

automata,positioning

# Verslag Tinlab Advanced Algorithms

T. Ravensbergen  
G. Bartes  
K. G. Razmjou  
69

12 juni 2023



#### List of Authors

Provide contact information of persons who have contributed considerably in collection, exploration and/or writing the literature. The author list may be ordered alphabetically or on the basis of involvement. The name of the author who has done most of the research work, that is, collection and writing of literature, and so on, appears first on the list. Authors listed between first and last author have substantial contribution in completion of the research. Usually, it is assumed that the last author named on the list organized the review plan and proposed the original idea.

Managementsamenvatting samenvatting, introductie, omschrijving, ontwerp, test-opstelling en resultaten, conclusie

**Introduction** Which is the main theme of the study? What is already known about the theme? What is not yet known about the theme? What are the objectives of the research? Are the objectives clear and well defined? Organize Introduction in a way that the sequence of ideas is evident. The text should be informative, concise, and encourage the continuity of reading.

**Methods** What is the design of the study? Which is the population of the study (including studied groups and socio-demographic characterization)? Which were the inclusion and exclusion criteria considered? Which were the materials and procedures used? How was the data analysis conducted (including studied variables and statistical tests used to answer each objective, level of significance adopted, and possible transformations applied to the data)? Which were ethical procedures conducted? Write the Methods section in a way that allows its reproduction by other researchers.

**Results** Which results should be presented to answer each objective of the study? What is the most appropriate way to summarize each result, emphasizing the main findings (text, tables and/or figures)? Which statistical results should be presented to provide credibility to the findings? Besides numerical data, present a brief conclusion about the results, in order to summarize the main findings. Data should not be discussed in this section.

**Discussion** Which are the main answers to the objectives of the study? How are the findings related to those of previous studies found in literature? How do they answer the gap in knowledge evidenced in the Introduction? What are the clinical and scientific implications of the study? What are the limitations of the study? What are the perspectives of future studies on the theme, based on the results and limitations of the present study? The authors should try to position themselves in relation to the findings discussed, for this is what determines the contribution of the study to Science.

**Conclusion** What specific results answer to the objectives of the study? What is the novelty found in the results? Write the Conclusion in one concise and accurate paragraph, sticking to the answer.

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1	Algemeen . . . . .	5
1.2	Achtergrond . . . . .	5
1.2.1	Formal specification . . . . .	5
1.2.2	Modelling . . . . .	5
1.2.3	Formal verification . . . . .	5
1.2.4	Counterexample analysis . . . . .	5
1.3	Statistical model checking . . . . .	5
1.4	Het vier variabelen model . . . . .	5
1.4.1	Monitored variabelen . . . . .	5
1.4.2	Controlled variabelen . . . . .	6
1.4.3	Input variabelen . . . . .	6
1.4.4	Output variabelen . . . . .	6
1.5	Counterexamples . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Requirements elicitation</b>	<b>7</b>
2.1	Algemeen . . . . .	7
2.2	Conclusies uit rampenonderzoek van de groepsleden . . . . .	9
2.3	Requirements . . . . .	9
2.4	Specificaties . . . . .	10
2.4.1	Aannames . . . . .	11
2.5	Formele specificaties . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Formeel model gerealiseerd in Uppaal</b>	<b>13</b>
3.1	Algemeen . . . . .	13
3.2	Maincontroller . . . . .	13
3.3	Schip . . . . .	13
3.4	Sluiskolk . . . . .	13
3.5	Stoplicht . . . . .	14
3.6	Deur . . . . .	14
3.7	pomp . . . . .	14
3.8	De formele verificatie aan de hand van een Kripke structuur . . . . .	14
3.9	Tijd . . . . .	16
3.10	Guards en invarianten . . . . .	16
3.11	Deadlock . . . . .	16
3.12	Zeno gedrag . . . . .	16
3.13	Propositielogica . . . . .	16
3.14	Predicatenlogica . . . . .	16
3.15	Kwantoren . . . . .	16
3.16	Dualiteiten . . . . .	16
3.17	Proposities . . . . .	16
3.18	De computation tree . . . . .	19
3.19	Analyse . . . . .	20

<b>4 Conclusie</b>	<b>21</b>
<b>5 Discussie</b>	<b>22</b>
5.1 Conclusie Galvin . . . . .	22
5.2 Conclusie Tygo . . . . .	22
5.3 Conclusie Koosha . . . . .	22
5.4 Challenges ahead . . . . .	22
<b>6 Eindverantwoording</b>	<b>23</b>
<b>7 Bijlageoverzicht</b>	<b>23</b>
<b>8 General considerations.</b>	<b>24</b>
<b>9 Acknowledgements</b>	<b>24</b>
<b>10 Data availability statement</b>	<b>24</b>
<b>11 Abbreviations</b>	<b>24</b>
<b>12 Financial support and sponsorship</b>	<b>24</b>
<b>A List of requirements</b>	<b>24</b>
<b>B Schematics</b>	<b>24</b>
<b>C Bill of Material</b>	<b>24</b>
<b>D Use-Case flow charts</b>	<b>24</b>
<b>E Competences</b>	<b>24</b>
<b>F Gantt planning</b>	<b>24</b>
<b>G Authors' contributions</b>	<b>24</b>
<b>H Data availability statement</b>	<b>24</b>
<b>I Declarations</b>	<b>24</b>
<b>J Footnotes</b>	<b>24</b>
<b>K Contributor Information</b>	<b>24</b>
<b>L Conflicts of interest</b>	<b>25</b>
<b>M Hoe schrijf ik een wetenschappelijk artikel</b>	<b>26</b>

