galvin b

[Email address]

Abstract

Systeemontwikkeling innovatief product dat wordt gemodelleerd. Kennisontwikkeling en toepassing van logica, wiskunde en programmeertalen. Het document is geheel geschreven door de student zelf.

Tinlab advanced algorithms eindopdracht

Onderzoek naar de automatisering van sluizen

Inhoud

[Voorwoord 1](#_Toc14429100)

[Inleiding 1](#_Toc14429101)

[Probleemstelling 1](#_Toc14429102)

[Opdrachtomschrijving (Deskresearch ) 4](#_Toc14429103)

[Theoretisch kader 5](#_Toc14429104)

[Begripsafbakening 6](#_Toc14429105)

[Operationalisatie 6](#_Toc14429106)

[Projectopzet 6](#_Toc14429107)

[Uitvoering en Resultaten 6](#_Toc14429108)

[Beantwoording van de deelvraag: Enkele beschikbare apps 7](#_Toc14429109)

[Beantwoording van de deelvraag: informatie over sluizen 8](#_Toc14429110)

[Beantwoording van de deelvraag: ontwerpen van verschillende, volledig geautomatiseerde sluizen 12](#_Toc14429111)

[bijzondere artiekeln van wessel oelew 14](#_Toc14429112)

[Beantwoording van de deelvraag: Nederlandse sluizenpark 14](#_Toc14429113)

[Beantwoording van de deelvraag: sluis informatiecentrum 15](#_Toc14429114)

[Beantwoording van de deelvraag: alle sluizen in nederland 15](#_Toc14429115)

[Beantwoording van de deelvraag: water lock algorithm 17](#_Toc14429116)

[Beantwoording van de deelvraag: water locks and dams algorithm 18](#_Toc14429117)

[Conclusies 18](#_Toc14429118)

[Aanbevelingen 18](#_Toc14429119)

[Literatuurlijst 18](#_Toc14429120)

[Bijlagen 18](#_Toc14429121)

# Voorwoord

# Inleiding

# Probleemstelling

Aanleiding probleem

In het kader van het onlangs afgesloten klimaatakkoord heeft de Nederlandse

overheid daarom besloten over te gaan tot een ingrijpende renovatie van de

diverse sluizen die ons land rijk is. Op het ministerie van infrastructuur en

waterstaat is helaas onvoldoende kennis van ict en systemen aanwezig om een

en ander uit te voeren.

Wij vragen u een model (of een onderling samenhangend aantal modellen)

aan te leveren, opdat ontwerpen van verschillende, volledig geautomatiseerde

sluizen in de toekomst gerealiseerd kunnen worden.

Aanleiding opdracht

Na grondige analyse van het Nederlandse sluizenpark is gebleken dat renovatie

van een groot aantal sluizen noodzakelijk is. Een eerste verkenning heeft ons

geleerd dat het gecombineerd renoveren en automatiseren van het Nederlandse

sluizenpark een aanzienlijke verbetering kan opleveren t.a.v.

\_ veiligheid

\_ e\_cientie

\_ capaciteit

\_ onderhoudskosten

\_ duurzaamheid

• Wie heeft belang bij de oplossing van het probleem (stakeholderanalyse)?

Welke klanten heeft het bedrijf?

Met welke technologieën (software/hardware/aanpak) werken zij in het kader van de opdracht? Is dit

een veel gebruikte technologie?

• Wat houdt het probleem precies in? (aan de hand van beschrijving huidige situatie; oorzaken /

gevolgen)

• Wat is de gewenste situatie? (oplossingsrichtingen, nog geen kant en klaar product)

2.2 Gezamenlijke gedeelte

Bij de beoordeling van het gezamenlijke gedeelte staan de volgende drie vragen

centraal:

\_ Hoe zijn de wensen van de opdrachtgever ge\_nterpreteerd? Tot wat voor

requirements/speci\_caties leidt dit? Anders gezegd: Wat betekent veilig,

e\_cient, etc. en wat heb je aan bronnen geraadpleegd om tot een goede

analyse te komen? (Dit laatste hoef je niet te beschrijven: het blijkt

immers uit citaten of verwijzingen die je gebruikt.)

\_ Het model:

{ De modelcriteria van Vaandrager zijn op allerlei manieren tegenstrijdig.

Welke keuzes en afwegingen heb je gemaakt en waarom?

{ Gemodelleerde onderdelen.

{ Werking van het model.

\_ Veri\_catie:

{ Wat heb je geveri\_eerd, waarom en hoe?

{ Als je iets niet kon veri\_eren, waarom dan niet?

{ Een harde eis is dat er een aantal eigenschappen geveri\_eerd zijn.

