

layered

trees

/tikz/,/tikz/graphs/

conversions/canvas coordinate/.code=1 , conversions/coordinate/.code=1

trees

## **Persoonlijk verslag**

van

*Galvin Bartes (0799967)*



CMI-Opleiding *Technische Informatica* – Hogeschool Rotterdam

27 juli 2023

Eerste docent     *Dhr. W. Oele*  
Tweede docent

# Samenvatting

**Introduction:** Whilst every study published in a scientific journal contains an abstract, little research has been done on the exact format, content and style with which an abstract should be written. This makes it difficult for authors to adequately summarise their work in an abstract. **Methods:** In this study, the authors recruited a cohort of medical students who had written at least one scientific paper. Students were anonymously surveyed, on their confidence writing abstracts using an online survey, maintaining confidentiality. However, this method may have been subjected to selection bias, where those who have completed abstracts but not written a full scientific paper may be excluded. Use of online surveys may also contribute to selection bias, based on the fact that subject participation is voluntary and particular characteristics e.g. access to internet, whether the students view the site/email providing access to the questionnaire, time available for completion, etc., may differ per individual and hence reduce the representativeness of the sample regarding the medical student population (The Writing Centre University of North Carolina at Chapel Hill, n.d.). **Results:** 73 students responded and the study showed that 37 **Discussion:** Based on the author's results, it is clear that students need more guidance on how to write abstracts. The authors recommend that all students wishing to learn how to write an abstract read the National Student Association for Medical Research 'Anatomy of an Abstract' article. However, further controlled studies should be done to eliminate biases attributed to methodology in this cohort study to truly determine whether medical students lack confidence in writing abstracts. **References:** 1. Nulty, D. D. (2018) The adequacy of response rates to online and paper surveys: what can be done? *Assess Eval High Educ*, 33(3), 301-14. doi: 10.1080/02602930701293231

**Background:** The writing and publication of research material by medical students is an area that occupies the time and efforts of the students themselves, but does not yet have a large evidence base. **Purpose:** Consequently, it is important to undertake research that expands this body of knowledge. **Focus:** This review aims to assess the confidence of medical students in writing up abstracts for their research, to gain a better overall picture of medical students' feelings about undertaking and writing up research. **Word count:** 81

**Informative Abstract** Structured abstract includes the following heads: • **Objectives:** Illustrate the background and purpose of the review in one or two sentences in present tense. • **Material and Methods:** Write a few lines to present a general picture of the research methodology of article in past tense. • **Result:** Describe outcomes in few sentences.

**Abstract** There are two types of abstracts: one is informative abstract which describes the planned end product and result of the review manuscript or specifies the text structure. Second is descriptive abstract which describes the covered subject without specific details. Present tense will be used in the writing. Usually the length of abstract is 200 to 250 words.

**Critical abstract** A critical abstract is generally written about a different author's work and contains all of the information mentioned above, but also an element of evaluation or critical appraisal of the study, which may include discussion of the reliability and validity of the results (Labaree, 2018). For this purpose, references can be included to provide supporting evidence for your arguments from relevant literature. The critical abstract includes information regarding the article e.g. author, title etc. and then briefly provides their key findings/conclusion. The main content of the abstract then highlights the positives and negatives of the article. Examples of things to consider here could include: • How relevant is this research question? • Is the hypothesis clearly stated? • Type of study/trial/research? • What is the sample size? Is it large enough to provide statistically significant findings? • Were the methods used appropriate

and justified? Could they be improved? • Is the conclusion valid based on the evidence? • Are there any conflicts of interests?

Keywords

# Dankbetuiging

Wie kan je zoal bedanken? Denk aan de begeleiders en voorbereiders van je afstudeerproject, familieleden en andere personen die je geadviseerd of gemotiveerd hebben. Het is gebruikelijk om dit voorafgaande aan het verslag te doen. Dit bedanken mag ook in de inleiding gebeuren. Bijvoorbeeld: Bij het opstellen van dit verslag heb ik dankbaar gebruik gemaakt van ‘metathesis’ van *Donald Craig* (*donald@mun.ca*).

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b>	<b>ii</b>
<b>Dankbetuiging</b>	<b>iv</b>
<b>Trefwoorden</b>	<b>vii</b>
<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>Theoretisch kader</b>	<b>4</b>
<b>Uppaal model</b>	<b>21</b>
<b>Verificatie</b>	<b>26</b>
<b>Conclusie</b>	<b>28</b>
<b>Discussie</b>	<b>29</b>
<b>Bronnen</b>	<b>75</b>
<b>Evaluatie</b>	<b>76</b>
<b>Requirement tracability matrix</b>	<b>77</b>
<b>swot analyse</b>	<b>78</b>
.1 Research case: De digitale aanval op de Oekraïense krachtcentrale . . . . .	80
.1.1 Literaire analyse . . . . .	80
.1.2 Resultaten . . . . .	81
.1.3 oplossingen . . . . .	81
.1.4 Discussie . . . . .	82
.1.5 Verder lezen . . . . .	82
Werken met L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X . . . . .	84
Bijzondere tekens en afbreekproblemen . . . . .	87
Algoritmen en broncode[3] . . . . .	88
<b>rampen extra</b>	<b>90</b>

<b>Model</b>	<b>103</b>
<b>Verificaie extra</b>	<b>108</b>

# Trefwoorden

trefwoorden volgens de gebruikte thesaurus. een thesaurus is een lijst van goedgekeurde en geaccepteerde vaktermen, de 'controlled descriptors' met de verklaring en met de afgekeurde alternatieve vaktermen

# Inleiding

**Algemeen** Het ministerie van verkeer en Waterstaat wil in het kader van het klimaatakkoord en onderzoek laten uitvoeren naar de staat van het sluizenpark in Nederland. Het onderzoek moet zich richten op het ontwerpen en ontwikkelen van een geautomatiseerd sluismodel dat geschikt is voor een brede toepassing. In het onderzoek moet naar voren komen wat de huidige staat is van de sluizen met oog op veiligheid, efficiëntie, capaciteit, onderhoud, duurzaamheid en automatisering. Het onderzoek geeft aan hoe een volledig model worden opgeleverd opdat ontwerp van verschillend volledig geautomatiseerde sluizen in de toekomst geautomatiseerd kunnen worden.

**Recente ontwikkelingen op het gebied van sluisautomatisering** Het ministerie van verkeer en Waterstaat wil in het kader van het klimaatakkoord en onderzoek laten uitvoeren naar de staat van het sluizenpark in Nederland. Het onderzoek moet zich richten op het ontwerpen en ontwikkelen van een geautomatiseerd sluismodel dat geschikt is voor een brede toepassing. In het onderzoek moet naar voren komen wat de huidige staat is van de sluizen met oog op veiligheid, efficiëntie, capaciteit, onderhoud, duurzaamheid en automatisering. Het onderzoek geeft aan hoe een volledig model worden opgeleverd opdat ontwerp van verschillend volledig geautomatiseerde sluizen in de toekomst geautomatiseerd kunnen worden.

**Wat is een sluis**

**Wat wordt er omschreven en wat is er geleerd**

**Wat is uppaal** Wat is Uppaal Uppaal is an integrated tool environment for modeling, simulation and verification of real-time systems, developed jointly by Basic Research in Computer Science at Aalborg University in Denmark and the Department of Information Technology at Uppsala University in Sweden. It is appropriate for systems that can be modeled as a collection of non-deterministic processes with finite control structure and real-valued clocks, communicating through channels or shared variables [WPD94, LPW97b]. Typical application areas include real-time controllers and communication protocols in particular, those where timing aspects are critical.

model checking

Wat is statistical model checking? Dit verwijst naar verschillende technieken die worden gebruikt voor de monitoring van een systeem. Daarbij wordt vooral gelet op een specifieke eigenschap. Met de resultaten van de statistieken wordt de juistheid van een ontwerp beoordeeld. Statistisch model checking wordt onder andere toegepast in systeembioïologie, software engineering en industriële toepassingen. <https://www-verimag.imag.fr/Statistical-Model-Checking-814.html?lang=en> :text=Statistical

[?] [?] [?]

Waarom gebruiken we statistisch model checking? To overcome the above difficulties we propose to work with Statistical Model Checking [KZHHJ09, You05, You06, SVA04, SVA05, SVA05b] an approach that has recently been proposed as an alternative to avoid an exhaustive exploration of the state-space of the model. The core idea of the approach is to conduct some simulations of the system, monitor



them, and then use results from the statistic area (including sequential hypothesis testing or Monte Carlo simulation) in order to decide whether the system satisfies the property or not with some degree of confidence. By nature, SMC is a compromise between testing and classical model checking techniques. Simulation-based methods are known to be far less memory and time intensive than exhaustive ones, and are oftentimes the only option. <https://project.inria.fr/plasma-lab/statistical-model-checking/>

Alternatief Alternatieven voor Uppaal zijn Asynchronous Events, Vesta en MRMC.

**Probleemanalyse** Na grondige analyse van het Nederlandse sluizenpark is gebleken dat renovatie van een groot aantal sluizen noodzakelijk is. Uit een eerste verkenning is gebleken dat het gecombineerd renoveren en automatiseren van het Nederlandsesluizenpark een aanzienlijke verbetering kan opleveren t.a.v. Op het ministerie van infrastructuur en waterstaat is helaas onvoldoende kennis van ict en systemen aanwezig om eenen ander uit te voeren

**Waarom nu** In het kader van het onlangs afgesloten klimaatakkoord heeft de Nederlandse overheid daarom besloten over te gaan tot een ingrijpende renovatie van diverse sluizen die ons land rijk is.

**Gewenst resultaat** 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. Zoals gesteld in de brief is het de bedoeling dat een sluis gemodelleerd worden dat bewezen kan worden dat de te bouwen sluis een aantal eigenschappen bezit.

**Scope** Het gaat om het simuleren van een geautomatiseerde sluis. Wat voor type sluis wordt niet gemeld en ook niet uit welke onderdelen. Belangrijk is dat het model werkt en dat het voldoet aan de eisen die gebaseerd zijn op basis van literatuuronderzoek, observatie, interviews, brainstorming of een andere vorm van requirements elicitation.

**Onderzoeksvragen** Hoe kan een geautomatiseerde sluis worden gemodelleerd met oog op ontwikkelen en onderhoudskosten, veiligheid, efficiëntie en capaciteit

1. Welke requirements en kwaliteitseisen komen naar voren bij de analyse van een rampenonderzoek
2. Welke veiligheidseisen er zijn voor sluizen in Nederland.
3. Hoe kan in Uppaal een model worden getest dat voldoet aan de requirements/eisen volgens het rampenonderzoek?

**Design goals** Het systeem moet minimaal aan de volgende prestatie eisen voldoen

1. (a) Requirements gebaseerd op rampenanalyse
2. Data
  - (a) Model testbaar in Uppaal

**Welke aanpak is gekozen en welke studies liggen hieraan ten grondslag?**  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10626-020-00314-0>

**Leeswijzer** In de methodologie wordt de lezer uitgelegd met welke methoden de onderzoeksvragen zijn beantwoord. In het hoofdstuk Onderzoek worden alle resultaten behandeld die naar voren zijn gekomen bij het deskresearch. De analyse van de verzamelde data wordt gedaan in het hoofdstuk analyse. Hierin wordt behandeld zoekopdracht naar IoT cloud platforms, feature extractie, prijs-berekening en prijs-feature vergelijking. In het ontwerp komen de uml diagrammen en systeemschetsen naar voren. In de de hoofdstukken Prototype, IoT cloud en Firmware wordt de implementatie behandeld van het IoT cloud platform in een bestaand project.

# Theoretisch kader

In het eerste hoofdstuk is duidelijk geworden wat de onderzoeksvraag is, namelijk ‘Hoe kan een geautomatiseerde sluis worden gemodeleerd met oog op ontwikkel- en onderhoudskosten, veiligheid, efficiëntie en capaciteit’. Door de toenemende complexiteit van systemen is het gebruik van modellen en de toepassing van timebased model checking op industriële controle systemen een manier van modelleren van het systeem en de requirements zodat er een bijdrage kan worden geleverd aan de acceptatie van simulatie-/modeltechniek voor de industrie. (<https://link.springer.com/article/10.1007/s10626-020-00314-0>, 2020). Of dit ook het geval is bij het modelleren van sluizen is nu de vraag.

De bestudering van rampen aan de hand van het vier-variabelen model biedt maakt het analyseren mogelijk van rampsituaties. Van een aantal rampen is een beschrijving gegeven met datum, plaats en oorzaak. De analyse van de 4-variabelen modellen zal gebruikt worden voor de requirementsdefinitie, ontwerp en ontwikkeling van het sluismodel.

De verschillende factoren en achtergronden die samenhangen met het modelleren van een sluis zullen in dit hoofdstuk toegelicht worden. Bovendien worden er hypothesen gevormd die de basis vormen voor de beantwoording van de onderzoeksvraag.

**MODE CONFUSION** Mode confusion treedt op als geobserveerd gedrag van een technisch systeem niet past in het gedragspatroon dat de gebruiker in zijn beeldvorming heeft en ook niet met voorstellingsvermogen kan bevatten.

**Wat is automatiseringsparadox** Gemak dient de mens. Als er veel energie wordt gestoken in de ontwikkeling van hulpmiddelen die taken van werknemers overnemen heeft dat tot resultaat dat veel productieprocessen worden geautomatiseerd. De vraag is dan of vanuit mechanisch wereldpunt de robot niet de rol van de mens overneemt en of de mens nog de kwaliteiten heeft om het werk zelf te doen. [?] [?]  
[?]

## Wat is een model

**in vivo model** Levende organismen die in de werkelijkheid of in een laboratorium vergelijkbare eigenschappen bezitten als bestaande fenomenen in de werkelijkheid. Deze objecten zijn vergelijkbaar met werkelijk objecten en geven vergelijkbare resultaten

**in vitro model** Een model dat dezelfde condities biedt buiten het onderzoeksobject om, maar is voldoende vergelijkbaar om vergelijkbare processen te simuleren. Zowel in vivo als in vitro modellen zijn beperkt door de materialen die beschikbaar zijn voor onderzoek en de arbeidsomstandigheden waaronder ze worden gebruikt. Desondanks zijn het geen werkelijke natuurlijke modellen dus voor een onderzoek kan het geen volledige uitsluitel.

**In silicio model** Een veelzijdig object. Het verwijst naar simulaties die gebruik maken van wiskundige modellen in computer, een zijn dus afhankelijk van silicone chips. In silico model analyseert wiskundige vergelijkingen om resultaten te geven onder bepaalde omstandigheden. Deze vergelijkingen vertellen iets over de correlatie van verschillende objecten van een wetenschappelijk onderzoek. OM deze modellen te kunnen gebruiken is het noodzakelijk te omschrijven waat de fenomenen in kwestie van onderzoek zijn door middel van getallen. Kwantitatieve relaties kunnen worden geïntegreerd in het model en waar deze relaties complex zijn is een computer noodzakelijk deze op te lossen. Vaak worden hierbij verschillende mechanismen gebruikt. Als je bijvoorbeeld de prijsontwikkeling van een marsreep in kaart wilt brengen.

## **in simulacra model**

**World and machine samenvatting** Waarom zijn wij engineers? Omdat we bruikbare apparaten willen laten functioneren in de wereld waarin we leven. Dat doen we door de machine te beschrijven en deze beschrijving van instructies bieden we aan onze computer opdat deze als de attribuut en gedragingen uitleest zoals wij die hebben omschreven. Dit alles op basis van theoretische funderingen en praktisch inzicht.

Het doel van een machine is om te worden geïnstalleerd en te worden gebruikt. De eisen die we stellen zitten in de omgeving en in de wereld en de machine is slechts de oplossing die we bedenken om aan een eis te voldoen.

De relatie machine-wereld world gecategoriseerd in: Het modelleer aspect: waar een machine de wereld simuleert

Het interface aspect: waar er fysieke interactie is tussen de machine en de wereld

Het engineering aspect: waar de machine zich gedraagt als een controlemotor gebruikmakend van de gedragingen van de omgeving in de wereld

Het probleem aspect: waar de omgeving in de wereld en de omvang van het probleem invloed heeft op de machine en de oplossing

Het modelleer of simulatie aspect over een deel van de wereld. Er zijn data, object en proces modellen. Het doel van een model is toegang te geven tot informatie over die wereld. Door het opvangen van statische weergaven en gebeurtenissen kunnen wij deze gebruiken van opgeslagen informatie die we kunnen hergebruiken. Een model kan bruikbare informatie bevatten omdat zowel het model als de wereld waarin het model zich bevind gemeenschappelijke omschrijvingen hebben die waar zijn voor zowel het model als voor de wereld. Daarbij moet gesteld worden dat de interpretatie van een model verschilt met een interpretatie van de wereld.

Omdat zowel de wereld als de machine fysieke realiteiten zijn en niet slechts abstracties, zijn de gemeenschappelijke beschrijvingen slechts een deel van de werkelijkheid van beide objecten. For elk object zijn er meerdere beschrijvingen. Toch maken niet alle omschrijvingen deel uit van het getoonde repertoire. Zoals niet alle eigenschappen van een boek; meer dan een auteur, pseudoniemen, een onderdeel van een reeks, een gerevisiteerde versie, worden gereflecteerd in een database.

Het interface aspect. Een machine kan een probleem in de wereld oplossen als de wereld en de machine phenomena kunnen uitwisselen. Maar de participatie is niet symmetrisch: een status kan als phenomena worden uitgewisseld maar slechts een partij kan er invloed op uitoefenen maar beiden kunnen dezelfde status signaleren.

Het engineering aspect gaat over requirements, specificaties, en programma's. Requirements hebben betrekking op phenomena in de wereld. Een programma heeft alleen betrekking tot de machinale phenomena. Het doel van programma's is om eigenschappen en gedragingen te omschrijven van de machine ten behoeve van de gebruiker. Tussen de requirements en de programma's zitten de specificaties. Omdat programma's dan wel beschrijvingen zijn van een gewenste machine, maar dat moeten beschrijvingen zijn van de machines die de computers kunnen uitvoeren zodanig dat de computer deze beschrijvingen ook zo kan interpreteren. De engineer moet de eigenschappen van de wereld kennen en begrijpen en deze eigenschappen manipuleren en laten werken met als doel het dienen van het systeem.

Het probleem aspect. Het onderscheid tussen specificatie en implementatie. Het probleem zit in de relatie van de machine en de wereld. De machine brengt de oplossing maar het probleem zit in de wereld. Een vertoog over een probleem moet dus gaan over de wereld en over de opvatting die de gebruiker heeft in de wereld. Omdat de wereld veelzijdig is moeten we ervan uit gaan dat er verschillende soorten problemen zijn. Een realistisch probleem wordt dus niet opgelost met een simpele hiërarchische structurele aanpak en een homogene decompositie maar met een parallelle structurele oplossing waar beide kanten van het probleem worden opgelost.

#### Ontkenningen

We hebben als engineers de taak om een machine te bouwen aan de hand van de specificaties opgeleverd door de opdrachtgever. Een engineer heeft niet als taak de fitheid voor een doeleind te onderzoeken, maar wel de haalbaarheid naar een doeleind aan de hand van kennis, tijd, resources, budget en ontwikkelmethodiek. Daaruit komt naar voren dat een engineer zich richt op: elicitation (schetsen van een requirement), description (omschrijving) en analyse van de requirements waaraan het systeem moet voldoen. Vertaalt naar de volgende vragen: Wat is precies de klantwens? Wat is de precieze omschrijving van het probleem? Voor welke doelen wordt het systeem gebouwd? Welke functies moet het systeem hebben?

Denial by hacking: obsessief bezig zijn met een systeem omdat het de gebruiker veel macht geeft. Een uitgebreidheid van een systeem zorgt er soms voor dat mensen niet meer geprikkeld zijn na te denken over probleemstellingen, domein beschrijvingen en analyse.

Denial by a abstraction. Wiskundige benaderingen van werkelijke problemen is een belangrijke intellectuele strategie om problemen te formuleren. Een software ontwikkelaar moet een probleem kunnen omschrijven in zo min mogelijk woorden, maar de complexiteit ligt in de oplossing.

Denial by vagueness. De vaagheid van een omschrijving is terug te vinden in:

Von Neumann's principe, Principe van reductionisme, Shanley principe en het Montaignes's principe. Het Von Neumann principe uitgelegd Voor een vocabulair moet een grondslag zijn ontwikkeld waarmee gesproken kan worden over de wereld en de machine. Belangrijke fenomenen moeten geïdentificeerd worden, door middel van een grondregel of 'herkenningsregel' moet een fenomeen worden herkend, en vervolgens het fenomeen een formele term geven die gebruikt wordt als duiding van een bepaalde omschrijving. Dan moet voor de formele term een symbool gevonden worden. Samen vormen de grondregel en het symbool een designatie.

#### Principe van reductionisme

Simpelweg het openbreken van termen met een weerlegbare definitie totdat alle begrippen die worden gebruikt om iets te duiden niet meer te herconstrueren zijn in hun definitie.

#### Shanley principe

Er bestaan volgens dit principe geen scherpe verdelingen in de wereld zoals wetenschappers soms denken. Een strenge opvatting over de wereld waarin een individu geclassificeerd kan worden als een onsamenhangend geheel. Maar dat is slechts een opname van een beeld. De werkelijkheid staat soms toe dat een elementair individueel object in verschillende classificaties verschillende getypeerd kan worden in een andere setting of view.

#### Montaignes principe

De incitative mood; gaat over wat we beweren waar te zijn.

De optative mood; gaat over wat we willen dat waar is

**4 variabelen model** Het 4 variabelen model kort toegelicht Monitored variabelen: door sensoren gekwantificeerde fenomenen uit de omgeving, bijv temperatuur

Controlled variabelen: door actuatoren fenomenen uit de omgeving For example, monitored variables might be the pressure and temperature inside a nuclear reactor while controlled variables might be visual

and audible alarms, as well as the trip signal that initiates a reactor shutdown; whenever the temperature or pressure reach abnormal values, the alarms go off and the shutdown procedure is initiated

**Input variabelen:** data die de software als input gebruikt Here, IN models the input hardware interface (sensors and analog-to-digital converters) and relates values of monitored variables to values of input variables in the software. The input variables model the information about the environment that is available to the software. For example, IN might model a pressure sensor that converts temperature values to analog voltages; these voltages are then converted via an A/D converter to integer values stored in a register accessible to the software.

**Output variabelen:** data die de software levert als output The output hardware interface (digital-to-analog converters and actuators) is modelled by OUT, which relates values of the output variables of the software to values of controlled variables. An output variable might be, for instance, a boolean variable set by the software with the understanding that the value true indicates that a reactor shutdown should occur and the value false indicates the opposite

**6 Variable model** Optitatieve statements omschrijven de omgeving zoals we het willen zien vanwege de machine.

Indicatieve statements omschrijven de omgeving zoals deze is los van de machine.

Een requirement is een optitatief statement omdat ten doel heeft om de klantwens uit te drukken in een softwareontwikkel project.

Domein kennis bestaat uit indicatieve uitspraken die vanuit het oogpunt van software ontwikkeling relevant zijn.

Een specificatie is een optitatief statement met als doel direct implementeerbaar te zijn en ter verondersteuning van het natreven vande requirements.

Drie verschillende type domeinkennis: domein eigenschappen, domein hypothesen, en verwachtingen.

Domein eigenschappen zijn beschrijvende statementsover een omgeving en zijn feiten.Domein hypothesen zijn ook beschrijvende uitspraken over een omgeving, maar zijn aannames.

Verwachtingen zijn ook aannames, maar dat zijn voorschrijvende uitspraken die behaald worden door actoren als personen, sensoren en actuators.

Het verschil tussen essentie en incarnatie van een systeem. Een essentie bevestigt de mogelijkheden dat een systeem moet hebben om te voldoen aan de eise, ongeacht hoe het systeem is geïmplementeerd. De incarnatie bevestigt of omvat de mogelijkheden die te maken hebben met details omtrent implementatie. Een heuristiek voor het identificeren van de essentie van een systeem is de aanname van perfecte technologie, ofwel de aanname dat de technologie binnen een systeem perfect is. Om essentie te indentificeren nemen we aan dat technologie buiten de machine om perfect is. Zouden we incarnatie overwegen dan wordt de aanname van perfecte machin-externe technologie opgeheven.

Voor de documentatie van contextuele beslissingen en opties/alternatieven wordt de OVM (Orthogonale variability Model) gebruikt. Oorspronkelijk was deze methode bedoeld om de variatiepunten en de variant van een productlijn samen met hun variabele afhankelijkheden( mandatory, optional, alternative) en beperkende afhankelijkheden(requires en excludes)te omvatten. De variant kan worden gerelateerd aan een ontwikkelartefact zoals een requirement of een diagram als een zogenoemde artefact dependency. Een artefact is dan gedefinieerd als variabele. Voor de documentatie van de keuzen die we maken is een selectie model gemaakt. We gebruiken het OVM voor de documentatie van contextuele beslissingen die moeten worden genomen, opties en alternatieven die selecteerbaar zijn, en de afhankelijkheden tussen hen. met behulp van de artefact dependency relateren we de alternatieven aan variabele elementen van de AND/OR graaf. Voor documentatie van de keuzes gebruiken we ook een selectiemodel. De kracht van het OVM model en de voornaamste reden deze methode te gebruiken is dat deze is in staat is om een variant te relateren aan een geheel model, een model element, of een selectie van een model.

AND/OR graaf wordt gebruikt voor de documentatie van refinement/decompositie of requirements. De AND/OR graaf is een directe, asyclische graaf met nodes knopen die requirements voorstellen en lijnen die AND-decomposities voorstellen en OR-decompositiestussen de requirements. Een decompositie van een requirement in een set van subrequirements  $R_1, \dots, R_n$  is een OR-decompositie iff die dusdanig aan een subrequirement voldoet en daarmee voldoet aan requirement  $R$ . Wat moet worden gedocumenteerd met betrekking tot de AND/OR graaf is de abeargumentering waarom elke AND/OR-decompositie voldoende is.

**Conceptueel model** System requirement: uitspraak over wereld fenomenen (gedeeld of niet) of doelen die bereikt moeten worden. met enige regelmaat informeel, niet precies geformuleerd. Software requirement/speci

catie: uitspraak over gedeelde fenomenen of doelen die de machine moet bereiken middels de onderdelen waar die machine uit bestaat of middels de fenomenen waar de machine controle over heeft. doorgaans preciezer, meetbaar, exact geformuleerd.

Systemen gaan een zekere interactie aan met hun omgeving: Sensoren: meten fenomenen uit de omgeving (temperatuur, druk, licht, geluid, etc.) actuatoren: veranderen iets in de omgeving (mechanische, electrisch, pneumatisch, etc.) Software: Kan niet direct communiceren met de buitenwereld. Snapt derhalve niets van de buitenwereld. Kan alleen maar bestaan in en communiceren met het systeem.

**Requirementsengineering** [7] [?] [?] [?] [?] [?] [?]

**challenges in requirements engineering** deciding exactly what to build and documenting the results misidentification of requirements as a problem Biggest software problem: -incomplete requirement and specification -clashing requirements and specification -large complex software systems Analyzing change in business/operational environment and managing fluctuating and conflicting requirements. cycle: need identification and problem analysis requirement determination requirement specification requirement fulfillment

**why goals-oriented for requirements engineering**

**design and build of collaborative information agents** Voorwaarde van ontwerp voor informatiegestuurd systeem: A language to specify functional requirements and scenarios for systems of information agents A language to specify design descriptions

**treating nfrs first grade for its testability**

**software requirements negotiation a theory ui based spiral approach** problem of detailed concerns of users, non-users and interfaces in evolutionary development concept of operational

**the worlds a stage: a survey on requirements engineering using a real life case study** viewpoints, social aspects, evolution, non-functional requirements, conflict resolution, traceability

Goal of this paper is requirement engineering on London ambulance service Method of opinions: crew, staff, management, computational, transport, services Evolution: changes, specification and technology trade Environment: company policies, regulation, impact solution on organizational Non-functional aspect: communication problem, malfunctions, less critical issues: cost, tradeoff between performance & user interfaces viewpoint: is a subset of all system requirements expressible in a given requirements notation regardless of the stakeholders involved

log change basic model view hypertext view data transmission problems continued difficulties installation problems problems caused by mistake traceability requirements[selecting reliable information] PRE requirement specification traceability, repository based approach 1) compromise specification 2) representatives 3) agreement dimensions Domain: part of the world in which the computer system effects will be felt, including its peoples, organizational structure, related legislation, physical location and met only the computer systems

**from inconsistency handling to non-canonical requirements management: a logical perspective** 1) identifying non-canonical requirements 2) measuring them 3) generate candidate proposals for handling them 4) choosing acceptable proposals 5) revising them according to the proposals model phases using: paraconsistent reasoning, non-monotonic reasoning

Requirement U scenario -> Scenario E

**managing inconsistent specification: reasoning, analysis, action** Hoe kun je omgaan met inconsistenties in de requirements specificaties. Voor de omschrijving van een specificatie kun je gebruik maken van logica. Daarbij kun je onderscheid maken in klassieke logica quasi-logica. Wat ook een rol kan spelen in domain interpretatie. De achtergrond van de gebruikers speelt ook een rol. Zo is er onderscheid te maken in de volgende groepen: users, customers, domain experts, designers,, manufacturers graphical textual specification

Basic constraint, legal constraint, cooperation constraint 1) scenario definition 2) scenario analysis 3) scenario consolidation

Hoe kan een systeem verder worden ontworpen op een manier dat non-functionele requirements worden geïmplementeerd? Hoe hangt dat ontwerp samen met aanpassingen van het functionele en structurele aspect van het systeem?

block[objects, classes, methods, messages, inheritance] [goals, agents, alternative, events, actions, existence modalities, agent responsibilities] primitive terms structuring mechanism primitive operations general integrity rules

Softgoals worden gerealiseerd als er voldoende positieve en weinig negatieve grijs voor deze claim, en en zij worden niet gerealiseerd wanneer er onvoldoende negatief bewijs en weinig positieve support is voor tevredenheid.

service computing 1) role 2) goal 3) process 4) service How to constrain and extend the semantic interoperability in the process of self-organization and action emergence for the distributing service resource? How to categorise the structure of interoperability? How to satisfy stakeholders requirements?

Connecting ontologies: 1) semantic distance 2) semantic interoperability measurement 3) semantic interoperability capability

1) event 2) entity 3) attribute 4) value 5) quantity 6) value 7) secondary feature 8) syntax 9) event role 10) event features

**representing and using nonfunctional requirements: a process-oriented approach** product oriented process oriented

Acquisitie Prestaties user concern -How well does it function -how well does it utilize a source » Efficiency -How secure is it » integrity -What confidence can be placed and what it does » Reliability -How well does it perform under adverse conditions » sustainability -How easy is it to use it » usability quality attribute

Acquisitie: Ontwerp user concern Hoe valide is het ontwerp -Is het ontwerp conform de requirements -hoe makkelijk is het ontwerp te repareren -Hoe makkelijk zijn de prestaties te verifiëren

quality attribute



Acquisitie: Aanpasbaarheid user concern -how adaptable is it - how easy is it to export and upgrade its capability » expendability - how easy is it to change » flexibility -how easy is it to infer with other system » portability - how easy is it to transport » interoperability how easy is it to convert for use with other application» reaseability quality attribute

what is a good software specification

[558] [559] [560] [561] [562] [563] [564] [565]

## **bijlmerramp**

**Beschrijving** 04/10/1994

**Datum en plaats**

**Oorzaak**

[?]

## **ramp turkisch airlines vlucht 1951**

**Beschrijving**

**Datum en plaats** woensdag 25 februari 2009

**Oorzaak**

Op woensdag 25 februari 2009 start een vliegtuig van Turlisch airlines neer met 9 doden als gevolg. Conclusies van het ovv luiden :Inadequaate handelen van de piloten ondanks een defecte hoogtemeter en onvolledige instructies van de luchtverkeersleiding.

[?]

[401] [403] [404] [405] [406] [407] [408] [409]

## **therac-25**

**Beschrijving** Softwarefout uit zich als hardwarefout de klachtafhandeling geen onderzoek geen second opinion is prioriteit wel gechecked na onderzoek bellen en geen prioriteit aanwezig te zijn alleen importeurs en fabrieken mogen fouten in fabrieksinstellingen rapporteren Therac25 Systeem ligt plat veel voorkomende error standaardafhandeling om de error te verwerpen resultaat: de patient kreeg overdosis patient overleden onderzoek opgestart, situatie niet reproduceerbaar foutmarkering: gezien als uitzonderlijk, software aanpassing van groote magnitude 5; de oorzaak was waarschijnlijk mechanisch maar niet vastgesteld; conceptueel odel niet aangepast probleemclassificatie door autoriteiten het probleem en de impact daarvan naar beneden bijgesteld AEFL doe gedeeltelijke aanpassing om hardware na berisping Canadese autoriteit Derde patient overleden door eythema AECL wijst alle doodsoorzaken af AECL beweert dat geen vergelijkbare voorvalle bij andere machines of patienten zijn voorgekomen geen vervolgonderzoek vanwege garanties bedrijf gaat uit van geen mogelijke functionele fout vierde patient overleden aan overdosis ontstaan door bug in software onjuiste aanduiding bij de foutmelding verkeerde reactie/invoer door operator communicatie tussen patient en operator werd onvoldoende gemonitorred ( apparatuur niet aangesloten, en audio monitor kapot) engineer van AECL stelt geen fouten vast Engineer AECL kan fout niet reproduceren Geen communicatie tussen bedrijf en uitgezonden technici over vergelijkbare probleemgevallen vijfde geval malfunction 54 leidt tot overdosis en de dood fout gereproduceerd door operator bedrijf fout was daa entryspeed herpublicatie van de ongevallen en de eerdere ongevallen

in de media apparaat wel nog in gebruik genomen niet handig, waarschuwingsberichten en aanwijzingen voor een bugfix naar de gebruikers door druk van FDA is bedrijf op zoek gegaan naar permanente oplossing zesde geval software fout door softwarefout ontstaat lightstruct .. op de patient na onderzoek door AECL blijkt niet alleen hardware de oorzaak gebruikers direct geïnformeerd oplossing gevonden, media ingeschakeld om transparantie af te dwingen door de gebruikersgroep en de FDA AECL gedwongen functionaliteit aan te passen Engineers hebben meer studie moeten maken van gebruikte technologie en onderhoudbaarheid daarvan sheets [112] [114] reproduceren van de error. IN dit stuk wordt uitgelegd hoe het product werkt en waarom bepaalde beslissingen zijn genomen in de ontwerp/productiefase [116] kort artikel met daarin een opsomming van alle fouten in het systeem en een korte uitleg [117] uitgebreid artikel over hoe de fout werd gereproduceerd en de resultaten daaruit voortkwamen. Alsnog werden er na de reproductie fase nog meer fouten gevonden. [118] artikel [119] onderzoeksartikel waarin de bug wordt uitgelegd: de racecondities, de bytepositie en het testen worden berispt en evenals andere onderdelen van het softwareproces onrealistisch testplan. In dit artikel legt de auteur het belang nog eens uit van goede requirements en implementatie, niet de software is waar het probleem ligt geschiedenis [122] artikel [123] computer error. De ongeval en de malfunction nog een keer uitgelegd [124] rapport [125] [126] onderzoeksartikel [127] [128] uitgebreid artikel gaat hier ook wat meer over de hardware [129] artikel waarin in 3 delen de problemaik wordt blootgesteld [130] case study sheets artikel waarin vooral de fabrikant ervan langs krijgt [131] lessons learned. Vooral de begrippen betrouwbaarheid, veiligheid, veiligheid en gebruiksvriendelijkheid [132] root-cause analysis case study [133] case study [134] opzetten van systematische acceptatie test met Therac als voorbeeld [135] artikel waarin een diagnose plaatvindt voor het bedrijf en de ingenieur/ontwerper [136] rapport oorzaken aangegeven in artikel [137] het onderzoek en enkele ontwerptekeningen en oplossingen [138] [139] [140], [?] wiki [142] analyse [143] samenvatting [144] rapport over de fouten die de verschillende partijen hebben gemaakt( overheid, ingenieurs, bedrijf, operators) en de verbeterpunten onderzoeksrapport slides online over het technisch mankement Wat is er gebeurd, nou het volgende: Normal radiation treatments: 6,000 rads over a 3 week period, under certain conditions Therac-25 was delivering 60,000 rads during one session. En wat ging er mis? Paradigm Shift Therac-25 replaced expensive hardware safety interlocks with software controls Real-time software Design Race condition caused focusing element to be incorrectly set No indication of actual hardware settings Error messages appeared the same regardless of how important Error messages were difficult to understand All errors messages could be manually overridden oorzaak-gevolg diagram veiligheidsanalyse naar de rapportage van foutmeldingen, de beslissingsmatrix waarmee het programma wordt uitgevoerd en de software-analyse door een consultat [149]

**Datum en plaats** June 1985 and January 1987

**Oorzaak**

**tesla crash report**

**Beschrijving** Door een softwarefout zijn er situaties ontstaan waarin het systeem informatie een onvoldoende informatie positie had om de juiste beslissingen te maken. Of dat de informatieverwerking niet juist was.

tesla autopilot crashes

[317] [318] [319] [320] veiligheidsrisico

[289] [290] veiligheidsrapport mbt autopilot [291] consumentenrapport bluetooth veiligheidsvraagstuk [292] veiligheidsvraagstuk vanwege touch screen [293] veiligheidsvraagstuk [294] veiligheidsvraagstuk rapport over autopilot [295] de invloed van de bestuurder bij tesla ongeluk veiligheidsvraagstuk [297] veiligheidsvraagstuk [298] veiligheidsvraagstuk [299] veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk [300] rapport over ongeluk veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk [301] veiligheidsvraagstuk ransomware aanval op tesla tesla batterij is veiligheidsvraagstuk geworden [302] ongeluk [303] veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk [304] dodelijk ongeluk [305]

veiligheidsvraagstuk: ransomware veiligheidsvraagstuk: medewerker in de fout [306] [307] veiligheidsvraagstuk: hackers je systeem laten testen verdedigen tegenover ransomware veiligheidsrisico prijzen omlaag autopilot [308] malware door een medewerker dodelijk ongeluk [311] waarom een tesla stelen bijna onmogelijk is

veiligheidsonderzoek

softwarefout maakt diestaf mogelijk

[314] fouten ontdekt in onderzoek [316] tesla cloud gehacked [332] [334] [337] [339] [340] [341] [?] [?] [342] [343] [344] [345] [346] [347] [348] [349] [350] [351] [352] [353] [354] [355] [356] [357] [358] [359] [360] [361]

tesla crash report

[368] [369] [370] [371] [372] [373] [374] [384] [386] [387] [388] [390] [391] [392] [393] [394] [395] [396] [397] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?]

tesla crash publications overview

**Datum en plaats** <https://www.autopilotreview.com/tesla-autopilot-accidents-causes/>  
<https://www.skynettoday.com/briefs/tesla-investigations> <https://www.tesladeaths.com/> <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/06/10/tesla-autopilot-crashes-elon-musk/>

## Oorzaak

### slmramp

**Beschrijving** Toen de Anthony Nesty Zanderij naderde, was het daar, anders dan het weerbericht had voorspeld, mistig. Het zicht was evenwel niet zo slecht dat er niet op zicht kon worden geland. Gezagvoerder Will Rogers besloot echter via het Instrument Landing System (ILS) te landen, hoewel dit niet betrouwbaar was en hij voor zo'n landing ook geen toestemming had. De gezagvoerder brak drie landingspogingen af. Bij de vierde poging negeerde de bemanning de automatische waarschuwing (GPWS) dat het toestel te laag vloog. Het toestel raakte op 25 meter hoogte twee bomen. Het rolde om de lengteas en stortte om 04.27 uur plaatselijke tijd ondersteboven neer.

**Datum en plaats** 07/06/1989

**Oorzaak** Uit onderzoek bleek dat de papieren van de bemanning niet in orde waren. Geconcludeerd werd dat de gezagvoerder roekeloos had gehandeld door voor een ILS-landing te kiezen terwijl hij daar geen toestemming voor had, en door onvoldoende op de vlieghoogte te hebben gelet. De SLM werd verweten de kwalificaties van de bemanning onvoldoende te hebben gecontroleerd.

[460] [463] [464] [465] [466] [467] [468] database [470] rapport [471] [472] [473] [475] [476] [477] uitgebreid engels artikel [478] ntsb investigation [479] uitgebreid engels artikel [480] persbericht [481] Wat is de rol van de autoriteiten? Welke andere betrokkenen? En wat is hun verantwoordelijkheid? Hadden de negatieve gevolgen voorkomen kunnen worden? Hoe werd er over veiligheid gedacht?

### schipholbrand

**Beschrijving** Wat is er gebeurd? [426] artikel [426] psychologische gevolgen rapport [427] artikel met video herdenking impact op de persoon herdenking [428] chronologie [429] tijdlijn vervolgens van ministers beeldanalyse en reconstructie [?] herdenking korte samenvatting rapport artikel verwijzing naar het rapport vanuit de politieke oppositie beeld vanuit de gevangenisbewaarder nationaliteit slachtoffers schipholbrand verblijfsvergunning voor de slachtoffers geen schadevergoeding voor de verdachte verdachte voor de rechter geen schadevergoeding voor verdachte artikel wat ging er

mis bij de schipholbrand brand veroorzaakt door een peuk smaadschrift bewakers worden niet vervolgd proces schipholbrand moet over en de brandveiligheid moet worden verbeterd de rol van het parlement in de evaluatie [432] onderzoeksmemo herdenking herdenking invloed van de ramp op samenleving [434] opmerkelijk rapport gestolen in de nasleep [438] publicaties [439] Wat waren de regels destijds? Waren de autoriteiten in staat om op tijd in te grijpen of om erger te voorkomen? Wat is er gedaan om de veiligheid van illegalen en gevangenisbewaarders te verbeteren Wat is er gebeurd? [425],[426] psychologische gevolgen rapport [427] artikel met video herdenking impact op de persoon herdenking [428] chronologie [429] tijdlijn [430] vervolgens van ministers beeldanalyse en reconstructie [431] herdenking korte samenvatting rapport artikel verwijzing naar het rapport vanuit de politieke oppositie beeld vanuit de gevangenisbewaarder nationaliteit slachtoffers schipholbrand verblijfsvergunning voor de slachtoffers geen schadevergoeding voor de verdachte verdachte voor de rechter geen schadevergoeding voor verdachte artikel wat ging er mis bij de schipholbrand brand veroorzaakt door een peuk smaadschrift bewakers worden niet vervolgd proces schipholbrand moet over en de brandveiligheid moet worden verbeterd de rol van het parlement in de evaluatie [432] onderzoeksmemo herdenking herdenking invloed van de ramp op samenleving [434] opmerkelijk rapport gestolen in de nasleep [438] publicaties [439] Wat waren de regels destijds? Waren de autoriteiten in staat om op tijd in te grijpen of om erger te voorkomen? Wat is er gedaan om de veiligheid van illegalen en gevangenisbewaarders te verbeteren

**Datum en plaats** 27/10/2005

**Oorzaak**

**explosie tanjin china**

**Beschrijving** Later bleek uit een onderzoek van de Chinese autoriteiten dat de explosie overeenkwam met de ontploffing van 450 ton TNT.[6] De oorzaak van de explosie lag in de spontane zelfontbranding van 207 ton cellulosenitraat dat in containers was opgeslagen op het terminalterrein.[6] Verder lag op een tweede locatie nog eens 26 ton van dit explosieve materiaal opgeslagen. De tweede ontploffing werd versterkt door de opslag van 800 ton kunstmest in de vorm van ammoniumnitraat in de nabijheid.[6] De opslag van cellulosenitraat is aan strenge regels gebonden. Het moet koel en droog worden opgeslagen. De containers stonden buiten opgesteld in de brandende zon. De temperatuur liep op tot 36 °C en bereikte binnen de containers waarschijnlijk de 65 °C.[6] De verpakking van de cellulosenitraat droogde uit waardoor de ontploffing kon ontstaan. Op het terrein lagen meer gevaarlijke stoffen opgeslagen dan waarvoor vergunningen waren verstrekt.[6] Dit leidde tot een kettingreactie met grote schade tot gevolg. Door de brand en bluswater is in de directe omgeving veel milieuschade opgetreden.

