
A COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM PERSPECTIVE ON FLOOD RISK MANAGEMENT

A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF LEEUWARDEN

Author: Tomas Post, S3556247

University: University of Groningen

Supervisor: Gert de Roo

Date of submission: 2nd of August, 2019

Faculty: Spatial sciences

Master: Environmental and infrastructure planning

Key concepts

flood risk management, Complex adaptive system theory, uncertainty, coevolution, governance, institutions



**university of
 groningen**

faculty of spatial sciences

ABSTRACT

In Dutch flood risk management we can observe a gradual transformation from traditional preventive flood risk management towards more adaptive flood risk management. Adaptive flood risk management aims to anticipate change in the ability to prevent and adapt to uncertainties. Climate change, societal and economic developments are constantly evolving and influencing flood risk management. This research explores to what extent flood risk managers in Leeuwarden are experiencing events and influences that are complementary with complex adaptive system theory. Complex adaptive system theory emphasises a constantly evolving world that is able to organise itself without control. The link between theory and practice is made through a literature review, a policy document review and interviews with flood risk managers in practice. The research shows that the policy documents mainly focus on calculated uncertainty in the form of scenarios and not on uncertainty. However, flood risk managers in practice experience uncertainty and developments that are complementary with complex adaptive system theory. In practice, there is awareness of fundamental uncertainty, but robust measures and calculations remove a lot of uncertainties in the current situation. However, flood risk managers are still subject to unknown events and this will increase when future climate change is taken into consideration. The use of complex adaptive system theory gives insights in uncertainty and can motivate flood risk managers to shift towards a more adaptive and transformative approach of dealing with uncertainty.

CONTENT

| | |
|---|-----------|
| ABSTRACT | 3 |
| CONTENT | 4 |
| 1. INTRODUCTION | 6 |
| 1.1. BACKGROUND AND PROBLEM DEFINITION | 6 |
| 1.2. SCIENTIFIC RELEVANCE | 6 |
| 1.3. SOCIETAL RELEVANCE..... | 7 |
| 1.4. RESEARCH QUESTION | 7 |
| 1.5. CASE DESCRIPTION: LEEUWARDEN, FRIESLAND | 7 |
| 1.6. RESEARCH STRUCTURE | 8 |
| 2. METHODOLOGY | 9 |
| 2.1. RESEARCH DESIGN | 9 |
| 2.2. DATA COLLECTION | 10 |
| 2.2.1. LITERATURE RESEARCH | 10 |
| 2.2.2. POLICY DOCUMENTS REVIEW | 10 |
| 2.2.3. CASE STUDY..... | 10 |
| 2.3. DATA ANALYSIS..... | 11 |
| 2.4. ETHICAL CONSIDERATIONS..... | 11 |
| 3. FLOOD RISK MANAGEMENT THEORY | 13 |
| 3.1. INSTITUTIONS AND GOVERNANCE | 13 |
| 3.2. FLOOD RISK MANAGEMENT | 16 |
| 3.2.1. PARADIGM SHIFTS IN FLOOD RISK MANAGEMENT | 16 |
| 3.2.2. RESILIENCE AND STRATEGIES | 17 |
| 4. POLICY DOCUMENT REVIEW | 21 |
| 4.4. WATERBOARD FRYSLÂN | 23 |
| 4.5. TRANSITIONS AND RESILIENCE..... | 23 |
| 5. COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM THEORY | 25 |
| 5.1. FEATURES OF A COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM..... | 25 |
| 5.1.1. NON-LINEAR DEVELOPMENT | 25 |
| 5.1.2. COEVOLUTION | 26 |
| 5.1.3. SELF-ORGANISATION..... | 27 |
| 5.2. COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS AND FLOOD RISK MANAGEMENT | 28 |
| 5.3. CONCEPTUAL MODEL | 28 |
| 6. INTERVIEW RESULTS | 30 |
| 6.1. PERCEIVED COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM INFLUENCE..... | 30 |
| 6.1.1. MUNICIPALITY OF LEEUWARDEN | 30 |
| 6.1.2. PROVINCE OF FRIESLAND..... | 33 |
| 6.1.3. RIJKSWATERSTAAT/NATIONAL GOVERNMENT..... | 35 |
| 6.1.4. WATERBOARD FRYSLÂN | 37 |
| 6.2. COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM INFLUENCE AND POLICY DOCUMENTS | 40 |
| 7. CONCLUSION AND DISCUSSION | 41 |
| 7.1. CONCLUSION | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 7.2. DISCUSSION | 43 |
| BIBLIOGRAPHY | 44 |
| APPENDIX 1: INTERVIEW TRANSCRIPT MUNICIPALITY OF LEEUWARDEN..... | 48 |
| APPENDIX 2: INTERVIEW TRANSCRIPT PROVINCE OF FRIESLAND | 54 |
| APPENDIX 3: INTERVIEW TRANSCRIPT RIJKSWATERSTAAT | 59 |
| APPENDIX 4: INTERVIEW TRANSCRIPT WETTERSKIP FRYSLÂN | 64 |

1. INTRODUCTION

1.1. Background and problem definition

Climate change is increasingly present among society. The decade 2000-2010 was on a global level the warmest recorded decade in human history (Mesík, 2011). Global warming causes ice caps to melt which results in sea level rise. In addition, more extreme weather patterns emerge resulting in extreme droughts and extreme precipitation events (KNMI, 2018). Extreme precipitation results in high river discharges and water nuisance over a short time. Especially areas around or below sea level are vulnerable for floods. However, to what extent weather patterns change remains unclear. So, even though flood risk managers anticipate the future, uncertainty still remains.

There are many delta regions around the world that already suffer the consequences of increasing floods. Other areas are well protected at this time, but are vulnerable for future floods due to the changing climate. The Netherlands is an example of such an area with 55% of its surface being vulnerable for flooding and 26% of its surface being below sea level (Planbureau voor de leefomgeving, 2008). Sea level rise threatens the existing dike rings which protect the main land from the sea. In addition, the increase in heavy rainfall increases the chances of pluvial flooding as well.

The Netherlands has a history with floods. In 1953, a north-western storm hit the Netherlands. This resulted in a major flood which caused hundreds of casualties. It was therefore a trigger for new flood defence measures in the Netherlands. Major floods from sea and rivers were mitigated after the new flood defence measures were built. However, in 1993 and 1995 near river floods threatened the Netherlands. In addition, heavy precipitation caused water nuisance in cities in several years. These examples show that there is still a risk for floods in the Netherlands.

Flood risk managers aim to reduce the probability and impact of floods. Flood risk managers try to become resilient by being able to anticipate and react on flood events. However, flood risk managers face uncertainty in the future. To what extent the climate will change, impacts flood risk policies and strategies. This raises the question: How do flood risk managers perceive this uncertainty and how do they take it into account in their policy?

The uncertainty that flood risk managers face are researched from a complex adaptive system perspective. Complex adaptive system theory emphasises fundamental uncertainty and a constantly evolving system. Lessons will be drawn from flood risk management practice for complex adaptive system theory. The theory practice link aims to learn lessons for the relevance of complex adaptive system theory in planning issues.

1.2. Scientific relevance

Flood risk managers aim to become resilient to cope with uncertainty. Resilience is a highly debated concept with multiple interpretations (Davoudi, 2012). This research helps to add insights into resilience strategies of flood risk practitioners. These practical insights can be used for confirmation of or adding to the existing literature.

This research also aims to draw lessons for complex adaptive system theory. The applicability of complex adaptive system theory for planning issues is unclear. This research aims to contribute insights from practice to add to the theoretical debate on complex adaptive system theory and planning.

1.3. Societal relevance

Results of the case study of Leeuwarden can be valuable for other cities and municipalities in the world which cope with an increase in uncertainty of flood risk management. Other cities and municipalities can learn from the strategies that flood risk managers use to deal with uncertainty. The lessons that are learned for complex adaptive system theory are useful for flood risk managers whom experience similar practices.

1.4. Research question

The main research question:

How and to what extent do flood risk managers take uncertainty of a coevolving system into account and which lessons can be drawn for the applicability of complex adaptive system theory?

This research question is answered by researching the following sub-questions:

1. How can flood risk management be conceptualised?
2. To what extent do relevant policy documents take uncertainty into account?
3. How can complex adaptive systems be conceptualised?
4. How is flood risk management being applied in practice in Leeuwarden?
5. Which lessons can be drawn from practice for complex adaptive system theory?

1.5. Case description: Leeuwarden, Friesland

The case study which is used in researching adaptive water governance is the municipality of Leeuwarden. Leeuwarden is located in the northern province of Friesland, the Netherlands (figure 1). The average height of Leeuwarden in comparison with the current sea level is approximately +3 meter (Geo-loket, 2011). However, the surrounding environment is at a height of -1 to +1 meter above sea level (Geodesk, 2018). The relatively low situation of Leeuwarden in comparison to the average sea level makes the city vulnerable for floods. Due to climate change in combination with land subsidence and sea level rise this risk becomes even higher. Therefore, adaptive flood risk governance is necessary to adequately respond to climate change and the increase in unpredictable events.



FIGURE 1: LOCATION OF LEEUWARDEN, FRIESLAND

1.6. Research structure

This research is introduced in chapter 1. The introduction gives a general overview of the research question and sub-questions. Subsequently, the problem and background of the research are defined. In addition, an overview of the case study is presented to clarify why this specific case is chosen. After the research is introduced, the methodology chapter is presented. Chapter 2 forms the methodology chapter in which arguments are made for the form of research. The methodology chapter answers the questions why and how this research is performed. Chapter 3 starts with the first part of the theoretical framework. Theories on institutions, flood risk management, transitions and resilience are discussed. The theories of chapter 3 form the basis for the policy document review. Chapter 4 compares the policy documents of flood risk managers with theories from chapter 3. Questions such as how do flood risk managers want to become resilient and how does this confirm the literature are answered. Chapter 5 forms the second part of the theoretical framework and emphasises complex adaptive system theory. The complex adaptive system theory is combined with theory on flood risk management in a conceptual model that is used as a basis for chapter 6. Chapter 6 presents the findings in practice. Interviews with flood risk managers are held and compared with complex adaptive system theory of chapter 5. Chapter 7 triangulates the results of the theoretical framework, the policy document review and the interviews. Based on the results are concluding remarks given.

2. METHODOLOGY

This chapter describes the research methods used and elaborates why these research methods are suitable for this research. The first section describes the overall research design. The second section describes the data collection instruments that are used and elaborates why these specific instruments have been used. The third section describes how the data is analysed and combined. The fourth and final section describes some ethical considerations.

2.1. Research design

This research is based on a mixed view of reality. Therefore, intersubjective reasoning as well as objective reasoning is part of the reality. This hybrid view is the basis for the research design. The research design consists of triangulating three sources of information (table 1). The first source of information consists of a theoretical research. The conceptual model, which summarises the relevant theories, is used to research the link between theory and practice. The second method of acquiring information is a policy document review. Flood risk managers have written documents on multiple scales to cope with uncertainty. The policy review is useful to research whether flood risk managers are aware of complex adaptive systems in practice. The third method of acquiring information is a case study. Leeuwarden is used as a case study (section 1.5) to research how and to what extent flood risk managers deal with complex adaptive system in practice. Information from scientific sources provides information that tries to describe complex adaptive systems (realism). Information from flood risk managers is used to research the interpretation of complex adaptive systems (relativism). Both perspectives are used by combining both sources of information.

This research uses a qualitative case study to understand the contemporary flood risk management policies made by policy makers. The policy makers (flood risk managers) are being interviewed through semi-structured interviews. The semi-structured interviews are used to research to what extent policy makers are aware of complex adaptive systems in flood risk management. These interviews will be connected with the literature review through using a conceptual model in practice. These methods will show to what extent flood risk managers perceive a complex adaptive system (table 3). By combining the three sources of information, triangulation is possible which allows to review the data from multiple perspectives (Punch, 2014). Lessons will be drawn for planning theory and practice.

| | |
|----------------------------------|--|
| 1. Literature review | In the theoretical framework, a literature review is conducted. This results in a conceptual framework |
| 2. Policy review | In addition to the theoretical framework, a policy review of contemporary flood risk policy is conducted. |
| 3. Case study (interview) | The case study is used to research the practice of flood risk management and the awareness of policy makers on CAS theory. The case study is conducted through semi-structured interviews which will be transcribed. |
| 4. Data triangulation | Data from the literature review, relevant policy documents and the interviews will be combined. |

Table 1: Research methods

2.2. Data collection

This research uses three data collection techniques. For each data collection technique the method and sources are discussed.

2.2.1. Literature research

Complex adaptive system theory is proto-theory. This means that the theory is not proven and is in development. Complex adaptive systems consists of non-linear events, coevolution and self-organisation. The complex adaptive system theory builds upon the paradigm that the world is fundamentally uncertain and that systems change unexpected over time. This paradigm shift in thinking from a static world to a constantly changing and complex world is abstract. Therefore, the literature research is used to grasp concepts and abstractions of the complex adaptive system theory. Since this proto-theory is in development, a case study is used to test the proto-theory in practice and to research to what extent it is perceived in practice. This is part of theory verification research, because it tests a theory and its hypothesis (Punch, 2014). Complex adaptive system theory is compared with theories on flood risk management to research whether complex adaptive system theory is applicable. The theories are collected in a conceptual model which is used for testing theory in practice.

2.2.2. Policy documents review

A structured review of relevant policy documents was employed to search for flood risk management strategies which focus on the future and have a specific emphasis on complexity and adaptation towards uncertainty. The documents consists of policies written by the central government that apply for the local context of Leeuwarden. In addition, provincial and municipal policy documents are researched to investigate the extent of complex adaptive systems used. Next to official policy documents are ambitions of local agencies researched. The data is collected through reviewing of the documents and filtering the relevant information about complexity and flood risk management. The document review is explicitly not done through the identification of the term 'complex adaptive system' and how this term is used, because the term is proto-theory. The term is therefore not used (yet) in policy documents. It is more a search for general relevant policies that aim to cope with a uncertainty and complexity. Table 6 shows all the reviewed policy documents.

2.2.3. Case study

Leeuwarden is used as a case to study to what extent flood risk management is part of a complex adaptive system. The case is an instrumental study, because it is used to research the relevance of complex adaptive system theory in practice (Punch, 2014). This instrumental case study is done within the boundaries of the municipality of Leeuwarden. However, policies and contextual circumstances influence the behavior of flood risk managers in Leeuwarden. National policy is for example influential on the local level. An unexpected flood somewhere else can also trigger change in flood risk management in Leeuwarden. Thus the boundary between context and case is not clearly evident (Punch, 2014).

The data is collected from the case study through recorded semi-structured interviews. Semi-structured interviews have predetermined questions, but still allow for deviation of the question. This creates flexibility to retrieve additional information from the interviewee (Clifford, et al., 2016). The choice for semi-structured interviews was made because structured interviews do not allow for follow up questions and flexibility. By conducting a semi-structured interview, the interviewee is able to give additional information next to the structured questions.

It is important to conduct the semi-structured interviews with participants that are related to this topic through their experience (Clifford, et al., 2016). Choosing specific participants is necessary to understand relevant actors percieve in this case the extent of complex adaptive systems in flood risk management practice. The semi-structured interviews are conducted with flood risk managers from the municipality of Leeuwarden (appendix 1), The province of Friesland (appendix 2), Rijkswaterstaat (appendix 3) and the local waterboard (appendix 4). The interviews are held in the office, in order to keep a formal setting. The dates and participants are shown in table 2.

| Organisation | Participant | Date of interview |
|--|------------------|-------------------------------|
| Municipality of Leeuwarden | Adriana Groen | 2 nd of May 2019 |
| Province of Friesland | Daniël van Buren | 2 nd of May 2019 |
| Rijkswaterstaat/prof. spatial planning | Wim Leendertse | 21 st of May 2019 |
| Wetterskip Fryslán | Niek Bosma | 17 th of June 2019 |

TABLE 2: INTERVIEW PARTICIPANTS

2.3. Data analysis

The literature review, the policy document review and semi-structured interviews from the case study are triangulated. The case study brings a lot of information. This information needs purposive sampling in order to extract the relevant information. Theory based sampling is used in order to find examples of the theory (Punch, 2014). Memoing is used as a purposive sampling strategy in order to research the large amount of information from the semi-structured interview. The memos will form patterns of relevant information units (Punch, 2014). The memos from the interviews will be connected with aspects of complex adaptive systems as discussed in chapter 5. The information is being researched for relevance and meaning by using analytic memoing (Punch, 2014). The memos from the interview are also connected with information from policy documents. Relevant information for complex adaptive systems is compared by memoing the policy documents as well. The interview and policy document memos are compared with each other. This shows the link between practice and policy. Both sources are compared with literature in order to research the link between theory and practice.

2.4. Ethical considerations

During this research, ethical considerations are most prominent during the case study. While conducting semi-structured interviews, the interviewee was asked for consent to interview and record. It was made clear that the information was only shared with the university for research purposes only. The interviewees were introduced to the research. It was made clear that they could quit participating the research at any time. In addition, the interview transcript is sent to the interviewee for possible changes or removing of confidential information. The privacy of the interviewee is guaranteed through these measures.

| Research question | information | Moment of retrieval | Sources | Method for retrieval | Documentation method | Method of analysis |
|---|--|----------------------------|---|--|---|--|
| How can flood risk management be conceptualised? | Information from literature on flood risk management and institutions | January 2019 | Literature on flood risk governance and institutions | Literature study | Creating a theoretical framework | Literature review |
| To what extent do relevant policy documents take a uncertainty into account? | Information about policies. Mainly information about strategies that deal with uncertainty. | March 2019 | Policy documents of actors in Leeuwarden and Friesland. | Policy document review | Memoing of relevant information | Memoing |
| How can complex adaptive systems be conceptualised? | Information from literature on complex adaptive system theory | January 2019 | Literature on flood risk governance and institutions | Literature study | Creating a theoretical framework which will result in a conceptual model | Literature review |
| How is flood risk management being applied in practice in Leeuwarden | Information from practice through interviews. | March and April, 2019 | Policy makers and planning practitioners | Semi-structured interviews | Interview transcripts | Transcribing the interviews and creating memo's to order interviews. |
| Which lessons can be drawn from practice for complex adaptive system theory? | Connecting interviews from practitioners with complex adaptive system literature and policy documents. | June, 2019 | Literature review, interviews with policy makers and planning practitioners | Literature study and connecting this with Semi-structured interviews | Interview transcripts and using the conceptual model and policy documents | Literature review and triangulation. |

TABLE 3: FRAMEWORK FOR DATA COLLECTION TECHNIQUES

3. FLOOD RISK MANAGEMENT THEORY

This chapter contains the first half of the theoretical framework. Relevant theories regarding institutions and adaptive flood risk management are discussed. These theories are merged in a conceptual model in chapter 5, which is used to link theory to practice. In the first section, relevant theories about institutions and governance and their functions and impacts are discussed. Section 3.2. discusses flood risk management strategies and theories about adaptability of these management strategies. The theories that are discussed in this chapter are used to analyse the policy documents in chapter 4.

3.1. Institutions and governance

Governance and institutions form the basis for management of among other sectors flood risk. The term governance and institutions is used in many different ways. It is therefore import to define governance, institutions and the link to flood risk management. The term institution evolved in the scientific debate. The term institution is a container term of which scholars lay different emphasis on parts of the term. A general definition is made by North (1992) which defines institutions as formal and informal rules as enabling and constraining factors for political, economic and social interaction (North, 1992). Within the academic debate on institutions there is a division between scholars that mainly focus on formal institutions and informal institutions. González & Healey (2005) define institutions in the form of a framework which structure social interaction. The framework consists mainly of formal rules and regulations (González & Healey, 2005). González & Healey (2005) put their emphasis on the formal rules that structure governance processes and put little emphasis on informal enablers and constraints. The opposite in the scientific debate emphasise the informal institutions as the main influence for structuring governance processes. Helmke & Levitsky (2004) argue that informal institutions are the main driver for governance processes. Their definition of informal institutions involves communicated rules that are socially constructed outside official rule creation (Helmke & Levitsky, 2004). Janssen-Jansen & Karnenbeek (2018) add to this debate that institutions are socially constructed rules of the game. Helmke & Levitsky (2004) aruge that the informal institutions can be more effective than formal institutions when formal institutions are not effective (Helmke & Levitsky, 2004).

The debate on institutions shows that there is still uncertainty in the amount of influence of either the informal constraints and enabling factors or the formal rules of institutions on governance processes. North (1991) creates an overarching term which encompasses formal and informal rules as enabling and constraining factors for political, economic and social interaction. North (1992) argues from a game theoretical perspective that institutions in general are necessary in human interaction. A game theoretical perspective builds on the idea that humans are rational decision makers that use strategic interaction (Binmore, 2010). North (1992) argues that cooperation between humans is difficult when the 'game' is new and information is lacking. In addition, he argues that this is required for effective institutions to be successful and goal maximising (North, 1992). This perspective is relevant for researching how flood risk managers in practice create desired outcomes in new situations.

Just as institutions is the term governance a highly debated container term with many definitions (Schmitt & Wiechmann, 2018). Within the academic debate, scholars focus on specific aspects of governance. Some scholars such as Stoker (2000) focus on governance as the opposite of government. He argues that governance encompasses "*collective action in the realm of public affairs, in conditions where it is not possible to rest on recourse to the authority of the State*" (Stoker, 2000). On the other site of the debate is the article of González & Healey (2005) which defines governance in a general way as the organisation of collective action. Rhodes

(2007) combines both views of governance from a game theoretical perspective. He argues that governance encompasses game like interaction between participating actors that interact through regulated rules of the game. According to Rhodes (2007), the governance processes are influenced with only minor state control. This view incorporates both the governance-government discussion and the focus on rules of the game through collective action (Rhodes, 2007). The game theoretical perspective of Rhodes (2007) shows a connection between governance processes and institutions. The rules of the game within a governance process as argued by Rhodes (2007) are the formal and informal rules as enabling and constraining factors for political, economic and social interaction as argued by North (1992). Loorbach (2010) also shows the connection between institutions and governance. He argues that governance includes interaction in a network of a variety of actors in which decision are made through institutions.

Within the academic debate, institutions and governance are connected with each other as seen in the previous paragraph. However, scholars have a wide variety of perspectives on how institutions are influenced and how they influence governance (Salet, 2018). Salet (2018) identified five perspectives that are according to him the most relevant for spatial planning. This is only a fraction of the debate about institutions and consists of five different perspectives. Within the general debate on institutions there are more perspectives that are relevant for different fields of study. Table 4 shows five relevant perspectives for spatial planning on institutions according to Salet (2018).

| Institutional approaches | Main influence |
|---------------------------------|-----------------------|
| Historical institutionalism | Path-dependency |
| Institutional-actor approach | Rational choice |
| Regime analysis | Multi-level regimes |
| Critical political economy | Cyclic influence |
| Cultural institutions | Public norms |

TABLE 4: 5 INSTITUTIONAL APPROACHES (BASED ON SALET 2018)

The debate on institutional influence focusses mainly on internal and external influences on institutions (Salet, 2018). Sorensen (2015) is one of the scholars that emphasis the historical perspective on institutions. Sorensen (2015) argues that historical events create the path for contemporary institutions and governance. This path dependency is caused through critical events that change institutions (Sorensen, 2015). The main focus of the historical institutionalist perspective is on external influences (Salet, 2018)

A different perspective within the institutional debate is the institutional-actor approach. This approach uses a game theoretical perspective (Binmore, 2010). This approach is based on the assumption that external rules of the game shape institutions (Salet, 2018). However, as seen in the previous sections, there is still debate ongoing on how the rules of the game are influenced (Binmore, 2010).

