

Robust hinterland connections in times of drought and heat

Subproject 2 of NWO-project “Extreme droughts and the Dutch water sector: impacts and adaptation”



Robust hinterland connections in times of drought and heat

Subproject 2 of NWO-project "Extreme droughts and the Dutch water sector: impacts and adaptation"

Author(s)

Rolien van der Mark

Hade Dorst

Wytze de Boer

Adriaan Slob

Partners

DELTAES, DELFT

TNO Locatie Den Haag Strategy, Technology and Policy STP, 'S-GRAVENHAGE

MARIN, WAGENINGEN

Universiteit Utrecht Faculteit Geowetenschappen, UTRECHT

Robust hinterland connections in times of drought and heat

Subproject 2 of NWO-project "Extreme droughts and the Dutch water sector: impacts and adaptation"

Client	NWO - Toegepaste en Technische Wetenschappen
Contact	Marc Bierkens (Universiteit Utrecht)
Reference	NWA Kleine projecten NWA-routes 2020; dossiernummer NWA.1418.20.004
Keywords	Drought, low flow, hinterland connections, inland waterway transport (IWT), inland waterways (IWW), navigation, shipping, logistics

Document control

Version	0.1
Date	23-12-2022
Project nr.	11207299-000
Document ID	11207299-000-ZWS-0003
Pages	52
Classification	
Status	final

Author(s)

	Rolien van der Mark	
	Hade Dorst	
	Wytze de Boer	
	Adriaan Slob	

Summary

The increased occurrence of extreme drought impacts the inland waterways in the Netherlands and beyond, leading to reduced river navigability and thereby resulting in high additional costs for the inland waterways logistics sector. In this report we explore knowledge gaps and adaptation options for the sector, to ensure more robust hinterland connections in times of droughts. We explored three perspectives: ship performance, river navigability and the future of logistics flows in times of sustainability transitions. This generated three avenues of further research. Given the small assignment it was impossible to address all aspects of the international water transport chain and assets of the waterway network.

First, there is a need to generate stronger insights into low flow challenges, now and in the future. The importance of modelling transport flows, low water impacts and interaction effects is emphasised, and we highlight some limitations of current models. In particular, an integrated modelling suite is advocated. In addition, exploring further what can be achieved with data science can be beneficial. The use of data and modelling may deliver fruitful result particularly in relation to waterway capacity, tipping points and conditions for inland navigation in times of drought, and cascading effects. Another aspect to be further analysed is the changes to be expected from energy and circular transitions, e.g. with regard to freight flows, transport routes and load capacity requirements. The role of ports is also undergoing changes that may be of impact on the sectoral organization of inland waterway transport. A last aspect that deserved additional research is ship performance and design in relation to low water conditions, focusing on elements such as efficient performance in low water conditions and at “normal draughts”, squat and manoeuvrability.

Second, adaptation measures to deal with (extreme) droughts need to be further analysed. Adaptation measures can be taken at the level of the ship and fleet, the waterways and ports, and the logistics chain, as well as in the way information is generated and used as support for (policy) decisions. Important in this regard is that solutions will not work in isolation; a combination of adaptation measures is needed. However, which are well-matched combinations of solutions and what is their ideal timing are still open questions. Furthermore, individual solutions also require further attention, in respect to expenses, sustainability and scalability. Decision support tools, improved water depth forecasts and linkage of water levels to the infrastructure are desired, as are digital solutions to support coordinated planning (also across transport sectors). For the fleet, composition and safety aspects (e.g. when traffic intensity increases over shallow waters due to decreased load capacity) need further attention. For more robust future logistics flows, multimodality was explored as adaptation measure. This topic requires further research in terms of the conditions under which it is feasible and desirable, and what infrastructure, technological and policy requirements still need to be met.

Third, drought challenges need to be embedded in a broader context of challenges around energy and circularity transitions, ecological improvements, digitalization and technological advancements, sea level rise, etc. This requires more integral governance and policy approaches and new partnerships. Essential to such approach is an emphasis on shared vision creation and international and cross-sectoral collaboration, for instance to support viable multimodal flows. Spatial lock-in and infrastructural obduracy also emerged from expert meetings as fruitful avenues for further research, to better facilitate future governance and business models for the inland waterway transport (IWT) sector in light of energy and circular transitions.

In this report, we have presented a first draft outline with key areas for future research. However, the overview is not yet a well-structured research agenda, rather a first inventory and synthesis based on the outcome of the meetings. It contains research questions, knowledge gaps, as well as here and there directions for approach. The level of detail is varying as well. Some research topics are specific, detailed and clear how to tackle, whereas some topics are broad and not yet well-defined how to approach. As such, this document should be seen as a starting point for further discussion, research and collaboration.

Contents

	Summary	4
1	Introduction	8
1.1	Extreme droughts and the Dutch water sector: impacts and adaptation	8
1.2	Methodology	9
2	State-of-the-art knowledge	10
2.1	Ship performance at low water levels	10
2.1.1	Consequences of low water levels	10
2.1.2	Possible measures for low water levels	11
2.1.2.1	Measures for existing ships	12
2.1.2.2	Design options for new ships	12
2.1.2.3	Measures during operation	12
2.2	Navigability of rivers at low water levels	12
2.2.1	Introduction	12
2.2.2	Effects of low flow and heat on inland waterways	13
2.2.3	Adaptation measures to improve navigability	16
2.2.4	Trends and developments influencing the IWT	17
2.3	Future logistics flows – impact of sustainability transitions	19
2.3.1	Introduction	19
2.3.2	Sustainability transitions: energy and circular futures and changing goods flows	20
2.3.3	A solution for continued logistics flows: modal shift	21
3	Future research	23
3.1	Introduction	23
3.2	Key areas for future research	23
3.3	Key area 1: Generating stronger insights into low flow challenges	23
3.4	Key area 2: Exploring adaptation measures to deal with drought and low flow	26
3.4.1	Combination of adaptation solutions needed	26
3.4.2	Solutions in the waterway	26
3.4.3	Solutions in digitalization and information services	26
3.4.4	Solutions for vessels and fleet	27
3.4.5	Solutions for future logistics flows	27
3.5	Key area 3: Embedding the drought challenge in a broader context	28
4	Concluding remarks	30
5	Literature	31
A	Expert meeting summaries (in Dutch)	35
A.1	Expert meeting 1: Ship performance	35
A.2	Expert meeting 2: Impact of drought and heat on navigability of waterways	39
A.3	Expert meeting 3: Future of logistics flows	46

1 Introduction

1.1 Extreme droughts and the Dutch water sector: impacts and adaptation

The period of 2018-2020 was unique, in the sense that it was a sequence of three years in a row with droughts and heatwaves, with detrimental effects on agriculture, shipping, drinking water production, energy, industry and ecosystems. It is expected that (multiyear) record-breaking droughts are becoming much more likely under climate change (e.g. Attema et al., 2014). In the project (NWA.1418.20.004), led by Utrecht University and defined as a 'Small Project for NWA routes 2020', effects of extreme droughts are estimated, and possible adaptation options explored.

The overall aim of the research project is to provide input for future NWO research agendas, e.g. for the Dutch National Science Agenda (NWA) or other research programs.

Within the project, three sub-projects have been defined that focus on effects and adaptation of the three sub-domains that constitute the Blue Route: terrestrial fresh water systems, the maritime/transport sector and marine and coastal systems. These sub-projects (SP) are entitled:

- SP1: Sensitivity and adaptability of the Dutch fresh water system to extreme future droughts; learning from the past to prepare for the future.
- SP2: Robust hinterland connections in times of drought and heat.
- SP3: Cumulative impacts of drought and heat-wave induced variations in salinity, nutrients and temperature on Dutch intertidal and marine ecosystems.

This report deals with SP2, robust hinterland connections.

The recent periods of droughts and heatwaves showed the vulnerability of inland waterway transportation, leading to reduced river navigability and thereby resulting in high financial impact for the inland waterways supply chain. The economic impact on the water transport sector for the Netherlands of the 2018 drought, depending on which extra costs are accounted for, was estimated at €65 - 155 million (Hekman et al., 2019) or at €295 million (Streng et al., 2020). This was not the first experience of extreme droughts; the direct financial impact of the extreme drought period in 2003 amounted €111 million for domestic waterway transport in the Netherlands (Rijkswaterstaat RIZA, 2004). Extra transportation costs due to drought and heat not only plays in the Netherlands and other Rhine countries (financial impact of €2.4 billion in Germany; Streng et al., 2020), but everywhere in the world. Jonkeren et al. (2013) give a nice overview of worldwide studies on costs and the applied method and aspects that are accounted for in these studies. Apart from the extensive extra costs, low water levels may disrupt global (food) supply chains, hampering world's sustainable development goals and economic growth. A futureproof and robust inland waterway transport is therefore of utmost importance to face (unforeseen) extreme climate events.

This subproject, carried out by TNO, MARIN and Deltares, “Robust hinterland connections in times of drought¹ and heat” explores the key questions and what (scientific) knowledge is still needed to improve the future robustness of the inland waterway transport system in periods of (very) low water levels, both on the short and on the longer term.

1.2 Methodology

Within SP2 the following focus topics were identified and are addressed:

- the impact of low flow on *ship performance*,
- the impact of low flow and heat on *navigability of rivers*, and
- the impact of sustainability transitions on future *logistics flows*.

Please note that given the small assignment it is impossible to address all aspects of the international water transport chain and assets of the waterway network.

The following methodology has been applied:

- 1 Literature review of state-of-the-art knowledge on the three topics. This has resulted in three discussion papers with the main findings and knowledge gaps. The papers provided the input for three expert meetings.
- 2 Three in-depth meetings with experts from Deltares, MARIN, TNO and other companies and organizations with multidisciplinary backgrounds that deliver relevant insights for the discussion. The meetings were aimed to validate, respond to and add to the state-of-the-art knowledge and knowledge gaps in the papers. See the Appendix for meeting summaries (in Dutch).
- 3 Synthesis and reporting.

Even though the scope of the project has a Dutch focus (see title overall project) as it is part of the Dutch National Science Agenda (NWA), we do not strictly concentrate on the Netherlands only, since lots of inland ships cross the border and have their final origins/destinations outside the Netherlands. Studies for the Dutch situation can be applied or extended to other countries. Also, we can learn from developments in other countries such as Argentina (Paraná), Panama, France (Seine-Scheldt connection), Germany, Austria (Danube), etc.

Please note that this subproject was small, and it was the first time that the three research institutes dived into the topic of inland navigation together. This document should therefore be seen as a first discussion document with a reflection of what came out of the in-depth meetings. It is a starting point for further research and collaboration.

¹ The term “drought” is often used for situations of precipitation deficit, and - consequently - too low groundwater levels, and problems for agriculture, industry, drinking water. Drought leads to too little water flow or availability in the rivers and canals, impacting the inland navigation. There may also occur situations where there is low flow in the rivers, but there are no problems for, for example, agriculture. With respect to inland waterway transport, we prefer to speak of *low flow* and *low water levels* rather than *drought*.

2 State-of-the-art knowledge

This chapter describes the state-of-the-art knowledge with respect to the three topics that are addressed.

2.1 Ship performance at low water levels

2.1.1 Consequences of low water levels

In general, lower water depth due to low water levels in a fairway/river has consequences on inland ship operation:

- 1 Less cargo capacity as a result of less draught.
- 2 At lower draughts, depending on the aft ship configuration, air suction at the propeller(s) may occur, resulting in a negative impact on the thrust the propeller is able to provide.
- 3 Decreasing under-keel clearance impacts the squat² of the ship.
- 4 Decreasing under-keel clearance impacts manoeuvrability (negative), increases resistance and affects propeller performance. As a result, the fuel consumption will increase.
- 5 Decreasing under-keel clearance also impacts the flow to propeller(s) and nozzle and the interaction effects hull – propeller – nozzle - rudders, these are complicated phenomena, not discussed in further detail here.

Aspects 1 and 2 can be dealt with in the ship design, up to a certain level. Aspect 3, squat, is affected by the cross-section of the fairway and by the dimensions of the ship. In general aspect 4, manoeuvrability is in most situations not an issue for inland ships.

Low water results in a reduction of fairway depth and in most cases a reduction of navigable fairway width, reducing loading capacity of individual ships and reducing the traffic capacity of the fairway. If the same amount of cargo needs to be transported at a lower water level, more ships are needed. More ships in combination with a narrower fairway increases probability of congestion on the fairway and impacts the safety of the navigation.

With respect to ships, more specific the operating of ships, different “tipping points” are identified:

- The water depth on which the shippers of cargo experience that the reduction of inland waterway capacity hinders the shipping of the desired volumes of goods/containers etc.; the processes that are dependent on the flow of these goods slow down or even stagnate.

² “Under-keel clearance”: the distance between bottom plane of ship and fairway bottom. “Squat” is the combined effect of dynamic sinkage and trim of a sailing ship.

- Another tipping point concerns the fuel consumption. The fuel consumption increases if the under-keel clearance decreases. At lower water depth the draught of a ship, and thus the amount of cargo, is determined by the actual water level and the estimation of a safe margin with respect to the under-keel clearance. The operators strive for a maximum draught given the water level prediction on the route. In situations where there is hardly contingency in travel time, increasing draught (and decreasing under-keel clearance) results in much bigger increase in fuel consumption compared to the increase in payload (De Boer, 2022). More specific: the increase in specific fuel consumption (liter/tonkm) exceeds the increase in transport performance (tonkm/hr).
- In case the water depth reduces even more, the ships are hardly capable of carrying cargo (payload).

The graph below (Figure 2.1) illustrates the cargo capacity of inland container ships on the river Rhine, related to the water level at Kaub.

The effects of low water level on individual ship performance as listed here affect the navigability of the river (Section 2.2.2), so there may be some overlap. Table 2.1 in that next Section 2.2.2 assembles the effects of low water level on individual ship performance and on navigability.

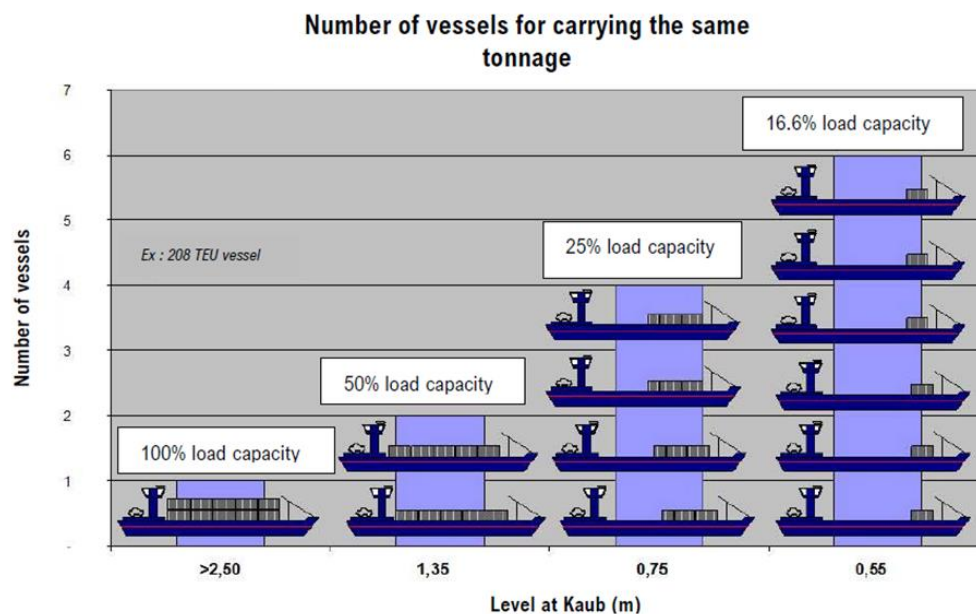


Figure 2.1 Amount of ships required to transport a fixed amount of cargo, example: 208 TEU vessel (CCNR, 2021a; source: CONTARGO). The available water depth at Kaub is ca. 0,90 m + measured water level at – Kaub - “pegel Kaub”.

2.1.2 Possible measures for low water levels

The different measures applicable for inland ships have been explored and discussed with the experts, see also the Appendix. Measures on ship level can be divided into:

- Measures for existing ships;
- Design options for new ships;
- Measures during operation.

2.1.2.1 Measures for existing ships

For existing ships, adapting the aft ship in order to be able to cope with low draught conditions is applied on different ships, this concerns mainly measures to ensure/improve the flow of water to the propellers of the ship in small draught conditions.

If the ship is designed to operate with a barge in front and alongside, in low water conditions the cargo capacity can be increased by taking a barge alongside. Existing coupled units (vessel plus barge in front) sail with two extra barges alongside during low water periods.

