

Verslag Eindopdracht Tinlab

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

5 april 2022

Inhoudsopgave

1 Samenvatting	2
2 Inleiding	2
3 Theoretisch Kader	2
3.1 Begrippenlijst	3
4 Methodologie	3
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
5 Literatuuronderzoek	4
5.1 Wat is een sluis?	4
5.2 Hoe opereert een sluis?	4
5.3 Hoe wordt een sluis onderhouden?	7
5.4 Wat kan er fout gaan met een sluis?	7
6 Requirements	7
6.1 Veiligheid	8
6.2 Efficiëntie	8
6.3 Capaciteit	8
6.4 Onderhoudskosten	8
6.5 Duurzaamheid	8
7 Specificaties	8
8 Model	8
9 Verifiëren	8
10 Conclusie	8
11 Bijlagen	9
Referenties	10

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: "Verschil 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)

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 verkregen informatie over de watersluizen uit verschillende 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 geverifiëerd aan de hand van de requirements die vertaald zijn naar ctl voor verificatie in Uppaal.

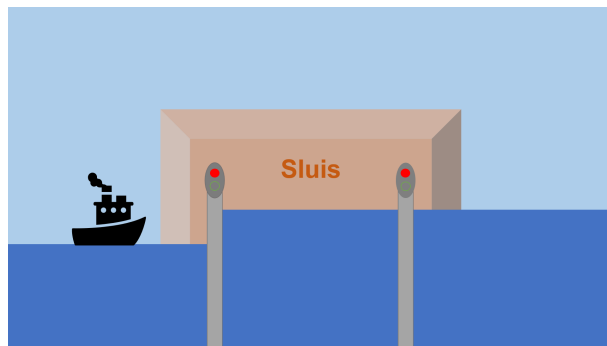
5 Literatuuronderzoek

5.1 Wat is een sluis?

5.2 Hoe opereert een sluis?

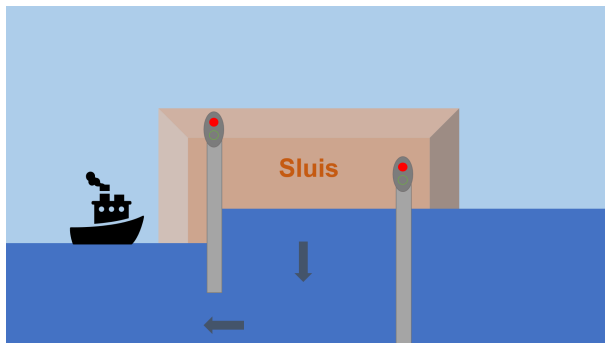
De gemiddelde sluis bestaat uit drie delen met twee schuiven die deze delen scheiden. Wanneer het hoogte verschil van het water heel groot is zijn er vaak meerdere delen en schuiven. In dit scenario gaan we er van uit dat deze sluis drie delen en twee schuiven heeft. Ook heeft deze sluis aan elke schuif een groen licht en een rood licht. Deze stoplichten zijn aan beide kanten van de schuiven zichtbaar.

Er komt een boot aan aan de linker kant van de sluis. Het waterniveau aan de rechter kant is hoger dan het waterniveau aan de linker kant van de sluis. Er is een stoplicht met een rood brandend licht die aan geeft dat doorvaart verboden is.



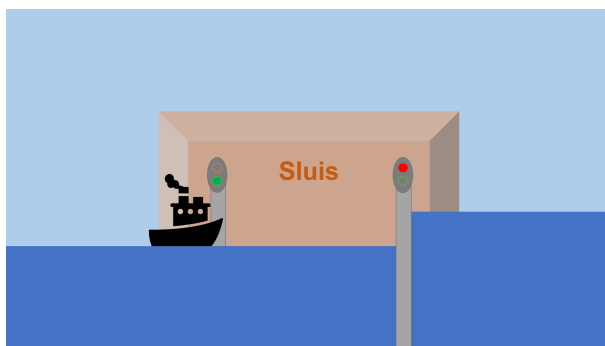
Figuur 1: Er komt een boot aan bij de sluis, die naar de andere kant moet.

Om de boot door de sluis heen te krijgen moet eerst het waterniveau in de sluis zakken naar het niveau aan de linker kant. De linker schuif gaat omhoog, hierdoor gaat het water in de sluis weg naar de linkerkant.