An opposite perspective of the game theoretical perspective is the regime analysis. The regime analysis argues that coalitions of actors are only created when different actors bring capacity to work towards a mutual policy vision (Salet, 2018). This implies that the rules of the game are less important than the convergent policy vision.

While the historical institutionalist perspective and the institutional actor approach focus on external influences, the critical political economy focusses on both internal and external influences (Salet, 2018). Critical political economy emphasises the influence of external events and the system itself as enabler for change (Salet, 2018). This perspective assumes that both internal and external small scale and long term effects can trigger change.

A Cultural institutionalist perspective emphasises internal change (Salet, 2018). This approach focusses on the influence of public norms in the change of institutions. This means that a change in behaviour and norms can trigger the rules of the game to change.

All perspectives are based on different theoretical backgrounds. However, not all approaches are relevant for water management. Therefore, three relevant perspectives are used to research the influences that change governance and institutions. The first perspective that is used is the historic institutionalist perspective. This perspective is relevant for water management, because floods in the past can influence governance strategies. This is seen after the 1953 flood in the Netherlands (Wiering & Immink, 2006). The second relevant perspective is critical political economy. The emphasis on external events on different scales within the critical political economy perspective is relevant for water management. Hurricane Katrina is an example of an external event that triggered the discussion about a change in water management. The third relevant perspective is the cultural institutionalist perspective. A changing perception of inhabitants influences the policies made by flood risk managers. Water managers create policies to anticipate floods. When for example floods or droughts occur through climate change, then the perception of local inhabitants can change and influence policy.

The institutional-actor perspective and the regime analysis focus mainly on change within the institutional level. This is because the main emphasis of these approaches are on the external rules of the game and coalition forming. The main emphasis of this research is on climate change and its impacts on institutions. The institutional-actor perspective and the regime analysis are therefore less relevant for this research and not used to analyse institutional change in flood risk management.

This section shows an overview of institutions and governance and how they influence each other. In addition, it is discussed how institutions and governance can be influenced and changed from different perspectives. The following section shows how flood risk management changed in the past. In addition, the current strategies within flood risk management that try to anticipate change are discussed. The three relevant institutional perspectives are used to analyse how flood risk management changed in the past. The institutional perspectives are also used in the interviews to analyse how flood risk management is influenced in practice (chapter 6).

3.2. Flood risk management

The Netherlands as well as other countries experienced a paradigm shift in flood risk management from 1953 onwards (Wiering & Immink, 2006). To understand contemporary flood risk management, a brief overview is given of this paradigm shift in the following section. After the paradigm shift is elaborated, the general debate on flood risk strategies is discussed.

3.2.1. Paradigm shifts in flood risk management

In 1953, the province of Zeeland in the Netherlands was hit by a north-western storm. The 1953 storm caused hundreds of deaths and major damage to houses and infrastructure in the province. This major storm was the trigger for the Dutch government to adopt a technical top-down command and control approach (Wiering & Immink, 2006). The discourse that developed from 1953 onwards is perceived as the traditional battle against water discourse (Wiering & Immink, 2006). The traditional discourse is characterised by limited actors with technical expertise (Wiering & Immink, 2006) and a solemn focus on highly technical engineering measures (Hegger, et al., 2014). The government wanted to prevent another flood at all costs and therefore created a relative autonomous water policy domain (Wiering & Immink, 2006). This meant that water protection has priority over for, example, the environment or the cultural landscape.

Section 3.1. discussed relevant perspectives on institutional change through internal and external influences. The rise of the traditional battle against water paradigm can be explained from several perspectives. From a historical institutionalist perspective, the 1953 storm can be seen as a shock event that steered institutions to change into a new path (Wiering & Immink, 2006). A shock event is an event that triggers change in a system. The cultural institutionalist perspective can also be used to explain the paradigm shift. The institutionalist perspective emphasises changing cultural norms. After the 1953 storm, the public norm changed with respect to floods, because inhabitants never wanted a flood again. The change in public norms might have triggered the command and control government to deal with floods in an efficient way. A political economy perspective shows that multiple levels are interlinked. A shock event in Zeeland caused the national policy to change.

In contemporary flood risk management, a shift from the traditional top-down battle against water to a more bottom-up approach which accommodates water is visible (Wiering & Immink, 2006). Schoeman et al (2014) argue in their literature review that the new paradigm resulted in three new approaches of water management: integrated water resource management, ecosystem based approaches and adaptive management (Schoeman, et al., 2014). Integrated water resource management emphasises a cross collaboration between multiple sectors such as environment, society and economy. However, a critique is that it is unclear to what extent sectors should be integrated (Schoeman, et al., 2014). Ecosystem based approaches focus on integrating water management with nature (Schoeman, et al., 2014). The main emphasis is on preservation of nature. However, some scholars criticise this approach because it is unclear what the price of nature is (Schoeman, et al., 2014). Adaptive management focusses on fundamental complexity of the physical environment as a result of unexpected changes (Haasnoot, et al., 2013). The main focus is on learning by doing (Schoeman, et al., 2014).

According to Wiering & Immink (2006) the paradigm shift is triggered through multiple events. The first reason is the near river floods of 1993 and 1995 in the Netherlands and several floods in other European countries (Wiering & Immink, 2006). These (near) floods triggered the debate on climate change, rising water and precipitation levels. In addition, institutions changed on the long term within European guidelines (Wiering & Immink, 2006). This long term institutional change resulted in a more open discussion about water policy that is not only for experts, but

also for external policy makers (Wiering & Immink, 2006). Although the policy field became less autonomous and more inclusive, the water management programs are still created on the national level. An example of this new discourse is the Ruimte voor de Rivier programme in which multiple actors sought consensus for robust and integrated measures in flood risk management. Within the Ruimte voor de Rivier programme, the focus was not only on flood protection but also on values of the physical environment. The program was initiated by the government.

This section discussed how flood risk management evolved in the past in the Netherlands. Section 3.2.2 discusses the contemporary debate on strategies to prevent and anticipate floods. This discussion is mainly about becoming resilient for floods.

3.2.2. Resilience and strategies

The contemporary academic debate on flood risk management includes a debate on how to become resilient for pluvial and fluvial floods (Table 5). Resilience is a container term on which many scholars debate. Davoudi (2012) shows in its literature review on resilience that the term evolved over time. Davoudi (2012) argues that there are three main concepts of resilience in the academic debate: engineering resilience, ecological resilience and evolutionary resilience (Davoudi, 2012).

| | |
|--------------------------------|--|
| Engineering resilience | System returning to normality |
| Ecological resilience | Disturbance that a system can take before it changes |
| Evolutionary resilience | Challenges equilibria. Ability to transform and adapt to stresses. |

TABLE 5: 3 CONCEPTS OF RESILIENCE, BASED ON DAVOUDI (2012)

Engineering resilience emphasises the ability to bounce back after a disturbance in the system (Davoudi, 2012). The main focus in engineering resilience is on robustness as a means to withstand a flood (Restemeyer, et al., 2017). A practical example of engineering resilience is the main strategy of Dutch flood risk management from 1953 onwards. This approach tries to control water and eliminate uncertainties. The main focus was on prevention and returning to the current state of the system (Restemeyer, et al., 2017). Examples of resilience strategies that focus mainly on bouncing back are temporary compartments for water storage and green rivers with flood beddings (Vis, et al., 2003).

Ecological resilience also focusses mainly on bouncing back to an equilibrium. Ecological resilience emphasises the ability to absorb (Davoudi, 2012). The system can change only after a critical threshold has been reached (Davoudi, 2012). This means that the main emphasis of ecological resilience is on the amount of pressure a system can take before it changes (Davoudi, 2012). This is in contrast with engineering resilience that emphasises bouncing back to one state of equilibrium and denies the ability to adapt. Ecological resilience is mainly about robustness, but does not deny the ability to adapt after a critical threshold has been reached. This means that a system is able to adapt to incoming floods and changes (Restemeyer, et al., 2017).

Evolutionary resilience challenges in contrast with engineering resilience and ecological resilience the idea of equilibria (Davoudi, 2012). Evolutionary resilience uses complex adaptive system theory as underlying theory. It uses mainly learning by doing strategies for incremental steps (Schoeman, et al., 2014). The learning by doing strategies are part of adaptive management strategies (Schoeman, et al., 2014). An example of a learning by doing strategy is the approach of Haasnoot et al. (2013). Haasnoot et al. (2013) created an adaptation pathway map for contemporary water management (figure 2). This map shows possible adaptation pathways that can be taken to adapt to change. Within the adaptation pathways, steps can be taken in reaction to change in the system.

The adaptive management emphasises a vice versa feedback mechanism of the environment and policy (Schoeman, et al., 2014). This means that the environment as well as policies are influential on each other. Restemeyer et al (2017) argue that evolutionary resilience requires robustness, adaptability and transformability. Transformability encompasses societal change to perceive water as an opportunity as well as a threat.

The academic debate on resilience shows a division in scholars that emphasise robustness as a means to become resilience and scholars that emphasise adaptability and transformability to change and learn. For this research it is relevant to include robustness, adaptability and transformability to understand how flood risk managers in practice try to be resilient. The concept of resilience is used in chapter 4 to analyse the policy documents. The policy document review analysis how flood risk managers aim to become resilient.

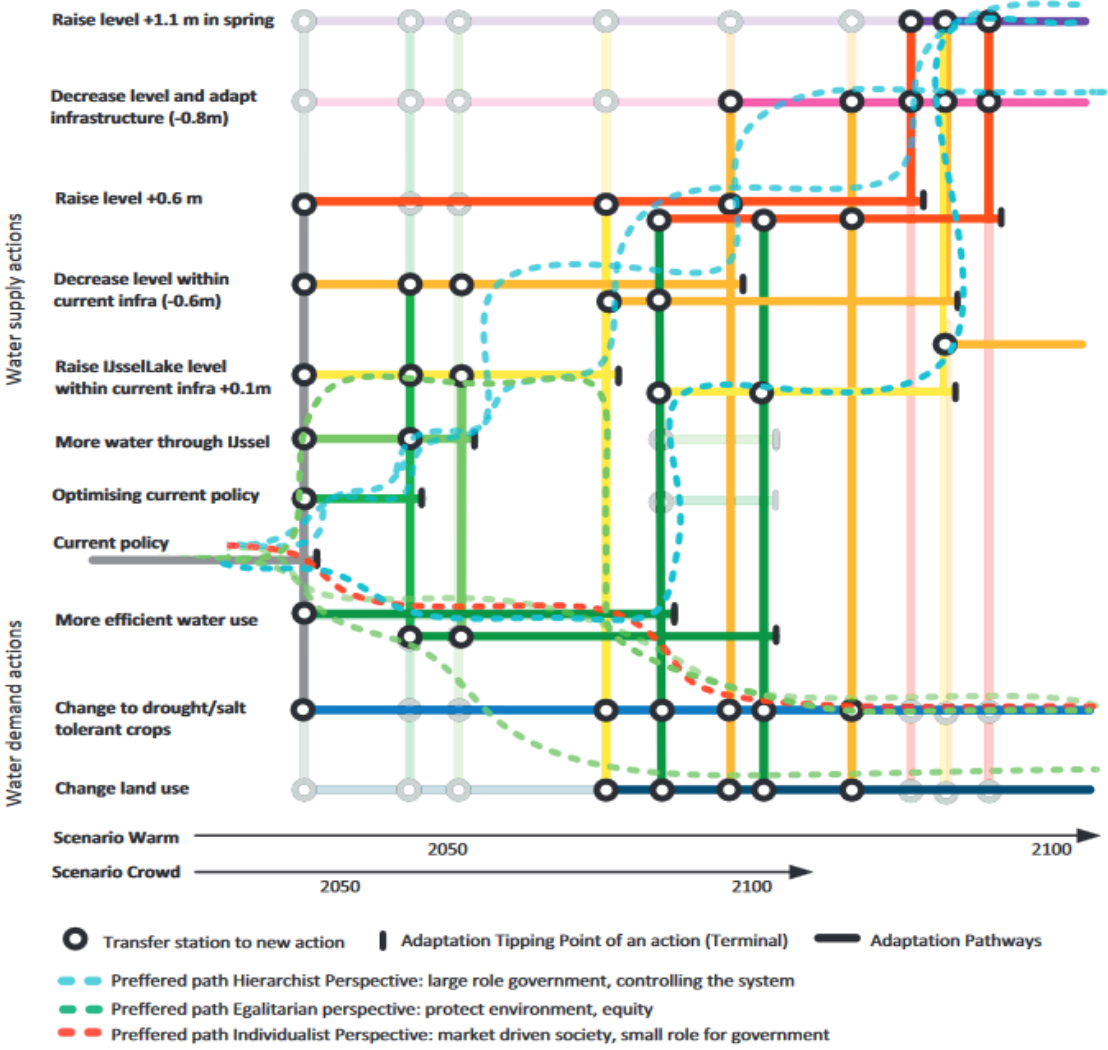


FIGURE 2: DYNAMIC POLICY PATHWAYS (HAASNOOT. ET AL.. 2013)

3.3. Transitions in flood risk management

Flood risk managers often try to become resilient through several strategies (section 3.2.2). However, it takes a lot of steps and adjustments for flood risk managers to become resilient for floods. The steps towards becoming resilient can be characterised as a transition when there is change of the system its structure and function (van der Brugge, et al., 2005). This change can be triggered when several developments from different sectors influence in this case flood risk

management (van der Brugge, et al., 2005). The influences from different sectors let flood risk management

coevolve into a new relatively stable system state (van der Brugge, et al., 2005). Figure 3 shows a coevolving system in which each cog influences the other cogs. Together the system starts turning and changing. This process is on the long term and can take several decades to change.

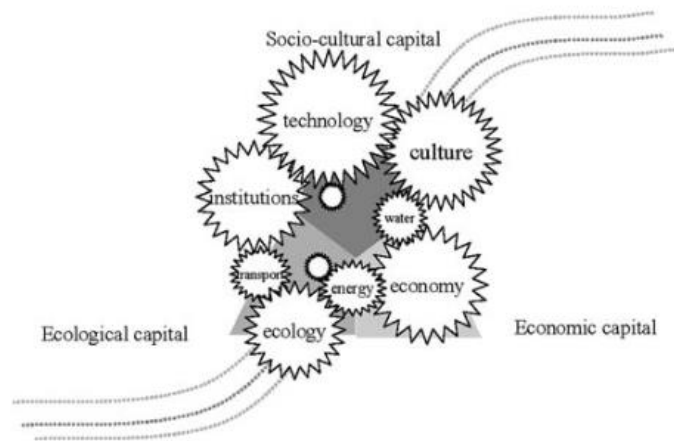


FIGURE 3: COEVOLUTION OF SECTORS IN A TRANSITION (VAN DER BRUGGE, ET AL., 2005)

Within the theoretical debate on transitions, two perspectives are present: a policy perspective (Huiteima, et al., 2011) and a complexity perspective (van der Brugge, et al., 2005). Both perspectives explain how flood risk managers can become resilient against floods on the long term. The complexity perspective emphasises transitions in different phases. The complexity perspective is relevant for water managers, because the world is changing due to climate change. Climate change is a complex problem, because it happens on multiple scales and it requires multiple stakeholders to address the problems. This complexity requires new ways of becoming resilient for floods. The complexity perspective helps to understand how flood risk managers aim to become resilient through transitions. The policy perspective on transitions focusses on the role of agency (Huiteima, et al., 2011). The policy perspective emphasises influential experts that can trigger change in policies. The emphasis on the institutional level is less relevant for this research, because this research focusses on climate change as driver for changing flood risk management.

The complexity perspective on transitions in water management uses two concepts from transition theory: multi-stage development and multi-level development (van der Brugge, et al., 2005). Multi-stage development emphasises the equilibrium of systems. The first stage is the pre-development stage (van der Brugge, et al., 2005). This stage is seen as the first stage of change towards a new system. In the pre-development stage, the stable state of the system remains almost the same. Only small changes occur (van der Brugge, et al., 2005). In the case of resilience it means that people start to become aware of becoming resilience, but do not take collective action. The second stage of development is the take-off phase (van der Brugge, et al., 2005). This stage is seen as the stage in which the system starts to shift. This phase is volatile, because the system can fall back to the old stable state and stop the transition from happening (van der Brugge, et al., 2005). In the case of becoming resilient it means that niche projects are using the resilience concept and challenging the old command and control paradigm of flood risk management. Acceleration is the third phase in the development of a transition. In the acceleration phase, the system is beyond the point of no return. This means that the system will change. Visible change is then happening (van der Brugge, et al., 2005). In the case of resilience it means that the concept is becoming mainstream and used in many policy documents on

different scales. The fourth and final stage of development is stabilisation of the system to a new equilibrium (van der Brugge, et al., 2005). This means that the concept of resilience has become the new mainstream flood risk management strategy on all scales.

Next to the concept of Multi phases is the concept of multiple levels (figure 4). The concept of multi-level focusses more on the influences of multiple levels that trigger change towards a transition. The three levels are: macro-level, meso-level and micro-level influences. Macro-level influences encompass large scale developments on the global level (van der Brugge, et al., 2005). Examples of large scale developments can be climate change events such as floods that trigger the debate on becoming resilient. These macro-level influences the meso-level and vice versa (van der Brugge, et al., 2005). The meso-level is seen as the institutional level in which actors, governments and market parties influence the system and its change (van der Brugge, et al., 2005). This is the level in which flood risk managers operate. The meso-level influences the micro-level and vice versa. The micro level-consists of niche innovation (van der Brugge, et al., 2005). These niche innovations consist of opportunities or pilot projects on the local level (van der Brugge, et al., 2005). These local niche innovations influence the meso-level. Examples of niche projects can be projects that differ from the mainstream flood risk strategies.

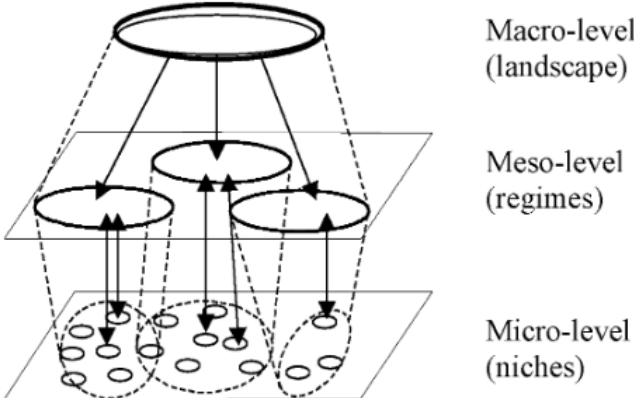


FIGURE 4: MULTI-LEVEL CONCEPT (VAN DER BRUGGE, ET AL., 2005)

As seen in section 3.3. becoming resilient for floods requires long term strategies. The theories on transitions show that becoming resilience takes multiple phases to change on all levels of a system. In order for a transition to happen, all sectors within a system have to coevolve together into a new state. The theories on transitions is used in the policy document review in chapter 4. The transition theory is used to analyse how and to what extent the policy documents use transitions to become resilient. The theory on resilience from section 3.2.2. is used to analyse to what extent the policy documents aim to become resilient and in what form.

4. POLICY DOCUMENT REVIEW

This chapter gives a review of the relevant policy documents that are made by water managers that operate within the municipality of Leeuwarden and the province of Friesland. Table 6 shows the policy documents used for this review. The policy document review aims to research to what extent the policy documents take future uncertainties into account. This is done by researching how the policy documents aim to become resilient. The theories on transitions and resilience from chapter 3 are used to determine which form of resilience is aimed for and how this is done.

| Actor | Policy document |
|--|--|
| Municipality of Leeuwarden | Municipal sewage plan |
| Province of Friesland | Water retention plan |
| Rijkswaterstaat/national government | National water plan Flood risk as spatial challenge |
| Waterboard Fryslân | Water safety plan Water control plan |

TABLE 6: REVIEWED POLICY DOCUMENTS

4.1. Municipality of Leeuwarden

The municipal sewage plan of the municipality of Leeuwarden states that Leeuwarden aims to become climate adaptive in the year 2035 (Leusink & ter Horst, 2018). The municipality uses 60 millimetres rain per hour as measurement for being climate adaptive. The municipal sewage plan states that when the municipality is able to cope with heavy rains of 60 millimetres per hour without water nuisance then they are climate adaptive. Water nuisance is described as water that is flooding in buildings. The municipal sewage plan has detailed calculations for their plan to become climate adaptive. The measures within their plan encompass technical engineering solutions such as the widening of drainage systems and the implementation of green roofs and gardens. The approach of the municipality to become climate adaptive shows similarities with engineering resilience. Engineering resilience emphasises the ability to bounce back after a disturbance in the system (Davoudi, 2012). The municipal sewage plan mainly emphasis technical measures and adjustments in order to cope with floods. This approach tries to control the water during heavy rains by storing it in temporary compartments and by increasing the drainage capacity. By adjusting measures to the scenarios, the municipality tries to eliminate uncertainties of floods.

The municipal sewage plan is made for four years (Leusink & ter Horst, 2018). For these four years a trajectory is set. This reduces flexibility of measures within these four years when unexpected events occur. The municipal sewage plan states that it gives special attention to a climate change, but it does not have a detailed long term plan for 2035. The policy of the municipal sewage plan is not part of a transition. The steps towards becoming resilient can be characterised as a transition when there is change of the system its structure and function (van der Brugge, et al., 2005). The structure and function of the water management of the municipality of Leeuwarden remains similar in their current plans. The function of water management to cope with climate change remains bouncing back after floods in the plans for 2035. This is planned to be done through the same measures and institutions (structure) as the contemporary water management of the municipality of Leeuwarden.

The municipality aims to become resilient in the form of withstanding a flood and returning back to the 'normal' state. The municipality aims to reach this form of resilience by investing more in technical measures and upgrading the existing drainage systems. The approach shows that the municipality wants to control flood risks. In addition, the focus on technical engineering

measures as a way to become resilient and the lack of a long term plan show that the municipality does not expect many uncertainties along their way to become climate adaptive.

4.2. The province of Friesland

The water retention plan of the province of Friesland aims to prevent increasing flood risks that are caused by climate change, secure fresh water and ensure enough water (Provincie Friesland, 2016). It integrates multiple sectors in their approach. For floods is the emphasis on pluvial as well as fluvial flooding. The province of Friesland aims to be climate proof and water robust in 2050. The province of Friesland aims to reach this goal through a multi-layered safety approach. This approach encompasses robust defences to prevent floods, adaptive measures to lower the impact of floods and the organisation of calamities during and after floods. The plans of the province of Friesland to become climate proof are in line with ecological resilience. Ecological resilience focusses mainly on bouncing back to an equilibrium. Ecological resilience emphasises the ability to absorb (Davoudi, 2012). The multi-layered safety does not solely focus on flood prevention as is the case with engineering resilience. The multi-layered safety approach also focusses on the ability to absorb a flood and to deal with a flood once a critical threshold has been reached. This means that emphasis of the approach is on the amount of pressure a system can take (Davoudi, 2012).