2.1.2.2 Design options for new ships

Options for a ship design capable for operating in shallow water conditions are listed below:

- 1 Reduce the weight of the construction of the ship itself by changing the length/breadth ratio of the ship dimensions (a wider ship will result in less weight per ton cargo), applying other materials (high tension steel, ...) and designing the construction focused on minimal weight. With respect to increasing the width of the ship one has to take the resulting squat during operation into account. At a given length, the squat of a ship increases when the width of the ship is increased (Cotteleer and Klinkenberg, 2021).
- 2 Optimized aft ship design: combination of the shape of the hull, the tunnels, propellers, nozzles and rudders, such as:
 - Applying azimuth thrusters, being able to rotate to any horizontal angle (azimuth), making a rudder unnecessary.
 - Applying more and smaller propellers (distributed propulsion).
 - Innovative tunnel design (the “tunnel” applied and designed to guarantee the flow of water to the propellers).
 - Alternative propulsion train, including anticipation on emission reduction.

Given the energy transition, a ship (design) with a propulsor and power train designed for low water conditions has to perform also at regular water levels and draughts with an excellent overall fuel efficiency and sufficient manoeuvrability.

2.1.2.3 Measures during operation

Given the existing fleet and operational practices it is important to create awareness of the impact of less under-keel clearance on manoeuvrability, on the interaction between ships and on the squat of the ship.

For ships operating on the route to Basel, in some cases assistance by tugs or pushboats is arranged in case the ship has to pass a relative shallow “bottleneck”. If a measure like this would be applied on a larger scale it will affect the performance of the logistic chain and the fairway capacity.

2.2 Navigability of rivers at low water levels

2.2.1 Introduction

This section describes in general terms the state of knowledge, and the knowledge gaps with respect to low flow and the navigability of inland waterways. The focus is on the free-flowing river (i.e., no canal) which is exposed to variations in discharge and water levels that are changing due to climate change.

A lot of knowledge is developed recently on the Dutch inland waterway network within the Dutch long-term programme on Climate Resilient Networks of Rijkswaterstaat (in Dutch ‘Klimaatbestendige Netwerken - Hoofdvaarwegennet’ – in the following referred to as ‘KBN’).

We do not aim here to summarize all reporting and everything that we know. Instead, based on the recent research in KBN (references in the next section) and other work, we can define where the knowledge ends, and as such what the main knowledge questions are.

2.2.2 Effects of low flow and heat on inland waterways

Climate change leads to a decrease of river discharges in the (late) summer, and an increase of river discharges in winter and spring (e.g. Klijn et al., 2015; Stahl et al., 2022). The Rhine river is transforming into a typical rain-dominated river. The extreme discharges become more extreme. The KNMI scenarios, derived from IPCC, are all plausible and indicate the bandwidth of what can be expected. The most recent “Klimaat signaal 2021” (KNMI, 2021) states that in the summer the chance of low discharge in Rhine and Meuse increases.

The 2018 situation was very extreme. It was calculated that in the current climate such a situation has a return period of 60 years. It is estimated that in a future warmer climate, such a situation may occur once in 10 or 20 years (Kramer et al., 2019). One could argue that the return period is still very long, and that, if it happens, the sector takes it as it is, anticipates as much as possible, and pays the price for such a rare event. However, adaptation measures are still very much desirable, since:

- Already during less extreme low flow, navigation experiences hindrance, and it is for sure that periods of (less extreme) low flow will increase.
- The data of the past are not representative for the future. We do expect lower water levels. The impact on navigation and society (losses) increases.
- It is expected that multi-year drought events, i.e. a series of subsequent years with droughts such as the summers of 2018-2020, are becoming much more likely under climate change (Rakovec, 2022; Van den Hurk, 2014).
- The river bed is eroding since many decades. The consequences of the bed erosion in combination with low flow on navigation (e.g. Van der Mark, 2021) now become noticeable and become worse in the future.
- During low flow, the ship intensity increases in order to transport all the cargo since ships cannot sail fully loaded. Also, the European ambition of more transport over water (and rail, less via road) leads to increased intensity. This asks for a resilient system that also functions with higher intensities.

Table 2.1 shows the most important (direct) effects of low flow and heat on inland navigation. Important bottlenecks in the Dutch waterway system are shallow parts in the river, the fixed layers near Nijmegen and St. Andries, and restricted water depth above lock sills.

It is important to realize that problems for navigation due to low flow on the Rhine branches differ significantly from the Meuse. The Rhine is a free-flowing river all the way until Iffezheim near Karlsruhe (apart from Nederrijn-Lek). Low flow in the Rhine causes low water levels and water depths and restrictions to the amount of cargo a ship can load. The Meuse has weirs that keep the water levels sufficiently high. Low flow in the Meuse however causes restrictions to the locking cycle, since ship locks need water for the locking process.

Roughly, from the KBN-program the following knowledge on how the Dutch waterway / river system behaves and how this affects navigability is available:

- Analysis of discharge statistics at Lobith (Rhine) and Eijsden (Meuse). Derivation of characteristic years for return periods (De Jong, 2019; De Jong, 2020c).
- Prognosis of bed level change due to autonomous bed erosion over the Rhine branches (Sloff, 2019).

- Effect of bed level change on discharges and water levels in the Rhine branches (De Jong, 2020b).
- Effect of climate change (drought) and bed level on the water depth in the Rhine and the bottlenecks that occur for navigation (De Jong & Van der Mark, 2021a).
- Effect of low flow on the transport costs for navigation in dry years with different return periods (De Jong, 2020a).
- Literature study on possible measures to reduce low flow effects in the Rhine branches (De Jong & Van der Mark, 2021b).
- A discussion paper on the effects and research questions related to a regulated Waal (Yossef et al., 2019).
- Literature study on bed level changes in the Meuse and the impact for navigation (Sloff, 2020).
- Data analysis of the waterway specifications and lock complexes in the Meuse, quick scan of vulnerability for water shortage (Van der Mark & De Jong, 2020).
- SIVAK study on the effect of climate change (drought) on water shortages and operational costs of the locks at Born, Maasbracht and Heel (De Jong, & Boschetti, 2021). Calculation of benefits by infrastructural measures.
- Effect of heat on navigability (Rijkswaterstaat, 2022).
- Analysis of the so-called fixed layers at Erlecom, Nijmegen, St. Andries. These are implemented to improve the navigability in bends, but became depth bottlenecks.
- Detailed analysis of the effect of these thresholds on squat with Computational Fluid Dynamics tools.
- Voyage simulation studies (Gulliver) for an assessment of the performance of the ship during a trip taking into account the specific powering performance of an inland ship, including the impact of current and the geometry of the fairway/river.
- Digital Twin (under development) that assesses trips under different scenarios and measures.

Direct effects		
Low flow	Lower water levels	Less cargo per ship More ship movements needed Longer waiting times in ports Less nautical safety Other sailing routes More fuel consumption More emissions Less cargo reaches destination: cascading effects Ships at closer distances, less nautical safety Lower OLA and OLR: more maintenance dredging Larger cascading effects Less locking cycles to reduce water losses: longer waiting times Larger head difference at locks: longer waiting times Lower water levels at locks: larger forces on doors, outside design conditions Larger quay height: more difficult to load Too little quay length (more ships waiting and sailing during low flow) Too little space for waiting ships Too little space for cargo handling on the quay in the port Inland ports not well reachable anymore by ships due to combination of bed erosion and (future) low flow
Heat	Expansion bridge decks (more often, more locations)	Longer waiting times at bridges

Table 2.1 Direct effects of low flow and heat on inland navigation.

2.2.3 Adaptation measures to improve navigability

First overviews of adaptation measures are drafted within e.g. ECCONET³, KBN, and in the 'Act Now' discussion paper of the CCNR (CCNR, 2021a). It will be clear that there is not one problem and one solution. A set of solutions is needed, and for the Rhine river this set will differ from the Meuse.

Table 2.2 shows the most important adaptation measures to improve inland navigation. The clustering was chosen in terms of measures to the waterway itself, the fleet, the logistics, and the information services. Measures other than to the waterway are added here, since adapting the waterway is difficult and will not be enough to reach a climate-resilient IWT. Adaptation measures need to be taken on all fronts.

It is for sure that measures to buffer or set-up water are insufficient to significantly increase the water depth. Therefore, we should implement solutions in all fields and all areas of expertise must collaborate. The list of measures now is a longlist of mature and immature measures; some are likely to be effective, and some are unrealistic, expensive, or even undesirable, since they may cause negative effects on other functions the river has (see also next section); an integral approach is needed. Furthermore, decision-making on measures while (a) the future is very uncertain and (b) there are multiple hazards (not only low flow, heat), asks for an adaptive approach (with 'no regret' decisions). These issues will be outlined further in Chapter 3, especially Sections 3.4 and 3.5, where we explore knowledge gaps with respect to adaptation measures and the integrality, respectively.

³ ECCONET is an EC FP7 project for DG MOVE which ran for a 3-year period from 2010-2012, specifically addressed the topic of adaptation to climate change, taking Inland Waterway Transport (IWT) as a case-study. The project covered both the impact of climate change on inland waterways as well as the study of adaptation measures. Source: <https://www.tmlleuven.be/en/project/econet>.

Measures to the waterway network	
Solution for:	Measure:
Local shallows	Solve "non-dredge locations"
	Proactive dredging
	Innovative dredging techniques
Low flow Rhine	Create waterlevel set-up with longitudinal dams
	Create waterlevel set-up by lengthening groynes
	Create waterlevel set-up with innovative, flexible structures
	Create waterlevel set-up by increasing bed roughness
	Build (flexible) weirs in the Waal
	Build lateral canal
Fixed layers/sills	Different definition for navigation channel to maintain (OLR, width, dynamic definition)
	Decrease fixed layers and sills
Corridor resilience	Stop bed erosion with nourishments
	Make better use of weir-controlled rivers Meuse and Nederrijn-Lek
	Other choices policy discharge distribution at bifurcations during low flow
Locks	Buffering of water upstream in times there is sufficient
	Pumping
Ports	Siphoning
	Adapt dimensions of basins, quays, port space
Bridges (heat)	Smart ways of cooling
	Shorten bridge deck
Measures to the fleet	
Solution for:	Measure:
Low flow	Develop ships with smaller draught (see session #1)
	More flexible, diverse fleet
	Make optimal use of barges
Measures on logistics	
Solution for:	Measure:
Low flow	Multimodal or synchromodal transport (see session #2)
	Other transport mode during low flow
	Alternative route choice
	Depart earlier or later (no just-in-time)
	24/7 operation
	Stock pile buffer management (make use of forecasts few weeks ahead)
	Plan less far ahead, plan more intermediate stops
	Increase storage and transfer areas
Information services	
Solution for:	Measure:
Accept and adapt to actual situation ("meebewegen")	Improve water level forecasts (days/weeks)
	Improve water depth forecasts (improve bed level forecast) (days/weeks)
	More use of traffic management
	Better insight in and communication of the actual situation (depths, waiting times, etc)
	Develop decision support tools / help users to find what they need

Table 2.2 Adaptation measures to improve inland navigation.

2.2.4 Trends and developments influencing the IWT

In the previous sections, attention was paid on how a period of low flow affects the navigability and which measures can be taken to improve navigability. However, the water system has more functions than making transport of goods possible. Also, other trends and developments ask for adaptations to the water(way) system.

Such river measures often cause sedimentation in the main river channel, which may have negative impact on navigation (Van der Mark et al., 2021). Also, ecological EU directives and ambitions sometimes conflict with navigation.

The expected (accelerated) sea level rise has led to research on how we should “redesign” our delta as a whole. One of the results are the four IPCC future adaptation strategies: Protection, Accommodation, Retreat, Moving seaward. For the Netherlands this is further elaborated (Haasnoot et al., 2019; Haasnoot et al., 2022; Dutch scenarios “meebewegen”, “beschermen open”, “beschermen gesloten”, “zeewaarts”). The inland waterway transport has no influence on how the future delta will look like; the transport (rail, road, water, pipeline) follows and adapts to the decisions. If it is decided that it is needed to give up certain land, the transport system will have to respond accordingly. A more frequent closure of the Maeslantkering to protect against the sea will impact the transport system (De Jong et al., 2022).

Based on the previous, it can be stated that the playing field is extremely complex. The river and transport systems playing field have many players and stakeholders. The river has multiple functions to fulfil, and making an intervention has effect on other functions. Uncertainties are present in what the future will bring (climate, technology, transport, energy transition). European ambitions may be conflicting (river restoration versus more transport over water). It is unclear who is responsible for the international river/waterway system, who takes decisions, and how these are made. There is no clear vision on priorities on different levels, for example in terms of ecological ambitions versus transport, but also within the transport sector: should a skipper invest in a clean engine, a smart ship or a ship with small draught.

2.3 Future logistics flows – impact of sustainability transitions

2.3.1 Introduction

In addition to drought-induced vulnerability of inland waterway transportation, climate change initiates system changes in the economies that will impact (river-based) logistics systems (e.g., energy production, circularity, industry, mobility and transport). For instance, the transport of fossil fuels will diminish significantly in the future. Policy objectives provide a push for transformations of the inland shipping sector - the European Green Deal is yet another (policy) step in the transformation towards climate neutrality, outlining a set of proposals for a reduction of greenhouse gas (GHG) emissions in the EU. The transition towards climate neutrality affects industries, and also in view of geopolitical changes the demand and supply of raw materials and products, thereby changing freight transport needs, as well as the operation of ports and their hinterland connections.

Both trends – recurring droughts and sustainability transitions – confront the logistics sector with various challenges. Yet climate change, the circular economy and the energy transition imply broad societal changes. This section will not address all of these but aims to identify blind spots in current knowledge on how these expected developments intersect. Our focus lies on the impact of these transitions on the flows of goods and the subsequent effects on the inland waterway logistics sector, particularly in times of droughts. The section first addresses what is expected to change due to sustainability transitions in the logistics sector (including ports), primarily focusing on circular and energy futures and their impact on changing goods flows (§2.3.2). Then it describes key issues around modal shifts, promoted as key option to ensure a continued logistics flow in times of droughts (§2.3.3).

2.3.2 Sustainability transitions: energy and circular futures and changing goods flows

Due to changes in geopolitics, economics and technology, the energy transition has a significant impact on the type of materials that will require transportation. Fossil fuels will remain a significant source of cargo volumes due to increasing demand, even if offshore wind supply for the port of Rotterdam is growing (Bajic, 2021). But eventually, following international agreement on decarbonization (notably the Paris Agreement), fossil fuel demand will decline. The river Rhine is a major route for coal transport, but the European coal phase-out naturally implies a lowering demand for such transport. For the river Rhine, coal transport lowered with 23,8% in 2020 (compared to 2019) due to this decreasing demand, in combination with a decline in steel industry caused by the Covid-19 crisis (CCNR, 2021b).

The transition towards new energy systems and climate neutral industries are expected to lead to an increase in new freight segments, in which inland waterway transport could play a role. Examples are heavy and oversized cargo (windmills, transformers), biomass, hydrogen, methanol, synthetic fuels, and recycled material (CCNR, 2021b). In decarbonization scenarios for the Port of Rotterdam, Wuppertal Institute (Samadi et al., 2018) anticipates significant changes to both the volume and the type of freight, with a strong decrease of bulk freight and increase of containerized transport between 2015 and 2050. The decline of transportation of oil and coal is only partly compensated by biofuels or synthetic energy carriers (Samadi et al., 2018).

The transition to a circular economy also has consequences for freight flows. A circular economy will decrease the need for raw materials and extend products' life cycles, impacting transport volumes, to be transported over shorter/regional distances (DNV GL, 2020; van Buren et al., 2016). On the other hand, demand for biomass used for bio-based products will grow. A substantial share of these materials will be imported from other continents than Europe (DNV GL, 2020).

In addition, "near sourcing" is gaining ground: industries related to recovery of basic materials, repair, reuse, and end production relocate closer to the location where the end products are sold (van Buren et al., 2016).

The logistics sector is seen as a key enabler for a circular economy. More convenient take back models, backhauling and route optimizations are examples of measures that can be taken to optimize closed loop production and consumption systems, thereby incentivizing others (for instance, consumers) to take part in the circular economy (van Buren et al., 2016). However, there are still multiple barriers in place that limit a more circular logistics sector:

- Legal and regulatory barriers, for instance with respect to intensified collaborations in value chains (conflicting with competition policies), cross-border waste transport (enforcement differences of European Waste Shipment Regulation (EWSR) directive and administrative burden), limitations to transporting waste as a resource.
- Economic barriers, such as vested interests in traditional value chains, lack of investment power and uneven cost distributions among stakeholders, insufficient incentives from producer industries.
- Societal and knowledge barriers, such as lack of awareness and urgency, ownership norms, fragmented and siloed knowledge and skills development on circular economy logistics approaches and business models (van Buren et al., 2016).