<https://www.hindawi.com/journals/joph/2019/1360805/> [?] verhaal van brandweermannen [?] artikel [?] invloed van social media [215] gemaakte fouten [220] [223] [224] [225] vergelijking met andere explosies [226] invloed van de ramp op de industrie [227] is er sprake van een doofpot [228] eigendomsverzekering [229] [230] effecten op de lange termijn [231] [232] lessons learned [235] [236] gevolgen voor de industrie [238] framing vanuit de chinese media [239] [240] nieuwsartikel [241] [242] toegang tot de ramplplek vanuit de okale journalistiek [243] artikel [245] [246] [247] [248] oorzaken [249] case study [?] nieuwsartikel [?] chronologische uiteenzetting [?] corruptie mismanagement als oorzaak autoriteiten publiceren onderzoeksrapport [252] fotos van de ramplplek [253] niuwesartikel [255] [273] [274] [275] 123 verantwoordelijken [276] lang artikel [278] [280] [281] [282] [283] [284] veiligheids-handhaving [285] [287] [288]

**Datum en plaats** 12/08/2015

**Oorzaak**

**ethiopian airlines**

## Beschrijving

**Datum en plaats** 10/03/2019

## Oorzaak

Ethiopian Airlines Flight 302

[?] [664] [665] [666] [667] [668] [669] [670] [671] [672] [673] [674] [675] [676] [677] [678] [679] [680] [681] [682] [683] [684] [685] [686] [687] [688] [689] [691] [692] [693] [694] [695] [696] [697] [698] [699] [700] [701] [702] [703] [704] [705] [706] [707] [708] [709] [710] [711] [712] [713] [714] [716]

## Mali

**Beschrijving** Een granaat explodeert in een mortier De medische zorg na het ongeval was niet voldoende

De algemeen militair verpleegkundige gaf aan het slachtoffer naar het vn-hospitaal in Kidal te brengen. De chauffeur van de bushmaster kende de locatie niet en bracht het slachtoffer naar een door Franse militairen bemand hospitaal met minder medische faciliteiten. Hierna alsnog overgebracht naar het vn-hospitaal. Dit verliep niet door Nederlandse maatstaven. Pas toen een Nederlandse arts arriveerde werd door de Tongolese artsen een buikoperatie uitgevoerd. Dit gebeurde zonder adequate anesthesie. Na de operatie werd de gewonde militair overgevoerd naar Nederland. En later naar Nederland.

Granaat stond niet op scherp en is afgegaan in veilige stand. Granaat werd opgeslagen in niet gekoelde containers waardoor deze aan te hoge temperaturen zijn blootgesteld. Door de combinatie van vocht en warmte in de granaat zeer gevoelige explosieve stoffen werden gevormd. Tijdens de oefening was de fatale granaat in de zon. Het afsluitplaatje in de granaat bleek niet in staat om doorslag in veilige stand te voorkomen waarna de granaat explodeerde. De moritren zijn aangeschaft bij de Amerikanen. Gedurende de aanschafperiode zijn procedures en controles op kwaliteit en veiligheid deels nagelaten. Dit veiligheidsgarantie werd vermeld in het koopcontract. Conclusie: Koopcontract werd niet goed doorgelezen. Geen controle op kwaliteit en veiligheid. Geen controle op kwaliteit en veiligheid. Zwakke plekken in het ontwerp. Geen controle op kwaliteit en veiligheid opslag en gebruik in ongunstige condities.

De aanwezige medische voorzieningen waren niet volgens de Nederlandse militaire richtlijnen. Het ontbreekt aan medische toetsing vanuit de defensieorganisatie. Twijfels die werden geuit binnen de defensieorganisatie vonden geen weerklank. Ook het ongeval tijdens de mortieroefening was voor defensie geen aanleiding om de medische voorzieningen te evalueren. De inrichting van veilige medische zorg voor Nederlandse militairen in Kidal is ongeschikt gemaakt aan de voortgang van de missie.

[?] [410] [411] [412] [413] [414] [415] [416]

[418] [419] [420] sollicitatie de bureaucratie aankomst interview van de burgerbevolking steun van de bevolking minuut 15:00 de organisatie minuut 23:00 De militaire briefing minuut 34:00 prioriteit minuut 39:00 briefing minuut 40:00 de communicatie met ministerie over inlichtingen minuut 44:00 [?]

**Datum en plaats** 06/04/2016

## Oorzaak

## **tjernobyl**

### **Beschrijving**

**Datum en plaats** 26/04/1986

### **Oorzaak**

Een ramp bij een kernreactor in de Sovjetunie. Door een bedieningsfout in een testprocedure werd het vermogen van de koelinstallaties negatief beïnvloed. Door een ontwerpfout in de noodstopprocedure kon in het systeem niet snel genoeg schakelen om remmende invloed uit te oefenen op het toenemende vermogen van de reactorkernen. Met brand en explosie tot gevolg.

[?] Tsjernobyl [483] [484] [485] wat er is gebeurd en hoe het leven verdergaat [486] pensioenfondsen en de tjernobyl ramp In 2021 worden mensen nog steeds blootgesteld blijkt uit een gezamenlijk onderzoek van Greenpeace en Oekraïense wetenschappers stijging van de nucleaire activiteit gemeten in tjernobyl Het toerisme aspect De chronologie [487] [488] Dieren in de omgeving van tjernobyl De chronologie Extreem droogte zorgt voor gevaar [489] [490] Journalistiek, entertainment en de waarheid [491] Een onderzoek Huidige gevolgen van de explosie van toen [?] De ramp, hoe de mensen ermee omgingen en hoe er nu geleefd wordt evaluatieonderzoek en maatregelen [493] [494] Invloed van de mens op de omgeving Heroplevende splijtingsreacties docu van schooltv Radioactiviteit bereikt Nederland documentaire en maatregelen [496] Het verhaal van een overledende Toerisme toerisme toerisme Dieren in de omgeving Toevluchtsoord voor vluchtelingen van de oorlog met Russische separatisten Ouderen die terugkeerden naar hun woonplaats na de gedwongen verhuizing door de autoriteiten De straling neemt weer toe Lessen geleerd van tjernobyl [497] Toerisme Bosbrand in tjernobyl invloed van de ramp op België [498] Boek recensie Fotos en berekeningen ontmanteling en toerisme Belangrijke lessen en overeenkomsten De journalistieke waarheid van de koude oorlog De lessen van [499] Een toeristenattractie maken van tjernobyl De radioactieve straling toen en nu de 30km zone door de ogen van toeristen artikel stedentrip rapport [500] slapend monster docu krantenartikel hbo serie docuserie de nieuwe sacrofaag hulp aan slachtoffers slapende reactor krantenartikel [501] hbo serie internationale gevolgen toerisme nieuwe koepel media communicatie docu dieren koepel koepel [503] toerisme toeristisch reiperspectief toerisme Niwe koepel overschakelen naar duurzaamheid docu tjernobyl wekt nu duurzaam energie toerisme overeenkomsten tjernobyl en Fukushima drank en sla uit tjernobyl geen efficiënte opslag is mogelijk wetenschappelijke artikelen zaterdag 26 april 1986. Er vindt routineonderhoud plaats bij reactor 4, De controle wordt uitgevoerd door de dagploeg. Vnwege een test wordt het koelsysteem uitgeschakeld. Door omstandigheden wordt de test uitgesteld en wordt de verantwoordelijkheid overgedragen aan de avondploeg. De operator maakt bedieningsfouten waardoor de reactor bijna stil komt te liggen. En vervolgens probeert hij de reactor weer op gang te brengen. ondanks de snelle temperatuurstijging wordt het experiment doorgezet. Dan wordt ook het veiligheidssysteem stilgelgd. Terwijl het koelwater langzaam opwarmt, sluit hij de klep waarlangs de stoom naar de generator stroomt.

De temperatuur van de reactorstaven neemt daarna snel toe. Terwijl er een oncontroleerbare kettingreactie op gang komt, laat het personeel in paniek de regelstaven zakken om de warmteontwikkeling af te remmen. Het is dan echter al te laat. Door een ontwerpfout loopt het vermogen razendsnel op tot 33.000 megawatt, ruim tien keer hoger dan normaal.

In een oogwenk verandert al het koelwater in stoom. De ontploffing die daarop volgt, blaast het 2000 ton zware deksel van de reactor af.

In de ravage vat het gloeiend hete grafiet in de reactor spontaan vlam. De uitslaande brand en een tweede explosie voeren een radioactieve rookwolk tot 8 kilometer hoogte. In een poging het vuur in reactor 4 te doven, storten helikopters vanuit de lucht zand, lood en boorzuur in de reactorkern. Het mag echter niet baten.

Intussen is de nucleaire brandstof zo heet geworden dat die door de bodem van het reactorvat dreigt te smelten. Als dat gebeurt, kan het bluswater onder het vat in één klap verdampen en dreigt een derde explosie die een groot deel van Europa onbewoonbaar zal maken. Om dit te voorkomen moet het water hoe dan ook worden weggepompt.

Drie brandweermannen wagen zich daarvoor in de ruimte onder de reactor, blootgesteld aan 300 sievert per uur, 300.000 keer de dosis die een Nederlander jaarlijks maximaal mag oplopen. Ze slagen daarin, maar twee van hen overlijden enkele dagen later aan acute stralingsziekte.

Hoewel geigertellers de dag na de ramp onrustbarende waarden aangeven, slaat het plaatselijk bestuur geen alarm. De bevolking is het niet gewend om vragen te stellen.

De volgende dag blijkt er wel degelijk iets ernstigs aan de hand te zijn. In een lange rij bussen worden de 135.000 inwoners op 27 april uit het besmette gebied geëvacueerd, om er nooit meer terug te keren.

De ramp is dan nog steeds geen wereldnieuws. De Sovjetautoriteiten blijken er niet eens van op de hoogte te zijn – president Gorbatsjov klaagt later dat hij via Zweden aan zijn informatie moest komen. [504] [505] [506] [507] [508]

## **Research case: De digitale aanval op de Oekraïense krachtcentrale**

### **Beschrijving**

**Datum en plaats** 23,december 2015

### **Oorzaak**

Op 23,december 2015 vind er een cyber aanval plaats op het elektriciteitsnet van de Oekraïne. Dit was de eerste bekende aanval op een elektrisch controle systeem. Dit verslag geeft inzage in een analyse van de Ukraine cyber aanval, inclusief hoe de actoren zich zelf toegang gaven tot het controle systeem, welke methoden de actoren hebben gebruikt voor reconnaissance en vastleggen van het systeem, een gedetailleerde omschrijving van de aanval op 15 December 2015, en de methoden die gebruikt zijn door de aanvallers om hun sporen uit te wissen en daarmee het stoppen van schade toebrengen nog moeilijker maken. Daarnaast wordt er een gedetailleerde omschrijving gegeven van de beveiliging van de SCADA control systemen gebaseerd op best practices, inclusief het control network ontwerp, technieken voor whitelisting, monitoring en loggen, en opleiding van personeel. [63] [?] [64] [509] [511] [513] [515] [519] [520] [521] [522] Dit verslag geeft inzage in een analyse van de Ukraine cyber aanval, inclusief hoe de actoren zich zelf toegang gaven tot het controle systeem, welke methoden de actoren hebben gebruikt voor reconnaissance en vastleggen van het systeem, een gedetailleerde omschrijving van de aanval op 15 December 2015, en de methoden die gebruikt zijn door de aanvallers om hun sporen uit te wissen en daarmee het stoppen van schade toebrengen nog moeilijker maken. Daarnaast wordt er een gedetailleerde omschrijving gegeven van de beveiliging van de SCADA control systemen gebaseerd op best practices, inclusief het control network ontwerp, technieken voor whitelisting, monitoring en loggen, en opleiding van personeel. [63],[64],[42],[58],[59],[60],[61],[515],[62]. Op 23,december 2015 vind er een cyber aanval plaats op het elektriciteitsnet van de Oekraïne. Dit was de eerste bekende aanval op een elektrisch controle systeem met corrupte firmware. Daarnaast wordt er een telecom-based denial of service attack met geautomatiseerde systemen om het telefoonverkeer uit te schakelen. [63] Uit onderzoek [64] naar de aanval, uitgevoerd door Oekraïense en Amerikaanse militairen blijkt bleek onder meer dat de power grids in sommige gevallen beter waren beveiligd dan de Amerikaanse. Desondanks was de veiligheid niet optimaal door onder andere het gegeven dat werknemers op afstand konden inloggen en geen gebruik van 2-stapsverificatie.

### **Literaire analyse**

**Motief** Oekraïne wijst naar de Russen [64], [?], [42], [56], [55], [54], [53].

**Situatie Oekraïne** [52], [51].

**Situatie algemeen** [511], [59], [49].

**Factoren** [48]

**Oorzaak** [27], [47], [46], [51].

**Gebruikte materialen** [44], [43]

**Uitvoering van de aanval** [63], [42].

**Oplossingen** [63]

**Aanbevelingen**

**Resultaten**

**De aanval** De reconstructie van de aanval bestaat uit een zetal stappen: 1. An initial email spear phishing attack lures recipients into opening an attached Microsoft® document with a macro that installs Black Energy 3 (BE3) onto corporate workstations. 2. BE3 and other tools perform reconnaissance and enumeration of the network and provide an initial backdoor for the hackers into the corporate network. 3. As a result of network reconnaissance, the malicious actors discover and access the oblenergos' Microsoft Active Directory® servers that contain corporate user accounts and credentials. 4. With the harvested credentials, the malicious actors use an encrypted tunnel from an external network to get inside the oblenergo network, establishing a presence on the oblenergo control system networks. 5. Malicious actors discover and access the control center supervisory control and data acquisition (SCADA) human-machine interface (HMI) servers and substations. While a router separates corporate and SCADA networks, the firewall rules are improperly configured. 6. On December 23, 2015, at 3:30 p.m., the malicious actors begin their power outage attacks by entering operations and SCADA networks through backdoors on the compromised SCADA workstations. The malicious actors take control away from HMI operators and then open breakers. 7. The malicious actors perform several other actions with the intent of complicating the responses of control operators and increasing the effort required to return the system to normal operating conditions. These actions include: a. Launching a coordinated Telephony Denial of Service (TDoS) attack that floods call centers to prevent legitimate calls from getting through. b. Disabling the UPSs for the control centers. c. Corrupting the firmware on a remote terminal unit (RTU) HMI module and serial-to-Ethernet port servers. 8. Malicious actors execute KillDisk malware in an attempt to wipe out the control center HMIs and pivotpoint workstations. [63] [42]

**spearfishing**

**blackenergy**

**remote access capabilities**

**serial-to-ethernet communication devices**

**telephony denial of service attacks**



**oplossingen** Identificeer alle risico's en schrijf een plan voor het managen van de risico's. Implementeer effectieve controle om het risico te managen. Creeer een diepgaand model dat ervoor zorgt dat er effectieve en efficiënte security controls worden uitgevoerd. Aangaande de gebeurtenissen in de oek-raiene kunnen de volgende security controls worden opgenomen in het securitymodel: Initial access to enterprise network, pivot in enterprise network, elevate privileges, maintainance access, gain access to control system, attack, attack complication, destroy hard drives. [63]

## Discussie

**Verder lezen** [41], [513], [39], [38], [37],[36],[35],[34],[33],[33],[32],[31],[30],[29],[28],[26],[25],[24].

**AlgemeenDeelonderzoek naar veiligheidsrisico's voor sluizen** Omdat we in dit onderzoek uitgaan van het uitbreiden van bestaande sluizen is er literatuurstudie gedaan naar sluizen. In de archieven van het ministerie van verkeer en waterstaat is er het rapport Design of waterlocks[?]. Het programma van requirements kunnen we in ons model niet helemaal overnemen. Zo zijn er precondities zoals topografie, bestaande watersluizen, waterlevel, wind, morfologie en bodemeigenschappen. Dan zijn er nog de functionele eigenschappen

De gebruikerseigenschappen

De onderhoudseisen

Omgevingseisen

omgevingseisen in de constructiefase

Constructievoorschriften

benadering van de sluis en sluiscolk

Dimensies van het watersluiscomplex

Intake en discharge systemen

Deuren. operationele mechanismen

Sluishoofd

Sluiscolk

## Wet en regelgeving voor sluizen

**Onderzoeksresultaten naar sluisbeveiliging** Verouderde computersystemen zijn door de jaren heen gekoppeld aan netwerken, zodat ze op afstand te besturen zijn. Dit zorgt ervoor dat systemen kwetsbaar zijn voor aanvallen van buitenaf. De beveiliging is in de loop der jaren niet voldoende ontwikkeld om de infrastructuur goed te beveiligen.

Volgens het onderzoek is er de afgelopen jaren wel het nodige geïnvesteerd om de beveiliging op te schroeven, maar deze maatregelen zijn nog onvoldoende doorgevoerd. <https://www.nu.nl/internet/5814282/rekenkamer-waterwerken-niet-goed-beveiligd-tegen-cyberaanvallen.html> [74] rapport Digitale dijkverzwaring: cybersecurity en vitale waterwerken Crisisdocumentatie is verouderd en er worden geen volwaardige pentesten uitgevoerd. Uit het onderzoek blijkt dat nog niet alle vitale waterwerken rechtstreeks zijn aangesloten op het Security Operations Center (SOC) van Rijkswaterstaat. Hierdoor bestaat het risico dat RWS een cyberaanval niet of te laat detecteert. De minister van Infrastructuur en Waterstaat moet nog stappen zetten om aan de eigen doelstellingen voor cybersecurity te voldoen. De Algemene Rekenkamer beveelt de minister van Infrastructuur en Waterstaat ook aan om het actuele dreigingsniveau te onderzoeken en te besluiten of extra mensen en middelen nodig zijn. Ook is het voor een snelle en adequate reactie op een crisissituatie van essentieel belang dat informatie up-to-date is. Pentesten zouden integraal onderdeel uit moeten

maken van de cybersecuritymaatregelen bij vitale waterwerken. Verder zou moeten worden gezien of medewerkers van het SOC beter moeten worden gescreend.

[?] Sluis Eefde kreeg niet alleen de onderhoudsbeurt, maar werd tevens uitgebreid met een tweede sluiskolk. Zo wil Rijkswaterstaat wachttijden voor de scheepvaart voorko

[77] Om de lokale bemanning, die de oren en ogen waren van de sluizen, te vervangen waren camera's, communicatielijnen en software nodig. Hoge kwaliteit videobeelden, met echte kleuren en zonder enige vertraging zijn belangrijk voor de operators en zij moeten hierop kunnen vertrouwen. Er zijn verschillende testen gedaan met diverse camera's en cameraposities om kleurechtheid te kunnen bieden onder alle omstandigheden. Het resultaat was een perfecte kleur op alle 70+ camera's op iedere locatie.

Vertraging van videobeelden was een cruciale factor in dit project. Het is uiterst belangrijk dat de operator op zijn beeld ziet wat er daadwerkelijk op locatie gebeurt, zonder enige vertraging. Om te laten zien of er eventuele vertraging is, is er een speciale functie gecreëerd. Deze functie laat een rood kruis zien op het scherm wanneer de vertraging meer is dan 500 miliseconden. Zo ziet de operator direct of het beeld wat hij ziet actueel is.

Een andere functie die voor dit project is gecreëerd, is bij de videobeelden aan te geven van welke kant van de sluis het camerabeeld is. Voor de operators is het belangrijk dat ze weten vanaf welke kant het vaartuij komt en waar deze naartoe vaart. Een simpele oplossing was om een blauw kader te maken om het videobeeld van de ene kant van de sluis en geen kader om het videobeeld van de andere kant.

[?] Het crisismodel kan beter, is de derde deelconclusie van de Algemene Rekenkamer. Er is geen specifiek scenario voor een crisis die wordt veroorzaakt door een cyberaanval. Ook ontbreekt inzicht in de effecten van een cybercrisis op andere sectoren, de zogeheten cascade-effecten. Tevens is de crisisdocumentatie op onderdelen verouderd.

[?] Ook maakt cyberveiligheid nog geen volwaardig onderdeel uit van reguliere inspecties.' De Rekenkamer hamert erop dat alle vitale waterinfrastructuur zo snel mogelijk op het SOC wordt aangesloten. Ook zouden werknemers van Rijkswaterstaat die belangrijke waterkeringen bedienen beter gescreend moeten worden op hun antecedenten. Sollicitanten hoeven nu slechts een Verklaring Omtrent Gedrag te overleggen, maar dat is een heel lichte toets.

[?] deltawerken

[?] Volgens Rijkswaterstaat is het kostbaar en technisch uitdagend om klassieke automatiseringssystemen te moderniseren en wordt er daarom vooral ingezet op detectie van aanvallen en een adequate reactie daarop. Uit het onderzoek blijkt dat Rijkswaterstaat de afgelopen jaren zelf van alle tunnels, bruggen, sluizen et cetera heeft vastgesteld welke cyberveiligheidsmaatregelen moeten worden genomen. Een groot deel van die maatregelen (ongeveer 60%) was begin 2018 ook al uitgevoerd, maar Rijkswaterstaat ziet onvoldoende toe op de uitvoering van het resterend deel en heeft geen actueel overzicht van de overgebleven maatregelen. De minister heeft een aantal waterwerken die Rijkswaterstaat beheert als vitaal aangewezen. . Uit het onderzoek blijkt dat nog niet alle vitale waterwerken rechtstreeks zijn aangesloten op het Security Operations Center (SOC) van Rijkswaterstaat. De ambitie om eind 2017 bij alle vitale waterwerken cyberaanvallen direct te kunnen detecteren was in het najaar van 2018 daarmee nog niet gerealiseerd. Hierdoor bestaat het risico dat RWS een cyberaanval niet of te laat detecteert.

[?] Over de cyberbeveiliging van gemeenten en waterschappen wordt al langer geklaagd. Zo meldde EenVandaag al in 2012 dat rioolgemaal en sluizen gemakkelijk van afstand te bedienen waren, onder meer door bijzonder slechte wachtwoorden.

[?] Rittal doet onderzoek naar op afstand bedienbare sluizen

[?] Beveiligde VPN M2M Services levert aan inmiddels 220 gemeenten en waterschappen beveiligde connectiviteitsoplossingen voor het beheer van pompen, riolen en gemalen. Om risico's op beveiligingsincidenten te voorkomen maken wij gebruik van een VPN oplossing, waarbij de verbinding optimaal beveiligd is middels encryptie en authenticatie.

[?] Veiligheid op het water én op het land Gebruik van lampbewaking

[?]

## **ethiek** Ethiek

persuasive technology <https://www.humanetech.com/youth/persuasive-technology>  
[?] <https://www.minddistrict.com/blog/persuasive-technology-new-insights-in-behavioural-change>  
<https://www.sciencedirect.com/book/9781558606432/persuasive-technology>  
<https://spectrum.ieee.org/how-persuasive-technology-can-change-your-habits> [?] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2020.00007/full> [?]  
<https://psmag.com/environment/captology-fogg-invisible-manipulative-power-persuasive-technology-81301> [?] <https://www.makeuseof.com/what-is-persuasive-technology/> [?]  
<https://lib.ugent.be/catalog/rug01:001235489> <https://cyberpsychology.eu/article/view/12270> [?]

## **Analyse**

## **Conclusie**

# Uppaal model

**Inleiding** De meeste sluizen die zich in Nederland bevinden zijn schutsluizen; deze sluizen zijn bedoeld om boten, zowel vrachtschepen als pleziervaart afhankelijk van de locatie van de sluis, te verwerken. Om deze reden gaan wij deze dus ook verwerken in ons model. Mocht een sluis niet bedoeld zijn om boten te verwerken, dan zou dit model alsnog toegepast kunnen worden op desbetreffende sluis. Boten worden toegevoegd aan de queue. Hoe dit gebeurt, dat ligt aan de specifieke sluis. Sinds wij een template maken, hoeven wij geen rekening te houden met hoe de schepen in de queue komen. Het enige wat wij hoeven te doen, is de data verwerken.

- Vooraanmelding
- informatie inwinnen
- operationele melding
- aankomst volgorde
- aanwijzen wachtplaats
- verstrekken informatie
- aanwijzen opstelplaats
- opstellen schutproces
- verstrekken informatie
- invaarvolgorde en ligplaats in sluis
- uitvaren
- operationele afmelding
- utvaren verboden
- aanwijzing invaren nieuwe schepen
- invaren verboden
- deuren gesloten
- gereedmaken voor invaren
- openen invaardeuren
- invaren toegestaan
- aanwijzingen voor invaren
- aanwijzingen tijdens afmeren
- invaren verboden
- sluiten invaardeuren
- start nivelleren
- stop nivelleren
- aanwijzingen voor uitvaren
- openen uitvaardewuren
- uitvaren toegestaan

## Aandachtspunten

1. Voorrang tussen schepen onderling in de sluis?
2. Hoe lang mag een schip zich in de sluis bevinden?

## Afbakening

- Wat doet de sluis niet.
- De sluis houdt geen rekening met links of rechtsrijdend verkeer vanuit de zeevaart

- De sluis heeft geen queue met daarin een id gekoppeld aan de sluis.
- De waterpomp wordt alleen aan en uitgezet
- De waterpomp houdt geen rekening met waterstand
- Houdt geen rekening met een schip in de sluis dat is blijven hangen.

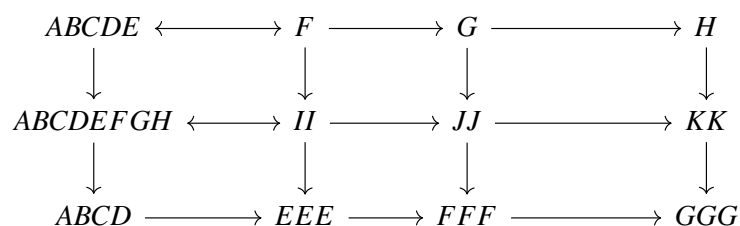
1. Een tweetal sluisdeuren.
2. Een sluiskolk waarin de schepen in- en uitvaren
3. een stoplicht om een signaal af te geven voor invaren en uitvaren.
4. Een nivelleermachine zorgt ervoor dat het water in de sluis op het gewenste niveau wordt gebracht
5. Een control-systeem dat ervoor zorgt dat de opdrachten van de sluisbeheerder (geautomatiseerd) worden uitgevoerd

Een schip komt aanvaren en meldt zich aan bij de sluismeester. De sluismeester geeft een signaal aan het controlsysteem voor het openen van de sluisdeuren, nadat gecontroleerd is of de nivelleermachine al klaar is. Als er ruimte is voor een invarend schip mag het schip dat zoich heeft aangemeld en toestemming heeft in de sluis varen. Op het moment dat de sluis vol is gaan de sluisdeuren dicht. Eenmaal afgesloten kan de nivelleermachine beginnen om het water in de sluiskolk op het gewenste waterpeil te brengen. Als dit nivelleerprces is afgerond geeft het controlsysteem daan da de sleusdeuren open kunnen. Als de sleusdeuren open zijn en het uitvaarsignaal is op groen dan moet het schip in de sluis de sluis uitvaren.

Uit het zojuist genoemde scenario valt het volgende op te maken.

1. Een schip geeft een signaal aan een sluismeester.
2. Er wordt gekeken of er wel plek is in de sluis .
3. Er wordt gekeken of de nivelleermachine is afgerond.
4. Er wordt gekeken wat het niveo van de waterpeil in de sluiskolk is.
5. Er wordt gekeken of de sluisdeuren gereed zijn voor invarende schepen.

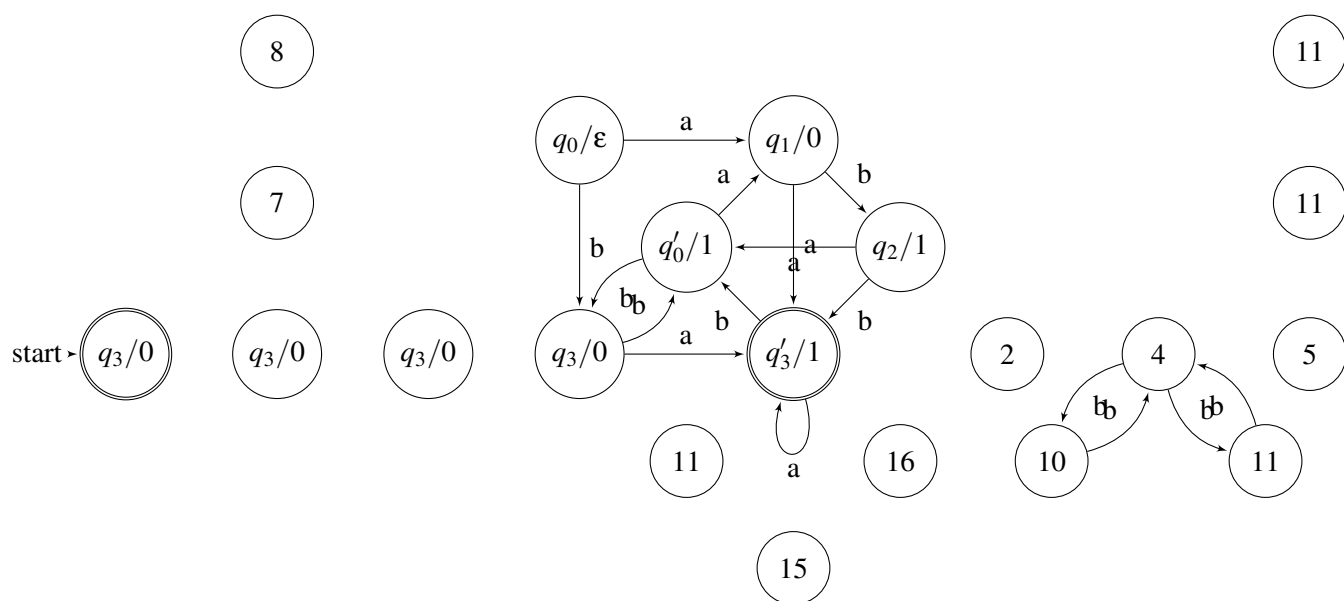
## De computation tree



## Models

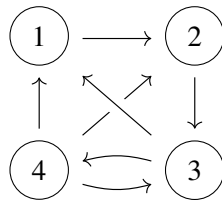
The graph consists of 10 nodes labeled 1 through 10. The edges are as follows:

- Node 1 has a self-loop and an edge to node 2.
- Node 2 has a self-loop and an edge to node 4.
- Node 4 has a self-loop and an edge to node 3.
- Node 3 has a self-loop and an edge to node 5.
- Node 5 has a self-loop and an edge to node 6.
- Node 6 has a self-loop and edges to nodes 7 and 1.
- Node 7 has a self-loop and edges to nodes 6 and 8.
- Node 8 has a self-loop and an edge to node 9.
- Node 9 has a self-loop and an edge to node 10.
- Node 10 has a self-loop and an edge to node 2.

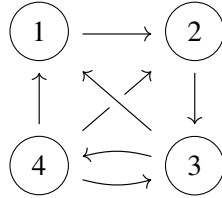


23

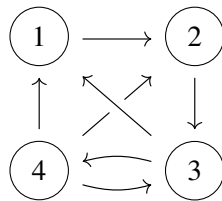
**Schip**



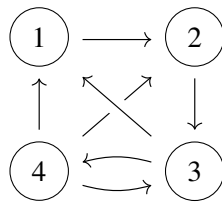
**Deur**



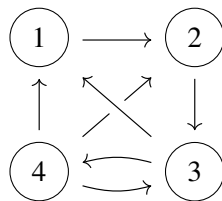
**Stoplicht**



**pomp**



**Sensor**



# Verificatie

We moeten aantonen dat een real-time programma voldoet aan de eisen opgesteld en gespecificeerd. De meest gebruikte methode voor het bewij

zen van de correctheid van untimed programma's zijn aangepast voor timed programs. We hebben nog geen aanpask gevonden voor het gebruik en bewijzen van correct gebruik van clocks. Een bewijs voor het gebruik van real-time programmas met clocks is gegeven in T.A. Henzinger and P.W. Kopke. Verification methods for the di- vergent runs of clock systems

In dit hoofdstuk formaliseren we de requirements ogegeven in de requirementslist in hoofdstuk 2 en bewijzen we de correcte toepassing met gebruik van de symbolic model-checker van Uppaal. Het systeem is gemodelleerd als een netwerk van meerdere timed automata: controller, sluis, stoplicht, deur, pomp en schip.

Het bewijs vn corret gebruik kan ook worden aangetoond met help van bewijs voor inorrectgebruik

Verificatie resultaten

### Het door ons uitgetippelde testpath of scenario

## Timed automata

## Data variabelen

## Acties

**Clock regions**

**CTL logica** Alle veiligheid en reachability requirements formeel gespecificeerd in hoofdstuk ... zijn geverifieerd in uppaal met gebruik an A en E state formulae. Deze zijn als volgt:

$$\begin{aligned}
M, s &\models p \Leftrightarrow p \in L(s) \\
M, s &\models \neg f1 \Leftrightarrow M, s \not\models f1 \\
M, s &\models f1 \vee f2 \Leftrightarrow M, s \models f1 \text{ or } M, s \models f2 \\
M, s &\models f1 \wedge f2 \Leftrightarrow M, s \models f1 \text{ and } M, s \models f2 \\
M, s &\models E\ g_1 \Leftrightarrow \text{there is a path } \pi \text{ from } s \text{ such that } M, \pi \models g_1 \\
M, s &\models p \Leftrightarrow \text{for every path } \pi \text{ starting from } s, M, \pi \models p \\
M, s &\models p \Leftrightarrow s \text{ is the first state of } M, s \models f1 \\
M, s &\models \neg g_1 \Leftrightarrow M, \pi \not\models g_1 \\
M, s &\models p \Leftrightarrow M, \pi \models g_1 \text{ or } M, \pi \not\models g_2 \\
M, s &\models p \Leftrightarrow M, \pi \models g_1 \text{ and } M, \pi \not\models g_2 \\
M, s &\models p \Leftrightarrow M, \pi^1 \models g_1
\end{aligned}$$



$M, s \models p \Leftrightarrow$  there exists a  $k \geq 0$ , such that  $M, \pi^k \models g_1$

$M, s \models p \Leftrightarrow$  for all  $i \geq 0, M, \pi^i \models g_1$

$M, s \models g_1 \wedge g_2 \Leftrightarrow$  there exists a  $k \geq 0$  such that  $M, \pi^k \models g_2$

and for all  $0 \leq j < k, M, \pi^j \models g_1$   $M, s \models p \Leftrightarrow$  for all  $j \geq 0$ , if for every  $i < j, M, \pi^i \models g_1$  then  $M, \pi^j \models g_2$

# Conclusie

Wat hebben alle bovenstaande rampen/ongelukken gemeen? Veiligheid. Bij de therac waren er diverse problemen: communicatie, doorontwikkeling, controle en toetsing Was het makkelijk te onderzoeken? Waarom? Bij de boeing 737 crashes was het probleem van controle en communicatie naar medewerkers Was het makkelijk te onderzoeken? Waarom?

Uit de evaluatie van de china explosion 2015 tianjin komt naar voren dat communicatie, transparantie en veiligheid niet altijd prioriteit hadden bij de lokale autoriteiten Was het makkelijk te onderzoeken? Waarom?

Bij de tesla autopilot crashes komen soms onvoldoende onderbouwde ontwerpkeuzes naar voren die niet goed zij afgewogen tegenover het gedrag van de bestuurder vlucht 1951 Was het makkelijk te onderzoeken? Waarom?

De ramp in Tsjernobyl toont aan hoe autoriteiten een ramp in de doofpot proberen te stoppen Was het makkelijk te onderzoeken? Waarom?

Wat heb ik geleerd Ik heb erg veel geleerd van het veilig opzetten van VPN's. Een VPN opzetten had ik namelijk nog nooit gedaan. Het opzetten van SSH en het aanmaken van VM's was al bekend. Ook had ik nog nooit met UDP sockets geprogrammeerd. Verder heb ik geleerd hoe ik in de praktijk een VM in een VLAN kan zetten en hoe VLAN's netwerken van elkaar kunnen scheiden. Het leukste onderdeel van het project, was dat wonderbaarlijk mijn gekozen oplossing elegant werkte. UDP Servers en clients zijn gerealiseerd met minder dan enkele regels logisch script. Ik had aan genomen dat het werken met sockets in shell absoluut rampzalig zou uitpakken. Ik ben blij dat het opdracht zo vrij was, zodat ik experimenteel kon zijn met mijn implementatie.

