

# **Verslag Eindopdracht Tinlab**

**Sam Cornelisse 0987282  
Chiara Bakker 0993154  
Rowdey Goos 0998898  
Daniël van der Drift 0986788**

31 maart 2022

# Inhoudsopgave

<b>1 Samenvatting</b>	<b>2</b>
<b>2 Inleiding</b>	<b>2</b>
<b>3 Theoretisch Kader</b>	<b>2</b>
3.1 Begrippenlijst . . . . .	3
<b>4 Methodologie</b>	<b>3</b>
4.1 Dataverzameling . . . . .	3
4.2 Inclusie- en exclusiecriteria . . . . .	3
4.3 Onderzoeksverloop . . . . .	3
4.4 Data-analyse . . . . .	4
4.5 Validiteit en betrouwbaarheid . . . . .	4
<b>5 Literatuuronderzoek</b>	<b>4</b>
5.1 Wat is een sluis? . . . . .	4
5.2 Hoe opereert een sluis? . . . . .	4
5.3 Hoe wordt een sluis onderhouden? . . . . .	4
5.4 Wat kan er fout gaan met een sluis? . . . . .	4
<b>6 Requirements</b>	<b>4</b>
6.1 Veiligheid . . . . .	5
6.2 Efficiëntie . . . . .	5
6.3 Capaciteit . . . . .	5
6.4 Onderhoudskosten . . . . .	5
6.5 Duurzaamheid . . . . .	5
<b>7 Specificaties</b>	<b>5</b>
<b>8 Model</b>	<b>5</b>
<b>9 Verifiëren</b>	<b>5</b>
<b>10 Conclusie</b>	<b>5</b>
<b>11 Bijlagen</b>	<b>6</b>
<b>Referenties</b>	<b>7</b>

# 1 Samenvatting

## 2 Inleiding

Op 24 maart 2022 schreef het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een brief over de staat van de sluizen in Nederland. Een groot aantal sluizen bleek gerenoveerd te moeten worden. Het plan is om de sluizen gecombineerd te renoveren en automatiseren.

Het ministerie van infrastructuur en waterstaat heeft onvoldoende kennis van ICT om de systemen in deze sluizen te ontwerpen. Ons is gevraagd om een model te maken van een sluis, zodat op basis hiervan, verschillende, volledig geautomatiseerde sluizen gerealiseerd kunnen worden.

Het doel is om een model van een sluis te ontwerpen. Om dit doel te kunnen volbrengen moet eerst onderzoek gedaan worden naar de werking van een sluis en weke requirements hierbij passen. Tot slot moet het model getest worden of dit wel voldoet aan de opgestelde requirements. Het resultaat is een model dat gebruikt kan worden om sluizen te ontwikkelen en aan te sturen.

## 3 Theoretisch Kader

Om een zinvol, accuraat model van een sluis te maken zijn er bepaalde aspecten van dit onderwerp die eerst uitgelicht moeten worden. Voor het bereiken van dit doel zijn een aantal deelvragen opgesteld.

Zo gaan wij onderzoeken wat een sluis is. Dit onderzoek focust zich op sluizen van de scheepvaart. Niet alleen wordt de definitie van de sluis verder uitgewerkt, er wordt ook gekeken naar sluizen van verschillende capaciteiten en functies. Het beantwoorden van deze deelvraag zal ons helpen om beslissingen te kunnen maken omtrent het model met betrekking tot welke onderdelen er zijn, en welke relevant zijn te modelleren.

Verder onderzoeken wij ook hoe een sluis opereert. Gezien dit onderzoek moet leiden tot een model die de (automatische) functie van een sluis demonstreert, is het belangrijk om te weten welke operaties uitgevoerd moeten worden om een sluis correct te laten functioneren. Het onderzoek van deze functionaliteiten zal later ook helpen met het bepalen van welke selectie hiervan relevant is om te includeren in het model.

Ook zal er onderzoek worden gedaan naar hoe sluizen onderhouden worden. Om eisen op te kunnen stellen met betrekking tot de duurzaamheid en onderhoud van een sluis is het relevant om te weten wanneer, waarom en waaraan een sluis onderhouden moet worden. De conclusie van deze deelvraag zal ook gebruikt worden om een licht te schijnen op hoe de twee eerder genoemde abstracte aspecten van het eisenpakket mogelijk gemodelleerd zouden kunnen worden.

Als laatste zullen wij ook onderzoek doen naar wat er allemaal fout kan gaan met een sluis. Wij hopen hiervan te leren wat de foutgevoelige onderdelen zijn van de sluis, en wat eraan gedaan kan worden om deze fouten te voorkomen. Deze informatie wordt hierna gebruikt om eisen op te stellen omtrent de veiligheid van

het systeem, en er wordt mee rekening gehouden gedurende de ontwikkeling van het model.

Er is al eerder onderzoek gedaan naar het simuleren van sluizen. Zo is er in 1976 een onderzoek uitgevoerd naar het optimaliseren van het verkeer binnen een gesimuleerd kanalen netwerk (Oosterveld, 1976). Het onderzoek beschrijft het simulatie model, haar onderdelen, en andere specificaties als hoe schepen worden gegenereerd en het proces dat de sluis doorloopt. Dit model was gebouwd binnen de simulatietaal PROSIM. Het artikel beschrijft ook aan wat voor aspecten het model geoptimaliseerd kon worden om kosten, reistijd en benutting van kanalen te verbeteren. Dit laatste is minder relevant voor ons onderzoek. Het nut van dit onderzoek binnen dat van ons zou beperkt kunnen zijn door het feit dat het 46 jaar oud is.