Ports could become important intermediaries in the transformation towards sustainability, potentially functioning as 'decarbonization hubs' (Bjerkan et al., 2021): in addition to implementing more sustainable technologies, ports can undertake 'institutional work', such as setting environmental standards, rewarding specific user practices or acting as community managers to improve the performance of the businesses in their networks. Key to this transformation is the electrification and related activities of hinterland industries and the shipping sector. However, a case study of Norwegian ports shows current efforts to still be focused mostly on reducing GHG emissions in their own infrastructure and operation (Damman & Steen, 2021).

2.3.3 A solution for continued logistics flows: modal shift

As a reaction to reduced river navigability, producers and industries explore (temporary) shifts towards other modes of transport. The Connecting Europe Facility (CEF) programme supports multimodal transport connections with co-funding (European Commission & CCNR, 2019). Multimodality strategies can be a driver for reaching the emissions objectives set in the 2011 White paper on transport, which were reaffirmed in the European Commission's strategy for low-emissions mobility (European Commission & CCNR, 2019). The building and agriculture sectors are actively looking into shifting to alternative transportation modalities (Streng et al., 2020). The efficiency and attractiveness of intermodal transportation may be improved by consolidating freight flows. To this end, inland terminals should cooperate to create denser freight flows and to achieve economies of scale (Caris et al., 2014). Since 2018, a shift to other modalities (road and rail) has been observed for the Dutch and German inland shipping sector (Streng et al., 2020).

However, the shift to other modalities, or to a multimodal transport approach, is still a challenge. First, a modal shift is only possible for certain goods; safety is an issue for the transportation of the more dangerous products (i.e., chemicals, fuels). Also, for bulk commodities that tend to be rather captive to inland waterway transport, no major modality shifts are expected (Van Dorsser, 2015). Second, not all goods can be temporarily stored.

Third, the capacity of road and rail networks is limited (Van Meijeren & Harmsen, 2020). Rail and road do not have the capacity to take over the goods that usually go by inland waterway, and that cannot be transported during low flow. Train transport is inflexible: its assets are expensive and therefore tend to be used to maximum capacity, which makes taking over freight loads from inland waterway transport during moments of droughts difficult. Figure 2.2 shows an analysis of short-term measures to enable a shift from inland waterways to rail. The easiest measure to undertake, using existing train capacity to its maximum, only partially solves the problem; more impactful measures are much more difficult to organize. The measure with the highest potential, but which is also the most complex to organize on short notice, is the use of extra trains with additional equipment. One solution to address this complexity is to organize this alternative on a structural, not one-off basis. This would imply a structural increase of train transport (Van Meijeren & Harmsen, 2020).

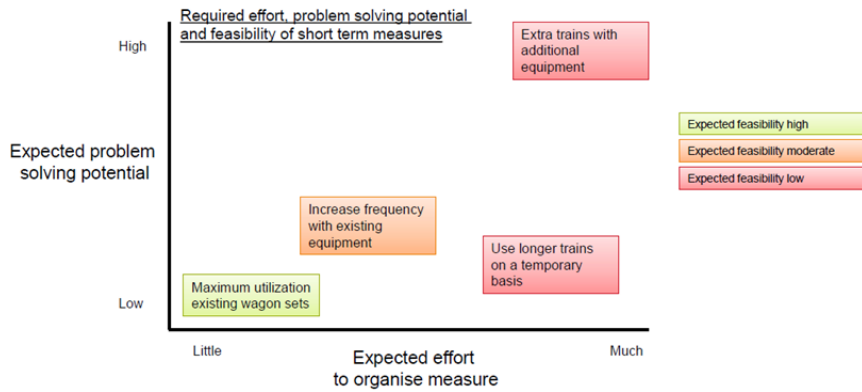


Figure 2.2 Analysis of short-term measures for waterway to rail shifts, taken from Van Meijeren and Harmsen (2020).

Although the capacity of road networks is limited, road transport is an attractive option for many industries – for container transport particularly – as it is the most flexible type of transport, and it is quickly becoming more sustainable due to electric and automated driving. Indeed, while these transformations in the road transport sector are underway, the inland waterway sector will increasingly experience competition (Bouma et al., 2021).

However, a potential reverse trend should be considered: some industries expect to partly shift to waterway transportation because it is generally seen as a cost-efficient and comparatively environment-friendly and low-emission alternative mode of transport (Caris et al., 2014; Schweighofer, 2014; Vilarinho et al., 2019). The current regulatory environment is favourable to a greater integration of inland waterway transport in the EU transport system (European Commission & CCNR, 2019). The EU Green Deal presents objectives for a freight shift towards inland waterway transport, which was welcomed by the sector (European IWT Platform, 2021). The EU’s Sustainable and Smart Mobility Strategy indicates that inland waterway transport is to increase by 25% in 2030 and 50% in 2050 (Hacksteiner & Rycquart, 2021). Additionally, the decarbonization of hinterland industries may result in higher container volumes to be transported by inland ships instead of road transport (Samadi et al., 2018).

3 Future research

3.1 Introduction

Based on the current state-of-the-art knowledge (previous chapter) and the in-depth meetings, in this chapter we present a first draft outline with key areas for future research. Given the small assignment, the overview below is not yet a well-structured research agenda, rather a first synthesis on the outcome of the meetings. It contains research questions, knowledge gaps, as well as here and there directions for approach. The level of detail is varying as well. Some research topics are specific, detailed and clear how to tackle, whereas some topics are broad and not yet well-defined how to approach.

3.2 Key areas for future research

The challenges of ‘robust hinterland connections in times of drought’ were approached from three different perspectives – ship performance, navigable waterways and the future of logistics flows. We have clustered the topics for future research into three key areas:

- 1 Generating stronger insights into low flow challenges, now and in the future,
- 2 Exploring adaptation measures to deal with drought and low flow,
- 3 Embedding the drought challenge in a broader context with challenges in the energy transition, climate adaptation, circularity, water availability, ecology, digitalization, technological developments, and trends impacting flows and volumes of goods. This asks for integration, collaboration, and changes in governance and policy decisions.

Each of these research areas comprises various knowledge gaps and research questions, which will be further elaborated below.

3.3 Key area 1: Generating stronger insights into low flow challenges

In summary, key research area 1 deals with knowledge gaps related to the potential transport capacity of the waterway, with respect to the manoeuvrability of an individual vessel and a fleet of ships in low water, now and in a future with changed goods flows and more severe and more frequent periods of drought.

To generate stronger insights into the effects of low flow (low discharge) on shipping, both now and in the future, a coherent set of modelling tools with respect to distribution of transport flows to different modalities, impact of low water on transport capacity and safety of inland waterway transport and impact on sailing behaviour of individual ships in shallow water conditions on rivers, including interaction effects (bank suction, passing/encountering ships) is needed to assess impacts on ship behaviour, manoeuvrability, navigability, and safety (also see for example Table 2.1 for impacted model parameters). Numerical models (process-based, data-driven) are also of great help to explore possible solutions and their efficiency (see also key area 2). The problems that we are facing, the questions that the European Commission asks in relation to transport and climate change, become more and more complex, and ask for a larger spatial scope (European context) and need to be solved integrated (see also key area 3). An integrated waterway and waterway transport modelling suite that can be applied in European context is therefore indispensable.

Existing models still have limitations; the input for models is not available or some impacts cannot be calculated properly.

Some limitations with respect to model input or modelling-concept are:

- A commonly-used set of plausible scenarios for future fleet composition and future goods flows (distribution, type, volume) that can be used as input in models, just as scenarios are available for the climate is lacking.
- An approach and model to determine the effect of a narrower river or smaller navigation width due to low flow on ship movements including delay time is not available.
- A reliable waiting time model is missing. Models calculating ship movements now underestimate waiting times due to low flow in (inland) ports, terminals, at locks or bridges.

Data sources (such as AIS, IVS) also help to get insight into the effects of low flow on shipping and help to develop, validate and improve modelling tools. It is worthwhile to explore what can be further achieved from data (science) analyses (combined with models).

Combinations of models, data and tools are used to generate insight in all kinds of aspects of ship behaviour, manoeuvrability, navigability, safety. That asks for alignment of the different models and the possibility to exchange input, output, data in an adequate way. The following waterway/network-related aspects are still not well studied:

- The capacity of the waterway is not clear: how many of what type of ships (maximum intensity) can the river handle safely during (extremely) low water conditions?
- How are fuel and energy consumption per unit of cargo affected by low water conditions? And what are the related emissions (NO_x, CO₂)?
- It is unknown under which conditions and for which types of ships inland navigation is not possible anymore, what the tipping points are (different for different chains), when it is decided to shift to another mode (permanent or temporarily). It would be good to stepwise elaborate for different river discharges where problems start to occur and for which type of ships/chains.
- One local bottleneck with respect to insufficient water depth determines the draught of a ship on the entire corridor. Analyses should be performed on corridor-level across borders.
- Insight is missing in cascading effects in relation to the *duration* of the low flow period (a short period has relatively less impact than a long period) and whether it is a multi-year drought or not. With 'cascading effects' we mean here the effects of cargo that is not in time at the destination (plants, industries that need to scale down or shut down, delay at building sites, gas stations without gas, etc).
- There are still knowledge gaps around sustainable and effective sediment management (dredging, dumping, nourishing, mining) and the interaction of sediment between ship-induced flow and the river bed/bank. It is unknown which waterway dimensions can be maintained in the future such that the river does not incise further and without the need for excessive dredging.

The energy and circular transitions will impact logistics flows in several ways: less fossil fuel flows, but a possible growth of other freight segments. Other potential consequences with an impact on logistics are reverse flows, relocation of industries closer to the 'source', and different routes (e.g. shorter distances). How will these changes to energy systems and production and consumption flows impact logistics flows? More specifically:

- Which types of freight flows are expected to decrease, and which to increase? In what volumes, and in what timeframe?
- How are transport routes (per freight type) expected to change (e.g. because of shorter distance routes or reverse flows)?

- What requirements for load capacity should we expect? For which freight flows are inland waterway logistics best suited and for which flows may they become less suited?

Ports play a key role as hubs in the logistics chains. But what role will ports play in a future-proof logistics system? For instance, ports could become decarbonization hubs, providing a place where multiple energy carriers are converted or stored, and an interface between different energy infrastructures:

- Will ports get a different function in the value chain, such as decarbonization of circular hubs, and how will this affect logistics flows?
- And will such new functionality (i.e. in a closed loop economy) imply a different spatial demand for ports' activities (e.g. storage), and subsequently logistics flows?

For the vessels operating on the fairway system coping with longer periods of low water the relevant knowledge areas are:

- Sailing performance in these low water conditions with respect to squat, manoeuvrability, ship – ship and ship – bank interaction.
- Ship design for shallow water conditions:
 - Reductions of the weight of the vessel itself;
 - Integrated aft ship design and propulsion units with adequate efficiency in average and deep-water conditions and in shallow water conditions.

With respect to the operation of inland ships in low water conditions, it is known from recent research that a more accurate prediction of dynamic sinkage and trim (squat) in different fairway and traffic conditions is needed to provide guidelines for the operation of ships and in designing new ships. The impact of main dimensions, hull shape and bottom profile on squat demands an accurate prediction of squat in extreme shallow water conditions to be able to balance design requirements on sailing performance. The effect of encountering and overtaking and the bed composition on squat has to be taken into account. Besides, it would be good to share this knowledge also with ship owners and operators.

In low water conditions, passing distances between ships will reduce, resulting in an increase of interaction forces between ships and between ships and the banks. In these extreme conditions the controllability of inland ships needs to be investigated. At what (minimum) distances is the controllability of these inland ships still satisfactory, what are tipping points?

Besides, and this also links to the energy transition; during low water levels the fuel needed to transport one ton over a km will increase, and that will impact emissions (De Boer, 2022). The increasing traffic intensity during low water levels will also affect safety. These three aspects, capacity, emissions and safety, demand further investigation on the relation traffic intensity and the safety level, taking into account the changes in controllability and manoeuvrability at low water conditions. The integrated modelling suite should be able to create insights in these aspects of changed capacity, emissions and safety.

An assessment of the current manoeuvrability requirements as specified in ES TRIN⁴ requirements given (extreme) low water conditions is needed with respect to stopping distance and turning ability. The current requirements need to be assessed and verified for low water conditions.

⁴ ES_TRIN, chapter 5 Manoeuvrability, BPR art 9.06

A possible shift in cargo flows due to the energy transition (less coal, circular economy, nearshoring instead of offshoring, etc.) demands insight in the impact of changes in cargo flows and changes in fleet composition on fairway capacity and safety levels at different discharge volumes/water levels.

3.4 Key area 2: Exploring adaptation measures to deal with drought and low flow

In summary, key research area 2 deals with knowledge gaps with respect to possible measures, solutions to reduce the effects of low flow. Knowledge is needed on the (combination of) solutions that improve waterways transport in case of low flows.

In principle, adaptations to deal with drought can be done (i) to the waterways and ports (including hydraulic structures), (ii) to the vessels and fleet, (iii) to the logistics transport chain, and (iv) in the way additional information is created and used as decision support (see Table 2.2).

3.4.1 Combination of adaptation solutions needed

We have already stated that measures to buffer or set-up water are insufficient to significantly increase the water depth in case of low flow. Therefore, we need to implement a combination of solutions in all of the four mentioned fields. Knowledge gaps especially arise in the combining of solutions. For example:

- How to come to an effective set of solutions? Which combination of measures (in space and time) should be implemented such that it is most effective (cost-benefit), most sustainable, and does not have negative impact on other river functions?
- An integrated waterway/transport modelling suite (see key area 1) that compares and weighs different types of measures (fleet, infra, logistics) and combinations is lacking. For example, the effect of a river measure (increase in water depth) can be assessed using a hydrodynamic model, the effect of 24/7 operation using a ship network model, but how to assess the combined effect (which is obtained from different models)?
- When to implement what measure? How to define Critical Performance Indicators, tipping points and adaptation pathways?
- How can maintenance dredging become smarter and cleaner in combination with a different definition for the maintained navigation channel? What (dynamic) dredging reference plane definition can be applied?

Besides knowledge gaps on combining of solutions, also research needs to be done on individual solutions (next sections 3.4.2-3.4.5).

3.4.2 Solutions in the waterway

For the adaptation measures to the waterways, specific knowledge may be missing on individual solutions. Examples of solutions are construction of longitudinal training walls or the building of weirs and locks. It is not clear for these kind of solutions (also see Table 2.2) how effective, expensive, realistic, scalable, sustainable these are, and what the (negative) side effects are.

3.4.3 Solutions in digitalization and information services

Insight in the type of information and decision support tools which are needed to optimize the IWT is also missing. An operational method to make water depth forecasts for the coming weeks to months is still lacking. Further improvement in water level forecasts (including uncertainties) and the linkage of water levels to the infrastructure (e.g. bridge clearances, lock operation or quay heights which affect waiting times) is desired by the sector.

Digitalization could provide the instruments to enable transport planning and alignment. Yet current platforms for multimodal transport are not easily accessible enough to be used by all relevant stakeholders. Automation could smoothen load processes. Digitalization in the form of making additional data available on actual waiting times, water depths, fairway widths, bridge operations, etc. via apps, (virtual) river information services, digital twins and corridor management tools is a development that has started already, and for sure helps in the operation and decisions in transport mode. This digitalization should be continued, and opportunities for further developments should be inventoried and tested.

3.4.4 Solutions for vessels and fleet

Adaptation measures to the vessels, which need further research, include solutions that help vessels to pass shallow areas.

In order to be able to sail also in case of more (severe) low flow, shallow water ships, smaller ships and other types of vessels may be employed. As such, the fleet composition changes. Ship size and fairway conditions are related and determine fairway capacity. In order to derive solutions for vessel and fleet, a number of questions needs to be answered. How does a different distribution of ship sizes in the fleet affect transport capacity of a river system during low water periods? How does this affect costs of operation and transport costs? What is the impact on the fairway infrastructure and ports and, if applicable, is the capacity of shipyards available?