# Discussie

discussie geldigheidsgrenzen van de waarnemingen betrouwbaarheid van de waarnemingen waarde van de waarnemingen vergelijking van het oude en het nieuwe product/methode/apparaat volgens de genoemde criteria. De gewijzigde factor maakt het product/methode/apparaat geheel/half/niet beter

# Bronnen

- [1] Lamport L.: *LT<sub>E</sub>X: A Document Preparation System*, Addison-Wesley, 1994
- [2] Oostrum van P.: *Handleiding LT<sub>E</sub>X*, Vakgroep Informatica, Universiteit Utrecht, 1998,  
<http://people.cs.uu.nl/piet/latexhnd.pdf>
- [3] Wikibooks LT<sub>E</sub>X:  
<http://nl.wikibooks.org/wiki/LaTeX>
- [4] Wikibooks LT<sub>E</sub>X:  
<https://www.waterkant.net/suriname/2023/05/29/milieuactivist-sleur-zeer-grote-onwaarheden-challenges-in-requirements-engineering>
- [5] ... LT<sub>E</sub>X:  
[https://www.researchgate.net/publication/2462377\\_Challenges\\_in\\_Requirements\\_Engineering](https://www.researchgate.net/publication/2462377_Challenges_in_Requirements_Engineering) why goals-oriented for requirements engineering
- [6] ... LT<sub>E</sub>X:  
[https://www.researchgate.net/publication/249901480\\_Goal-Oriented\\_Requirements\\_Engineering\\_An\\_Overview\\_of\\_the\\_Current\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/249901480_Goal-Oriented_Requirements_Engineering_An_Overview_of_the_Current_Research) design and build of collaborative information agents
- [7] ... LT<sub>E</sub>X:  
[https://www.researchgate.net/publication/221622575\\_Design\\_of\\_Collaborative\\_Information\\_Agents](https://www.researchgate.net/publication/221622575_Design_of_Collaborative_Information_Agents) treating nfiras first grade for its testability
- [8] ... LT<sub>E</sub>X:  
software requirements negotiation a theory ui based spiral approach
- [9] ... LT<sub>E</sub>X:  
[https://www.cs.rug.nl/search/uploads/Teaching/RE2009Fall/paper/1995\\_Boehm\\_ICSE\\_Software%20Requirements%20Negotiation%20and%20Renegotiation%20Aids%20A%20Theory-W%20Based%20Spiral%20Approach.pdf](https://www.cs.rug.nl/search/uploads/Teaching/RE2009Fall/paper/1995_Boehm_ICSE_Software%20Requirements%20Negotiation%20and%20Renegotiation%20Aids%20A%20Theory-W%20Based%20Spiral%20Approach.pdf) the worlds a stage: a survey on requirementsengineering using a real life case study
- [10] ... LT<sub>E</sub>X:  
[https://www.researchgate.net/publication/2548016\\_The\\_world's\\_a\\_stage\\_a\\_survey\\_on\\_requirements\\_engineering\\_using\\_a\\_real-life\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/2548016_The_world's_a_stage_a_survey_on_requirements_engineering_using_a_real-life_case_study) Karin Koogan Breitman Julio Cesar S do Prado Leite from inconsistencyhandling to non-cononical requirements management: a logical perspective
- [11] ... LT<sub>E</sub>X:  
[https://www.researchgate.net/publication/257272175\\_From\\_inconsistency\\_handling\\_to\\_non-canonical\\_requirements\\_management\\_A\\_logical\\_perspective](https://www.researchgate.net/publication/257272175_From_inconsistency_handling_to_non-canonical_requirements_management_A_logical_perspective) managing inconsistent specification: reasoning, analysis, action

- [12] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.researchgate.net/publication/2635497\\_Managing\\_Inconsistent\\_Specifications\\_Reasoning\\_Analysis\\_and\\_Action](https://www.researchgate.net/publication/2635497_Managing_Inconsistent_Specifications_Reasoning_Analysis_and_Action) representing and using nonfunctional requirements: a process-oriented approach
- [13] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.researchgate.net/publication/3187474\\_Representing\\_and\\_Using\\_Non-Functional\\_Requirements\\_A\\_Process-Oriented\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/3187474_Representing_and_Using_Non-Functional_Requirements_A_Process-Oriented_Approach) Four dark corners of requirements engineering
- [14] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<http://www.cse.msu.edu/~chengb/RE-491/Papers/dark-corners-re-zave-jackson.pdf> classification of research methods in requirements engineering
- [15] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.researchgate.net/publication/220565934\\_Classification\\_of\\_Research\\_Efforts\\_in\\_Requirements\\_Engineering](https://www.researchgate.net/publication/220565934_Classification_of_Research_Efforts_in_Requirements_Engineering) agent-based tactics for goal-oriented requirements elaboration
- [16] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.researchgate.net/publication/3952082\\_Agent-based\\_tactics\\_for\\_goal-oriented\\_requirements\\_elaboration](https://www.researchgate.net/publication/3952082_Agent-based_tactics_for_goal-oriented_requirements_elaboration) challenges in requirements engineering
- [17] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
 why goals-oriented for requirements engineering
- [18] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
 scan 0087 design and build of collaborative information agents
- [19] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
 treating nfras first grade for its testability
- [20] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
 scan 0089 software requirements negotiation a theory ui based spiral approach
- [21] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
 the worlds a stage: a survey on requirements engineering using a real life case study
- [22] ...  $\text{\LaTeX}$ :
- [23] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.nerc.com/\\_layouts/15/Nerc.404/CustomFileNotFound.aspx?requestUrl=https://www.nerc.com/pa/CI/ESISAC/Documents/E-ISAC\\_SANS\\_Ukraine\\_DUC\\_18Mar2016.pdf](https://www.nerc.com/_layouts/15/Nerc.404/CustomFileNotFound.aspx?requestUrl=https://www.nerc.com/pa/CI/ESISAC/Documents/E-ISAC_SANS_Ukraine_DUC_18Mar2016.pdf)
- [24] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.nixu.com/fi/node/53>
- [25] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.wallix.com/blog/ics-security-russian-hacking>
- [26] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Industroyer>
- [27] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.sans.org/blog/confirmation-of-a-coordinated-attack-on-the-ukrainian-power-grid/>
- [28] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Crash\\_Override\\_Network](https://en.wikipedia.org/wiki/Crash_Override_Network)

- [29] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.virusbulletin.com/virusbulletin/2019/03/vb2018-paper-anatomy-attack-detecting-and-defeating-crashoverride/>
- [30] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cyber.nj.gov/threat-center/threat-profiles/ics-malware-variants/crashoverride>
- [31] ...  $\LaTeX$ :  
<https://iiot-world.com/ics-security/cybersecurity/five-cybersecurity-experts-about-crashov>
- [32] ...  $\LaTeX$ :  
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107045A1003&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- [33] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.blackhat.com/us-17/briefings/schedule/#industroyercrashoverride-zero-things-co>
- [34] ...  $\LaTeX$ :  
<https://dreamlab.net/en/blog/post/fuzzing-ics-protocols/>
- [35] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.connectivity4ir.co.uk/article/175490/IEC-62351--Secure-communication-in-the-en>  
 aspx
- [36] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.win.tue.nl/~setalle/2017\\_faure\\_encryption.pdf](https://www.win.tue.nl/~setalle/2017_faure_encryption.pdf)
- [37] ...  $\LaTeX$ :  
<https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3381038>
- [38] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arxiv.org/pdf/2001.02925.pdf>
- [39] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2017/06/Win32\\_Industroyer.pdf](https://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2017/06/Win32_Industroyer.pdf)
- [40] ...  $\LaTeX$ :  
 "https://www.researchgate.net/publication/333671061\_Attacking\_IEC-60870-5-104\_SCADA\_Systems"
- [41] ...  $\LaTeX$ :  
<https://scialert.net/fulltext/?doi=tasr.2014.396.405>
- [42] ...  $\LaTeX$ :  
 "https://www.boozallen.com/content/dam/boozallen/documents/2016/09/ukraine-report-when-the-lights-went-out.pdf"
- [43] ...  $\LaTeX$ :  
<https://rhebo.com/en/service/glossar/industroyer-25114/>
- [44] ...  $\LaTeX$ :  
[https://en.wikipedia.org/wiki/2015\\_Ukraine\\_power\\_grid\\_hack](https://en.wikipedia.org/wiki/2015_Ukraine_power_grid_hack)
- [45] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.dragos.com/wp-content/uploads/CRASHOVERRIDE.pdf>

- [46] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.darkreading.com/threat-intelligence/first-malware-designed-solely-for-electricity/d/d-id/1329114>
- [47] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arstechnica.com/information-technology/2017/06/crash-override-malware-may-sabotage-electric-grids-but-its-no-stuxnet/>
- [48] ...  $\LaTeX$ :  
<http://web.mit.edu/smadnick/www/wp/2016-22.pdf>
- [49] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cybersecurityintelligence.com/blog/attack-on-ukraines-power-grid-targeted-transmission-lines/html>
- [50] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/desarnaud\\_cyber\\_attacks\\_energy\\_infrastructures\\_2017\\_2.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/desarnaud_cyber_attacks_energy_infrastructures_2017_2.pdf)
- [51] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.dragos.com/wp-content/uploads/CRASHOVERRIDE.pdf>
- [52] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.dragos.com/wp-content/uploads/CrashOverride-01.pdf>
- [53] ...  $\LaTeX$ :  
<https://jsis.washington.edu/news/cyberattack-critical-infrastructure-russia-ukrainian-power-grid/>
- [54] ...  $\LaTeX$ :  
<https://theconversation.com/cyberattack-on-ukraine-grid-heres-how-it-worked-and-perhaps-what-we-can-learn-100000>
- [55] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.reuters.com/article/us-ukraine-crisis-cyber-idUSKBN15U2CN>
- [56] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.reuters.com/article/us-ukraine-cybersecurity-sandworm/u-s-firm-blames-russian-sandworm-hackers-for-ukraine-outage-idUSKBN0UM00N20160108>
- [57] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wired.com/story/russian-hackers-attack-ukraine/>
- [58] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.reuters.com/article/us-ukraine-cybersecurity-sandworm-idUSKBN0UM00N20160108>
- [59] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/desarnaud\\_cyber\\_attacks\\_energy\\_infrastructures\\_2017\\_2.pdf](https://www.ifri.org/sites/default/files/atoms/files/desarnaud_cyber_attacks_energy_infrastructures_2017_2.pdf)
- [60] ...  $\LaTeX$ :  
[https://ris.utwente.nl/ws/files/6028066/3-s2\\_0-B9780128015957000227.pdf](https://ris.utwente.nl/ws/files/6028066/3-s2_0-B9780128015957000227.pdf)
- [61] ...  $\LaTeX$ :  
<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/119066/2/315683.pdf>
- [62] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.vice.com/en/article/zmeyg8/ukraine-power-grid-malware-crashoverride-industroyer>
- [63] ...  $\LaTeX$ :  
[https://na.eventscloud.com/file\\_uploads/aed4bc20e84d2839b83c18bcb7e2876\\_Owens1.pdf](https://na.eventscloud.com/file_uploads/aed4bc20e84d2839b83c18bcb7e2876_Owens1.pdf)

- [64] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.wired.com/2016/03/inside-cunning-unprecedented-hack-ukraines-power-grid/>
- [65] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://na.eventscloud.com/file\\_uploads/aed4bc20e84d2839b83c18bcba7e2876\\_Owensl.pdf](https://na.eventscloud.com/file_uploads/aed4bc20e84d2839b83c18bcba7e2876_Owensl.pdf)
- [66] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=80443e97-f17e-499c-b3f2-ad608f32e1aa&title=Rapportage%20Staat%20van%20de%20infra%20RWS%20%28definitief%29.pdf>
- [67] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.nu.nl/internet/5814282/rekenkamer-waterwerken-niet-goed-beveiligd-tegen-cybera.html>
- [68] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.deltalimburg.nl/article/9824/Onderhoudswerkzaamheden+aan+Sluis+Linne+afgerond>
- [69] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://nieuwesluisterneuzen.eu/veiligheid>
- [70] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.mrdmarinesupport.nl/nl/maritieme-dienstverlening/ondersteuning-veiligheid/>
- [71] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.infrasite.nl/bouwen/2021/05/27/veiligheid-voorop-begin-project-sluis-of-brug-a>
- [72] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.wdodelta.nl/bediening-schutsluizen-vechterweerd-en-vilsteren>
- [73] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.infrasite.nl/waterbouw-deltas/2021/05/21/sluis-heel-onder-handen-genomen/>
- [74] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.hdsr.nl/actueel/nieuws/@154100/lichtprojecties-zetten-waterliniesluizen/>
- [75] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://nos.nl/artikel/2277937-rekenkamer-hack-aanval-op-waterwerk-niet-altijd-opgemerkt>
- [76] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://varendoejesamen.nl/kenniscentrum/artikel/onderhoud-sluis-linne-afgerond>
- [77] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.gww-bouw.nl/artikel/de-eerste-sluis-met-kantelende-sluisdeur/>
- [78] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://tkhsecurity.com/nl/waterwerken/>
- [79] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/rekenkamer-vitale-waterwerken-nog-onvoldoende-k>
- [80] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.magazinesrijkswaterstaat.nl/bereikbaarzeeland/2021/01/krammersluizencomplex-verleden-heden-en-toekomst>



- [81] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.hdsr.nl/publish/pages/86927/sluizen\\_in\\_of\\_bij\\_een\\_waterkering\\_-\\_uitvoeringsregels.pdf](https://www.hdsr.nl/publish/pages/86927/sluizen_in_of_bij_een_waterkering_-_uitvoeringsregels.pdf)
- [82] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://api1.ibabs.eu/publicdownload.aspx?site=sluis&id=100100292>
- [83] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://services.pilz.nl/wp-content/uploads/2021/12/brochure\\_bruggen\\_2018.pdf](https://services.pilz.nl/wp-content/uploads/2021/12/brochure_bruggen_2018.pdf)
- [84] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR375606/6>
- [85] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2019-27.html>
- [86] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://a-quin.nl/nieuws/veiligheid-van-bruggen-sluizen-waarborgen-wie-wat-hoe/>
- [87] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.gemeentesluis.nl/Bestuur\\_en\\_Organisatie/Wetten\\_Regels\\_Bekendmakingen](https://www.gemeentesluis.nl/Bestuur_en_Organisatie/Wetten_Regels_Bekendmakingen)
- [88] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.overijssel.nl/onderwerpen/verkeer-en-vervoer/varen-in-overijssel/informatie-bedieningstijden-sluizen-en-bruggen-noordwest-overijssel/>
- [89] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen>
- [90] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.schuttevaaer.nl/nieuws/actueel/2022/11/23/binnenvaart-zit-klem-tussen-regels-en-realiteit-kapotte-steigers-en-gesperde-sluizen-dwinn>
- [91] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://repository.officiele-overheidspublicaties.nl/CVDR/CVDR271406/1/html/CVDR271406\\_1.html](https://repository.officiele-overheidspublicaties.nl/CVDR/CVDR271406/1/html/CVDR271406_1.html)
- [92] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.zeeland.nl/actueel/bedieningstijden-sluizen-en-bruggen>
- [93] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.amsterdam.nl/verkeer-vervoer/varen-amsterdam/regels-varen/>
- [94] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/wat-doen-we/regels-en-afspraken-over-beheer-keur-en-leggers/>
- [95] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<http://www.wetboek-online.nl/wet/Wet%20tot%20samenvoeging%20van%20de%20gemeenten%20Aardenburg%20en%20Sluis.html>
- [96] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.rijnland.net/regels-op-een-rij/richtlijnen-en-akkoorden/alle-regelgeving-van-rijnland/>
- [97] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.itbb.nl/diensten/advies-ce-markering-europese-richtlijnen/>

- [98] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.portofamsterdam.com/nl/scheepvaart/zeevaart/regelgeving>
- [99] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.watersportverbond.nl/nieuws/achterstallig-onderhoud-wachtplaatsen-bruggen-en-s>
- [100] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://varendoejesamen.nl/nieuws>
- [101] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.flevoland.nl/wat-doen-we/flevowegen-vlot-en-veilig-door-flevoland/water/varen-in-flevoland/bediening-bruggen-en-sluizen>
- [102] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L0012&from=DE>
- [103] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.werkenvoornederland.nl/organisatie/rijkswaterstaat/ict-middelen-maken-om-bruggen-sluizen-en-tunnels-te-besturen>
- [104] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.lobocom.nl/infra-bruggen-sluizen>
- [105] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://waterrecreatienederland.nl/content/uploads/2018/04/richtlijnen-vaarwegen-2017.pdf>
- [106] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.wetterskipfryslan.nl/melden-en-regelen/vergunningen-wetten-en-regels>
- [107] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.onlinezeilschool.nl/sluizen/>
- [108] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.provincie.drenthe.nl/onderwerpen/verkeer-vervoer/vaarwegen/rondje-drenthe/bedieningstijden/>
- Bronnen:**
- [109] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642315001033>
- [110] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.cas.mcmaster.ca/~lawford/papers/AVoCS2013.pdf>
- [111] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://core.ac.uk/download/pdf/38891842.pdf>  
**Therac**  
**sheets**
- [112] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://web.cs.ucdavis.edu/~rogaway/classes/188/winter04/therac-25.pdf>
- [113] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://people.physics.carleton.ca/~drogers/egs\\_windows\\_collection/tsld008.htm](https://people.physics.carleton.ca/~drogers/egs_windows_collection/tsld008.htm) [?]
- [114] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Therac-25>

[115] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.youtube.com/watch?v=-7gVqBY52MY> [?] reproduceren van de error. IN dit stuk wordt uitgelgd hoe het product werkt en waarom bepaalde beslssingen zijn genomen in de ontwerp/productiefase

[116] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.bugsnap.com/blog/bug-day-race-condition-therac-25> kort artikel met daarin een opsomming van alle fouten in het systeem en een korte uitleg

[117] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.bowdoin.edu/~allen/courses/cs260/readings/therac.pdf> uitgebreid artikel over hoe de fout werd gereproduceerd en de resultaten daaruit voortkwamen. Alsnog werden er na de reproductie fase nog meer fouten gevonden.

[118] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://hackaday.com/2015/10/26/killed-by-a-machine-the-therac-25/> artikel

[119] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://ethicsunwrapped.utexas.edu/case-study/therac-25> onderzoeksartikel waarin de bug wordt uitgelgd: de racecondities, de bytepositie en het testen worden berkitiseerd evenals andere onderdelen van het softwareproces

[120] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://thedailywtf.com/articles/the-therac-25-incident> [?] onrealistisch testplan. In dit artikel egt de auteur het belang nog eens uit van goede requirements en implementatie, niet de software is waar het probleem ligt

[121] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.computer.org/csdl/magazine/co/2017/11/mco2017110008/13rRUxAStVR> [?] geschiedenis

[122] ...  $\text{\LaTeX}$ :

[http://computingcases.org/case\\_materials/therac/case\\_history/Case%20History.html](http://computingcases.org/case_materials/therac/case_history/Case%20History.html)  
artikel

[123] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://medium.com/swlh/software-architecture-therac-25-the-killer-radiation-machine-8a05> computer error. De ongeval en de malfunction nog een keer uitgelegd

[124] ...  $\text{\LaTeX}$ :

[http://www.ccnr.org/fatal\\_dose.html](http://www.ccnr.org/fatal_dose.html) rapport

[125] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<http://sunnyday.mit.edu/papers/therac.pdf>

[126] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/101762/>  
onderzoeksartikel

[127] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<http://www1.cs.columbia.edu/~junfeng/08fa-e6998/sched/readings/therac25.pdf>

[128] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://ieeexplore.ieee.org/document/274940> uitgebreid artikel gaat hier ook wat meer over de hardware

- [129] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.linkedin.com/pulse/therac-25-industrial-design-engineering-systems-wang-ph-d->  
 artikel waarin in 3 delen de problemaiekwordt blootgesteld
- [130] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[http://www.cse.msu.edu/~cse470/Public/Handouts/Therac/Therac\\_2.html](http://www.cse.msu.edu/~cse470/Public/Handouts/Therac/Therac_2.html) case study  
 sheets artikel waarin vooral de fabrikant ervan langs krijgt
- [131] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<http://users.csc.calpoly.edu/~jdalbey/SWE/Papers/THERAC25.html> lessons learned.  
 Vooral de begrippen betrouwbaarheid, welgevalligheid, veiligheid en gebruiksvriendelijkheid
- [132] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://bohr.wlu.ca/cpl64/therac/therac25.htm> root-cause analysis case study
- [133] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://dusk.geo.orst.edu/ethics/papers/Therac.Huff.pdf> case study
- [134] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.sebokwiki.org/wiki/Medical\\_Radiation](https://www.sebokwiki.org/wiki/Medical_Radiation) opzetten van systematische accepta-  
 tie test met therac als voorbeeld
- [135] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017448245> artikel  
 waarin een diagnose plaatvindt voor het bedrijf en de ingenieur/ontwerper
- [136] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://magsilva.pro.br/apps/wiki/testing/Therac\\_25](https://magsilva.pro.br/apps/wiki/testing/Therac_25) rapport oorzaken aangegeven in  
 artikel
- [137] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.chemeurope.com/en/encyclopedia/Therac-25.html> het onderzoek en enkele  
 ontwerptekeningen en oplossingen
- [138] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://pvs-studio.com/en/blog/posts/0438/>
- [139] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.coursera.org/lecture/software-design-threats-mitigations/](https://www.coursera.org/lecture/software-design-threats-mitigations/therac-25-case-study-VmQPa)  
[therac-25-case-study-VmQPa](https://www.coursera.org/lecture/software-design-threats-mitigations/therac-25-case-study-VmQPa)
- [140] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.semanticscholar.org/paper/The-story-of-the-Therac-25-in-LOTOS-Thomas/](https://www.semanticscholar.org/paper/The-story-of-the-Therac-25-in-LOTOS-Thomas/6c9c6024cf95aadae8b7edf1160e0e4500410eb9)  
[6c9c6024cf95aadae8b7edf1160e0e4500410eb9](https://www.semanticscholar.org/paper/The-story-of-the-Therac-25-in-LOTOS-Thomas/6c9c6024cf95aadae8b7edf1160e0e4500410eb9)
- [141] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://news.ycombinator.com/item?id=21679287> wiki
- [142] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://en.wikibooks.org/wiki/Professionalism/Therac-25> analyse
- [143] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.96.369&rep=rep1&](https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.96.369&rep=rep1&type=pdf)  
[type=pdf](https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.96.369&rep=rep1&type=pdf) samenvatting
- [144] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://onlineethics.org/cases/resources-engineering-and-science-ethics/](https://onlineethics.org/cases/resources-engineering-and-science-ethics/investigation-therac-25-accidents-abstract)  
[investigation-therac-25-accidents-abstract](https://onlineethics.org/cases/resources-engineering-and-science-ethics/investigation-therac-25-accidents-abstract)  
 rapport over de fouten die de verschillende partijen hebben gemaakt( overheid, ingenieurs, bedrijf,  
 operators) en de verbeterpunten

[145] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.cs.colostate.edu/~bieman/CS314/Notes/therac25.pdf> [?] onderzoeksrapport

[146] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.cs.ucf.edu/~dcm/Teaching/COP4600-Fall2010/Literature/Therac25-Leveson.pdf> [?] slides online over het technisch mankement Wat is er gebeurd, nou het volgende: Normal radiation treatments: 6,000 rads over a 3 week period, under certain conditions Therac-25 was delivering 60,000 rads during one session. En wat ging er mis? Paradigm Shift

Therac-25 replaced expensive hardware safety interlocks with software controls Real-time software Design Race condition caused focusing element to be incorrectly set No indication of actual hardware settings Error messages appeared the same regardless of how important Error messages were difficult to understand All errors messages could be manually overridden

[147] ...  $\LaTeX$ :

<https://hci.cs.siue.edu/NSF/Files/Semester/Week13-2/PPT-Text/Slide13.html> [?] oorzaak-gevolg diagram

[148] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.thinkreliability.com/InstructorBlogs/Blog-Therac-25.pdf> [?] veiligheidsanalyse naar de rapportage van foutmeldingen, de beslissingsmatrix waarmee het programma wordt uitgevoerd en de software-analyse door een consultat

[149] ...  $\LaTeX$ :

<https://sqa.stackexchange.com/questions/9798/asking-for-help-with-this-therac-25-bugged-c>

Krakend zorgsysteem door covid-19 in suriname

vaccinatieterkort communicatie met bevolking communicatie met binnenland testen van vaccinaties besmetting vanuit eht buitenland isolatie na vakantie en voor toeristen tekort aan ic-personeel tekort aan ic-bedden tekort aan zuurstof tekort aan middelen

Wat blijkt hieruit: de impact van de crisis wereldwijd de afhnakelijkheid van landen op goede samenwerking Nut en noodzaak van regelgeving Naveling van maatregelen Communicatie over beleid vanuit de overheid naar de burgers Belang van een verzorgingstaat Een wetenschappelijke ontwikkeling die kan inspelen op gevoelige trends De impact van een lockdown op de economie Afschaling van andere noodzakelijke no-covid zorg De bereikbaarheid van een ziekenhuis Waar heeft het toe geleid?

[150] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.waterkant.net/suriname/2007/02/06/school-in-suriname-gesloten-om-zenuwgasvoorv>

[151] ...  $\LaTeX$ :

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Nationaal\\_Co%C3%B6rdinatiecentrum\\_voor\\_Rampenbeheersing](https://nl.wikipedia.org/wiki/Nationaal_Co%C3%B6rdinatiecentrum_voor_Rampenbeheersing)

[152] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.examenkamer.nl/index.php/27-vca-examens-in-suriname>

Waterramp suriname met cyanide

boeing 737 crashes

algemene vragen oorzaken

[153] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/what-led-to-boeings-737-max-crisis-a-qa/>

- [154] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.schneier.com/blog/archives/2019/04/excellent\\_analy.html](https://www.schneier.com/blog/archives/2019/04/excellent_analy.html) fout in de software
- [155] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.forbes.com/sites/georgeavetisov/2019/03/19/malware-at-30000-feet-what-the-737-max-says-about-the-state-of-airplane-software-security/?sh=4d26f7052a9e> het nationaal veiligheidsbelang
- [156] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.forbes.com/sites/lorenthompson/2020/11/23/five-reasons-return-of-boeings-737-max-to-service-is-important-to-national-security/?sh=2128ea552018> falend toezicht
- [157] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/failed-certification-faa-missed-safety-issues-in-the-737-max-system-implicated-in-the-lic>  
onderzoeksrapport
- [158] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.faa.gov/foia/electronic\\_reading\\_room/boeing\\_reading\\_room/media/737\\_RTS\\_Summary.pdf](https://www.faa.gov/foia/electronic_reading_room/boeing_reading_room/media/737_RTS_Summary.pdf)
- [159] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_737\\_MAX\\_groundings](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_MAX_groundings) veiligheidsrisico's menselijke fouten
- [160] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.theverge.com/2019/5/2/18518176/boeing-737-max-crash-problems-human-error-mcas-overzicht-van-crashes>
- [161] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.theverge.com/2019/3/22/18275736/boeing-737-max-plane-crashes-grounded-problems-veiligheidsopmerking>
- [162] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.airlinerratings.com/news/boeings-737-max-will-one-safest-aircraft-history/aanpassingen>
- [163] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.boeing.com/commercial/737max/737-max-software-updates.page> waar-schuwingen//output signalen
- [164] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://leehamnews.com/2020/11/24/boeing-737-max-changes-beyond-mcas/> software gerelateerde fouten
- [165] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://spectrum.ieee.org/aerospace/aviation/how-the-boeing-737-max-disaster-looks-to-a-s>  
onderzoeksrapport de rol van de publieke opinie
- [166] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/orms.2019.05.05/full/> onderzoek van Europese luchtvaart agentschap
- [167] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/news/easa-declares-boeing-737-max-safe-return-service-europe> veiligheidsvraagstuk

- [168] ...  $\LaTeX$ :  
<https://phys.org/news/2019-03-boeing-max-safety-tragedies.html> **artikel over senso-  
ren**
- [169] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.flightglobal.com/airframers/boeing-delays-737-max-10-deliveries-two-years-to-142245.article> **goedkeuring van europese luchtvaart autoriteiten advies aan de faa**
- [170] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.hstoday.us/subject-matter-areas/airport-aviation-security/oig-tells-faa-to-improve-safety-oversight-following-boeing-737-max-review/>
- [171] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.geekwire.com/2020/faas-go-ahead-737-maxs-return-flight-kicks-off-massive-soft>
- [172] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.researchgate.net/publication/338420944\\_A\\_Promise\\_Theoretic\\_Account\\_of\\_the\\_Boeing\\_737\\_Max\\_MCAS\\_Algorithm\\_Affair](https://www.researchgate.net/publication/338420944_A_Promise_Theoretic_Account_of_the_Boeing_737_Max_MCAS_Algorithm_Affair) **achtergrond informatie**
- [173] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.b737.org.uk/mcas.htm> **algemeen vertrouwen**
- [174] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cnn.com/2019/05/16/what-you-need-to-know-about-boeings-737-max-crisis.html> **toestemming europese autoriteiten problemen**
- [175] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arstechnica.com/information-technology/2020/01/737-max-fix-slips-to-summer-and-thats-just-one-of-boeings-problems/> **uitge-  
breid artikel over de onderzoeken en het vliegverbod**
- [176] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cnet.com/news/boeing-737-max-8-all-about-the-aircraft-flight-ban-and-investig-computers-als-oorzaak-lessons-learned>
- [177] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.designnews.com/electronics-test/5-lessons-learn-boeing-737-max-fiasco>
- [178] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.eurocontrol.int/publication/effects-network-extra-standby-aircraft-and-boeing-single-point-of-failure>
- [179] ...  $\LaTeX$ :  
<https://dmd.solutions/blog/2019/04/05/how-a-single-point-of-failure-spoof-in-the-mcas-soft>
- [180] ...  $\LaTeX$ :  
<https://asiatimes.com/2021/01/boeings-737-max-and-the-fear-of-flying/> **lijst van  
tehnische aanpassingen**
- [181] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.caa.co.uk/Consumers/Guide-to-aviation/Boeing-737-MAX/>
- [182] ...  $\LaTeX$ :  
<https://dsm.forecastinternational.com/wordpress/2020/12/14/airbus-and-boeing-report-november-2020-commercial-aircraft-orders-and-deliveries/>  
**code lek**
- [183] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wired.com/story/boeing-787-code-leak-security-flaws/>

- [184] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.fitchratings.com/research/corporate-finance/boeing-737-max-return-backlog-risks-remain-16-09-2020> Cultuurverandering, de-regulatie, systeemwijziging of gewoon een kwestie van competentie
- [185] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.aerospacetestinginternational.com/features/what-broke-the-737-max.html> extra aanpassingen
- [186] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://theaircurrent.com/aviation-safety/boeings-737-max-software-done-but-regulators-pl>  
 wat ging er mis een analyse van een ex-iloot De utoriteiten waren op de hoogte
- [187] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.extremetech.com/extreme/303373-the-faa-knew-the-737-max-was-dangerous-and-kept](https://www.extremetech.com/extreme/303373-the-faa-knew-the-737-max-was-dangerous-and-kept-quality-issues-a-secret)  
 kwaliteiten van het alarmsysteem niet goed bekend
- [188] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://time.com/5687473/boeing-737-alarm-system/>
- [189] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.nasdaq.com/articles/boeing-gets-dealt-another-737-max-cancellation-blow.-what-it-means-for-boeing-stock-2020>
- [190] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.eetimes.com/boeing-crashes-highlight-a-worsening-reliability-crisis/>  
 veiligheidsvraagstuk
- [191] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.latimes.com/business/story/2019-12-11/faa-boeing-737-max-crashes-problemanalyse>, veiligheidsvraagstuk
- [192] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.politico.com/story/2019/03/15/boeing-737-max-grounding-1223072> fa-lend toezicht
- [193] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.pogo.org/analysis/2019/10/corrupted-oversight-the-faa-boeing-and-the-737-max/>
- [194] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.afacwa.org/the\\_inside\\_story\\_of\\_mcas\\_seattle\\_times](https://www.afacwa.org/the_inside_story_of_mcas_seattle_times) doelstellingen en veiligheidsvraagstukken
- [195] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.marxist.com/737-max-scandal-boeing-putting-profits-before-safety.htm>
- [196] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://finance.yahoo.com/news/australia-lifts-ban-boeing-737-035817682.html?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAHZCJYy\\_0A5VS2WiPoCvH4xdrRNkmdsv5EWJ2RLIz\\_AS-rxsTty6AF1\\_HlmJiRyWYqCXDi4p0Xs4isYkNkCq2Pfo-pQ60Xz\\_IIfTNjm4FgoZiBMC4zpZlB6F0fwecrjE\\_ujAXZzG4xPjWcd8-G3VLlPTY8h3H31eQ1i8hY9AIyy](https://finance.yahoo.com/news/australia-lifts-ban-boeing-737-035817682.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAHZCJYy_0A5VS2WiPoCvH4xdrRNkmdsv5EWJ2RLIz_AS-rxsTty6AF1_HlmJiRyWYqCXDi4p0Xs4isYkNkCq2Pfo-pQ60Xz_IIfTNjm4FgoZiBMC4zpZlB6F0fwecrjE_ujAXZzG4xPjWcd8-G3VLlPTY8h3H31eQ1i8hY9AIyy) autoriteiten krijgen tik op de vingers
- [197] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://medium.com/@jpaulreed/the-737max-and-why-software-engineers-should-pay-attention->
- [198] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://news.ycombinator.com/item?id=19414775>



- [199] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bbc.com/news/55366320>
- [200] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.marketscreener.com/news/latest/China-studies-Boeing-737-MAX-recertification-wa>  
**motor in brand**
- [201] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.euractiv.com/section/aviation/news/boeing-grounds-777s-after-engine-fire/>
- [202] ...  $\LaTeX$ :  
<https://gulfnnews.com/business/aviation/uae-airspace-to-see-return-of-boeing-737-max-1.1613627548923> **motor in brand gevlogen**
- [203] ...  $\LaTeX$ :  
<https://techxplore.com/news/2021-02-boeing-urges-grounding-777s.html>
- [204] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.politico.eu/article/uk-temporarily-bans-some-boeing-aircraft-after-pratt-white>
- [205] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.timeslive.co.za/news/world/2021-02-23-damage-to-united-boeing-777-engine-cons>  
**faa was niet kritisch genoeg**
- [206] ...  $\LaTeX$ :  
<https://federalnewsnetwork.com/government-news/2021/02/federal-watchdog-blasts-faa-over-certification-of-boeing-jet/>  
**china explosion 2015 tianjin verhaal van brandweermannen**  
**artikel**  
**invloed van social media**
- [207] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.economist.com/asia/2015/08/18/a-blast-in-tianjin-sets-off-an-explosion-online>
- [208] ...  $\LaTeX$ :  
<https://america.cgtn.com/2015/08/12/explosion-reported-in-tianjin-china>
- [209] ...  $\LaTeX$ :  
<https://factcheck.afp.com/no-photo-was-taken-chinese-city-tianjin-august-2015>  
**vergelijking van twee rampen**
- [210] ...  $\LaTeX$ :  
<https://airshare.air-inc.com/how-does-the-beirut-explosion-compare-to-tianjin>  
**overheid en media**
- [211] ...  $\LaTeX$ :  
<https://newbloommag.net/2015/08/17/tianjin-explosion/>  
**chemische industrie ondeer de loop**
- [212] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.voanews.com/east-asia-pacific/tianjin-blast-puts-spotlight-chemical-industry>
- [213] ...  $\LaTeX$ :  
<https://abcnews.go.com/International/apocalyptic-aftermath-devastating-images-tianjin-china-story?id=33057017>

- [214] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.reachingoutacrossdurham.co.uk/osk/tianjin-explosion-2021>
- [215] ...  $\LaTeX$ :  
<https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/prs.11789>
- [216] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.automotivelogistics.media/thousands-of-cars-destroyed-in-tianjin-port-explosion-13570.article>
- [217] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.joc.com/port-news/asian-ports/port-tianjin/tianjin-port-explosions-could-be-most-expensive-maritime-disaster\\_20150826.html](https://www.joc.com/port-news/asian-ports/port-tianjin/tianjin-port-explosions-could-be-most-expensive-maritime-disaster_20150826.html)
- [218] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2015-08-12/explosion-in-northern-china-shatters-world>
- [219] ...  $\LaTeX$ :  
[https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2016/TEIA/OECD\\_WGCA\\_24-27\\_OCT\\_2016/Session\\_3\\_Zhao\\_-\\_Introduction\\_of\\_Tianjin\\_Accident\\_-\\_Jinsong\\_Zhao.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2016/TEIA/OECD_WGCA_24-27_OCT_2016/Session_3_Zhao_-_Introduction_of_Tianjin_Accident_-_Jinsong_Zhao.pdf)  
gemaakte fouten
- [220] ...  $\LaTeX$ :  
<https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part6/port-resilience/site-2015-tianjin-port-explosions/>
- [221] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.alamy.com/stock-image-tianjin-china-17th-aug-2015-tianjin-explosion-aftermath.html>
- [222] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.popularmechanics.com/technology/news/a16871/massive-explosions-china-city-of-tianjin/>
- [223] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.imago-images.com/st/0080815934>
- [224] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.chemistryworld.com/news/deadly-chemical-blast-at-chinese-port/8857.article>
- [225] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.process-worldwide.com/tianjin-explosion-from-chemical-perspective-insights-and-comparisons>  
vergelijking met andere explosies
- [226] ...  $\LaTeX$ :  
<https://apnews.com/article/lebanon-fires-us-news-explosions-middle-east-53f4206a7f1db08122>  
invloed van de ramp op de industrie
- [227] ...  $\LaTeX$ :  
<https://fortune.com/2015/08/14/tianjin-port-explosion-shipping-delays/> is er  
sprake van een doofpot
- [228] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.washingtontimes.com/news/2015/aug/20/inside-china-tianjin-explosions-cover-up/>  
eigendomsverzekering

- [229] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.artemis.bm/news/tianjin-explosions-property-insurance-loss-could-reach-3-5bn->
- [230] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.thechinastory.org/yearbooks/yearbook-2015/forum-the-abyss-%E5%9D%8E/tianjin-explosions/> **effecten op de lange termijn**
- [231] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.flexport.com/blog/tianjin-explosion-effect-on-supply-chains/>
- [232] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.cicm.org.my/images/articles/CICM-Article-on-Tianjin-Blast-Oct2015.pdf> **lessons learned**
- [233] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.genre.com/knowledge/blog/lessons-from-the-tianjin-explosion-en.html>
- [234] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.ft.com/content/ad62904c-44ce-11e5-b3b2-1672f710807b>
- [235] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
[https://www.huffingtonpost.co.uk/2015/08/13/tianjin-explosion-china-shocking-footage-caught\\_n\\_7980888.html](https://www.huffingtonpost.co.uk/2015/08/13/tianjin-explosion-china-shocking-footage-caught_n_7980888.html)
- [236] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.thatsmags.com/china/post/19189/massive-fire-rocks-tianjin-port> **gevolgen voor de industrie**
- [237] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.everstream.ai/risk-center/special-reports/the-jiangsu-yancheng-explosion/>
- [238] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.newyorker.com/news/news-desk/after-tianjin-an-outbreak-of-mistrust-in-china> **framing vanuit de chinese media**
- [239] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.neliti.com/publications/101997/the-chinese-media-framing-of-the-2015s-tianjin>
- [240] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.reinsurancene.ws/chinese-insurers-settle-1-5-billion-tianjin-blast-claims/> **nieuwsartikel**
- [241] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.thechemicalengineer.com/news/update-78-confirmed-dead-after-chinese-chemicals->
- [242] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.caixinglobal.com/2016-11-10/chinese-executive-receives-suspended-death-sentence.html> **toegang tot de ramplplek vanuit de okale journalistiek**
- [243] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://chinadigitaltimes.net/2015/08/he-xiaoxin-how-far-can-i-go-and-how-much-can-i-do/> **artikel**
- [244] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://www.wnpr.org/post/china-examines-aftermath-immense-twin-explosions-killed-dozens>
- [245] ...  $\text{\LaTeX}$ :  
<https://theconversation.com/what-is-ammonium-nitrate-the-chemical-that-exploded-in-beirut>

- [246] ...  $\LaTeX$ :  
<https://chemicalwatch.com/36730/nationwide-inspections-in-china-follow-tianjin-explosion>
- [247] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.thehindu.com/news/international/investigation-begun-into-china-gas-explosion-article34818324.ece>
- [248] ...  $\LaTeX$ :  
<https://santiagotimes.cl/2019/03/24/64-killed-600-injured-in-china-chemical-plant-blast/>  
 oorzaken
- [249] ...  $\LaTeX$ :  
<https://klingecorp.com/blog/what-caused-the-tianjin-explosions/> case study  
 mismanagement als oorzaak
- [250] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nytimes.com/2016/02/06/world/asia/tianjin-explosions-were-result-of-mismanagement.html>
- [251] ...  $\LaTeX$ :  
<https://cen.acs.org/articles/94/web/2016/02/Chinese-Investigators-Identify-Cause-Tianjin.html> autoriteiten publiceren onderzoeksrapport
- [252] ...  $\LaTeX$ :  
<https://cen.acs.org/articles/94/i7/Chinese-Investigators-Identify-Cause-Tianjin.html> fotos van de rampplek
- [253] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theatlantic.com/photo/2015/08/photos-of-the-aftermath-of-the-massive-explosion/401228/>
- [254] ...  $\LaTeX$ :  
<https://edition.cnn.com/2015/08/13/asia/china-tianjin-explosions/index.html>  
 nieuwsartikel
- [255] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cbc.ca/news/world/china-explosion-tianjin-1.3189455> verantwoorde-  
 lijke
- [256] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.thestar.com/news/world/2016/11/09/chinese-executive-gets-death-sentence-over-tianjin-explosion.html>  
 risicobeperking/controle
- [257] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.swissre.com/en/china/news-insights/articles/analysis-of-tianjin-port-explosion-china.html>  
 censuur
- [258] ...  $\LaTeX$ :  
<https://foreignpolicy.com/2015/09/10/censored-china-young-survivor-tianjin-explosion-viral-video/>  
 censuur
- [259] ...  $\LaTeX$ :  
<https://qz.com/756872/a-year-after-the-tianjin-blast-public-mourning-and-discussion-about-the-explosion/>  
 verschillende artikelen

- [260] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.scmp.com/topics/tianjin-warehouse-explosion-2015>
- [261] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wsj.com/articles/BL-CJB-27664>
- [262] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nbcnews.com/news/world/tianjin-explosions-californian-witness-filmed-dramatic->
- [263] ...  $\LaTeX$ :  
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016AGUFM.S13D..06P/abstract> **afwikkeling van de ramp**
- [264] ...  $\LaTeX$ :  
<https://chinadialogue.net/en/pollution/9188-back-to-the-blast-zone-one-year-after-the-tia>
- [265] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wired.com/2015/08/chinas-huge-tianjin-explosion-looked-like-space/>
- [266] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.abc.net.au/news/2015-08-13/explosion-rocks-north-chinese-city-of-tianjin/6693336?nw=0>  
**ambtenaren onderzoek**  
**risico-inschatting**
- [267] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1169/htm>
- [268] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/1169/htm>
- [269] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cbsnews.com/news/tianjin-port-china-massive-explosion-hundreds-injured/>
- [270] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.hkjcdpri.org.hk/download/casestudies/Tianjin\\_CASE.pdf](https://www.hkjcdpri.org.hk/download/casestudies/Tianjin_CASE.pdf)
- [271] ...  $\LaTeX$ :  
<https://time.com/3996168/tianjin-explosion-china-pictures/>  
**onderzoeksrapport**
- [272] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.hfw.com/Tianjin-Port-explosion-August-2015>
- [273] ...  $\LaTeX$ :  
<https://news.un.org/en/story/2015/08/506912-following-tianjin-explosion-un-expert-calls-ch>
- [274] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.france24.com/en/20150812-huge-explosions-rock-chinese-city-tianjin>
- [275] ...  $\LaTeX$ :  
<https://choice.npr.org/index.html?origin=https://www.npr.org/2015/08/14/432280627/what-caused-the-warehouse-explosions-in-tianjin-china> **123 verantwoordelijken**
- [276] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bbc.com/news/world-asia-china-35506311>



- [292] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wired.com/story/tesla-model-x-hack-bluetooth/> veiligheidsvraagstuk vanwege touch screen
- [293] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.consumerreports.org/car-recalls-defects/nhtsa-asks-tesla-to-recall-model-s-model-x-touch-screen-safety-issues/> veiligheidsvraagstuk
- [294] ...  $\LaTeX$ :  
<https://cio.economictimes.indiatimes.com/news/digital-security/security-researchers-hack-steal-tesla-model-x-within-minutes/79406553> veiligheidsvraagstuk rapport over autopilot
- [295] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.forbes.com/sites/bradtempleton/2019/09/06/ntsb-report-on-tesla-autopilot-accident-shows-whats-inside-and-its-not-pretty-for-fsd/?sh=6905e7d4dc55> de invloed van de bestuurder bij tesla ongeluk
- [296] ...  $\LaTeX$ :  
<https://techcrunch.com/2021/01/08/nhtsa-tesla-sudden-unintended-acceleration-driver-error/> veiligheidsvraagstuk
- [297] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.darkreading.com/threat-intelligence/security-risks-discovered-in-tesla-backup-d/d-id/1339462> veiligheidsvraagstuk
- [298] ...  $\LaTeX$ :  
<https://portswigger.net/daily-swig/web-based-attack-crashes-tesla-driver-interface> veiligheidsvraagstuk
- [299] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cnbc.com/2019/04/03/chinese-hackers-tricked-teslas-autopilot-into-switching-l.html> veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk
- [300] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.vox.com/recode/2020/2/26/21154502/tesla-autopilot-fatal-crashes> rapport over ongeluk veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk
- [301] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.caranddriver.com/news/a29369387/nhtsa-tesla-safety/> veiligheidsvraagstuk ransomware aanval op tesla tesla batterij is veiligheidsvraagstuk geworden
- [302] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.latimes.com/business/story/2020-07-01/federal-safety-officials-probe-tesla-bat> ongeluk
- [303] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bbc.com/news/technology-51645566> veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk
- [304] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.thedrive.com/news/33272/tesla-discarded-old-car-parts-with-customers-personal-dodelijk> ongeluk
- [305] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theguardian.com/technology/2018/jun/07/tesla-fatal-crash-silicon-valley-autopi> veiligheidsvraagstuk: ransomware veiligheidsvraagstuk: medewerker in de fout

- [306] ...  $\LaTeX$ :  
<https://digitalguardian.com/blog/tesla-data-theft-case-illustrates-danger-insider-threat>
- [307] ...  $\LaTeX$ :  
<https://jalopnik.com/tesla-is-stopping-some-model-3-production-report-1846353323>  
 veiligheidsvraagstuk: hackers je systeem laten testen verdedigen tegenover ransomware veiligheidsrisico prijzen omlaag autopilot
- [308] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bloomberg.com/graphics/2019-tesla-model-3-survey/autopilot.html>  
 malware door een medewerker
- [309] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.teslarati.com/tesla-employee-fbi-thwarts-russian-cybersecurity-attack/>  
 dodelijk ongeluk
- [310] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.marketwatch.com/story/apple-engineer-killed-in-tesla-suv-crash-on-silicon-val>
- [311] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.marketwatch.com/story/nearly-100-of-teslas-stolen-in-the-us-since-2011-have-b>  
 waarom een tesla stelen bijna onmogelijk is
- [312] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.welivesecurity.com/2019/03/25/white-hats-hack-tesla-keep/> veiligheidsonderzoek
- [313] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.tripwire.com/state-of-security/security-data-protection/tesla-encouraging-good-faith-security-research-in-bug-bounty-program/> softwarefout maakt diefstal mogelijk
- [314] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bankinfosecurity.com/tesla-model-x-stolen-in-minutes-using-software-flaws-a-1>  
 fouten ontdekt in onderzoek
- [315] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cnet.com/roadshow/news/tesla-ev-appeal-loyalty-study/>
- [316] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bbc.com/news/technology-56156801>
- [317] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.washingtonpost.com/technology/2023/06/10/tesla-autopilot-crashes-elon-musk/>
- [318] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.autopilotreview.com/tesla-autopilot-accidents-causes/>
- [319] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.skynettoday.com/briefs/tesla-investigations>
- [320] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.tesladeaths.com/>  
 tesla cloud gehacked
- [321] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arstechnica.com/information-technology/2018/02/tesla-cloud-resources-are-hacked-to-run-cryptocurrency-mining-malware/>



