt u?

E: Als we met de heffingen gaan beginnen dan gaat dit snel gebeuren denk ik. Maar het spannende is wat er gaat gebeuren met de kleine jongens, want die heb je wel nodig. Het is spannend, maar we gaan het zien.

### Road Freight Transport

I: Ik zou nu graag naar de modaliteiten willen kijken. Te beginnen bij het wegvervoer. Als alternatieven voor diesel heb je eigenlijk drie alternatieven. Batterij-elektrisch, waterstof en biobrandstoffen. Als je kijkt naar korte afstanden en binnensteden dan zie je al steeds meer elektrisch rondrijden. Kijkend naar het lange afstandsvervoer, dan zie je dat dit eigenlijk nog niet echt aan de orde is, want het is nog duur en de batterij pakketten wegen ook veel. Onderzoek geeft aan dat de TCO van BEV tussen 2028 en 2030 beter zijn dan dieselvrachtwagens. Het tweede alternatief is waterstof, ook erg duurzaam. Aan de uitlaat geeft het geen uitstoot, en het kan helemaal emissie-loos zijn als het met groene energie wordt opgewekt. Nadeel is wel dat het duur is en erg inefficiënt. Als laatste nog de biobrandstoffen. Die hebben aan de uitlaat ook nauwelijks uitstoot, maar bij de generatie van de brandstoffen wel. Als we kijken naar 2040, hoe zal het wagenpark zich dan ontwikkelen. Richting 1 van de 3 alternatieven, of meer een mix?



E: Ik denk dat bedrijven heel veel maatwerk zullen hanteren hoe ze hier mee omgaan. Wat vervoeren ze over welke afstanden. Dan kiezen ze voor een energiedrager die op dat moment bewezen is en prijstechnisch ook goed ontwikkeld hebben. Ik denk dat bedrijven daar ook objectief en doordacht kritisch naar kijken. Wat hier belemmeringen in zullen zijn is verkrijgbaarheid en congestie. Bedrijven willen wel, maar wat je nu ook ziet is dat ze niet de voorzieningen krijgen die ze nodig hebben. Stroom bijvoorbeeld. Dat zijn factoren die ook invloed hebben op hoe het ontwikkelt. Bedrijven weten dat ze mee moeten, maar ze hebben wel hulp nodig.

I: U zei net dat bedrijven een keuze willen maken op iets wat zich bewezen heeft. Dat is een beetje het afwachtende aspect van de sector. Maar op te bewijzen dat een alternatief werkt moet het wel gebruikt worden, dus dat is een beetje een kip-ei verhaal. Zijn hier dan ook weer die voorlopers nodig en zijn daar subsidies voor nodig?

E: Er zijn partijen die pilotprojecten hebben gedraaid. Er zijn dus nu ook al wel voorbeelden van verschillende technologieën die zich in bepaalde situaties al hebben bewezen. Maar de belemmeringen moeten worden weggenomen. Ik heb hier een bedrijf om de hoek. Die willen wel, hebben ook een wagenpark van 120 vrachtwagens. Daarvan is er slechts 1 elektrisch omdat ze niet de stroom aansluiting kunnen krijgen die nodig is. Anders hadden ze de elektrificatie al over het halve wagenpark gehad.

I: Zijn er dan nog infrastructurele oplossingen nodig, zoals een ERS systeem?

E: Ik denk dat dat weer een next-step is. Ik denk niet dat wij een land zijn die als er een techniek of innovatie is, dat wij die dan overslaan. Ik denk dat wij ook door dat hele proces moeten als land omdat we ook enorm afhankelijk zijn van de infrastructuur.

I: Ja maar zo'n ERS systeem helpt wel met het reduceren van de vraag naar andere laadinfrastructuur.

E: Dat dan weer wel. Als we het kunnen combineren uiteindelijk. De ene technologie combineren met de andere, dan kan het wel gebeuren.

I: U zei net al dat de bedrijven zitten met de vraag naar stroom en de elektriciteitsvraag zal enorm groeien. Is dat iets om rekening mee te houden, of is dat iets wat de overheid geregeld heeft tegen 2040.

E: Dat wordt een hele opgave. Hoe zich dat ontwikkelt moeten we maar zien. Het zal ook afhankelijk zijn op zonneceltechnologie en dergelijke. De beperkende factor ligt bij de energiemaatschappijen.

I: Ja die denken tussen 2035 en 2040 energie neutraal te zijn. Hoe kijkt u daarnaar?

E: Ja prima om een doel te ontwikkelen, maar of het te realiseren valt is voor mij wel een vraag. Ze zullen er hele goede modellen voor hebben, maar ik denk dat de vraag zo erg zal stijgen dat ze te laag aan het rekenen zijn. Hoe snel we groeien als economie heeft ook weer impact op de vraag naar energie. Als je rekent met de groei van 2% en het blijkt hoger te zijn dan zit je met je handen in het haar.

I: Dus die doelen van 2035-2040 worden heel lastig.

E: Dat denk ik wel, maar wel goed dat ze zijn gedefinieerd.

I: Waar zijn de bedrijven in Venlo nog voornamelijk mee bezig om hun verbruik te reduceren?

E: Het gedrag van chauffeur is wel zeker een ding. Minder rijden, efficiënter rijden met hogere beladingsgraden. Elektrificatie van het wagenpark. Alle maatregelen die McKinnon noemt in zijn pijlers worden wel naar gekeken. Daar gaan we dus ook op in met de projecten die we doen met bedrijven en studenten. We proberen bedrijven daarin ook te ondersteunen en een spiegel voor te houden om op die manier een steentje bijdragen.

I: U geeft ook aan inzicht geven. Bedrijven weten misschien ook niet zo goed wat hun uitstoot is. Denkt u dat het inzicht hebben ook ervoor gaat zorgen dat er minder uitgestoten wordt, of is dat ook vanwege het feit dat de CO2 taks eraan komt om dan ook weer kosten te besparen?

E: Ik denk dat het inzicht nodig is om uiteindelijk te kunnen gaan optimaliseren. Anderzijds, willen bedrijven meer inzicht hebben omdat de rapportage nu kan op gemodelleerde data of default data. Die heffingen worden straks op primaire data gedaan. Dus het genereren van die primaire data is ook

erg interessant. Hoe gaan we die ophalen bij de leveranciers (scope 3). De bereidheid om dus met duurzaamheid bezig te gaan is er dus wel, maar bedrijven staan nu anders in de wedstrijd.

I: Komt dat dan ook vanuit de verladers?

E: Tweedelig. Er zijn er een paar bij die vanuit de intrinsieke waardes het doen. Maar dat is soms ook nog een beetje greenwashing. We moeten verduurzamen vanuit onze rapportage verplichting dus je doet maar mee. De waarheid zal een beetje in het midden liggen. Kijkend naar het totale plaatje. Het gaat mondjesmaat wel steeds meer gebeuren en dan komt het steeds meer in de gedachtegang. Maar dan werk ik niet meer, dat is aan de nieuwe generatie.

I: Ik denk dat dat een goede afsluiter is, ik zie dat we door de tijd heen zijn.

**Closure of the interview**