3.4.5 Solutions for future logistics flows

Multimodality

Given scenarios for the development of transport volumes, it is fruitful to explore at which (low) water levels should industry prepare on shifting cargo flows to other modalities and/or prepare to build strategic stocks in case of a longer period of extreme low water.

A solution for resilient, durable and sustainable logistics flows, particularly in times of droughts, is multimodal transport. However, the capacity necessary for transport continues to grow, beyond what was available on rail and roads during the 2018 drought. Furthermore, the logistics sector is fragmented, primarily governed by mode of transport – road, rail, or shipping (of course, these sectors are themselves internally fragmented too, to different degrees). A key avenue of further research is to analyse under what conditions multimodality is a feasible option. The following knowledge gaps and points of discussion emerged from our exploration:

- Which flows/volumes need alternative solutions in case of periods of extreme droughts? What are the volumes (per relevant segment) to handle in case of a period of extreme drought to prevent significant damage to the clients of the logistics industries?
- To what extent are shifts from inland waterways to road and rail possible, in regard to freight volume maximum capacity and types of goods that can be transported over each modality?
- What do ports need to be able to function as efficient multi-modal transport hubs? (For instance, in relation to the energy transition, do energy sources and infrastructures of different transport modes align well enough to enable smooth port handling?) And how would this functionality affect their spatial demand and arrangements?
- How will circular/closed loop requirements (shorter distance, reverse flows) affect opportunities for integrated transport flows?
- Crowding at ports is a bottleneck for multimodal transportation – what innovations could solve this issue?

In summary, there are many interacting factors and indicators to consider in assessing the feasibility of multimodal transport options. A key inroad for future research is to map and weigh these indicators, in a multi-disciplinary approach, to arrive at a better overview of this complex web of influential factors. Scenario building and –modelling provides an opportunity to gain more robust insights into future developments and assessments of the situations in which multimodality may provide a solution. These scenarios do need to comprise multidisciplinary perspectives – the expert panel considered current scenarios to often be too one-dimensional. These scenarios have been developed already around shipper choices. Such explorations can provide the ground works for more extensive models and calculations on the feasibility of multimodal transport.

Prioritizing inland waterway transport

Current EU policy aims to increase waterway transportation on account of its sustainability. From that perspective, the popularity of road transport due to its flexibility and rapidly increasing sustainability can be considered a drawback. In times of drought, temporary modal shift to road and rail occurs. As temporary solutions may become structural, (multi)modal shifts come with a fear of losing freight to road and rail transport permanently. Yet for rail transport especially, it is difficult to provide the flexibility of temporarily taking over freight capacity. Furthermore, capacity needs for transportation are growing overall. A key knowledge gap related to multimodal solutions therefore is: what are solutions for ensuring a continued flow of goods within the inland shipping sector also under dry periods?

3.5 Key area 3: Embedding the drought challenge in a broader context

In summary, key research area 3 deals with knowledge gaps related to embedding of the drought challenge into a broader context. Solutions should be taken in coherence with other challenges. Key elements are vision building, policy impact and integral (cross-sectoral) governance.

The scope of this study is on how to make the wet hinterland connection more robust in times of more and severe droughts. However, (a) solutions to realize this may have negative impact on other challenges, and (b) other challenges that ask for solutions may have negative impact on the performance of the waterway transport. Integration and collaboration between the IWT sector and other sectoral (governance) systems are needed.

Climate-resilient and sustainable river system

Clear examples of negative impact, looking at the river system, are that building weirs to increase the navigable depth impacts ecology and ground water levels (Yossef et al., 2019), and restoration of rivers by removing bank revetments and constructing side channels to bring back biodiversity impacts the navigability (Van der Mark et al., 2011). These are just two examples, but it will be clear that intervening in the waterway (see also Table 2.3) cannot be done without involving the broader, entire context. The multifunctional river and multi-hazard challenges and uncertain future make it difficult to come to a river system that fulfils all ambitions and goals.

Research topics in this respect are:

- Integral, international vision development and ways of working: as transport is just one of the utilities of the river, an integral, international vision on how to reach a climate-resilient and sustainable river system considering all river functions and all hazards, should be developed. Therefore, international collaborations and partnerships could mitigate existing conflicting goals/directives/ambitions and create win-win-opportunities.
- Which kind of (nature-based) solutions in the river serve both ecological restoration and navigability at low flows?

- Continued research on how sea level rise and salt intrusion during low flow affect the transport system, and which measures are needed.

Spatial policy for future logistics flows

The emergence of new industries and associated goods flows, and the phase out of others (e.g. coal), implies different forms of land use. For instance, if newer circular industries are not located in proximity of waterways, this may result in logistical complications as these industries grows. In addition, the energy and circular transitions will be accompanied by different spatial claims – for instance due to the construction of new energy infrastructures (e.g. clean energy hubs), or circular activities that take place closer to the ports. To determine how to design the logistics process for future industries, these spatial claims need to be analysed and considered. In addition, local policy also impacts goods flows and subsequent spatial claims, consider for instance local ambitions on employment opportunities, local policy on shippers' contracts and spatial planning decisions.

Governance and business models enabling multimodality

A key question to address if multimodality is considered a solution: through what governance and business model arrangements can and/or should we enable it? This entails multiple aspects:

- The alignment of current governing systems (policy, finance, decision-making structures) of the different transport modes. What could or should be improved, and how?
- The facilitation or conflicts in the EU policy framework for multimodality.
- Individual transport sectors (or sectoral actors) reactions to sustainability requirements (e.g., to changes in transport volumes), and its consequences for integral transport approaches (in terms of conflicts, synergies, or opportunities).
- Business models for bundling operations across transport modes, types of cooperation and freight bundling, allocation of benefits across the transport chain. Viability of business cases needs to be addressed both for the short- and long-term, for instance with respect to temporary shifts of barge to train and road transport when needed.
- At what point will multimodality be too expensive (for society)? Transparent Societal Cost-Benefit Analyses are missing in the sector – let alone across sectors involved with waterways. Based on these, more robust transport options can be identified.

4 Concluding remarks

This subproject explored the key questions and what (scientific) knowledge is still needed to improve the future robustness of the inland waterway transport system in periods of (very) low water levels, both on the short and on the longer term. Given the small assignment it was impossible to address all aspects of the international water transport chain and assets of the waterway network. We explored three perspectives: ship performance, river navigability and the future of logistics flows in times of sustainability transitions. Based on state-of-the-art knowledge and three held expert meetings, we come to these most important findings:

- There is a need to generate stronger insights into low flow challenges, now and in the future. The use of data and modelling may deliver fruitful result particularly in relation to waterway capacity, tipping points and conditions for inland navigation in times of drought, and cascading effects. As such, an integrated modelling suite is advocated. Also changes to be expected from energy and circular transitions and the role of ports herein needs attention. Additional research is needed on ship performance and design in relation to low water conditions.
- Adaptation measures to deal with (extreme) droughts need to be further analysed. Adaptation measures can be taken at the level of the ship and fleet, the waterways and ports, and the logistics chain, as well as in the way information is generated and used as support for (policy) decisions. Important in this regard is that solutions will not work in isolation; a combination of adaptation measures is needed. Which are well-matched combinations of solutions and what is their ideal timing are still open questions.
- Drought challenges need to be embedded in a broader context of challenges around energy and circularity transitions, ecological improvements, digitalization and technological advancements, sea level rise, etc, etc. This requires more integral governance and policy approaches and new partnerships.

We have presented a first draft outline with key areas for future research. However, the overview is not yet a well-structured research agenda, rather a first inventory and synthesis based on the outcome of the in-depth meetings. It contains research questions, knowledge gaps, as well as here and there directions for approach. The level of detail is varying as well. Some research topics are specific, detailed and clear how to tackle, whereas some topics are broad and not yet well-defined how to approach.

This document should therefore be seen as a starting point for further discussion, research and collaboration. It has become clear that improving the robustness of inland waterway transport is a complex and integral ambition, and much work is to be done. It asks many disciplines and new partnerships. The inventory in this project has shown the added value of working together on this topic.

5 Literature

- Attema, J., Bakker, A., Beersma, J., Bessembinder, J., Boers, R., Brandsma, T., van den Brink, H., Drijfhout, S., Eskes, H., Haarsma, R., & others. (2014). *KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century—A Netherlands perspective*. [http://www.klimaatsscenarios.nl/brochures/images/KNMI WR 2014-01_version26May2014.pdf](http://www.klimaatsscenarios.nl/brochures/images/KNMI_WR_2014-01_version26May2014.pdf)
- Bajic, A. (2021). *Port of Rotterdam white paper looks into breakbulk market development*. Project Cargo Journal. <https://www.projectcargojournal.com/ports-and-terminals/2021/07/22/port-of-rotterdam-white-paper-looks-into-breakbulk-market-development/>
- Bjerkan, K. Y., Hansen, L., & Steen, M. (2021). Towards sustainability in the port sector: The role of intermediation in transition work. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 40, 296–314. <https://doi.org/10.1016/j.EIST.2021.08.004>
- Boer, W. de (2022). Effect of small changes in draught and keel clearance on performance of an inland ship. 30957-15-SHIP/MO. MARIN, Wageningen.
- Bouma, G., Vonk Noordegraaf, D., Schipper-Rodenburg, C., Chen, M., van Meijeren, J., Snelder, M., & Larco, N. (2021). *Succesvolle mobiliteitstransitie met adaptieve reisbegeleiding*. TNO, The Hague. <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3Ac3c8ad54-5d1e-413e-ab5c-3f0437b85494>
- Buren, N. van, Demmers, M., van der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments. *Sustainability 2016*, Vol. 8, Page 647, 8(7), 647. <https://doi.org/10.3390/SU8070647>
- Caris, A., Limbourg, S., Macharis, C., van Lier, T., & Cools, M. (2014). Integration of inland waterway transport in the intermodal supply chain: A taxonomy of research challenges. *Journal of Transport Geography*, 41, 126–136. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.08.022>
- CCNR (2021a), *Reflection paper, "Act now!" on low water and effects on Rhine navigation*, Edition 2.0 of 23 February 2021. Central Commission for the Navigation of the Rhine, Strasbourg. https://www.ccr-zkr.org/files/documents/infovoienavigable/ien20_06en.pdf
- CCNR (2021b). *Europese binnenvaart marktobservatie, jaarverslag 2021*. Central Commission for the Navigation of the Rhine, Strasbourg. [https://inland-navigation-market.org/wp-content/uploads/2021/09/CCNR annual report NL 2021 WEB.pdf](https://inland-navigation-market.org/wp-content/uploads/2021/09/CCNR_annual_report_NL_2021_WEB.pdf)
- Cotteleer, A. & Klinkenberg, J. (2021), *Squat of inland ships in a river section, systematic calculations with empirical formulas and RAPID*. 30957-11-SHIPS. MARIN, Wageningen. https://puc.overheid.nl/doc/PUC_700944_31
- Damman, S., & Steen, M. (2021). A socio-technical perspective on the scope for ports to enable energy transition. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 91, 102691. <https://doi.org/10.1016/j.TRD.2020.102691>
- DNV GL. (2020). *Ports: green gateways to Europe*. DNV. <https://www.dnv.com/Publications/ports-green-gateways-to-europe-179372>

- Dorsser, C. van. (2015). *Very Long Term Development of the Dutch Inland Waterway Transport System*. TU Delft [dissertation] <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ad9cd85d4-2647-49e4-8e7c-df66e27681d3>
- European Commission & CCNR (2019). *Study on the integration of inland waterway transport in the European transport logistics chain from a regulatory, funding and transport economics perspective*. https://www.ccr-zkr.org/files/documents/om/om18_IV_en.pdf
- European IWT Platform. (2021). *European Inland Waterway Transport Platform Annual Report 2020*. European IWT Platform, Brussels. <https://www.inlandwaterwaytransport.eu/wp-content/uploads/IWT-Platform-2020-Annual-Report.pdf>
- Haasnoot, M., F. Diermanse, J. Kwadijk, R. de Winter, G. Winter (2019). *Strategieën voor adaptatie aan hoge en versnelde zeespiegelstijging. Een verkenning*. Deltares report 11203724-004. https://publications.deltares.nl/11203724_004.pdf
- Haasnoot, M., F. Diermanse (ed.) (2022). *Analyse van bouwstenen en adaptatiepaden voor aanpassen aan zeespiegelstijging in Nederland*. Deltares 11208062-005-BGS-0001. <https://www.deltares.nl/app/uploads/2022/09/Rapport-Bouwstenen-en-Adaptatiepaden-Zeespiegelstijging-final.pdf>
- Hacksteiner, T., & Rycquart, D. (2021). *EU Commission released follow up plan on its EU Green Deal - inlandwaterwaytransport*. European Inland Waterway Transport Platform. <https://www.inlandwaterwaytransport.eu/eu-commission-released-follow-up-plan-on-its-eu-green-deal/>
- Hekman, A., Läkamp, R., van der Kooij, S., van de Velde, I., & van Hussen, K. (2019). *Economische schade door droogte in 2018 | Rapport | Rijksoverheid.nl*. 28–31. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/12/18/bijlage-1-rapport-economische-schade-door-droogte-in-2018>
- Hurk, B. van den, Siegmund, P. Klein Tank, A., Attema, J., Bakker, A., Beersma, J., Bessembinder, J. et al. (2014). *KNMI '14: Climate Change scenarios for the 21st Century – A Netherlands perspective*. Scientific Report WR2014-01. KNMI, De Bilt, The Netherlands. www.climatescenarios.nl
- Jong, J.S. de (2019). *KBN: Bedreiging klimaatverandering - Beschrijving karakteristieke droge jaren met stationaire afvoerniveaus*. Deltares memo 11203738-005-BGS-0002 versie 1.1 d.d. 8 december 2019.
- Jong, J.S. de (2020a). *KBN-HVWN Stresstest droogte Rijntakken: Impact op de scheepvaart*. Deltares rapport 11205274-004-BGS-0009, d.d. 14 december 2020.
- Jong, J.S. de (2020b). *Effect van een nieuwe bodemhoogte 2050 op de waterstanden en afvoeren op de Rijntakken*. Deltares memo 11203738-005-BGS-0011.
- Jong, J.S. de (2020c). *KBN – Stresstest droogte Maas – Bedreiging: Klimaatverandering. Beschrijving karakteristieke droge jaren met stationaire afvoerniveaus*. Deltares memo 11205274-004-BGS-0003, d.d. 18 juli 2020.
- Jong, J.S. de & R. van der Mark (2021a). *KBN-HVWN Stresstest droogte Rijntakken: Toestand van het Systeem en Kwetsbaarheid gebruiksfunctie*. Deltares rapport 11205274-004-BGS-0022, d.d. 7 mei 2021.
- Jong, J.S. de & R. van der Mark (2021b). *KBN - Stresstest droogte – Mogelijke maatregelen*. Deltares memo 11205274-004-BGS-0015, d.d. 9 juli 2021.