- [322] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.motortrend.com/news/tesla-model-y-ev-safety-quality-issues-problems/>
- [323] ...  $\LaTeX$ :  
<https://securityledger.com/2019/04/hackers-remotely-steer-tesla-model-s-using-autopilot-s>
- [324] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.pcmag.com/news/report-tesla-suspends-model-3-production-in-california-until-m>
- [325] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.scmp.com/business/money/article/3121173/tesla-conduct-complete-self-inspection-after-chinese-regulators>
- [326] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.businesswire.com/news/home/20180220005222/en/RedLock-Releases-Cloud-Security-Report-Highlighting-Focus-on-Shared-Responsibilities-Unco>
- [327] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.epa.gov/automotive-trends/highlights-automotive-trends-report>
- [328] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.livemint.com/Companies/o2QLbtJc9EQ7ZcpxqgFbBP/Teslas-reward-for-finding-security-bugs-Model-3.html>
- [329] ...  $\LaTeX$ :  
<https://revealnews.org/blog/tesla-fired-safety-official-for-reporting-unsafe-conditions-l>
- [330] ...  $\LaTeX$ :  
<https://heimdalsecurity.com/blog/security-alert-teslacrypt-4-0-unbreakable-encryption-wor>
- [331] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.eweek.com/cloud/tesla-cloud-account-data-breach-revealed-in-redlock-security->
- [332] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theverge.com/2020/10/21/21527577/tesla-full-self-driving-autopilot-beta-softwa>
- [333] ...  $\LaTeX$ :  
<file:///C:/Users/gally/Downloads/applsci-10-02749-v2.pdf>
- [334] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.braincreators.com/brainpower/insights/teslas-data-engine-and-what-we-should-a>
- [335] ...  $\LaTeX$ :  
<https://bernardmarr.com/default.asp?contentID=1251>
- [336] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arstechnica.com/cars/2019/10/how-teslas-latest-acquisition-could-accelerate-autopi>
- [337] ...  $\LaTeX$ :  
<https://towardsdatascience.com/teslas-deep-learning-at-scale-7eed85b235d3>
- [338] ...  $\LaTeX$ :  
<file:///C:/Users/gally/Downloads/applsci-10-02749-v2.pdf>
- [339] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.techiexpert.com/how-tesla-is-using-artificial-intelligence-and-big-data/>
- [340] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.analyticssteps.com/blogs/how-tesla-making-use-artificial-intelligence-its-oper>

- [341] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/01/08/the-amazing-ways-tesla-is-using-artificial-intelligence-and-big-data/?sh=5e396aa24270>
- [342] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cnn.com/2021/04/21/tech/tesla-full-self-driving-launch/index.html>
- [343] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theverge.com/2021/3/18/22338427/tesla-autopilot-crash-michigan-nhtsa-investiga>
- [344] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wionews.com/technology/doctor-among-victims-of-lethal-tesla-car-crash-in-texas>
- [345] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2021-06-23/hyperdrive-daily-after-30-tesla-crashes-what-s-a-regulator-to-do>
- [346] ...  $\LaTeX$ :  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla\\_Autopilot](https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Autopilot)
- [347] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>
- [348] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.caradvice.com.au/947080/elon-musk-responds-to-deadly-texas-tesla-crash-as-con>
- [349] ...  $\LaTeX$ :  
<https://usa.streetsblog.org/2021/04/19/regulators-could-have-prevented-fatal-tesla-crash/>
- [350] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.brookings.edu/research/autonomous-vehicles-as-a-killer-app-for-ai/>
- [351] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.latimes.com/business/story/2020-02-24/autopilot-data-secrecy>
- [352] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.jdsupra.com/post/contentViewerEmbed.aspx?fid=9844cae0-aa5a-45a5-988f-7f02fa5709c1>
- [353] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.washingtonpost.com/technology/2020/10/21/tesla-self-driving/>
- [354] ...  $\LaTeX$ :  
<https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/self-driving/fatal-tesla-autopilot-crash-reminds-us-that-robots-arent-perfect>
- [355] ...  $\LaTeX$ :  
<https://thenextweb.com/news/another-tesla-owner-is-dead-because-of-autopilot>
- [356] ...  $\LaTeX$ :  
<https://towardsdatascience.com/another-self-driving-car-accident-another-ai-development-1>
- [357] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theautochannel.com/news/2021/07/21/1024631-is-it-still-wrongful-death-if-car.html>
- [358] ...  $\LaTeX$ :  
<https://ai.stackexchange.com/questions/1488/why-did-a-tesla-car-mistake-a-truck-with-a-br>

- [359] ...  $\LaTeX$ :  
<https://resources.tasking.com/p/benefits-tesla-autopilot-and-how-adas-will-save-lives>
- [360] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.jipitec.eu/issues/jipitec-9-3-2018/4806>
- [361] ...  $\LaTeX$ :  
<https://static.tti.tamu.edu/conferences/traffic-safety19/presentations/lunch/harkey.pdf>
- [362] ...  $\LaTeX$ :  
<https://thepressfree.com/have-google-and-amazon-backed-the-wrong-technology/>
- [363] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.irishtimes.com/business/innovation/robotaxis-have-google-and-amazon-backed-the-4626749>
- [364] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.afr.com/technology/how-teslas-autopilot-got-it-wrong-in-fatal-crash-20160704->
- [365] ...  $\LaTeX$ :  
<https://economictimes.indiatimes.com/markets/stocks/news/what-me-worry-fed-chiefs-emotional-tone-can-drive-markets-study-suggests/articleshow/84618073.cms>
- [366] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ehstoday.com/safety/article/21919260/ntsb-fatal-crash-involving-tesla-autopilot>
- [367] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.vanityfair.com/news/2016/07/how-the-media-screwed-up-the-fatal-tesla-accident>  
tesla crash report
- [368] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.reuters.com/business/autos-transportation/us-safety-agency-says-it-has-opened-probes-into-10-tesla-crash-deaths-since-2016-2021-06->
- [369] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.politico.com/news/2021/05/18/ntsb-tesla-owner-was-in-drivers-seat-before-april>
- [370] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.theverge.com/2021/5/10/22429198/tesla-ntsb-texas-crash-driverless-preliminary-](https://www.theverge.com/2021/5/10/22429198/tesla-ntsb-texas-crash-driverless-preliminary)
- [371] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cnet.com/roadshow/news/tesla-autopilot-nhtsa-crash-report-self-driving-car-dr>
- [372] ...  $\LaTeX$ :  
<https://abc11.com/tesla-crash-battery-fire-national-transportation-safety-board-driverless-10619772/>
- [373] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.businessinsider.com/tesla-autopilot-crashes-regulators-open-probes-into-30-reports-international=true&r=US&IR=T>
- [374] ...  $\LaTeX$ :  
<https://driving.ca/column/lorraine/lorraine-explains-what-the-nhtsas-self-driving-car-crash>
- [375] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.teslarati.com/tesla-model-s-crash-texas-ntsb-preliminary-report/>

- [376] ...  $\LaTeX$ :  
<https://insideevs.com/news/506498/ntsb-report-tesla-texas-crash/>
- [377] ...  $\LaTeX$ :  
<https://electrek.co/2021/06/03/tesla-tsla-crashes-report-new-orders-in-china-free-falling>
- [378] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.news1.com/stories/ntsb-releases-report-on-fatal-tesla-crash/>
- [379] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ndtv.com/world-news/autopilot-not-used-in-april-tesla-crash-says-us-report-24>
- [380] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.autocar.co.nz/autocar-news-app/fatal-driverless-tesla-crash-report-shows-autopilot>
- [381] ...  $\LaTeX$ :  
[https://teleperformance-waha.sabacloud.com/Saba/Web\\_spf/EU2PRD0152/app/dashboard](https://teleperformance-waha.sabacloud.com/Saba/Web_spf/EU2PRD0152/app/dashboard)
- [382] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.independent.co.uk/news/world/americas/tesla-texas-crash-model-s-autopilot-b184>  
html
- [383] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wired.com/2017/01/probing-teslas-deadly-crash-feds-say-yay-self-driving/>
- [384] ...  $\LaTeX$ :  
<https://saferoads.org/wp-content/uploads/2020/03/AV-Crash-List-with-Photos-February-2020.pdf>
- [385] ...  $\LaTeX$ :  
<https://mashable.com/article/nhtsa-tesla-autopilot-model-x-crash-investigation>
- [386] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.usnews.com/news/top-news/articles/2021-03-18/us-safety-agency-reviewing-23-tesla-crashes-three-from-recent-weeks>
- [387] ...  $\LaTeX$ :  
<https://chicago.suntimes.com/consumer-affairs/2021/6/30/22557122/nhtsa-automated-driving-crash-reports-tesla-national-highway-traffic-safety-administration>
- [388] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arstechnica.com/cars/2021/05/ntsb-finds-no-reason-to-suspect-autopilot-in-fatal-t>
- [389] ...  $\LaTeX$ :  
<https://jalopnik.com/the-ntsb-to-partially-blame-teslas-autopilot-in-fatal-c-1803136365>
- [390] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.latimes.com/business/autos/la-fi-hy-tesla-autopilot-20170119-story.html>
- [391] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.vice.com/en/article/z3xxaw/ntsb-releases-preliminary-report-on-tesla-crash-th>
- [392] ...  $\LaTeX$ :  
<https://choice.npr.org/index.html?origin=https://www.npr.org/2018/06/07/618081406/no-driver-input-detected-in-seconds-before-deadly-tesla-crash-ntsb-finds>

- [393] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.click2houston.com/news/local/2021/04/18/2-men-dead-after-fiery-tesla-crash-in-spring-officials-say/>
- [394] ...  $\LaTeX$ :  
<https://static.nhtsa.gov/odi/inv/2016/INCLA-PE16007-7876.pdf>
- [395] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.firstpost.com/tech/news-analysis/tesla-model-s-involved-in-fatal-crash-in-the.html>
- [396] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.autoweek.com/news/green-cars/a36173804/both-local-police-and-nhtsa-probe-tesla>
- [397] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.zdnet.com/article/apple-and-tesla-under-fire-over-software-engineers-fatal-au>
- [398] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.google.com/search?q=tesla+crash+report&rlz=1C1AVUC\\_enNL953NL953&ei=p3kNYa6sLI\\_UsAeSoZrwDw&start=100&sa=N&ved=2ahUKEwjum77s\\_ZzyAhUPKuwKHZKQBv44WhDw0wN6BAgBEEg&biw=1920&bih=933](https://www.google.com/search?q=tesla+crash+report&rlz=1C1AVUC_enNL953NL953&ei=p3kNYa6sLI_UsAeSoZrwDw&start=100&sa=N&ved=2ahUKEwjum77s_ZzyAhUPKuwKHZKQBv44WhDw0wN6BAgBEEg&biw=1920&bih=933)  
 vlucht 1951
- [399] ...  $\LaTeX$ :  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Turkish\\_Airlines-vlucht\\_1951](https://nl.wikipedia.org/wiki/Turkish_Airlines-vlucht_1951) technisch rapport
- [400] ...  $\LaTeX$ :  
 file:///C:/Users/gally/Downloads/rapport\_ta\_nl\_aangepast.pdf beschrijving terugblik met overlevenden tijdslijn
- [401] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20190221\\_65390940](https://www.noordhollandsdagblad.nl/cnt/dmf20190221_65390940) artikel terugblik met overlevenden advies raad voor de veiligheid de overlevende, de oorzaak, regeling, herdenking, smartengeld verhaal van een overlevende herdenking bemanning deed niets met foutmelding parlementaire besluitenlijst kamervragen over de onafhankelijkheid van de raad voor veiligheid verhaal van een overlevende beschrijvend artikel van letsel en gewonden
- [402] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ntvg.nl/artikelen/vliegtuigongeval-schiphol-25-02-2009-letsels-en-verdeling-v>  
 technische fout als oorzaak
- [403] ...  $\LaTeX$ :  
[https://nl.wikinews.org/wiki/Technische\\_fout\\_oorzaak\\_vliegtuigcrash\\_Turkish\\_Airlines-vlucht\\_1951](https://nl.wikinews.org/wiki/Technische_fout_oorzaak_vliegtuigcrash_Turkish_Airlines-vlucht_1951) gesprek met pieter van vollenhove voorzitter van de onderzoeksraad voor veiligheid onderzoeksraad voor veiligheid is onderdruk gezet
- [404] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.luchtvaartnieuws.nl/nieuws/categorie/72/algemeen/conclusies-crash-tk1951-na-amerikaanse-druk-afgezwakt> niuwesartikel feitenverloop
- [405] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.adformatie.nl/contentmarketing/communicatie-na-vliegcrash-vertoonde-gebreken-zwarte-doos>
- [406] ...  $\LaTeX$ :  
<https://flightlevel.be/244/onderzoek-polderbaan-crash-turkish-airlines-1951/>

- [407] ...  $\LaTeX$ :  
<http://wikimapia.org/11633002/nl/Crash-Turkish-Airlines-vlucht-1951>
- [408] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.flightradar24.com/data/flights/tk1951>
- [409] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.flightstats.com/v2/flight-tracker/TK/1951>  
 de mali missie
- [410] ...  $\LaTeX$ :  
<https://joop.bnnvara.nl/nieuws/rapport-haalbaarheid-en-houdbaarheid-van-mali-missie-twijfel>
- [411] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.consilium.europa.eu/nl/press/press-releases/2021/01/11/eucap-sahel-mali-mission-extended-until-31-january-2023-and-mandate-adjusted/>
- [412] ...  $\LaTeX$ :  
<https://nos.nl/artikel/650637-kamer-bezorgd-over-mali-missie>
- [413] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bnr.nl/nieuws/10015679/koenders-positief-tegenover-verlening-mali-missie>
- [414] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bnr.nl/nieuws/politiek/10345553/kabinet-wil-mali-missie-stoppen-verrassend-be>
- [415] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ad.nl/nieuws/clash-om-mali-missie-dreigt-binnen-coalitie~a4151d4f/>
- [416] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nd.nl/cultuur/boeken/536861/boek-kijkje-bij-de-mali-missie>
- [417] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.youtube.com/watch?v=jmZ6uSbpCvg>
- [418] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ewmagazine.nl/nederland/achtergrond/2016/07/twee-nederlanse-militairen-dood-bij-oefening-mali-missie-325226/>
- [419] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nporadiol.nl/nieuws/cultuur-media/9e3b076e-5401-4630-bf39-f925213c5b6b/onverwachte-openhartigheid-over-missie-in-mali>
- [420] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvij5epmjley0/vjfm5p0nujzw?ctx=vj2mc67lofnr>  
 sollicitatie de bureaucratie aankomst interview van de burgerbevolking steun van de bevolking minuut 15:00 de organisatie minuut 23:00 De militaire briefing minuut 34:00 prioriteit minuut 39:00 briefing minuut 40:00 de communicatie met ministerie over inlichten minuut 44:00
- [421] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.2doc.nl/documentaires/series/2doc/2016/juli/de-missie.html>  
 militair overleden door schietoefening in ossendrecht
- [422] ...  $\LaTeX$ :  
<https://amp.nos.nl/artikel/2094524-militair-omgekomen-bij-schietoefening-ossendrecht.html>

[423] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/4293/lessen-uit-schietongeval-ossendrecht>

[424] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.bndestem.nl/bergen-op-zoom/dood-van-militair-sander-klap-35-in-ossendrecht-wa>

Wat is de rol van defensie? Wat is er gedaan om de veiligheid van de medewerkers te waarborgen? Waarom zijn deze regels niet nageleefd? Wat zijn de gevolgen? Zijn de acties die naderhand zijn ondernomen wel redelijk naar de slachtoffers, het nationale veiligheidsbeeld en de medewerkers?

schipholbrand

Wat is er gebeurd?

[425] ...  $\LaTeX$ :

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Schipholbrand> artikel

[426] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.youtube.com/watch?v=li-hfEzxFfk> psychologische gevolgen rapport

[427] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.onderzoeksraad.nl/nl/page/392/brand-cellencomplex-schiphol-oost-nacht-van-26-0>  
artikel met video herdenking impact op de persoon herdenking

[428] ...  $\LaTeX$ :

[https://www.vpro.nl/argos/spel~POMS\\_VPRO\\_461907~schadevergoeding-voor-ex-verdachte-schipholbrand.html](https://www.vpro.nl/argos/spel~POMS_VPRO_461907~schadevergoeding-voor-ex-verdachte-schipholbrand.html) chronologie

[429] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.nu.nl/binnenland/3355935/feitenoverzicht-schipholbrand-en-rechtszaken.html> tijdlijn

[430] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.singeluitgeverijen.nl/isbn/de-schipholbrand/> vervolgens van ministers  
beeldanalyse en reconstructie

[431] ...  $\LaTeX$ :

<https://eenvandaag.avrotros.nl/item/schipholbrand-niet-ontstaan-in-cel-11/>  
herdenking korte samenvatting rapport verwijzing naar het rapport vanuit de politieke oppositie beeld vanuit de gevangenisbewaarder nationaliteit slachtoffers schipholbrand verblijfsvergunning voor de slachtoffers gen schadevergoeding voor de verdachte verdachte voor de rechter geen schadevergoeding voor verdachte artikel wat ging er mis bij de schipholbrand brand veroorzaakt door een peuk smaadschrift bewakers worden niet vervolgd proces schipholbrand moet over en de brandveiligheid moet worden verbeterd de rol van het parlement in de evaluatie

[432] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.parlementairemonitor.nl/9353000/1/j9vvi5epmjley0/vi3aof7awcxg> onderzoeksmemo herdenking

[433] ...  $\LaTeX$ :

[https://archieff.ntr.nl/nova/page/detail/uitzendingen/3847/Den%20Haag%20Vandaag\\_%20herdenking%20Schipholbrand.html](https://archieff.ntr.nl/nova/page/detail/uitzendingen/3847/Den%20Haag%20Vandaag_%20herdenking%20Schipholbrand.html) herdenking invloed van de ramp op samenleving

[434] ...  $\LaTeX$ :

[https://www.npostart.nl/heropen-onderzoek-schipholbrand/13-11-2008/POMS\\_NTR\\_103332](https://www.npostart.nl/heropen-onderzoek-schipholbrand/13-11-2008/POMS_NTR_103332) opmerkelijk rapport gestolen in de nasleep

[435] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.nd.nl/nieuws/nederland/600395/schipholbrand-blijft-schrijven>

- [436] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ed.nl/economie/om-geen-schadevergoeding-voor-verdachte-schipholbrand~a6c7c51d/63042600/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- [437] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.groene.nl/artikel/schipholbrand-vereist-debat>
- [438] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.rizoomes.nl/brandweer/brand-cellencomplex-schiphol/publicaties>
- [439] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.msnp.nl/downloads/Onderzoeksmemo%20beeldanalyse%20Schipholbrand%20prot.pdf>  
 Wat waren de regels destijds? Waren de autoriteiten in staat om op tijd in te grijpen of om erger te voorkomen? Wat is er gedaan om de veiligheid van illegalen en gevangenisbewaarders te verbeteren  
 vuurwerkramp enschede
- [440] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.youtube.com/watch?v=OMkIsj8FsHw>
- [441] ...  $\LaTeX$ :  
<https://depot03.archiefweb.eu/archives/archiefweb/20210703085353/http://www.vuurwerkramp.enschede.nl/publicaties/00005/#.Y0Alp-gzaUk>  
 Wat waren de afspraken omtrent vuurwerkopslag? Waarom werden de voorschriften neit nageleefd?  
 explosie in beirut
- [442] ...  $\LaTeX$ :  
<https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-020-05906-y>
- [443] ...  $\LaTeX$ :  
<https://news.sky.com/story/beirut-blast-cctv-captures-moment-huge-explosion-devastated-ho>
- [444] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.unodc.org/unodc/en/frontpage/2020/September/unodc-assists-lebanon-in-reestablishing-container-shipments-in-the-aftermath-of-the-port.html>
- [445] ...  $\LaTeX$ :  
<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/LEB201-Lebanon-Emergency-Response.pdf>
- [446] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.downtoearth.org.in/news/governance/beirut-blast-lessons-time-for-india-to-str>
- [447] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.justsecurity.org/72122/the-cost-of-resilience-the-roots-and-impacts-of-the-be>
- [448] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.fire-magazine.com/the-port-of-beirut-explosion-a-timely-reminder>
- [449] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ctvnews.ca/sci-tech/mapping-the-beirut-explosion-what-the-impact-would-look-l>  
 5053932  
 secyurity:



- [450] ...  $\LaTeX$ :  
[https://permanent.fdlp.gov/gpo45474/AN\\_advisory.pdf](https://permanent.fdlp.gov/gpo45474/AN_advisory.pdf)  
 secyrity:
- [451] ...  $\LaTeX$ :  
[https://permanent.fdlp.gov/gpo45474/AN\\_advisory.pdf](https://permanent.fdlp.gov/gpo45474/AN_advisory.pdf)  
 bijlmerramp  
 slmramp Wat is er gebeurd?
- [452] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.srnieuws.com/suriname/290721/slm-ramp-herdacht/>
- [453] ...  $\LaTeX$ :  
<https://werkgroepcaraibischeletteren.nl/documentaire-waarom-nou-jij-over-de-slm-ramp-in-8>
- [454] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.vpro.nl/speel~WO\\_NTR\\_15390142~andere-tijden-17-apr-2019-3-09-min-fouten-en-mi.html](https://www.vpro.nl/speel~WO_NTR_15390142~andere-tijden-17-apr-2019-3-09-min-fouten-en-mi.html)
- [455] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.canonvannederland.nl/nl/kalender/06/1989-06-07>
- [456] ...  $\LaTeX$ :  
<https://vijfeeuwenmigratie.nl/archief-herdenkingen-slm-ramp>
- [457] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.hulpverleningsforum.nl/index.php?topic=84702.0>
- [458] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nporadiol.nl/fragmenten/focus/f792e720-bd85-4c18-8a71-b334d9d5de7e/2019-04-17-slm-ramp-een-paar-cowboys-hebben-achter-de-stuurknuppel-gezet>
- [459] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.waterkant.net/suriname/2017/06/07/herdenking-slm-ramp-28-jaar-geleden-suriname>
- [460] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.espn.nl/video/clip?id=8744942>
- [461] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.themediabrothers.nl/tag/slm-ramp/>
- [462] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.rijnmond.nl/nieuws/182546/30-jaar-na-de-SLM-ramp-Ik-mis-mijn-broer-nog-elke-d>
- [463] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.voetbalkrant.com/nieuws/2020-05-01/het-vergeten-verhaal-van-de-slm-ramp>
- [464] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bd.nl/sport/de-slm-ramp-en-het-hartverscheurende-verhaal-van-jerry-en-winnie-?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
- [465] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.amsterdam.nl/stadsarchief/nieuws/slm-ramp/>
- [466] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.rtvoost.nl/nieuws/313496/Nabestaande-SLM-ramp-Heb-ik-wel-mijn-broer-en-moeder>
- [467] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bredavandaag.nl/nieuws/algemeen/337919/nac-herdenkt-andro-knel-slm-ramp-precie>

- [468] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.anderetijden.nl/aflevering/792/Een-aangekondigde-vliegramp>
- [469] ...  $\LaTeX$ :  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/SLM-ramp database](https://nl.wikipedia.org/wiki/SLM-ramp_database)
- [470] ...  $\LaTeX$ :  
<https://aviation-safety.net/database/record.php?id=19890607-2> rapport
- [471] ...  $\LaTeX$ :  
[https://reports.aviation-safety.net/1989/19890607-2\\_DC86\\_N1809E.pdf](https://reports.aviation-safety.net/1989/19890607-2_DC86_N1809E.pdf)
- [472] ...  $\LaTeX$ :  
[https://aviation-safety.net/investigation/cvr/transcripts/cvr\\_py764.php](https://aviation-safety.net/investigation/cvr/transcripts/cvr_py764.php)
- [473] ...  $\LaTeX$ :  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Surinam\\_Airways\\_Flight\\_764](https://en.wikipedia.org/wiki/Surinam_Airways_Flight_764)
- [474] ...  $\LaTeX$ :  
[https://web.archive.org/web/20050113010822/https://www.nts.gov/nts/brief.asp?ev\\_id=34510&key=0](https://web.archive.org/web/20050113010822/https://www.nts.gov/nts/brief.asp?ev_id=34510&key=0)
- [475] ...  $\LaTeX$ :  
<https://nos.nl/artikel/2287986-slm-vliegramp-van-precies-30-jaar-geleden-trof-ook-nederla>
- [476] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.dagvantoen.nl/vliegtuigcrash-slm-bij-zanderij-meer-dan-170-doden/>
- [477] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.waterkant.net/suriname/2006/06/07/vliegramp-suriname-op-7-juni-1989-2/uitgebreid engels artikel](https://www.waterkant.net/suriname/2006/06/07/vliegramp-suriname-op-7-juni-1989-2/uitgebreid-engels-artikel)
- [478] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.edufd.nl/planecrash/> ntsb investigation
- [479] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.oldjets.net/slm-dc-8-crash.html> uitgebreid engels artikel
- [480] ...  $\LaTeX$ :  
<https://admiralcloudburg.medium.com/contract-to-kill-the-crash-of-surinam-airways-flight-1> persbericht
- [481] ...  $\LaTeX$ :  
<https://apnews.com/article/5b240d758ee4c5422381cc7cdc98566b> Wat is de rol van de autoriteiten? Welke andere betrokken? Enw at is hun verantwoordelijkheid Hadden de negatieve gevolgen voorkomen kunnen worden? Hoe werd er over veiligheid gedacht?  
 Tsjernoby1
- [482] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.youtube.com/watch?v=Xw3SFOfbR84>
- [483] ...  $\LaTeX$ :  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Kernramp\\_van\\_Tsjernoby1](https://nl.wikipedia.org/wiki/Kernramp_van_Tsjernoby1)
- [484] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.rivm.nl/straling-en-radioactiviteit/stralingsincidenten-en-kernongevallen/tsjernoby1>

- [485] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.anderetijden.nl/aflevering/599/Tsjernobyl-als-Nederlandse-ramp-wat-er-is-gebeurd-en-hoe-het-leven-verdergaat>
- [486] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nationalgeographic.nl/het-leven-in-tsjernobyl-gaat-door> pensioen-fondsen en de tjernobyl ramp In 2021 worden mensen nog steeds blootgesteld blijkt uit een gezamenlijk onderzoek van greenpeace en oekraïense wetenschappers stijging van de nucleaire activiteit gemeten in tjernobyl Het toerisme aspect De chronologie
- [487] ...  $\LaTeX$ :  
<https://historianet.nl/maatschappij/rampen/tsjernobyl-atoomhel-bij-reactor-4>
- [488] ...  $\LaTeX$ :  
<https://nos.nl/artikel/2101523-de-spookstad-van-tsjernobyl-30-jaar-later> Dieren in de omgeving van tjernobyl De chronologie Echtreme droogte zorgd voor gevaar
- [489] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/35-jaar-na-tsjernobyl-liggen-branden-op-de-loer>
- [490] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.kivi.nl/afdelingen/risicobeheer-en-techniek/columns/kernramp-tsjernobyl-het-dilemma-van-scherbitsky> Joernalistiek, entertainment en de waarheid
- [491] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2020/04/06/in-de-ban-van-tsjernobyl-vooruitblik/>  
 Een onderzoek  
 Huidige gevolgen van de explosie van toen
- [492] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.newscientist.nl/nieuws/steeds-meer-kernreacties-in-ontoegankelijke-ruimte-in-t>  
 De ramp, hoe de mensen ermee omgingen en hoe er nu geleef wordt  
 evaluatieonderzoek en amatregreen
- [493] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.kernenergieinnederland.nl/node/308>
- [494] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?ie=UTF8&hl=nl&t=h&msa=0&ll=51.388923%2C30.099792&spn=0.685583%2C1.645203&z=9&source=embed&mid=1MLcOcmK\\_WrIJYMuTf0VVuYnMqQI](https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?ie=UTF8&hl=nl&t=h&msa=0&ll=51.388923%2C30.099792&spn=0.685583%2C1.645203&z=9&source=embed&mid=1MLcOcmK_WrIJYMuTf0VVuYnMqQI) Invloed van de mens op de omgeving
- [495] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.animalstoday.nl/mens-schadelijker-natuur-tsjernobyl/> Heroplevende splijtingsreacties docu van schooltv Radioactiviteit bereikt nederland documentaire en maatregelen
- [496] ...  $\LaTeX$ :  
<https://historiek.net/kernramp-van-tsjernobyl-1986/8769/> Het verhaal van een overledende Toerisme toerisme toerisme Dieren in de omgeving Toevluchtsoord voor vluchtelingen van de oorlog met russische seperatisten Ouderen die terugkeerden naar hun woonplaats na de gedwongen verhuizing door de autoriteiten De straling neemt weer toe Lessen geleerd van tjernobyl
- [497] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nucleairforum.be/thema/veiligheid-als-prioriteit/tsjernobyl-de-feiten> Toerisme Bosbrand in tjernobyl invloed van de ramp op belgie

- [498] ...  $\LaTeX$ :  
<https://fanc.fgov.be/nl/noodsituaties/zware-ongevallen-het-buitenland/1986-kernongeval-tsjernobyl> Boek recensie Fotos en berekeningen ontmanteling en toerisme Belangrijke lessen en overeenkomsten De journalistieke waarheid van de koude oorlog De lessen van
- [499] ...  $\LaTeX$ :  
<https://magazines.autoriteitnvs.nl/nieuwsbrief-anvs/2019/02/de-lessen-van-tsjernobyl> Een toristenattractie maken van tjernobyl De radioactieve straling toen en nu de 30km zone door de ogen van toeristen artikel stedentrip rapport
- [500] ...  $\LaTeX$ :  
<https://wisenederland.nl/wp-content/uploads/2020/06/TSJERNOBYL.pdf> slapend monster docu krantenartikel hbo serie docuserie de nieuwe sacrofaag hulp aan slachtoffers slapende reactor krantenartikel
- [501] ...  $\LaTeX$ :  
<https://onh.nl/verhaal/besmette-melk-en-radioactieve-spinazie-tsjernobyl-in-holland> hbo serie internationale gevolgen toerisme nieuwe koepel media communicatie docu dieren
- [502] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.amboanthos.nl/boek/nacht-in-tsjernobyl/> koepel koepel
- [503] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.deingenieur.nl/artikel/nieuwe-antistralingskoepel-tsjernobyl-bijna-af> toerisme toeristisch reiperspectief toerisme niwe koepel overschakelen naar duurzaamheid docu tjernobyl wekt nu duurazme energie toerisme overeenkomsten tjernobyl en fukushima drank en sla uit tjernobyl geen efficiënte opslag is mogelijk
- [504] ...  $\LaTeX$ :  
[http://essay.utwente.nl/63353/1/Verschuur,\\_W.\\_-\\_s0123617\\_\(verslag\).pdf](http://essay.utwente.nl/63353/1/Verschuur,_W._-_s0123617_(verslag).pdf)
- [505] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.paperlessarchives.com/chernobyl\\_nuclear\\_accident\\_doc.html](https://www.paperlessarchives.com/chernobyl_nuclear_accident_doc.html)
- [506] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical\\_reports/pnnl-13294.pdf](https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/pnnl-13294.pdf)
- [507] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.geocities.ws/scannapuerci/demauroinnovation.pdf>
- [508] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.pub.iaea.org/MTC/publications/PDF/Pub1312\\_web.pdf](https://www.pub.iaea.org/MTC/publications/PDF/Pub1312_web.pdf)  
 MH17
- [509] ...  $\LaTeX$ :  
[https://na.eventscloud.com/file\\_uploads/aed4bc20e84d2839b83c18bcba7e2876\\_Owens1.pdf](https://na.eventscloud.com/file_uploads/aed4bc20e84d2839b83c18bcba7e2876_Owens1.pdf)
- [510] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.us-cert.gov/ics/alerts/IR-ALERT-H-16-056-01>
- [511] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.politico.eu/article/ukraine-cyber-war-frontline-russia-malware-attacks/>
- [512] ...  $\LaTeX$ :  
[https://en.wikipedia.org/wiki/December\\_2015\\_Ukraine\\_power\\_grid\\_cyberattack](https://en.wikipedia.org/wiki/December_2015_Ukraine_power_grid_cyberattack)

- [513] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.researchgate.net/publication/333671061\\_Attacking\\_IEC-60870-5-104\\_SCADA\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/333671061_Attacking_IEC-60870-5-104_SCADA_Systems)
- [514] ...  $\LaTeX$ :  
[https://ris.utwente.nl/ws/files/6028066/3-s2\\_0-B9780128015957000227.pdf](https://ris.utwente.nl/ws/files/6028066/3-s2_0-B9780128015957000227.pdf)
- [515] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1046339/FULLTEXT01.pdf>
- [516] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Cybersecurity-analysis-of-a-SCADA-system-under-and-1-dfa7c12551ebe7b24da8d806e87e946051a57cb9>
- [517] ...  $\LaTeX$ :  
[https://tutcris.tut.fi/portal/files/16294332/jafary\\_1534.pdf](https://tutcris.tut.fi/portal/files/16294332/jafary_1534.pdf)
- [518] ...  $\LaTeX$ :  
<http://blog.nettedautomation.com/2017/>
- [519] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.us-cert.gov/ncas/alerts/TA17-163A>
- [520] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.vice.com/en\\_us/article/zmeyg8/ukraine-power-grid-malware-crashoverride-industr](https://www.vice.com/en_us/article/zmeyg8/ukraine-power-grid-malware-crashoverride-industr)
- [521] ...  $\LaTeX$ :  
<http://blog.wallix.com/ics-security-russian-hacking>
- [522] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.energy.gov/ceser/activities/cybersecurity-critical-energy-infrastructure/energy-sector-cybersecurity-0>
- [523] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.varendoejesamen.nl/storage/app/media/downloads/vlot-en-veilig-door-brug-en-sluis-.pdf>
- [524] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.scarphout.be/assets/bedieningstijden2014.pdf>
- [525] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theobakker.net/pdf/sluisen.pdf>
- [526] ...  $\LaTeX$ :  
[http://www.watersportalmanak.nl/files/File/Brugbediengstijden\\_watersport.pdf](http://www.watersportalmanak.nl/files/File/Brugbediengstijden_watersport.pdf)
- [527] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.crow.nl/downloads/pdf/verkeer-en-vervoer/verkeersmanagement/verkeersregelinstallaties/stappenplan-machinerichtlijnen\\_web.aspx](https://www.crow.nl/downloads/pdf/verkeer-en-vervoer/verkeersmanagement/verkeersregelinstallaties/stappenplan-machinerichtlijnen_web.aspx)
- [528] ...  $\LaTeX$ :  
[https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC\\_95170\\_31/](https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_95170_31/)
- [529] ...  $\LaTeX$ :  
[http://wsv.wsvdegors.nl/wp-content/uploads/2017/05/Bedieningstijden\\_201701.pdf](http://wsv.wsvdegors.nl/wp-content/uploads/2017/05/Bedieningstijden_201701.pdf)
- [530] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.commissiemer.nl/projectdocumenten/00004717.pdf>

- [531] ...  $\LaTeX$ :  
<https://tasmanroutes.nl/wp-content/uploads/docs/1900-bedieningstijden-groningen-drenthe.pdf>
- [532] ...  $\LaTeX$ :  
[http://www.vliz.be/docs/groterede/GR21\\_Zeesluis.pdf](http://www.vliz.be/docs/groterede/GR21_Zeesluis.pdf)
- [533] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bhic.nl/media/document/file/rien-biemans-sluis-en-stuw-bij-lith.pdf>
- [534] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nattekunstwerkenvandetoekomst.nl/upload/documents/tinyMCE/KpNK-2017-SKW-01c001-v1-Zoutindringing-door-schutsluizen-overzicht-projecten-en-aanzet-f.pdf>
- [535] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.arnhemspeil.nl/nap/dok/2011-12-00-rijkswaterstaat-richtlijnen-vaarwegen.pdf>
- [536] ...  $\LaTeX$ :  
<https://rijkwaddenzee.nl/wp-content/uploads/2016/08/Inventarisatie-toestand-vispasseerbaarheid-zoet-zout-overgangen-Waddenzee-2-6-2016-PRW-ra.pdf>
- [537] ...  $\LaTeX$ :  
[http://www.nevepaling.nl/files/Image//nederlands/informatiecentrum/2014-definitieve-voorkeursvariantennotitie-visvriendelijk-sluisbeheer-afsluitdijk-en-hout/2014\\_definitieve\\_voorkeursvariantennotitie\\_visvriendelijk\\_sluisbeheer\\_afsluitdijk\\_en\\_houtribdijk.pdf](http://www.nevepaling.nl/files/Image//nederlands/informatiecentrum/2014-definitieve-voorkeursvariantennotitie-visvriendelijk-sluisbeheer-afsluitdijk-en-hout/2014_definitieve_voorkeursvariantennotitie_visvriendelijk_sluisbeheer_afsluitdijk_en_houtribdijk.pdf)
- [538] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20120614-BwNL-Handboek-brandbeveiligingsinstallat.pdf>
- [539] ...  $\LaTeX$ :  
<https://ienc-kennisportaal.nl/wp-content/uploads/2017/01/Objectbeschrijving-Heumen.pdf>
- [540] ...  $\LaTeX$ :  
<https://library.wur.nl/edepot/websites/stolwijkersluis/presentatie-data/data/pdf/TUDeft-bouwhistorisch-onderzoek.pdf>
- [541] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.icentrale.nl/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2019/01/20170929\\_Project-2.02-Deliverable-Gehele-werkpakket-2.02.pdf](https://www.icentrale.nl/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2019/01/20170929_Project-2.02-Deliverable-Gehele-werkpakket-2.02.pdf)
- [542] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202000-2010/Publicaties%202000-2004/STOWA%202004-XX%20boekenreeks%2020.pdf>
- [543] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.nm-magazine.nl/pdf/NM\\_Magazine\\_2017-3.pdf](https://www.nm-magazine.nl/pdf/NM_Magazine_2017-3.pdf)
- [544] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.varendoejesamen.nl/storage/app/media/knooppunten/knooppuntenboekje\\_03\\_Friesland\\_Groningen\\_Drenthe.pdf](https://www.varendoejesamen.nl/storage/app/media/knooppunten/knooppuntenboekje_03_Friesland_Groningen_Drenthe.pdf)

[545] ...  $\LaTeX$ :

<https://deafsluitdijk.nl/wp-content/uploads/2014/05/Plan-project-MER-Afsluitdijk.pdf>

[546] ...  $\LaTeX$ :

[https://www.uni-saarland.de/fileadmin/user\\_upload/Professoren/FreyG/DS\\_KT\\_GF\\_INCOM\\_May\\_2012.pdf](https://www.uni-saarland.de/fileadmin/user_upload/Professoren/FreyG/DS_KT_GF_INCOM_May_2012.pdf) vanaf 2.1 tot en met 5

[547] ...  $\LaTeX$ :

<http://www.lasid.ufba.br/publicacoes/artigos/Integrating+UML+and+UPPAAL+for+Designing,+Specifying+and+Verifying+Component-Based+Real-Time+Systems.pdf>

hf7 Reachability: i.e. some condition an possibly be satisfied Safety: i.e. some condition will never occur Liveness: i.e. some condition wille eventually become true [] eventually or leadsto hf 8 Het systeem is deadlockvrij De wachttijd is altijd gelijk aan de invaarttijd *2xdenivlleertijdendeinvaartijdvandeoverkant*

[548] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:495691/FULLTEXT01.pdf>

blz 6 tot en met 10

[549] ...  $\LaTeX$ :

[https://www.cister-labs.pt/docs/formal\\_verification\\_of\\_aadl\\_models\\_using\\_uppaal/1331/view.pdf](https://www.cister-labs.pt/docs/formal_verification_of_aadl_models_using_uppaal/1331/view.pdf)

hf 3 geeft een voorbeeld van een template met guard en acies De volgende automata worden gebruikt met hun lokale variabelen

De volgende globale variabelen

Een lijst met relevante eigenschappen van een schutsluis:

[550] ...  $\LaTeX$ :

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1821/1/012031/pdf>

hf 5 deadlock

[551] ...  $\LaTeX$ :

[http://www.es.mdh.se/pdf\\_publications/2934.pdf](http://www.es.mdh.se/pdf_publications/2934.pdf)

hf 3 tool support Modelling in UML Code generation Domain Model Behaviour model State Hierarchy Transitions Trigger methods Time events Effects Requirements Environment model

hf 4

[552] ...  $\LaTeX$ :

[https://files.ifi.uzh.ch/stiller/CLOSER%202014/WEBIST/WEBIST/Internet%20Technology/Full%20Papers/WEBIST\\_2014\\_130\\_CR.pdf](https://files.ifi.uzh.ch/stiller/CLOSER%202014/WEBIST/WEBIST/Internet%20Technology/Full%20Papers/WEBIST_2014_130_CR.pdf)

[553] ...  $\LaTeX$ :

[https://files.ifi.uzh.ch/stiller/CLOSER%202014/WEBIST/WEBIST/Internet%20Technology/Full%20Papers/WEBIST\\_2014\\_130\\_CR.pdf](https://files.ifi.uzh.ch/stiller/CLOSER%202014/WEBIST/WEBIST/Internet%20Technology/Full%20Papers/WEBIST_2014_130_CR.pdf)

Bijlage A performance

[554] ...  $\LaTeX$ :

<https://home.hvl.no/ansatte/aaks/articles/2015IKT617.pdf>

test specification

[555] ...  $\LaTeX$ :

<https://d-nb.info/987511998/34>

sheet 24 tot 65

[556] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<http://ppedreiras.av.it.pt/resources/empse0809/slides/TheUppaalModelChecker-Julian.pdf>

2.3.4.2 4.7

coffie apparaat

[557] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.comp.nus.edu.sg/~cs5270/Notes/chapt6a.pdf>

what is a good software specification

[558] ...  $\text{\LaTeX}$ :

[http://www.cs.ru.nl/~fvaan/PV/what\\_is\\_a\\_good\\_model.html#:~:text=A%20good%20model%20has%20a%20clearly%20specified%20purpose%20and%20\(ideally,code%20generation%20and%20test%20generation.](http://www.cs.ru.nl/~fvaan/PV/what_is_a_good_model.html#:~:text=A%20good%20model%20has%20a%20clearly%20specified%20purpose%20and%20(ideally,code%20generation%20and%20test%20generation.)