A transition is required in order to implement measures according to the multi-layered safety model. The water retention plan gives specific attention to future uncertainties. The policy document states that there can be reasons for a change in policy such as climate developments or economic perspectives (Provincie Friesland, 2016). The policy document states that these new insights can lead to a re-evaluation of the current policy trajectory (Provincie Friesland, 2016). This shows that the province of Friesland is in the take-off phase of a transition (van der Brugge, et al., 2005). This stage is seen as the stage in which the system starts to shift. This phase is volatile, because the system can fall back to the old stable state and stop the transition from happening (van der Brugge, et al., 2005). The province of Friesland is aiming for multi-layered safety, however when unexpected events happen the goals for becoming resilient are able to change. This shows the volatility of the take-off phase in a transition.

4.3. Rijkswaterstaat/national government

The national government has made a national water plan in line with the water boards and Rijkswaterstaat. This national water plan is a five year plan about water safety, fresh water, water quality and water in sea and rivers (Rijksoverheid, 2016). The national water plan acknowledges future uncertainties. It explicitly mentions an adaptive approach that aims to anticipate future developments in collaboration with the waterboards and Rijkswaterstaat (Rijksoverheid, 2016). The national water plan states that an adaptive approach enables short term measures that adjust to new long term trends (Rijksoverheid, 2016). However, in the chapter about flood risks specifically, this adaptive approach is not used at all. The emphasis is mainly on flood prevention through robust measures and new safety norms. This approach is in line with Engineering resilience which emphasises the ability to prevent floods and bounce back after a disturbance in the system (Davoudi, 2012). The policy document mentions that when dike improvements are too expensive or disruptive then a smart combination might be attractive (Rijksoverheid, 2016). This shows that alternatives are only attractive if robust technical engineering measures are not feasible. The national government uses the same strategy to cope with future uncertainties. The structure and function of their approach remains the same. This shows that the national water plan is still in the pre-development phase of a transition.

The policy document 'flood risk as spatial challenge' is also made by the national government. It emphasises a shift in water management (Pols, et al., 2007). This document focusses on uncertain developments such as climate change, sea level rise and high water problems (Pols, et al., 2007). The policy document acknowledges the traditional fight against water and therefore suggests a shift towards flexible and robust risk management to deal with uncertain climatological developments. This means that there is not a solemn focus on prevention, but there is also focus on the limitation of damage when a flood happens (Pols, et al., 2007). The policy document uses the terms flexible and robust for becoming resilient. The policy document states that a flexible and robust system encompasses flood prevention, risk reducing measures and the ability to recover to the 'normal' state of the system. This approach shows similarities with ecological resilience. The main emphasis of ecological resilience is on the amount of pressure a system can take before it changes (Davoudi, 2012). The system can change only after a critical threshold has been reached (Davoudi, 2012). The focus on robust measures aims to prevent the system from changing. The flexible measures aim to reduce the impact in order to avoid the critical threshold to be reached. The policy document 'flood risk as spatial challenge' mentions the need to change towards more risk reduction instead of only flood prevention. The policy document 'flood risk as spatial challenge' is, in contrary with the national water plan, in the take-off phase of a transition. The goals to change are specified, but the trajectory remains unclear.

4.4. Waterboard Fryslân

The waterboard Fryslân made the water control plan for 5 years (Wetterskip Fryslân, 2016). The water control plan is a policy document that has policies for water safety, fresh water, sufficient water and water in society (Wetterskip Fryslân, 2016). This plan emphasises on: climate, availability of energy and resources, agriculture, intensity of ground usage and the changing relationship between government and society as developments that pressure water management (Wetterskip Fryslân, 2016). These developments create more interaction between society and the government and a need for innovation in measures. The main strategy of the waterboard is to manage its assets through a risk analysis (Wetterskip Fryslân, 2016). The waterboard makes risk analysis for the provincial dams and dikes. The goals of the water control plan are to reduce the chance of a flood (prevention) and to decrease the effects of a flood. A multi-layered safety model is used as principle for this strategy. The focus is therefore mainly on becoming ecological resilient. The focus on robust measures aims to prevent the system from changing. The flexible measures are set for reducing the impact of a flood and focus on the disturbances a system can take before it changes.

The water control plan is in the take-off phase of a transition. This stage is seen as the stage in which the system starts to shift. The current measures are mainly about controlling water and preventing floods. However, the water control plan gives special attention to water management in 2050. The policy document aims for a shift towards a cost-efficient and a resilient water system in 2050. Resilience is specified as measures that are both robust and flexible. There are generic goals specified in the water control plan to become resilient. However, a clear trajectory on how to reach the goals lacks. Resilience is thus not used in the current policies. This phase is volatile, because the system can fall back to the old stable state and stop the transition towards becoming resilient (van der Brugge, et al., 2005).

4.5. Transitions and resilience

The policy documents give an overview of existing policies and future trajectories of policies. All actors aim to become resilient in their policy documents. However, resilience is mainly defined in the policy documents as becoming robust and able to prevent floods and reduce damage. The focus is mainly on becoming engineering and ecological resilient. The actors aim to become

resilient in several decades ranging from the year 2035 to 2050. The transition towards becoming resilient is in all cases in the pre-development phase or the take-off phase. This means that the existing system of policies and measures is still used as a way to become resilient. A historical institutionalist perspective shows that the influence of path-dependency is present in this case. Institutions are difficult to change because of an already matured institutional system. Path-dependency slows the transition down from going into the acceleration phase.

The policy documents mainly show strategies to control and prevent floods. None of the policy documents aim to become evolutionary resilient, which means that uncertainty is not taken into account. The transitions towards resilience is mainly done through command-and control-governance. This also shows that uncertainty is not taken into account. Chapter 5 discusses complex adaptive system theory, which emphasises fundamental complexity and uncertainty of systems. Chapter 6 discusses the presence of perceived complexity and uncertainty by actors in the municipality in Leeuwarden. Chapter 7 discusses whether the perceived complexity and uncertainty in practice is complementary with the low emphasis on uncertainty and complexity in the policy documents.

5. COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM THEORY

Complex adaptive system theory builds upon system theory (Baty & Marshall, 2012). System theory perceives the world as closed or open systems with cause and effect relations that influence the system. System theory evolved and shifted in perspective from a system in equilibrium (in balance) with predictable outcomes and the ability to optimise the system to a more open system that shifts in equilibria and is more than the sum of its parts (Baty & Marshall, 2012). The different perspectives are classified in four system classes (table 7). Class I to class III systems all include static complexity, ranging from simple (class I), complex (Class II) to very complex systems (Class III) (de Roo, 2010). Class I to Class III systems have in common that these systems lack a dimension of time (de Roo, 2018). Instead of focussing on planning issues in a fixed time, complex adaptive systems (class IV) include constantly evolving planning issues, thus systems that are continuously becoming (de Roo, 2010).

| System | Class I | Class II | Class III | Class IV |
|------------------------|--|---|--|---|
| characteristics | <ul style="list-style-type: none"> • Direct cause and effect • linear • closed system | <ul style="list-style-type: none"> • Linear • Feedback • closed system | <ul style="list-style-type: none"> • linear • open system • network | <ul style="list-style-type: none"> • Non-linear • evolving • adaptive • open system |

TABLE 7: CLASSIFIED SYSTEMS BASED ON ROO (2018)

Complex adaptive systems are relevant for planning and development due to the involvement of a perspective of becoming (Rauws, et al., 2014). Change (the becoming) in the spatial domain is perceived as autonomous and interconnected. This encompasses change that is outside the ability of the planner to predict and control (de Roo & Rauws, 2012). The integration of time in the system perspective is relevant for flood risk management, because of the inclusion of time and anticipation in adaptive flood risk management to become resilient (Morrison, et al., 2018).

5.1. Features of a complex adaptive system

Complex adaptive systems are systems that encompass several sub-systems which are all interconnected. This creates spontaneous behaviour (Venkatasubramanian, et al., 2019). In addition, a complex adaptive system features non-linear development, contextual interferences, self-organisation and coevolution (Rauws, et al., 2014). These features create a system that is at the edge of chaos (Lansing, 2003). Complex adaptive system theory relates with transitions. Transitions are triggered when several developments from different sectors influence in this case flood risk management (van der Brugge, et al., 2005). The influences from different sectors let flood risk management coevolve into a new relatively stable system state (van der Brugge, et al., 2005). This means that a system transforms from one stable state into another stable state (figure 4). Within the process of transformation, the system is at the edge of chaos (in transition).

5.1.1. Non-linear development

Non-linear development is in contrary with class I to class III systems in which linear effects create a system in equilibrium (Duit & Galaz, 2008). These linear effects can be measured and altered due to their direct (class I and II systems) or removed (class III) cause and effect relationship within the system. Non-linear development is the result of an open system in which not only the internal system influences relationships, but external influences affect the system as well (de Roo, 2018). This idea builds upon holism, meaning that the system is more than the sum of its parts and is influenced by contextual interferences outside the system (de Roo, 2018). This

is in contrary with the reductionist view of class I systems in which the parts build the system (de Roo, 2018). The external influences interfere with the complex adaptive system on multiple scales (Chaffin & Gunderson, 2016). Chaffin & Gunderson (2016) use a complex social-ecological system in which the environment and society interact on multiple scales and therefore in a non-linear fashion. (figure 5). Figure 5 presents a non-linear system in which small-scale (local) societal and environmental influences in combination with large-scale (global) societal and environmental influences affect the system (Chaffin & Gunderson, 2016). The influences affect the trajectory of development from the alpha phase (window of opportunity) to the omega phase (crisis) (Chaffin & Gunderson, 2016). This happens in a non-linear trajectory as shown in the path from the R phase to the K phase (Chaffin & Gunderson, 2016). Figure 5 shows that a system shifts in equilibrium to crisis and vice versa, due to the contextual interferences. This creates a system that adapts and changes to the contextual circumstances (de Roo, 2018).

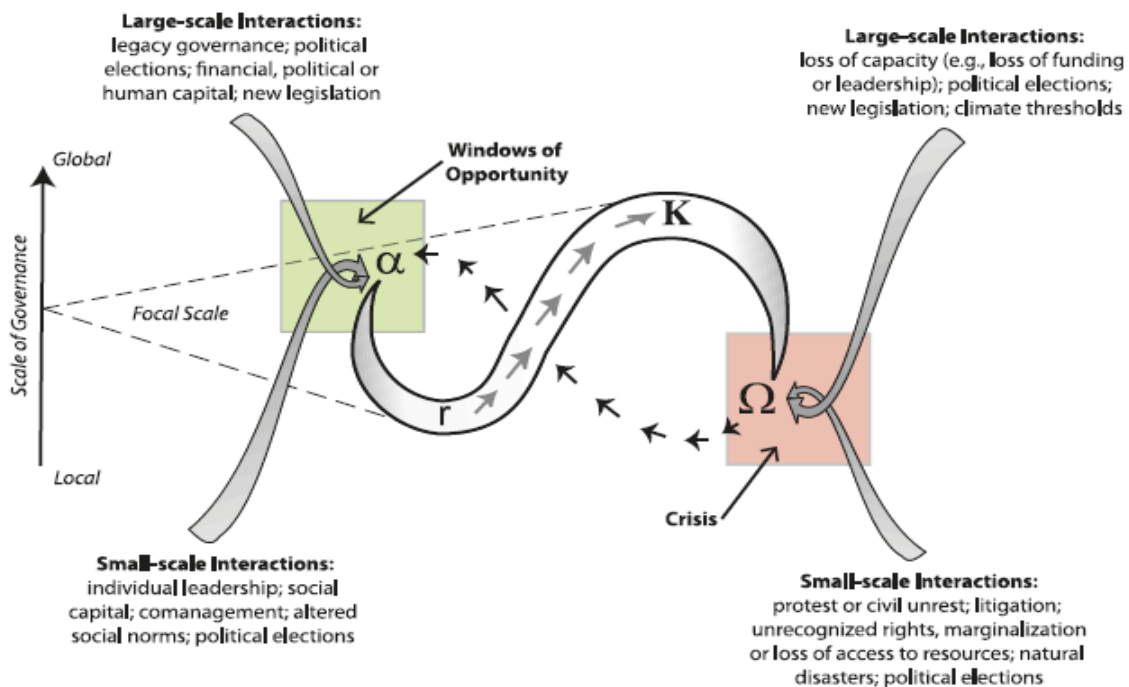


FIGURE 5: CROSS SCALE INTERACTION AND NON-LINEAR DEVELOPMENT IN A SOCIAL-ECOLOGICAL SYSTEM (CHAFFIN & GUNDERSON, 2016)

5.1.2. coevolution

The change and adaptation to circumstances of a system is complementary with another property of a complex adaptive system: coevolution. When a system coevolves, it means that the system changes in structure and function (de Roo, 2018). The structure encompasses the build-up parts of the system. These structures can be in the form of social phenomena or institutions (Moroni, 2015). The function relates to the overall function of the system which is influenced by internal and external influences. A balance between robustness and flexibility is desired to deal with changes in structure and function (van Buuren, et al., 2013). For flood risk managers, robust policy and measures is desired to prevent large repercussions from changes (van Buuren, et al., 2013). Flexibility is desired for flood risk managers in order to deal with unexpected change (van Buuren, et al., 2013). As seen in section 5.1, complex adaptive system theory and transitions relate with each other. Transitions are triggered when several developments from different sectors influence in this case flood risk management (van der Brugge, et al., 2005). The developments cause in this case flood risk management to evolve in structure and function towards a new stable state.

The changing of structure and function can happen in multiple ways, but not randomly because of path-dependency (de Roo, 2010). Path dependent events can lead to a certain trajectory in which structure and function changes (de Roo, 2018). An example is the evolution of flood risk management after the near river floods in 1993 and 1995. These near river floods caused in the first place a fall back to a known pathway (technical engineering solutions) (Hegger, et al., 2014). The near river floods in 1993 and 1995 are on the other hand seen as a critical juncture which changed the structure of the system by prioritising giving space to a river instead of building technical solutions (Wiering & Immink, 2006). Although the structure of the system changed, its primary function remained to be protecting against high water events. This example shows that small events (threshold effects) can trigger change and processes on multiple scales (Duit & Galaz, 2008).

The coevolution of structure and function can occur in several ways. Figure 6 shows various stages of change (de Roo, 2018). The figure shows the importance of the environment as a driver for slow or abrupt change. In a relative stable environment, the transformation of the structure and function happens slowly (de Roo, 2018). In a turbulent environment, the change is sudden (de Roo, 2018). The turbulence in the environment can be caused by threshold effects (small events that trigger change) and cascading effects (Duit & Galaz, 2008). Cascading effects form a risk in highly interconnected systems. The interconnectedness of the system is not able to react to cascades (Duit & Galaz, 2008). As seen in figure 6, sudden transformation happens in environments that are turbulent in nature and thus have high contextual interferences. In these turbulent environments, the structure and function of a system have to adapt to the changing influences in order to be robust.

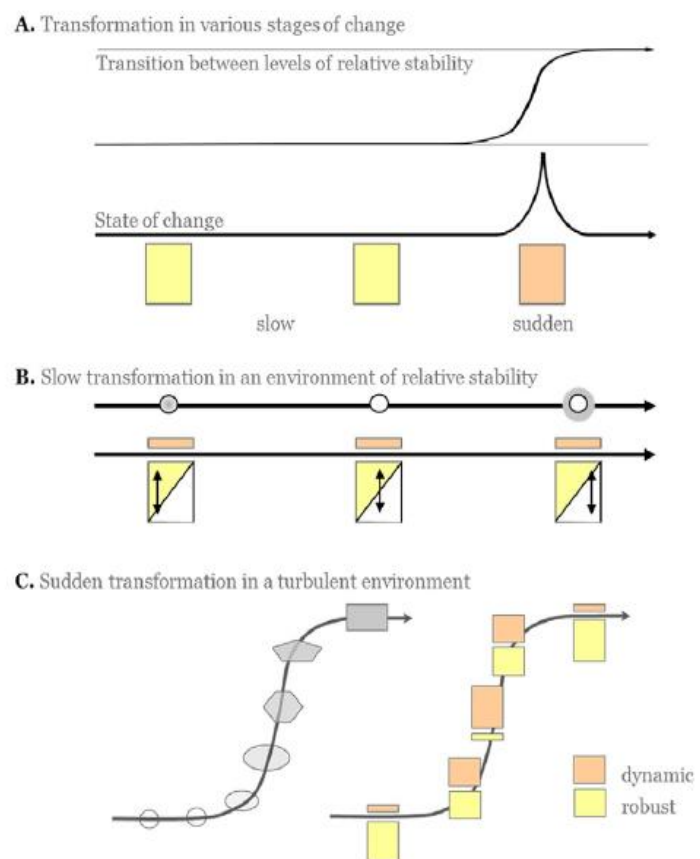


FIGURE 6: SYSTEM TRANSFORMATION IN DIFFERENT ENVIRONMENTS (DE ROO, 2018)

5.1.3. Self-organisation

Coevolution and non-linear development are properties of a complex adaptive system that involve self-organisation of the system. Self-organisation means that systems have the ability to innovate and stabilize without the interference of external control on the system (Rauws, et al., 2014). This means that the system can create outcomes by itself, without the steering of actors (Rauws, et al., 2014). This creates unknown unknowns. Unknown unknowns are fundamentally uncertain events or influences that can be caused through self-organisation or non-linear influences.

Complex adaptive systems thus involve three main properties that affect each other and the system. The complex adaptive system is non-linear in nature, which means that the system lacks direct and / or linear causal relationships. This creates uncertainty over time and the possibility of different unknown pathways. The complexity of the whole system makes it difficult to steer developments and / or transitions. In this sense, complex adaptive systems are self-organising and are robust and flexible. A possible way to adapt to the self-organising systems is to create strategies that create conditions under which developments can coevolve (Rauws, et al., 2014). The coevolution of the system transforms the function and structure of the system into a new equilibrium.

5.2. Complex adaptive systems and flood risk management

Flood risk managers make policies for the upcoming years. Within the policies, flood risk managers aim to anticipate the future to prevent or mitigate floods. Complex adaptive systems are seen in section 5.1 as fundamentally uncertain. Robustness and flexibility is desired for flood risk managers to be able to react to a complex adaptive system (van Buuren, et al., 2013). However, climate change influences the outcomes of emerging weather and climate patterns which influence flood risks. Climate change itself can be seen as a consequence of a complex adaptive system, due to its non-linear feedback loops and its interrelatedness of phenomena (van Buuren, et al., 2013). If flood risk management strategies are made, they cannot solely be made for increasing risks from climate change. As seen in section 3.3, multiple scales are interrelated with each other. Strategies also have to adapt to the changing societal and economic transitions such as a changing society and economic developments (van Buuren, et al., 2013).

According to complex adaptive system theory, a system is subject to non-linear influences. The non-linear influences lack a clear cause and effect relation. However, the non-linear influences might be influential for flood risk management strategies. As seen in figure 7, flood risk management is influenced by non-linear influences. The non-linear influences create a system that might change in structure and function and therefore spirals out of control. The lack of control creates a self-organising system in which multiple possible future outcomes are possible. This creates a lot of uncertainty.

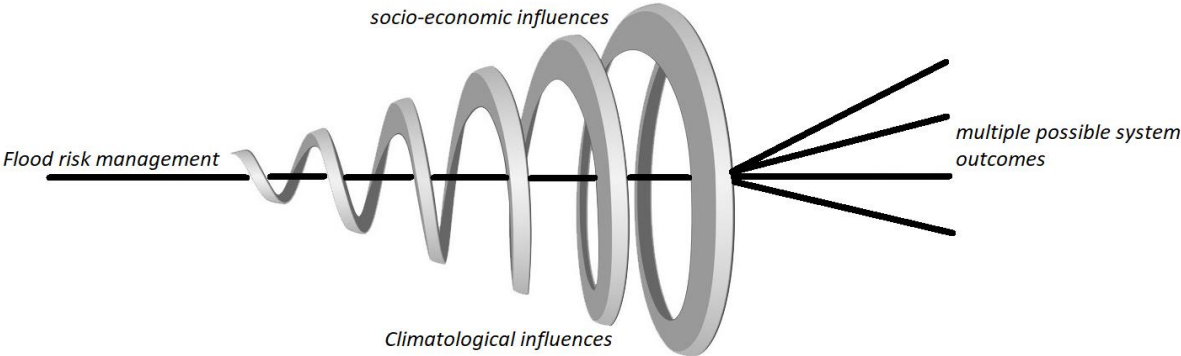


FIGURE 7: EXTERNAL SYSTEM INFLUENCES THAT AFFECT THE SYSTEM OUTCOME

5.3. Conceptual model

The findings of the theoretical framework are combined and visualised in the conceptual model (figure 8). In the first section of the theoretical framework, institutions are analysed. Institutions form the basis of governance strategies. Flood risk management encompasses governance strategies which are formed through institutions and the interrelation between actors. Institutions are subject to change from different influences. Flood risk management aims to

become resilient in order to deal with changing circumstances. This requires a transition in which the structure and function changes of flood risk management. Complex adaptive system theory emphasis constant change and uncertainty. Through non-linear influences is a system able to coevolve in structure and function. This creates a self-organising system with multiple possible outcomes. A two way interaction between the system and actors is created when flood risk managers try to react to the system. The conceptual model combines flood risk management and complex adaptive system theory. The conceptual model shows the interrelation between flood risk managers and the living environment within a complex adaptive system.

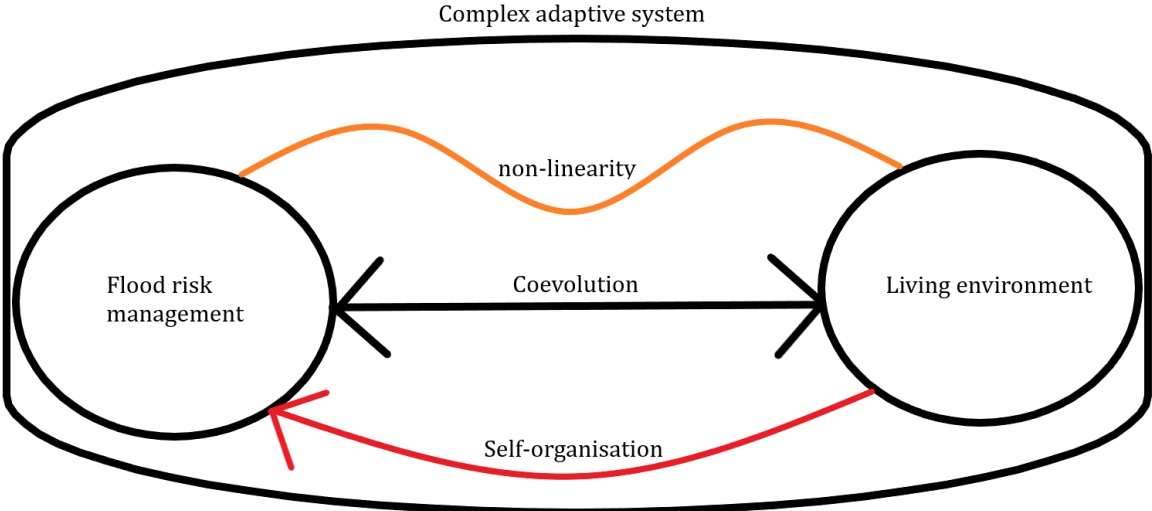


FIGURE 8: CONCEPTUAL MODEL

6. INTERVIEW RESULTS

This chapter presents the results retrieved from the interviews. The results encompass perceived complex adaptive system influence by flood risk managers. Section 6.1. discusses for every actor in this research to what extent non-linear influences and self-organisation is perceived in practice. In addition, it is discussed to what extent the institutions coevolved as a result of complex adaptive system influences. Section 6.2. discusses to what extent the perceived complexity is complementary with theory about transitions and resilience. In addition, a comparison is made between the policy document review and the perceived complexity of flood risk managers in practice. Chapter 7 gives concluding remarks about the relevance of complexity thinking in this research.