- Jong, J.S. de & T. Boschetti (2021). Kwetsbaarheid sluizen Maas voor klimaatverandering. Onderzoek naar sluizen Born, Maasbracht en Heel in KBN. Deltares rapport 11205274-004-BGS-0017, d.d. 19 april 2021.
- Jong, J.S. de, R. van der Mark, J. van Ruijven, W. de Boer, A. de Jonge, M. Woning, & T. Bles (2022). Klimaatverandering & Transportinfrastructuur Verkenning van gevolgen van klimaatverandering en mogelijke adaptatiestrategieën voor de transportcorridor Rotterdam-Duitsland. Deltares report 11000648-000.
- Jonkeren, O., Rietveld, P., van Ommeren, J., & te Linde, A. (2013). Climate change and economic consequences for inland waterway transport in Europe. *Regional Environmental Change*, 14(3), 953–965. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0441-7>
- Klijn, F. M. Hegnauer, J. Beersma, F. Sperna Weiland (2015). Wat betekenen de nieuwe klimaatscenario's voor de rivierafvoeren van Rijn en Maas? Deltares en KNMI. https://publications.deltares.nl/1220042_004.pdf
- KNMI (2021). KNMI Klimaatsignaal'21: hoe het klimaat in Nederland snel verandert, KNMI, De Bilt, 72 pp. https://cdn.knmi.nl/knmi/asc/klimaatsignaal21/KNMI_Klimaatsignaal21.pdf
- Kramer, N., M. Mens, J. Beersma, & Kielen, N. (2019). *Hoe extreem was de droogte van 2018?* H2O-Online, August 26, 2019. Koninklijk Nederlands Waterennetwerk, Den Haag. <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/hoe-extreem-was-de-droogte-van-2018>
- Mark, van der R. (2021). Toekomstverwachtingen laagwater en gevolgen voor bevaarbaarheid. Samen aan de slag voor veerkrachtig en duurzaam transport. Presentation for the Schuttevaer Low Flow event, March 11, 2021. <https://events.schuttevaer.nl/wp-content/uploads/2021/03/Rolien-van-der-Mark.pdf>
- Mark, R. van der, en J.S. de Jong (2020). Stresstest Droogte Maas – Blootstelling en kwetsbaarheid bij de sluiscomplexen. Deltares memo 11205274-004-BGS-0020 v1.1.
- Mark, R. van der, J.S. de Jong, O. Weiler & E. Ruijgh (2021). Stresstest "indirecte bedreigingen". Deltares rapport 11206832-004-GEO-0006.
- Mark, R. van der, R. van der Sligte, A. Becker, E. Mosselman & H. Verheij (2011). Morfologische effectstudie KRW-maatregelen IJssel. Deltares report 1204855-000-ZWS-0029.
- Meijeren, J. van, & Harmsen, J. (2020). *Rail as contingency mode for barge in situations with low water levels on the Rhine* (Issue October). TNO, The Hague.
- Rakovec, O., Samaniego, L., Hari, V., Markonis, Y., Moravec, V., Thober, S., et al. (2022). The 2018–2020 multi-year drought sets a new benchmark in Europe. *Earth's Future*, 10, e2021EF002394. <https://doi.org/10.1029/2021EF002394>.
- Rijkswaterstaat (2022). Klimaatbestendige Netwerken: Stresstest Hoofdvaarwegenet – Deelrapport Hitte. Risico's van klimaateffecten voor de scheepvaart. 14 april 2022. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_711344_31/1/
- Rijkswaterstaat (2004). Aard, ernst en omvang van de droogte in Nederland. Resultaten fase 2a Informatiespoor Droogtestudie Nederland. RIZA rapport 2004.31 ISDN 9036956897. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_118736_31/
- Samadi, S., Schneider, C., & Lechtenböhmer, S. (2018). Deep decarbonisation pathways for the industrial cluster of the Port of Rotterdam. *Eceee Industrial Summer Study Proceedings, 2018-June* (April),

399–409. https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Industrial_Summer_Study/2018/4-technology-products-and-system-optimisation/deep-decarbonisation-pathways-for-the-industrial-cluster-of-the-port-of-rotterdam/

- Schweighofer, J. (2014). The impact of extreme weather and climate change on inland waterway transport. *Natural Hazards*, 72(1), 23–40. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0541-6>
- Sloff, K. (2019). Prognose bodemligging Rijntakken 2020-2050. Trends voor scheepvaart en waterbeschikbaarheid. Deltares report 11203738-005-BGS-0008, 20 december 2019. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_719982_31/1/
- Sloff, K. (2020). KBN HVWN - Stresstest Droogte Maas – Bedreiging van bodemhoogteverandering voor de scheepvaart. Deltares memo 11205274-004-BGS-0007, d.d. 3 sept. 2020. <http://publicaties.minienm.nl/documenten/bedreiging-van-bodemhoogteverandering-voor-de-scheepvaart-kbn-hvwn-memo>
- Stahl, K., Weiler, M., van Tiel, M., Kohn, I., Hänsler, A., Freudiger, D., Seibert, J., Gerlinger, K., Moretti, G. (2022): Impact of climate change on the rain, snow and glacier melt components of streamflow of the river Rhine and its tributaries. CHR report no. I 28. International Commission for the Hydrology of the Rhine basin (CHR), Lelystad. https://www.chr-khr.org/sites/default/files/chrpublications/ASG-II_Synthese_EN_mit-Links.pdf
- Streng, M., van Saase, N., & Kuipers, B. (2020). *Economische impact laagwater*. Erasmus Universiteit, Rotterdam. <https://www.eur.nl/uvt/media/2020-04-erasmusuvt-eindrapporteconomischeimpactlaagwater0>
- Vilarinho, A., Liboni, L. B., & Siegler, J. (2019). Challenges and opportunities for the development of river logistics as a sustainable alternative: A systematic review. *Transportation Research Procedia*, 39, 576–586. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.059>
- Yossef, M., R. van der Wijk, M. Wolters & N. Dasburg (2019). Capacity of the inland waterway transport system - case study Regulated Waal; Inventory of research questions and a roadmap. Deltares report 11200741-080-HYE-0003, November 2019.

A Expert meeting summaries (in Dutch)

This appendix contains the meeting reports of the three expert meetings. All meetings were held in Dutch and, as these were shared with participants afterwards, reports were drafted in Dutch as well. Most information from the reports was included in the main research report, but we have chosen to include these meeting reports for they disclose a level of detail on some matters that may be of interest to (Dutch) readers of the report.

A.1 Expert meeting 1: Ship performance

Verslag expertbijeenkomst (Teams) 18 november 2021: invalshoek "Schip" t.b.v. NWA project "Robust hinterland connections in times of drought and heat"

DEELNEMERS

Min. Infrastructuur en Waterstaat
TU Delft, 3ME
Kooiman Shipyards
SasTech
Deltares
MARIN

1. Opening, kennismaking

Na een korte introductie door Adriaan Slob volgt een korte kennismakingsronde. Adriaan geeft ook een korte intro op de "padlet" die we gaan gebruiken, een hulpmiddel om snel ideeën te verzamelen, te brainstormen, in een video meeting.

2. Introductie

Rolien van der Mark schetst kort de achtergrond van dit onderzoek. Het is een verkennend kwalitatief onderzoek naar de impact van extreme droogte op de Nederlandse water sector. Dit wordt gecoördineerd door de Universiteit van Utrecht. Het onderzoek bestaat uit drie onderdelen. TNO, Deltares en MARIN realiseren gezamenlijk het tweede deelproject: "Robust hinterland connections in times of drought and heat". Door middel van discussies met experts willen we de kennisgebieden identificeren die nader onderzoek vragen. Op het Laagwater-event heeft Rolien de verwachtingen qua waterstanden gepresenteerd. In de toekomst worden langere periodes van laag water verwacht. Ook worden periodes met hogere waterstanden verwacht. Daarna introduceert Wytze de Boer de onderwerpen, de perspectieven, voor de discussie van vandaag: het schip, de vloot en de vaarweg.

3. Toelichting

Vraag: Is er iets bekend over de gemiddelde waterstand. Vanuit scheepsbouw, scheepvaart denk je in diepgang en pegels/waterstanden.

Antwoord Deltares: de relatie debiet – waterstand is bekend. (Maar een reeks van pegels over meerdere jaren omzetten naar afvoeren is lastig.) Ten aanzien van de afname van de waterhoeveelheid: het is de verwachting dat de mediaan van het debiet (m³/s) in de orde grootte enkele honderden kuubs omlaag gaat.

In Duitsland is in het verleden het project KLIWAS uitgevoerd door onder andere de Duitse Rijkswaterstaat (BAW) en DST

(https://www.kliwas.de/KLIWAS/DE/Home/homepage_node.html).

4. Brainstorm en discussie

We starten de Brainstorm met de “Padlet” tool. Alle input is weergegeven in onderstaande figuur.

Robust hinterland connections in times of drought and heat
Inland ship operation

Ship related measures	Measures related to transport (fleets, etc.)	Measures related to waterways	Other relevant (for the ship) measures
lichtgewicht bouwen	aangepaste duwbakken? (kleinere holte, lichter gewicht,...)	Verwijderen lokale ondieptes	Informatievoorziening aan schippers
andere verhouding hoofdafmetingen	Vooruitplannen Volgende week laag water? Dan nu de buffer kolen en erts in Duisburg verhogen	Voldoende capaciteit voor gewenste binnenvaartransport (vaarwegbreedte)	Beter grip op SQUAT (fundamenteel onderzoek en ontwerp richtlijnen)
composiet lichtgewicht materialen	schaalverkleining Hoe groter de diepgang, hoe groter het capaciteitsverlies bij laag water. Een vloot met meer kleine schepen is dus klimaatbestendiger	waterstandsopzet realiseren bij laagwater dmv bijv langsdammen	getriggerd door informatie voorziening: ook inzicht geven in impact van laagwater, oplopen, ontmoeten en smallere vaarweg op squat
aantal voortstuwers (kleinere schroefdiameter)	Idd, een van de conclusies uit Kilwas: kleinere schepen minder gevoelig	Versmalling van de vaarweg voor grotere waterdiepte	Communicatie voor oplooptmanoeuvres bij ondiepten (voorkomen van grote squat)
Tijdelijke hulp (kameelschepen etc.)	varen in treinen (novimar)?	oeverzuiging, schip schip zuiging	Actief waterpijl management (controleerd regenwater invoer in rivieren bijvoorbeeld)
Alternatieve voortstuwers (bijv. Whale tail) doel is dan maximale benutting van het beschikbare oppervlak onderwater (BxT)	Beter gebruik van de vaarweg 24/7	verwachte aanpassing echte waterdieptes voor de toekomst	verplaatsen van productie locaties naar zee?
effect scheepsafmetingen op transportefficiency tonkm/kWuur	meer gebruik van koppilverbanden met kleinere bakken i.c.m. kleinere schepen	koppelen van afvoer aan pegels. al is dat moeilijk. wij moeten dat kunnen	breder dan alleen Nederland
Ship related: Veiligheid i.r.t. alternatieve brandstoffen	Kennis van de oude lijn "Noord-Zuid", transport per "spits" van Nederland naar Frankrijk en vv	Breedte sluisen aanpassen? (die sinds lang de scheepsbreedte per categorie bepaalt)	regelgeving voor ondiep water schepen
manoeuveerbaarheid boven water uit stekende schroeven	multimodaal	zonder watr kun je niet varen. waar houd het op? 1.00 m 0.8 m 1.35 m?	
Lloyds gaat in nieuwe regelgeving het gebruik van hoge sterkte staal meenemen dus een mogelijkheid tot lichter bouwen	Hoe zorg voor je robuustheid in de transportketen als de robuustheid van de vaarweg afneemt? Alternatieve modaliteiten moeten klaar staan tijdens een laagwater periode	Lange termijn: stuwen op de Waal (Alternatief: lateraal/parallel kanaal)	
[10:49] Peter Vrolijk Alternatieve brandstoffen zorgt vaak voor zwaardere schepen			
Schoepenrad			

Naast veiligheid vanuit verticale perspectief, ook de horizontale bewegingen aandacht geven, zuiging tussen schepen, oeverzuiging.

Meer schepen nodig voor zelfde hoeveelheid lading dus grotere verkeersintensiteit.

Daarnaast komen aanpassingen als gevolg van de energietransitie: de brandstof vraagt meer volume en/of meer gewicht, de motoren wijzigen. En dat krijgt impact op ladingstromen.

Mogelijk minder steenkool, meer andere brandstoffen.

In Novimove gaan proeven uitgevoerd worden waarbij schepen heel dicht naast elkaar varen, minder dan een scheepsbreedte. Varend koppelen. Dit om de simulatie modellen te verbeteren zodat dit op een simulator kan worden getraind.

Hierbij zijn afmetingen van sluizen weer bepalend voor de maximale scheepsafmetingen. In de afgelopen decennia zijn er door nieuwbouw en/of vervanging wel grotere sluizen gekomen.

Passeren van een schip is voor veel schippers een handigheid, ze weten wel hoever ze kunnen gaan. Andere invalshoek is: welke vervoerscapaciteit is nodig. En bij laag water: is vervoer over water dan nog steeds goed vanuit milieu perspectief.

Bij ondieptes kan je aan tijdelijke oplossingen denken, ter plaatse: bijvoorbeeld een voorspan om het schip over een ondiepe passage te helpen, zonder dat het schip voor dat kleine stukje met extra veel vermogen moet worden uitgerust.

Optie is ook: Lichtgewicht bouwen in combinatie met andere materialen EN alternatieve hoofdafmetingen.

Met betrekking tot voorstuwvers: is een whale tale een optie (effectief gebruik van lift) of een schoepenrad (gebaseerd op benutten van "drag"). Denk bij een tijdelijke hulp ook aan "kameel schepen".

Een voorspan, een sleepboot, zou ook meerdere schepen tegelijk kunnen assisteren. Denk aan de "kasten" van vroeger – grote sleepschepen, een sleepboot trok er ca 10 stuks. En een schip ontworpen voor varen met een kleinere diepgang, kan volstaan met een kleinere holte. Dan wel rekening houden met de impact op de langsscheepse sterkte. (bij een minder "hoog" schip heb je meer materiaal (staal) nodig voor voldoende langsscheepse sterke, een beoogde gewichtsvermindering door een kleinere holte (hoogte van de romp van het schip) kan resulteren in dat er dikker, meer staal (meer gewicht) nodig is om het schip voldoende sterk te maken.

Een schip dat bij laag water ook nog relatief veel ton mee moet kunnen presteert overall qua voortstuwing efficiëntie minder goed, dat betekent een hoger brandstofverbruik bij een meer gangbare diepgang. Die schepen, die ontwerpen worden nu wel veel gevraagd. In hoeverre kan je dan niet beter multimodaal gaan werken. Scheepseigenaren krijgen een contract als ze kunnen garanderen dat ze bij een bepaalde pegel nog tenminste X ton mee kunnen vervoeren. Daarnaast speelt de systematiek van de vrachtprijzen (de laagwatertoeslag) een rol.

In die zin hebben schippers voordeel bij laag water, dat voordeel is een verlies, is extra kosten voor de verlader.

(Er ligt een uitgebreid onderzoek van Erasmus universiteit naar economische schade van het laagwater in 2018)

Hoever kan je gaan met drempels wegnemen in de rivier?

Deltares: Een enkele drempel is te verhelpen, als je een drempel oplost komt er een volgende. Op het hele traject (op de hele reis) is dan hooguit iets in de orde van 1 dm te winnen, wellicht. Je moet het doen met het debiet dat beschikbaar is, het debiet dat Nederland binnen komt. Versmallen betekent meer waterdiepte, verbreden geeft meer capaciteit (waterafvoer). Hoe balanceer je dat op de efficiëntie van het vervoer over water. (De effectiviteit van de vervoersketen)

Deltares: het zijn voorspellingen, de glazen bol hiervoor bestaat niet. Je kan wel scenario's definiëren op basis van afvoeren, verloop van afvoeren over een jaar. En dan de risico's bepalen voor een schip met bepaalde afmetingen/gewicht.

MARIN laat een voorbeeld zien van een studie voor een koppelverband dat met een diepgang van 2.20m van en naar Bazel vaart. Zo kan je scenariogewijs nagaan tot welk eigen vermogen het schip, het koppelverband zelf kan varen en wanneer een voorspan nodig is.

Uiteindelijk: “zonder water kan je niet varen”.

Er wordt nogmaals benadrukt een schip ontworpen om bij een kleine diepgang nog een bepaalde hoeveelheid lading mee kunnen nemen, zal als het met een grotere diepgang vaart minder brandstof efficiënt zijn. Je zoekt dan toch naar een optimum, dat je met die lading eis bij kleine diepgang (laag water) niet goed kan realiseren. Je wilt eigenlijk een ontwerp op een operationeel profiel over langere tijd baseren.

Wat kan je dan nog doen aan de vaarweg?

Deltares: we kunnen geen water maken. Je moet op alle fronten aan de slag. Water vasthouden met stuwen raakt en het grondwater, en de ecologie en de natuur. Daarnaast komen er ook meer periodes met (te) hoge afvoer.

Wanneer accepteer je dat een schip, dat schepen tijdelijk niet kunnen varen en welke maatregelen moet je dan elders in de logistieke keten nemen.

Vraag; we kunnen niet net doen alsof het toch wel wordt opgelost? Je moet de scheepsontwerpers en de scheepseigenaren meer duidelijkheid geven?

Deltares: gemiddeld genomen wordt het debiet kleiner, die scenario's zijn er, zijn bekend.

MARIN: als we terugkijken zien we een toename van grotere en diepere schepen door de jaren. Gelet op de ontwikkelingen qua waterstanden: is er een kantelpunt?

In de discussie komen we uit op het definiëren van scenario's op basis van een verdeling van het debiet over een jaar. Daarnaast de ontwikkeling van goederen stromen (energie transitie, meer circulaire economie,.....). De transportvolumes die nu over het water gaan kan je niet kwijt over de weg en over het spoor.

Capaciteit van de vaarweg: er zijn kantelpunten: gegeven de samenstelling van de vloot: wanneer verstopt de vaarweg?

En als je dan naar een samenstelling van de vloot kijkt met kleinere afmetingen: waar ligt dan het kantelpunt? Kan je op basis daarvan advies geven over hoofdafmetingen van schepen?