[559] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://onix-systems.com/blog/7-basic-software-development-models-which-one-to-choose>

[560] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.educative.io/blog/software-process-model-types>

[561] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://medium.com/globalluxsoft/5-popular-software-development-models-with-their-pros-and-con>

[562] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.jamasoftware.com/blog/characteristics-of-excellent-requirements/>

[563] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.gaudisite.nl/ValidationOfRequirementsSlides.pdf>

[564] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=1152528&seqNum=4>

[565] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://www.altexsoft.com/blog/software-requirements-specification/>

[566] ...  $\text{\LaTeX}$ :

E:MijnDocumentenvakkenadvncedalgorithms\_advanced\_algorithmsresearch sheet 28 transitorische relaties vertalen van ctl naar ltl

Urgent locations Is hetzelfde als het toevoegen van een clock  $x$ , met een invariant  $x \leq 0$  op de locatie. Zolang een systeem in een urgente locatie zit mag er geen tijd verstrijken Bijvoorbeeld als een sluis klaar is engeen schepen in de sluis. Dan moet er een urgentie zijn dat alle schepen waar mogelijk worden opgesteld voor invaren. Als er geen schepen in de wachtrij en er staan geenschepen klaar om in te varen dn is er misschien urgentie om aan de andere kant schepen op te halen. Committed locations Als een of meerdere locaties ingesteld zijn als committed. Een committed state kan niet vertragen en de volgende transitie moet een transitie zijn waarin de uitgaande edge komt van een committed edge

zeno gedrag: de mogelijkheid dat in een eindige hoeveelheid tijd een oneindig antal handelingen kan worden verricht. Bijvoorbeeld tijdens het nivelleren Bij het opstellen van schepen Bij het laten wachten van schepen Bij het invaren van schepen

[567] ...  $\text{\LaTeX}$ :

<https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3Acdef48df-da49-46b6-8678-5c62a88a0090>

[568] ...  $\text{\LaTeX}$ :

[https://wayback.archive-it.org/9650/20200409062940/http://p3-raw.greenpeace.org/international/Global/international/publications/nuclear/2016/Nuclear\\_Scars.pdf](https://wayback.archive-it.org/9650/20200409062940/http://p3-raw.greenpeace.org/international/Global/international/publications/nuclear/2016/Nuclear_Scars.pdf)



- [569] ...  $\LaTeX$ :  
<https://bdtechtalks.com/2020/07/29/self-driving-tesla-car-deep-learning/critical-safety-systems-chemicals>
- [570] ...  $\LaTeX$ :  
<https://esc.uk.net/safety-critical-systems>
- [571] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.oecd.org/chemicalsafety/chemical-accidents/41269710.pdf>
- [572] ...  $\LaTeX$ :  
[https://safety-work.org/fileadmin/safety-work/articles/Verwechslung\\_von\\_Chemikalien/Stoffverwechslung\\_e.pdf](https://safety-work.org/fileadmin/safety-work/articles/Verwechslung_von_Chemikalien/Stoffverwechslung_e.pdf)
- [573] ...  $\LaTeX$ :  
<https://ifs.host.cs.st-andrews.ac.uk/Books/SE9/Web/Dependability/CritSys.html>
- [574] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/identifying-and-evaluating-hazards-in-research-laboratories.pdf>
- [575] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.computer.org/csdl/magazine/so/2017/04/mso2017040049/13rRUxCitHw>
- [576] ...  $\LaTeX$ :  
<https://msquair.files.wordpress.com/2012/06/assca-guiding-philosophic-principles-on-the-design.pdf>
- [577] ...  $\LaTeX$ :  
[https://epsc.be/Documents/PS+Fundamentals/\\_/EPSC\\_Process%20Safety%20Fundamentals%20-%20Booklet\\_March2021.pdf](https://epsc.be/Documents/PS+Fundamentals/_/EPSC_Process%20Safety%20Fundamentals%20-%20Booklet_March2021.pdf)
- [578] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.icheme.org/media/8976/xxiv-poster-11.pdf>
- [579] ...  $\LaTeX$ :  
<https://crpit.scem.westernsydney.edu.au/confpapers/CRPITV55Chambers.pdf>
- [580] ...  $\LaTeX$ :  
[https://users.ece.cmu.edu/~koopman/des\\_s99/safety\\_critical/critical-safety-systems-airplanes](https://users.ece.cmu.edu/~koopman/des_s99/safety_critical/critical-safety-systems-airplanes)
- [581] ...  $\LaTeX$ :  
<file:///C:/Users/gally/Downloads/AGARDAG300.pdf>
- [582] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arxiv.org/abs/1502.02605>
- [583] ...  $\LaTeX$ :  
<https://users.encs.concordia.ca/~ymzhang/courses/reliability/ICSE02Knight.pdf>
- [584] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.jstor.org/stable/44682826>
- [585] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/teaching/safety/slides/pt2.pdf>

- [586] ...  $\LaTeX$ :  
<https://sites.google.com/site/cis115textbook/safety-critical-systems>
- [587] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.dau.edu/tools/se-brainbook/Pages/Design%20Considerations/Critical-Safety-Item.aspx>
- [588] ...  $\LaTeX$ :  
<https://mcdpinc.com/safety-critical-systems>
- [589] ...  $\LaTeX$ :  
<https://faculty.up.edu/lulay/MESStudentPage/failsafe.pdf>
- [590] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.enidine.com/CorporateSite/media/itt/Resources/Distributors/EndUserDocuments/Suppliers\\_Documents/QAM03\\_Rev\\_E.pdf](https://www.enidine.com/CorporateSite/media/itt/Resources/Distributors/EndUserDocuments/Suppliers_Documents/QAM03_Rev_E.pdf)
- [591] ...  $\LaTeX$ :  
<https://daytonaero.com/wp-content/uploads/AC-17-01.pdf>
- [592] ...  $\LaTeX$ :  
<https://rmas.fad.harvard.edu/pages/chartered-private-aircraft-0>
- [593] ...  $\LaTeX$ :  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7966484/>
- [594] ...  $\LaTeX$ :  
<https://nebula.esa.int/content/assessment-methodology-certification-safety-gnc-critical-space->
- [595] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.aopa.org/training-and-safety/online-learning/safety-spotlights/aircraft-systems>
- [596] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.cs.unc.edu/~anderson/teach/comp790/papers/safety\\_critical\\_arch.pdf](https://www.cs.unc.edu/~anderson/teach/comp790/papers/safety_critical_arch.pdf)
- [597] ...  $\LaTeX$ :  
<https://queue.acm.org/detail.cfm?id=2024356>
- [598] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.law.cornell.edu/cfr/text/14/1.1>
- [599] ...  $\LaTeX$ :  
<http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/ntsb/safety-reports/SR06-02.pdf>
- [600] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.cs.uct.ac.za/mit\\_notes/human\\_computer\\_interaction/htmls/ch02s10.html](https://www.cs.uct.ac.za/mit_notes/human_computer_interaction/htmls/ch02s10.html)
- [601] ...  $\LaTeX$ :  
<https://flightsafety.org/>
- [602] ...  $\LaTeX$ :  
<https://engineering.stanford.edu/magazine/article/mykel-kochenderfer-ai-and-safety-critical-sy>
- [603] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT\\_Handbook\\_Addendum\\_Human\\_Factors.pdf](https://www.faa.gov/files/gslac/courses/content/258/1097/AMT_Handbook_Addendum_Human_Factors.pdf)
- [604] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-06/src-doc-1-e1.0.pdf>

- [605] ...  $\LaTeX$ :  
<http://aerossurance.com/safety-management/critical-maintenance-tasks/>
- [606] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.gao.gov/assets/gao-21-86.pdf>
- [607] ...  $\LaTeX$ :  
<https://criticalsoftware.com/en/news/coding-the-skies>
- [608] ...  $\LaTeX$ :  
<https://aviation.stackexchange.com/questions/46677/what-are-the-design-parameters-for-airliner>
- [609] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cantwell.senate.gov/news/press-releases/cantwells-comprehensive-bipartisan-bicamer>
- [610] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.forbes.com/advisor/travel-rewards/737-max-what-is-safety-anyway/>
- [611] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00140130903521587>
- [612] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.doi.gov/aviation/safety>
- [613] ...  $\LaTeX$ :  
[https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/118438/ICAT\\_2018\\_07\\_Christoper%20Courtin\\_Report.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/118438/ICAT_2018_07_Christoper%20Courtin_Report.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [614] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.defence.gov.au/dasp/Docs/Manuals/7001053/eTAMMweb/1049.htm>
- [615] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.aviationpros.com/aircraft/commercial-airline/article/10239806/staying-legal-another-failed-faa-safety-program>
- [616] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.iata.org/en/services/consulting/safety-operations/>
- [617] ...  $\LaTeX$ :  
<https://hbr.org/2017/09/the-tragic-crash-of-flight-af447-shows-the-unlikely-but-catastrophic->
- [618] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.infosys.com/industries/communication-services/documents/landing-gear-design-and-development.pdf>
- [619] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.acqnotes.com/Attachments/AF\\_System-Safety-HNDBK.pdf](https://www.acqnotes.com/Attachments/AF_System-Safety-HNDBK.pdf)
- [620] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.transportation.gov/testimony/state-airline-safety-federal-oversight-commercial-avi>
- [621] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/13/2019-00758/safe-and-secure-operations-of-small-unmanned-aircraft-systems>
- [622] ...  $\LaTeX$ :  
<https://archive.etsc.eu/documents/safety%20in%20airports.pdf>
- [623] ...  $\LaTeX$ :  
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/002029400403700202>

[624] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.unmannedsystems.ca/wp-content/uploads/2019/01/DRAFT-AC-922-001-RPAS-SAFETY-ASSURANCE.pdf>

[625] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.ccsdualsnap.com/pressure-switches-in-aerospace-applications/>

[626] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.egbc.ca/getmedia/78073fda-5a83-4f0f-b12f-0a40dcbbc29d/EGBC-Safety-Critical-Software-V1-0.pdf.aspx>

[627] ...  $\LaTeX$ :

<https://readwrite.com/2018/12/21/air-travel-is-far-safer-than-you-think-heres-why/>

[628] ...  $\LaTeX$ :

<https://fas.org/sgp/crs/misc/R45939.pdf>

[629] ...  $\LaTeX$ :

[https://cdn.ymaws.com/www.astna.org/resource/collection/4392B20B-D0DB-4E76-959C-6989214920E9/ASTNA\\_Safety\\_Position\\_Paper\\_2018\\_FINAL.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.astna.org/resource/collection/4392B20B-D0DB-4E76-959C-6989214920E9/ASTNA_Safety_Position_Paper_2018_FINAL.pdf)

[630] ...  $\LaTeX$ :

<https://transportation.house.gov/imo/media/doc/2020.09.15%20FINAL%20737%20MAX%20Report%20for%20Public%20Release.pdf>

[631] ...  $\LaTeX$ :

[https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/seminarier\\_och\\_information/seminarier-2016/luftvardighet-camo-och-145-verkstader/11b-critical-task-fpl.pdf](https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/luftfart/seminarier_och_information/seminarier-2016/luftvardighet-camo-och-145-verkstader/11b-critical-task-fpl.pdf)

[632] ...  $\LaTeX$ :

[https://www.h-a-c.ca/IHSS\\_Helicopter\\_Safety\\_History\\_05.pdf](https://www.h-a-c.ca/IHSS_Helicopter_Safety_History_05.pdf)

[633] ...  $\LaTeX$ :

<https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/X2H-Xref-ViewHTML.asp?FileID=7144&lang=EN>

[634] ...  $\LaTeX$ :

[https://www.skybrary.aero/index.php/Cockpit\\_Automation\\_-\\_Advantages\\_and\\_Safety\\_Challenges](https://www.skybrary.aero/index.php/Cockpit_Automation_-_Advantages_and_Safety_Challenges)

[635] ...  $\LaTeX$ :

<https://ntrs.nasa.gov/citations/20120014507>

[636] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092575351730601X>

[637] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.semanticscholar.org/paper/Safety-critical-avionics-for-the-777-primary-flight-Yeh/8facf90f4a9051c3ab8ce11e39d0893118268d90>

[638] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.easa.europa.eu/faq/19013>

[639] ...  $\LaTeX$ :

<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20120014507/downloads/20120014507.pdf>

[640] ...  $\LaTeX$ :

<https://www.hsd1.org/c/firework-safety/>

- [641] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cpsc.gov/Safety-Education/Safety-Education-Centers/Fireworks>
- [642] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.seattletimes.com/subscribe/signup-offers/?pw=redirect&subsource=paywall&return=https://www.seattletimes.com/opinion/editorials/firework-safety-even-more-critical-after-heat-wave/>
- [643] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/mineralsmetals/pdf/mms-smm/expl-expl/20170828-G05-09E\\_ACC.pdf](https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/mineralsmetals/pdf/mms-smm/expl-expl/20170828-G05-09E_ACC.pdf)
- [644] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.prnewswire.com/news-releases/fireworks-related-injuries-and-deaths-spiked-during-t.html>
- [645] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3912.pdf>
- [646] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.firelinx.com/wp-content/uploads/2021/02/FLX-Issues-in-Firing-System-Safety.pdf>
- [647] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.eig2.org.uk/wp-content/uploads/WTOFD-Blue-Guide.pdf>
- [648] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.hse.gov.uk/explosives/er2014-fireworks-retail-prem.pdf>
- [649] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.firerescue1.com/firefighter-safety/articles/11-fireworks-safety-videos-from-the-serious-to-the-humorous-fHy0M4pT2gjcQ8jA/>
- [650] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.aidic.it/cet/16/53/044.pdf>
- [651] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.alarmascasas.com.mx/sites/default/files/85006-0061%20--%20FireWorks%20Brochure.pdf>
- [652] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.ehs.ufl.edu/programs/fire/fireworks/>
- [653] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.interlogix.com.au/documents/FireWorks%20Features%20and%20Operation%20\(fire%20only\).pdf](https://www.interlogix.com.au/documents/FireWorks%20Features%20and%20Operation%20(fire%20only).pdf)
- [654] ...  $\LaTeX$ :  
[https://townhall.virginia.gov/l/GetFile.cfm?File=C:%5CTownHall%5Cdocroot%5CGuidanceDocs%5C960%5CGDoc\\_DFP\\_4448\\_v1.pdf](https://townhall.virginia.gov/l/GetFile.cfm?File=C:%5CTownHall%5Cdocroot%5CGuidanceDocs%5C960%5CGDoc_DFP_4448_v1.pdf)
- [655] ...  $\LaTeX$ :  
[https://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/specific-chemicals\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/specific-chemicals_en)
- [656] ...  $\LaTeX$ :  
[http://www.iiakm.org/ojakm/articles/2015/volume3\\_3/OJAKM\\_Volume3\\_3pp27-36.pdf](http://www.iiakm.org/ojakm/articles/2015/volume3_3/OJAKM_Volume3_3pp27-36.pdf)
- [657] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bristol.gov.uk/documents/20182/1175006/Fireworks+in+retail+premises/6aa6ee24-5b74-43b4-a1d9-747689b1dbc9>

- [658] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.eversys.com.br/imagens/uploads/arqs/bra\\_arquivos/04-software-gerenciador-fireworks-brochura.pdf](https://www.eversys.com.br/imagens/uploads/arqs/bra_arquivos/04-software-gerenciador-fireworks-brochura.pdf)
- [659] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2016/0354-98361500050G.pdf>
- [660] ...  $\LaTeX$ :  
[http://s3.eurecom.fr/docs/wisec14\\_Costin.pdf](http://s3.eurecom.fr/docs/wisec14_Costin.pdf)
- [661] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.firetechsystems.com/assets/uploads/2018/09/FireWorks-Brochure.pdf>
- [662] ...  $\LaTeX$ :  
<https://blog.ritzsafety.com/fireworks-safety-tips>
- [663] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.engineerlive.com/content/fire-detection-and-protection-through-safety-critical-sys>  
algemene vragen  
algemene vragen oorzaken
- [664] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/what-led-to-boeings-737-max-crisis-a-q>
- [665] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.schneier.com/blog/archives/2019/04/excellent\\_analy.html](https://www.schneier.com/blog/archives/2019/04/excellent_analy.html)  
fout in de software
- [666] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.forbes.com/sites/georgeavetisov/2019/03/19/malware-at-30000-feet-what-the-737-max-t?sh=4d26f7052a9e>  
het nationaal veiligheidsbelang
- [667] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.forbes.com/sites/lorenthompson/2020/11/23/five-reasons-return-of-boeings-737-max-t?sh=2128ea552018>  
falend toezicht
- [668] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/failed-certification-faa-missed-safety-o>  
onderzoeksrapport
- [669] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.faa.gov/foia/electronic\\_reading\\_room/boeing\\_reading\\_room/media/737\\_RTS\\_Summary.pdf](https://www.faa.gov/foia/electronic_reading_room/boeing_reading_room/media/737_RTS_Summary.pdf)
- [670] ...  $\LaTeX$ :  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_737\\_MAX\\_groundings](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_MAX_groundings)  
veiligheidsrisico's menselijke fouten
- [671] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theverge.com/2019/5/2/18518176/boeing-737-max-crash-problems-human-error-mcas-faa>  
overzicht van crashes
- [672] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.theverge.com/2019/3/22/18275736/boeing-737-max-plane-crashes-grounded-problems-inf>  
veiligheidsopmerking

- [673] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.airlineratings.com/news/boeings-737-max-will-one-safest-aircraft-history/aanpassingen>
- [674] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.boeing.com/commercial/737max/737-max-software-updates.page>  
 waarschuwingen//output signalen
- [675] ...  $\LaTeX$ :  
<https://leehamnews.com/2020/11/24/boeing-737-max-changes-beyond-mcas/software>  
 software gerelateerde fouten
- [676] ...  $\LaTeX$ :  
<https://spectrum.ieee.org/aerospace/aviation/how-the-boeing-737-max-disaster-looks-to-a-software-engineer>  
 onderzoeksrapport de rol van de publieke opinie
- [677] ...  $\LaTeX$ :  
<https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/orms.2019.05.05/full/>  
 onderzoek van Europese luchtvaart agentschap
- [678] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/news/easa-declares-boeing-737-max-safe-return-to-service>
- [679] ...  $\LaTeX$ :  
<https://phys.org/news/2019-03-boeing-max-safety-tragedies.html>  
 artikel over sensoren
- [680] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.flightglobal.com/airframers/boeing-delays-737-max-10-deliveries-two-years-to-2023-142245.article>  
 goedkeuring van Europese luchtvaart autoriteiten advies aan de faa
- [681] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.hstoday.us/subject-matter-areas/airport-aviation-security/oig-tells-faa-to-improve-safety-oversight-following-boeing-737-max-review/>
- [682] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.geekwire.com/2020/faas-go-ahead-737-maxs-return-flight-kicks-off-massive-software-update/>
- [683] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.researchgate.net/publication/338420944\\_A\\_Promise\\_Theoretic\\_Account\\_of\\_the\\_Boeing\\_737\\_Max\\_MCAS\\_Algorithm\\_Affair](https://www.researchgate.net/publication/338420944_A_Promise_Theoretic_Account_of_the_Boeing_737_Max_MCAS_Algorithm_Affair)  
 achtergrond informatie
- [684] ...  $\LaTeX$ :  
<http://www.b737.org.uk/mcas.htm>  
 algemeen vertrouwen
- [685] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.cnn.com/2019/05/16/what-you-need-to-know-about-boeings-737-max-crisis.html>  
 toestemming Europese autoriteiten problemen
- [686] ...  $\LaTeX$ :  
<https://arstechnica.com/information-technology/2020/01/737-max-fix-slips-to-summer-and-thats-a-problem/>  
 uitgebreid artikel over de onderzoeken en het vliegverbod

- [687] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.cnet.com/news/boeing-737-max-8-all-about-the-aircraft-flight-ban-and-investigation-computers als oorzaak lessons learned](https://www.cnet.com/news/boeing-737-max-8-all-about-the-aircraft-flight-ban-and-investigation-computers-als-oorzaak-lessons-learned)
- [688] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.designnews.com/electronics-test/5-lessons-learn-boeing-737-max-fiasco>
- [689] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.eurocontrol.int/publication/effects-network-extra-standby-aircraft-and-boeing-737-single point of failure](https://www.eurocontrol.int/publication/effects-network-extra-standby-aircraft-and-boeing-737-single-point-of-failure)
- [690] ...  $\LaTeX$ :  
<https://dmd.solutions/blog/2019/04/05/how-a-single-point-of-failure-spoof-in-the-mcas-software>
- [691] ...  $\LaTeX$ :  
<https://asiatimes.com/2021/01/boeings-737-max-and-the-fear-of-flying/>  
lijst van technische aanpassingen
- [692] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.caa.co.uk/Consumers/Guide-to-aviation/Boeing-737-MAX/>
- [693] ...  $\LaTeX$ :  
<https://dsm.forecastinternational.com/wordpress/2020/12/14/airbus-and-boeing-report-november-2020-commercial-aircraft-orders-and-deliveries/>  
code lek
- [694] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.wired.com/story/boeing-787-code-leak-security-flaws/>
- [695] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.fitchratings.com/research/corporate-finance/boeing-737-max-return-backlog-risks-remain-16-09-2020>  
Cultuurverandering, deregulatie, systeemwijziging of gewoon een kwestie van competentie
- [696] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.aerospacetestinginternational.com/features/what-broke-the-737-max.html>  
extra aanpassingen
- [697] ...  $\LaTeX$ :  
[https://theaircurrent.com/aviation-safety/boeings-737-max-software-done-but-regulators-plot-misconduct-wat ging er mis een analyse van een ex-ilot De utoriteiten waren op de hoogte](https://theaircurrent.com/aviation-safety/boeings-737-max-software-done-but-regulators-plot-misconduct-wat-ging-er-mis-een-analyse-van-een-ex-ilot-De-utoriteiten-waren-op-de-hoogte)
- [698] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.extremetech.com/extreme/303373-the-faa-knew-the-737-max-was-dangerous-and-kept-it-secret-kwaliteiten van het alarmsysteem niet goed bekend](https://www.extremetech.com/extreme/303373-the-faa-knew-the-737-max-was-dangerous-and-kept-it-secret-kwaliteiten-van-het-alarmsysteem-niet-goed-bekend)
- [699] ...  $\LaTeX$ :  
<https://time.com/5687473/boeing-737-alarm-system/>
- [700] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.nasdaq.com/articles/boeing-gets-dealt-another-737-max-cancellation-blow.-what-it-means-for-boeing-stock-2020>
- [701] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.eetimes.com/boeing-crashes-highlight-a-worsening-reliability-crisis/veiligheidsvraagstuk>



- [702] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.latimes.com/business/story/2019-12-11/faa-boeing-737-max-crashes>  
**probleemanalyse, veiligheidsvraagstuk**
- [703] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.politico.com/story/2019/03/15/boeing-737-max-grounding-1223072>  
**falend toezicht**
- [704] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.pogo.org/analysis/2019/10/corrupted-oversight-the-faa-boeing-and-the-737-max/>
- [705] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.afacwa.org/the\\_inside\\_story\\_of\\_mcas\\_seattle\\_times](https://www.afacwa.org/the_inside_story_of_mcas_seattle_times)  
**doelstellingen en veiligheidsvraagstukken**
- [706] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.marxist.com/737-max-scandal-boeing-putting-profits-before-safety.htm>
- [707] ...  $\LaTeX$ :  
[https://finance.yahoo.com/news/australia-lifts-ban-boeing-737-035817682.html?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLnNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAHZCJYy\\_0A5VS2WiPoCvH4xdrRNkmkdsV5EWJ2RLIz\\_AS-rxsTty6AF1\\_HlmJiRyWYqCXDi4p0Xs4isYkNkCq2Pfo-pQ60Xz\\_IftNjm4FgoZiBMC4zpZlB6F0fwecrjE\\_ujAXZzG4xPJnWCd8-G3VLlPTY8h3H31eQ1i8hY9AIyy](https://finance.yahoo.com/news/australia-lifts-ban-boeing-737-035817682.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLnNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAHZCJYy_0A5VS2WiPoCvH4xdrRNkmkdsV5EWJ2RLIz_AS-rxsTty6AF1_HlmJiRyWYqCXDi4p0Xs4isYkNkCq2Pfo-pQ60Xz_IftNjm4FgoZiBMC4zpZlB6F0fwecrjE_ujAXZzG4xPJnWCd8-G3VLlPTY8h3H31eQ1i8hY9AIyy)  
**autoriteiten krijgen tik op de vingers**
- [708] ...  $\LaTeX$ :  
<https://medium.com/@jpaulreed/the-737max-and-why-software-engineers-should-pay-attention-a0412>
- [709] ...  $\LaTeX$ :  
<https://news.ycombinator.com/item?id=19414775>
- [710] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.bbc.com/news/55366320>
- [711] ...  $\LaTeX$ :  
[https://www.marketscreener.com/news/latest/China-studies-Boeing-737-MAX-recertification-wants-](https://www.marketscreener.com/news/latest/China-studies-Boeing-737-MAX-recertification-wants-motor-in-brand)  
**motor in brand**
- [712] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.euractiv.com/section/aviation/news/boeing-grounds-777s-after-engine-fire/>
- [713] ...  $\LaTeX$ :  
<https://gulfnnews.com/business/aviation/uae-airspace-to-see-return-of-boeing-737-max-1.1613627548923>  
**motor in brand gevlogen**
- [714] ...  $\LaTeX$ :  
<https://techxplore.com/news/2021-02-boeing-urges-grounding-777s.html>
- [715] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.politico.eu/article/uk-temporarily-bans-some-boeing-aircraft-after-pratt-whitney-e>
- [716] ...  $\LaTeX$ :  
<https://www.timeslive.co.za/news/world/2021-02-23-damage-to-united-boeing-777-engine-consister>  
**[716] faa was niet kritisch genoeg**

# Evaluatie

In de evaluatie reflecteer je over je eigen afstudeerproces. Daarbij moet je vooral letten op de leereffecten. Welke competenties had je nodig? Welke competenties kwam je tekort en moest je zelf verwerven? Waren dit algemene of specifieke competenties? Voldeden de beroepscompetenties aan de standaard van het *HBO-I* (analyseren, adviseren, ontwerpen, realiseren en beheren)? Vielen de algemene competenties in de vijf categorieën van de *Dublin Descriptoren*<sup>1</sup> zoals het verkrijgen van kennis en inzicht, het toepassen van kennis en inzicht, het maken van onderbouwde keuzen (oordeelsvorming), het communiceren (schriftelijk en mondeling) en het verkrijgen van leervaardigheden?

---

<sup>1</sup>Dublin Descriptoren zijn eisen aan de competenties voor de bachelor en master studies aan universiteiten en hogescholen in Europa.

# Requirement tracability matrix

Tabel 1: Caption

Requirements	Accuracy	Coverage	Scalability	Infrastructure
Inertial Navigation	✓	✓	✓	
RFID	✓	✓	✓	
Bluetooth		✓		✓
WLAN	✓	✓		✓
Infrared	✓	✓		✓

# swot analyse

	Helpful	Harmful
Internal origin	<p>Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.</p>	<p>Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.</p>
Internal origin	<p>Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.</p>	<p>Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.</p>

	Helpful	Harmful
Internal origin	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.
	Helpful	Harmful
Internal origin	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

## **.1 Research case: De digitale aanval op de Oekraïense krachtcentrale**

Dit verslag geeft inzicht in een analyse van de Ukraine cyber aanval, inclusief hoe de actoren zich zelf toegang gaven tot het controle systeem, welke methoden de actoren hebben gebruikt voor reconnaissance en vastleggen van het systeem, een gedetailleerde omschrijving van de aanval op 15 December 2015, en de methoden die gebruikt zijn door de aanvallers om hun sporen uit te wissen en daarmee het stoppen van schade toebrengen nog moeilijker maken. Daarnaast wordt een gedetailleerde omschrijving gegeven van de beveiliging van de SCADA control systemen gebaseerd op best practices, inclusief het control network ontwerp, technieken voor whitelisting, monitoring en loggen, en opleiding van personeel.

[63],[64],[42],[58],[59],[60],[61],[515],[62].

Op 23 december 2015 vindt er een cyber aanval plaats op het elektriciteitsnet van de Oekraïne. Dit was de eerste bekende aanval op een elektrisch controle systeem met corrupte firmware. Daarnaast wordt er een telecom-based denial of service attack met geautomatiseerde systemen om het telefoonverkeer uit te schakelen. [63]

Uit onderzoek [64] naar de aanval, uitgevoerd door Oekraïense en Amerikaanse militairen blijkt bleek onder meer dat de power grids in sommige gevallen beter waren beveiligd dan de Amerikaanse. Desondanks was de veiligheid niet optimaal door onder andere de hetgegeven dat werknemers op afstand konden inloggen en geen gebruik van 2-stapsverificatie.

### **.1.1 Literaire analyse**

#### **Motief**

Oekraïne wijst naar de Russen [64], [?],[42],[56],[55],[54],[53].

#### **Situatie Oekraïne**

[52],[51].

#### **Situatie algemeen**

[511],[59],[49].

#### **Factoren**

[48]

#### **Oorzaak**

[27],[47],[46],[51].

#### **Gebruikte materialen**

[44], [43]

#### **Uitvoering van de aanval**

[63],[42].

## **Oplossingen**

[63]

## **Aanbevelingen**

### **.1.2 Resultaten**

#### **De aanval**

1. An initial email spear phishing attack lures recipients into opening an attached Microsoft® document with a macro that installs Black Energy 3 (BE3) onto corporate workstations. 2. BE3 and other tools perform reconnaissance and enumeration of the network and provide an initial backdoor for the hackers into the corporate network. 3. As a result of network reconnaissance, the malicious actors discover and access the oblenergos' Microsoft Active Directory® servers that contain corporate user accounts and credentials. 4. With the harvested credentials, the malicious actors use an encrypted tunnel from an external network to get inside the oblenergo network, establishing a presence on the oblenergo control system networks. 5. Malicious actors discover and access the control center supervisory control and data acquisition (SCADA) human-machine interface (HMI) servers and substations. While a router separates corporate and SCADA networks, the firewall rules are improperly configured. 6. On December 23, 2015, at 3:30 p.m., the malicious actors begin their power outage attacks by entering operations and SCADA networks through backdoors on the compromised SCADA workstations. The malicious actors take control away from HMI operators and then open breakers. 7. The malicious actors perform several other actions with the intent of complicating the responses of control operators and increasing the effort required to return the system to normal operating conditions. These actions include: a. Launching a coordinated Telephony Denial of Service (TDoS) attack that floods call centers to prevent legitimate calls from getting through. b. Disabling the UPSs for the control centers. c. Corrupting the firmware on a remote terminal unit (RTU) HMI module and serial-to-Ethernet port servers. 8. Malicious actors execute KillDisk malware in an attempt to wipe out the control center HMIs and pivotpoint workstations.

[63]

[42]

**spearfishing**

**blackenergy**

**remote access capabilities**

**serial-to-ethernet communication devices**

**telephony denial of service attacks**

### **.1.3 oplossingen**

Identificeer alle risico's en schrijf een plan voor het managen van de risico's. Implementeer effectieve controle om het risico te managen. Creeer een diepgaand model dat ervoor zorgt dat er effectieve en efficiënte security controls worden uitgevoerd. Aangaande de gebeurtenissen in de oekraïne kunnen de volgende security controls worden opgenomen in het securitymodel: Initial access to enterprise network, pivot in enterprise network, elevate privileges, maintainance access, gain access to control system, attack, attack complication, destroy hard drives. [63]

#### **.1.4 Discussie**

#### **.1.5 Verder lezen**

[?],[513],[39],[38],[37],[36],[35],[34],[33],[33],[32],[31],[30],[29],[28],[26],[25],[24].



	Helpful	Harmful
Internal origin	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.
	Helpful	Harmful
Internal origin	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.	Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

## Werken met L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Het is niet verplicht om met L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X te werken. Men mag ook gebruik maken van andere tekstverwerkers zoals *MS-Word*. Wel is het verplicht het afstudeerverslag L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-geformateerd in te leveren en van de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-template modelverslag.sty gebruik te maken.

De L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-template bevat enkele macro's voor het opstellen van een hoofdstuk (\hoofdstuk), een paragraaf (\paragraaf), een afbeelding (\figuur). De overige L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X macro's en omgevingen blijven bruikbaar. Bijvoorbeeld de tabular-omgeving om tabellen te maken:

```
\begin{ tabular }{ formaat }  
...  
\end{ tabular }
```

Afmetingen (1 pt = 0,351 mm)	
paper width	597.50787pt
text width	455.24411pt
column width	455.24411pt
column seperate	10.0pt
oddside margin	-1.1381pt
evenside margin	-1.1381pt
paper height	845.04684pt
text height	729.6886pt
top margin	-15.36449pt

Een nadeel van tabellen dat ze vaak te groot zijn voor de twocolumn-mode. Het zou mooi zijn als ze ingedrukt kunnen worden. Bovendien is deze tabel niet-zwevend, hij wordt geplaatst tussen de tekstdelen waar hij is ingevoerd. Dit kan bezwaarlijk zijn bij pagina-overgangen. In dat geval kan je beter gebruikmaken van zwevende tabellen (en figuren) die door L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X zelf op een geschikte plaats worden gezet. Wel moet aan een zwevende tabel een label en een onderschrift gekoppeld worden om er naar te kunnen verwijzen. Voor een zwevende horizontale tabel met label en onderschrift wordt in de 'template' de tabel-omgeving aangeboden:

```
\begin{tabel}[afm]{formaat}{label}{onderschrift}  
...  
\end{tabel}
```

De tabel-omgeving plaatst 'zwevende' tabellen in verslag- en publicatie-mode. Het eerste argument is een optioneel [afm] argument met de defaultwaarde \normalsize voor de afmeting van de karakters. De mogelijke waarden voor de afmeting zijn – van groot tot klein – de volgende macro's: (\huge, \LARGE, \Large, \large, \small, \footnotesize, \scriptsize en \tiny).

Bovendien zijn de standaard tabular kolomformaten r, l, c, |, ||, p{length} uit de tabelomgeving uitgebreid met kolomformaten \R, \C, \L voor variabele celinhoud zoals het plaatsen van meerdere regels per cel.

Een verticale tabel is mogelijk met de omgeving (TABEL) met dezelfde kolomformaten mogelijkheden. In L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X zijn de tabellen, vooral in de twocolumn-mode erg lastig. Bijvoorbeeld in de tabellen 2 en 3 zijn twee verschillende uitwerkingen van de tabelomgevingen:

Plaats afbeeldingen alleen in het hoofdverslag als ze de tekst ondersteunen en de leesbaarheid niet verlagen. In de tekst kan naar afbeeldingen worden verwezen met de macro \ref{fig:label}.

In L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X[1] geschreven verslagen zijn op diverse manieren afbeeldingen[2] te plaatsen. Een van die manieren is gebruik te maken van de macro \figuur in de modelverslag-package'.

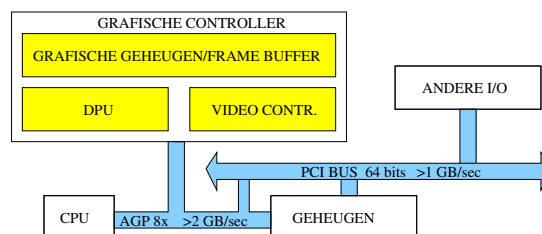
7C0	hexadecimal
3700	octal
11111000000	binary
1984	decimal

Tabel 2: Vaste cellen, variabele breedte

OpenGL core library	OpenGL32 voor MS-Windows en GL voor de meeste X-Window systemen
OpenGL Utility Library	GLU
Koppeling met het platform	GLX voor X-Window en WGL voor MS-Windows
OpenGL Library Utility Toolkit	GLUT, bibliotheek voor het openen van windows, invoer van muis en toetsenbord, menus, event-driven in- en uitvoer

Tabel 3: Variabele cellen, variabele breedte

‘Vector graphics’ figuren van het ‘pdf-’, ‘eps-’ en ‘svg-’ formaat<sup>2</sup> met een ingewikkelde ‘bounding box’ zijn moeilijk op de juiste schaal te brengen. Vaak moet dat met uitproberen bepaald worden. Het plaatsen van figuren met absolute afmetingen of een vaste ‘scale’ factor, kan leiden tot minder soepele oplossingen zoals figuur 1. Deze figuur heeft naast een rotatie (angle=270) een vaste scale-factor (scale=0.45) die alleen geschikt is voor de ‘twocolumn-mode’.

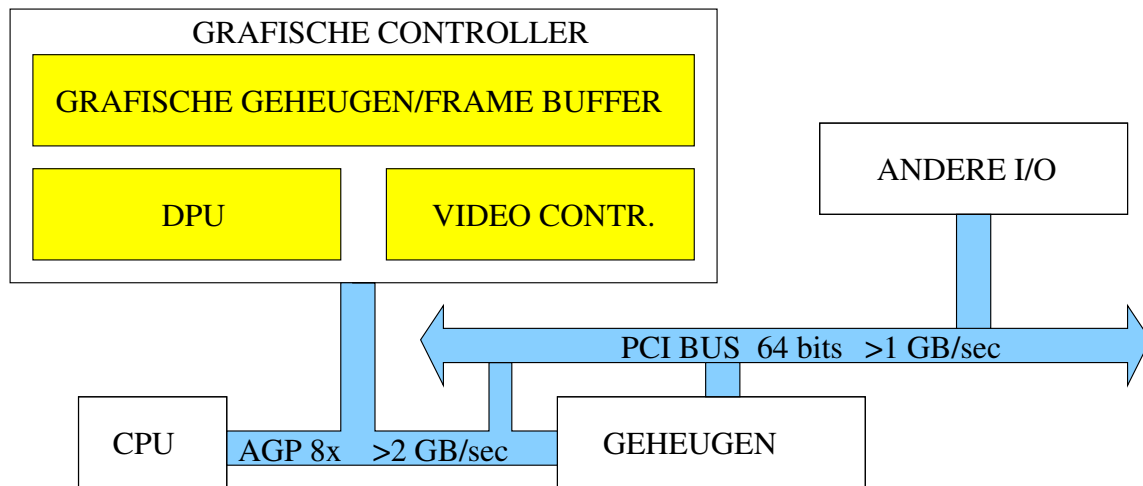


Figuur 1: Vaste breedte (pdf)

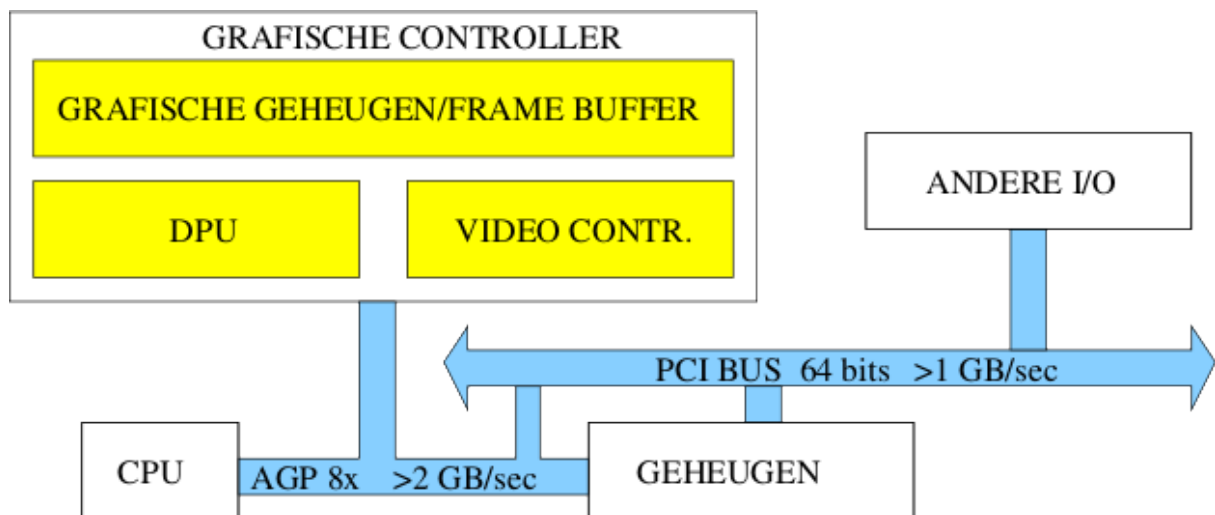
In plaats van `scale=x` kan je beter de relatieve afmeting `width=\Procent{y}` gebruiken. De waarde `y` wordt in de verslag-mode met uitproberen gevonden, zie figuur 2.

Het afmetingsprobleem is iets gemakkelijker op te lossen met ‘bitmap graphics’ van het ‘jpg-’, ‘gif-’ en ‘png-’ formaat omdat de figuren al van te voren geschaald kunnen worden als de ‘bounding box’ bij het inlezen bekend is. De breedte (width) kan als percentage van de kolombreedte (`width=\Procent{0 ... 99}`) worden opgegeven zoals dat bij figuur 3 gedaan is. Voor een 100% waarde neemt men `width=\columnwidth`. De afmeting wordt automatisch aangepast aan de nieuwe kolombreedte.

<sup>2</sup>Een pdf-bestand kan zowel vector-graphics als bitmap-graphics bevatten.

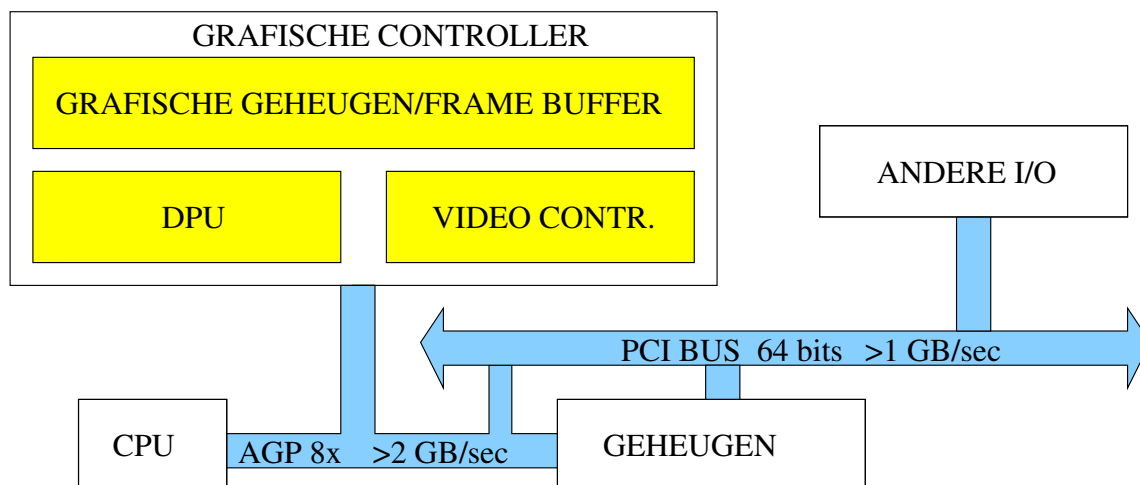


Figuur 2: Variabele breedte (pdf)



Figuur 3: Variabele breedte (png)

De macro `\PROCENT{0...99}` is nodig voor de macro's `Tabel` en `Figuur`. Deze laatste twee macro's maken het mogelijk dat tabellen en afbeeldingen in de `twocolumn-mode` passen met behoud van hun originele afmeting en detaillering (zie figuur 4). De parameters van deze macro's komen overeen met de parameters van de macro's `tabel` en `figuur`.



Figuur 4: Vaste breedte ook in twocolumn-mode (pdf)

In het algemeen heeft vector-graphics een betere kwaliteit van de weergave dan bitmap-graphics.

## Bijzondere tekens en afbreekproblemen

Bijzondere tekens zoals de á, à, ä, é, è, ë, ï, ü, ç ... worden probleemloos door  $\text{\LaTeX}$  geaccepteerd als normale utf8 karakters. Voor de uitzonderingen bestaan macro's zoals het euro-symbool € waarvoor de macro `\euro` nodig is. In wiskundige formules kan je gebruik maken van de macro `\eurom`.

In de `two-columnmode` zijn regels soms te lang als er gebruik gemaakt is van `verb` of `verbatim` of woorden die niet goed worden afgebroken. In dat laatste geval kan je in zo'n woord een afbreekpunt introduceren met de twee tekens `\-`. Een regel kan gecontroleerd afgebroken door van te voren onzichtbare knikpunten te plaatsen met de `\Knak` macro. De volgende regel moet in `in` tegenstelling met de `twocolumnmode` in de `verslagmode` ongeknakt worden weergegeven:

```
... aaaaaaa\Knak{ }aaaaaaa ...
```

```
aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa.
```

Voor regels waarbij de structuur niet gebroken mag worden, is de `\Knak`-methode ongeschikt, bijvoorbeeld bij scripts en broncode. Daarentegen zorgt de `Aanpassen-omgeving` ervoor dat in de `twocolumn-mode` de regels met behoud van de originele structuur worden weergegeven. Daarvoor wordt een kleinere letterafmeting gebruikt (default de `\scriptsize`). Deze omgeving werkt alleen met niet al te lange regels. Bij zeer lange regels moet de letterafmeting zeer klein worden waardoor de leesbaarheid in het gedrang komt. In dat geval moet naar een andere oplossing gezocht worden zoals het opnemen van de probleemregels (broncode en scripts) in de bijlagen.

```
aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa.
```

Hoewel het gebruik van opsommingen (`\item`), letterlijke citaten `quotation` en kaders (`\fbox`) in de `twocolumn-mode` tot problemen kunnen leiden, zijn ze beperkt toegestaan. Bijvoorbeeld voor de kaders rond de teksten kan je beter gebruik maken van de `tabular-omgeving` (of de `tabel-omgeving` als je geen last wil hebben van pagina-overgangen), dan voor de standaard `\fbox`-methode. De kolom van deze omkaderde tabel moeten dan wel een relatieve afmetingsverhouding de `\columnwidth` krijgen.

```

\begin{center}
\begin{tabular}{|>\C p{\Procent{80}}|}
\hline
Afbreekproblemen ...
\hline
\end{tabular}
\end{center}

```

Afbreek- en andere opmaakproblemen pak je als laatste aan, dus bij je definitieve verslag!