We modelleren een systeem immers middels Kripke structuren om

harde uitspraken over eigenschappen van zo' n systeem te kunnen

doen.

Ten slotte nog enkele belangrijke opmerkingen:

\_ Sommige studenten denken dat ze bij het schrijven van verslagen per kilo

worden betaald. . . Het is beslist niet de bedoeling om kilometers tekst te

produceren. Beter een goed lopend, gestructureerd, korter document dan

een waterig plofverslag.

\_ Voor het model geldt grofweg hetzelfde: Deze opdracht is niet een wedstrijdje

complexiteit. Minimalisme/simplisme is, mits goed onderbouwd,

beter dan een ingewikkeld vlaggeschip.

\_ Wat helpt bij het schrijven van een gestructureerd document is het van te

voren neerzetten van een \skelet" met kernwoorden. Deze kernwoorden

kun je uitsplitsen in begrippen die eronder vallen en zo krijg je, grofweg, de

hoofdstukken, subhoofdstukken, etc. al op papier en kun je de structuur

van je document beter in de gaten houden.

2.3 Mondelinge presentatie

De mondelinge presentatie duurt 15 minuten en niet meer! In deze 15 minuten:

\_ presenteer je je model(len) en geef je kort en bondig een overzicht van de

werking.

\_ laat je zien wat geveri\_eerd werd.

\_ beantwoord je wat vragen.

15 minuten is kort! Het lijkt misschien lang, maar als je eenmaal bezig bent,

vliegt de tijd (docentenwijsheid;)). Dit betekent dat je goed moet nadenken

over de vraag wat de grote lijn in je presentatie is. Diverse details moet je

vanwege de tijd weglaten en daarmee is de mondelinge presentatie een mooie

oefening in samenvatten: Wat is de essentie en wat laat je weg?

3 Tips en afwegingen

Daar deze opdracht erg vrij is, worden hier wat losse ideeen aangedragen. Dit

zijn geen eisen en of ze op jouw model van toepassing zijn is ook nog maar de

vraag. De aangedragen tips illustreren een denkwijze.

3.1 Queues, integers en veri\_catie

Schepen kunnen gemodelleerd worden met simpele (bounded) integers die in een

wachtrij geplaatst worden. E\_en en ander betekent dat er ergens in je model een

queue (of zelfs meerdere) geprogrammeerd moet worden. Wanneer we echter

drie queues programmeren met een lengte van vijf, loopt bij het veri\_eren van

een eigenschap het aantal states al zo hoog op dat veri\_eren onmogelijk is

geworden. . .

Er zijn nu verschillende alternatieven:

\_ de queue lengte kleiner maken

\_ minder queues gebruiken

\_ queues helemaal niet gebruiken

Die laatste optie impliceert dat een simpele integer gebruikt wordt om het aantal

schepen in de sluis bij te houden. Je bent nu niet meer in staat een individueel

schip te \volgen", maar je hebt de state explosion wel enorm teruggebracht.

Voor beide opties is iets te zeggen en het is daarom toegestaan om een model te

veranderen of \uit te kleden", zodat een eigenschap die eerder niet veri\_eerbaar

was, dat alsnog wordt. . .

Werken met meerdere, onderling samenhangende, modellen die gemaakt

worden om er speci\_eke eigenschappen mee te veri\_eren is een normale zaak

en derhalve gewoon toegestaan. Let er, als je dit doet, wel op dat je goed

documenteert wat er met welk model geveri\_eerd is.

3.2 Onverwachte omstandigheden

Wanneer een \echt" systeem gebouwd en in gebruik genomen wordt, kan er

met een werkend systeem van alles misgaan:

\_ sensor gaat kapot

\_ menselijke fout

\_ mechanische fout

\_ . . .

Je hoeft bij het modelleren geen rekening te houden met dit soort omstandigheden.

Ga er van uit dat een gemodelleerd onderdeel doet wat het geacht wordt

te doen.

3.3 Simplisme vs. realisme

Wanneer we in ons systeem met waterhoogte willen werken, zal die waarde

ergens vandaan moeten komen. Het is realistisch om een sensor te modelleren

die de waterhoogte \uitleest" en doorgeeft aan het systeem. Dit maakt het

model realistischer, maar ook complexer.

Het doelbewust niet modelleren van een sensor is dan ook verdedigbaar:

Met het verkregen simplisme ga je de state explosion tegen en dat maakt het

veri\_eren van eigenschappen mogelijk. Ook hier geldt dat je daar zelf keuzes in

mag maken, gesteld dat je ze onderbouwt.