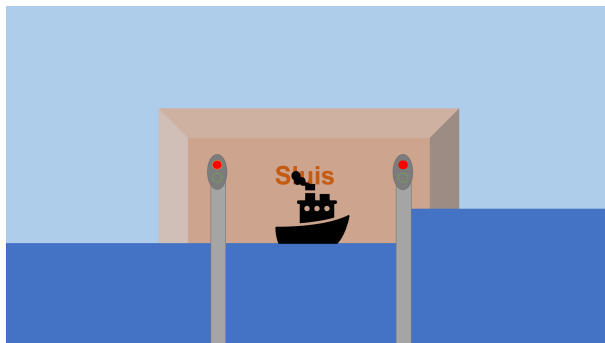
Figuur 2: De linker schuif gaat omhoog om het waterniveau in de sluis gelijk te krijgen.

Wanneer het waterniveau aan de linker kant en in de sluis gelijk is zakt de schuif naar beneden en gaan de deuren van de schuif open. Het groene licht brand nu om aan te geven dat doorvaart toegestaan is.



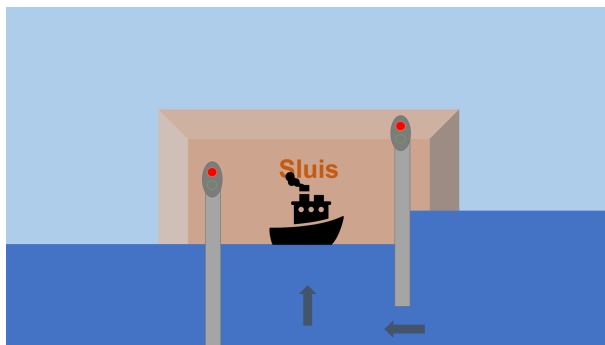
Figuur 3: Het linker groene licht brand en de boot vaart de sluis in.

De deuren van de linker schuif gaan dicht als de boot in de sluis is. Het licht van de linker schuif gaat weer naar rood.



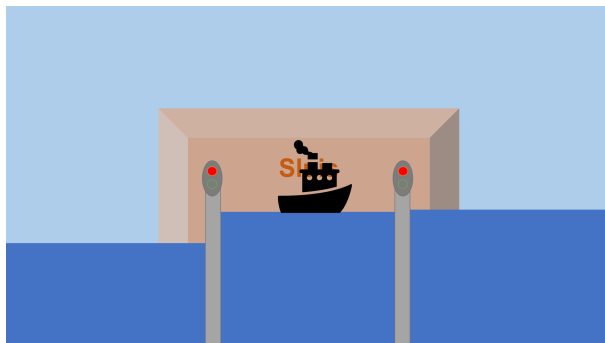
Figuur 4: De boot wacht in de sluis.

Het waterniveau moet nu gelijk worden met het niveau aan de linker kant. De rechter schuif gaat nu omhoog. Het waterniveau in de sluis wordt nu gelijk met de rechterkant.



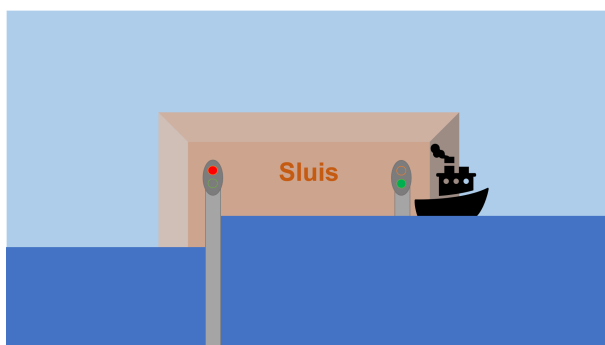
Figuur 5: De rechter schuif gaat omhoog om het waterniveau in de sluis gelijk te krijgen.

Wanneer het waterniveau aan de rechterkant en in de sluis gelijk is zakt de schuif weer naar beneden.



Figuur 6: Het waterniveau in de sluis is nu gelijk met de rechterkant.

De deuren van van de rechter schuif gaan nu open en het groene licht gaat branden. De boot vaart naar de rechterkant uit de sluis.



Figuur 7: Het waterniveau in de sluis is nu gelijk met de rechterkant.

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

- 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>