6.1. Perceived complex adaptive system influence

This section elaborates to what extent flood risk managers are experiencing influences that are complementary with complex adaptive system theory. For every actor the three main properties of a complex adaptive system are discussed.

6.1.1. Municipality of Leeuwarden

Non-linear influences

In chapter 5, non-linear developments are described as the result of an open system in which not only the internal system influences relationships, but external influences affect the system as well (de Roo, 2018). The municipality of Leeuwarden experiences such contextual interferences to a certain extent. The municipality makes the municipal sewage plans for 4 years. There are several influences that affect the policies of the municipal sewage plan. Interviewee Groen mentions the following about flood risk management of the municipality:

“From the municipal council are political influences, from society are influences when an event happens. Then there are the national political influences which are leading and then there is the climatological influences. Then the environmental act is coming. That also influences water management (...) That makes the work pretty complex.” (interviewee Groen).

The quote from interviewee Groen shows that flood risk management is influenced by multiple large influences from different sectors. Political influences are often taking a lot of time, which makes it possible to anticipate these changes. However, short term processes affect flood risk management as well. An example that interviewee Groen explains is change in heavy rainfalls:

“The heavy rains like for example in Hoogeveen is something we never had here. The story’s do have influence. Those showers can also come here in Leeuwarden. Then we are also dealing with it (...) On that basis we said we should take steps. We have to become greener. Mainly prevention.” (interviewee Groen).

Random events in other places have an effect on the local flood risk management strategies of the municipality. However, change is generally not perceived as sudden within the municipality:

“The complexity is there, but the changes go slowly. We are able to forecast the coming changes in general. Of course we have to deal with the politics that change every four years. Then you have another view on your way of doing things. But it is not that change is happening from today to tomorrow. You will see it coming on the long term.” (interviewee Groen).

It is noticeable that interviewee Groen is explaining how most influences are on the long term and therefore predictable and at the same time explains how policies changed through an

unexpected event elsewhere. The municipality removes a lot of uncertainties by calculating scenarios for the long term. However, the example of heavy rain in the municipality of Hoozevee shows that unknown events that are not calculated in scenarios are still happening. The municipality does not take the chance for possible unknown events into account:

'No, not at this moment. For example a heavy rain of 120 mm might fall. They can also never even happen. In Leeuwarden we did not experience extreme rainfall yet (...) It is then hard to say: let's take precautionary measures for something that might happen. That is not really attractive. Therefore a shower of 60mm is leading. It could be 120mm, then half of Leeuwarden is flooded. You just cannot take that into account.' (interviewee Groen).

Flood risk management in the municipality of Leeuwarden is influenced by local effects outside the system in combination with long term change. The political, societal and economic influences are perceived as predictable due to their slowly changing processes. Climatological events are in general perceived as predictable, but shock events are still happening and changing flood risk policies. If a shock event like a heavy rain would happen now, the municipality is not prepared:

'When a heavy rain hits us then we are not prepared. Our vision is 2030. Maybe then we should adapt to how it goes. It is a lot of work, which is not possible to do in just a few years. Also the finances are not capable of doing it within a year. It is pretty complex to solve it quickly. Then you take out the most urgent problems and hope the heavy rain will not hit us again.' (interviewee groen).

The quotes contradict each other. The municipality perceives the system as predictable, while there are unexpected events that influence policies of the municipality. The complexity on the institutional level is too high to cope with unexpected events quickly. The slow political processes are unable to deal with unexpected changing weather patterns. Interviewee Groen explains that shock events such as heavy rains in Leeuwarden might trigger a need for re-evaluation of the current policies. This shows that there is a lack of ability or awareness for coping with possible unexpected events at this moment.

Self-organisation

Complex adaptive systems can evolve and stabilise itself without external control (Rauws, et al., 2014). Flood risk management however tries to control the system in order to anticipate future uncertainty (Haasnoot, et al., 2013). The municipality of Leeuwarden mainly tries to control through anticipating change. The municipal sewage plan is important for creating goals and scenarios to control the system:

'We indeed try to hold the future into account. In our current municipal sewage plan we decided that we want to be climate adaptive in at last 2030. We want to take a shower of 60 millimetre per hour into account.' (interviewee Groen).

By creating measures based on the scenarios, the municipality is according to interviewee Groen going *'step by step'* towards the end goal of being climate adaptive. Although the municipal sewage plan is anticipating the future and therefore trying to control the future, it cannot control all change in the system. A concrete example is mentioned by interviewee Groen:

'I think the living environment is able to change. But that is a process that takes years. An example is the petrification of gardens. There was a period in which everyone petrified there garden, it was practical. However, the people now start to think along, especially when there is water in front of their door. Then it becomes concrete. You slowly see that people then change outside our control. But it is a process of years.' (interviewee Groen).

The example of inhabitants of the municipality of Leeuwarden shows that the system is able to organise itself. The process of petrification happened while the municipality wanted green gardens. The process of petrification caused policies to include subsidies for greening gardens. Society is thus able to organise itself.

Coevolution of institutions

The comparison of flood risk management in the municipality of Leeuwarden with the properties of a complex adaptive system show that a self-organising system and non-linear influences trigger changes in policies. However, the policies remain mainly based on the existing command-and-control system. The confidence in controlling uncertainties is still present within the municipality, even while the municipality experienced unexpected heavy rainfall in another municipality. Interviewee Groen explained that it is too complex to change in a sudden when a shock event happens. The inability to change on the institutional level is from a historical institutionalist perspective explainable due to path-dependency. The current institutional system worked so far, because interviewee Groen explains that the municipality did not experience major water nuisance yet. The system is therefore locked-in within the old system. However, interviewee Groen mentioned that the institutional system is at this moment not capable of dealing with unexpected change. This requires a shock event to change. A shock event like a flood could change the public norms which affect the institutions of the municipality. From a critical political economy perspective, external change through a flood is able to change the institutional level.

The municipality did not experience major system changes yet. This caused the institutional level to remain in the current command-and-control system. However, there are examples of uncertainty in the system which are able to influence the municipality of Leeuwarden.

6.1.2. Province of Friesland

Non-linearity

The Province of Friesland also experiences influences on the institutional system. The province experiences change in policy through sudden events:

'Mainly incidents are important. They create awareness. They have a large influence. Just like the drought last year. That creates a lot.' (interviewee van Buren).

The drought creates awareness in the provincial council which then influences policies to change. Although droughts are unexpected events just like a heavy rain, it is part of a larger climatological change on the long term. *'you can steer a bit, but we are talking about decennia'* (interviewee van Buren). The province anticipates to a certain extent through scenarios for long term change:

'Through scenario thinking we research certain causes and effects. For example we performed a study in salinization of the ground. We calculated groundwater flows in this and what happens with subsidence. It removes uncertainties, we can build on that. Through researching you anticipate the changes that are yet to come.' (interviewee van Buren).

Risks are visible by calculating cause-effect-relationships. Scenarios build on this to tackle unexpected change. However, short term change is harder to control:

'Where it goes wrong is that many other processes are way faster than a water manager can control. An example is Heerenveen. They build milk factories there. That goes fast with other dynamics. They need a lot of water and are on the edge of low laying grounds. You want to be there, but you do not control it. We cannot influence those processes. In the northwest we had a salt extraction site. That created subsidence. In hindsight we should not have done that.' (interviewee van Buren).

The milk factories are an example of fast processes that happen outside the control of flood risk managers. Flood risk managers of the Province of Friesland cannot control such fast unexpected change. The allocation of new milk factories is influenced by multiple influences such as economical changes and societal interests. These processes together make these developments uncertain. Climatological changes are to a certain extent predictable through calculations. However, shock events like droughts and heavy rains happen and influence policies.

Self-organisation

The previous shown example of interviewee van Buren about the development of milk factories shows that there can be rapid developments within the system, influenced by external factors. The rapid developments are for flood risk managers self-organising, because they cannot influence or anticipate those developments. The province of Friesland is not able to fully control desired outcomes. The province of Friesland experiences similar difficulties with regards to self-organisation as the municipality of Leeuwarden. Interviewee van Buren explains the following example of self-organisation:

'As a governmental organisation you can steer a bit. When society moves towards a certain direction, then you have to perceive it as pushing a container ship towards a certain direction. You cannot steer really fast. You do not have much influence. When you are building a pumping station, that takes years. But making sure that houses are built above the storage area is in our water retention policy document, and that is also not adhered to yet. Practice is now by coincidence

helping us. There still should be some extra pushes in the right direction. If it floods, then it probably goes way faster.' (interviewee van Buren).

Developments within the province go faster than the water managers can control. This requires adaptability of institutions in order to react to unexpected changing processes. However, it is according to interviewee van Buren difficult to anticipate for unknown processes and events:

'But to say that it's a tense situation without saying what you are scared of. We cannot take that into account. We actually do not take unknown unknowns into account. Although building above the storage areas gives certain protection.' (Interviewee van Buren).

The awareness is there, but the capability and/or willingness to anticipate for unknown events is limited. The province of Friesland uses public money for ensuring safety against floods. The province cannot motivate investments in preventive measures against unknown events according to interviewee van Buren. They can only react when unknown events take place. The drought of last year are an example of an event that change the public opinion. The public awareness about droughts rose through this event which causes policies to change.

Another example of self-organisation happened in from the 1960's onwards in the province of Friesland:

'In the past, nobody was crazy enough to build in low laying areas. From the 60's and 70's onwards this starts to happen, because there was less money. From the 90's onward you see an economic boom in the Netherlands. Then you get the living near water trend near the water storage areas. From there you see the trend starting in Friesland and Leeuwarden.' (interviewee van Buren).

Flood risk policies mainly focussed on avoiding flood prone areas in the time that society was relatively poor. However, when society became wealthier, the policy shifted towards integration of water buffers with living areas. This evolution in policy was a reaction on an evolving trend. It would not have been possible to integrate living areas with water retention areas in the 1960's, because society was not able and willing to pay for it.

Coevolution of institutions

The unexpected influences such as droughts and self-organising influences such as the development of milk factories influence the policies of the Province of Friesland. From a cultural institutionalist perspective did the public norms change and push the flood risk managers to include additional policies for dealing with droughts. The Province of Friesland is experiencing shock events that influence the current institutional system. Interviewee van Buren explained that incidents such as floods and droughts create awareness. These incidents are able to let the current institutional system evolve to a new state. However, at this moment the urge to control unknown events still dominates because of a lack of ability to anticipate these events.

6.1.3. Rijkswaterstaat/national government

Non-linearity

Interviewee Leendertse experiences a constantly changing world triggered by events outside the system of Rijkswaterstaat:

'Relationships alter and new relationships are made. Actors split in a sudden. Then you see the system change. That is being caused by something from the outside. It is because actors outside the system want to push the system in a certain direction. That is being caused by events, a disaster or a crisis.' (interviewee Leendertse).

The changing relationships between actors are a result of non-linear influences from outside the system. Interviewee Leendertse explains how Rijkswaterstaat is dealing with these non-linear changes:

'You have to be careful for taking decisions on the long term. You have to go back to the minimum decision you have to take. Test that for robustness. Keep options open. When we monitor, we have the tendency to monitor the decision, but we should monitor the changing world. That is more important. We do not monitor that.' (interviewee Leendertse).

Rijkswaterstaat mainly focusses on monitoring the development of their decisions instead of the changing world.

Self-organisation

Rijkswaterstaat is being influenced by a changing government. Interviewee Leendertse explains a change on the political level:

'What you saw with the last elections is that area development an infrastructure were separated into two departments. That is a political setting. Relationships alter and new relationships are made. Actors split in a sudden. Then you see the system change. That is being caused by something from the outside. It is because actors outside the system want to push the system in a certain direction. That is being caused by events, a disaster or a crisis.' (interviewee Leendertse).

The national government changed as a response to influential actors or events outside the system of Rijkswaterstaat. This change results in a new mix of actors that influence Rijkswaterstaat. This increase in actors make the system more complex, but can also help Rijkswaterstaat to deal with projects with more local knowledge. This is useful to be more adaptive to cope with complex adaptive systems (interviewee Leendertse).

Coevolution of institutions

Rijkswaterstaat is now again experiencing a major change. Interviewee Leendertse explains how Rijkswaterstaat is changing today:

'Rijkswaterstaat is mainly adaptive. You see that they are organisationally easy to change. I have experienced times that there were 15000 people working while there are now only a view thousands. Clearly that is possible in 10 years.' (interviewee Leendertse).

The main reason interviewee Leenderste mentions that explains this major change in a relative short time is the focus on processes. Rijkswaterstaat mainly focusses on processes instead of the organisation (interviewee Leendertse). An example that pushes Rijkswaterstaat to change is the rising discourse of new public management (interviewee Leendertse). New public management

encompasses the outsourcing of knowledge and contracts to market parties (Stoker, 2006). Rijkswaterstaat is flexible in hiring knowledge in order to deal with new projects and problems (interviewee Leendertse). If projects need new expertise about water management, than Rijkswaterstaat can contract market parties. This creates flexibility for the organisation (interviewee Leendertse). However, the organisation itself becomes less robust because a lot of internal knowledge is dispersed. This organisational shift is useful in order to deal with complex adaptive systems. By creating flexibility, Rijkswaterstaat is better able to respond to unexpected changes. However, it also has some disadvantages, because the dispersal of knowledge creates vulnerability. *'you have to hope that you bring in the right knowledge'* (interviewee Leendertse). Rijkswaterstaat shows in this example elements of coevolution, because Rijkswaterstaat changes in reaction to a changing system. Because Rijkswaterstaat changes as an organisation by adding market parties, the system becomes more complex. The relations between actors change as a result of a changing environment. Rijkswaterstaat that operates on a national scale is aware of and experiencing non-linear influences and self-organisation. Rijkswaterstaat adapts as an organisation to these changes which results in coevolving institutions.

6.1.4. Waterboard Fryslân

Non-linearity

The waterboard Fryslân is experiencing uncertainty in the living environment in which they operate. Interviewee Bosma explains the following uncertainties:

'You just know, dig a hole and the layers in the ground such as clay, peat and sand varies every 100 meters already. (...) The substrate is uncertain. The topsoil is uncertain.' (interviewee Bosma).

The quote of interviewee Bosma shows that the waterboard Fryslân is experiencing uncertainties. However, uncertainty in ground profiles is mainly caused by a lack of new drill locations and data because it is too expensive. The cause for uncertainty is in this case clear. The waterboard Fryslân also experience unknown unknowns:

'Wilnis is a good example of an indirect cause. There was a flood there. That's where the awareness came from. In a sudden budgets became available. (...) Now we have two years of drought. In a sudden our defences start to leak more than average. (...) this forces us to redesign the designs.' (Interviewee Bosma).

Interviewee Bosma explains that events that occur outside Friesland or outside the control of the waterboard Fryslân do influence their policies and designs. While the Waterboard of Friesland did not experience any significant flood in their area of operation, they still got budgets for new standards of their flood defences. The example shows that unexpected events are influencing institutions.

The waterboard has several ways of dealing with uncertainties. Interviewee Bosma explains that in some projects a learning by doing approach works best: *'we take adjusted measures depending on what we will find'*. (Interviewee Bosma) This approach deals with local uncertainties in projects. It creates robustness by being flexible in the projects. The waterboard also creates robustness by strengthening their water defences: *'Make your design robust because then you get less unexpended causes'* (interviewee Bosma). Interviewee Bosma explains that a robust strategy works only until a certain extent:

'There are a lot of buffers. Taking all risks away is improbable expensive. Then you have to put an additional 2 meter on every flood defence'. (interviewee Bosma)

If there is a situation such as a flood, then there are a lot of buffers that can prevent floods. If the buffers are also full, than teams that deal with calamities deal with the situation as final backup (Interviewee Bosma).

Self-organisation

Self-organisation is present for water managers of the waterboard Fryslân on a higher scale. Interviewee Bosma explains the following:

'How much safety do you want to buy? The Council might say we do not calculate 1 on 10 or 1 on 100 chance for flood. That decision might have costed 50 million euros. You buy yourself for not being in the newspaper. (...) We technicians measure, the council says that is nice but we want it higher or lower.'(Interviewee Bosma).

The action of the waterboard are subject to interferences. The public opinion is influential for the safety level of the water defences. Politics are in this case partially influencing measures and the level of robustness.

Interviewee Bosma also explains that the waterboard Fryslân experiences a two way interaction between the environment and their interference. Interviewee Bosma explains that the Waterboard was searching for space for emergency water storage:

'We have natural areas with flood defences. We said to nature managers that it could flood once in five years. The nature managers agreed if the water is gone in two week. But now they realise that there are vulnerable species and plants. (...) The nature organisation said too fast that we could have it. Now they withdraw and we have to look for storage space elsewhere.' (Interviewee Bosma).

The measure of the usage of natural areas as emergency flood areas was the trigger for natural managers to become aware of the local nature. The measure of the waterboard Fryslân resulted in a reaction of the living environment. This caused the measures of the waterboard Fryslân to alter.

Coevolution of institutions

The waterboard experiences a coevolution of institutions through changing public opinions. Interviewee Bosma explains that the waterboard decides the amount of flood risk measures based on public opinions. If for example floods or droughts happen in the province of Friesland or in another province, then the awareness of the public rises. This indirectly triggers the council to take additional measures. The example of floods in Wilnis shows that unexpected events can trigger change on the institutional level. The awareness of non-linear influences is present, however the ability to anticipate unexpected events is limited.

Previous sections showed an analysis of the extent of the three properties of a complex adaptive system in practice. Table 8 summarises the perceived properties of a complex adaptive system. Section 6.2 compares the perceived complex adaptive system influence with the policy document review of chapter 4 and with the theory on transitions and resilience.

| | Non-linearity | Self-organisation | Coevolution |
|-----------------------------------|--|---|---|
| Municipality of Leeuwarden | 1: Mainly unexpected climatological events in other places that influence policies. 2: long term influences on policy. | Mainly society that changes by itself without control. | Policies are able to evolve quickly after climatological shock events. Policies also change on the long term through societal and political influences. |
| Province of Friesland | 1: Unexpected new development plans influence policy. 2: Climatological events trigger policy change. 3: Long term societal and political influences | Economy and society interact and organise themselves without control. | Policies are able to coevolve after shock events through an increase in awareness. Policies have to evolve in reaction to unexpected events. |
| Rijkswaterstaat | 1: Institutional change which alters the governance arena. 2: Long term societal and economic influences change policies | 1: Mainly institutional change from the government that influences Rijkswaterstaat. 2: Influence of market parties create new system dynamics. | Coevolution of increasing uncertainty and a changing organisation. |
| Waterboard Fryslan | External climatological events influence politics which decide flood defence measures | Decision making is influenced by public opinion. | Coevolution between public opinion and policies |

TABLE 8: THE EXTENT OF PERCIEVED PROPERTIES OF A CAS IN PRACTICE

6.2. Complex adaptive system influence and policy documents

The policy document review shows that all actors aim to become resilient in several decades ranging from the year 2030 to 2050. The transition towards becoming resilient is in all cases in the pre-development phase or the take-off phase. This means that the existing system of policies and measures is still used as a way to become resilient. Practice shows that the contemporary flood risk management strategies of actors that operate in the municipality of Leeuwarden and the province of Friesland are subject to change. The existing system of policies and measures is under pressure through shock events and long term processes. These non-linear influences create a self-organising system that is not fully controllable. This is in contrast with the current command-and-control strategies that are described in the policy documents. The non-linear influences and self-organising processes occur on all levels. The macro-level has global influences upon the meso-level (institutions) in the form of increasing climate change events (van der Brugge, et al., 2005). The micro-level changes through small scale processes such as changing perceptions of local inhabitants (van der Brugge, et al., 2005). Both levels influence the institutional-level, however the institutional-level changes slowly because the institutional level is built upon a matured system (van der Brugge, et al., 2005).

Resilience is a way of coping with unexpected events and changing circumstances. It includes robustness, adaptability and transformability. Robustness is desired for flood prevention and damage reduction to decrease the chance of unexpected events. Adaptability is desired in order to change when unexpected events happen. Transformability is desired in order to shift to a new institutional system that includes the characteristics of resilience. The transition towards becoming resilient is, however, in all cases in the pre-development phase or the take-off phase. This means that the transition has just started or has not started yet. In addition, the actors all aim for engineering resilience and ecological resilience, which both focus on robustness as a means to cope with floods. The non-linear influences and the self-organising processes show that robustness only is not enough to cope with unexpected events on multiple scales, especially when future climate change is taken into consideration.

The policy documents thus mainly show strategies to control and prevent floods. None of the policy documents aim to become evolutionary resilient, which means that fundamental uncertainty is taken into account. Fundamental uncertainty is however seen on multiple scales. The perceived influence of complex adaptive systems is not in line with the policy documents. The policy documents mainly focus on being able to predict chances for floods through scenarios and the ability to withstand floods by being robust. Practice shows that non-linear influences are present and that events happen outside the scenarios which influence flood risk management directly or indirectly.

Chapter 7 gives concluding remarks for the relevance of complex adaptive system theory in flood risk management practice. Chapter 7 consists of a conclusion and a discussion about the validity of the research.

7. CONCLUSION AND DISCUSSION

Chapter 7 encompasses a conclusion, a discussion and a reflection on this research. Section 7.1 answers the main question and the sub-questions by combining the literature with practical data. In addition, section 7.1 discusses the impact for planning theory and practice. Section 7.2 discusses the validity of the conclusion.

7.1. Conclusion

The main research question of this research is:

How and to what extent do flood risk managers take uncertainty of a coevolving system into account and which lessons can be drawn for the applicability of complex adaptive system theory?

This research question is answered by researching the following sub-questions:

1. How can flood risk management be conceptualised?
2. To what extent do relevant policy documents take uncertainty into account?
3. How can complex adaptive systems be conceptualised?
4. How is flood risk management being applied in practice in Leeuwarden?
5. Which lessons can be drawn from practice for complex adaptive system theory?

Flood risk managers in Leeuwarden have not experienced major floods or problems so far. Although flood risk managers in Leeuwarden did not experience floods in their own environment so far, they do anticipate for possible pluvial and fluvial floods. Flood risk management aims to reduce the chance of possible floods and water nuisance and therefore tries to anticipate the future through policies. Different actors that operate within the municipality of Leeuwarden try to anticipate and react on floods by becoming resilient. Becoming resilient encompasses the ability to be robust, adaptive and transformative towards flood events. The strategies to become resilient require a transition in which the structure and function of the current flood risk management strategies change.