3.4 Liveness

Het veri\_eren van liveness kan voor subtiele problemen zorgen. Deze komen

met enige regelmaat voort uit wat we in de handleiding lezen:

The syntax p q denotes a leads to property meaning that whenever p

holds eventually q will hold as well. Since Uppaal uses timed automata as the

input model, this has to be interpreted not only over action transitions but also

over delay transitions.

6

Anders gezegd: Als je in je model een state hebt zitten zonder invariant

die het systeem vroeg of laat uit die state dwingt, kan het systeem eindeloos

in die state blijven hangen en zal liveness veri\_catie niet slagen. Het verhelpen

daarvan kan een hoop werk opleveren. . .

Doelstelling

• Hoe kom ik bij de gewenste situatie?

# Opdrachtomschrijving (Deskresearch )

Zoals gesteld in de brief is het de bedoeling dat een sluis gemodelleerd wordt

en dat bewezen kan worden dat de te bouwen sluis een aantal eigenschappen

bezit. Je krijgt daarbij veel vrijheid om zelf keuzes te maken.

Speelt het probleem in meer organisaties in de sector?

Welke andere vergelijke problemen zijn er bij Rijkswaterstaat?

Welke bestaande oplossingen zijn er al op de markt en waarom zijn deze niet goed genoeg voor dit probleem?

**Probleemstelling**

* Wat is het probleem in de zorg waarvoor je een oplossing gaat zoeken? (huidige- en gewenste situatie)
* Oorzaken/aanleiding van het probleem
* Gevolgen probleem (impact)

**Doelgroep**

* Wie hebben er last van (doelgroep)?
* Hoe groot is de doelgroep?
* Is het een nieuw probleem of bestaat het al lang?
* Waarom moet dit nu opgelost worden?
* Zijn er al bestaande (deel)oplossingen voor dit probleem, zo ja welke?

**Jouw oplossing**

* Leg uit hoe jouw idee de manier is om van de huidige situatie naar de gewenste situatie te komen
* Onderbouw je business case (hiervoor kan je een mindmap gebruiken). Houd expliciet rekening met ethische aspecten en security.
* Welke losse onafhankelijke onderdelen kun je onderscheiden in jouw oplossing? (kolom 1 van een morphological chart - zie lesmateriaal classroom)

# Theoretisch kader

Welke vergelijkbare problemen zijn er in de literatuur en hoe zijn deze opgelost?

Opdrachtformuleren:

Hoofdvraag:

Is het mogelijk een sluis te modelleren waarmee bewezen kan worden dat de sluis een aantal eigenschappen bezit?

Deelvraag:

Wat zijn sluizen?

Welke technieken worden gebruikt om sluizen te besturen?

Kunnen deze technieken ondersteund of vervangen worden door een algoritme?

Welke apps zijn beschikbaar om een sluis van afstand te besturen?

Welke apps zijn veilig, beschikbaar en gebruiksvriendelijk om de werking van de sluis te automatiseren?

Wat is machine learning?

Wat is een embedded system

Wat zijn Real time systems?

Wat is Digital Signal processing?

Wat is Wireless Communication?

Wat is Image processing?

Wat zijn de eisen voor de realisatie?

Scope (gegeven door opdrachtgever)

# Begripsafbakening

# Operationalisatie

# Projectopzet

# Uitvoering en Resultaten

## Beantwoording van de deelvraag: Wat zijn sluizen?

## Beantwoording van de deelvraag: Welke technieken worden gebruikt om sluizen te besturen?

## Beantwoording van de deelvraag: Kunnen deze techieken ondersteund of vervangen worden door een algoritme?

## Beantwoording van de deelvraag: Welke apps zijn beschikbaar om een sluis van afstand te besturen?

## Beantwoording van de deelvraag: Welke apps zijn veilig, beschikbbaar en gebruiksvriendelijk om de werking van de sluis te automatiseren?

## Beantwoording van de deelvraag: Wat is machine learning?

## Beantwoording van de deelvraag: Wat is een embedded system

## Beantwoording van de deelvraag: Real time systems.

## Beantwoording van de deelvraag: Digital Signal processing.

## Beantwoording van de deelvraag: Wireless Communication.

## Beantwoording van de deelvraag: Image processing

MSP430 Capacitive Touch BoosterPack

MSP432P401R From Texas Instrument

SimpleLink Wi-Fi CC3200 LaunchPad

TI CC3200 -Development Kit. From Texas Instrument

cc3200 audio booster pack From Texas Instrument

Fourier, z-transformation, Wavelet Filtering: FIR, IIR, Gaussian Audio Signal Processing