Nog niet genoemd: manoeuvreerbaarheid als schroeven deels boven water komen, denk ook aan achteruitslaan en afstoppen. Kan je daar ook de boegschroeven voor gebruiken. Er lijken nu schepen te varen die juist op ondiep water niet goed genoeg kunnen afstoppen, niet voldoende manoeuvreerbaar zijn .

Bij duwboten buigt het vlak in het achterschip naar beneden, juist onder de waterlijn. Dit is niet goed voor de afstroming . Kan je daar een klep maken.

Daar is in het verleden verschillende keren naar gekeken, maar het was geen oplossing. Is er aanvullende regelgeving nodig hiervoor (stopweg, manoeuvreerbaarheid op ondiep water)?

5. Resume opties en onderzoek aspecten

- 1 “Hulp” bij drempels: voorspan, “kameel”, bak/schip langs zij (wordt ook in Novimove onderzocht).

- 2 Scheepsontwerp:
 - inzet kleinere schepen
 - efficiënt in vermogen bij kleine diepgang en bij “gangbare” diepgang
 - andere lichtere materialen, andere combinatie van hoofdafmetingen (heeft ook relatie met 4c en 4d)

- 3 Vaargedrag:
 - Squat
 - manoeuvreerbaarheid bij kleine diepgang en op laagwater, ook m.b.t. stopweg.
 - Is regelgeving vereist inzake manoeuvreerbaarheid bij kleine diepgang en bij kleine kielspeling?

- 4 Vaarweg – schip/vloot: Scenario’s’ definiëren en onderzoeken
 - Afvoer verloop over een jaar en/of percentage van tijd bepaalde afvoer, bepaalde waterstand
 - Verwachte goederen stromen en modal split (energie transitie, circulaire economie,....)
 - Variëren afmetingen van schepen in de vloot, van de samenstelling van de vloot om te bepalen (of en) hoe vloot-samenstelling (ook scheepsafmetingen) de vervoerscapaciteit beïnvloedt.
 - En als je dan tot een optimum met andere scheepsafmetingen komt, wat is dan de impact op de classificatie van vaarwegen, kunstwerken etc.

- 5 Wat zijn opties als er te weinig water is om te varen?
(gebruik van buffers, wat kan dan over de weg, over het spoor,.....)

A.2 Expert meeting 2: Impact of drought and heat on navigability of waterways

Verslag expertbijeenkomst (Teams) 14 maart '22: impact van droogte en hitte op de bevaarbaarheid van rivieren.

DEELNEMERS

Bureau Strooming
 Deltares
 Ecorys
 EICB
 Havenbedrijf Rotterdam
 Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)
 Koninklijke BLN-Schuttevaer
 MARIN
 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (DGML)
 Panteia
 Rijkswaterstaat
 TNO
 TU Delft

INTRODUCTIE

Welkomstwoord door Adriaan Slob gevolgd door kennismakingsronde.

Rolien van der Mark introduceert kort de context van deze bijeenkomst:

NWO-NWA Blauwe Route project “Extreme droughts and the Dutch water sector: impacts and adaptation” wordt gecoördineerd door Universiteit Utrecht, en bestaat uit drie deelprojecten. Het tweede deelproject “Robust hinterland connections in times of drought and heat” wordt gerealiseerd door TNO, Deltares en MARIN. Hierin verkennen we welke (wetenschappelijke) kennis nodig is om de robuustheid van het natte transportsysteem te vergroten met het oog op de verwachte toename van extreme droogteperiodes. Door middel van eigen kennis en discussies met experts identificeren we de huidige staat van kennis, kennishiaten, en onderzoeksvragen. Er zijn drie expertbijeenkomsten georganiseerd rondom de volgende drie onderwerpen:

- 1 De impact van laagwater op scheepsprestaties (18 november 2021),
- 2 De impact van energietransitie en circulaire economie op de logistiek (22 februari 2022),
- 3 De impact van laagwater en hitte op de infrastructuur en bevaarbaarheid van het vaarwegennetwerk (14 maart 2022).

Dit document doet verslag van sessie 3.

Rolien introduceert vervolgens het onderwerp van deze deelsessie, en geeft een samenvatting van de inhoud van de rondgestuurde notitie.

Aanleiding en noodzaak:

- Extreme afvoeren worden meer extreem > vaker laagwater & lager laagwater.
- We stevenen af op het KNMI'14 WHdry scenario.
- Zowel in een gemiddeld jaar als in een karakteristiek droog jaar neemt het aantal dagen met lage afvoer (zeg < 1000m³/s bij Lobith) toe.

Huidige staat van kennis is geclusterd in 3 categorieën:

- 1 De (directe) effecten van laagwater en hitte op het vaarwegennetwerk,
- 2 Adaptatiemaatregelen die genomen kunnen worden om transport over water te verbeteren,
- 3 Externe trends en ontwikkelingen die transport over water en de besluitvorming beïnvloeden.

De discussie volgt zoveel mogelijk deze 3 categorieën.

INBRENG DEELNEMERS EN DISCUSSIE

Opmerkingen naar aanleiding van de presentatie:

- Advies om trends en ontwikkelingen te herschikken tav intern/extern/autonoom/exogeen: wat gebeurt zonder dat we er invloed op hebben en wat gebeurt omdat we het willen (bijv 50% meer transport over water).
- Focus van de studie is Nederlands met dien verstande dat transport niet stopt bij de grens; we kunnen leren van ontwikkelingen in andere landen. Genoemd worden Argentinië (Parana), Panama, EU-context, Seine-Schelde verbinding, Donau, Duitsland.
- Heel beperkt in wat je kunt doen aan infrastructuur vanwege WFD. In vroeg stadium samen optrekken op zoek naar win-win kansen.
- We willen juist ook aanzanding die optreedt door aanleg nevengeulen, zodat de bodem niet verder erodeert, door dit slim te ontwerpen over langere trajecten.
- Als één sluis of hub uitvalt, is de rest van de problematiek door laagwater (of hoogwater) niet meer relevant.
- Brede scope: binnen scope ook vlootontwikkelingen, haveninfrastructuur, spoorbrug die niet open gaat bij hitte, slecht bereikbare kades bij laagwater, waarmee ook lastiger om andere modaliteit in te zetten.

De deelnemers kregen even de tijd om hun vragen en suggesties in te vullen op een padlet, een online whiteboard. Vervolgens is de inbreng mondeling doorlopen, en waar nodig verduidelijkt en bediscussieerd (zie hierna). Niet alles uit de padlet (opgenomen aan het eind van het verslag) is besproken.

Effecten van laagwater

- Laagwaterproblematiek afpellen naarmate de afvoer verder afneemt. Wat gebeurt vanaf wanneer? Gefaseerd beschouwen. Eerder gedaan per decimeter afname voorbeladingsgraad en prijzen; dit ook voor andere parameters doen. Wat zijn kritieke waterstanden, afvoeren, wanneer komt er een effect bij.
- Relevant om hierbij bodemontwikkeling mee te nemen, die is bepalend voor hoeveel vaardiepte er nog beschikbaar is.
- Lagere betrouwbaarheid binnenvaart door kwetsbaar voor droogte, keuze voor andere modaliteit.
- Discussie vlootsamenstelling / schip: Bij welke afvoer wordt welk type schip ingezet (triggers, afpellen). Fysieke vloot niet morgen ineens anders, hele jaar hetzelfde; vooral herschikkingseffecten. Vloot van de toekomst: lastig voorspellen, maar sowieso geacht te verduurzamen, kleinere vloot, minder buffer, minder flexibiliteit. Vlootsamenstelling afhankelijk van keuzes van individuele schippers (nieuw schip: groener of minder diep). Ook besproken bij sessie 1. Schip geschikt voor laagwater, dan lever je in op voortstuwings-efficiëntie (brandstofverbruik). Inzinking, welke marges houd je aan bij laagwater? Bij samenstellingsvraagstuk is er onderscheid tussen korte en lange termijn. Wat kan je met wat er is, en wat zijn invalshoeken voor adaptatie? Daarnaast individueel en systeemvraagstuk. Vervangingsvraag: werfcapaciteit beperkt, vervangen vloot gaat (getuige het verleden) heel traag. Bij ontwerpen nieuwe schepen wordt nu wel rekening gehouden met klimaatverandering en laagwater (ultra-laagwaterschip). Niet teveel vertrouwen op huidige vloot: kleinere en ondiepere schepen zie je het hardst afnemen, komen niet terug. Laagwaterschip is geen ondiep schip, maar een schip dat goed draagt bij laagwater. In de 9 maanden dat het geen laagwater is, wil men dat zo goed mogelijk benutten. Ondiepe schepen is een utopie, keuze voor minder meenemen bij laagwater. Werfcapaciteit om nieuwe schepen te bouwen binnen Europa is niet zo hoog. Uit een eerdere studie, enkel over vergroenen, bleek dat er in Nederland niet heel veel capaciteit is. Nieuwbouw kan overal ter wereld. Voor ombouw, opbouw, vergroening, laagwater-aanpassing zoeken we vooral binnen Europa; dan is EU werfcapaciteit dus een heel belangrijke.
- Prijsvorming irt minder lading. Minder lading per schip = meer schepen nodig, kleinere schepen (dagvaart-regime). Kunnen die zo veel varen als je zou willen (ook bemanning meewegen). Ondernemers verdienen door de laagwatertoeslag veel geld. Vlootcapaciteitsvraagstuk in de markt. Vloot niet afstemmen op laagwater, accepteren dat het niet altijd past? Fabrieken moeten een periode van laagwater kunnen overbruggen met eigen voorraden (zie ook Econet, slimmer omgaan met voorraden). Prijseffect is iets wat vooral verladers bezighoudt, dat bepaalt of wordt uitgeweken naar andere modaliteit, of zelfs fabrieken verplaatst worden.
- Voor verladers: prijs, betrouwbaarheid, duurzaamheid belangrijk. Als dat niet op orde is, keten verleggen of van locatie veranderen, dergelijke verladersbeslissingen worden niet snel teruggedraaid. Zorgt voor minder transport over water, geen wenselijke ontwikkeling. Sense of urgency. Keten-denken blijft toenemen, keten = ook opslag, andere modaliteiten, data-uitwisseling.
- Er wordt altijd gezegd: "er is nog veel ruimte op de vaarweg, we kunnen groeien", maar hoeveel capaciteit is er nog? Bevestig met onderzoek.
- Zie studie Erasmus UTP, effecten van laagwater. Er is al veel bekend over wat tot nu gezegd is. Doel om op te halen wat we nog niet weten, goed naar kijken.

- Competitie watergebruik, waterverdeling, is er inzicht in de trade-offs? Denk aan zoutindringing versus toegankelijkheid bij sluizen. Scheepvaart in laatste categorie (4e) van verdringingsreeks. Is dat terecht (schade-technisch)? Alle economische sectoren zitten in laatste, is de vraag of het nodig is om in categorie 3 te komen. Wordt ook pragmatisch met reeks omgegaan. Weinig inzicht in effect van waterkeuzes, als kennisvraag wel relevant. Speelt overal ter wereld (bv Parana, Panamasluizen), dat keuzes gemaakt moeten worden (drinkwater, landbouw, transport). Relevante vraag, los van of we een treetje omhoog zouden willen of moeten. Verdringingsreeks is alleen in crisissituaties aan de orde, bij echt hele lage afvoeren, en wordt pragmatisch mee omgegaan.
- Onttrekkingen en lozingen: wat gebeurt er in praktijk, wat volgens vergunningen, en valt het samen met laagwaterseizoen, hoe erg is dat?
- Effect van laagwater op modal split: onderscheid tussen korte en lange termijn. Na 1 of 2 negatieve ervaringen kiest een verlader wellicht permanent voor een andere modaliteit dan binnenvaart. Bij beleid is modal split ook op netvlies, niet zozeer als doel op zich, maar omwille van bv duurzaamheid, bereikbaarheid. Afname aandeel binnenvaart kan negatief zijn voor die domeinen.
- Op gebied van cascade-effecten kan nog veel onderzocht en geleerd worden. Er is al kennis beschikbaar uit eerdere studies (JRC onderzoek) naar critical infrastructures (binnenvaart, maar ook NUTS-voorzieningen). Studie naar hoe een stremming bij de Lorelei doorwerkt naar andere sectoren. In TEN-T corridors wordt aandacht besteed aan dergelijke risicobeheersingsvraagstukken.
- Effecten op vaargedrag zijn niet altijd voldoende in beeld bij smaller en ondieper worden.
- Hoogwater is voor deze studie buiten scope, gaat over droogte, maar van bewust dat ook daarvoor maatregelen nodig zijn, en moet uiteraard in samenhang gezien worden (een maatregel tbv hoogwater moet niet een probleem creëren bij laagwater). Laagwater is kenmerkend omdat het langer duurt dan hoogwater. Hoogwatergolf duurt enkele dagen, laagwater kan maanden (2018) aanhouden.
- Veiligheidsvraagstuk: (i) meer schepen en de schepen varen dicht bij elkaar bij laagwater; (ii) bredere schepen meer squat, dit beïnvloedt veiligheid. (iii) vergroening versus lichter krijgen van het schip, lastige combinatie.

Adaptatiemaatregelen

- Welke combinatie van maatregelen heeft de beste kosten-baten verhouding? Wat moet binnenvaartsector doen, wat de logistiek, wat tav vaarwegen? Daarnaast spelen er andere water- en natuurdoelen; mbt transport kunnen we van alles willen, maar de kans dat dat wordt gerealiseerd is klein door die andere doelen of door vraag over bekostiging. Binnen programma Klimaatbestendige Netwerken wordt gewerkt aan quickscan MKBA, maar dat is vanuit scheepvaartperspectief, dus niet het grotere multifunctionele vraagstuk. Heel wenselijk om die complexe stap te zetten.
- Kortere trips plannen geeft meer flexibiliteit in scheepsinzet. Iets minder just-in-time werken. Waterstandsvoorspellingen worden onzekerder naarmate je verder vooruit voorspelt, kortere doorkijk is zekerder. Dus door reis op te knippen in kleinere trips kan voordelen leveren.
- Grote investeringen adhv business case. Is het mogelijk om via toolbox of beslisboom zekerheden tastbaarder en statistieken (zoals eens in 10 jaar x dagen droogte) inzichtelijker te maken voor een ondernemer/verlader? Hoe kan de wetenschap hierbij helpen?
- Meer voorraden houden.
- Vastleggen qua eisen en randvoorwaarden waaraan je minimaal wilt voldoen in het systeem. Bijv 2,80 m diepte-eis: kunnen we komen tot een minder mooie belofte met meer zekerheid?
- Niet eenvoudig om over te slaan naar spoor. Moet al een mechanisme voor bedacht zijn, zodat je snel kan schakelen of uitbouwen.

- (Extra) duwbakken kunnen oplossing zijn. Wellicht kleinere bakken nodig. Buffer creëren, bleek in 2018 een goede oplossing.
- Meer onderhoud benodigd aan de vaarweg als het ondieper en smaller is. Dit geeft ook meer hinder van baggerschepen.
- Sneller varen gaat niet werken op ondiep water, en niet gewenst ihkv vergroening. Mbt marge onder het schip, op gegeven moment gaat brandstofverbruik meer toenemen dan transportcapaciteit.

Trends en ontwikkelingen

- Hoe gaat concurrentiepositie van de binnenvaart eruit zien, ook onder invloed van Fit for 55 EU regels die worden opgelegd aan transportsector. Men wil minimale accijnzen gaan opleggen, ook voor binnenvaart. Dit staat overigens haaks op de akte van Mannheim waarin staat dat op binnenvaart geen accijns mag worden geheven. Men wil steeds meer hernieuwbare brandstoffen gaan inzetten in de transportsector. Welke modaliteit het meeste last gaat krijgen van nieuwe regels en heffingen is nog onduidelijk, lijkt erop binnenvaart nog weinig, wegtransport meer. ETS = Emissions Trading System. ETD = Energy Taxation Directive. RED = Renewable Energy Directive.
- Er zijn vast op plekken meekoppelkansen, bijv bij natuur en waterwegen. Maar op gegeven moment houdt dat op (einde aan win-win), en moeten harde keuzes worden gemaakt. In welk kader vinden de keuzes daartussen plaats, waar worden die genomen? Tot waar kan je samen oplopen en tot waar gaat dat niet meer.
- Externe factor is ook de mogelijkheden voor financiering. Er lijkt zat geld te zijn nu, hoe lang blijft dat zo? Infrastructuur kost veel geld. Veel geld naar Green Deal, oorlog Oekraïne, straks weer iets anders. Kans dat infra niet bovenaan de lijst komt, neemt eerder toe dan af.
- Het is niet een gegeven dat we in de toekomst langer/vaker/extremer laagwater krijgen, want we gaan uit van de extreme klimaatscenario's. Er zijn ook rooskleuriger klimaatscenario's. Belangrijk om context en uitgangspunten te schetsen en bandbreedte te beschouwen. KNMI hangt geen kansen/waarschijnlijkheid aan de scenario's. In literatuur wel discussie over. Nieuwe inzichten vorig jaar (KNMI, IPCC), nieuwe scenario's zijn stukje erger dan de eerder afgegeven scenario's van 2014, die zijn inmiddels achterhaald. Laatste IPCC geeft aan dat droogte nog iets heftiger zal worden. Ook het KNMI klimaatsignaal uit 2021 geeft dit aan als feit.
- Graag benadrukken dat ook andere modaliteiten last hebben van klimaatverandering.