Tabellen, figuren en listingen in het hoofdverslag tot het noodzakelijke beperken.

## Algoritmen en broncode[3]

Als je algoritmen met een mooie layout wilt hebben, dan zou je het `algorithmic`-pakket kunnen gebruiken. Met dit pakket kan je het algoritme op een logische manier opbouwen met pseudotaal. Het bestand ‘`verslag.tex`’ bevat al de pakketten `algorithmic` en `listings` die voor dit verslag nodig zijn. Als je zelf packages wil toevoegen of verwijderen (afblijven van `\usepackage{moduleverslag}`) dan moet dat in de preamble ‘`verslag.tex`’.

```
\usepackage{algorithmic}
```

Een algoritme moet je maken binnen een `algorithmic`-omgeving, een voorbeeld:

```

if  $i \geq maxval$  then
   $i \leftarrow 0$ 
else
  if  $i + k \leq maxval$  then
     $i \leftarrow i + k$ 
  end if
end if

```

Broncode kan je in een `verbatim`-omgeving opnemen. De broncoderegels zien er net zo uit zoals je ze ingetypt hebt. Het `listings`-pakket is geavanceerder dan de `verbatim`-omgeving.

```
\usepackage{listings}
```

Merk even op dat alle commando’s van het `listings`-pakket beginnen met `lst`, dit conform de lppl-licentie.

De broncode zelf zet je in een `listings`-omgeving, net zoals bij de `verbatim`-omgeving, om broncode te zetten gebruik je het `\lstinline`-commando op dezelfde manier als het `\verb`-commando. Je kunt ook broncode van een extern document laden met het commando:

```
\lstinputlisting{pathname}
```

Het argument ‘`pathname`’ is de relatieve of absolute locatie van het bronbestand, de `map(pen)` gecombineerd met de bestandsnaam. Als je broncode van een bronbestand laadt, ben je zeker dat de broncode in je  $\text{\LaTeX}$ -document altijd actueel is en hou je het  $\text{\LaTeX}$ -document overzichtelijk. Als de broncode niet in dezelfde map of een submap van het  $\text{\LaTeX}$ -document staat of je gebruikt absolute ‘`pathnames`’, dan is

het mogelijk dat het verslag niet op andere computers gecompileerd kan worden. Bij het inleveren van je afstudeerverslag in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-formaat zal je hiermee rekening moeten houden.

Alle opties in het listings-pakket hebben eenzelfde structuur sleutel=waarde. Als je alleen 'Java' gebruikt hebt, dan kan je deze taal voor je volledig document na de regel `\usepackage{listings}` in preamble 'verslag.tex' definiëren met `\lstset{language=java}`

```
public class HelloWorld {  
    public static void main(String[] args) {  
        System.out.println("Hello ,_world!");  
    }  
}
```

De sleutel is hier dus `language` en de waarde die je aan de sleutel geeft is `java`. Alles wat je als opties binnen de `\lstset`-macro zet kan je per listings-omgeving apart definiëren. Bijvoorbeeld html-broncode met `\begin{lstlisting}[language=html]`:

```
<html>  
<head>  
<title>Hello</ title>  
</ head>  
<body>Hello</ body>  
</ html>
```

# rampen extra

## **bijlmerramp**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Motor 3 (de binnenste motor aan de rechtervleugel van het vliegtuig) brak af, beschadigde de vleugelkleppen en botste tegen motor 4 die vervolgens ook afbrak. De ernst van de situatie werd op Schiphol niet goed ingezien. Dit kwam onder meer doordat lost in de luchtvaart de gebruikelijke term is om het verlies van motorvermogen te melden. Op Schiphol werd er dan ook van uitgegaan dat er twee motoren waren uitgevallen. Dat ze letterlijk verloren waren wist men niet. Gezien het grote aantal handelingen dat de bemanning in een paar minuten moest uitvoeren en de keuzes die de piloot maakte, veronderstelde de parlementaire enquêtecommissie die de ramp later zou onderzoeken dat ook de bemanning waarschijnlijk niet heeft geweten dat beide motoren van de rechtervleugel waren afgebroken. De buitenste motor van een 747 is vanuit de cockpit slechts met moeite zichtbaar en de binnenste motor helemaal niet.

Op de avond van de 4e oktober 1992 was landingsbaan 06 (de Kaagbaan) in gebruik. De piloot verzocht de luchtverkeersleiding op Schiphol echter een noodlanding te mogen maken op de Buitenveldertbaan (baan 27). Waarom hij juist deze baan koos, is nooit duidelijk geworden. Een keuze voor deze baan lag niet voor de hand; omdat de wind uit het noordoosten kwam, zou het toestel met flinke staartwind moeten landen. Langs de landingsbaan waren enkele grote brandweerwagens van Schiphol geplaatst. Deze zogeheten crashtenders moesten een brand tijdens de landing meteen blussen. Na de crash werd één zwarte doos teruggevonden. De bijbehorende band was in vier stukken gebroken, waardoor de laatste 2 minuten en 45 seconden ervan niet meer te gebruiken waren. De doos werd voor onderzoek naar Washington gestuurd en leverde uiteindelijk onderstaande informatie op. Om goed uit te komen voor de landingsbaan vloog het beschadigde toestel eerst nog een rondje boven Amsterdam. Tijdens dit rondje gaf de gezagvoerder de copiloot opdracht de vleugelkleppen (flaps) uit te schuiven. Links schoven de kleppen uit, maar doordat de afgebroken motor 3 de rechtervleugel had beschadigd schoven de kleppen op die vleugel niet uit. Als gevolg hiervan kreeg het toestel links meer draagvermogen dan rechts. De piloot meldde aan de verkeersleiding dat er ook problemen met de flaps waren. Aanvankelijk ging het aanvliegen van de Buitenveldertbaan goed. Op het moment dat het vliegtuig daalde tot onder de 1500 voet en snelheid minderde, raakte het echter compleet onbestuurbaar en maakte het een ongecontroleerde, scherpe bocht naar rechts. Over de radio was te horen dat de gezagvoerder zijn copiloot in het Hebreeuws opdracht gaf om alle kleppen in te trekken en het landingsgestel uit te klappen. Vervolgens meldde de copiloot in het Engels aan de luchtverkeersleider dat het toestel zou gaan neerstorten. Uit later onderzoek bleek dat het vliegtuig eerder enkel recht bleef vanwege de hoge snelheid (280 knopen, zijnde 519 km/u). Doordat de rechtervleugel beschadigd was, was het moeilijker om het vliegtuig recht te houden. Alleen de hoge snelheid zorgde ervoor dat er nog voldoende draagvermogen was. Toen bij het inzetten van de landing de snelheid verlaagd werd, werd het draagvermogen van de rechtervleugel echter dusdanig gering dat het toestel niet meer onder controle te houden was en een duikvlucht naar rechts maakte.

[?]



## **ramp turkisch airlines vlucht 1951**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Inadequaat handelen van de piloten ondanks een defecte hoogtemeter en onvolledige instructies van de luchtverkeersleiding/

[?]

[401] [403] [404] [405] [406] [407] [408] [409]

## **tjernobyl**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Een ramp bij een kernreactor in de Sovjetunie. Door een bedieningsfout in een testprocedure werd het vermogen van de koelinstallaties negatief beïnvloed. Door een ontwerpfout in de noodstopprocedure kon in het systeem niet snel genoeg schakelen om remmende invloed uit te oefenen op het toenemende vermogen van de reactorkernen. Met brand en explosie tot gevolg.

[?] Tsjernobyl [483] [484] [485] wat er is gebeurd en hoe het leven verdergaat [486] pensioenfondsen en de tjernobyl ramp In 2021 worden mensen nog steeds blootgesteld blijkt uit een gezamenlijk onderzoek van Greenpeace en Oekraïense wetenschappers stijging van de nucleaire activiteit gemeten in tjernobyl Het toerisme aspect De chronologie [487] [488] Dieren in de omgeving van tjernobyl De chronologie Extreem droogte zorgt voor gevaar [489] [490] Journalistiek, entertainment en de waarheid [491] Een onderzoek Huidige gevolgen van de explosie van toen [?] De ramp, hoe de mensen ermee omgingen en hoe er nu geleefd wordt evaluatieonderzoek en maatregelen [493] [494] Invloed van de mens op de omgeving Heroplevende splijttingsreacties docu van schooltv Radioactiviteit bereikt Nederland documentaire en maatregelen [496] Het verhaal van een overledende Toerisme toerisme toerisme Dieren in de omgeving Toevluchtsoord voor vluchtelingen van de oorlog met Russische separatisten Ouderen die terugkeerden naar hun woonplaats na de gedwongen verhuizing door de autoriteiten De straling neemt weer toe Lessen geleerd van tjernobyl [497] Toerisme Bosbrand in tjernobyl invloed van de ramp op België [498] Boek recensie Fotos en berekeningen ontmanteling en toerisme Belangrijke lessen en overeenkomsten De journalistieke waarheid van de koude oorlog De lessen van [499] Een toeristenattractie maken van tjernobyl De radioactieve straling toen en nu de 30km zone door de ogen van toeristen artikel stedentrip rapport [500] slapend monster docu krantenartikel hbo serie docuserie de nieuwe sacrofaag hulp aan slachtoffers slapende reactor krantenartikel [501] hbo serie internationale gevolgen toerisme nieuwe koepel media communicatie docu dieren koepel koepel [503] toerisme toeristisch reiperspectief toerisme Niwe koepel overschakelen naar duurzaamheid docu tjernobyl wekt nu duurzaam energie toerisme overeenkomsten tjernobyl en Fukushima drank en sla uit tjernobyl geen efficiënte opslag is mogelijk wetenschappelijke artikelen zaterdag 26 april 1986. Er vindt routineonderhoud plaats bij reactor 4, De controle wordt uitgevoerd door de dagploeg. Vnwege een test wordt het koelsysteem uitgeschakeld. Door omstandigheden wordt de test uitgesteld en wordt de verantwoordelijkheid overgedragen aan de avondploeg. De operator maakt bedieningsfouten waardoor de reactor bijna stil komt te liggen. En vervolgens probeert hij de reactor weer op gang te brengen. ondanks de snelle temperatuurstijging wordt het experiment doorgezet. Dan wordt ook het veiligheidssysteem stilgelegd. Terwijl het koelwater langzaam opwarmt, sluit hij de klep waarlangs de stoom naar de generator stroomt.

De temperatuur van de reactorstaven neemt daarna snel toe. Terwijl er een oncontroleerbare kettingreactie op gang komt, laat het personeel in paniek de regelstaven zakken om de warmteontwikkeling af te

remmen. Het is dan echter al te laat. Door een ontwerpfout loopt het vermogen razendsnel op tot 33.000 megawatt, ruim tien keer hoger dan normaal.

In een oogwenk verandert al het koelwater in stoom. De ontploffing die daarop volgt, blaast het 2000 ton zware deksel van de reactor af.

In de ravage vat het gloeiend hete grafiet in de reactor spontaan vlam. De uitslaande brand en een tweede explosie voeren een radioactieve rookwolk tot 8 kilometer hoogte. In een poging het vuur in reactor 4 te doven, storten helikopters vanuit de lucht zand, lood en boorzuur in de reactorkern. Het mag echter niet baten.

Intussen is de nucleaire brandstof zo heet geworden dat die door de bodem van het reactorvat dreigt te smelten. Als dat gebeurt, kan het bluswater onder het vat in één klap verdampen en dreigt een derde explosie die een groot deel van Europa onbewoonbaar zal maken. Om dit te voorkomen moet het water hoe dan ook worden weggepompt.

Drie brandweermannen wagen zich daarvoor in de ruimte onder de reactor, blootgesteld aan 300 sievert per uur, 300.000 keer de dosis die een Nederlander jaarlijks maximaal mag oplopen. Ze slagen daarin, maar twee van hen overlijden enkele dagen later aan acute stralingsziekte.

Hoewel geigertellers de dag na de ramp onrustbarende waarden aangeven, slaat het plaatselijk bestuur geen alarm. De bevolking is het niet gewend om vragen te stellen.

De volgende dag blijkt er wel degelijk iets ernstigs aan de hand te zijn. In een lange rij bussen worden de 135.000 inwoners op 27 april uit het besmette gebied geëvacueerd, om er nooit meer terug te keren.

De ramp is dan nog steeds geen wereldnieuws. De Sovjetautoriteiten blijken er niet eens van op de hoogte te zijn – president Gorbatsjov klaagt later dat hij via Zweden aan zijn informatie moest komen. [504] [505] [506] [507] [508]

## **therac-25**

### **Beschrijving**

#### **Datum en plaats**

#### **Oorzaak**

Softwarefout uit zich als hardwarefout de klachtafhandeling geen onderzoek geen second opinion is prioriteit wel gechecked na onderzoek bellen en geen prioriteit aanwezig te zijn alleen importeurs en fabrieken mogen fouten in fabrieksinstellingen rapporteren Therac25 Systeem ligt plat veel voorkomende error standaardafhandeling om de error te verwerpen resultaat: de patient kreeg overdosis patient overleden onderzoek opgestart, situatie niet reproduceerbaar foutmarkering: gezien als uitzonderlijk, software aanpassing van groote magnitude 5; de oorzaak was waarschijnlijk mechanisch maar neit vastgesteld; conceptueel odel niet aangepast probleemclassificatie door autoriteiten het probleem en de impact daarvan anar beneden bijgesteld AEFL doe gedeeltelijke aanpassing om hardware na berisping Canadese autoriteit Derde patient overleden door eythema AECL wijst alle doodsoorzaken af AECL beweert dat geen vergelijkbare voorvalle bij andere machines of patienten zijn voorgekomen geen vervolgonderzoek vanwege garanties bedrijf gaat uit van geen mogelijke functionele fout vierde patient overleden aan overdosis ontstaan door bug in software onjuiste aanduiding bij de foutmelding verkeerde reactie/invoer door operator communicatie tussen patient en operator werd onvoldoende gemonitorred (apparatuur niet aangesloten, en audio monitor kapot) engineer van AECL stelt geen fouten vast Engineer AECL kan fout niet reproduceren Geen communicate tussen bedrijf en uitgezonden technisci over vergelijkbare probleemgevallen vijfde geval malfunction 54 leidt tot overdosis en de dood fout gereproduceerd door operator bedrijf fout was daa entryspeed herpublicatie van de ongevallen en de eerdere ongevallen in de meia apparaat wel nog in gebruik genomen niet handig, waarschuwingsberichten en aanwijzingen voor een bugfix naar de gebruikers door druk van fda is bedrijf op zoek gegaan naar permanente oplossing zesde geval software fout door softwarefout ontstaat lightstruct .. op de patient na onderzoek door

AECL blijkt niet alleen hardware de oorzaak gebruikers direct geïnformeerd oplossing gevonden, media ingeschakeld om transparantie af te dwingen door de gebruikersgroep en de FDA AECL gedwongen functionaliteit aan te passen Engineers hebben meer studie moeten maken van gebruikte technologie en onderhoudbaarheid daarvan sheets [112] [114] reproduceren van de error. IN dit stuk wordt uitgelegd hoe het product werkt en waarom bepaalde beslissingen zijn genomen in de ontwerp/productiefase [116] kort artikel met daarin een opsomming van alle fouten in het systeem en een korte uitleg [117] uitgebreid artikel over hoe de fout werd gereproduceerd en de resultaten daaruit voortkwamen. Alsnog werden er na de reproductie fase nog meer fouten gevonden. [118] artikel [119] onderzoeksartikel waarin de bug wordt uitgelegd: de racecondities, de bytepositie en het testen worden berkitiseerd evenals andere onderdelen van het softwareproces onrealistisch testplan. In dit artikel legt de auteur het belang nog eens uit van goede requirements en implementatie, niet de software is waar het probleem ligt geschiedenis [122] artikel [123] computer error. De ongeval en de malfunction nog een keer uitgelegd [124] rapport [125] [126] onderzoeksartikel [127] [128] uitgebreid artikel gaat hier ook wat meer over de hardware [129] artikel waarin in 3 delen de problemaiek wordt blootgesteld [130] case study sheets artikel waarin vooral de fabrikant ervan langs krijgt [131] lessons learned. Vooral de begrippen betrouwbaarheid, welgevalligheid, veiligheid en gebruiksvriendelijkheid [132] root-cause analysis case study [133] case study [134] opzetten van systematische acceptatie test met therac als voorbeeld [135] artikel waarin een diagnose plaatvindt voor het bedrijf en de ingenieur/ontwerper [136] rapport oorzaken aangegeven in artikel [137] het onderzoek en enkele ontwerptekeningen en oplossingen [138] [139] [140], [?] wiki [142] analyse [143] samenvatting [144] rapport over de fouten die de verschillende partijen hebben gemaakt( overheid, ingenieurs, bedrijf, operators) en de verbeterpunten onderzoeksrapport slides online over het technisch mankement Wat is er gebeurd, nou het volgende: Normal radiation treatments: 6,000 rads over a 3 week period, under certain conditions Therac-25 was delivering 60,000 rads during one session. En wat ging er mis? Paradigm Shift Therac-25 replaced expensive hardware safety interlocks with software controls Real-time software Design Race condition caused focusing element to be incorrectly set No indication of actual hardware settings Error messages appeared the same regardless of how important Error messages were difficult to understand All errors messages could be manually overridden oorzaak-gevolg diagram veiligheidsanalyse naar de rapportage van foutmeldingen, de beslissingsmatrix waarmee het programma wordt uitgevoerd en de software-analyse door een consultat [149]

## **tesla crash report**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Door een softwarefout zijn er situaties ontstaan waarin het systeem informatie een onvoldoende informatie positie had om de juiste beslissingen te maken. Of dat de informatieverwerking niet juist was.

tesla autopilot crashes

[317] [318] [319] [320] veiligheidsrisico

[289] [290] veiligheidsrapport mbt autopilot [291] consumentenrapport bluetooth veiligheidsvraagstuk [292] veiligheidsvraagstuk vanwege touch screen [293] veiligheidsvraagstuk [294] veiligheidsvraagstuk rapport over autopilot [295] de invloed van de bestuurder bij tesla ongeluk veiligheidsvraagstuk [297] veiligheidsvraagstuk [298] veiligheidsvraagstuk [299] veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk [300] rapport over ongeluk veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk [301] veiligheidsvraagstuk ransomware aanval op tesla tesla batterij is veiligheidsvraagstuk geworden [302] ongeluk [303] veiligheidsvraagstuk veiligheidsvraagstuk [304] dodelijk ongeluk [305] veiligheidsvraagstuk: ransomware veiligheidsvraagstuk: medewerker in de fout [306] [307] veiligheidsvraagstuk: hackers je systeem laten testen verdedigen tegenover ransomware veiligheidsrisico prijzen omlaag autopilot [308] malware door een medewerker dodelijk ongeluk [311] waarom een tesla stelen bijna onmogelijk is

veiligheidsonderzoek

softwarefout maakt diestaf mogelijk

[314] fouten ontdekt in onderzoek [316] tesla cloud gehacked [332] [334] [337] [339] [340] [341] [?] [?] [342] [343] [344] [345] [346] [347] [348] [349] [350] [351] [352] [353] [354] [355] [356] [357] [358] [359] [360] [361]

tesla crash report

[368] [369] [370] [371] [372] [373] [374] [384] [386] [387] [388] [390] [391] [392] [393] [394] [395] [396] [397] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?] [?]

tesla crash publications overview

## **slmramp**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Toen de Anthony Nesty Zanderij naderde, was het daar, anders dan het weerbericht had voorspeld, mistig. Het zicht was evenwel niet zo slecht dat er niet op zicht kon worden geland. Gezagvoerder Will Rogers besloot echter via het Instrument Landing System (ILS) te landen, hoewel dit niet betrouwbaar was en hij voor zo'n landing ook geen toestemming had. De gezagvoerder brak drie landingspogingen af. Bij de vierde poging negeerde de bemanning de automatische waarschuwing (GPWS) dat het toestel te laag vloog. Het toestel raakte op 25 meter hoogte twee bomen. Het rolde om de lengteas en stortte om 04.27 uur plaatselijke tijd ondersteboven neer.

Uit onderzoek bleek dat de papieren van de bemanning niet in orde waren. Geconcludeerd werd dat de gezagvoerder roekeloos had gehandeld door voor een ILS-landing te kiezen terwijl hij daar geen toestemming voor had, en door onvoldoende op de vlieghoogte te hebben gelet. De SLM werd verweten de kwalificaties van de bemanning onvoldoende te hebben gecontroleerd.

[460] [463] [464] [465] [466] [467] [468] database [470] rapport [471] [472] [473] [475] [476] [477] uitgebreid engels artikel [478] ntsb investigation [479] uitgebreid engels artikel [480] persbericht [481] Wat is de rol van de autoriteiten? Welke andere betrokkenen? En wat is hun verantwoordelijkheid? Hadden de negatieve gevolgen voorkomen kunnen worden? Hoe werd er over veiligheid gedacht?

## **schipholbrand**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Om een goed verhaal op te stellen, moet vooraf aan enkele voorwaarden worden voldaan. De eerste voorwaarde is de geschiktheid van het afstudeerproject. Als een afstudeerproject niet tot keuzes leidt, kan men zich afvragen of dat wel een echte afstudeeropdracht is. Een afstudeerproject zonder onderzoeksaspecten is ook verdacht. Daarnaast moet een afstudeerproject passen in het profiel van een opleiding om beoordeelbaar te zijn. De andere voorwaarde voor goed een verhaal is de registratie van werkzaamheden tijdens het a. Wat is er gebeurd? [426] artikel [426] psychologische gevolgen rapport [427] artikel met video herdenking impact op de persoon herdenking [428] chronologie [429] tijdlijn vervolgens van ministers beeldanalyse en reconstructie [?] herdenking korte samenvatting rapport artikel verwijzing naar het rapport vanuit de politieke oppositie beeld vanuit de gevangenisbewaarder nationaliteit slachtoffers schipholbrand verblijfsvergunning voor de slachtoffers gen schadevergoeding voor de verdachte verdachte voor de rechter geen schadevergoeding voor verdachte artikel wat ging er mis bij

de schipholbrand brand veroorzaakt door een peuk smaadschrift bewakers worden niet vervolgd proces schipholbrand moet over en de brandveiligheid moet worden verbeterd de rol van het parlement in de evaluatie [432] onderzoeksmemo herdenking herdenking invloed van de ramp op samenleving [434] opmerkelijk rapport gestolen in de nasleep [438] publicaties [439] Wat waren de regels destijds? Waren de autoriteiten in staat om op tijd in te grijpen of om erger te voorkomen? Wat is er gedaan om de veiligheid van illegalen en gevangenisbewaarders te verbeteren Wat is er gebeurd? [425],[426] psychologische gevolgen rapport [427] artikel met video herdenking impact op de persoon herdenking [428] chronologie [429] tijdlijn [430] vervolgens van ministers beeldanalyse en reconstructie [431] herdenking korte samenvatting rapport artikel verwijzing naar het rapport vanuit de politieke oppositie beeld vanuit de gevangenisbewaarder nationaliteit slachtoffers schipholbrand verblijfsvergunning voor de slachtoffers gen schadevergoeding voor de verdachte verdachte voor de rechter geen schadevergoeding voor verdachte artikel wat ging er mis bji de schipholbrand brand veroorzaakt door een peuk smaadschrift bewakers worden niet vervolgd proces schipholbrand moet over en de brandveiligheid moet worden verbeterd de rol van het parlement in de evaluatie [432] onderzoeksmemo herdenking herdenking invloed van de ramp op samenleving [434] opmerkelijk rapport gestolen in de nasleep [438] publicaties [439] Wat waren de regels destijds? Waren de autoriteiten in staat om op tijd in te grijpen of om erger te voorkomen? Wat is er gedaan om de veiligheid van illegalen en gevangenisbewaarders te verbeteren

## **explosie tanjin china**

### **Beschrijving**

#### **Datum en plaats**

#### **Oorzaak**

Later bleek uit een onderzoek van de Chinese autoriteiten dat de explosie overeenkwam met de ontploffing van 450 ton TNT.[6] De oorzaak van de explosie lag in de spontane zelfontbranding van 207 ton cellulosenitraat dat in containers was opgeslagen op het terminalterrein.[6] Verder lag op een tweede locatie nog eens 26 ton van dit explosieve materiaal opgeslagen. De tweede ontploffing werd versterkt door de opslag van 800 ton kunstmest in de vorm van ammoniumnitraat in de nabijheid.[6] De opslag van cellulosenitraat is aan strenge regels gebonden. Het moet koel en droog worden opgeslagen. De containers stonden buiten opgesteld in de brandende zon. De temperatuur liep op tot 36 °C en bereikte binnen de containers waarschijnlijk de 65 °C.[6] De verpakking van de cellulosenitraat droogde uit waardoor de ontploffing kon ontstaan. Op het terrein lagen meer gevaarlijke stoffen opgeslagen dan waarvoor vergunningen waren verstrekt.[6] Dit leidde tot een kettingreactie met grote schade tot gevolg. Door de brand en bluswater is in de directe omgeving veel milieuschade opgetreden.

<https://www.hindawi.com/journals/joph/2019/1360805/> [?] verhaal van brandweermannen [?] artikel [?] invloed van social media [215] gemaakte fouten [220] [223] [224] [225] vergelijking met andere explosies [226] invloed van de ramp op de industrie [227] is er sprake van een doofpot [228] eigendomsverzekering [229] [230] effecten op de lange termijn [231] [232] lessons learned [235] [236] gevolgen voor de industrie [238] framing vanuit de chinese media [239] [240] nieuwsartikel [241] [242] toegang tot de ramplplek vanuit de okale journalistiek [243] artikel [245] [246] [247] [248] oorzaken [249] case study [?] nieuwsartikel [?] chronologische uiteenzetting [?] corruptie mismanagement als oorzaak autoriteiten publiceren onderoeksrapport [252] fotos van de ramplplek [253] niuwesartikel [255] [273] [274] [275] 123 verantwoordelijken [276] lang artiekel [278] [280] [281] [282] [283] [284] veiligheids-handhaving [285] [287] [288]

## **ethiopian airlines**

### **Beschrijving**

#### **Datum en plaats**

## Oorzaak

Ethiopian Airlines Flight 302 Door problemen met de flight control One minute into the flight, the first officer, acting on the instructions of the captain, reported a "flight control" problem to the control tower. Two minutes into the flight, the plane's MCAS system activated, pitching the plane into a dive toward the ground. The pilots struggled to control it and managed to prevent the nose from diving further, but the plane continued to lose altitude. The MCAS then activated again, dropping the nose even further down. The pilots then flipped a pair of switches to disable the electrical trim tab system, which also disabled the MCAS software. However, in shutting off the electrical trim system, they also shut off their ability to trim the stabilizer into a neutral position with the electrical switch located on their yokes. The only other possible way to move the stabilizer would be by cranking the wheel by hand, but because the stabilizer was located opposite to the elevator, strong aerodynamic forces were pushing on it. As the pilots had inadvertently left the engines on full takeoff power, which caused the plane to accelerate at high speed, there was further pressure on the stabilizer. The pilots' attempts to manually crank the stabilizer back into position failed. Three minutes into the flight, with the aircraft continuing to lose altitude and accelerating beyond its safety limits, the captain instructed the first officer to request permission from air traffic control to return to the airport. Permission was granted, and the air traffic controllers diverted other approaching flights. Following instructions from air traffic control, they turned the aircraft to the east, and it rolled to the right. The right wing came to point down as the turn steepened. At 8:43, having struggled to keep the plane's nose from diving further by manually pulling the yoke, the captain asked the first officer to help him, and turned the electrical trim tab system back on in the hope that it would allow him to put the stabilizer back into neutral trim. However, in turning the trim system back on, he also reactivated the MCAS system, which pushed the nose further down. The captain and first officer attempted to raise the nose by manually pulling their yokes, but the aircraft continued to plunge toward the ground.

[?] [664] [665] [666] [667] [668] [669] [670] [671] [672] [673] [674] [675] [676] [677] [678] [679] [680] [681] [682] [683] [684] [685] [686] [687] [688] [689] [691] [692] [693] [694] [695] [696] [697] [698] [699] [700] [701] [702] [703] [704] [705] [706] [707] [708] [709] [710] [711] [712] [713] [714] [716]

## ethiek Ethiek

persuasive technology <https://www.humanetech.com/youth/persuasive-technology>  
[?] <https://www.minddistrict.com/blog/persuasive-technology-new-insights-in-behavioural-change>  
behavioural-change <https://www.sciencedirect.com/book/9781558606432/persuasive-technology>  
technology <https://spectrum.ieee.org/how-persuasive-technology-can-change-your-habits> [?]  
habits [?] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2020.00007/full> [?]  
<https://psmag.com/environment/captology-fogg-invisible-manipulative-power-persuasive-technology-81301> [?] <https://www.makeuseof.com/what-is-persuasive-technology/> [?]  
<https://lib.ugent.be/catalog/rug01:001235489> <https://cyberpsychology.eu/article/view/12270> [?]

## Research case: De digitale aanval op de Oekraïense krachtcentrale

### Beschrijving

### Datum en plaats

### Oorzaak

op 23,december 2015 vind er een cyber aanval plaats op het elektriciteitsnet van de Oekraïne. Dit was de eerste bekende aanval op een elektrisch controle systeem. Dit verslag geeft inzicht in een analyse van de Ukraine cyber aanval, inclusief hoe de actoren zich zelf toegang gaven tot het controle systeem, welke methoden de actoren hebben gebruikt voor reconnaissance en vastleggen van het systeem, een gedetailleerde omschrijving van de aanval op 15 December 2015, en de methoden die gebruikt zijn door de

aanvallers om hun sporen uit te wissen en daarmee het het stoppen van schade toebrengen nog moeilijker maken. Daarnaast wordt er een gedetailleerde omschrijving gegeven van de beveiliging van de SCADA control systemen gebaseerd op best practices, inclusief het control network ontwerp, technieken voor whitelisting, monitoring en loggen, en opleiding van personeel. [63] [?] [64] [509] [511] [513] [515] [519] [520] [521] [522] Dit verslag geeft inzage in een analyse van de Ukraine cyber aanval, inclusief hoe de actoren zich zelf toegang gaven tot het controle systeem, welke methoden de actoren hebben gebruikt voor reconnaissance en vastleggen van het systeem, een gedetailleerde omschrijving van de aanval op 15 December 2015, en de methoden die gebruikt zijn door de aanvallers om hun sporen uit te wissen en daarmee het het stoppen van schade toebrengen nog moeilijker maken. Daarnaast wordt er een gedetailleerde omschrijving gegeven van de beveiliging van de SCADA control systemen gebaseerd op best practices, inclusief het control network ontwerp, technieken voor whitelisting, monitoring en loggen, en opleiding van personeel. [63],[64],[42],[58],[59],[60],[61],[515],[62]. Op 23 december 2015 vindt er een cyber aanval plaats op het elektriciteitsnet van de Oekraïne. Dit was de eerste bekende aanval op een elektrisch controle systeem met corrupte firmware. Daarnaast wordt er een telecom-based denial of service attack met geautomatiseerde systemen om het telefoonverkeer uit te schakelen. [63] Uit onderzoek [64] naar de aanval, uitgevoerd door Oekraïense en Amerikaanse militairen blijkt bleek onder meer dat de power grids in sommige gevallen beter waren beveiligd dan de Amerikaanse. Desondanks was de veiligheid niet optimaal door onder andere het gegeven dat werknemers op afstand konden inloggen en geen gebruik van 2-stapsverificatie.

## **Literaire analyse**

**Motief** Oekraïne wijst naar de Russen [64], [?], [42], [56], [55], [54], [53].

**Situatie Oekraïne** [52], [51].

**Situatie algemeen** [511], [59], [49].

**Factoren** [48]

**Oorzaak** [27], [47], [46], [51].

**Gebruikte materialen** [44], [43]

**Uitvoering van de aanval** [63], [42].

**Oplossingen** [63]

**Aanbevelingen**

**Resultaten**

**De aanval** 1. An initial email spear phishing attack lures recipients into opening an attached Microsoft® document with a macro that installs Black Energy 3 (BE3) onto corporate workstations. 2. BE3 and other tools perform reconnaissance and enumeration of the network and provide an initial backdoor for the hackers into the corporate network. 3. As a result of network reconnaissance, the malicious actors discover and access the oblenergos' Microsoft Active Directory® servers that contain corporate user accounts and credentials. 4. With the harvested credentials, the malicious actors use an encrypted tunnel from an external network to get inside the oblenergo network, establishing a presence on the oblenergo control system networks. 5. Malicious actors discover and access the control center supervisory control and data acquisition (SCADA) human-machine interface (HMI) servers and substations. While a router separates corporate and SCADA networks, the firewall rules are improperly configured. 6. On December 23, 2015, at 3:30 p.m., the malicious actors begin their power outage attacks by entering operations and SCADA networks through backdoors on the compromised SCADA workstations. The malicious actors take control away from HMI operators and then open breakers. 7. The malicious actors perform several other actions with the intent of complicating the responses of control operators and increasing the effort required to return the system to normal operating conditions. These actions include: a. Launching a coordinated Telephony Denial of Service (TDoS) attack that floods call centers to prevent legitimate calls from getting through. b. Disabling the UPSs for the control centers. c. Corrupting the firmware on a remote terminal unit (RTU) HMI module and serial-to-Ethernet port servers. 8. Malicious actors execute KillDisk malware in an attempt to wipe out the control center HMIs and pivotpoint workstations. [63] [42]

**spearfishing**

**blackenergy**

**remote access capabilities**

**serial-to-ethernet communication devices**

**telephony denial of service attacks**

**oplossingen** Identificeer alle risico's en schrijf een plan voor het managen van de risico's. Implementeer effectieve controle om het risico te managen. Creeer een diepgaand model dat ervoor zorgt dat er effectieve en efficiënte security controls worden uitgevoerd. Aangaande de gebeurtenissen in de oekraïne kunnen de volgende security controls worden opgenomen in het securitymodel: Initial access to enterprise network, pivot in enterprise network, elevate privileges, maintainance access, gain access to control system, attack, attack complication, destroy hard drives. [63]

**Discussie**

**Verder lezen** [41], [513], [39], [38], [37],[36],[35],[34],[33],[33],[32],[31],[30],[29],[28],[26],[25],[24].

**Mali**

**Beschrijving**

**Datum en plaats**

**Oorzaak**



Een granaat explodeert in een mortier De medische zorg na het ongeval was niet voldoende

De algemeen militair verpleegkundige gaf aan het slachtoffer naar het vn-hospitaal in Kidal te brengen. De chauffeur van de bushmaster kende de locatie niet en bracht het slachtoffer naar een door Franse militairen bemand hospitaal met minder medische faciliteiten. Hierna alsnog overgebracht naar het vn-hospitaal. Dit verliep niet door Nederlandse maatstaven, pas toen een Nederlandse arts arriveerde werd door de Tongolese artsen een buikoperatie uitgevoerd. Dit gebeurde zonder adequate anesthesie. Na de operatie werd de gewonde militair overgelopen naar Nederland. En later naar Nederland.

Granaat stond niet op scherp en in afgegaan in veilige stand Granaat werd opgeslagen in niet gekoelde containers waardoor deze aan te hoge temperaturen zijn blootgesteld. Door de combinatie van vocht en warmte in de granaat zeer gevoelige explosieve stoffen werden gevormd. Tijdens de oefening was de fatale granaat in de zon. Het afsluitplaatje in de granaat bleek niet in staat om doorslag in veilige stand te voorkomen waarna de granaat explodeerde. De mortieren zijn aangeschaft bij de Amerikanen, gedurende de aanschafperiode zijn procedures en controles op kwaliteit en veiligheid deels nagelaten. Dit veiligheidsgarantie werd vermeld in het koopcontract. Conclusie Koopcontract werd niet goed doorgelezen. Geen controle op kwaliteit en veiligheid. Geen controle op kwaliteit en veiligheid. Zwakke plekken in het ontwerp. Geen controle op kwaliteit en veiligheid opslag en gebruik in ongunstige condities.

De aanwezige medische voorzieningen waren niet volgens de Nederlandse militaire richtlijnen. Het ontbreken aan medische toetsing vanuit de defensie organisatie twijfels die werden geuit binnen de defensieorganisatie vonden geen werkklank. Ook het ongeval tijdens de mortieroefening was voor defensie geen aanleiding om de medische voorzieningen te evalueren. De inrichting van veilige medische zorg voor Nederlandse militairen in Kidal is ondergeschikt gemaakt aan de voortgang van de missie.

[?] [410] [411] [412] [413] [414] [415] [416]

[418] [419] [420] sollicitatie de bureaucratie aankomst interview van de burgerbevolking steun van de bevolking minuut 15:00 de organisatie minuut 23:00 De militaire briefing minuut 34:00 prioriteit minuut 39:00 briefing minuut 40:00 de communicatie met ministerie over inlichtingen minuut 44:00 [?]

## Analyse

## Conclusie

## Deelonderzoeken

### Algemeen Deelonderzoek naar veiligheidsrisico's voor sluizen

#### Wet en regelgeving voor sluizen

**Onderzoeksresultaten naar sluisbeveiliging** Verouderde computersystemen zijn door de jaren heen gekoppeld aan netwerken, zodat ze op afstand te besturen zijn. Dit zorgt ervoor dat systemen kwetsbaar zijn voor aanvallen van buitenaf. De beveiliging is in de loop der jaren niet voldoende ontwikkeld om de infrastructuur goed te beveiligen.

Volgens het onderzoek is er de afgelopen jaren wel het nodige geïnvesteerd om de beveiliging op te schroeven, maar deze maatregelen zijn nog onvoldoende doorgevoerd. <https://www.nu.nl/internet/5814282/rekenkamer-waterwerken-niet-goed-beveiligd-tegen-cyberaanvallen.html> [74] rapport Digitale dijkverzwaring: cybersecurity en vitale waterwerken. Crisisdocumentatie is verouderd en er worden geen volwaardige pentesten uitgevoerd. Uit het onderzoek blijkt dat nog niet alle vitale waterwerken rechtstreeks zijn aangesloten op het Security Operations Center (SOC) van Rijkswaterstaat. Hierdoor bestaat het risico dat RWS een cyberaanval niet of te laat detecteert. De minister van Infrastructuur en Waterstaat moet nog stappen zetten om aan de

eigen doelstellingen voor cybersecurity te voldoen De Algemene Rekenkamer beveelt de minister van Infrastructuur en Waterstaat ook aan om het actuele dreigingsniveau te onderzoeken en te besluiten of extra mensen en middelen nodig zijn. Ook is het voor een snelle en adequate reactie op een crisissituatie van essentieel belang dat informatie up-to-date is. Pentesten zouden integraal onderdeel uit moeten maken van de cybersecuritymaatregelen bij vitale waterwerken. Verder zou moeten worden gezien of medewerkers van het SOC beter moeten worden gescreend.

[?] Sluis Eefde kreeg niet alleen de onderhoudsbeurt, maar werd tevens uitgebreid met een tweede sluiskolk. Zo wil Rijkswaterstaat wachttijden voor de scheepvaart voorko

[77] Om de lokale bemanning, die de oren en ogen waren van de sluizen, te vervangen waren camera's, communicatielijnen en software nodig. Hoge kwaliteit videobeelden, met echte kleuren en zonder enige vertraging zijn belangrijk voor de operators en zij moeten hierop kunnen vertrouwen. Er zijn verschillende testen gedaan met diverse camera's en cameraposities om kleurechtheid te kunnen bieden onder alle omstandigheden. Het resultaat was een perfecte kleur op alle 70+ camera's op iedere locatie.

Vertraging van videobeelden was een cruciale factor in dit project. Het is uiterst belangrijk dat de operator op zijn beeld ziet wat er daadwerkelijk op locatie gebeurt, zonder enige vertraging. Om te laten zien of er eventuele vertraging is, is er een speciale functie gecreëerd. Deze functie laat een rood kruis zien op het scherm wanneer de vertraging meer is dan 500 miliseconden. Zo ziet de operator direct of het beeld wat hij ziet actueel is.

Een andere functie die voor dit project is gecreëerd, is bij de videobeelden aan te geven van welke kant van de sluis het camerabeeld is. Voor de operators is het belangrijk dat ze weten vanaf welke kant het vaartuij komt en waar deze naartoe vaart. Een simpele oplossing was om een blauw kader te maken om het videobeeld van de ene kant van de sluis en geen kader om het videobeeld van de andere kant.

[?] Het crisismodel kan beter, is de derde deelconclusie van de Algemene Rekenkamer. Er is geen specifiek scenario voor een crisis die wordt veroorzaakt door een cyberaanval. Ook ontbreekt inzicht in de effecten van een cybercrisis op andere sectoren, de zogeheten cascade-effecten. Tevens is de crisisdocumentatie op onderdelen verouderd.

[?] Ook maakt cyberveiligheid nog geen volwaardig onderdeel uit van reguliere inspecties.' De Rekenkamer hamert erop dat alle vitale waterinfrastructuur zo snel mogelijk op het SOC wordt aangesloten. Ook zouden werknemers van Rijkswaterstaat die belangrijke waterkeringen bedienen beter gescreend moeten worden op hun antecedenten. Sollicitanten hoeven nu slechts een Verklaring Omtrent Gedrag te overleggen, maar dat is een heel lichte toets.

[?] deltawerken

[?] Volgens Rijkswaterstaat is het kostbaar en technisch uitdagend om klassieke automatiserings-systemen te moderniseren en wordt er daarom vooral ingezet op detectie van aanvallen en een adequate reactie daarop. Uit het onderzoek blijkt dat Rijkswaterstaat de afgelopen jaren zelf van alle tunnels, bruggen, sluizen et cetera heeft vastgesteld welke cyberveiligheidsmaatregelen moeten worden genomen. Een groot deel van die maatregelen (ongeveer 60%) was begin 2018 ook al uitgevoerd, maar Rijkswaterstaat ziet onvoldoende toe op de uitvoering van het resterend deel en heeft geen actueel overzicht van de overgebleven maatregelen. De minister heeft een aantal waterwerken die Rijkswaterstaat beheert als vitaal aangewezen. . Uit het onderzoek blijkt dat nog niet alle vitale waterwerken rechtstreeks zijn aangesloten op het Security Operations Center (SOC) van Rijkswaterstaat. De ambitie om eind 2017 bij alle vitale waterwerken cyberaanvallen direct te kunnen detecteren was in het najaar van 2018 daarmee nog niet gerealiseerd. Hierdoor bestaat het risico dat RWS een cyberaanval niet of te laat detecteert.

[?] Over de cyberbeveiliging van gemeenten en waterschappen wordt al langer geklaagd. Zo meldde EenVandaag al in 2012 dat rioolgemaal en sluizen gemakkelijk van afstand te bedienen waren, onder meer door bijzonder slechte wachtwoorden.