### 3.1 Begrippenlijst

*Verval*: "Verskil in hoogte van de waterspiegel op twee punten van een rivier" (Van Dale, 2022)

*Sluis*: Een sluis is een scheiding tussen 2 wateren, met deuren. Hierdoor is het mogelijk het waterpeil te beïnvloeden. Sluizen reguleren het waterpeil zodat schepen kunnen passeren. (Rijkswaterstaat, 2022)

*Sluishoofd*: "Het sluietioofd is het onderdeel van de schutsluis waarin zich de beweegbare afsluitmiddelen bevinden." (K G, 2000) *Kering*:

## 4 Methodologie

In dit onderzoek is er kwalitatief en kwantitatief onderzoek uitgevoerd om antwoord te geven op de vraag hoe er een model gemaakt kan worden voor een watersluis systeem die voldoet aan de vereisten van de ambtenaar. Hiervoor is literatuuronderzoek gedaan en zijn vervolgens modellen gemaakt aan de hand van dit literatuuronderzoek.

### 4.1 Dataverzameling

Voor het literatuuronderzoek zijn er bronnen en artikelen gezocht via Google die betrekking hebben tot watersluizen en de vereisten van de ambtenaar.

### 4.2 Inclusie- en exclusiecriteria

Voor het literatuuronderzoek zijn er gebruikgemaakt van bronnen en artikelen van de afgelopen 20 jaar. Bovendien is er ook gekeken naar watersluizen buiten Europa.

### 4.3 Onderzoeksverloop

Na vraag van de ambtenaar naar een model van een geautomatiseerde watersluis. TODO

## 4.4 Data-analyse

De verkegen informatie over de watersluizen uit veschillende bronnen, is met elkaar vergeleken.

## 4.5 Validiteit en betrouwbaarheid

Ter behoeve van de validiteit zijn de gemaakt modellen gebaseerd op de verkregen informatie uit het literatuuronderzoek. Om de betrouwbaarheid van de modellen te garanderen, zijn de modellen geverifiërd aan de hand van de requirements die vertaald zijn naar ctl voor verificatie in Uppaal.

# 5 Literatuuronderzoek

## 5.1 Wat is een sluis?

Rijkswaterstaat definieert een sluis als een scheiding tussen 2 wateren, met deuren, waarmee het mogelijk is om het waterpeil te beïnvloeden. Sluizen reguleren het waterpeil zodat schepen kunnen passeren. (Rijkswaterstaat, 2022)

In Nederland zijn veel verschillende soorten sluizen te vinden (Waterschap Noorderzijlvest, 2021),(G J, 1994). Zo zijn er doksluizen die worden gebruikt om het waterpeil in droogdokken en havens te regelen, en bijvoorbeeld spuisluizen die voorkomen dat de vaargeul waaraan ze zijn aangesloten dichtslibben door middel van een kom met zeewater die wordt gevuld tijdens vloed, en weer leeg wordt laten gelopen als het eb is (Waterschap Noorderzijlvest, 2021),(G J, 1994).

Dit onderzoek daarentegen focust zich op schutsluizen.

## 5.2 Hoe opereert een sluis?

## 5.3 Hoe wordt een sluis onderhouden?

## 5.4 Wat kan er fout gaan met een sluis?

# 6 Requirements

Op basis van ons onderzoek hebben we requirements opgesteld om te kunnen voldoen aan de eisen van het ministerie. Deze eisen zijn hieronder gecategoriseerd te vinden.

- 6.1 Veiligheid
- 6.2 Efficiëntie
- 6.3 Capaciteit
- 6.4 Onderhoudskosten
- 6.5 Duurzaamheid
- 7 Specificaties
- 8 Model
- 9 Verifiëren
- 10 Conclusie

## 11 Bijlagen

## Referenties

- G J, A. (1994). Sluizen en stuwen: De ontwikkeling van de sluis- en stuwbouw in nederland tot 1940. *TU Delft Research Repository*. Verkregen van <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A2edbe26b-a941-4175-a1e2-fe5182b90003>
- K G, B. (2000). Constructieve waterbouwkunde. deel b: Schutsluizen. *TU Delft Research Repository*. Verkregen van <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:1e45bbca-f816-4659-b0e9-048a53f91b97>
- Oosterveld, D. (1976). Sluizen: Sluissimulatie, kanaaloptimalisatie. *TU Delft Research Repository*. Verkregen van <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:91c8cde2-0708-430f-a736-15f2164b6709>
- Rijkswaterstaat. (2022). *Dammen, sluizen en stuwen*. Verkregen van <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/dammen-sluizen-en-stuwen>
- Van Dale. (2022). *Betekenis 'verval'*. Verkregen van <https://www.vandale.nl/gratis-woordenboek/nederlands/betekenis/Verval>
- Waterschap Noorderzijlvest. (2021). *Gemalen, stuwen en sluizen*. Verkregen van <https://www.noorderzijlvest.nl/gemalen-stuwen-en-sluizen>