## Beantwoording van de deelvraag: Enkele beschikbare apps

https://www.talking-traffic.com/nl/nieuws/real-time-data-beschikbaar-van-120-bruggen-en-sluizen

https://www.nauticlink.com/nieuwsdienst/2019/04/18/111143380/app-waterkaart-nederland-nu-uitgebreid-met-complete-vaarrouteplanner-inclusief-waterstanden-hoogten-en-diepten-bruggen-en-sluizen/

http://www.wcikaartennederland.nl/index.php/bedieningsinformatie-bruggen-en-sluizen

https://waterrecreatienederland.nl/2018/04/mobiele-app-riverguide-nu-ook-voor-recreatievaart/

http://riverguide.eu/

https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/2019/05/goed-geinformeerd-het-water-op-met-vaarweginformatie-en-riverguide.aspx

https://www.varendoejesamen.nl/kenniscentrum/bereid-je-reis-goed-voor/handige-apps-voor-watersporters

https://www.computable.nl/artikel/nieuws/overheid/6300564/250449/rijkswaterstaat-koppelt-10-sluizen-aan-sensornetwerk.html

https://www.computable.nl/artikel/nieuws/digital-innovation/5992325/250449/rws-en-kpn-testen-sensoren-in-sluis-ijmuiden.html

https://www.computable.nl/artikel/nieuws/business-analytics/6226826/250449/sas-helpt-rijkswaterstaat-bij-analyse-iot-data.html

## Beantwoording van de deelvraag: informatie over sluizen

https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/verkeer-vervoer/vaarwegen/brugopeningen/

https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/verkeer-vervoer/vaarwegen/

https://www.vaarweginformatie.nl/frp/main/#/geo/map

http://riverguide.eu/

https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/verkeer-vervoer/vaarwegen/brugopeningen/

https://www.flevoland.nl/wat-doen-we/wegen-vaarwegen-en-openbaar-vervoer/bediening-bruggen-en-sluizen

https://www.ballast-nedam.nl/infra-projects?gclid=CjwKCAjwr8zoBRA0EiwANmvpYMbcebfV65GqZPEkeot28iktM2bRZUjZoei26IC80v8T3Mlah-FpPxoCPToQAvD\_BwE

https://www.fryslan.frl/home/kaarten\_3208/item/openingstijden-bruggen-en-sluizen\_727.html

https://www.vvvijmuidenaanzee.nl/nl/activiteitenkaart/detail/sluis-haven-informatie-punt-ship--b01c9f89-6ee8-482e-a81a-0775e74ebb25

https://www.watersportverbond.nl/belangenbehartiging/toegankelijkheid-van-vaarwater/bruggen-en-sluizen/

https://www.werkenvoornederland.nl/vacatures/detail/systeemarchitect-integrator-bruggen-sluizen-3-fte-RWS-2019-0575

https://waterkaarten.app/?gclid=CjwKCAjwr8zoBRA0EiwANmvpYFD2diRNgjXrlQdC35IApKf2a8tsHmM9GhecBSyuR8bkLeMwZx877xoC9ZUQAvD\_BwE

https://www.noordzeekanaalgebied.nl/projecten/sluis-en-haven-informatiepunt/

https://sluizen.startkabel.nl/

https://www.anwb.nl/water/varen/vaarinformatie/stremmingen-en-scheepvaartberichten

https://www.zaanstad.nl/mozard/!suite86.scherm0325?mPag=472&mVrg=932

https://www.sluizenenstuwen.nl/

http://www.ontwerp77.nl/werk/ship-ijmuiden/

https://www.computable.nl/artikel/nieuws/overheid/6300564/250449/rijkswaterstaat-koppelt-10-sluizen-aan-sensornetwerk.html

http://www.wcikaartennederland.nl/index.php/bedieningsinformatie-bruggen-en-sluizen

http://www.overijssel.nl/thema%27s/verkeer-wegen/varen-overijssel-0/sluis-nw-overijssel/

http://oversluizen.com/

https://allecijfers.nl/wijk/wijk-sluis/

https://www.bvschoor.nl/index.php/reportages/14-de-sluis

https://www.meerschap-paterswolde.nl/het-gebied/informatie/sluistijden

https://spreekbeurten.info/sluis.html

https://www.assen.nl/vrije-tijd/recreatie/varen-in-assen/bedieningstijden-bruggen

https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/binnenvaart/vraag-en-antwoord/waar-vind-ik-actuele-verkeersinformatie-voor-vaarwegen

https://www.rusthoven.com/product-categorie/sluizen/

https://www.metropoolregioamsterdam.nl/artikel/20170405-sluis-haven-informatie-punt-open