[?] Rittal doet onderzoek naarop afstand besdienbare sluizen

[?] Beveiligde VPN M2M Services levert aan inmiddels 220 gemeenten en waterschappen beveiligde connectiviteitsoplossingen voor het beheer van pompen, riolen en gemalen. Om risico's op beveiligings-

incidenten te voorkomen maken wij gebruik van een VPN oplossing, waarbij de verbinding optimaal beveiligd is middels encryptie en authenticatie.

[?] Veiligheid op het water én op het land Gebruik van lampbewaking

[?]

## **explosie in libanon, beirut**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Op 23 september 2013 voer het vrachtschip de Rhosus onder Moldavische vlag[7] van Batoemi in Georgië naar Beira in Mozambique met 2.750 ton ammoniumnitraat

Gezien het ernstige gevaar van het bewaren van deze goederen in de hangar onder ongeschikte klimatologische omstandigheden, herhalen we ons verzoek aan de marine-instantie om deze goederen onmiddellijk weer te exporteren om de veiligheid van de haven en de mensen die er werken te verzekeren, of om akkoord te gaan om ze te verkopen. Voorafgaand aan de explosie was er een brand in een opslagplaats.

[?]

[?]

[?]

## **stint ongeluk**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Vier kinderen, een bestuurder kwamen om en een vijfde persoon, een kind raakte zwaargewond. Uit onderzoek van bleek: Foute torsievoor de gashendel werd geleverd. Geen van de drie onderzochte voertuigen haalden de wettelijk vereiste remvertraging. De automatische parkeerrem kan leiden tot gevaarlijke situaties wanneer deze ongewenst geactiveerd wordt tijdens het rijden. Het losraken van de nuldraad naar de gashendel leidt volgens TNO tot ongewenst versnellen van het voertuig en een oncontroleerbare situatie voor de bestuurder. Voor alle drie onderzochte voertuigen geldt dat het ontbreken van een zitplaats leidt tot veiligheidsrisico's voor remmen en sturen door de grotere kans dat de bestuurder van het voertuig valt. Als de bestuurder van een Stint valt, leidt dit in alle rij situaties tot een onbeheersbare situatie.

[567]

## **vuurwerkrap in enschede**

[?]

Wat waren de afspraken omtrent vuurwerkopslag? Waarom werden de voorschriften niet nageleefd?

## **ecourt in nederlandse rechtspraak**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

niet odnerzocht <https://www.njb.nl/blogs/a-court-with-no-face-and-no-place/> [?] [http://www.e-court.nl/wp-content/uploads/2018/03/Procesreglement-e-Court-2017\\_20180201.pdf](http://www.e-court.nl/wp-content/uploads/2018/03/Procesreglement-e-Court-2017_20180201.pdf) [?]

## **molukse treinkaping**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

<https://www.youtube.com/watch?v=h99Fe9XzzHI> [?]

## **Ramp schietpartij militair ossendrecht**

### **Beschrijving**

### **Datum en plaats**

### **Oorzaak**

Een militaire overleid op een schietbaan in ossendracht door onvoldoende begeleiding van cursisten, geen toezicht op de lokatie. Er was een instructeur in opleiding die niet volledig was meegenomen in het proces en ook was er geen baancommandant aanwezig. Geen van de aanwezige instructeurs had de juiste papieren om de cursisten te begeleiden. De aanwezige instructeur had geen zich op de instructeur in opleiding, evenmin de andere militairen. In de instructiehandleiding ontbreken richtlijnen voor bijzondere schietbanen. Ook was er geen keuring. Door personeelstekort is er geen aandacht besteed aan documentatie (een syllabus) hoe en met welke risico's oefeningen moeten worden ingericht. Ook werd er vooraf geen veiligheidsanalyse gedaan. Het gebrek aan lesmateriaal en deskundigen is gemeld binnen de defensieorganisatie maar dit heeft niet geleid tot enige verandering in de situatie. Op een afgekeurde schietbaan Tezicht door een instructeur in opleiding die zelf geen persoonlijke begeleiding heeft gehad tijdens de uitvoering Belangrijk is dat defensie haar taken kan uitvoeren met personeel dat is getraind in situaties die de risico's van de werkomgeving aan de cursisten kunnen laten zien. Conclusie Zonder gekwalificeerde instructeurs. Zonder toezicht Zonder lesmateriaal Zonder adequate veiligheidsanalyse <https://www.youtube.com/watch?v=6jmkDCIGDHo> [?] [422] [423] [424]

Wat is de rol van defensie? Wat is er gedaan om de veiligheid van de medewerkers te waarborgen? Waarom zijn deze regels niet nageleefd? Wat zijn de gevolgen? Zijn de acties die naderhand zijn ondernomen wel redelijk naar de slachtoffers, het nationale veiligheidsbeeld en de medewerkers?

# Model

moet de initial state altijd in een loop zitten in uppaal? wat zijn urgent channels? rampen? er staat wel iets in de planning maar kan geen lessen of verdere documentatie of requirements terug vinden?

gesprek wessel: main controller slim dat direction een bool is. pomp is te slim, zoiu alleen maar aan of uit moeten gaan, of nog weg en in pompen maar meer niet. niets met waterlevel en aantal schepen. schip: niet doen. als een schip zich aanmeld, dan gebeuren er dingen, maar gaat hij naar binnen? je weet niet wat dat schip gaat doen want menselijk gedrag. beter niet het schip uitgebreid maken, maar eerder de sluis. te veel aannames.

wessel model: alleen als wachtrij vol zit, doet de sluis iets. deur heeft een parameter zodat er meerdere deuren in de simulator neergezet kunnen worden. ook bij wachtrij.

stoplichten kunnen er wel in maar als je simpeler wilt, gaan die als eerste weg. zes variabelen model is voorgesteld maar niet goed op gereageerd. alleen er van af weten is genoeg. rampen alleen voor persoonlijk verslag

Om voor mezelf een beeld te krijgen van wat een sluis is en hoe deze moet werken is er een aantal foto's verzameld van sluizen.

Uit deze afbeelding blijkt het volgende: Hoogteverschil t.o.v NAP 2 sluisdeuren stoplichten Uit een onderzoek naar de werking van de verschillende sluizen in nederland wordt rekening gehouden met de aanmelding van sluizen en de gebruikstijd van sluizen.

Met de aanmelding van schepen wordt omschreven welke acties er door de schipper de sluismeester moet worden gedaan om de positie, tijdstip en lengte van een invarendship te communiceren.

Met de gebruikstijd wordt de daadwerkelijke tijd aangeduid waarin het scheepsverkeer/waterverkeer gebruik kan maken van de sluis en onder welke voorwaarden zoals wachttijd, gewicht, terugvaarmogelijkheden etc).

Directe requirements van opdrachtgever:

Na grondige analyse van het Nederlandse sluizenpark is gebleken dat renovatie van een groot aantal sluizen noodzakelijk is. Een eerste verkenning heeft ontleend dat het gecombineerd renoveren en automatiseren van het Nederlandsesluizenpark een aanzienlijke verbetering kan opleveren t.a.v.:

- veiligheid
- efficiëntie
- capaciteit
- onderhoudskosten
- duurzaamheid

In het kader van het onlangs afgesloten klimaatakkoord heeft de Nederlandse overheid daarom besloten over te gaan tot een ingrijpende renovatie van 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 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.

Eigen inbreng van deze requirements:

Wij gaan er van uit dat het volgende van ons verwacht wordt:

Maak een model dat als template dient gebruikt te worden voor het automatiseren van verschillende soorten sluisen. Verder moeten overwegingen gemaakt worden die goed onderbouwd zijn.

Aangezien er van ons alleen een model verwacht wordt, zullen wij ons geheel focussen op de fundamentele werking van de sluis en hierbij zullen wij ons dus niet bezig houden met fysieke eisen zoals veiligheidshekjes en borden. Onze focus ligt geheel op de werking van de sluis; elke state waar de sluis zich in mag bevinden en welke beslissingen de sluis moet maken op basis van bestaande protocols en benoemde eisen.

Deze requirements zullen hieronder uitgewerkt worden, per sluisonderdeel, deze bestaande uit de sluisdeuren, de sloplichten, de waterpomp en de boten.

- Vooraanmelding
- informatie inwinnen
- operationele melding
- aankomst volgorde
- aanwijzen wachtplaats
- verstrekken informatie
- aanwijzen opstelplaats
- opstellen schutproces
- verstrekken informatie
- invaarvolgorde en ligplaats in sluis
- uitvaren
- operationele afmelding
- utvaren verboden
- aanwijzing invaren nieuwe schepen
- invaren verboden
- deuren gesloten
- gereedmaken voor invaren
- openen invaardeuren
- invaren toegestaan
- aanwijzingen voor invaren
- aanwijzingen tijdens afmeren
- invaren verboden
- sluiten invaardeuren
- start nivelleren
- stop nivelleren
- aanwijzingen voor uitvaren
- openen uitvaardewuren
- uitvaren toegestaan

**Requirements definitie** Requirements zijn alleen die eisen die gesteld worden aan het gedrag of de kwaliteit van het systeem om te voorzien in de behoeften van een belanghebbende uit de business.

invaardeuren en uitvaardeuren Gaan we uit van binnendeuren en buitendeuren? Er ontstaat dan een extra ruimte in de sluis. Hoeveel schepen kunnen in deze ruimte? Wat is de maximale wachttrij in deze ruimte en wat zijn de verkeersregels in deze ruimte? invaarstoplicht en uitvaarstoplicht Als invaren is toegestaan hoe wordt dit dan doorgegeven aan de schepen in de sluis? moeten zij dan uit zichzelf wachten of krijgen zij een signaal dat zij wel/niet mogen uitvaren? En moeten zij dan kiezen voor links, midden of rechts? Of maakt dat allemaal niets uit?

invaarwachtrij en uitvaarwachtrij Als er meerder schepen in een sluiskolk zitten moet het systeem dan rekening houden met het schip dat als eerste is ingevaren en/of het langst in de sluis zit?

Sluisdeuren en stoplichten De sluisdeuren aan weerszijde van de sluis worden gebruikt om de toegang tot de sluiskolk mogelijk te maken en te bewaken in combinatie met de stoplicht.

Waterpomp De waterpomp pompt water in de sluis of pompt water weg naar gelang de richting van het ingevaren schip.

Initially the clutch is closed To open the clutch, it takes at least 100 ms and at most 150 ms To close the clutch, it takes at least 100 ms and at most 150 ms Initially the gearbox is neutral To release the gear,

it takes at least 100 ms and at most 200 ms. To set a gear it takes at least 100 ms and at most 300 ms. The engine is always in a predefined state called initial when no gear is set. To find zero torque in the engine, it takes at least 1150 ms and at most 400 ms. At 400 ms, the engine may enter an error state or find synchronous speed. The engine may regulate on synchronous speed in at most 500 ms. When in an error state, the engine will regulate on synchronous speed in at least 50 ms.

A gear change should be performed within 1 second (P6-p\*,P3) When an error arises, the system will reach a predefined error state marking the error (p9-p11) The system should be able to use all gears (p2-p3) There will be no deadlocked state in the system (p17) When the system indicates gear neutral, the engine should be in initial state (p12) The gearbox controller will never indicate open or closed clutch when the clutch is closed or open respectively (p14) The gearbox controller will never indicate gear set or gear neutral when the gear is not set or idle respectively (p15) When the engine is regulating on torque, the clutch is closed (p16)

### **Aandachtspunten**

1. Voorrang tussen schepen onderling in de sluis?
2. Hoe lang mag een schip zich in de sluis bevinden?

### **Afbakening**

- Wat doet de sluis niet.
- De sluis houdt geen rekening met links of rechtsrijdend verkeer vanuit de zeevaart
- De sluis heeft geen queue met daarin een id gekoppeld aan de sluis.
- De waterpomp wordt alleen aan en uitgezet
- De waterpomp houdt geen rekening met waterstand
- Houdt geen rekening met een schip in de sluis dat is blijven hangen.

### **Functionele en niet-functionele eisen**

#### **specificaties**

**Het vier variabelen model van de sluis** Systemen (met daarin software) en de bijbehorende vier variabelen:

**Monitored variabelen** : door sensoren gekwantificeerde fenomenen uit de omgeving

**Controlled variabelen** door actuatoren bestuurd fenomeen uit de omgeving

**Input variabelen**

**Output variabelen** Op basis van de schets kunnen we vaststellen dat een sluismodel uit de volgende onderdelen bestaat.

1. Een tweetal sluisdeuren.
2. Een sluiskolk waarin de schepen in- en uitvaren
3. een stoplicht om een signaal af te geven voor invaren en uitvaren.
4. Een nivelleermachine zorgt ervoor dat het water in de sluis op het gewenste niveau wordt gebracht
5. Een control-systeem dat ervoor zorgt dat de opdrachten van de sluisbeheerder (geautomatiseerd) worden uitgevoerd

Een schip komt aanvaren en meld zich aan bij de sluismeester. De sluismeester geeft een signaal aan het controlsysteem voor het openen van de sluisdeuren, nadat gecontroleerd is of de nivelleermachine al klaar is. Als er ruimte is voor een invarend schip mag het schip dat zoich heeft aangemeld en toestemming heeft in de sluis varen. Op het moment dat de sluis vol is gaan de sluisdeuren dicht. Eenmaal afgesloten kan de nivelleermachine beginnen om het water in de sluiskolk op het gewenste waterpeil te brengen. Als dit nivelleerproces is afgerond geeft het controlsysteem dan de sluisdeuren open kunnen. Als de sluisdeuren open zijn en het uitvaarsignaal is op groen dan moet het schip in de sluis de sluis uitvaren.

Uit het zojuist genoemde scenario valt het volgende op te maken.

1. Een schip geeft een signaal aan een sluismeester.
2. Er wordt gekeken of er wel plek is in de sluis .
3. Er wordt gekeken of de nivelleermachine is afgerond.
4. Er wordt gekeken wat het niveau van de waterpeil in de sluiskolk is.
5. Er wordt gekeken of de sluisdeuren gereed zijn voor invarende schepen.

4.2 5 en 6 Het Sluisbeheerder model wordt getoond in figuur[1]. Het model is een uitbreiding van een schutsluis met alle condities en effecten. De kleuren in de automata verwijzen naar de kleuren in de staat van de automata . De template begint met een initiele lokatie start. De sluisbeheerder initieert het proces door een aangekomen schip te registreren met behulp van een synchronizatie met het channel... over de edge richting de lokatie aanmelden."Dit symboliseert een opstartprocedure, ook wordt een functie `enqueue_aanmeldLijst()` gebruikt om de juiste waarden te geven aan lokale en globale variabelen. De lokatie aanmelden registreert de verschillende schepen worden lijsten bijgehouden : `list_wachtrijs_beneden`, `list_pos_invaren_beneden`, `list_schepe`

Het model voltooit de volgende transitie op basis van de waarde van de boolean `sluis_boven` en `sluis_beneden`. en de lokale klok variabele `x`. Vanaf de lokatie `invaarverbod` gecontroleerd wordt gecontroleerd of er nog invarende schepen zijn die in de sluiskolk passen. Op de lokatie `sluis`

De lokatie start, `nivelleren` kiest op basis van de variabelen `sluis_boven` en de variabelen `sluis_beneden` het nivelleringsprogramma

De lokatie `klaarmaken_voor_oppenen` wordt bereikt als de hoogte van de sluis door het nivelleringsprogramma is bereikt. De

De lokatie `uitvaren` oegestaan heeft een verbinding (edge) met de lokatie `sluis_afsluiten`. Er is een select statement, `e : id_i` gebruikt alsonderdeel van het protocol om alle uitvarende schepen uit de queue van de sluiskolk te halen, en wordt dan ook

Vanuit de positie van de sluis worden de schepen gesignaleerd op een invaarverbod en worden de deuren van de sluis gesloten. De lokatie `sluiskolk_afgesloten` is bereikt.

Ship [guards, invariants, assigns, synchronizations, properties, aannames] De template Schip begint bij de Init lokatie. De lokatie is verbonden met de lokatie aangekomen met een edge waarbij een synchronizatie wordt aangeroepen met de template sluisbeheerder. De clock wordt op nul gezet. De lokatie aangekomen is verbonden met de lokatie aangemeld. De edge bevat een synchronizatie waarmee de edge een synchronizatie uitvoert met de template Sluisbeheerder. De volgende



lokatie is controleren. De edge waarmee de lokatie aangemeld in verbinding staat met de lokatie controleren heeft een synchronisatie voor de template Sluisbeheerder. De lokatie controleren heeft ook een edge met de lokatie wachten. Een schip max maximaal 30 seconden wachten op de lokatie wachten voordat er een mogelijkheid is om opnieuw in aanmerking te komen voor een controle. Als een schip langer dan 30 tijdseenheden moet wachten dan is er een mogelijkheid voor het schip te vertrekken. Hierbij eindigt het schip het invaarproces. Een schip kan dus na aanvaren maximaal 20 seconden wachten om toestemming te krijgen voor een positie invaren anders wordt deze verwezen naar een wachtrij. Hierna volgde lokale invarene. De lokatie invarene impliceert dat een schip in een invaarproces is dat eindigt in de lokatie gestopt. Hierop volgt de lokatie nivelleer<sub>s</sub>tart. Hierop wordt een nivelleer<sub>p</sub>proces gestart. Daarbij is een synchronisatie met de template Sluisbeheerder. De lokale 3 tijdseenheden mag een schip vertrekken.

**Deur** De deur bevat de volgende lokaties: dicht, openend, open en sluitende. Een deur sluit niet in een enkele actie. Het proces die een deur dooploopt zijn de processen openend en sluitende. De finale lokaties zijn open en dicht.

**Nivelleermachine** De nivelleermachine begint bij de lokatie uit. Met een synchronisatie wordt een nivelleermachine aangezet. De automatie kiest een programma en werkt deze uit in de lokatie bezig. Als het programma is afgerond volgt de lokatie klaar. Na elk nivelleerproces wordt de machine uitgezet

**Stoplicht** Een stoplicht heeft twee lokaties: rood en groen.

**Liveness** Liveness properties are of the form: something will eventually happen, e.g. when pressing the on button of the remote control of the television, then eventually the television should turn on. Or in a model of a communication protocol, any message that has been sent should eventually be received.

## **Fairness**

**Security** Safety properties are of the form: "something bad will never happen". For instance, in a model of a nuclear power plant, a safety property might be, that the operating temperature is always (invariantly) under a certain threshold, or that a meltdown never occurs. A variation of this property is that "something will possibly never happen". For instance when playing a game, a safe state is one in which we can still win the game, hence we will possibly not lose. The system cannot reach states or enable events that are forbidden by the requirements

**Performance** There requirements limit the maximum time to perform when no recoverable errors occur.

# Verificaie extra

De safety en reachability requirements die formeel zijn gespecificeerd worden in Uppaal geverifieerd met de A en E state formule. Anderere operatoren zijn

**inleiding** Vanuit deze requiremenst kunnen verdere specificaties opgesteld worden.

Even ter duidelijkheid: een requirement beschrijft wat een programma moet doen, en een specificatie beschrijft hoe men van plan is om deze requirements te realiseren.// Voorbeeld:// Requirement is dat de sluis meerdere boten moet kunnen verwerken; de specificatie zou hier zijn fdad de sluis minstens twee keer zo groot moet zijn dan de grootste boot die door de sluis kan.

**ctl** CTL formulas are based on the following operators: A ( every path") E ( exists a path") X (time")G(or)F(or) U () R ()

Deze zijn als volgt:

A[] not maincontroller.rd1 imply

A[] maincontroller.rd1 imply

A[] not deadlock imply

E<> maincontroller.rd1 imply

E<> maincontroller.s7

E<> maincontroller.s7d

## Formele specificaties

**Timed automata** Before we consider a reachability problem, we show how real-time systems can be modeoled as parrallel compositions of timed automata [3,5]. We assume an interleavingor asynchronous semantics for this operation. Let  $A_1 = (\Sigma, S_1, \mathcal{S}_0^1, X_1, I_1, T_1)$  and  $A_2 = (\Sigma_2, S_2, \mathcal{S}_0^2, X_2, I_2, T_2)$  be two timed automata. Assume that the two automata have disjoint sets of clocks, that is  $X_1 \cap X_2 = \emptyset$ . Then, the parrallel composition of  $A_1$ , and  $A_2$  is the timed automation:

$A_1 \parallel A_2 = (\Sigma \cup \Sigma_2, S_1 \times S_2, \mathcal{S}_0^1 \times \mathcal{S}_0^2, X_1 \cup X_2, I, T)$ , where  $I(s_1, s_2) = I_1(s_1) \wedge I_2(s_2)$  and the edge relation T is given by the following rules:

1 For  $a \in \Sigma_1 \cap \Sigma_2$ , if  $\langle s_1, a, \varphi, \lambda_1, s_1' \rangle \in T_1$  and  $\langle s_2, a, \varphi, \lambda_2, s_2' \rangle \in T_2$  then T will contain the transition  $\langle (s_1, s_2), a, \varphi, \lambda_1 \cup \lambda_2, (s_1', s_2') \rangle$

2. For  $a \in \Sigma_1 - \Sigma_2$ , if  $\langle s, a, \phi, \lambda, s' \in T_1$  and  $t \in S_2$  then  $T$  will contain the transition  $\langle (s,t), a, \phi, \lambda, (s', t) \rangle$
3. For  $a \in \Sigma_2 - \Sigma_1$ , if  $\langle s, a, \phi, \lambda, s' \in T_2$  and  $t \in S_1$  then  $T$  will contain the transition  $\langle (t,s), a, \phi, \lambda, (t,s') \rangle$

Thus the locations of the parallel composition are pairs of locations from the component automata, and the invariant of such a location is the conjunction of the invariants of the component locations. There will be a transition in the parallel composition for each pair of transitions from the individual timed automata with the same action. The source location of the transition will be the composite location obtained from the source locations of the individual transitions. The target location will be the composite location obtained from the target locations of the individual transitions. The guard will be the conjunction of the guards for the individual transitions, and the set of clocks that are reset will be the union of sets that are reset by the individual transitions. If the action of a transition is only an action of one of the two processes, then there will be a transition in the parallel composition for each location of the other timed automaton. The source and target locations of the original transition and the location from the other automaton. All of the other components of the transition will remain the same.

**Timed automata** A timed automaton [8,99] is a finite augmented with a finite set of real-valued clocks. We assume that transitions are instantaneous. However, time can elapse when the automaton is in a state or location. When a transition occurs, some of the clocks may be reset to zero. At any instant, the reading of a clock is equal to the time that has elapsed since the last time the clock was reset. We assume that time passes at the same rate for all clocks. In order to prevent pathological behaviours, we only consider automata that are non-zeno, that is, only a finite number of transitions can happen within a finite amount of time.

A clock constraint, called a guard, is associated with each transition. The transition can be taken only if the current values of the clocks satisfy the clock constraint. A clock constraint is also associated with each location of the automaton. This constraint is called the invariant of the location. Time can elapse in the location only as long as the invariant of the location is true. An example of a timed automaton is shown in Figure 17.1. The automaton consists of two locations  $s_0$  and  $s_1$ , two clocks  $x$  and  $y$ , and a "a" transition from  $s_0$  to  $s_1$ , and a "b" transition from  $s_1$  to  $s_0$ . The automaton starts in location  $s_0$ . It can remain in that location as long as the clock  $y$  is less than or equal to 5. As soon as the value of  $y$  is greater than or equal to 3, the automaton can make an "a" transition to location  $s_1$  and reset the clock  $y$  to 0. The automaton can remain in location  $s_1$  as long as  $y$  is less than or equal to 10 and  $x$  is less than or equal to 8. When  $y$  is at least 4 and  $x$  is at least 6, it can make a "b" transition back to location  $s_0$  and reset  $x$ .

The remainder of this section contains a formal semantics for timed automata in terms of infinite state transition graphs [3,8]. We begin with a precise definition of clock constraints. Let  $X$  be a set of clock variables, ranging over the nonnegative real numbers  $\mathbb{R}^+$ . Define the set of clock constraints  $C(X)$  as follows: All inequalities of the form  $x \prec c$  or  $c \prec x$  are in  $C(X)$  where  $\prec$  is either  $<$  or  $\leq$  and  $c$  is a nonnegative rational number. If  $\phi_1$  and  $\phi_2$  are in  $C(X)$ , then  $\phi_1 \wedge \phi_2$  is in  $C(X)$ .

Note that if  $X$  contains  $k$  clocks; then each clock constraint is a convex subset of  $k$ -dimensional Euclidean space. Thus, if two points satisfy a clock constraint, then all of the points on the line segment connecting these points satisfy the clock constraint. A timed automaton is a 6-tuple  $A = (\Sigma, S, S_0, X, I, T)$  such that:

$\Sigma$  is a finite alphabet

$S$  is a finite set of locations

$S_0 \subseteq S$  is a set of starting locations

$X$  is a set of clocks

$I : S \rightarrow C(X)$  is a mapping from locations to clock constraints called the location invariant.

$T \subseteq S \times \Sigma \times C(X) \times 2^X \times S$  is a set of transitions. The 5-tuple  $\langle s, a, \phi, \lambda, s' \rangle$  corresponds to a transition from location  $s$  to location  $s'$  labeled with  $a$ , a constraint  $\phi$  that specifies when the transition is enabled, and a set of clocks  $\lambda \subseteq X$  that are reset when the transition is executed.

We will require that time be allowed to progress to infinity, that is, at each location the upper bound imposed on the clocks be either infinity, or smaller than the maximum bound imposed by the invariant

and by the transitions outgoing from the location. In other words, it is possible either to stay at a location forever, or the invariant will force the automation to leave the location, and at that point at least one transition will be enabled. For timed automata, these constraints can be imposed syntactically.

A model for a timed automaton  $A$  is an infinite state transition graph  $\tau(A) = (\Sigma, Q, Q_0, R)$ . Each state in  $Q$  is a pair  $(s, v)$  where  $s \in S$  is a location and  $v : X \rightarrow R^+$  is a clock assignment, mapping each clock to a nonnegative real value. The set of initial states  $Q_0$  is given by  $(s, v) \mid s \in S_0 \wedge \forall x \in X [v(x) = 0]$ .

In order to define the state transition relation for  $\tau(A)$ , we must first introduce some notation. For  $\lambda \subseteq X$ , define  $v[\lambda := 0]$  to be the clock assignment that is the same as  $v$  for clocks in  $X - \lambda$  and maps the clocks in  $\lambda$  to 0. For  $d \in \mathbb{R}$ , define  $v + d$  as the clock assignment that maps each clock  $x \in X$  to  $v(x) + d$ . The clock assignment  $v - d$  is defined in the same manner. From the brief discussion in the introduction, we know that a timed automaton has two basic types of transitions:

Delay transitions correspond to the elapsing of time while staying at some location.

We write  $(s, v) \xrightarrow{d} (s, v+d)$ , where  $d \in R^+$ , provided that for every  $0 \leq e \leq d$ , the invariant  $I(s)$  holds for  $v + e$ .

Action transitions correspond to the execution of a transition from  $T$ . We write  $(s, v) \xrightarrow{a} (s', v')$ , where  $a \in \Sigma$ , provided that there is a transition  $\langle s, a, \phi, \lambda, s' \rangle$  such that  $v$  satisfies  $\phi$  and  $v' = [v[\lambda := 0]]$ .

The transition relation  $R$  of  $\tau(A)$  is obtained by combining the delay and action transitions. We will write  $(s, v) R (s', v')$  or  $(s, v) \xrightarrow{f(x)} (s', v')$  if there exists  $s''$  and  $v''$  such that  $(s, v) \xrightarrow{d} (s'', v'') \xrightarrow{a} (s', v')$  for some  $d \in \mathbb{R}$ . In this chapter we will describe an algorithm for solving the reachability problem for  $\tau(A)$ : Given a set of initial states  $Q_0$ , we show how to compute the set of all states  $q \in Q$  that are reachable from  $Q_0$  by transitions in  $R$ . This problem is nontrivial because  $\tau(A)$  has an infinite number of states. In order to accomplish this goal, it is necessary to use a finite representation for the infinite state space of  $\tau(A)$ . Developing such representations is the main topic of the following sections.

**clock regions** In the definition of timed automata, we allowed the clock constraints that serve as the invariants of locations and the guards of transitions to contain arbitrary rational constants. We can multiply the constants in each clock constraint by the least common multiple  $m$  of the denominators of all the constants to integers. The value of a clock can still be an arbitrary nonnegative real number. Note that applying this transformation can change the clock assignments in the set of reachable states of  $T(A)$ . Fortunately, this does not cause a major problem. The reachable states of the original automaton can be obtained from the locations of the transformed automaton by applying the inverse transformation, that is, dividing each clock value by  $m$ .

The largest constant in the transformed automaton is the product of  $m$  and the largest constant in the original automaton. Thus, the transformation at worst results in quadratic blowup in the length of the encodings of the clock constraints[3]. This increase in complexity is acceptable, since the transformation simplifies certain operations on clock constraints that will be needed later in the chapter. We will apply this transformation uniformly to all of the clock constraints that appear in the timed automata that we study. Consequently, in the future we can assume without loss of generality that all constants in clock constraints that we encounter are integers.

In order to obtain a finite representation for the infinite state space of a timed automaton, we define clock regions[7,8], which represents sets of clock assignments. If two states, which correspond to the same location of the timed automaton  $A$ , agree on the integral parts of all clock constraint in the invariant of a location or in the guard of a transition is satisfied or not. The ordering of the fractional parts of the clock values determines which clock will change its integral part first. This is because clock constraints can involve only integers, and all clocks increase at the same rate.

For example, let  $A$  be a timed automaton with two clocks  $x_1$  and  $x_2$ . Let  $s$  be a location in  $A$  with an outgoing transition  $e$  to some other location. Consider two states  $(s, v)$  and  $(s, v')$  in  $T(A)$  that correspond to location  $s$ . Suppose that  $v(x_1) = 5.3$ ,  $v(x_2) = 7.5$ ,  $v'(x_1) = 5.5$  and  $v'(x_2) = 7.9$ . Assume that the guard  $\phi$  associated with  $e$  is  $x_1 \geq 8 \wedge x_2 \geq 10$ . It is easy to see that if  $(s, v)$  eventually satisfies the guard, then so will  $(s, v')$ .

The value of a clock can get arbitrarily large; however, if the clock is never compared to a constant greater than  $c$ , then the value of the clock will have no effect on the computation of  $A$  once it exceeds  $c$ . Suppose, for instance, that the clock  $x$  is never compared to a constant greater than 100 in the invariant associated with a location or in the guard of a transition.

Then, based on the behaviour of  $A$ , it is impossible to distinguish between  $x$  having the value 101 and  $x$  having the value 1001. Alur, Courcoubetis, and Dill [7,8] show how to formalize this reasoning. For each clock  $x \in X$ , let  $c_x$  be the largest constant that  $x$  is compared with in the invariant of any location or in the guard of any transition. For  $t \in \mathbb{R}^+$ , let  $\text{fr}(t)$  be the fractional part of  $t$ , and let  $[t]$  be the integral part of  $t$ . Thus,  $t = [t] + \text{fr}(t)$ . We define an equivalence relation  $\cong$  on the set of possible clock assignments as follows: Let  $v$  and  $v'$  be two clock assignments. Then  $v \cong v'$  if and only if three conditions are satisfied:

For all  $x \in X$  either  $v(x) \geq c_x$ , and  $v'(x) \geq c_x$  or  $[v(x)] = [v'(x)]$ . For all  $x, y \in X$  such that  $v(x) \leq c_x$  and  $v(y) \leq c_y$ ,  $\text{fr}(v(x)) \leq \text{fr}(v(y))$  if and only if  $\text{fr}(v'(x)) \leq \text{fr}(v'(y))$ . For all  $x \in X$  either  $v(x) \leq c_x$ ,  $\text{fr}(v(x)) = 0$  if and only if  $\text{fr}(v'(x)) = 0$ . It is easy to see that  $\cong$  does indeed define an equivalence relation. The equivalence classes of  $\cong$  are called regions [7,8]. We will write  $[v]$  to denote the region which contains the clock assignment  $v$ . Each region can be represented by specifying

1. for every clock  $x \in X$ , once clock constraint from the set  $x=c \mid c=0, \dots, c_x \cup c-1 < x < c \mid c=1, \dots, c_x \cup x > c_x$
2. for every pair of clocks  $x, y \in X$  such that  $c-1 < x < c$  and  $d-1 < y < d$  are clock constraints in the first condition, whether  $\text{fr}(x)$  is less than, equal to, or greater than  $\text{fr}(y)$ .

Figure 17.7 which is taken from [8], shows the clock regions for a timed automaton with two clocks  $x$  and  $y$  where  $c_x = 2$  and  $c_y = 1$ . In this example, there are a total of 28 regions: 6 corner points, 14 open line segments and 8 open regions.

We will use this observation to show that  $\cong$  has finite index and, consequently, that the number of regions is finite. Our proof of this fact is based on the proof given in [8].

**Lemma 43** The number of equivalence classes that  $\cong$  induces on  $C(X)$  is bounded by  $|X|! \cdot 2^{|X|} \cdot \prod (2c_x + 2)$  *proof* An equivalence class  $[v]$  of  $\cong$  can be described by a triple of arrays in the following manner. For each clock  $x \in X$ , the array  $\alpha$  tells which of the intervals  $[], []$  contains the value  $v(x)$ . Thus, the array  $\alpha$  represents the clock assignment  $v$  if and only if for each clock  $x \in X$ ,  $v(x) \in \alpha(x)$ . The number of ways to choose  $\alpha$  is  $\prod$ .

Let  $X_a$  be the set of clocks with nonzero fractional part. The array  $\beta: x_a \rightarrow 1, \dots, |X_a|$  is a permutation of  $X_a$ , which gives the ordering of the fractional parts of the clocks in  $X_a$  with respect to  $\leq$ . Thus the array  $\beta$  represents a clock assignment  $c$  if and only if for each pair  $x, y \in X_a$ , if  $\beta(x) < \beta(y)$  then  $\text{fr}(v(x)) \leq \text{fr}(v(y))$ . For a given  $\alpha$ , the number of ways to choose  $\beta$  is bounded by  $|X_a|!$  which is bounded by  $|X|!$ .

The third component  $\gamma$  is a boolean array indexed by  $X_a$  that is used to specify which clocks in  $X_a$  have the same fractional part. For each clock  $c$ ,  $\gamma(c)$  tells whether or not the fractional part of  $v(c)$  equals the

fractional part of its predecessor in the array  $\beta$ . Thus the array  $\gamma$  represents a clock assignment  $v$  if and only if for each  $x \in X$ ,  $\gamma(x)$  equals 0 exactly when there is a clock  $\gamma \in X_{alpha}$  such that  $\beta(y) = \beta(x) + 1$  and  $fr(v(x))$  equals  $fr(v(y))$ . The number of ways of choosing  $\gamma$  is bounded by the number of boolean arrays over  $X_\alpha$ , which is bounded by  $2^{|X|}$ . Hence,  $\alpha$  encoded the integral parts of the clock assignments, and  $\beta$  with  $\gamma$  encodes the ordering of their fractional parts. It is easy to see that the sets represented by triples are equivalence of  $\cong$  and that every equivalence class is represented by some triple. The bound given in the statement of the lemma is the product of the bounds associated with  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$ . This completes the proof of the lemma.

The following properties of the equivalence relation  $\cong$  are used in later in this chapter. Lemma 44 Let  $v_1$  and  $v_2$  be two clock assignments, let  $\phi$  be a clock constraint, and let  $\lambda \subseteq X$  be a set of clocks. 1. if  $v_1 \cong v_2$  and  $t$  is a nonnegative integer, then  $v_1 + t \cong v_2 + t$ . 2. if  $v_1 \cong v_2$ , then  $\forall t_1 \in \mathbb{R}^{|\lambda|} \exists t_2 \in \mathbb{R}^{|\lambda|} [v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2]$  3. if  $v_1 \cong v_2$ , then  $v_1$  satisfies  $\phi$  if and only if  $v_2$  satisfies  $\phi$  4. If  $v_1 \cong v_2$ , then  $v_1[\lambda:=0] \cong v_2[\lambda:=0]$

Note that the first property may not hold if  $t$  is not an integer. For example,  $(2.8) \cong (.1, .2)$ , but  $(.2, .8) + .3$  is not equivalent to  $(.1, .2) + .3$ . All of the properties except the second are straightforward to prove and will be left to the reader. A proof of the second property is sketched below. The proof is not difficult but it is somewhat tedious. It can be safely skipped when this chapter is read for the first time.

Proof Assume that  $v_1 \cong v_2$ . We can assume that  $t_1 > 0$  because, otherwise, we can simply choose  $t_2=0$ . Let  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ . We can treat  $v_1$  as a vector  $v_1 = \langle a_1, \dots, a_n \rangle$ , where  $a_i$  is the value of clock  $x_i$  in  $v_1$ . Similarly, we let  $v_2 = \langle b_1, \dots, b_n \rangle$ . Since corresponding clocks have the same integer part, we can assume without loss of generality that  $0 \leq a_i < 1$  and  $0 \leq b_i < 1$ . Also, assume that the clock values are sorted into increasing order so that  $a_1 \leq a_2 \leq \dots \leq a_n$  and  $b_1 \leq b_2 \leq \dots \leq b_n$ .

case 1 Assume that the largest element in  $v_1 + t_1$  is less than or equal to 1. This case is trivial. We can easily choose  $t_2$  so that  $v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2$

case 2 Assume that  $0 \leq t_1 < 1$ . Let the first element of  $v_1 + t_1$  that is greater than or equal to 1 be  $a_k + t_1$ . Choose  $\epsilon$  so that  $\epsilon = 0$  if  $a_k + t_1 = 1$  and so that  $0 < \epsilon < b_k - b_{k-1}$  if  $a_k + t_1 > 1$ . Note that  $b_{k-1} < b_k = b_{k-1}$ , then  $a_k = a_{k-1}$  and  $a_k + t_1$  is not the first element of  $v_1 + t_1$  that is greater than or equal to 1. We will show that  $v_1 + t_1 \cong v_2 + (1 + \epsilon - b_k)$ . In order to show this we will split the vectors into two parts. Let

$L_1 = \langle a_1 + t_1, \dots, a_{k-1} + t_1 \rangle$ , and  $L_2 = \langle b_1 + (1 + \epsilon - b_k), \dots, b_{k-1} + (1 + \epsilon - b_k) \rangle$  In each case it is straightforward to show that

1. all of the elements are positive 2. the elements are sorted in increasing order, and 3. all of the elements are less than 1 Because of these conditions it is easy to see that  $L_1 \cong L_2$ . Similarly, let

$$R_1 = \langle a_k + t_1, \dots, a_n + t_1 \rangle, \text{ and } R_2 = \langle b_k + (1 + \epsilon - b_k), \dots, b_n + (1 + \epsilon - b_k) \rangle$$

All of the elements in  $R_1$  and  $R_2$  are greater than or equal to 1. The fractional parts are given by  $R_1 - 1$  and  $R_2 - 1$ , respectively. For these vectors it is straightforward to show that

1. all of the elements are nonnegative 2. the elements are sorted in increasing order, and 3. all of the elements are less than 1

Moreover, an element in one vector is 0 if and only if the corresponding element in the other vector is 0. Thus  $R_1 - 1 \cong R_2 - 1$ . It follows immediately that  $R_1 \cong R_2$ . It is not difficult to see that the fractional parts of  $R_2$  precede the fractional parts of  $L_2$ . Let  $i \geq k$  and  $j < k$ . Then  $b_i + (1 + \epsilon - b_k) - 1 \leq b_j + (1 + \epsilon - b_k)$ . is equivalent to  $b_i - b_j \leq 1$ , which is obviously true. The same relationship holds for the fractional parts of  $R_1$  and  $L_1$ , that is.  $a_i + t_1 - 1 \leq a_j + t_1$ .

hence, we obtain  $R_1 \cdot L_1 \cong R_2 \cdot L_2$ , where  $\cdot$  is concatenation of vectors. This shows that for all  $t_1$  with  $0 \leq t_1 < 1$ , there exists a  $t_2$  such that  $v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2$  and completes the proof of

case 3 Finally, suppose that  $t_1 \geq 1$ . Let  $t_1' = t_1 - [t_1]$ , so that  $0 \leq t_1' < 1$ . Find  $t_2$  such that  $v_1 + t_1' \cong v_2 + t_2$ . Then:  $v_1 + t_1 + [t_1] \cong v_2 + t_2 + [t_1]$ .

If we choose  $t_2 = [t_1]$ , then we have  $v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2$  as required. This completes the proof of the second property.

The equivalence relation  $\cong$  over clock assignments can be extended to an equivalence relation over the state space of  $T(A)$  by requiring that equivalent states have identical locations and equivalent clock assignments:  $(s, v) \cong (s', v')$  if and only if  $s = s'$  and  $v \cong v'$ . The key property of the equivalence relation  $\cong$  is given by the following lemma [5]:

**Lemma 45** If  $v_1 \cong v_2$  and  $(s, v_1) \xrightarrow{a} (s', v')$ . The transition  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle$  that takes state  $(s, v_1)$  to state  $(s', v')$  corresponds to two transitions of the timed automaton.

**Proof** Assume that  $v_1 \cong v_2$  and  $(s, v_1) \xrightarrow{a} (s', v')$ . The transition  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle$  that takes state  $(s, v_1)$  to state  $(s', v')$  corresponds to two transitions of the timed automaton:

a delay transition  $(s, v_1) \xrightarrow{d_1} (s, v_1 + d_1)$  for some  $d_1 \geq 0$ , and an action transition  $(s, v_1 + d_1) \xrightarrow{a} (s', v')$  such that  $v_1 + d_1$  satisfies  $\varphi$  and  $v'_1 = (v_1 + d_1)[\lambda := 0]$ .

Since  $v_1 \cong v_2$  and  $v_1$  satisfies  $I(s)$ ,  $v_2$  also satisfies  $I(s)$ . Furthermore, there exists  $d_2 \geq 0$  such that  $v_1 + d_1 \cong v_2 + d_2$ . Since  $v_1 + d_1$  satisfies  $I(s)$ ,  $v_2 + d_2$  also satisfies  $I(s)$ . Because the clock constraint  $I(s)$  is convex and is satisfied by both  $v_2$  and  $v_2 + d_2$ ,  $I(s)$  must be satisfied by  $v_2 + e$  for all  $e$  such that  $0 \leq e \leq d_2$ . Consequently, the delay transition  $(s, v_2) \xrightarrow{d_2} (s, v_2 + d_2)$  is legal.

Since  $v_1 + d_1 \cong v_2 + d_2$ , both  $v_1 + d_1$  and  $v_2 + d_2$  must satisfy the clock constraint for the guard  $\varphi$ . Thus, the transition  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle$  must also be enabled in the state  $(s, v_2 + d_2)$ . Let  $v'_2 = (v_2 + d_2)[\lambda := 0]$ . Then  $v'_2$  is equivalent to  $v'_1$ . Hence, there is an action transition  $(s, v_2 + d_2) \xrightarrow{a} (s', v'_2)$ . Combining the delay transition with the action transition, we get  $(s, v_2) \xrightarrow{a} (s', v'_2)$  as required.