RESUMÉ

Op hoofdlijnen zijn er de volgende bevindingen:

- De inhoud van de notitie wordt onderschreven door de aanwezigen. Dit blijkt uit enerzijds reacties op de notitie zelf en uit het feit dat veel opmerkingen, opgehaald via de padlet, genoemd worden in de notitie.
- Onderzoek naar en toewerken naar een klimaatbestendiger hoofdvaarwegennet en transportsysteem is al enige tijd geleden in gang gezet. In het verleden zijn al behoorlijk wat relevante studies uitgevoerd (in NL en in Europees verband). Er is al veel bekend over het onderwerp vaarwegen en laagwater (zowel effecten als maatregelen). Op verschillende fronten worden in de praktijk ook al grote en kleine stappen gezet (denk aan ontwikkeling laagwaterschip, voorraadmanagement, beter gebruik voorspellingen, langsdammen).
- De complexe vraagstukken liggen met name bij interacties met andere
 - Waterfuncties (impact waterverdeling over gebruikers),
 - Modaliteiten (efficiënt schakelen naar andere modaliteiten; multimodaliteit),
 - Klimaatbedreigingen (hoogwater, zeespiegelstijging, wateroverlast),
 - Sectoren en schakels in de keten (samenwerking tussen maritiem, civieltechnisch, logistiek, etc),

- Opgaven (vergroening, energietransitie, etc).

Relevante onderwerpen voor vervolgonderzoek zijn (combinatie notitie en input uit bijeenkomst):

- [effecten van laagwater] Doorontwikkeling van gedegen modellen-suite *). De effecten van laagwater worden momenteel ingeschat met verschillende modellen. Hierin zitten nog beperkingen.
- [adaptatiemaatregelen] Onderzoek naar hoe verschillende typen van maatregelen onderling tegen elkaar afgewogen / met elkaar vergeleken kunnen worden. Inzichtelijk maken welke combinatie aan maatregelen (in tijd en ruimte) de beste kosten-baten verhouding heeft.
- [externe ontwikkelingen] Onderzoek waar en met wie samen opgetrokken móet worden omwille van conflicterende opgaven/directives/ambities of meekoppel-kansen, en creëer die samenwerkingen.
- [externe ontwikkelingen] Continueer onderzoek naar
 - hoe maatregelen in de rivier zowel het ecologische herstel als de scheepvaart bij laagwater (ook bodemerosie) dienen.
 - hoe zoutindringing bij laagwater en zeespiegelstijging het transportsysteem beïnvloeden, en welke (no-regret) maatregelen nodig zijn.

*) Suite met o.a. de volgende input/output:

- Naast klimaatscenario's ook breed gedragen scenario's voor toekomstige vloot en toekomstige ladingstromen (type, hoeveelheid);
- Cascade-effecten, doorwerking naar andere sectoren om het belang van binnenvaart voor de maatschappij (NL/EU) goed in beeld te hebben;
- Impact van wachttijden, vaarwegbreedte nog niet goed meegenomen in bestaande modellen.
- Wat de capaciteit van de vaarweg of vaarwegsysteem is, moet hiermee te bepalen zijn.
- Negatieve modal shift / knikpunt: wanneer wordt overgestapt op andere modaliteit.
- Per dm waar knellen.

Opgehaald via Padlet:

Directe effecten van laagwater en hitte op IWT	Adaptatiemaatregelen ter verbetering IWT bij laagwater en hitte	Externe trends die waterweg / infra beïnvloeden
Kijk ook naar de kades, terminals, laad- en losfaciliteiten, sluisen, etc Minder lading per schip	Meer en kleinere schepen	Verduurzaming van wegtransport
Smallere vaarweg	Minder ver vooruit plannen, meer tussenstops	Nieuwe industrie/nieuwe lading, energietransitie, nearshoring, 'made in Europe', circulaire economie enz. zorgt voor andere ladingpatronen binnen Europa en van/naar de zeehavens. Rol vaarwegen verandert daardoor.
Lagere betrouwbaarheid van transport met de binnenvaartsector	Investeringszekerheid. bedrijven die moeten investeren in adaptatiemaatregelen (andere schepen, andere vervoerwijzen, andere kade, voorraadbeheer, herlocatie enz.) maakt een business case en wil zoveel mogelijk zekerheid. Wat kan de wetenschap bieden daarvoor?	Druk op laad- en losplaatsen voor de binnenvaart ivm woningbouw, etc
Hoe verandert de samenstelling van de vloot tijdens laagwater en hoe worden schepen ingezet?	Meer voorraad houden	Is er een goed overzicht van welke domeinen "meekoppel"-kansen opleveren? En ook die onderwerpen waar "harde keuzes" nodig zijn? Is dan ook duidelijk wie die keuzes moet nemen en in welk kader (KRW)?
Effecten op de prijsvorming in transport, krapte door gebrek aan schepen (en bemanning?), effect van laag water toeslagen. Kijk ook naar middellange termijn planning van vervoer en strategische voorraden.	kennis over bodemligging irt vaardiepte. heeft meerdere aspecten: -relatie tussen bodemligging (globaal) en waterverdeling op de rivier. specifiek met lage afvoeren. hoe goed zijn onze modellen nu? -gedetailleerde bodemligging irt vaardiepte over een langer traject -actuele vaardiepte informatie + voorspellingen; waarbij zowel waterstandsinfo als gedetailleerde info mbt bodemligging (ondieptes m.n.) relevant zijn.	belang ketendenken blijft toenemen
scenario's voor vloot en lading. Het zou helpen wanneer er inzicht komt in meer gedetailleerd inzichtelijk wordt wat de gevolgen van laag water zijn. Per decimeter afname de gevolgen inzichtelijk. Nu wordt vaak over laagwater gesproken en dan zijn er eigenlijk nog niet zo veel problemen en kan de rivier, vloot en markt het best aan.	Welke minimale eisen en randvoorwaarden leg je op, b.v. minimale aflaaddiepte	Realiteitszin van beleidswensen. we ('de politiek/maatschappij) willen graag modal shift, maar alle externe trends zijn vooral backshift gericht. Hebben we wel een realistisch beeld van wat haalbaar is?
Zorgen bij de verladers etc (klanten van de binnenvaart)	Nieuwe schepen met minder diepgang (en 'groener')	Impact van modal shift ambities (meer vervoer over water) in relatie tot laag water problematiek. Hoe kun je dit faciliteren?
Is er verschil in effecten tussen verschillende vervoersstromen. Maw bij welke vaardiepte ontstaan er problemen voor de verschillende stromen.	Wat is het gecombineerde effect van verschillende maatregelen (bijvoorbeeld logistiek en infrastructuur)?	Hou de ontwikkelingen vanuit Integraal Rivier Management (IRM) in de gaten.
capaciteit vaarweg. We noemen met elkaar in veel stukken wat de vaarwegen nog aan capaciteit aan kan op basis van aannames. Dit eens met onderzoek onderbouwen zou wenselijk zijn.	Nauwere samenwerking spoor en binnenvaart	groeit concurrentiepositie wegvervoer (negatieve modal shift)
Effecten van laag water op transportprijzen, vervoerde hoeveelheid, welvaart is al onderzocht maar een update daarvan kan nuttig zijn. Zie de studie laag water van Erasmus UTP.	Inzet van flexibele scheepsconfiguraties, bijvoorbeeld duwconvoien met kleinere diepgang	Wat doet de sector. Enige jaren geleden is een start gemaakt met de bouw van laagwaterschepen. Inmiddels worden ultra-laagwaterschepen ontwikkeld. Een laagwaterschip doet op 1,40 nog 700 ton. Een ultra laagwaterschip doet op 1,30 nog 750 ton. Verder zien we dat "laagwater" steeds meer een onderwerp is dat meegenomen wordt in nieuwbouwprojecten.
Competitie voor watergebruik (verdringsreeks). Wie heeft inzicht in de tradeoffs?	Dmv actueel beeld van de bodemligging de vaardiepte bepalen en niet langer uitgaan van de MGD. Nu bepaalt een ondiepe plek in de binnenbocht op een kort traject de vaardiepte voor de hele rivier.	Minder vervoer van zware bulkkladingen zoals ertsen en kolen die juist vragen om grote diepgang
effect van onttrekkingen en lozingen. Welke onttrekkingen en lozingen vinden precies plaats, en waar en wanneer (is niet gelijk aan vergunningen/afspraken).	Meer onderhoud aan de vaarweg	concurrentie positie binnenvaart in relatie tot andere modaliteiten en Fit for 55 beleid (o.a. ETS wegvervoer, ETD, REDIII)
	Bodemsuppleties (zoals overwogen in IRM): actieve betrokkenheid vanuit IWT om risico's te verkleinen.	effect van maatregelen 'over de grens'. bijv. -watergebruik in Dld; -inzet Rijnwater voor vullen vd bruinkoolmijnen in Dld.

Maatregelen. Er zijn tal van maatregelen denkbaar. Veel worden al genoemd. Het zou dienstig zijn wanneer inzichtelijk wordt welke combinatie van maatregelen de beste kosten baten verhouding heeft.	Betere monitoring van de vaarweg (publiek beschikbare actuele diepte informatie)	
Effect van laag water op modal split in het goederenvervoer.	effect van ander scheepsconfiguraties op verkeersafwikkeling. bij lage rivierafvoer kan dat een oplossing zijn in afdaal diepte, maar als de vaarweg ook smaller wordt heb je er een andere uitdaging bij....	
Cascade effecten. Zeker met onderzoek nog veel te leren op dit punt. Wel breder inzetten, niet alleen droogte, maar ook de vertragingen bij bijv. sluisen.	Meer voorraad (minder JIT productie)	
Effecten op vaargedrag	Multimodale uitwissel terminals op strategische plekken.	
Ligt hoog water ook in de scope? Effecten van hoog water komen veel minder frequent voor, maar bij hoog water staat de sector wel in ene stil. Bij laag water kan nog lang worden doorgevaaren.	Verbeteringen nautische begeleiding. - Oplooptverbod bij zeer ondiepe locaties (vaste lagen) - Verhogen capaciteit op vaarwegvakken door kleinere afstand tussen schepen	
Veiligheid (schepen varen dicht bij elkaar)	Versmalen van het zonerbed, zodat water bij lage afvoeren meer geconcentreerd wordt. Daarbij wel zoeken naar goed evenwicht, want mag niet leiden tot meer erosie.	
Scheepsgedrag rond ondieptes, harde lagen, erosiekuilen etc	Betere verwachtingen. Kans op laagwater kan steeds beter worden ingeschat, tot ca 1 maand van tevoren. Daar kunnen bepaalde kritische vervoersstromen dan rekening mee houden.	
Mogelijk verlies markt aandeel binnenvaart als gevolg van afgenomen betrouwbaarheid. Hoe werkt dit door op de langere termijn?	Aanleg van infrastructurele projecten heeft een lange doorlooptijd. De vraag is wanneer je dit soort maatregelen uiterlijk nog zou kunnen nemen? Wat is de implementatie tijd van maatregelen en wat betekent dit voor mogelijke adaptieve paden?	
wegvallen verbindingen (veerponten)	langsdammen. Evaluatie pilot langsdammen is gereed. wat hebben we geleerd en welke kennisleemtes zijn hier nu nog?	
veel hoger energieverbruik en veel meer CO2 uitstoot	Betere inschatting van de gevolgen van laagwater. 2018 heeft velen verrast, maar er is ook veel van geleerd. Die kennis benutten om de gevoeligheden in beeld te brengen en juist daar oplossingen voor zoeken. Ipv generieke maatregelen, die veel kosten met zich meebrengen, extra beheer vragen en veel impact hebben op andere watergebruikers.	
werfcapaciteit	sneller varen door binnenvaart schepen, meer uren per dag varen, waterstanden nauwkeuriger kunnen voorspellen zodat met kleinere veiligheidsmarge kan worden gevaren. Welke winst valt hiermee te behalen in termen van meer kunnen vervoeren ten tijde van laag water?	
critical infrastructure in Europees onderzoek (case Lorelei stremming)	adaptatiepaden maken om meer inzicht te geven in mogelijkheden scheepvaart (en andere functies)	
	Klimaatbestendig netwerk. We zien bij nieuwbouw en renovatie dat klimaatbestendigheid niet altijd zwaar meeweegt, geld geeft veelal de doorslag. Bij de nieuwe sluis van Eefde is bijvoorbeeld onvoldoende geïnvesteerd pompcapaciteit en reduceren van schutverlies. Dat is een gemiste kans. er komt nog een grote opgave voor V&R aan. Het zou helpen als onderzocht wordt welke maatregelen voor nieuwbouw en V&R minimaal nodig zijn om het systeem robuuster te krijgen. Ontwikkelen van een toolbox of iets.	

A.3 Expert meeting 3: Future of logistics flows

Verslag expertbijeenkomst (Teams) 22 februari '22: Toekomstbestendige binnenvaart, logistiek en impact energietransitie en circulaire economie

DEELNEMERS

Bureau Stroming
Deltares
Erasmus Universiteit
Hogeschool Rotterdam
Koninklijke BLN-Schuttevaer
MARIN
Rijkswaterstaat
SmartPort
TNO
TU Delft
WWF

INTRODUCTIE

Welkomstwoord door Adriaan Slob gevolgd door kennismakingsronde.

Rolien van der Mark introduceert het project: een verkenning van de belangrijkste witte vlekken op gebied van de impact van extreme droogte op de Nederlandse scheepvaartsector (gecoördineerd door Universiteit Utrecht), bestaande uit drie onderdelen. TNO, Deltares en MARIN realiseren gezamenlijk het tweede deelproject: 'Robust hinterland connections in times of drought and heat'. Door middel van discussies met experts willen we de kennisgebieden identificeren die nader onderzoek vragen. Er worden drie expertbijeenkomsten georganiseerd, waarvan dit de tweede in de reeks is.

Hade Dorst introduceert het onderwerp van deze deelsessie: 'Toekomstbestendige binnenvaart in tijden van droogte: impact op logistiek van energietransitie en circulaire economie'. Hierin proberen we twee brede onderwerpen samen te brengen: 1) in frequentie toenemende droogteperiodes tonen de kwetsbaarheid van de binnenvaart, en 2) klimaatverandering vraagt ook om aanpassingen in industrie en economie, m.n. de energietransitie en een beweging richting een circulaire economie. Hoe raken deze toekomstverwachtingen elkaar, en welke gevolgen voor vervoersstromen kunnen we verwachten? We richten ons hierbij op drie thema's of hoofdvragen:

- Hoe veranderen logistieke stromen tgv energie- en circulaire transitie?
- Is multimodaliteit in tijden van droogte een haalbare oplossing?
- Governance & businessmodellen: hoe bevordert je multimodaliteit?

INBRENG DEELNEMERS EN DISCUSSIE

Deelnemers kregen even de tijd om hun vragen en suggesties in te brengen op een padlet, een online whiteboard. De resultaten daarvan zijn aan het einde van dit verslag bijgevoegd.

Afbakening verkenning

In hoeverre kijken we enkel naar droogte? Multimodaliteit kan ook optie zijn bij niet droogte. Als je dat niet doet krijg je heel ander perspectief. Bij koppeling aan droogte moet het vaak ad hoc – dus echt andere vraag. Hoe zorg je dat je ad hoc opties al voorbereid hebt? Multimodaliteit willen we altijd efficiënt, maar met droogte juist echt uitdaging. Droogte 2018 heeft veel in gang gezet, maar komt maar eens in de 10-20 jaar voor. Goed om te bedenken wat er bij licht laagwater al goed werkt – of zelfs altijd goed werkt.