The policy document review gave an overview of existing policies and transitions towards becoming resilience. The policy document review showed that all actors aim to become resilient in their policy documents. The municipality and Rijkswaterstaat focusses mainly on becoming engineering resilient. This encompasses robustness and the ability to withstand a flood. The province of Friesland and the Waterboard Fryslân focussed mainly on becoming ecological resilient. This form of resilience encompasses the ability to absorb and recover from a flood. The emphasis is also mainly on being robust against floods. All actors thus mainly focus on robustness against floods. The trajectory to become resilient ranges between 15 and 30 years. This relatively long time span shows that the actors are in a long term transition towards reaching their aimed goals. The transition towards becoming resilient is in all cases in the pre-development phase or the take-off phase, because contemporary flood risk management is still mainly depending on the old command-and-control system. This shows that the transition did not start yet or has just started. This shows that the confidence in control is still dominant in the policies, because the command-and-control system remains present. The policy documents give little attention to uncertainties.

Interviews with flood risk managers in practice show in contrast with the policy documents that there is uncertainty present. The uncertainty of the world in which flood risk managers operate is viewed from a complex adaptive system perspective. Complex adaptive systems are non-linear systems that evolve over time and organise themselves. A complex adaptive system features three main characteristics in theory. Non-linearity is a characteristic of a complex

adaptive system that emphasises external interferences with indirect cause and effect relationships as a trigger for change. This external influence creates change within the boundaries of a system and therefore creates self-organisation. Self-organisation is the second characteristic of a complex adaptive system. This characteristic emphasises a changing system outside the control of in this case flood risk managers. The third characteristic is coevolution. When a system coevolves, it means that the system changes in structure and function. This change is triggered by a two way interaction between system and actors.

Interviews showed that flood risk managers in practice do experience influences that are complementary with complex adaptive system theory. This is in contrast with the current command-and-control strategies that emphasise certainty which are present in the policy documents. Flood risk managers experience non-linear interferences from different sectors. These non-linear influences create a self-organising system that is not fully controllable. All interviewed flood risk managers experience influences from unexpected climatological events such as floods and / or droughts. The climatological events create political repercussions through awareness. After a flood or drought occurred, the public becomes aware of climate change and the vulnerability of the system. This causes flood risk managers to re-evaluate their current measures. Flood risk managers also experience economic and societal influences on flood risk management. Some new developments trigger policies to be adjusted in reaction to the development. Flood risk managers acknowledged that not all influences and events can be controlled. The non-linear influences create a self-organising system which make the policies coevolve with the changing influences.

Lessons for the applicability for complex adaptive system theory and lessons for planning practice can be drawn from the gap between the perceived complex adaptive system influence in practice and the policy documents.

Lessons for planning theory and practice

While the policy documents mainly focus on controlling climatological uncertainty, practice shows that there is uncertainty present in several sectors which cannot be controlled. The actors are in the current flood risk management mainly emphasising control of uncertainties through scenarios and calculations. This does remove uncertainties to a certain extent. However, climate change is becoming increasingly present which adds more uncertainties for flood risk managers. The use of complex adaptive system theory can motivate actors in this case to become evolutionary resilient for unexpected events. This means that actors are able to adapt and transform after floods instead of only trying to prevent this. This requires a shift perspective from fighting against water towards accepting uncertainty and trying to adapt to it. This means that the institutional level will have to transform and adapt to complex adaptive systems.

In planning theory, several scholars emphasise learning by doing approaches and adaptive management approaches to deal with complex adaptive systems. However, this case study showed that calculating scenarios in practice already removes a lot of uncertainties. Planners are able to cope with some uncertainty. Mainly unknown unknowns in several sectors remain at this moment. The question is whether you can anticipate these unknown unknowns? In practice it seems at this moment more feasible to have emergency services ready for fundamental uncertain events. However, it is important to realise that there can be unexpected events and floods. Practice now shows that actors perceive adhering to the scenarios as being safe. This false sense of safety can be dangerous if, as seen in the case of the province of Friesland, people do not know what to do when there is a large flood. It is therefore useful for planning practice to incorporate strategies which take uncertainties into account and are feasible to use.

The data from the interviews shows that transitions towards becoming resilient are in the pre-development phase and take-off phase because actors did not experience water nuisance in their own operational environment. The interviewees argued that shock events increase awareness and can push a transition. Complex adaptive system theory is relevant for creating awareness of uncertainties and uncontrollable change. In addition, complex adaptive system theory gives insights into the changing nature of the system. This awareness can stimulate actors to accelerate the transition towards becoming more evolutionary resilience. This transition is necessary because of increasing climate change influences. The awareness of a coevolving environment can be a trigger on the long term too invest more in a transition towards evolutionary resilience.

Practice shows that some aspects of a system are able to be controlled by flood risk managers. Flood risk managers still have strategies to anticipate the future and should keep using these tools to get general ideas about the future. However, a complex adaptive system perspective is useful to incorporate transformative behaviour of a system into the policies and strategies of flood risk managers. The incorporation of a complex adaptive system perspective is able to decrease the dependence on command-and-control measures. This will increase the awareness and adaptability towards uncertain events.

7.2. Discussion

This research is performed in the case study of Leeuwarden. The case study was deliberately chosen to draw lessons for complex adaptive system theory on a regional scale. However, during the research the boundaries of the municipality of Leeuwarden became less evident. This is because of the interrelatedness of actors and events on multiple scales. In the case of Rijkswaterstaat it is therefore difficult to say how they influence flood risk management in Leeuwarden directly. In addition, the relatedness of actors made it difficult to set a boundary on a case. There are many actors interrelated with each other indirectly. To get concrete results, a limited number of actors is involved in the case study. However, the limited number of actors reduces the generalisability of this case study. Flood risk management draws in this case to a certain extent lessons for complex adaptive system theory, but this does not mean that these lessons apply in every municipality. There is further research required on multiple scales to generalise this case study.

The usage of semi-structured interviews was a valuable source of information for this research. However, not all relevant actor for this case study were able to do an interview. The national government was in this case not able to do an interview. The relative low amount of interviews decreases the amount of information. The willingness of candidates for interviews was difficult in the process of writing this research. The main focus was on working in a structure by first writing a pre-proposal, the introduction, a theoretical framework and the methodology. This has cost a lot of time and left less time for the results. Before this research the expectation was that arranging interviews was easily done, however the willingness and lack of time of respondents was a problem. This created a difficult process of analysing the data.

Another point of consideration is the policy document research. The goal was in the first instance to research the policy documents of relevant actors. When the research was performed, it was difficult to set boundaries in the policy documents. There are a lot of policies document that indirectly influence flood risk management in Leeuwarden. However, not all documents are relevant. Therefore, the focus was on policy documents made by the actors in this case that directly influence flood risk management in Leeuwarden and Friesland.

BIBLIOGRAPHY

- Baty, M. & Marshall, S., 2012. The origins of complexity theory in cities and planning. In: J. Portugali, H. Meyer, E. Stolk & E. Tan, eds. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age: An overview with implications to urban planning and design*. s.l.:Springer, pp. 21-45.
- Binmore, K., 2010. Game theory and institutions. *Journal of Comparative Economics*, 38(3), pp. 245-252.
- Chaffin, B. C. & Gunderson, L. H., 2016. Emergence, institutionalization and renewal: Rhythms of adaptive governance in complex social-ecological systems. *Journal of environmental management*, Volume 165, pp. 81-87.
- Clifford, N., Cope, M., Gillespie, T. & French, S., 2016. *Key methods in geography*. 3th ed. London: Sage publications Ltd.
- Davoudi, S., 2012. Resilience: a bridging concept or a dead end?. *Planning theory and practice*, 13(2), pp. 299-307.
- de Roo, G., 2007. Understanding Fuzziness in Planning. In: G. d. Roo & G. Porter, eds. *Fuzzy Planning - The role of actors in a fuzzy governance environment*. Aldershot: Ashgate, pp. 115-130.
- de Roo, G., 2010. Being or Becoming? That is the question! Confronting Complexity with Contemporary Planning Theory. In: E. A. Silva & G. d. Roo, eds. *A Planner's Encounter with Complexity*. Groningen: Ashgate, pp. 19-40.
- de Roo, G., 2010. Planning and complexity: an introduction. In: *A planner's encounter with complexity*. Farnham: Ashgate.
- de Roo, G., 2018. Ordering principles in a dynamic world of change - on social complexity, transformation and the conditions for balancing purposeful interventions and spontaneous change. *Progress in planning*, Volume 125, pp. 1-32.
- de Roo, G. & Rauws, W., 2012. Positioning planning in the world of order, chaos and complexity: On perspectives, behavior and interventions in a non-linear environment. In: J. Portugali, H. Meyer, E. Stolk & E. Tan, eds. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Berlin: Springer, pp. 207-220.
- Duit, A. & Galaz, V., 2008. Governance and complexity - emerging issues for governance theory. *governance: an international journal of policy, administration, and institutions*, 21(3), pp. 311-335.
- Geodesk, 2018. *Hoogtekaart van Nederland*. [Online]
Available at: <http://www.geo-informatie.nl/geodesk/hgt-300dpi.pdf>
[Accessed 31 Januari 2019].
- Geo-loket, 2011. *Gemiddelde hoogte in N.A.P. van de belangrijkste gemeenten*. [Online]
Available at: <https://www.allesopeenrij.nl/kennis/verkeer-ruimte/gemiddelde-hoogte-in-n-a-p-van-de-belangrijkste-gemeenten/>
[Accessed 31 Januari 2019].
- González, S. & Healey, P., 2005. A sociological institutionalist approach to the study of innovation in governance capacity. *urban Studies*, 42(11), pp. 2055-2069.

- Haasnoot, M., Kwakkel, J. H., Walker, W. E. & Maat, J. t., 2013. Dynamic adaptive policy pathways: a method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world. *Global Environmental Change*, Volume 23, pp. 485-498.
- Hegger, D. L. et al., 2014. Assessing stability and dynamics in flood risk governance: an empirically illustrated research approach. *Water resource management*, Volume 28, pp. 4127-4142.
- Helmke, G. & Levitsky, S., 2004. Informal institutions and comparative politics: a research agenda. *Perspectives on Politics*, 2(4), pp. 725-734.
- Huitema, D., Lebel, L. & Meijerink, S., 2011. The strategies of policyentrepreneurs in water transitions around the world. *Water Policy*, pp. 717-733.
- Huitema, D. et al., 2009. Adaptive Water Governance: Assessing the Institutional Prescriptions of Adaptive (Co-)Management from a Governance Perspective and Defining a Research Agenda. *Ecology and Society*, 14(1).
- Janssen-Jansen, L. & Karnenbeek, L. v., 2018. Playing by the rules? Analysing incremental urban developments. *Land Use Policy*, Volume 72, pp. 402-409.
- KNMI, 2018. *65 jaar na de watersnoodramp*. [Online]
Available at: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/65-jaar-na-de-watersnoodramp>
[Accessed 17 januari 2019].
- Lansing, J. S., 2003. Complex adaptive systems. *Annual review of anthropology*, Volume 32, pp. 183-204.
- Leusink, E. & ter Horst, R., 2018. *GRP 2019-2022 Gemeente Leeuwarden*, Leeuwarden: Sweco.
- Loorbach, D., 2010. Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance*, 23(1), pp. 161-183.
- Mesík, J., 2011. Energy and climate change. *International issues & slovak foreign policy affairs*, 20(1), pp. 3-21.
- Moroni, S., 2015. Complexity and the inherent limits of explanation and prediction: Urban codes for self-organising cities. *Planning Theory*, 14(3), pp. 248-267.
- Morrison, A., Westbrook, C. & Noble, B., 2017. A review of the flood risk management governance and resilience literature. *Journal of flood risk management*, 11(3), pp. 291-304.
- North, d. C., 1991. Institutions. *Journal of Economic perspectives*, 5(1), pp. 97-112.
- North, D. C., 1992. Institutions and Economic theory. *The American Economist*, 36(1), pp. 3-6.
- Planbureau voor de leefomgeving, 2008. *Correctie formulering over overstromingsrisico Nederland in IPCC-rapport*. [Online]
Available at: <https://www.pbl.nl/dossiers/klimaatverandering/content/correctie-formulering-over-overstromomgsrisico>
[Accessed 22 April 2019].
- Pols, L., Kronberger, P., Pieterse, N. & Tennekes, J., 2007. *Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave*, Den Haag: Ruimtelijk planbureau.
- Provincie Friesland, 2016. *Vierde Waterhuishoudingsplan*, Leeuwarden: Provincie Friesland.

- Punch, K. F., 2014. *Introduction to social research: Quantitative and Qualitative approaches*. 3th ed. London: Sage publications LTD.
- Rauws, W., Cook, M. & Dijk, T. v., 2014. How to make development plans suitable for volatile contexts. *Planning Practice and Research*, 29(2), pp. 133-151.
- Restemeyer, B., van den Brink, M. & Woltjer, J., 2017. Between adaptability and the urge to control: making long-term water policies in the Netherlands. *Journal of environmental planning and management*, 60(5), pp. 920-940.
- Rhodes, R., 2007. Understanding governance: ten years on.. *Organization Studies*, Volume 28, pp. 1243-1264.
- Rijksoverheid, 2016. *Nationaal Waterplan 2016-2021*, Den Haag: Rijksoverheid.
- Roovers, G. & Buuren, M. v., 2016. Stakeholder participation in long term planning of water infrastructure. *Infrastructure complexity*, 3(1), pp. 1-13.
- Salet, W., 2018. Five Paradigms of institutional Planning. In: *Public Norms and Aspirations*. New York: Taylor & Francis Group, pp. 93-132.
- Schmitt, P. & Wiechmann, T., 2018. Unpacking spatial planning as the governance of place. *disP - The Planning Review*, Volume 54, pp. 21-33.
- Schoeman, J., Allen, C. & Finlayson, M., 2014. a new paradigm for water? A comparative review of integrated, adaptive and ecosystem based water management. *International journal of water resources development*, 30(3), pp. 377-390.
- Sorensen, A., 2015. Taking path dependence seriously: an historical institutionalist research agenda in planning history. *Planning Perspectives*, 30(1), pp. 17-38.
- Spaans, M. & Waterhout, B., 2017. Building up resilience in cities worldwide – Rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme. *Cities*, Volume 61, pp. 109-116.
- Startupjuncture, 2016. *Leeuwarden wants to become the European capital of water technology*. [Online]
Available at: <https://startupjuncture.com/2016/03/01/leeuwarden-wants-to-become-the-european-capital-of-water-technology/>
[Accessed 31 Januari 2019].
- Stoker, G., 2000. Urban Political Science and the Challenge of Urban Governance. In: J. Pierre, ed. *Debating governance. Authority, Steering, and Democracy*. Oxford: University Press, pp. 91-109.
- Stoker, G., 2006. Public value management: a new narrative for networked governance?. *The American review of public administration*, 36(1), pp. 41-57.
- The Northern Times, 2018. *More flash flood protection in Leeuwarden?*. [Online]
Available at: <https://northerntimes.nl/more-flash-flood-protection-in-leeuwarden/>
[Accessed 17 Januari 2019].
- van Buuren, A. et al., 2013. Towards adaptive spatial planning for climate change: balancing between robustness and flexibility. *Journal for european environmental and planning law*, 10(1), pp. 29-53.

van Buuren, A. et al., 2015. Implementation arrangements for climate adaptation in the Netherlands: characteristics and underlying mechanisms of adaptive governance. *Ecology and society*, 20(4), pp. 1-14.

van der Brugge, R., Rotmans, J. & Loorbach, D., 2005. The transition in Dutch water management.. *Regional Environmental Change*, 5(4), pp. 164-176.

Venkatasubramanian, V., Luo, Y. & Zhang, Z., 2019. Control of complex sociotechnical systems: importance of causal models and game theory. *Computers and chemical engineering*, Volume 123, pp. 1-11.

Vis, M., Klijn, F., de Bruijn, K. & van Buuren, M., 2003. Resilience strategies for flood risk management in the Netherlands. *International Journal of river Basin Management*, Volume 1, pp. 33-40.

Wetterskip Fryslân, 2014. *Veiligheidsplan II Eindconcept onderzoeksrapport*, Leeuwarden: Wetterskip Fryslân.

Wetterskip Fryslân, 2016. *Waterbeheersplan 2016-2021*, Leeuwarden: Wetterskip Fryslân.

Wiering, M. & Immink, I., 2006. When water management meets spatial planning: a policy-arrangements perspective. *Environment and Planning C: Government and Policy*, Volume 24, pp. 423-438.

APPENDIX 1: INTERVIEW TRANSCRIPT MUNICIPALITY OF LEEUWARDEN

1. Wat zijn de algemene taken van een waterbeheerder binnen de gemeente?

Wij zijn asset-owner, alles wat met riolering en waterwegen te maken heeft. Wij bepalen het beheer en onderhoud. Wij zijn opdrachtgever voor nieuw beleid. Alles valt onder onze verantwoordelijkheid daarin. Riolering, het gemeentelijke riolerings plan, de uitvoering daarvan en de verantwoording richting de ingenieursbureau's en opdrachtgevers.

Het gemeentelijk rioleringsplan is een plan dat voor de hele gemeente is. Voor de riolering hebben we basisrioleringsplannen en modellen die we maken. Dat kan af en toe voor Leeuwarden zijn, maar vaak voor deelgebieden die apart genomen worden.

Jullie maken beleid voor verschillende gebieden. Houden jullie voor elk van die gebieden rekening met de toekomst en veranderingen?

Wij proberen inderdaad rekening te houden met de toekomst. In onze huidige GRP is het besluit genomen van de raad om uiterlijk 2030 klimaat adaptief te zijn en rekening te houden met de bui van 60 millimeter in het uur.

Klimaat adaptief betekend dus een bui van 60 millimeter aankunnen?

Ja voor ons is dat inderdaad het besluit geweest. Natuurlijk kan het wel dubbel zoveel zijn in hoeveelheid. Vanuit de scenario's gaan ze er vanuit.

Heeft u een concreet voorbeeld van een manier waarop nu rekening gehouden wordt met toekomstige veranderingen?

Wij hebben natuurlijk in het verleden al overlast locaties gehad. Niet dat wij de extreme buien hadden. Wij hebben wel stevige buien gehad met wateroverlast tot gevolg op sommige locaties. Die locaties hebben wij al aangepakt. Daar is al een regenwater riool of drainagestelsel gekomen. Dus op die manier kijken wij er wel naar. Zo zijn wij ook bezig met de aanleg van nieuwe rioleringen. Misschien moet de buis groter worden. Van buis 8 tot buis 10 bijvoorbeeld. Wij proberen daarin wel op te anticiperen. Buis 10 mag er bijvoorbeeld niet voor zorgen dat er water op straat komt te staan. Dat is volgens de rioolnetnormen een van de regenreeks die we hanteren.

Dat zijn technische maatregelen, hebben jullie ook andere adaptieve maatregelen?

Dat is nu wel meegenomen in onze GRP. Meer kijken naar ander beleid. Circulair etc. Meer groen voor grijs. Meer kijken naar aanleg van bomen. Straten opnieuw aanleggen, meer water creëren. Daar houden wij wel rekening mee.

Daar houden jullie nu rekening mee. Is dat een stap geweest?

Ja dat is een stap van afgelopen jaren dat steeds verder ontwikkeld is.

Is die stap een reactie op concrete gebeurtenissen?

Nee, het is puur de klimaatopgave die we hebben. De hevige buien zoals ze in Hoogeveen zijn bijvoorbeeld hebben we hier nog nooit gehad. De verhalen hebben wel invloed. De buien kunnen hier ook komen gaan, over Leeuwarden heen. Dan hebben wij daar ook mee te maken. Aan de ene kant is het jammer, want dan hebben we geen inzicht in waar de locaties zijn. Wij moeten

het puur van de modellen hebben. Op basis daarvan hebben wij wel gezegd dat wij stappen moeten nemen. We moeten groener. Voornamelijk voorkomen dus.

2. Met welke waterveiligheidsrisico's heeft de gemeente Leeuwarden te maken?

Net is al extreme regenval genoemd. Als de dijken doorbreken hebben we natuurlijk een probleem. Leeuwarden ligt vrij laag. Met extreme regenval wil de boezem het soms ook niet optijd weg kunnen krijgen. Dan komt het water hoger te staan. Dat zijn mogelijk risico's die er zijn. Daar zit wel een hele buffer op. Het is niet dat het bij Dokkum op het randje staat, maar je hebt er wel zeker mee te maken.

In een document van de provincie was berekend wat het ernstigste scenario is. Een deel van Leeuwarden overstroomt dan. Wordt daar rekening mee gehouden?

Nee, als de dijken breken dan is het niet onze verantwoordelijkheid. Dat is voor Rijkswaterstaat en het Wetterskip. In die zin, wij liggen laag maar wij kunnen de bodem niet ophogen. Dan is het de consequenties aanvaarden. De kans is natuurlijk vrij klein, het kan natuurlijk altijd gebeuren. Dan wordt het de veiligheidsplannen uit de kast halen en zorgen dat de mensen een veilig onderkomen hebben.

3. In hoeverre stelt u plannen op voor de toekomst met betrekking tot waterveiligheid?

Dat is dus ons huidige GRP, gemeentelijk rioleringsplan. Daarin staat dat we in 2035 klimaat adaptief willen zijn. Dat is 15 jaar eerder dan dat het landelijk gebeurt. Het is dus een vrij ambitieus plan. Op die basis willen wij wel rekening houden dat we geen schade krijgen. Water mag nooit de woningen instromen. Overlast mag wel, maar schades niet. Natuurlijk kan er ook echt een situatie zijn dat niet te voorkomen is, dan moeten wij het accepteren en de schade uitbetalen. Dat is waarschijnlijk minder geld dan extreme maatregelen nemen.

Hoe betreft u de bevolking hierin?

Een van de opgaven is de klimaatdialogen aangaan. Niet alleen met medewerkers van de gemeente en waterschap, maar ook met bewoners. Je merkt wel dat mensen het wel meer gaan accepteren. Water dat tussen de panden blijft staan bijvoorbeeld. Voor de rest, mensen moeten ook accepteren. We zitten in steenbreek. Die zijn actief bezig om mensen bewust te maken van de problematiek van de neerslag en dat ze zelf ook een verantwoordelijkheid hebben daarin. Momenteel is er een stagiaire die de bewonersparticipatie onderzoekt. Willen mensen hierin mee? Het zal toch wel moeten. Er is dus ook een regeling voor groene tuinen en groene daken. Om mensen bewuster te laten worden van hun eigen verantwoordelijkheid. Het is dus meer dan alleen technische maatregelen. Helemaal in versteende wijken zoals Huizem-West is het echt nodig.

Alle gemeentes in Friesland, provincie en waterschap heeft ook samengewerkt om een klimaatatlas te maken waarin de klimaatopgave staat. Dit varieert van hittestress tot waterstress

4. Hoe houdt u rekening met onzekerheden?

De scenario's zijn hierin leidend. Daarnaast hebben we ook stresstesten gedaan door water op straat. Daarin komen gebieden naar voren waar mogelijk wateroverlast is als er een flinke bui valt. Daar proberen we op te anticiperen. We gaan eerst meer onderzoeken doen de komende twee jaar. Het is een model namelijk. Het is op basis van 2015. Ondertussen zijn er alweer dingen gewijzigd. De riolering is bijvoorbeeld niet meegenomen in de Atlas. Het is wel belangrijk om te weten hoeveel er in het riool gebergt wordt en hoeveel er uit komt. Wij zijn meer onderzoeken aan het doen om te kijken waar de risicogebieden liggen, daar zullen we

maatregelen nemen. We zullen dus steeds meer optrekken met andere afdelingen. Zoals met afdeling Grijs, die over her-straten gaat. Als er een straat uitgaat, dan wordt het riool meteen aangepakt. Dan wordt er rekening met elkaar gehouden. Het cross-sectoraal denken komt hierin terug. Ook bij een sloot, verlaag een randje en het water stroomt zo de sloot in. Die dingen willen we dus wel doen. Die dingen doen we eigenlijk al jaren hoor, maar we zijn er steeds meer mee bezig.