https://webwereld.nl/big-data/94606-hoe-sluizen-en-bruggen-informatie-leveren

http://www.debinnenvaart.nl/binnenvaarttaal/aanvullende\_teksten/teksten.php?tekst=sluizen

https://recreatiemiddennederland.nl/stremmingen-sluis-en-stuwcomplexen-nederrijn-en-lek-2019/

https://www.hetklokhuis.nl/onderwerp/sluizen

https://www.debouwmaakthet.nl/project-detail/417/sluis-eefde

https://www.agv.nl/recreatie/watererfgoed/sluizen/weersluis-en-weersloot/

https://www.portofrotterdam.com/nl/scheepvaart/binnenvaart

http://www.debouwagenda.com/roadmaps/896436.aspx?t=Road+Map+1%3A+bruggen+%26amp%3B+sluizen

https://www.wsvdespiegel.nl/bediening-vechtbrug

https://www.bootverhuurkalf.nl/bedieningstijden-bruggen-friesland/

https://www.besix.nl/nl/projects/sluizen-in-limburg

https://www.vlaartechniek.nl/automatiseringsoplossingen/sluis/

https://m.youtube.com/watch?v=xBzGcI\_FkB4

https://www.nnvo.nl/nautische-leerlijnen/basisisopleiding-brug-en-sluisbediening/03-00-basisopleiding-brug-en-sluisbediening

https://m.boschrexroth.com/nl/nl/onderneming/nieuwscentrum/press-detail-2-145088

https://www.volkerwessels.com/nl/nieuws/start-bouw-grootste-zeesluis-ter-wereld

http://www.waarstaatjeprovincie.nl/Paginas/Water/Sluizen.aspx

http://www.waarstaatjeprovincie.nl/Paginas/Water/Sluizen.aspx

https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/verkeer-op-het-water/stewards-op-de-sluizen/index.aspx

https://med.hr.nl/oelew/verificatie/eindopdracht.pdf

## Beantwoording van de deelvraag: ontwerpen van verschillende, volledig geautomatiseerde sluizen

https://www.nationaalarchief.nl/onderzoeken/archief/2.16.94?sortering=periode&volgorde=aflopend&open=c01%3A5.&anchor=descgrp-context-bioghist

https://www.igus.nl/info/robotics-make-your-own-robot

https://www.platformwow.nl/media/2787/hf-bedientaak-definitief.pdf

https://www.magazinesrijkswaterstaat.nl/zakelijkeninnovatie/2018/03/project-afsluitdijk

https://www.bhic.nl/media/document/file/rien-biemans-sluis-en-stuw-bij-lith.pdf

http://sluisveld.nl/nl/diensten/

http://www.commissiemer.nl/docs/mer/p09/p0930/930-031mer.pdf

https://www.strypes.nl/onze-dienstverlening/vervoer-en-infra/556/software-en-veiligheid-schinkelspoorbrug.html

http://www.agidens.nl/nl/automation/Turnkey-automated-solutions\_life-sciences-oplossingen/Farmaceutische-apparatuur

https://framerecruitment.nl/opdrachtgevers/

https://www.vvvdordrecht.nl/media/zuidholland/tdi/d00020/attachments/434f89e7-5c60-45f3-a5f2-8788fd1a420e.pdf

http://www.hekwerkpartner.nl/type/poorten-hekwerk/modern-design/page/2/

http://www.omgevingindepraktijk.nl/sites/default/files/bestanden/Erfgoed/2c%20Sluis.pdf

http://www.samflevoland.nl/files/waardestellingen\_steunpunt/Waardestelling\_werkeiland.pdf

https://waterkaart.net/leveringsvoorwaarden-privacy.php

https://www.zaans-industrieel-erfgoed.nl/pages\_1/richtlijnen-vaarwegen-2005.pdf

https://www.beckhoff.nl/beckhoff.nl/dutch/default.htm?ial/systemint.htm

https://www.werkenbijaltran.nl/vacature/plc-software-engineer-985420/

https://www.stumico.nl/events/overzicht/event/15/wat-is-de-echte-werkelijkheid-

https://www.osb.nl/wp-content/uploads/2012/07/A5-boekje-Staand-VM-Industrie.pdf

https://repository.officiele-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2019-9056/1/bijlage/exb-2019-9056.pdf

http://www.agidens.be/nl/automation/Turnkey-automated-solutions\_oplossingen-infrastructuur/sluizenbouw-sluisautomatisering

http://publicaties.minienm.nl/documenten/ontwerp-van-schutsluizen

https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ac8ff509c-7797-4d61-aa59-773a37f6ac8f