Hoogwater heeft weinig effect op doorvoerstromen. Vanuit de sector hier weinig zorgen over.

Multimodaliteit: vergeet de buisleidingen niet!

Impact circulair en energietransitie

Ruimtelijk vraagstuk w.b. locaties nieuwe industrieën – vaak niet langs vaarwegen. In de toekomst levert dit problemen op met voor- en natransport, blokkeert daarmee business case binnenvaart voor deze industrieën.

Tijdsspanne overbruggen tussen oude en nieuwe vervoersstromen. Hoe zorg je dat er geen hiaten tussen transitie komen? ("Winkel moet blijven draaien tijdens de verbouwing")

Lichtere vracht – minder soortelijk gewicht – containers zijn relatief niet zwaar. Erts versus houtpulp, bijvoorbeeld. Wat gaat er aan massa vervoerd worden – als bulk significant lichter is, dan is vraagstuk laagwater ook minder belangrijk. Energie-inhoud van nieuwe vracht is ook lager – je hebt dus meer reizen nodig als je dezelfde energiebehoefte houdt, dus wordt het drukker op de vaarweg. Complexe puzzel: verschillende optimalisatievraagstukken bij elkaar – ook op gebied van energie van schepen.

Wordt bedrijfsperspectief ook meegenomen? Afweging modaliteit obv afzetmarkt, productielocatie, etc. Praten mét ipv over bedrijven – en neem bedrijfsperspectief in het algemeen mee. Verladersperspectief levert namelijk zicht op barrière: zal transport inkopen met target minimale kosten. Vertaalt zich naar tender met vervoerder voor laagste prijs, wordt voor 1 of 2 jaar vastgezet. Is dus niet flexibel, vastgeklonken aan 1 modaliteit. Er wordt door enkele partijen wel multimodaliteit gebruikt uit risico-overwegingen, maar de rest is hier niet flexibel in mocht er zich extreme droogte voordoen.

Onderscheid locatiekeuze en vervoerskeuze bedrijven. Neem ook de invloed van ruimtelijk ordeningskeuzes hierop mee, en beleid tav verladerscontracten. Ook gerelateerd aan ruimtelijke ordening: lokale ambities op gebied van werkgelegenheid hebben invloed op vervoersstromen.

Meer inzicht nodig in additionele kosten door extra uitstoot (oa door modal shift) bij tijden van droogte.

RWS: onderzoek gedaan naar veiligheid clean energy hubs. Waar komen deze straks, afhankelijk van toekomstige vloot en stromen?

Near-shoring heeft ook ruimtelijke impact op verandering vervoersstromen. Nu grote volumes, maar productieverhuivingen door near-shoring betekent versnippering vervoersstromen – is binnenvaart dan wel het beoogde transportmiddel?

Is er ruimte w.b. continentale stromen? Potentie voor binnenvaart in continentaal containervervoer. Wat zijn hier kansen en mogelijkheden?

Multimodaliteit en modal shift: wat is er mogelijk?

Multimodaliteit is aantrekkelijk, maar capaciteit is veel groter dan wat er mogelijk was in 2018 op de weg/spoor. Wat is een oplossing binnen de sector zelf?

Is het bekend in hoeverre er nog ruimte is op de rivier voor binnenvaart? Kwam ook uit vorige sessie over het schip aan bod. Er is zeker nog ruimte, maar kan de binnenvaart vertweedubbelen of verzevendubbelen, en bij welke waterstand neemt die ruimte af? Over welke capaciteiten hebben we het?

Twee typen capaciteit te onderscheiden:

- Beperkingen vaarwegsysteem – bijv. file op de Waal?
- Capaciteit vloot – hoeveel bakken beschikbaar om bij te springen?

Digitale platformen voor multimodaal vervoer – in hoeverre al gebruikt? Nu vaak in beheer van grotere organisaties (EGS bijv.), maar er is nog weinig aandacht voor. Partijen die dit zouden kunnen gebruiken hebben hier niet goed genoeg toegang toe.

Op welke momenten is modal shift handig – dit wordt beïnvloed door ontwikkelingen in modaliteiten. Betrouwbaarheid containerbinnenvaart R'dam nu slecht. Als klant dat belangrijk vindt kiezen ze liever ander vervoer. Als automatisering vrachtvervoer echt doorbreekt kan binnenvaart markt verliezen, concurrentie wegtransport. Dus: focus niet op één indicator, houd ook rekening met andere indicatoren / innovatie in andere sectoren. Wat zijn de belangrijkste indicatoren om mee te laten wegen? Mogelijk is het nodig met scenario's te werken? Gebeurt al, maar nog te vaak eendimensionale scenario's. Vanuit gebruikerskant zijn deze er wel, verladerskeuzes. Deze scenario's kun je doorrekenen naar keuzes multimodaal vervoer.

Zoek oplossingen voor concrete problemen – dus welk type lading heeft oplossing nodig, bijv. Niet te generiek een oplossing sectorbreed.

Op corridorniveau monitoren en analyseren – zijn er al instanties die dit doen? Hier kun je AI data bij gebruiken.

Governance en business models: hoe bevorder je multimodaliteit?

Optie business case: multimodaliteit mogelijk maken door toevoegingen binnenvaarthavens? Waarschijnlijk enkel in sommige omstandigheden.

Knelpunt: aantal dagen droogte achtereen. 50 dagen achter elkaar is andere situatie dan 10x5 dagen. Al zou dat laatste zeldzaam zijn. Doorgaans zijn droogteperiodes hetzelfde, in zomer komt het onder bepaald peil, tot de herfst. Ook seizoenen moet je dus meenemen in je onderzoek – najaar is voor scheepvaart drukke periode dus droogte na de zomer is dan dubbel nadelig. Dan hier economische impact aan linken.

Multimodaliteit liefst tijdelijk – we willen de vracht wel terug bij de binnenvaart. Probleem: spoor kan niet tijdelijk iets overnemen – alleen structureel levert voordeel op, geen capaciteit 'over'.

Drukke bij havens – zijn hier innovaties te bedenken? Dit is nl knelpunt bij modal shift.

Kunnen we binnenvaart niet beter inrichten op droogte, qua duurzaamheid en capaciteit veel potentie, niet per definitie overschakelen naar andere modaliteiten - waar willen we op inzetten? Sowieso vraagstuk breder dan droogte – rivieren in de toekomst in stand houden. Binnenvaart redt zich doorgaans wel bij droogte – toch breder kijken.

Welke oplossingen zijn maatschappelijk misschien wel te duur? Eerlijke maatschappelijke KBA nodig van multimodale oplossingen – zuiver en transparant.

Duurzaamheid moet meespelen in elke overweging.

Transitie is los van droogte al een opgave, gekarakteriseerd door onzekerheid over wat er komt. Droogte komt daar bovenop, klimatologische opgave. Vervoerssysteem verduurzamen is een derde uitdaging die hierin meeweegt.

RESUMÉ

Centrale conclusie: Verschillende optimalisatievraagstukken (/indicatoren) moeten tegelijkertijd afgewogen worden: verduurzaming van verschillende sectoren en technologieën, klimatologische ontwikkeling, economische overwegingen, ...

Daarbij ook de kanttekeningen dat duurzaamheid bij elke afweging meegenomen dient te worden en dat een verbreding van het vraagstuk wellicht ook een breder perspectief biedt, bijv. door toch ook de baten van multimodaliteit bij hoogwatersituaties mee te nemen.

Belangrijke onderwerpen:

- Capaciteitsvraag: inzicht in welke vervoersstromen veranderen, welk soort vervoer hiervoor nodig zal zijn, en hoeveel capaciteit er voor is per modaliteit
- Bedrijfsperspectief meenemen; toont andere barrières
- (Effecten van) ruimtelijke organisatie van de logistiek en gerelateerde sectoren en industrie, en invloed van beleid (lokaal tot EU) hierop

- Innovatie in en mogelijke rol van havens in toekomstbestendigheid sector, in energietransitie & circulaire economie en bij bevorderen multimodaliteit
- Verkenning opties bij droogte in binnenvaartsector zelf
- Kosten versus baten (maatschappelijk) van multimodaliteit

De binnenvaart en duurzaamheidstransities

Expertsessie 22 februari

TNO S_P FEB 08, 2022 08:56AM

Impact circulair & energietransitie

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:52PM

Wat is de mogelijk op het gebied van continentale stromen? Daar zit nog ruimte.

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:49PM

naast circulair en energietransitie kan near-shoring wel eens een grote impact op de volumes van stromen gaan hebben. Binnenvaart richt zich op het vervoer van hele grote volumes, vraag is of die blijven en/of veranderen.

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:45PM

laad/tankinfra punten van de toekomst?

Waar kunnen we Clean Energy Hubs in de toekomst verwachten (afhankelijk van toekomstige stromen en vloot)?

Kunnen havens hier een rol spelen en wat zou daarvoor nodig zijn? -

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:43PM

: Ruimtelijke ordening. Wij zien dat potentiële nieuwe ladingstromen niet per definitie langs vaarwegen worden gesitueerd. Nu zijn de volumes wellicht klein en kunnen per as weg, maar als het volume toeneemt zorgt het voor en natransport soms dat een overstap naar de binnenvaart niet meer kan. Hoe kan je nieuwe industrieën strategisch positioneren in Ned.

: Hoe zijn de ontwikkelingen van (vrije) industrieterreinen langs vaarwater - ANONYMOUS

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:52PM

: extra uitstoot en externe kosten binnenvaart en wegvervoer door droogte

Extra uitstoot en externe kosten binnenvaart (vaker varen; omvaren; uitstoot door het varen in laagwater situaties) en extra uitstoot door gebruik wegvervoer

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:41PM

Bijdrage van lokale ambities/werkgelegenheid aan ontwikkelingen van logistieke stromen.

zie bijvoorbeeld ambities langs 'kleinere vaarwegen' zoals de IJssel en Maas - ANONYMOUS

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:41PM

Hoe worden de strategische beslissingen die bedrijven nemen hierin meegenomen? Uiteindelijk kiest een bedrijf op basis van een hele set aan variabelen (kosten, tijd, betrouwbaarheid, beschikbaarheid etc) voor een netwerk ontwerp en vervoersmodaliteit.

Wat voor scenario's van de variabelen dienen door de verladers overwogen te worden? Zijn er middelen voorhanden om een risicogedreven afweging te maken - ANONYMOUS

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:40PM

De moeilijkheid tussen het verdwijnen van traditionele vervoersstromen en het ontstaan van nieuwe vervoersstromen is dat deze in tijd niet gelijk lopen. Hoe overbrug je het gat en voorkomt je dat schepen uit de markt verdwijnen die je later wellicht weer nodig hebt?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:40PM

: vracht van de toekomst > impact minder zware schepen door lichtere vracht (biomassa/waterstof en containers ipv ertsen/kolen) op toekomstige infra knelpunten

Multimodaliteit: wat is er mogelijk en in hoeverre is het een oplossing?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 03:24PM

Multimodaliteit vs modal shift?

: Hier zit een potentieel conflict: enerzijds willen we zoveel mogelijk via binnenvaart (modal shift dus), en dat vereist kwalitatief goede en betrouwbare vaarwegen. Anderzijds willen we, in het geval dat vaarwegen tijdelijk minder beschikbaar zijn (droogte of andere redenen) tijdelijk kunnen schakelen naar weg of spoor. Maar dat moet liefst echt tijdelijk zijn, niet structureel.

ANONYMOUS FEB 22, 2022 03:35PM

Het beheer van het zomerbed van de rivier (en indirect ook de uiterwaarden) is vooral gericht op een goed functionerende vaarweg. Dit is echter geen garantie voor een duurzame situatie, zo bevordert bv het beoordelingskader de bodemdaling en zorgt het stuwbeheer voor onnatuurlijke afvoerfluctuaties. In het kader van een ook op lange termijn duurzaam riviersysteem (waar IRM zich op richt) kan multimodaliteit misschien ook een oplossing zijn voor de vraagstukken die daar spelen.

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:52PM

Zijn voorzieningen in de havens ingericht voor multimodaliteit of zitten hier nog uitdagingen?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:48PM

: modal shift is ook afhankelijk van de ernst van de laagwaterperiode (duur en waterniveaus)

Meer inzicht nodig in de duur van droogte periodes (dagen achter elkaar) => moeilijk in te schatten

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:47PM

In hoeverre is het realistisch om een vervoersstroom in grotere mate multimodaal te maken door toevoeging van binnenvaart-haven/hubs?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:45PM

Ik mis een oplossing binnen de modaliteit binnenvaart zelf. In 2018 zagen we dat het niet eenvoudig is stromen ad hoc over te plaatsen. Ook zagen we initiatieven vanuit de sector die wel kansrijk waren. Wellicht ligt daar een oplossing.

vraag Wytze: kan je kort aangeven welke initiatieven kansrijk waren? – ANONYMOUS

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:43PM

In hoeverre worden de mogelijkheden van multimodaliteit ook meegenomen bij extreem hoogwater (beperkte doorgang)?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:43PM

Het is belangrijk om te weten welke type schepen gevoelig zijn voor droogte en wat voor lading dit soort schepen meenemen. Daarnaast wat de toekomstige vervoersvraag gaat zijn voor dit type lading.

is andere modaliteit dan een oplossing. – ANONYMOUS

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:46PM

Aantrekkelijkheid van alternatieven verandert door allerlei (innovatieve) ontwikkelingen in de verschillende modaliteiten. Die moet je naar de toekomst allemaal meenemen voor een goede afweging in de keuze van modaliteiten.

ADRIAANSL0B FEB 22, 2022 02:40PM

Is het bekend in hoeverre er nog "ruimte" is op de rivier (Rijn / maas worden druk bevaren) voor extra binnenvaart? En hoe verandert dat in de toekomst? Meer of minder ruimte?

Dit is belangrijk. Wat is de capaciteit van de rivier als vaarweg bij lage afvoer en bij toenemende intensiteit als gevolg van laagwater – ANONYMOUS

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:40PM

in hoeverre wordt er al gebruik gemaakt van meer publieke digitale transportplatformen voor multimodaal vervoer?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 03:31PM

Mogelijkheden/limieten tot flexibele inzet van beschikbare scheepsvloot in droge perioden. Hoeveel scheepsvolume is er beschikbaar om extra in te zetten, en hoeveel kan er overgestapt worden naar andere modaliteiten?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:39PM

2018 droogte liet zien dat spoor en weg de hoeveelheden over water niet konden overnemen

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:39PM

In hoeverre nemen jullie de ontwikkelingen mee op het gebied van buisleidingen als andere modaliteit?

Governance & business models: hoe bevorder je multimodaliteit?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:51PM

Hoeveel mag een resiliënt structuur kosten? Hoeveel schade wordt er geleden en weegt dit op tegen een geboden multimodaal alternatief?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:47PM

Het EU modal shift beleid kijkt breder dan alleen tijdens droogte. Binnenvaart kan nog veel uitbreiding aan terwijl de wegen vol zitten. Dat speelt ook mee bij de keuze om vervoer over water te blijven stimuleren.

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:46PM

Zijn er al instanties die dit op corridor niveau bewaken/monitoren/voorspellen?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:46PM

Verladersperspectief / end-to-end keten moeten worden meegenomen ipv alleen het stuk binnenvaart of het stuk rail.

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:44PM

in maart wordt het rapport VERSnellen modal shift gepubliceerd. In dit onderzoek van de EUR wordt in samenwerking met bedrijven uit de greenport en Rotterdamse haven gekeken welke initiatieven er zijn geweest om multimodaliteit te stimuleren, waarom die (wel of niet) mislukten en aanbevelingen voor toekomstig beleid.

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:43PM

welke innovaties kunnen zorgen voor minder congestie bij havens?

ADRIAANSLOB FEB 22, 2022 02:43PM

wat zijn barrières voor het "verknopen" van de governance van de verschillende modaliteiten? Kennen we die al voldoende?

ANONYMOUS FEB 22, 2022 02:43PM

De vraagstelling is nu sterk aan droogte en lage afvoeren gekoppeld. Analyses van weer en waterstanden laten echter zien dat droogte tot nu toe een incidenteel optredend fenomeen is. En een situatie zoals 2018 kan zomaar weer eens 10-20 jaar op zich laten wachten. Is een andere insteek wellicht ook mogelijk om te komen tot beter benutten van multimodaliteit, dus los van het droogtevraagstuk.

In hoeverre kan de binnenvaart robuuster worden ingericht dat de schade van een 10/20-jarig droogtegebeurtenis kleiner wordt. – ANONYMOUS