As a result of the lemma, we can construct a finite state transition graph that is bisimulation equivalent to the infinite state transition graph  $T(A)$ . The finite state transition graph is called the region graph of  $A$  [7,8] and is denoted by  $R(A)$ . A region is a pair  $(s, [v])$ . Since  $\cong$  has a finite index, there are only a finite number of regions. The states of the region graph are the regions of  $A$ . The construction of  $R(A)$  will have the property that whenever  $(s, v)$  is a state of  $T(A)$ , the region  $(s, [v])$  where  $s_0$  is an initial state of  $A$  and  $v_0$  is a clock assignment that assigns 0 to every clock. The transition relation of  $R(A)$  is defined so that bisimulation equivalence is guaranteed. There will be a transition labeled with  $a$  from the region  $(s, [v])$  to the region  $(s', [v'])$  if and only if there are assignments  $\omega \in [v]$  and  $\omega' \in [v']$  such that  $(s, \omega)$  can make a transition to  $(s', \omega')$ .

We summarize the construction of the region graph  $R(A)$  below. Let  $A = (\sigma, S, S_0, X, I, T)$  be a timed automaton. Then, The states of  $R(A)$  have the form  $(s, [v])$  where  $s \in S$  and  $[v]$  is a clock region. The initial states have the form  $(s_0, [v])$  where  $s_0 \in S_0$  and  $v(x)=0$  for all  $x \in X$ .  $R(A)$  has a transition  $((s, [v]), a, (s', [v']))$  if and only if  $(s, \omega) \xrightarrow{a} (s', \omega')$  for some  $\omega \in [v]$  and some  $\omega' \in [v']$ . We can use Lemma 45 to prove bisimulation equivalence.

**Theorem 31** We will show that  $T(A)$  and  $R(A)$  are bisimilar. Define the bisimulation relation  $B$  by  $(s, v)B(s, [v])$ . It is easy to see that the initial state  $(s_0, v_0)$  corresponds to the state  $(s_0, [v_0])$ . Next, we show that for each transition of  $T(A)$ , there is a corresponding transition of  $R(A)$ , and vice versa. Suppose first that  $(s, v)B(s, [v])$ . Suppose on the other hand that  $(s, v)B(s, [v])$  and that  $(s, v) \xrightarrow{a} (s', [v'])$ . Then there exist  $\omega \in [v]$  and  $\omega' \in [v']$  such that  $(s, \omega) \xrightarrow{a} (s', \omega')$  and  $(s, v) \xrightarrow{a} (s', v'')$ . Hence  $v'' \cong \omega \cong v'$ , so  $[v''] = [v']$ . By the definition of  $B$ ,  $(s', v'')B(s', [v'])$ , it follows that  $(s', v'')B(s', [v'])$ .

**Safety** Safety Properties are used to verify that something bad will never happen. Dit kan worden gespecificeerd met de volgende vergelijking

$$\Box(a_0 \implies ((\neg a_2 \wedge \neg a_3) \wedge a_1) \vee (\neg a_2 \wedge \neg a_3))$$

$$AG(p) \text{ M, } s \models AG(p) \Leftrightarrow \forall \pi \in \Pi(M, s) \cdot \forall i \cdot M, \pi[i] \models p$$

$$EG(p) \text{ M, s } \models EG(p) \Leftrightarrow \exists \pi \in \Pi(M, s) \cdot \forall i \cdot M, \pi[i] \models p$$

$$AF(p)$$

$$EF(p)$$

$$AX(p)$$

$$EX(p)$$

$$A(p \cup q) \text{ M, s } \models A(p \cup q) \Leftrightarrow \forall \pi \in \Pi(M, s) \cdot \exists k \cdot M, \pi[k] \models q \wedge (\forall i \leq k \cdot M, \pi[i] \models p)$$

$$E(p \cup q)$$

$$A(p \text{ R } q)$$

$$E(p \text{ R } q)$$

$$\forall x (P(x) \rightarrow Q(x)) \text{ premise}$$

$$\forall x P(x) \text{ premise}$$

$$P(x_0) \forall x e 2$$

$$Q(x_0) \rightarrow e 3, 4$$

$$\forall x Q(x) \forall x i 3-5$$

$$\{a,b\} \text{ or } \dagger a,b$$

$$\langle a,b \rangle \text{ or } a,b$$

$$f : A \rightarrow B$$

$$f \circ g$$

$$x \mapsto f(x)$$

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

$$x \mapsto x^2$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow p \in L(s)$$

$$M, s \models f1 \Leftrightarrow M, s \models f1$$

$$M, s \models f1 \vee f2 \Leftrightarrow M, s \models f1 \text{ or } M, s \models f2$$

$$M, s \models f1 \wedge f2 \Leftrightarrow M, s \models f1 \text{ and } M, s \models f2$$

$$M, s \models E g_1 \Leftrightarrow \text{there is a path } \pi \text{ from } s \text{ such that } M, \pi \models g_1$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow \text{for every path } \pi \text{ starting from } s, M, \pi \models g_1$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow s \text{ is the first state of } M, s \models f1$$

$$M, s \models g_1 \Leftrightarrow M, \pi \models g_1$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow M, \pi \models g_1 \text{ or } M, \pi \models g_2$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow M, \pi \models g_1 \text{ and } M, \pi \models g_2$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow M, \pi^1 \models g_1$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow \text{there exists a } k \geq 0, \text{ such that } M, \pi^k \models g_1$$

$$M, s \models p \Leftrightarrow \text{for all } i \geq 0, M, \pi^i \models g_1$$

$$M, s \models g_1 \text{ g}_2 \Leftrightarrow \text{there exists a } k \geq 0 \text{ such that } M, \pi^k \models g_2$$

$$\text{and for all } 0 \leq j < k, M, \pi^j \models g_1 \text{ } M, s \models p \Leftrightarrow \text{for all } j \geq 0, \text{ if for every } i < j, M, \pi^i \models g_1 \text{ then } M, \pi^j \models g_2$$



**Reachability** Reachability properties are used to check whether a given state formula can be satisfied by some reachable state.

**Liveness** Liveness properties are used to verify that something eventually will hold

## Security

**Performance** We think of the variables in  $V$  as the present state variables and the variables in  $V'$  as next state variables. Each variable  $v$  in  $V$  has a corresponding next state variable in  $V'$ , which we denote  $v'$ . A valuation for the variables in  $V$  and  $V'$  can be viewed as designating an ordered pair of states or a transition, and we can represent set of these valuations using formulas as above. We refer to a set of pairs of states as a transition relation. If  $R$  is a transition relation, then we write  $R(V, V')$  to denote a formula that represents it. In order to write specifications that describe properties of concurrent systems we need to define a set of atomic propositions  $AP$ . Atomic propositions will typically have the form  $v=d$  where  $v \in V$  and  $d \in D$ . A proposition  $v=d$  will be true in a state  $s$  if  $s(v)=d$ . When  $v$  is a variable over the boolean domain  $\text{True}, \text{False}$ , it is not necessary to include both  $v = \text{True}$  and  $v = \text{False}$  in  $AP$ . We will write  $v$  to indicate that  $s(v)=\text{True}$  and  $\neg v$  to indicate that  $s(v)=\text{False}$ . We now show how to derive

blz 16

We now show how to derive Kripke  $M=(S, S_0, R, L)$  from the first order formulas  $S_0$  and  $R$  that represent the concurrent system. The set of states is the set of all valuations for  $V$  the set of initial states  $S_0$  is the set of all valuations  $s_0$  for  $V$  that satisfy the formula  $S_0$  let  $s$  and  $s'$  be the two states, then  $R(s, s')$  holds if  $R$  evaluates to True when each  $v \in V$  is assigned the value  $s(v)$  and each  $v' \in V'$  is assigned the value  $s'(v')$ . The labeling function  $L: S \rightarrow \text{frm} - e^{AP}$  is defined so that  $L(s)$  is the subset of all atomic propositions true in  $s$ . If  $v$  is a variable over the boolean domain, then  $v \in L(s)$  indicates that  $s(v)=\text{True}$ , and  $v \notin L(s)$  indicates that  $s(v)=\text{False}$ .  $L: S \rightarrow \text{frm} - e^{AP}$  is a function that labels each state with the set of atomic propositions true in that state

Because we require that the transition relation of a kripke structure is always total, we must extend the relation  $R$  if some state  $s$  has no successor. In this case, we modify  $R$  so that  $R(s, s)$  holds. To illustrate the notions defined in this section we consider a simple system with variables  $x$  and  $y$  that range over  $D=0,1$ . Thus, a valuation for the variables  $x$  and  $y$  is just a pair  $(d_1, d_2) \in D \times D$  where  $d_1$  is the value for  $x$  and  $d_2$  is the value for  $y$ .

blz 33 Fairness A fairness constraint can be an arbitrary set of states, usually described by the formula of the logic. If fairness constraints are interpreted as sets of states, then a fair path must contain an element of each fairness constraint infinitely often. If fairness constraints are interpreted as CTL formula, then a path is fair if each constraint is true infinitely often along the path. The path quantifiers in the logic are then restricted to fair paths. Formally, a fair kripke structure is a 4-tuple  $M = (S, R, L, F)$ , where  $S, L$  and  $R$  are defined as before and  $F \subseteq \text{frm} - e^S$  is a set of fairness constraints (often called Buchi acceptance conditions) Let  $\pi = s_0, s_1$  be a path in  $M$ . Define  $\text{inf}(\pi) = \{s \mid s = s_i \text{ for infinitely many } i\}$ .

We say that  $\pi$  is fair if and only if for every  $P \in F$ ,  $\text{inf}(\pi) \cap P \neq \emptyset$ . The semantics of  $\text{CTL}^*$  with respect to a fair kripke structure is very similar to the semantics of  $\text{CTL}^*$  with respect to ordinary kripke structure. We will write  $M, s \models_F f$  to indicate that the state formula  $f$  is true in state  $s$  of the fair Kripke structure  $M$ . Similarly, we write  $M, \pi \models_f g$  to indicate that the path formula  $g$  is true along path  $\pi$  in  $M$ . Only clauses 1, 5 and 6 in the original semantics change. 1.  $M, s \models_f p \Leftrightarrow$  there exists a fair path from  $s$  and  $p \in L(s)$  5.  $M, s \models_f p \Leftrightarrow$  there exists a fair path  $\pi$  starting from  $s$  such that  $\pi \models_f g$  6.  $M, s \models_f p \Leftrightarrow$  for all fair paths  $\pi$  starting from  $s$ ,  $\pi \models_f g$

To illustrate the use of fairness, consider again the communication protocol for reliable channels. There is one fairness constraint for each channel that expresses the reliability of that channel. A possible choice for the fairness constraint associated with channel  $i$  is the set of states that satisfy the formula  $\neg$

send  $\vee receive_i$ . Thus, a computation path is fair if and only if for every channel, infinitely often either a message is received. Other notions of fairness are dealt with in [116].

The model checking problem is easy to describe. given a kripke structure  $M = (S, R, L)$  that represents a finite-state concurrent system and a temporal logic formula  $f$  expressing some desired specification, find the set of all states  $n \in S$  that satisfy  $f$ :  $s \in S \mid M, s \models f$

Let  $M = (S, R, L)$  be a kripke structure. Assume that we want to determine which states in  $S$  satisfy the CTL formula  $f$ . The algorithm will operate by labeling each state  $s$  with the set  $label(s)$  of subformulas of  $f$  which are true in  $s$ . Initially,  $label(s)$  is just  $L(s)$ . The algorithm then goes through a series of stages. During the  $i$ th stage, subformulas with  $i-1$  nested CTL operators are processed. When a subformula is processed, it is added to the label of each state in which it is true. Once the algorithm terminates, we will have that  $M, s \models f$  iff  $f \in label(s)$

blz 40 Fairness constraints In this subsection we show how to extend the CTL model checking algorithm to handle fairness constraints. Let  $M = (S, R, L, F)$  be a fair kripke structure. Let  $F = P_1, \dots, P_k$  be the set of fairness constraints. We will say that a strongly connected component  $C$  of the graph of  $M$  is fair with respect to  $F$  if and only if for each  $P_i \in F$ , there is a state  $t_i \in (C \cap P_i)$ . We first give an algorithm for checking  $EG f_1$  with respect to a fair structure. In order to establish the correctness of this algorithm, we need a lemma that is analogous to Lemma 1. As before, let  $M'$  be obtained from  $M$  by deleting from  $S$  all of those states at which  $f_1$  does not fairly hold. Thus,  $M' = (S', R', L', F')$  where  $S' = \{s \in S \mid M, s \models EG f_1\}$ ,  $R' = R|_{S' \times S'}$ ,  $L' = L|_{S'}$ , and  $F' = P_i \cap S' \mid P_i \in F$ .

Lemma 2  $M, s \models EG f_1$  iff the following two conditions are satisfied: 1.  $s \in S'$  2. There exists a path  $S'$  that leads from  $s$  to some node  $t$  in a nontrivial fair strongly connected component of the graph  $(S', R')$

In order to determine if  $M, s \models f$  for some  $p \in AP$ , we check  $M, s \models p \wedge fair$  using the ordinary model-checking procedure.

blz 69

blz 70

blz 71 Counterexamples and witnesses

blz 72

blz 73

blz 74

blz 121 automata theory blz 141

blz 171 Equivalence and preorders between systems blz 172

blz 173

blz 174

blz 175

blz 176

blz 177 simulation relations blz 178

blz 179

blz 180

blz 232 Invariants blz 233

blz 234

blz 265

blz 266

blz 267

blz 268 parallel composition Before we consider a reachability problem, we show how real-time systems can be modeled as parallel compositions of timed automata [3,5]. We assume an interleaving or

asynchronous semantics for this operation. Let  $A_1 = (\Sigma, S_1, \mathcal{S}_0^1, X_1, I_1, T_1)$  and  $A_2 = (\Sigma_2, S_2, \mathcal{S}_0^2, X_2, I_2, T_2)$  be two timed automata. Assume that the two automata have disjoint sets of clocks, that is  $X_1 \cap X_2 = \emptyset$ . Then, the parallel composition of  $A_1$  and  $A_2$  is the timed automaton:

$A_1 \parallel A_2 = (\Sigma \cup \Sigma_2, S_1 \times S_2, \mathcal{S}_0^1 \times \mathcal{S}_0^2, X_1 \cup X_2, I, T)$ , where  $I(s_1, s_2) = I_1(s_1) \wedge I_2(s_2)$  and the edge relation  $T$  is given by the following rules:

1 For  $a \in \Sigma_1 \cap \Sigma_2$ , if  $\langle s_1, a, \varphi, \lambda_1, s_1' \rangle \in T_1$  and  $\langle s_2, a, \varphi, \lambda_2, s_2' \rangle \in T_2$  then  $T$  will contain the transition  $\langle (s_1, s_2), a, \varphi, \lambda_1 \cup \lambda_2, (s_1', s_2') \rangle$ .  
 2. For  $a \in \Sigma_1 - \Sigma_2$ , if  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle \in T_1$  and  $t \in S_2$  then  $T$  will contain the transition  $\langle (s, t), a, \varphi, \lambda, (s', t) \rangle$ .  
 3. For  $a \in \Sigma_2 - \Sigma_1$ , if  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle \in T_2$  and  $t \in S_1$  then  $T$  will contain the transition  $\langle (t, s), a, \varphi, \lambda, (t, s') \rangle$ .

Thus the locations of the parallel composition are pairs of locations from the component automata, and the invariant of such a location is the conjunction of the invariants of the component locations. There will be a transition in the parallel composition for each pair of transitions from the individual timed automata with the same action. The source location of the transition will be the composite location obtained from the source locations of the individual transitions. The target location will be the composite location obtained from the target locations of the individual transitions. The guard will be the conjunction of the guards for the individual transitions, and the set of clocks that are reset will be the union of sets that are reset by the individual transitions. If the action of a transition is only an action of one of the two processes, then there will be a transition in the parallel composition for each location of the other timed automaton. The source and target locations of the original transition and the location from the other automaton. All of the other components of the transition will remain the same.

blz 269 modelling with timed automata

blz 274 clock regions

blz 280 clock zones

blz 281

**Timed automata** A timed automaton [8,99] is a finite augmented with a finite set of real-valued clocks. We assume that transitions are instantaneous. However, time can elapse when the automaton is in a state or location. When a transition occurs, some of the clocks may be reset to zero. At any instant, the reading of a clock is equal to the time that has elapsed since the last time the clock was reset. We assume that time passes at the same rate for all clocks. In order to prevent pathological behaviours, we only consider automata that are non-zeno, that is, only a finite number of transitions can happen within a finite amount of time.

A clock constraint, called a guard, is associated with each transition. The transition can be taken only if the current values of the clocks satisfy the clock constraint. A clock constraint is also associated with each location of the automaton. This constraint is called the invariant of the location. Time can elapse in the location only as long as the invariant of the location is true. An example of a timed automaton is shown in Figure 17.1. The automaton consists of two locations  $s_0$  and  $s_1$ , two clocks  $x$  and  $y$ , and a "a" transition from  $s_0$  to  $s_1$ , and a "b" transition from  $s_1$  to  $s_0$ . The automaton starts in location  $s_0$ . It can remain in that location as long as the clock  $y$  is less than or equal to 5. As soon as the value of  $y$  is greater than or equal to 3, the automaton can make an "a" transition to location  $s_1$  and reset the clock  $y$  to 0. The automaton can remain in location  $s_1$  as long as  $y$  is less than or equal to 10 and  $x$  is less than or equal to 8. When  $y$  is at least 4 and  $x$  is at least 6, it can make a "b" transition back to location  $s_0$  and reset  $x$ .

The remainder of this section contains a formal semantics for timed automata in terms of infinite state transition graphs [3,8]. We begin with a precise definition of clock constraints. Let  $X$  be a set of clock variables, ranging over the nonnegative real numbers  $\mathbb{R}^+$ . Define the set of clock constraints  $C(X)$  as follows: All inequalities of the form  $x \prec c$  or  $c \prec x$  are in  $C(X)$  where  $\prec$  is either  $<$  or  $\leq$  and  $c$  is a nonnegative rational number. If  $\varphi_1$  and  $\varphi_2$  are in  $C(X)$ , then  $\varphi_1 \wedge \varphi_2$  is in  $C(X)$ .

Note that if  $X$  contains  $k$  clocks; then each clock constraint is a convex subset of  $k$ -dimensional Euclidean space. Thus, if two points satisfy a clock constraint, then all of the points on the line segment

connecting these points satisfy the clock constraint. A timed automaton is a 6-tuple  $A = (\Sigma, S, S_0, X, I, T)$  such that  $\Sigma$  is a finite alphabet  $S$  is a finite set of locations  $S_0 \subseteq S$  is a set of starting locations  $X$  is a set of clocks  $I : S \rightarrow C(X)$  is a mapping from locations to clock constraints called the location invariant.  $T \subseteq S \times \Sigma \times C(X) \times 2^X \times S$  is a set of transitions. The 5-tuple  $\langle s, a, \phi, \lambda, s' \rangle$  corresponds to a transition from location  $s$  to location  $s'$  labeled with  $a$ , a constraint  $\phi$  that specifies when the transition is enabled, and a set of clocks  $\lambda \subseteq X$  that are reset when the transition is executed.

We will require that time be allowed to progress to infinity, that is, at each location the upper bound imposed on the clocks be either infinity, or smaller than the maximum bound imposed by the invariant and by the transitions outgoing from the location. In other words, it is possible either to stay at a location forever, or the invariant will force the automaton to leave the location, and at that point at least one transition will be enabled. For timed automata, these constraints can be imposed syntactically.

A model for a timed automaton  $A$  is an infinite state transition graph  $\tau(A) = (\Sigma, Q, Q_0, R)$ . Each state in  $Q$  is a pair  $(s, v)$  where  $s \in S$  is a location and  $v : X \rightarrow R^+$  is a clock assignment, mapping each clock to a nonnegative real value. The set of initial states  $Q_0$  is given by  $(s, v) \mid s \in S_0 \wedge \forall x \in X [v(x) = 0]$ . In order to define the state transition relation for  $\tau(A)$ , we must first introduce some notation. For  $\lambda \subseteq X$ , define  $v[\lambda := 0]$  to be the clock assignment that is the same as  $v$  for clocks in  $X - \lambda$  and maps the clocks in  $\lambda$  to 0. For  $d \in \mathbb{R}$ , define  $v + d$  as the clock assignment that maps each clock  $x \in X$  to  $v(x) + d$ . The clock assignment  $v \rightarrow d$  is defined in the same manner.

From the brief discussion in the introduction, we know that a timed automaton has two basic types of transitions: Delay transitions correspond to the elapsing of time while staying at some location. We write  $(s, v) \xrightarrow{d} (s, v+d)$ , where  $d \in R^+$ , provided that for every  $0 \leq e \leq d$ , the invariant  $I(s)$  holds for  $v + e$ . Action transitions correspond to the execution of a transition from  $T$ . We write  $(s, v) \xrightarrow{a} (s', v')$ , where  $a \in \Sigma$ , provided that there is a transition  $\langle s, a, \phi, \lambda, s' \rangle$  such that  $v$  satisfies  $\phi$  and  $v' = [\lambda := 0]$ .

The transition relation  $R$  of  $\tau(A)$  is obtained by combining the delay and action transitions. We will write  $(s, v) R (s', v')$  or  $(s, v) \sqcup f(x) (s', v')$  if there exists  $s''$  and  $v''$  such that  $(s, v) \xrightarrow{d} (s'', v'') \xrightarrow{a} (s', v')$  for some  $d \in \mathbb{R}$ . In this chapter we will describe an algorithm for solving the reachability problem for  $\tau(A)$ : Given a set of initial states  $Q_0$ , we show how to compute the set of all states  $q \in Q$  that are reachable from  $Q_0$  by transitions in  $R$ . This problem is nontrivial because  $\tau(A)$  has an infinite number of states. In order to accomplish this goal, it is necessary to use a finite representation for the infinite state space of  $\tau(A)$ . Developing such representations is the main topic of the following sections.

blz 268 parallel composition

blz 274 clock regions

**clock regions** In the definition of timed automata, we allowed the clock constraints that serve as the invariants of locations and the guards of transitions to contain arbitrary rational constants. We can multiply the constants in each clock constraint by the least common multiple  $m$  of the denominators of all the constants to integers. The value of a clock can still be an arbitrary nonnegative real number. Note that applying this transformation can change the clock assignments in the set of reachable states of  $T(A)$ . Fortunately, this does not cause a major problem. The reachable states of the original automaton can be obtained from the locations of the transformed automaton by applying the inverse transformation, that is, dividing each clock value by  $m$ .

The largest constant in the transformed automaton is the product of  $m$  and the largest constant in the original automaton. Thus, the transformation at worst results in quadratic blowup in the length of the encodings of the clock constraints[3]. This increase in complexity is acceptable, since the transformation simplifies certain operations on clock constraints that will be needed later in the chapter. We will apply this transformation uniformly to all of the clock constraints that appear in the timed automata that we study. Consequently, in the future we can assume without loss of generality that all constants in clock constraints that we encounter are integers.

In order to obtain a finite representation for the infinite state space of a timed automaton, we define clock regions[7,8], which represents sets of clock assignments. If two states, which correspond to the

same location of the timed automaton A, agree on the integral parts of all clock constraint in the invariant of a location or in the guard of a transition is satisfied or not. The ordering of the fractional parts of the clock values determines which clock will change its integral part first. This is because clock constraints can involve only integers, and all clocks increase at the same rate.

For example, let A be a timed automaton with two clocks  $x_1$  and  $x_2$ . Let  $s$  be a location in A with an outgoing transition  $e$  to some other location. Consider two states  $(s, v)$  and  $(s, v')$  in  $T(A)$  that correspond to location  $s$ . Suppose that  $v(x_1) = 5.3$ ,  $v(x_2) = 7.5$ ,  $v'(x_1) = 5.5$  and  $v'(x_2) = 7.9$ . Assume that the guard  $\phi$  associated with  $e$  is  $x_1 \geq 8 \wedge x_2 \geq 10$ . It is easy to see that if  $(s, v)$  eventually satisfies the guard, then so will  $(s, v')$ .

The value of a clock can get arbitrarily large; however, if the clock is never compared to a constant greater than  $c$ , then the value of the clock will have no effect on the computation of A once it exceeds  $c$ . Suppose, for instance, that the clock  $x$  is never compared to a constant greater than 100 in the invariant associated with a location or in the guard of a transition.

Then, based on the behaviour of A, it is impossible to distinguish between  $x$  having the value 101 and  $x$  having the value 1001. Alur, Courcoubetis, and Dill [7,8] show how to formalize this reasoning. For each clock  $x \in X$ , let  $c_x$  be the largest constant that  $x$  is compared with in the invariant of any location or in the guard of any transition. For  $t \in \mathbb{R}^+$ , let  $fr(t)$  be the fractional part of  $t$ , and let  $[t]$  be the integral part of  $t$ . Thus,  $t = [t] + fr(t)$ . We define an equivalence relation  $\cong$  on the set of possible clock assignments as follows: Let  $v$  and  $v'$  be two clock assignments. Then  $v \cong v'$  if and only if three conditions are satisfied:

For all  $x \in X$  either  $v(x) \geq c_x$ , and  $v'(x) \geq c_x$  or  $[v(x)] = [v'(x)]$ . For all  $x, y \in X$  such that  $v(x) \leq c_x$  and  $v(y) \leq c_y$ ,  $fr(v(x)) \leq fr(v(y))$  if and only if  $fr(v'(x)) \leq fr(v'(y))$ . For all  $x \in X$  either  $v(x) \leq c_x$ ,  $fr(v(x)) = 0$  if and only if  $fr(v'(x)) = 0$ . It is easy to see that  $\cong$  does indeed define an equivalence relation. The equivalence classes of  $\cong$  are called regions [7,8]. We will write  $[v]$  to denote the region which contains the clock assignment  $v$ . Each region can be represented by specifying

1. for every clock  $x \in X$ , once clock constraint from the set  $x = c \mid c = 0, \dots, c_x \cup c - 1 < x < c \mid c = 1, \dots, c_x \cup x > c_x$  2. for every pair of clocks  $x, y \in X$  such that  $c - 1 < x < c$  and  $d - 1 < y < d$  are clock constraints in the first condition, whether  $fr(x)$  is less than, equal to, or greater than  $fr(y)$ .

Figure 17.7 which is taken from [8], shows the clock regions for a timed automaton with two clocks  $x$  and  $y$  where  $c_x = 2$  and  $c_y = 1$ . In this example, there are a total of 28 regions: 6 corner points, 14 open line segments and 8 open regions.

We will use this observation to show that  $\cong$  has finite index and, consequently, that the number of regions is finite. Our proof of this fact is based on the proof given in [8].

**Lemma 43** The number of equivalence classes that  $\cong$  induces on  $C(X)$  is bounded by  $|X|! \cdot 2^{|X|} \cdot \prod (2c_x + 2)$  **proof** An equivalence class  $[v]$  of  $\cong$  can be described by a triple of arrays in the following manner. For each clock  $x \in X$ , the array  $\alpha$  tells which of the intervals  $[], []$  contains the value  $v(x)$ . Thus, the array  $\alpha$  represents the clock assignment  $v$  if and only if for each clock  $x \in X$ ,  $v(x) \in \alpha(x)$ . The number of ways to choose  $\alpha$  is  $\prod$ .

Let  $X_a$  be the set of clocks with nonzero fractional part. The array  $\beta: x_a \rightarrow 1, \dots, |X_a|$  is a permutation of  $X_a$ , which gives the ordering of the fractional parts of the clocks in  $X_a$  with respect to  $\leq$ . Thus the array  $\beta$  represents a clock assignment  $c$  if and if for each pair  $x, y \in X_a$ , if  $\beta(x) < \beta(y)$  then  $fr(v(x)) \leq fr(v(y))$ . For a given  $\alpha$ , the number of ways to choose  $\beta$  is bounded by  $|X_a|!$  which is bounded by  $|X|!$ .

The third component  $\gamma$  is a boolean array indexed by  $X_a$  that is used to specify which clocks in  $X_a$  have the same fractional part. For each clock  $c$ ,  $\gamma(x)$  tells whether or not the fractional part of  $v(x)$  equals the fractional part of its predecessor in the array  $\beta$ . Thus the array  $\gamma$  represents a clock assignment  $v$  if and only if for each  $x \in X$ ,  $\gamma(x)$  equals 0 exactly when there is a clock  $y \in X_a$  such that  $\beta(y) = \beta(x) + 1$  and  $fr(v(x))$  equals  $fr(v(y))$ . The number of ways of choosing  $\gamma$  is bounded by the number of boolean arrays over  $X_a$ , which is bounded by  $2^{|X|}$ . Hence,  $\alpha$  encoded the integral parts of the clock assignments, and  $\beta$  with  $\gamma$  encodes the ordering of their fractional parts. It is easy to see that the sets represented by triples

are equivalence of  $\cong$  and that every equivalence class is represented by some triple. The bound given in the statement of the lemma is the product of the bounds associated with  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$ . This completes the proof of the lemma.

The following properties of the equivalence relation  $\cong$  are used in later in this chapter. Lemma 44 Let  $v_1$  and  $v_2$  be two clock assignments, let  $\phi$  be a clock constraint, and let  $\lambda \subseteq X$  be a set of clocks. 1. if  $v_1 \cong v_2$  and  $t$  is a nonnegative integer, then  $v_1 + t \cong v_2 + t$ .

2. if  $v_1 \cong v_2$ , then  $\forall t_1 \in \mathbb{R}^{|\lambda|} \exists t_2 \in \mathbb{R}^{|\lambda|} [v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2]$

3. if  $v_1 \cong v_2$ , then  $v_1$  satisfies  $\phi$  if and only if  $v_2$  satisfies  $\phi$

4. If  $v_1 \cong v_2$ , then  $v_1[\lambda:=0] \cong v_2[\lambda:=0]$

Note that the first property may not hold if  $t$  is not an integer. For example,  $(2.8) \cong (.1, .2)$ , but  $(.2, .8) + .3$  is not equivalent to  $(.1, .2) + .3$ . All of the properties except the second are straightforward to prove and will be left to the reader. A proof of the second property is sketched below. The proof is not difficult but it is somewhat tedious. It can be safely skipped when this chapter is read for the first time.

Proof Assume that  $v_1 \cong v_2$ . We can assume that  $t_1 > 0$  because, otherwise, we can simply choose  $t_2 = 0$ . Let  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ . We can treat  $v_1$  as a vector  $v_1 = \langle a_1, \dots, a_n \rangle$ , where  $a_i$  is the value of clock  $x_i$  in  $v_1$ . Similarly, we let  $v_2 = \langle b_1, \dots, b_n \rangle$ . Since corresponding clocks have the same integer part, we can assume without loss of generality that  $0 \leq a_i < 1$  and  $0 \leq b_i < 1$ . Also, assume that the clock values are sorted into increasing order so that  $a_1 \leq a_2 \leq \dots \leq a_n$  and  $b_1 \leq b_2 \leq \dots \leq b_n$ .

case 1 Assume that the largest element in  $v_1 + t_1$  is less than or equal to 1. This case is trivial. We can easily choose  $t_2$  so that  $v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2$

case 2 Assume that  $0 \leq t_1 < 1$ . Let the first element of  $v_1 + t_1$  that is greater than or equal to 1 be  $a_k + t_1$ . Choose  $\epsilon$  so that  $\epsilon = 0$  if  $a_k + t_1 = 1$  and so that  $0 < \epsilon < b_k - b_{k-1}$  if  $a_k + t_1 > 1$ . Note that  $b_{k-1} < b_k = b_{k-1}$ , then  $a_k = a_{k-1}$  and  $a + t_1$  is not the first element of  $v_1 + t_1$  that is greater than or equal to 1. We will show that  $v_1 + t_1 \cong v_2 + (1 + \epsilon - b_k)$ . In order to show this we will split the vectors into two parts. Let

$L_1 = \langle a_1 + t_1, \dots, a_{k-1} + t_1 \rangle$ , and  $L_2 = \langle b_1 + (1 + \epsilon - b_k), \dots, b_{k-1} + (1 + \epsilon - b_k) \rangle$  In each case it is straightforward to show that

1. all of the elements are positive 2. the elements are sorted in increasing order, and 3. all of the elements are less than 1 Because of these conditions it is easy to see that  $L_1 \cong L_2$ . Similarly, let

$$R_1 = \langle a_k + t_1, \dots, a_n + t_1 \rangle, \text{ and } R_2 = \langle b_k + (1 + \epsilon - b_k), \dots, b_n + (1 + \epsilon - b_k) \rangle$$

All of the elements in  $R_1$  and  $R_2$  are greater than or equal to 1. The fractional parts are given by  $R_1 - 1$  and  $R_2 - 1$ , respectively. For these vectors it is straightforward to show that

1. all of the elements are nonnegative 2. the elements are sorted in increasing order, and 3. all of the elements are less than 1

Moreover, an element in one vector is 0 if and only if the corresponding element in the other vector is 0. Thus  $R_1 - 1 \cong R_2 - 1$ . It follows immediately that  $R_1 \cong R_2$ . It is not difficult to see that the fractional parts of  $R_2$  precede the fractional parts of  $L_2$ . Let  $i \geq k$  and  $j < k$ . Then  $b_i + (1 + \epsilon - b_k) - 1 \leq b_j + (1 + \epsilon - b_k)$ , which is equivalent to  $b_i - b_j \leq 1$ , which is obviously true. The same relationship holds for the fractional parts of  $R_1$  and  $L_1$ , that is,  $a_i + t_1 - 1 \leq a_j + t_1$ .

hence, we obtain  $R_1 \cdot L_1 \cong R_2 \cdot L_2$ , where  $\cdot$  is concatenation of vectors. This shows that for all  $t_1$  with  $0 \leq t_1 < 1$ , there exists a  $t_2$  such that  $v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2$  and completes the proof of

case 3 Finally, suppose that  $t_1 \geq 1$ . Let  $t_1' = t_1 - [t_1]$ , so that  $0 \leq t_1' < 1$ . Find  $t_2$  such that  $v_1 + t_1' \cong v_2 + t_2$ . Then:  $v_1 + t_1 + [t_1] \cong v_2 + t_2 + [t_1]$ .

If we choose  $t_2 = [t_1]$ , then we have  $v_1 + t_1 \cong v_2 + t_2$  as required. This completes the proof of the second property.

The equivalence relation  $\cong$  over clock assignments can be extended to an equivalence relation over the state space of  $T(A)$  by requiring that equivalent states have identical locations and equivalent clock assignments:  $(s, v) \cong (s', v')$  if and only if  $s = s'$  and  $v \cong v'$ . The key property of the equivalence relation  $\cong$  is given by the following lemma [5]:

**Lemma 45** If  $v_1 \cong v_2$  and  $(s, v_1) \xrightarrow{a} (s', v')$ . The transition  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle$  that takes state  $(s, v_1)$  to state  $(s', v')$  corresponds to two transitions of the timed automaton.

**Proof** Assume that  $v_1 \cong v_2$  and  $(s, v_1) \xrightarrow{a} (s', v')$ . The transition  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle$  that takes state  $(s, v_1)$  to state  $(s', v')$  corresponds to two transitions of the timed automaton:

a delay transition  $(s, v_1) \xrightarrow{d_1} (s, v_1 + d_1)$  for some  $d_1 \geq 0$ , and an action transition  $(s, v_1 + d_1) \xrightarrow{a} (s', v')$  such that  $v_1 + d_1$  satisfies  $\varphi$  and  $v' = (v_1 + d_1)[\lambda := 0]$ .

Since  $v_1 \cong v_2$  and  $v_1$  satisfies  $I(s)$ ,  $v_2$  also satisfies  $I(s)$ . Furthermore, there exists  $d_2 \geq 0$  such that  $v_1 + d_1 \cong v_2 + d_2$ . Since  $v_1 + d_1$  satisfies  $I(s)$ ,  $v_2 + d_2$  also satisfies  $I(s)$ . Because the clock constraint  $I(s)$  is convex and is satisfied by both  $v_2$  and  $v_2 + d_2$ ,  $I(s)$  must be satisfied by  $v_2 + e$  for all  $e$  such that  $0 \leq e \leq d_2$ . Consequently, the delay transition  $(s, v_2) \xrightarrow{d_2} (s, v_2 + d_2)$  is legal.

Since  $v_1 + d_1 \cong v_2 + d_2$ , both  $v_1 + d_1$  and  $v_2 + d_2$  must satisfy the clock constraint for the guard  $\varphi$ . Thus, the transition  $\langle s, a, \varphi, \lambda, s' \rangle$  must also be enabled in the state  $(s, v_2 + d_2)$ . Let  $v'_2 = (v_2 + d_2)[\lambda := 0]$ . Then  $v'_2$  is equivalent to  $v'$ . Hence, there is an action transition  $(s, v_2 + d_2) \xrightarrow{a} (s', v'_2)$ . Combining the delay transition with the action transition, we get  $(s, v_2) \xrightarrow{a} (s', v'_2)$  as required.

As a result of the lemma, we can construct a finite state transition graph that is bisimulation equivalent to the infinite state transition graph  $T(A)$ . The finite state transition graph is called the region graph of  $A$  [7,8] and is denoted by  $R(A)$ . A region is a pair  $(s, [v])$ . Since  $\cong$  has a finite index, there are only a finite number of regions. The states of the region graph are the regions of  $A$ . The construction of  $R(A)$  will have the property that whenever  $(s, v)$  is a state of  $T(A)$ , the region  $(s, [v])$  where  $s_0$  is an initial state of  $A$  and  $v_0$  is a clock assignment that assigns 0 to every clock. The transition relation of  $R(A)$  is defined so that bisimulation equivalence is guaranteed. There will be a transition labeled with  $a$  from the region  $(s, [v])$  to the region  $(s', [v'])$  if and only if there are assignments  $\omega \in [v]$  and  $\omega' \in [v']$  such that  $(s, \omega)$  can make a transition to  $(s', \omega')$ .

We summarize the construction of the region graph  $R(A)$  below. Let  $A = (\Sigma, S, S_0, X, I, T)$  be a timed automaton. Then, the states of  $R(A)$  have the form  $(s, [v])$  where  $s \in S$  and  $[v]$  is a clock region. The initial states have the form  $(s_0, [v])$  where  $s_0 \in S_0$  and  $v(x)=0$  for all  $x \in X$ .  $R(A)$  has a transition  $((s, [v]), a, (s', [v']))$  if and only if  $(s, \omega) \xrightarrow{a} (s', \omega')$  for some  $\omega \in [v]$  and some  $\omega' \in [v']$ . We can use Lemma 45 to prove bisimulation equivalence.

**Theorem 31** We will show that  $T(A)$  and  $R(A)$  are bisimilar. Define the bisimulation relation  $B$  by  $(s, v)B(s, [v])$ . It is easy to see that the initial state  $(s_0, v_0)$  corresponds to the state  $(s_0, [v_0])$ . Next, we show that for each transition of  $T(A)$ , there is a corresponding transition of  $R(A)$ , and vice versa. Suppose first that  $(s, v)B(s, [v])$ . Suppose on the other hand that  $(s, v)B(s, [v])$  and that  $(s, v) \xrightarrow{a} (s', [v'])$ . Then there exist  $\omega \in [v]$  and  $\omega' \in [v']$  such that  $(s, \omega) \xrightarrow{a} (s', \omega')$ . Hence  $v \cong \omega \cong \omega'$ , so  $[v] = [v']$ . By the definition of  $B$ ,  $(s', \omega')B(s', [v'])$ , it follows that  $(s', v')B(s', [v'])$ .

blz 280 clock zones blz 281 Intersection

blz 281 Clock reset

blz 281 elapsing of time In principle, the three operations on clock zones described above can be used to construct a finite representation of the transition graph  $T(A)$  corresponding to a timed automaton.

Real-time System = Discrete System + Clock Variables by Rajeev Alur

blz 2 actions The state of a system changes over time. We refer to the state changes of a system as actions. An action is a pair  $(\sigma, \sigma')$  of states that consists of a source state  $\sigma$  and a target state  $\sigma'$ . Intuitively, if a system is in the source state  $\sigma$ , then the action  $(\sigma, \sigma')$  takes the system into the target state

$\sigma'$ . We say that an action is enabled in its source state and disabled in all other states. Two actions  $(\sigma, \sigma'1)$  and  $(\sigma, \sigma'2)$  are consecutive if the second action is enabled in the target state of the

first action i.e., if  $(\sigma'1 = \sigma'2)$ . The action  $(\sigma, \sigma')$  is a null action if  $(\sigma = \sigma')$ .

blz 6 clocks and delays

Formally, the action  $(\sigma, \sigma')$  is a system action if for all clock variables  $x$ , either  $\sigma'(x) = \sigma(x)$  or  $\sigma'(x) = 0$ ; the action  $(\sigma, \sigma')$  is a time action - or delay - if there is a nonnegative real  $\delta$  the duration of the delay such that  $\sigma' = (\sigma, \sigma')$ . System actions have duration 0. Every null action is, by de

inition, both a system action and a delay of duration 0.

blz 7 Clock constraints Let  $(\sigma, \delta)$  be a delay, let  $\phi$  be a state predicate, and let  $\psi$  be an action predicate. The characteristic function of  $\phi$  maps each nonnegative real  $e < \delta$  to 1 if  $\phi$  is true for  $\sigma + e$ , and otherwise to 0; the characteristic function of  $\psi$  maps  $e$  to 1 iff  $\psi$  is enabled in  $\sigma + e$ . A state or action predicate varies

finitely over the delay  $(\sigma, \delta)$  if its characteristic function has

finitely many discontinuities in the interval  $(0, \delta)$ . Abstractly, we restrict ourselves to state predicates and action predicates that vary

finitely over all delays.

blz 8 Clock-constrained systems A clock-constrained system  $S = (\phi, \psi)$  is a pair that consists of a timed state predicate  $\phi$  the initial condition of  $S$  and a timed action predicate  $\psi$  the transition condition of  $S$ . The timed behavior  $\sigma$  is a behavior of the clock-constrained system  $S$  if (1) the initial condition of  $S$  is initially true for  $\sigma$  and (2) the transition condition of  $S$  is invariantly true for  $\sigma$ . Every clock-constrained system  $S$  de

finies, then, the set of its divergent behaviors, which is denoted by  $[[S]]$ .

blz 9 Clock-constrained programs

blz 10 Delay predicates

blz 11 Real-time systems A real-time system  $S = (\phi, \psi, \chi)$  is a triple that consists of a clock-constrained system  $(\phi, \psi)$  and a delay predicate  $\chi$  the environment condition of  $S$ . The timed behavior  $\sigma$  is a behavior of the real-time system  $S$  if (1)  $\sigma$  is a behavior of the clock-constrained system that underlies  $S$  and (2) the environment condition of  $S$  is invariantly true for  $\sigma$ . Every real-time system  $S$  defines, then, the set of its divergent behaviors, which is denoted by  $[[S]]$ .

For example, the following real-time system  $S2 = (\phi, \psi, \chi)$  changes the value of  $m$  from 0 to 1 at time 3 at the earliest and at time 5 at the latest:  $\phi = (m = 0 \wedge x = 0)$   $\psi = (m \geq 3 \wedge m' = 1)$   $\chi = (m = 0 \wedge x < 5) \vee (m = 1)$

blz 12 Real-time executability

blz 13 Real-time programs

blz 15 Sequential real-time processes

blz 17 Concurrent real-time processes

blz 19 Embedded real-time processes

blz 30 Verification of Safety Properties

A safety property is simply a closed set of behaviors.

$$\begin{array}{r} x = 1 \\ y = 2 \\ \hline x + y = 3 \end{array}$$