5. Houdt u ook rekening met unknown unknowns? Plant u buiten scenario's om?

Nee, op dit moment niet. Een bui van 120mm kan wel vallen. Ze kunnen ook helemaal nooit vallen. In Leeuwarden hebben we nog geen extreme buien gehad. Wel een van 45mm gehad, maar niet in een uur. Dan is het lastig om te zeggen 'laten we veel maatregelen nemen voor iets dat wellicht kan gebeuren'. Dat is niet heel aantrekkelijk. Daarom is 60mm bui nu leidend, daar houden we rekening mee. Het kan inderdaag 120 zijn, ja dan staat half Leeuwarden onder water. Daar kun je eigenlijk geen rekening mee houden.

Is die logica gebaseerd op een kosten-baten analyse?

Nee, we hebben dat wel voor 60mm gekeken. Hoeveel het gaat kosten. Daar heeft de raad mee ingestemd. Ook wel zijn er raadsleden die zeggen, ja het kost heel veel geld. Er zijn natuurlijk mensen die zeggen dat er nog nooit zo'n bui geweest is. Wij kijken eerst naar de locaties waar we weten waar water op straat staat, zoals Stiens en Grou. Leeuwarden scoort in de klimaatstresstest op dit moment nog prima. Daarvoor moet eerst nader onderzoek komen. Waarom komen bepaalde plekken naar voren. Maar wat ik zei, een bui over Leeuwarden gaat ook niet over heel Leeuwarden vallen, vaak maar een deel ervan. Dan zie je dat in de praktijk haast niet terug op dit moment.

6. Is het huidige beleid in staat om op plotselinge veranderingen te anticiperen?

Je hebt te maken met de gemeente, dat is natuurlijk bureaucratisch. Anticiperen op beleid kan niet van vandaag op morgen. Vaak duurt dat een half jaar tot 10 jaar. Dat kan niet zomaar. Het gemeentelijk rioleringsplan is voor vier jaar vastgesteld. Daarvoor moet de rioleringsheffing hoger.

Om de vier jaar wisselt het gemeentelijk plan, heeft veranderingen binnen de gemeente impact op dit plan?

Ja zeker, het gebeurt wel eens dat de doelen van het plan wisselt door een wisseling in de gemeenteraad. Het kan best zijn dat de plannen van 60mm veranderen in 40mm. Om een voorbeeld te noemen. Een aantal jaar geleden zaten hier mensen die hadden meer zoiets van we gaan woningen niet afkoppelen. Dat geeft teveel risico's op verkeerde aansluitingen. Inmiddels zijn de mensen veranderend en zie je dat de nieuwe mensen de woningen willen afkoppelen. Er is dus wel langzaam aan verandering in het beleid. Dat is in de politiek ook zo, uiteindelijk het besluit wordt daar genomen. Of je 40 miljoen of 80 miljoen nodig hebt, kunnen zij zeggen laten we maar 10 doen.

Maken die kleine onzekerheden in politieke verandering de planning op lange termijn moeilijk?

Nu heb je echt die klimaatopgave die landelijk bij ons is neergelegd. Dat maakt het makkelijk natuurlijk. In de gemeente heb je natuurlijk de politiek. Dat is maar vier jaar. Collegeleden zitten er maar vier jaar. Die willen in die vier jaar termijn scoren. Dat is logisch. Dan is het heel lastig om iets voor de langere termijn beleid vast te leggen. Dat is lastig. De landelijke visie heeft wel echt veel invloed dus.

7. In hoeverre is het watermanagement van de gemeente adaptief?

Tuurlijk als die bui nu valt dan zijn wij niet voorbereid. Onze visie is 2035. Wellicht zou je dan moeten bijstellen hoe het dan gaat. Het is zoveel werk, dat kun je niet binnen een paar jaar doen. Ook de financiën kun je niet binnen een paar jaar doen. Het is behoorlijk complex om dat snel op te lossen. Dan pak je alleen de probleemgevallen er uit. De rest komt later dan en hopen dat die bui niet meer valt. Ja het kan best zijn dat die bui nooit valt.

8. Werkt u samen met andere instanties om onzekerheden te anticiperen?

Ja we werken heel goed samen met het wetterskip Fryslan. We zitten in het Fries bestuur kortwaterketen. Dat is een overkoepelende organisatie. Van daaruit worden projecten getrokken. Van daaruit zitten we ook in regio midden, waarin we met Heerenveen en andere plaatsen wat doen. We zijn bezig met Heerenveen en Smallerland op bedrijventerreinen. Er komt een revitaliseringsfonds. Daarin kijken we of we met klimaatadaptie aan de slag kunnen. Wellicht bedrijventerreinen zo aanpakken dat ze klimaat adaptief worden. De samenwerking maakt het sowieso makkelijker om zo'n complex vraagstuk aan te pakken. Helemaal de samenwerking met het waterschap, want het water moet wel weg kunnen en daar is het waterschap verantwoordelijk voor. Die zorgen ervoor dat het diep en breed genoeg is en dat de afvoer adequaat is.

9. Wordt het waterbeheer van de gemeente beïnvloedt door externe invloeden zoals overstromingen, buien, maatschappelijke invloeden of politieke invloeden?

Het wordt natuurlijk door buien elders beïnvloed. Dat heeft ook voor de 60mm norm gezorgd. Het word zeker beïnvloed door maatschappelijke invloeden. Ook wordt het beïnvloed door de aanwezige context in de wijken, zoals een verzorgingstehuis, hoofdwegenstructuren. Als je dat bereikbaar wil houden dan moet je daar naar kijken. Vanuit het gemeentehuis zijn politieke invloeden, vanuit de maatschappij komen invloeden als er iets gebeurt. Dan zijn er de landelijke politieke invloeden die leidend zijn en de klimatologische invloeden. Dan de omgevingswet die er aan zit te komen. Dat heeft ook invloed op het waterbeheer. Wat vinden mensen zelf van het waterbeheer. Wij willen meer van buiten naar binnen werken. Dan moeten mensen zelf aangeven hoe zij het zien. Dat zijn allemaal invloeden die meespelen. Dat maakt het werk behoorlijk complex.

10. In hoeverre wordt er geanticipeerd of gereageerd op deze invloeden?

De klimatologische invloeden wordt op geanticipeerd door de scenario's. Op nieuwe ontwikkeling anticiperen we. We zien eigenlijk al een nieuwe ontwikkeling voorbij komen, daar anticiperen en reageren wij op. Omgevingswet dat komt nog, maar daar zijn wij al mee bezig. Hoe gaan we daar in de toekomst mee om. Invloeden van het waterschap zijn er ook. Wij proberen het zoveel mogelijk, maar we moeten het wel zien aankomen.

11. In hoeverre bent u als waterbeheerder in staat om controle te hebben over de genoemde veranderingen?

Dat is een zekere mate natuurlijk. De verandering in het klimaat hebben wij totaal geen invloed op. Alleen door te anticiperen krijgen wij meer invloed, dat wel. Ik adviseer richting de raad. Daar heb ik invloed op. De raad neemt wel dingen van de medewerkers aan. Binnen de afdelingen geven we adviezen. Er zit dus wel een mate van invloed op. Maatschappelijke invloeden zijn wel lastig om invloed op te hebben. Wij proberen met dingen zoals steenbreek

invloed te krijgen richting de mensen. Bedrijven hebben wij ook contacten mee om bedrijventerreinen te veranderen. Bedrijven komen bij ons binnen en dan vervolgens adviseren wij ze.

12. Zijn er in het verleden invloeden aanwezig geweest die het water in functie veranderd heeft?

Vroeger hadden wij alleen de technische maatregelen. Nu kijken wij wat verder naar groen maatregelen. Vroeger was puur we zetten rioleringen in de grond, die moeten vervangen worden. Tegenwoordig moeten we toch rekening houden met van allen en nog wat. Niet alleen het klimaat, het verkeer, assetmanagement. Risico gestuurd is ook belangrijk, we gaan niet alles zomaar vervangen. De publiekswaarde in de binnenstad ook. Er zijn dus veel dingen waar je nu rekening moet houden. Vroeger moest de overstort dicht, want dat was slecht voor het oppervlaktewater. Tegenwoordig gaan we meer denken dat het wel weer kan. Dan kunnen we weer snel het water kwijt en hebben wij minder water op straat.

13. Zag u die veranderingen aankomen?

De klimaatverandering zie je wel aankomen. De omslag in denken is iets dat langzaam gebeurt. Het is zowel gebeurd door interne als externe invloeden. Tuurlijk hoe burgers reageren heeft invloed natuurlijk of bedrijven. Zelf ook, wij hebben te maken met geld van de bewoners. Wij moeten er dus zorgvuldig mee omgaan. Dat geeft ons ook een andere manier van denken.

14. Is er sprake van zelforganisatie van de leefomgeving?

Ik denk wel dat de leefomgeving in staat is om te veranderen. Maar dat is ene proces van jaren. Als wij kijken naar het verstenen van tuinen. Er was een periode waarin iedereen het verhard, het is heel praktisch. Maar nu beginnen mensen toch wat mee na te denken, vooral als het ook voor hun deur staat, het water. Dan wordt het heel concreet. Dan worden ze er mee geconfronteerd. Langzaam zie je wel dat mensen veranderen buiten onze controle om. Maar dat is ene proces van jaren. Je zult ook altijd mensen houden die er niks van aantrekken. Maar het grote deel gaat wel mee hierin.

15. Hoe gaat u hiermee om?

Anticiperen is wat we vooral doen. En goed beantwoorden en argumenteren. Soms valt er ook niks aan te doen. Het rioleringsplan zit ook een back up plan in om te reageren voor bewoners.

16. In hoeverre is de leefomgeving te complex?

Kijk naar Huizem-West. Dat is een hele lastige wijk om maatregelen te nemen. Smalle straten, voordeur tot aan de straat. Mensen hebben weinig tuinen. Wat wil je daar doen? dat zijn lastige opgaves. Je gaat eigenlijk pas bezig als de riolering vervangen moet worden. Dat is de meest efficiënte manier. Ligt er nieuwe riolering in zo'n wijk dan moet je al van verder weg komen voor een afkoppel maatregel. Dan moeten er veel straten open. Daar moeten wij juist meer richting de mensen gaan om maatregelen te implementeren. Of de straat wat verdiept aanleggen. Bij nieuwbouw wijken is het makkelijker. Maar ook daar heb je invloeden van exploitanten die invloed hebben op het besluit.

De complexiteit is dus zeker aanwezig en in kleine stappen gaan we richting het einddoel. Gelukkig als je de klimaatstresstest ziet zijn er weinig problemen te zien in Leeuwarden. Dat is prettig. Wij hebben een robuust stelsel van vroeger. Dat geeft voordeel.

17. Zijn wij onderdeel van het complex adaptieve systeem?

De complexiteit is aanwezig, maar de veranderingen gaan langzaam. Wij zien de veranderingen over het algemeen wel aankomen. Natuurlijk hebben wij te maken met de politiek dat om de vier jaar wisselt. Dan heb je een andere kijk op de aanpak. Maar het is niet zo dat dat van vandaag op morgen is. Je ziet het wel echt aankomen op de lange termijn.

APPENDIX 2: INTERVIEW TRANSCRIPT PROVINCE OF FRIESLAND

Kunnen wij als watermanagers echt goed anticiperen op de veranderingen die komen gaan?

Het is reageren op wat wij zien aankomen. Het is dus wel anticiperen te noemen. Wat gebruikelijk is.. processen duren lang. Een van de bekendste gemalen in Friesland is het Gewoude gemaal. Het is een stoomgemaal dat in 1918 er is neergezet. Ze hebben er 50 jaar over gepraat om het gemaal te bouwen. Toen het gemaal werd gebouwd was het besef er al dat het gemaal te klein was. Toen is er weer 50 jaar gepraat en toen werd in 1967 of 76 het Hoogland gemaal neergezet. Maar dat zijn de termijnen waarop er in het waterbeheer gekeken wordt. Er wordt niet gekeken van we moeten nu iets doen en nu actie. Je kijkt dus al ver vooruit. Ik heb hier een aantal papieren meegenomen. Dit is een studie van 50 jaar terug. Daarin werd gekeken we hebben klimaatverandering en zeespiegelstijging. Nou is het voor politici lastig om heel ver vooruit te kijken. Die willen in 4 jaar wat bereiken. We zaten toen rond 2000. Er is gekeken naar 2015, 2030, 2050 en 2100. Zo ga je er dan mee om. In het Deltaprogramma gebeurt hetzelfde. Je hebt scenario's over klimaatverandering en zeespiegelstijging zoals warm en koud. Dan kijk je ver vooruit. In dit geval kom dit op ons af. Als wij binnen onze normen willen blijven moeten wij die en die maatregelen nemen. Dat zijn maatregelen die tussen nu en 2030 genomen worden.

Die maatregelen passen zich aan de scenario's aan?

Wat je hebt doorgerekend op basis van dit klimaatscenario. Op basis van dit klimaatscenario zou ik dit gereduceerd moeten hebben in 2030 om niet achteruit te zijn gegaan. Als je dan kijkt naar 1998, toen was er hoogwater in de boezemsystemen. Dat heeft zeker wat losgemaakt in Friesland, maar ook in Groningen waar bijna het ziekenhuis onder water stond. Daar is eigenlijk het waterbeheer de 21^e eeuw uit voortgevloeid. Dat wil meer aansluiten bij natuurlijke processen. Dus niet alleen technische maatregelen te gebruiken, maar ook de natuur en de ruimte te benutten. Dat zat hier ook al in door een mix van maatregelen te kiezen. Uiteindelijk in de praktijk ga je eerst het gemaal in zetten. Dan ga je meer vasthouden en dan bergen. In de praktijk werkt vasthouden, bergen, afvoeren andersom. In het ontwerp is het andersom. In de praktijk ga je zoveel mogelijk afvoeren, tot je niet meer kan. Voor je ontwerp ga je eerst kijken wat je maximaal kan vasthouden. Wat niet lukt, dat gaat via de gemalen.

Daar zijn afspraken gemaakt over hoeveel waterbergingsgebieden moeten er komen. Gaan we de boezem uitbreiden. Alle waterafvoer en berging is al boezem in Friesland. Dat is een heel groot stelsel. Dan heb je gemalen die malen op de boezem. Dan heb je de hogere zandgronden die stromen naar Friesland. Die boezem is heel groot, die mag wat in waterstand omhoog gaan. Er is dus een buffer. Bij Harlingen kan het water er uit en richting het Lauwersmeer. Bij de zuidkant gaat het met grote gemalen. Het Woudegemaal is als back-up aangezien het veel werk kost. Die is voor de zeer extreme situaties. Dan is het niet efficiënt om hele dure kunstwerken te hebben voor situaties waar je het heel weinig gebruikt. Het meeste water kan nu nog via het Lauwersmeer weggepompt worden.

Er zijn op dit moment dus niet hele grote problemen?

Het is een heel geleidelijk proces die klimaatverandering. Dan zie je wel dat er dingen moeten gebeuren. Die boezemuitbreiding is bijvoorbeeld een hele dure business. Dat zijn grote technische maatregelen of een polder ontpoldert. Dat kost jaren tijd om uit te voeren en het plan te maken. In sommige polders zitten ook verschillende functies. In Leeuwarden wordt er bijvoorbeeld veel aan de zuidkant gebouwd. Die woongebieden worden eigenlijk allemaal boven de boezem gebouwd. Dan kan je vaartjes graven voor boten. Dat geldt ook meteen als boezem. Heb je een bedrijventerrein dat bereikbaar moet zijn met water, dan komt er ook boezem bij.

Zelfde geldt voor natuurontwikkeling. Heel geïntegreerd. Zo sluipenderwijs komt er steeds meer boezemuitbreiding erbij. Dan is de maatregel aantrekkelijk. Dan is het integraal.

Voor waterberging geldt het vergelijkbare. Als je een polder hebt, die waterberging heb je niet vaak nodig. Voor de frequente situaties zijn de joekels van gemalen er. Normaal kan je er een grasland boer op hebben.

Hebben jullie ook afspraken met boeren voor noodoplossingen?

Dat is wat het wetterskip regelt. Die heeft een aantal gebieden ingericht. Dan hebben ze bepaalde constructies. Daar moeten nog meer gebieden bij komen, maar dat is ingewikkeld. Dan raak je in discussies verwickeld. Bijvoorbeeld een polder bij Leeuwarden. Daar zijn ze bang dat als het onder water komt dat het in de knel komt met de beheers cyclus. In het voorjaar hebben dan de weidevogels problemen. Natuurwaarden spelen ook hierin mee. Het is nog niet makkelijk. Wat wel makkelijk is in noodsituaties. Op een gegeven moment is de boezem vol. Dan moeten de poldergemalen stoppen met water in de boezem malen. Als het vol is moeten ze stoppen. De schade die dan ontstaat van water in polders is heel erg gering, want dan loopt de sloot vol. Dan loopt het op maaiveld en percelen, maar dat is redelijk beperkt. Dat kunnen wij redelijk goed sturen. Als de bebouwing lager ligt dan is het lastiger. De bebouwing in Friesland ligt behoorlijk hoog, dat is voordelig.

In 2006 hebben we een model samen met Groningen laten bouwen om overstromingsscenario's door te geven. De reden waarom Friesland nog best geschikt is, is omdat het tot de jaren 50 hier niet goed geregeld is. Je had allemaal kleine polders, maar al die kleine polders en boezems waren een half natuurlijk systeem. In de winter veel water en zomers lager. Het werd beheerd door de provincie toen. De afvoercapaciteit is ook nog flink verhoogd. Toen had je nog de kleine waterschappen. Die legde kleine boezemkades aan. Toen stonden veel plekken blank in Friesland. Daardoor staan er nu veel boerderijen op net iets hogere plekken. Toen het Woudegemaal kwam veranderde het niet meteen veel aan de situatie. Je gaat niet in lage gebieden bouwen. Dat is eigenlijk nog heel vergelijkbaar met nu in Friesland. Er zijn wel laag bebouwde gebieden. Het is dus vooral vermijden. Vroeger was niemand zo gek om in lage gebieden te bouwen. Vanaf de jaren 60 en 70 zie je dat de woonwijken een beetje lager gebouwd werden, er was toen minder geld. Vanaf de jaren 90 en 2000 zie je een economische boom in Nederland. Dan krijg je de trend van het wonen aan het water. Dat doe je niet in een polderslootje, dat wil je aan een boezem. Vanuit daar zie je dus in Friesland en Leeuwarden die trend ontstaan. Ook in Drachten, Sneek allemaal aan boezemwater. Vanuit die geschiedenis is de situatie niet heel kwetsbaar.

In de landelijke gebieden staan er inderdaad wat boerderijen die kwetsbaar zijn. Helemaal bij de bouw van nieuwe stallen. Die zijn toch vaak om kosten te besparen lager gebouwd. Maar de situatie is nog steeds vrij gunstig. Afgelopen jaar was ik in Gouda, daar zie je naar beneden een ringvaart. Kijk je nog verder omlaag zie je een woonwijk liggen. Die woonwijk ligt 6 meter beneden zeespiegel. Zo extreem is het hier niet. Hier betreft het vaak losse bebouwing dat bijvoorbeeld een meter onder zeespiegel ligt. Dit is ook het geval op de lage veengronden. In deze veengronden heb je wel meer bebouwing dat laag gelegen is.

Naar de toekomst toe, wat wij willen en dat hebben wij al in ons beleid in de vorm van waterhuishoudingsplannen. Dit betreft de kwaliteit en veiligheid. Dit betreft de opgave voor de toekomst. Wat wij willen is dat wij dat versterken. Als je kijkt naar Friesland is er geen noodzaak om woonwijken in diepe polders te bouwen. De ruimtelijke dynamiek is niet heel groot hier. Wij hebben in het beleid vastgelegd dat als het kan moet er boven de boezem gebouwd worden. Voorkomen dus. Als de boezem doorbreekt, dan staat het huis niet meteen onderwater. Er is

namelijk wel een verschil tussen een extreme hoosbui en een kade dat doorbreekt. Bij een boezem die breekt heb je heel veel water dat doorbreekt.

Als de boezem breekt is het heel vervelend voor de paar mensen die er wonen. Maar als er meer dan 1000 mensen wonen kan dat niet. Dat wil je niet. We willen er dus er naar toe dat dit soort dingen voorkomen worden. Dat is wel moeilijk om daar naar toe te gaan in ons omgevingsplan. Dat is onze lijn die we willen ingaan. Dat is eigenlijk wel in lijn met het landelijke beleid, zoals het plan ruimtelijke adaptatie. Meerlaagse veiligheid komt er ook in voor. We richten dus voornamelijk op risico's uit het boezemsysteem. Als je kijkt wat je moet doen voor een doorbraak vanuit de primaire waterkering, daar doe je niks tegen. Dit is haalbaar. Risico's uit het boezemsysteem zijn groter. Primaire waterkering hebben veiligheidsrisico's van 1/4000 en de boezem heeft 1/100. Daar zit een verschil tussen. Het sluit aan bij wat wij al hebben aan ruimtelijke structuur.

In Leeuwarden werd de discussie gevoerd of de wijk wel ontwikkeld moest worden of polder laten. Door een boezem te integreren en hoog genoeg aanleggen is de situatie gunstig. Dan ligt het goed. Dat zie je ook in Sneek. Het multifunctionele is waar wij naar streven. Het is alleen dat gemeentes kritisch kunnen zijn met betrekking tot geld. Ophogen kost voor een bedrijventerrein veel. Dan is het lastiger met kosten te berekenen. Het is dus lastig. In vegelingsoord kom je langs richting het zuiden, dat is een veenpolder. Daar staat een rijtje huizen in de polder. Dat is niet handig als de kade doorbreekt. Het is geen noodzaak in vegelingsoord om te gaan wonen. Dat is een geval van net jammer. Dat had misschien anders gekund. Dan had het wel wat extra geld gekost.

Wat doen jullie daar aan?

Wij maken een omgevingsvisie. Wij hebben minder een sturende rol, dat is meer voor de gemeente. Uiteindelijk kunnen ze doen wat ze willen, daar kunnen wij minder aan doen. Wat wij willen bereiken is dat als het omgevingsplan er is dat als de gemeente een bestemmingsplan maakt dat ze dan bewust nadenken of ze wel of niet in de polder bouwen. Dus argumentatie van hun plan. Wij willen dus bewustzijn creëren in onze lijn.

Jullie richten zich vooral op anticiperen?

Ja, zeker. Als zo'n boezemkade doorbreekt dan heb je een klein probleem. Daarom proberen wij het met kleine middelen te voorkomen. Dan heb je geen risico op overstromingen. Ook heb je minder kans op grondwateroverlast. Die hoosbuien, die raken je ook niet als je het gebied maar goed inricht. Je wil ook niet dat een polder leeg moet blijven om één huis. Dat wil je voorkomen. Dan moet je de hele polder drooghouden omdat je één keer niet hebt opgelet. Het laatste is dat de kans dat de zeedijken doorbreken heel gering. Maar bij bouwen boven de boezem is de risico alsnog kleiner. Onder of op NAP is een groot verschil.