https://www.vlaartechniek.nl/projecten/brug-en-sluis-luyendijk/

https://pure.tue.nl/ws/portalfiles/portal/46912561

https://www.royalhaskoningdhv.com/nl-nl/nederland/projecten/nieuwe-zeesluis-ijmuiden-c-de-grootste-ter-wereld/7588

http://www.ruimtevoorderivierijsseldelta.nl/content/files/Files/Publicaties/Gebeidsontwikkeling\_IJsseldelta-Zuid/Cluster\_1/Ontwerpprojectplan\_Reevediep/Bijlagen\_bij\_10\_-\_Technisch\_ontwerp/TNO-DV\_2008\_C217pdf\_1.pdf

https://privacy.vakmedianet.nl/cobouw/?ref=https://www.cobouw.nl/artikel/170146-vierde-kolk-oranje-sluizen-uitzonderlijk-van-ontwerp

https://www.anteagroup.nl/nl/nieuws/innovatieve-vissluis-geplaatst-waterberging-westermaat

http://wisdomparts.nl/wisdomparts/de-juiste-ingang/

https://www.boonedam.nl/the-power-of-two

https://www.recordbv.nl/nl/home

https://www.nationalestaalprijs.nl/archief/2014/nominaties/infrastructuur/uitbreiding-sluizencomplexen-panamakanaal

## bijzondere artiekeln van wessel oelew

https://med.hr.nl/oelew/verificatie/verzamelingen.pdf

https://med.hr.nl/oelew/logica/logica.pdf

https://med.hr.nl/oelew/tinformatica/grafen.pdf

https://med.hr.nl/oelew/tinformatica/zoektechnieken.pdf

https://med.hr.nl/oelew/verificatie/schaumdiscretemathematics.pdf

https://med.hr.nl/oelew/verificatie.html

http://www.jacobhirsh.com/Hirsh,%20Mar,%20&%20Peterson%20-%20Psychological%20Entropy.pdf

https://www.youtube.com/watch?v=DZCm2QQZVYk

https://www.youtube.com/channel/UCYO\_jab\_esuFRV4b17AJtAw

https://www.researchgate.net/publication/287374379\_Exploring\_ScrumBut\_-\_An\_Empirical\_Study\_of\_Scrum\_Anti-Patterns

https://www.rose-hulman.edu/class/cs/csse372/201410/Readings/MythicalManMnth.pdf

http://juacompe.mrchoke.com/natty/thesis/FrameworkComparison/A%20complexity%20measure.pdf

https://userweb.cs.txstate.edu/~rp31/papersSP/lehman1-2.pdf

http://www.dimap.ufrn.br/~jair/ES/artigos/SpiralModelBoehm.pdf

https://leadinganswers.typepad.com/leading\_answers/files/original\_waterfall\_paper\_winston\_royce.pdf

http://spinoza.screamingmedia.nl/articles/535/Henk\_Barendregt\_\_\_De\_Grondslagen\_

https://www.youtube.com/watch?v=re96UgMk6GQ

https://www.youtube.com/watch?v=ZhuHCtR3xq8

https://www.youtube.com/watch?v=RCCigccBzIU

https://www.math.vu.nl/~jhulshof/lerenkinderennogrekenen.pdf

https://demonitor.kro-ncrv.nl/uitzendingen/uitbuiting-starters-en-stagiairs

http://math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf

https://arxiv.org/pdf/1405.0126.pdf

## Beantwoording van de deelvraag: Nederlandse sluizenpark

https://www.tripadvisor.nl/ShowUserReviews-g1877747-d5039755-r390680863-LWL\_Industriemuseum\_Schiffshebewerk\_Henrichenburg-Waltrop\_North\_Rhine\_Westphali.html

https://nl.wikipedia.org/wiki/Sluis

## Beantwoording van de deelvraag: sluis informatiecentrum

https://www.portaalvanvlaanderen.nl/

http://www.wcikaartennederland.nl/index.php/bedieningsinformatie-bruggen-en-sluizen

https://nonavproducts.com/index.php/webshop/opencpn-kaarten/demo-kaarten-detail

https://www.rotterdam.nl/wonen-leven/bruggen-en-sluizen/

## Beantwoording van de deelvraag: alle sluizen in nederland

https://wiki.woudagemaal.nl/w/index.php/Sluizen

https://www.spie-nl.com/services/bruggen-en-sluizen/

https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202000-2010/Publicaties%202000-2004/STOWA%202004-XX%20boekenreeks%2020.pdf

https://www.rvo.nl/sites/default/files/GWWrapportage\_Sluizen%20en%20stuwen.pdf

https://www.werkenvoornederland.nl/organisaties/rijkswaterstaat/ict-middelen-maken-om-bruggen-sluizen-en-tunnels-te-besturen