Het hoogwater in 1993 en 1995 heeft voor het denken van ruimte voor de rivier gezorgd. Het hoogwater in 1998 heeft voor het denken aan het lokale boezemsysteem gezorgd. Katrina heeft voor het nadenken over de grootschalige overstromingen gezorgd. Daardoor is er een taskforce overstromingen gekomen. Dat is allemaal wat doodgebloed, anderzijds staan er nog wel dingen op de kaart. Elke provincie heeft dit soort sommen. Er zijn veel sommen gemaakt en overstromingen berekend. Hieruit is een risicokaart gemaakt. Dit is gekoppeld met overstroomik.nl. die informatie is van 2006. Wat nog wel ontbreekt in de veiligheidsregio is dat er nog geen plan is als de dijken doorbreken.

Als er dus wat gebeurt, hoe wordt er dan gereageerd?

De veiligheidsregio dat bestaat uit veiligheidsdiensten treed op bij calamiteiten. Zij hebben een inschatting gemaakt van dingen waar zij echt rekening mee moeten houden. Deze organisatie moet flexibel instaat zijn om in te spelen op dit soort calamiteiten. In New Orleans hadden ze ook evacuatieplannen met snelwegen met routes. De risico's zijn daar groter. Maar vlak naar Katrina werd er in de veiligheidsregio werden er plannen gemaakt voor calamiteiten. Maar dat is wat verzand. Mochten de zeedijken doorbreken dan weet ik niet wat de veiligheidsregio gaat doen.

Ik heb het idee dat bijvoorbeeld in Utrecht hebben ze tools om te evacueren. Daarin modeleren ze evacuaties. Sommige provincies zijn er wat actiever in. Het lijkt hier wat achter te lopen. Evacuaties zijn ingewikkeld. Hier zijn dan nog relatief weinig mensen, maar de voorspeltijd is relatief kort. Dan heb je ook nog de besluitvormingsprocedure. Je wilt niet mensen wegsturen als het niet nodig is. Op het moment dat het echt spannend wordt zijn de omstandigheden zo dat je niemand de weg op wilt sturen. Dat is het dilemma waar ze rekening mee moeten houden. Wat je ook niet wil is dat 300.000 mensen uit hun huizen stuurt. Dat is ook niet leuk. Dan is de situatie wel heel complex. Dat bewustzijn van de mensen is ondertussen wel wat weggezakt. Dat is dus wel een ding. Wat nog een zorg is zijn het aantal aquaducten over snelwegen die uitwegen vormen uit Friesland. Wij zeggen nu ook van let wel op dat het water daar niet in komt te staan. Het is lastig in ieder geval.

Houdt u ook rekening met de unknown unknowns?

Wij zijn vooral bezig met scenario denken. Het is goed dat je het zegt. Het beleid van bouwen boven de boezem gaat uit van de unknown unknowns. Het is intrinsiek robuust. Dat is wel lastig. De waterstanden op de boezem zijn het laagst in het zuidwesten van de provincie. Dat komt door de joekels van gemalen. Maar je maakt je er wel afhankelijk van. Maar om nu te zeggen dat vind ik spannend maar zonder aan te geven waar je bang voor bent. Daar kunnen wij geen rekening mee houden. Er wordt dus eigenlijk geen rekening gehouden met unknown unknowns. Het bouwen boven de boezem biedt wel zekere bescherming.

In hoeverre is het beleid adaptief als er iets gebeurt?

Het kan binnen twee weken. Alleen ruimtelijke maatregelen doe je niet binnen een jaar. Een groot gemaal bijvoorbeeld of een andere sluis. Dan moet je rekenen op een termijn van 10 jaar minimaal van planvorming en ontwerp. Dat zijn de termijnen. Als je dan nog een discussie wil hebben over wat je wil doen kan je er nog wat jaar bovenop doen. Tenzij er een ramp gebeurt. Dat komen dingen in een stroomversnelling. Daar zit dan wel flexibiliteit in.

Kan er dan gezegd worden dat externe invloeden belangrijk zijn voor het veranderen van beleid?

Vooraf incidenten zijn hiervoor belangrijk. Dat soort situaties zijn belangrijk. Die zorgen voor een bewustwording. Die hebben een hele grote invloed. Net als de droogte van afgelopen jaar. Dat zorgt ook voor een stuk bewustwording. Daar komt veel achter weg. De media heeft er ook zeker invloed op. In het geval van droogte zie je het vaker voorkomen.

In hoeverre bent u als beleidsmaker in staat om controle te hebben over veranderingen?

Als overheid kan je een beetje sturen. Als de maatschappij een bepaalde kant op gaat dan moet je dat als ene containerschip zien dat je net een klein duwtje kan geven. Je kan niet heel snel bijsturen. Je hebt niet heel veel invloed. Als het gaat om het bouwen van een gemaal, dan kan het lang duren maar het wordt wel neergezet. Maar het zorgen dat huizen boven de boezem worden gebouwd staat in het waterhuishoudingsplan, maar dat is nog niet goed geland. Nee absoluut niet. De praktijk helpt ons toevallig goed, maar het zit niet tussen de oren. Er moeten nog extra setjes gezet worden. Als er dan wat onder water komt, dan zal het wel ineens sneller gaan. Je kan wel sturen, maar het gaat in dit vak over decennia. Het komt er wel, maar het kost tijd. Soms

moet je grond aankopen. Dat hangt ook van toeval af. Het gaat om geduld hebben. Dus om het wb21 gedachtegoed vast te houden duurt het soms 30 jaar om het te realiseren. De opgave die wij hier hebben is in tegenstelling tot de gemeente wel heel complex in de zin dat het meer ruimte kost.

In hoeverre is het waterbeheer onderdeel van een complex adaptief systeem?

Qua waterbeheer zijn wij gewend om op lange termijn vooruit te kijken. Door het scenario denken doen wij wel onderzoek naar bepaalde oorzaken en gevolgen. Wij hebben net een studie gedaan naar de verzilting in de bodem. Wij hebben hierin het grondwatersysteem doorgerekend. Wat er gebeurt met bodemdaling etc. Het haalt onzekerheden weg, daar kunnen wij weer op voort bouwen. Doordat je onderzoek doet ga je verder en anticipeer je op de veranderingen die komen. Waar het mis gaat is dat er veel andere processen zijn die veel sneller gaan waar je als waterbeheerder geen invloed op hebt. Een voorbeeld is Heerenveen. Hier zijn melkfabrieken gerealiseerd. Dat gaat zo snel met andere dynamiek. Ze hebben veel water nodig. Ze liggen ook nog is op een rand van een laag gebied. Daar wil je bij zijn, maar dat heb je niet in de vingers. Dit soort processen hebben wij geen invloed over. In het noordwesten hadden wij ook een zoutwinning gehad. Dat heeft voor bodemdaling gezorgd. Achteraf hadden zij het niet moeten doen.

APPENDIX 3: INTERVIEW TRANSCRIPT RIJKSWATERSTAAT

The thesis focust zich op watermanagement, specifiek in hoeverre het watermanagement onderdeel is van een complex adaptief systeem. The theorie focust zich veel op steden, maar het managen van water dat gericht is op de toekomst is ook complex. In hoeverre is het dan onderdeel van het CAS.

Onderdeel van of is het een complex adaptief systeem. Hoe definieer jij het systeem?

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen het institutionele systeem en het fysieke systeem. Daarmee bedoel ik dat het institutionele systeem het beleid is dat gemaakt. Als dat onderdeel is van een CAS, houdt dat in dat het beleid ook veranderd door bijvoorbeeld non-lineaire invloeden.

Ik worstel altijd met de term systeem. Je moet het systeem definiëren en dan kan je kijken of het systeem adaptief genoeg is om een veranderende omgeving aan te kunnen. Dan kom je bij adaptiviteit en resilience. Het begint dus van de definitie van het systeem. Wat versta je er onder. Als je terug gaat naar de basisdefinitie van het systeem heb je het over punten en lijntjes er tussen. Relaties wat iets doet onder invloed van een relatie. Actoren en relaties vaak. Actoren die verbonden zijn via relaties. Hoe meer relaties je hebt, dan wordt het onvoorspelbaar. Ik zit even te kijken, je kunt het systeem fysiek en abstract bekijken. Wie zijn dan de actoren en welke relaties zijn er? In het beleidssysteem denk ik aan beleidsactoren die met elkaar interacteren. Dan kun je kijken hoe de actoren het systeem managen en wat hun relatie is met het fysieke systeem.

Het begint met een case study. De focus is op Leeuwarden, Friesland. Daar binnen heb je het stedelijk watermanagement van de gemeente. Het waterschap dat van belang is. De nationale overheid die overkoepelend beleid maakt. De provincie en Rijkswaterstaat die onderdeel zijn van het systeem. Dat zijn de actoren. Die actoren reageren en werken in de leefomgeving. In de thesis wordt de verbinding gelegd tussen de actoren die het beleid maken en het fysieke systeem.

Je benoemd de actoren. Het wordt ingewikkeld zodra ze relaties met elkaar hebben. Als iets dat de provincie doet invloed heeft op bijvoorbeeld het rijk. Als de relaties van de actoren complex worden. Als de provincie iets doet weet je niet wat de rest doet. Op het moment dat je actoren en relaties op die manier definieert dan bakken je ook een omgeving af. Die omgeving is veranderlijk. Als een omgeving iets anders gaat doen, het beleid veranderd of iets dergelijks, moet het systeem dat jij gedefinieerd hebt reageren. Als het complex is wordt het lastig, als iemand dan reageert weet je niet wat er gebeurt.

Daarom is de focus in het onderzoek ook met name of de actoren in dit gebied onderdeel zijn van het CAS of dat ze watermanagement volledig onder controle hebben. Wat ik in praktijk zie is dat er wordt aangegeven dat de veranderingen van de komende jaren naar een bepaalde manier willen sturen. Maar dat kan niet altijd door de complexiteit van het systeem. Daarom wordt de koppeling van CAS gemaakt.

Je moet wel denken vanuit actoren en relaties. En binnen een grens. Een systeem kan uiteindelijk oneindig opgerekt worden. zodra je het systeem definieert, definieer je ook een omgeving. Dat is een veranderlijke omgeving. Dat is nu juist het lastige. Als de omgeving veranderd moet het systeem wat moet doen. Dan weet je niet meer wat er moet gebeuren en komt de adaptiviteit naar voren. Daar kom je wel uit volgens mij in je case. Dan is de vervolgvraag dat je zou kunnen meten of je te maken hebt met een complex systeem. Als het complex is dan controle vergeet het maar. Complexiteit zou je op een manier kunnen meten. Je kan ook meten dat je aanneemt dat het complex is, ik ga het adaptief vermogen meten. Dat is weer wat anders. Omdat het complex is en omdat je weet dat de wereld veranderd zal je adaptief vermogen moeten hebben. Dat kan je ook meten.

In eerste instantie was dit mijn onderzoeksvraag. Ten eerste is het een CAS en hoe adaptief zijn de actoren. Dat is te groot. Daarom is de focus nu met name op het onderdeel van een CAS. Op basis hiervan kan een kleine aanbeveling gegeven worden. Als ik zie dat beleid robuust is of flexibel kan ik advies geven. Maar is het belangrijk om aan te geven of het onderdeel is van een CAS. Ik begin bij de basis.

De term onderdeel. Het mooie van een CAS is dat je nooit terug kan naar de componenten. Je kan het totale gedrag niet toewijden aan een of twee actoren. Dat betekent als je het systeem definieert als de genoemde actoren dan ben je onderdeel van het systeem. Als je onderdeel van het CAS bent, kan je niet zonder meer reageren op een veranderlijke buitenwereld. Je weet dan niet wat er precies gebeurt. Je moet een bepaalde eigenschap hebben, omdat de wereld autonoom verandert. Je systeem wil je overleven, dus moet je adaptief worden. Hoe doe je dat dan? Waarschijnlijk is het systeem een combinatie van een ingewikkeld systeem en een complex systeem. Het heeft complexe eigenschappen, maar niet alles is complex. Sommige dingen zijn beheersbaar. Het complexe deel kan je alleen vermogen om te reageren opzetten. Dan doe je iets met de organisatie. Dat is niet beheersen, dat is iets kweken in de organisatie dat je niet omvalt.

Een soort van anticiperen?

Er zit iets anticiperen in. Er zit iets lerend in. Er zijn allerlei eigenschappen die het adaptief vermogen vergroten. Dat zou het systeem in meerdere en mindere mate kunnen hebben. Je zou ook eens kunnen kijken naar welke delen van het systeem complex zijn en welke delen beheersbaar. Wij roepen altijd dat systemen complex zijn, dat is mooi, maar dat is niet altijd aan de hand.

Ik wilde u ook vragen met betrekking tot het bovengenoemde hoe er in praktijk rekening mee gehouden wordt bij rijkswaterstaat. Hoe wordt er met plotselinge verandering omgegaan bijvoorbeeld?

Wat je nu beschrijft is het adaptief vermogen. In adaptief vermogen zit er als je de literatuur bekijkt een aantal elementen in. Als het gaat om de watersector is het handig om met Margot van den Brink te praten. Die heeft een wiel gemaakt dat adaptief vermogen test. Als je in de literatuur kijkt, zie je dat organisaties die in staat zijn om creatief te zijn, dat betekent variatie creëren, dat zijn in staat zijn om deze variatie te creëren en te kiezen. Dat is eigenlijk adaptiviteit in de essentie. Als je variatie kan creëren en daar keuzes in kan maken. Als jij kan leren en samenwerken. Dat zijn elementen die het adaptief vermogen verhogen. Daar is veel literatuur over.

Dat is vergelijkbaar met Haasnoot et al. De dynamic adaptive policy pathways. Daar gaat het ook over robustness en adaptability.

Nogmaals, je zou kunnen kijken naar welke delen complex zijn en welke minder complex zijn. Dat geeft een beeld van de beheersbaarheid. Als je er op een andere manier mee omgaat heb je adaptief vermogen. In hoeverre is dat adaptief vermogen in het systeem.

Robuustheid is een onderdeel van adaptiviteit. Robuustheid betekent letterlijk dat je alles twee keer zo dik maakt. Flexibel is dat je kan buigen en weer terug kan buigen. Adaptiviteit bevat al die elementen. Daar zit transformatie ook in. Daar zou je eens naar kunnen kijken.

In hoeverre ziet u in praktijk deze abstracte begrippen terug?

Wij kijken er eigenlijk niet zo goed naar vanuit de begrippen. Als je een organisatie als Rijkswaterstaat ziet, dan is het een turbulente omgeving. Het blijft toch bestaan. Ja, dan is het een adaptieve organisatie. Sommige noemen het een starre organisatie, dat is het ook. Maar toch

is het ook adaptief. Als je naar het totaalresultaat kijkt, dan zie je wel dat adaptiviteit op veel plekken aanwezig is. Maar waar dat nou door komt? Wat maakt dit soort organisaties nou zo adaptief? Dat maakt het heel lastig. Dat is de interessante vraag op dit moment. Iedereen is er op dit moment van overtuigd dat we adaptief moeten zijn, maar hoe? Waar heeft u het dan over? Dan noem ik altijd een aantal begrippen. Creativiteit moet aanwezig zijn. Je moet in staat zijn te kiezen uit variatie. Dat is lastig als je de toekomst niet kent. Dus niet kiezen op de traditionele manier. Je moet leren kiezen. Je moet leren leren. Jouw ervaring uit het verleden is leuk, maar die moet vertaald worden naar iets van de toekomst dat je niet kent. Er zit iets van een raar fenomeen van leren in. Dat soort elementen kun je is naar kijken, dat meetbaar maken. Dat is wel moeilijk. Daar worden ook wel pogingen toe gedaan. Creativiteit kan je meetbaar maken. Dat zit in mensen bijvoorbeeld. Komen er bijvoorbeeld ideeën. Dan kun je meten of de organisatie wel echt creatief is?

Maar hoe gaat het in de praktijk?

Het is op dit moment een fuzzy term. Eerst wat het over samenwerking en nu gaat het over adaptiviteit. Maar niemand weet wat het is. Wat je wel heel veel ziet is dat men in staat is om de onzekerheid te definiëren. Niet definiëren maar meer te duiden. Allemaal theorieën over onzekerheidslandschappen. Maar dat geeft alleen aan dat het onzeker is, maar hoe kies je je pad. Dan zie je transitiepaden komen, dat is leuk maar dan moet je die paden wel heel adaptief maken. Anders wordt het weer het scenario denken. Het scenario denken gaat dan weer van het verleden uit, dat is de zekerheid. Bij scenario denken trek je het verleden door om de robuustheid te testen van een bepaalde range. Sommige kiezen 1 scenario en trekken die door. Dat heeft niets met adaptiviteit te maken. Nu is de vleugelterm adaptieve transitie paden. Wat dat nou precies zijn is nog veel discussie over. De essentie er van is hoe maak je een keuze op je pad. Hoe kies je wat je volgende stap moet zijn.

Zelf ben ik bergbeklimmer en doe ik expedities. Als er iets onzeker is zijn het expedities. Dan is het handigst om kleine stapjes te nemen die te overzien zijn. Daar hebben politici het al moeilijk mee, want die willen een stip op de horizon waar ze naartoe kunnen. Je moet alleen een eerste stap nemen waarin zoveel mogelijkheden open blijven. Als je een stap neemt waardoor je op een koers zit kan je er niet meer vanaf.

Bijvoorbeeld wat er nu gebeurt bij de energie transitie?

Dat zijn de grote moeilijke vragen. De traditionele manier is dan, we gaan elektrificeren. Zeker Scandinavië doet dit bijvoorbeeld. We zetten een stip op de horizon en gaan er naar toe, maar dat heeft niks met adaptiviteit te maken. Het kan alle kanten op, je weet het niet. Het is dus heel onverstandig om dit soort dingen op deze manier te doen.

In dit voorbeeld is het systeem gevangen in een suboptimale oplossing, is dit ook het geval voor Rijkswaterstaat?

Twee dingen. Je moet dus oppassen met te lang vooruit je besluiten te nemen. Je moet eigenlijk terug naar het minimum besluit dat je nu kan nemen. En toets dat besluit op robuustheid. Hou opties open. Als je monitort, hebben wij de neiging te testen of het besluit effectief is, maar je moet monitoren of de wereld veranderd. Dat is veel belangrijker. Dat toetsen wij eigenlijk niet. Wij nemen een besluit en toetsen of dat voortgang heeft. Dat is niet adaptief. Het is vooral de buitenkant, hoe is de wereld veranderd. Kijken hoe de uitgangspunten veranderd zijn bij het eerste besluit. Monitoren is dus heel belangrijk voor adaptiviteit. Als het gaat om suboptimale systemen, je zit altijd gevangen in je verleden. Organisaties zetten hun ervaring vast in richtlijnen. Net als wetten. Dat is altijd gebaseerd op het verleden. Daarmee zet je een institutioneel kader vast. Dat beperkt je creatieve vrijheid. In het verleden weten we of het goed

of fout ging. Maar daar gaat het niet om, het gaat om de toekomst. Wat je dan doet is een hek zetten vanuit de ervaring van het verleden. Je hebt geen hek nodig, je wil zoveel mogelijk variatie. Vaak zitten ze dus locked-in. Dan zit je dus vast, daarmee beperk je je adaptief vermogen enorm. Omdat je je eigen creatieve ruimte weg haalt. Dat soort organisaties overleven wel, omdat mensen zich niet storen aan de hekken. Soms worden ze gedwongen het hek te slopen. Vaak gebeurt wel van alles, maar de hekken zijn gestold verleden, dat is geen garantie voor de toekomst. Het verleden moet je wel van leren, maar niet op vastzetten. Dat is mijn boodschap eigenlijk.

U gaf aan monitoren is belangrijk, waarom gebeurt dat niet veel in praktijk?

Wij hebben heel erg de neiging te kijken naar hoe goed gaat het. Het pad dat naar het besluit lijdt gaan we monitoren. We hebben al zoveel huizen gebouwd of al zover in de vordering. Terwijl dat moet je ook doen, maar eigenlijk is dat niet interessant vanuit adaptiviteit. Van daaruit is het interessant om naar de randvoorwaarden te kijken. De maatgevende randvoorwaarden moet je monitoren om te kijken hoe die veranderd zijn. Hoe is de wereld veranderd. Heeft dit invloed? Dat moet je meenemen in je nieuwe besluit. Wij hebben ontzettend de neiging om in de voortgang te kijken.

Komt dit niet ook door de complexiteit?

Je moet vooral kijken op basis waarvan het plan is gemaakt. Er zitten indicatoren achter. Dat zijn variabelen die je hebt vastgezet. Zoveel scholen, deze mobiliteit etc. de veranderlijke buitenwereld zetten we vast in het plan. Dat is prima. Dat is een besluit. Hier gaan we vanuit dat dit plan goed is. Dat geeft zekerheid. De maatgevende indicatoren moet je beetpakken en dan moet je kijken hoe de wereld veranderd vijf jaar later. Is de indicator nog steeds hetzelfde? Vast niet want de wereld veranderd. Die verandering moet je meenemen naar plan. Is het plan dan nog wel goed? Dat moet je eigenlijk doen. Wat wij nu doen is vooral kijken naar hoe ver we zijn met ons plan. Punt. Wij zijn er nog niet. Wat moeten we nog doen om er te komen. Dat is de huidige management. Dat is totaal niet adaptief, dat is doordrammen op een lijn die uitgezet is.

Bij een CAS zijn non-lineaire invloeden, coevolutie en zelforganisatie aanwezig. Nou heb ik bij de gemeente non-lineaire invloeden gezien en zelforganisatie ook. Coevolutie echter niet. Is dat überhaupt zichtbaar in praktijk?

In principe kan je co weglaten. Een systeem evolueert. Variatie genereert. Je implementeert die variatie, dan evolueer je in de tijd. Het systeem veranderd. Heel grofweg gezegd kan dat zijn doordat relaties veranderen. Diepe relaties of oppervlakkige. Er kunnen actoren bijkomen en afgaan of wijzigen. het systeem kan veranderen. daar Kan je dan co aan toevoegen, dan doe je het samen. Dan evolueert het systeem als geheel. Als een samenspel. Het is een mooie term, maar het gaat vooral over de evolutie van het systeem. Systemen groeien en ontwikkelen over de tijd heen. Dat kan niet anders. De wereld verander, dus je moet veranderen. Die evolutie kan marginaal zijn, dat kan ook heel groot zijn, dan zijn het eerder transities. Maar goed, dat gebeurt. Waar je naar zou kunnen kijken als je toch het systeem gedefinieerd heb, hoe zijn de relaties verander. Dan kan je is een tijdlijn maken. Zijn er actoren bijgekomen. Dan zie je het systeem als het ware veranderen. Eigenlijk moet je het terug kijken. Je kunt dat koppelen aan externe invloeden. Wat doen veranderingen met een systeem. Hoe veranderd het systeem, is er een relatie? Je zult zien dat er relaties zijn tussen actoren en events. Dat geeft een heel mooi beeld van wat er veranderd.

Die veranderingen zijn ook zichtbaar Friesland. Bepaalde invloeden die indirect het beleid veranderen.

Het is dus de omgeving. Het is niet de event zelf. Het is de reactie er op vanuit de politiek of maatschappij. De actoren in de omgeving reageren op het systeem. Wat je nu ziet bij de laatste verkiezingen dat gebiedsontwikkeling en infrastructuur gescheiden is als twee departementen. Dat is een politieke setting. Dan zie je het systeem veranderen. Relaties veranderen en er komen nieuwe relaties bij. Actoren splitten ineens. Je ziet het systeem veranderen. Dat wordt veroorzaakt door iets aan de buitenkant. Doordat actoren aan de buitenkant ergens iets willen of het systeem ergens naar toe drukken. Dat wordt vaak veroorzaakt door een event, een ramp, een crisis.

Als de actoren veranderen, heeft dat ook invloeden op het systeem?

Een overheid is dan ineens weg op dat gebied. Je kunt dus als je terugkijkt en je probeert een beeld te vormen van de evolutie van het systeem dan kan je dat koppelen aan een aantal grote events c.q. grote actoren aan de buitenkant. Het aardige is dat je dan kan zeggen, als inderdaad het systeem in staat is om dit soort grote veranderingen door te herorganiseren, zijn ze adaptief. Dan kun je ook kijken, maar wat hebben ze dan aangepast. Hoe heeft het mogelijk gemaakt om het aan te passen. Dat is het adaptief vermogen weer. Ministeries kunnen ineens splitsen, hoe kan dat? Dus wat maakt het mogelijk dat dat ineens zomaar kan. Als het beleid gemixt was, was het moeilijk geweest dit te doen. Nu de modules gescheiden zijn kan je het zo in een ander ministerie doen. Dit soort structurele elementen helpen dus blijkbaar om adaptief te worden.

Ziet u het in de praktijk van Rijkswaterstaat terug?

Iets minder. Bij het ministerie zie je het wel. Dat is heel modulair opgebouwd. Rijkswaterstaat is vooral adaptief. Je ziet dat ze organisatorisch heel makkelijk kunnen veranderen. Ik heb tijden mee gemaakt dat er 15000 mensen werkten terwijl er nu een paar duizend werken. Het is dus gehalveerd. Dat kan blijkbaar in 10 jaar tijd. Dat heeft toch te maken met dat men afdelingen kan sluiten of toch met een kaasschaaf er makkelijk over heen kan gaan. De reden is dat ze de processen centraal stellen en niet de mensen. Als je de organisatie centraal stelt dan wil je het handhaven, maar als je processen centraal stelt, dan hoef je alleen maar te kijken of je mensen krijgt die goed met de processen omgaan. Dat zijn allemaal elementen waardoor je adaptiviteit krijgt, het modulair opbouwen van de organisatie. Het richten op de hoofdprocessen. Moet je wel hopen dat de hoofdprocessen blijven bestaan. De flexibele schil zoals aannemers het ook doen. Er is een vaste kern met daarom heen flexwerkers. Dat kan je opzeggen. Dan kan je kennis toevoegen en er afhalen. Dat doen wij ook in de markt. Vroeger hadden wij alles in huis, nu kan je inhuren wat je wil. Je maakt je zelf flexibel op die manier. Dat heeft ook wel weer nadelen. Je moet dan wel hopen dat je de juiste kennis in huis haalt. Dat het niet te ver doorslaat.

De robuustheid van Rijkswaterstaat is dus afgenomen door de flexibiliteit?

Ja. Maar dat samen geeft adaptiviteit. Blijkbaar is men adaptief geweest. Men heeft het kunnen overleven, ondanks dat de politiek heeft gezegd dat wij moesten halveren.

De hoofdreden is dus eigenlijk de snel veranderende wereld?

Ja, het zijn allemaal invloeden van buiten. De wereld verandert buiten, new public management. Als organisatie ga je daar in mee. Je robuustheid en flexibiliteit gaat door elkaar heen. Maar ze zijn in staat om zich aan te passen.

APPENDIX 4: INTERVIEW TRANSCRIPT WETTERSKIP FRYSLÂN

In hoeverre heeft Friesland te maken met waterveiligheidsrisico's?

Je hebt het over trends in waterhuishouding waar wij mee te maken hebben. Het heeft met asset management te maken. Daar geloof ik heilig in. Zo hebben wij ons management ook georganiseerd. Een asset manager voor de regionale kering. Die houdt de prestaties, dus wat doen we, gaan we keringen ophogen, hoeveel gaan we het ophogen, gaan we het robuuster maken of kan het minder. De kosten komen er ook bij. Hoe meer veiligheid je koopt hoe duurder het wordt. Ze willen absolute veiligheid voor de minimale kosten. Dat mogen ze vragen. Wij moeten het waar maken door goed risico' af te wegen. Afweging tussen prestaties, geld, risico's. Risico's inschatten is het spannends. Risico inschatten zit vakmanschap op vaak. Dus dan moet je een goed beeld hebben van de risico's die spelen. Het klimaat is dan een hele grote invloed. De twee jaar droogte heeft invloed op de risico's die spelen op de keringen. De kans op extreem hoog water bepaald hoe hoog een kering moet zijn. Er is een constante kansberekening.

Wij hebben een slechte ondergrond. Veen is heel weerbarstig materiaal. 900 km van onze keringen zitten wel op dat slechte fundament. Er is een kans dat er oude kreken doorheen lopen. Wat daar precies onder zit is onzeker. Dat is heel gevoelig. Wij hebben die kering aangelegd met veel manschap. Er zitten ook wel eens een vrijdagmiddag en maandagochtend klusje bij. Dat een waarnemer zijn werk net iets minder heeft gedaan en de projectmanager ook op vakantie was. 80 kaderingen en 3000 km kering, er kan elke meter wat fout gaan. Je bent constant bezig met risico management. Of dat de kering hoger moet of sterker moet als er iets mis gaat.

Op basis waarvan worden de risico analyses gemaakt?

Wij kijken vooral naar klassen. Je hebt een kering waar alleen wat boerderijen op verhogingen zijn. Daar kun je de hoogste wateroverlast krijgen. Dat is vervelend en slecht voor de pr als een dijk er doorbreekt. Maar als er een gasoverslagpunt zit of een stad, dan krijg je bij een bepaalde doorbraak in Heerenveen 200 miljoen euro schade. Zo'n kering maak je natuurlijk veel robuuster. Dat hebben wij opgedeeld in klassen. Daar hoort dan een klimaatscenario bij. Een hoge klasse heeft veel potentiële schade, die kades maak je robuuster. Die bereken je op een bui die een keer op de 300 jaar voor kan komen. Een kering waar alleen maar wateroverlast plaats vindt baseer je op een bui een keer op de 30 jaar. Als er water over zo'n kering heen komt betekend het niet meteen dat het wegspoelt. Dat baseer je op de hoogte. Bestuur zegt wel dat bepaalde dingen minder robuust kan, maar wij willen niet in de krant komen. Dus jullie baseren ze allemaal maar op 1 op 100 of 1 op 300. Onze primaire keringen baseren wij zelfs op 1 op 1000 of 1 op 10.000. Dat is risico inschatten. Hoeveel veiligheid koop je. Een bestuurder zegt wij calculeren niet een op 10 of een op 100. Misschien heeft dat besluit wel 50 miljoen euro gekost. Je koopt dus dat je niet in de krant komt. Daar is een bestuur voor. Dat is een prima systeem in Nederland. Wij technuten meten het uit, het bestuur zegt dan leuk maar wij willen het wel of niet hoger. Dat mag wat kosten.

In hoeverre stelt u plannen op voor de toekomst?

Dat is wel meer de beleidskant. Er is een hele rits documenten.

Zit er frictie tussen robuustheid en flexibel zijn?

Het is niet het grootste probleem. Daar moet je een evenwicht in zoeken. De hoofdlijnen staan wel verwoord in de beleidsdocumenten. Die documenten worden samen gemaakt met de provincie. Dat is een soort handleiding voor de projectleider. Dat zit goed moet elkaar verbonden. Die vertalen de risico's. Dat resulteert in 10 jaren plannen. Een kering leg je af voor

50 jaar. Die heeft een life cycle. De life cycle van een kering in het veengebied, ja daar zit bodemdaling in. Als je die dan heel robuust en zwaar maakt, dan zinkt de kering. Je wil zo lig mogelijk en zo hoog mogelijk. Als het zinkt dan oxideert het sneller. Er zit dus een samenspel in het ontwerp. Soms wordt er gegokt dat een kering 30 jaar mee gaat. Soms valt het tegen en moet er naar 10 jaar weer vervangen worden.

Hoe houdt u rekening met onzekerheden?

Je werkt met beelden. Beelden van risico's, beelden van eigenschappen van de grond. Je weet gewoon, graaf en gat en de bodemopbouw van zoveel klei, veen en zand dat varieert elke 100 meter al. Je denkt dat er dan een bepaalde soort grond zit. Dan meet je om de 500 meter. Dan kan het zijn dat er binnen die 500 meter een slenk zit van 16 meter. Je kunt ook om de 50cm boren. Dan sta je goed. Dat is veel te duur. Dat is dus weer het inschatten van risico's. Het kademateriaal is al discutabel. Daar zitten ook bandbreedtes is. Dus de ondergrond is onzeker. De bovengrond is onzeker. Het lastigste is de toetsing van de regionale kering. Dat is een desk onderzoek. Dan heb je beelden van de ondergrond. Dat is gebaseerd op oude boringen. Het Dinoloket en expertview. Je weet wel ongeveer hoe het er bij ligt. Dat heet een stogastische methode. Dan zit er 30 cm klei, dan een meter veen en dan 2 meter zand. Die kans is 40 %. 30% kans op 30 cm klei en meer veen. Enzovoort. Soms zijn er dan vijf van die profielen. Die reken je alle vijf door. Als ze alle vijf voldoen dan zit je goed. Als er vier van de vijf voldoen dan geef je aan dat die een hoger risico heeft en niet voldoet. Dan kan het zijn dat je nader onderzoek moet doen. Als je dan gaat boren weet je wat er zit. Valt het mee dan is het een feestje. Valt het tegen dan moet je een project uit voeren. Dan moet je het robuuster maken. En deze manier hebben wij de laatste 10-15 jaar de keringen al aangepakt. Dat kost heel veel. Voor een bevolking van 600.000 inwoners is er 200 miljoen euro geïnvesteerd. Dan moet je goede keuzes maken. Niet over en niet onder dimensioneren. Dat willen wij met z'n allen niet. Voor de toekomst moet je dus een goede systematiek hebben die bepaald hoeveel het gaat kosten. De politiek heeft gezegd wij willen geen overstromingen meer. Daarom doen wij het nu zo. Maak rationeel een maximaal proces. Dat is redelijk gelukt vindt ik. Wij zijn een heel rijk land natuurlijk.

In hoeverre houdt u rekening met unknown unknowns?

Dat heeft te maken met de veiligheidsniveaus. Bij kans een op 300 heb je water over de kering. Je hebt ook calamiteitenzorg. Aan het einde van de kering gaat het je overkomen dat de kering wel doorbreekt. Daar komt de calamiteitenzorg. Dat is vooral ingrijpen tijdens de calamiteit. Als de kering dan doorbreekt dan zijn er heel veel manieren om de schade dan toch te minimaliseren. Het is dus een soort backup. Bijvoorbeeld voor de primaire kering heb je een evacuatieplan. Dus ook dat zit er in. Als je zegt een kans van 1 op x en die neem je heel klein, dat is heel mooi. Voor heel veel kansen zit je dan aan de goeie kant. Maar je moet toch altijd rekening houden met morgen. Dan kan die bui toch echt vallen. Daar moet je dus ook voor klaar staan. Daar zijn calamiteitenplannen voor.

Hoe flexibel is het waterschap bij onverwachte gebeurtenissen?

Nee het is vooral reageren in calamiteitenzorg. Snel beleid bestaat sowieso niet. Het duurt met zorgvuldigheid gauw vijf jaar. Wij hebben 180 kaderingen. Op een bepaald moment krijg je extreem hoog water. Als er dan twee kaderingen doorbreken, dan loopt de boezem leeg in de kaderingen. Dat haalt ook direct de druk weg. Dat is een hogedrukventiel. Daar zijn wij nu ook mee bezig. Als er dan toch een kering doorbreekt. Laat het dan door een natuurgebied doorbreken of een lege polder. Het bestuur heeft besloten alles op 1 op 100 dimensioneren. Dat is minder handig. Daardoor heb je een kering met 1 boerderij die op een terp staat maak je net zo sterk als een polder met een dorp er in dat onder kan lopen. Beleidsmatige fouten worden ook wel weer rechtgetrokken. Als je een kadering te sterk hebt gemaakt, dan maak je een stukje

lager. Als het toch extreem is dan gaat het daar toch overlopen. Het water dus als het ware sturen. Sturing kost geld. De mensen die op die terp wonen die willen het niet, die denken waarom ik.

Er zit dus toch flexibiliteit in?

Ja zeker, er zijn veel buffers. Alle risico's wegnemen is onwaarschijnlijk duur. Dan zet je elke kering op twee meter hoger. Dat is het mooie van het assetmanagement. Hoe meer je je investeert in slimheid, hoe slimmer je het systeem maakt. Door slimheid kun je vaak met minder kosten veel veiligheid voorzien. Je hebt wateroverlast, reuze vervelend als tuinen en huizen onder water komen te staan. Daar verdrinken geen mensen bij. Je rekent met kans. De kans op mensenlevens kosten is veel ernstiger. In Nederland worden motoren geaccepteerd op de weg. Je weet dat er veel jonge mensen op motoren omkomen. Dat is een enorm stuk leed dat je accepteert. Je zou het dan eigenlijk moeten verbieden. Toch doen wij het. Er verdrinken geen mensen met jaar door overstromingen. Het komt steeds weer terug op risico's die je acceptabel vindt en kosten die je op je moet nemen.

In hoeverre worden de berekeningen aangepast aan gebeurtenissen?

Wilnis is voorkomen. In Groningen is een overstroming voorgekomen. Dat willen we dan niet meer. Dan krijg je kosten voor de kiezen. Men durft dan minder risico te nemen. Er gebeurt iets, een moord. Dan wordt altijd gevraagd hoe kan het dat de dader vrij was. Dat gebeurt ook bij het waterschap. Het kan 30 jaar goed gaan, maar bij een keer mis krijg je het al te horen. De maatschappij heeft dus zeker invloed op het beleid dat gemaakt wordt. Ambtelijk moet je risico's kunnen communiceren. Je moet kunnen zeggen dat je een risico bewust hebt verwacht. Een half miljoen schade in plaats van 200 miljoen investeren, daar staan wij voor. Dan handelen wij de schade netjes af. Het hang aan risico's vast. Wij nemen tamelijk weinig risico's als zeg ik het zelf. Er gaat veel geld om. Wij elimineren een risico van x miljoen. Dan betaal jij 20 euro per jaar meer. Daar merk je weinig van.

Houdt u verder rekening met robuustheid en flexibiliteit?

Wij hebben duidelijke normen, maar die zijn op provincie niveau. De provincie is de grote lijn. Dan ben je aan het ontwerpen. Dan denk je, schieten we niet door. Normaal heb je een kering daar mag 10 liter per seconde per strekkende meter over heen tijdens een extreme storm. Hij is 10 centimeter te laag. Stel wij doen 3 liter per strekkende meter. Dan voldoet hij precies. Dan moet het gemaal het wel afvoeren. Ja dat kan makkelijk. In deze lokale situatie vinden wij het acceptabel dat wij niks doen. Dat is dus risico gericht ontwerpen. Risico gerichte platformen is meer richting het ontwerp. Op al die verschillende niveaus wordt op verschillende mate rekening mee gehouden. Alle processen zijn veel meer risico gestuurd. Vroeger was dat zwart witter. Toen durfden wij ook minder. Dan houdt je wel meer geld in de zak. En wij zeggen soms ook als wij wat doen, doen wij meteen 30 centimeter er op. Dan is de life cycle langer en zijn er weer kosten bespaard.

1998 extreem hoog water was het hier het spannendst. Als je dan een storm van de andere kant is dan krijg je problemen. Dat is spannend. Dan zal je beleven dat er net een storm van een kant komt waar die bijna nooit vandaan komt. Dan moet je zandzakken er heen. Dan heb je een risico niet goed ingeschat. Daar hebben wij goeie aannemers voor. Dat geeft je zelfvertrouwen om niet door te schieten in robuustheid. Als het mis gaat moet je een goed verhaal hebben.

In hoeverre zijn er invloeden aanwezig die een minder directe oorzaak hebben?

Er waren vroeger bomen een dijk. Die bomen zijn omgezaagd. En die wortels heeft men laten zitten. Dan denk je dan trek je die wortels er uit. De wortels zijn afgestorven. Die wortels vormen

gangetjes. Dat was de oorzaak voor een lekkende kering. De oorzaak was in dit geval volledig onbekend. Dan heb je dus een oorzaak die je niet kent. Je wilt eigenlijk alle kennis in huis hebben, maar dat is een illusie. Er was een gebrek aan kennis hier.

Wilnis was een sprekend voorbeeld voor een indirecte oorzaak. Er kwam een overstroming voor. Daar kwam toch veel besef vandaan. Dan komen er ineens budgetten beschikbaar. Als je rampen krijgt dan krijg je budgetten. Nu hebben wij twee jaar droogte. Nu gaan ineens onze keringen meer dan gemiddeld lekken. Dat heeft te maken met die droogte. Die zorgt ervoor dat het veen verturft. Tegelijk zakt de kering langzaam weg. Die laag turf die uitgedroogd is, die zakt onder het grondwaterstand. Die is harstikke poreus. Er ontstaat een probleem. Dat is een nieuwe oorzaak die ons dwingt om wellicht de ontwerpen te herzien. Wij krijgen veel meer te maken met lekkende keringen. Dat kost 40 euro per strekkende meter. Op 40 kilometer is dat veel. Maak je ontwerp robuust want dan krijg je minder onverwachte oorzaken. 90% van onze keringen zijn robuust genoeg. Die zijn er niet op ontworpen maar die voldoen er toevallig wel aan. In het verleden werd het helemaal ontworpen en dan had je een onverwachte oorzaak. Leg dus een goed fundament. Hou rekening met de unknown unknowns door te investeren in over dimensioneren. Daar zit een stuk wijsheid in. Dan heb je al keringen van x aantal meter en dan moet er nog een meter bij op. Bangladesh maakt dat soort afwegingen niet. Die zijn minder rijk. Dat is een pleidooi voor wetenschap. Elimineer of minimaliseer de onbekende oorzaken. Daarom is wetenschap zo'n goede investering. Dan kan je risico's goed inschatten.

In hoeverre veranderd de leefomgeving buiten uw controle om?

Vraag of een friese burger zich zorgen maakt. Dan zeggen ze nee dat gebeurd niet, daar hebben wij het wetterskip voor. Neem bijvoorbeeld Kampen. Het verhogen van de kering is zo duur en zo ingrijpend in de stad, dat ze er voor gekozen hebben om noodkeringen te maken. Als er dan hoog water is dan zetten zij overal schotten voor het huis neer. Dat is een voorbeeld van zelf-organisatie van de leefomgeving. Bij de waterhuishouding hebben wij allemaal stuwtjes en dammetjes. Boeren regelen die soms zelf. Daar kiezen wij voor, het waterschap kan niet alles regelen. De boer regelt zelf ook veel daarin. Veiligheid doen wij daar wel heel veel. Daar wordt eigenlijk de keuze gemaakt om de kosten wat te dragen en aan de professionals over te laten. Dat vind de burger ook prettig.

Heeft een verandering van actoren ook meegespeeld in de verandering?

Je hebt een kadering. Soms staat er een huis buiten de kering op een terp. De terp zakt langzaam weg. De mensen maken dan zelf de keuze om buiten de veilige regio te wonen. Dat is ene risico. Prima dat zij dat doen. Wij willen ook nog wel adviseren. Als er dan extreem hoog water is, maak dan schuif in je kozijnen en deuren. Dat je daar een schot in kan doen. Dan blijft je parket goed. Je hebt de luxe dat je in de boezem woont, maar het nadeel daarvan is dat de maatschappij je veiligheid niet gegarandeerd. Je breekt je huizen af en je gaat binnen de kering zitten. Jij kiest er zelf voor om er buiten te wonen. Zelfs dan hebben wij nog wel een minimaal niveau. Dan kan het een keer per 3 jaar misgaan. Dan gooi je zandzakken voor de deur. Als je slim ben heb je dan een pompje staan. Toch bewust buiten de controle om. Als hij dan overlast heeft en gaat klagen bij de Leeuwarder courant dan werkt dat niet, je woont dan op een verkeerde plek.

Is er sprake van een wisselwerking tussen experts en de leefomgeving?

Je hebt vijf kaderingen waarin de risico 1 op 300 is. Als er een kerncentrale komt bouwen zij dat het liefst achterin de kadering met maximale veiligheid. Als die dan 1 keer per 300 jaar gaat doorbreken dan heb je al 200 miljoen schade. Dat kan een rede zijn, dat is ruimtelijke ordening, van willen wij dat ding hier wel. Dan moet de risico factor omhoog. Prima als je het neerzet, maar dan moet er wel 50 km aan kering opgehoogd worden. Zet dat ding maar op zandgronden.

Wij hebben een aantal natuurgebieden met keringen. Daar hebben natuurbeheerders ook gezegd dat er 1 keer per 5 jaar water kan staan. Als jullie zorgen dat het binnen 2 weken weer weg is dan vinden wij het prima. Maar nu komen zij er achter dat er kwetsbare weidevogels zitten. Ook kwetsbare plantensoorten. Tijdens zo'n hoogwater periode komt er dan relatief vervuild water naar binnen. Dat is slecht voor de kwetsbare planten en dieren. Dan kan je laatste kolonie met vogels kwijtraken. Het lijkt een beetje op die indirecte oorzaken. De natuur organisatie heeft te snel gezegd pak die polders maken. Dan trekken zij zich toch terug. Dan moeten wij ineens bergingsruimte zoeken op een andere plek. Laten wij dan toch maar een stukje boezemland onder water laten lopen. Natuur was gratis geweest, maar als het gebeurd bij een boer kost het geld per hectare. Dan vinden boeren het wel prima. Als de boer er voor gecompenseerd wordt dan is het prima. Dan ontwikkeld het zich toch doordat kennis van negatieve effecten zich ontwikkeld. Dat dwingt je om die systemen flexibel te houden. Daarom is samenwerking ook zo belangrijk. Als men in Zuid-Holland er achter komt dan kunnen wij dat ook maar beter doen. Dan is de kans op een onverwachtse oorzaak geminimaliseerd.

Ziet u ook het leren door te doen terug?

Het ontwerp proces is al in dit kader. Soms denk je zet er maar een kraan op en ga maar graven. Je kan wel elke meter onderzoek doen. Dan anticiperen wij ter plekke. In Jutrijp lekt de kering. Wij snappen niet waarom. Maar wij gaan gewoon wroeten. Dan anticiperen wij ter plekke. Dat is wel onder controle van een supervisor. Dan heb je 4 maatregelen, schotten, rubberslap, kleikist. Die opties heb ik in de hand. Aan de hand van wat wij tegen komen kiezen wij welke maatregelen wij nemen. Je moet dus wel goede mensen hebben die de goede maatregelen nemen. Dat zijn dure mensen. Zet je die in beleid of in de uitvoering. Soms wordt je gedwongen om die mensen in de praktijk dan in te zetten.