https://waterrecreatienederland.nl/2018/10/voorbereidingen-groot-onderhoud-sluizen-en-bruggen-gestart/

https://jvwhaarlem.com/event/inzet-sluisstewards-op-drukke-sluizen/

http://www.vaarkaartnederland.nl/

https://velehanden.nl/Inhoud/bestanden/index/name/Gemeente+Amsterdam+%2C+DIVV+-+Namen+bruggen%2C+sluizen%2C+en+tunnels.pdf

https://www.gelderlander.nl/grave/sluizen-minder-open-in-brabant-door-droogte-langere-wachttijd-voor-schepen~a06bc8a5/

https://www.ad.nl/politiek/grote-problemen-met-bruggen-en-sluizen-afsluitdijk~a7c8f0ae/

https://www.nauticlink.com/nieuwsdienst/2011/05/12/111119746/waterapps-maakt-app-voor-watersport-met-actuele-bedieningstijden-van-alle-bruggen-en-sluizen-in-nederland/

https://tmgonlinemedia.nl/consent/consent/?return=https%3A%2F%2Fwww.telegraaf.nl%2Fnieuws%2F2397240%2Fsluizen-beperkt-open-in-brabant-en-limburg%3Futm\_source%3Dgoogle%26utm\_medium%3Dorganic&clienttime=1559225936859&version=5&guid=ec9a6702-e835-dde3-4383-8711cb320e1d&detect=true

https://www.watersporters.nl/stremmingen/

https://www.bureauvoorlichtingbinnenvaart.nl/over/basiskennis/vaarwegen

https://data.overheid.nl/dataverzoeken/bedieningstijden-en-locaties-bruggen-en-sluizen

http://www.boerdej.nl/wp/historie-grave/stuw-sluis/

http://www.maritiemnederland.com/nieuws/afsluiten-sluizen-bij-tiel-moet-verzilting-voorkomen/item2921

https://www.bol.com/nl/p/historische-sluizen-en-stuwen-waardering/1001004002493268/

https://maritiemnieuws.nl/23892/waterapps-maakt-ae%CB%9Cappae%E2%84%A2-voor-watersport-met-actuele-bedieningstijden-van-alle-bruggen-en-sluizen-in-nederland/

http://www.watersportalmanak.nl/artikel/brug-en-sluisbediening

http://www.wvsliedrecht.nl/Documenten/Bedieningstijden.pdf

https://eenvandaag.avrotros.nl/item/sluizen-dicht-en-extra-dijkinspecties-nederlands-waterpeil-stijgt/

https://www.destentor.nl/zwolle/oost-nederland-gooit-73-miljoen-in-de-strijd-voor-brede-sluizen-afsluitdijk~a6247a3f/

https://www.bright.nl/nieuws/artikel/4657846/waterwerken-bruggen-sluizen-beveiliging-hacker-hacken-rekenkamer

https://www.varendoejesamen.nl/kenniscentrum/artikel/brugbediening-op-afstand-tips-en-informatie

http://www.wv-weesp.nl/pages/de-omgeving/brugbedieningstijden.php

http://www.debinnenvaart.nl/binnenvaarttaal/aanvullende\_teksten/teksten.php?tekst=sluizen-water

https://waterkaarten.app/

https://www.binnenlandsbestuur.nl/bestuur-en-organisatie/nieuws/oprichter-fox-it-gevaar-voor-sluizen-wordt.9576777.lynkx

http://www.kaartnederland.net/kaart-van-nederland

https://www.bd.nl/neerijnen/sluizen-in-de-waal-weer-beschikbaar-voor-scheepvaart~a4067e32/

https://debouwcampus.nl/co-creatie-lab/praktijkopgaven/bruggen-sluizen

https://www.bouwendnederland.nl/data/sitemanagement/media/Toekomstbestendige%20en%20duurzame%20bruggen%20en%20sluizen.pdf

https://www.flevoland.nl/dossiers/groot-onderhoud-bruggen-sluizen/welke-bruggen-en-sluizen

https://ict.eu/nl/case/mobz/

https://www.magazinesrijkswaterstaat.nl/zakelijkeninnovatie/2016/03/kennis-door-sluizen

https://www.channelweb.nl/artikel/nieuws/overheid/6300564/5226433/rijkswaterstaat-koppelt-10-sluizen-aan-sensornetwerk.html

https://www.nieuwsbladtransport.nl/binnenvaart/2019/04/08/rekenkamer-cyber-security-bruggen-en-sluizen-niet-waterdicht/

https://nl.linkedin.com/jobs/view/specialist-sluizen%2C-stuwen-en-beweegbare-bruggen-at-movares-30369635

https://www.rd.nl/vandaag/binnenland/sluizen-zijn-een-deel-van-mijn-leven-1.110533

https://www.tripadvisor.nl/ShowUserReviews-g2060349-d4868388-r380964443-Neptune\_s\_Staircase-Banavie\_Fort\_William\_Lochaber\_Scottish\_Highlands\_Scotland.html

https://kanaleninnederland.nl/algemeen/de-kanalenkaart-van-nederland/

https://www.jeugdbieb.nl/zoek.php?Woord=sluizen

https://sudwestfryslan.nl/onderwerp/bruggen-en-sluizen/

https://www.kanalenenrivieren.eu/sluizen.htm

http://www.geomaat.nl/deformatie-stuwen-en-sluizen/

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.surfcheck.waterkaart&hl=en\_US

https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/2822705/Sluizen-in-Brabant-minder-open-door-droogte-wachttijd-voor-schepen-tot-vier-uur

https://www.binnenvaartkennis.nl/sluizen-boven-rijn/

https://www.nporadio1.nl/binnenland/16500-achterstallig-onderhoud-van-sluizen-zorgt-voor-problemen-in-de-binnenvaart

http://www.molensenmonumenten.nl/waterbouwkundige-werken/

https://www.algemeeneschippersvereeniging.nl/blog/category/nautisch-technisch/sluizen-en-bruggen/

https://dynniq.com/nl/producten-en-services/mobility/infra-control-systems-bruggen-en-sluizen/

https://binnenvaartkrant.nl/rekenkamer-steek-meer-geld-in-onderhoud-bruggen-en-sluizen

https://www.oudhoorn.nl/bibliotheek/item.php?sort=titel&id=00079

https://www.bitsoffreedom.nl/2018/06/07/fysieke-sluizen-en-gemalen-vragen-om-digitale-dijken/

https://www.sluizenenstuwen.nl/soorten\_sluizen\_en\_stuwen.asp

https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/verkeersmanagement/scheepvaart/vaarwegkenmerken-in-nederland/index.aspx

https://sluizen.startkabel.nl/

https://sluizen.startkabel.nl/#

https://www.waternet.nl/werkzaamheden/brugbediening-op-afstand/

## Beantwoording van de deelvraag: water lock algorithm

https://nieuwesluisterneuzen.eu/sites/default/files/2018-05/PAPER%202%20-%20BUILDING%20A%20DECISION%20SUPPORT%20SYSTEM%20FOR%20THE%20TERNEUZEN%20LOCKS.pdf

https://nieuwesluisterneuzen.eu/sites/default/files/downloads/Bijlage%206%20VNZT-R-145-9-MER%20hoofdrapport.pdf

https://nieuwesluisterneuzen.eu/sites/default/files/downloads/VNZT-R-157-7\_OTB%20Nieuwe%20Sluis%20Terneuzen.pdf

https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterdata-en-waterberichtgeving

https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/hoogwater/stormvloed/index.aspx

https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/watermanagementcentrum-nederland

https://nieuwesluisterneuzen.eu/sites/default/files/downloads/Samenvatting%20MER%2015-04-2015.pdf

https://nieuwesluisterneuzen.eu/sites/default/files/06-02NST\_Brochure\_WEB.pdf

https://nieuwesluisterneuzen.eu/sites/default/files/2018-03/Brochure%20Nieuwe%20Sluis%20Terneuzen%20april%202018.PDF

https://www.teachengineering.org/lessons/view/cub\_dams\_lesson03

https://www.researchgate.net/publication/226519720\_A\_Late\_Acceptance\_Algorithm\_for\_the\_Lock\_Scheduling\_Problem

https://www.researchgate.net/figure/A-visual-representation-of-the-timing-algorithm-for-a-lock-with-three-chambers\_fig2\_226519720

https://dynamic-positioning.com/proceedings/dp2005/sensors\_stephens.pdf

https://ieeexplore.ieee.org/document/7287775

https://www.tomsguide.com/us/pictures-story/1142-waterproof-fitness-trackers.html

## Beantwoording van de deelvraag: water locks and dams algorithm

https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/hydraulics\_lab/pubs/PAP/PAP-0762.pdf

<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/40685%282003%29101>

## Demo Werking

## Demo Visualisatie

# Conclusies

# Aanbevelingen

## Aanbevelingen vergelijkbaar onderzoek

## Productanalyse demo/prototype

## Achtergrondeigenschappen demo

## Tekortkomingen demo/prototype

## Conclusie vergelijkking onderzoeksresultaten en resultten demo/prototype

# Literatuurlijst

# Bijlagen

Reflectieverslag aan de hand van leerdoelen