# 1 Inleiding

In deze case study wordt

## 1.1 Algemeen

## 1.2 Achtergrond

### 1.2.1 Formal specification

### 1.2.2 Modelling

### 1.2.3 Formal verification

Formal verification is een proces waarin wordt bevestigd dat het bestudeerde systeem voldoet aan de requirements of specificaties. Formele verificatie kan worden uitgevoerd door middel van simulatie, propositielogica en model checking. Deze technieken worden onder andere gebruikt voor het test van een systeem op safety, liveness, deadlock freeness en reachability requirements.

### 1.2.4 Counterexample analysis

Er is onderzoek gedaan naar verschillende sluisen en de bediening hiervan. Een alternatief is voorgesteld om aan te tonen dat de implementatie van de sluis voldoet aan het vier-variabelen model.

## 1.3 Statistical model checking

Dit gaat in het algemeen over ... <https://project.inria.fr/plasma-lab/statistical-model-checking/> [https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/28200786/A\\_statistical\\_model\\_checker.pdf](https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/28200786/A_statistical_model_checker.pdf) <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3158668> <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3158668> <https://www-verimag.imag.fr/Statistical-Model-Checking-814.html?lang=en::text=Statistical> <https://www.comp.nus.edu.sg/cs5270/Notes/chapt6a.pdf>

## 1.4 Het vier variabelen model

Dit gaat in het specifiek over dit model

ware as an example.

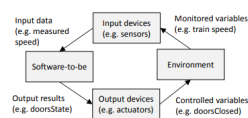


Figure 1: Four-variable model as illustrated in (van Lamswerde, 2009)

### 1.4.1 Monitored variabelen

Monitored: De staatvariabele kan de waterhoogte in de sluis zijn. Dit is een interne variabele die de huidige toestand van de sluis weergeeft. Het wordt beïnvloed door

de ingangsvariabele (positie van het schip) en de besturingsvariabele (bediening van de sluisdeuren en sluiskleppen).

#### 1.4.2 Controlled variabelen

Controlled: De besturingsvariabele kan de positie van de sluisdeuren en sluiskleppen zijn. Dit zijn de bedieningselementen die worden aangepast om het schutproces te regelen. Ze kunnen open of gesloten zijn, afhankelijk van de toestand van de sluis en het schip.

#### 1.4.3 Input variabelen

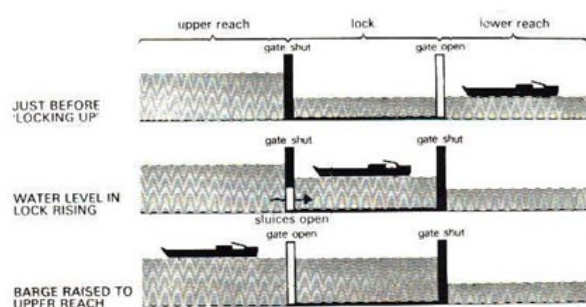
Ingangsvariabele: De ingangsvariabele kan de positie van een schip zijn, bijvoorbeeld de hoogte van de waterlijn van het schip ten opzichte van de waterhoogte in de aankomende sluis. Deze variabele beïnvloedt hoe de sluis reageert en welke acties worden ondernomen.

#### 1.4.4 Output variabelen

Uitgangsvaariabele: De uitgangsvaariabele kan de positie van het schip zijn nadat het de sluis heeft verlaten. Dit kan de hoogte van de waterlijn van het schip zijn ten opzichte van de waterhoogte in de volgende waterweg. Het geeft het resultaat weer van het schutproces in de sluis.

### 1.5 Counterexamples

Het sluizenpark is in beheer van Rijkswaterstaat. Onderzoek naar de werking en bediening van sluizen heeft een functionele beschrijving van de bediening van schutsluizen opgeleverd. Een formele omschrijving van de gevisualiseerde schutsluis is als volgt: Schip komt aanvaren Schip meld zijn aan Sluisdeuren gaan open Stoplichten gaan op groen Schip vaart in de sluis. Sluisdeuren gaan dicht en stoplicht op rood. De sluis start het nivelleerproces. De sluisdeuren gaan open en stoplicht gaat op groen. Het schip kan de andere kant uitvaren De sluisdeuren sluiten en stoplicht gaat op rood.



Het stroomschema van de richtlijn vaarwegen is een geschikte weergave volgens het 4-variabelen model. De input variabelen



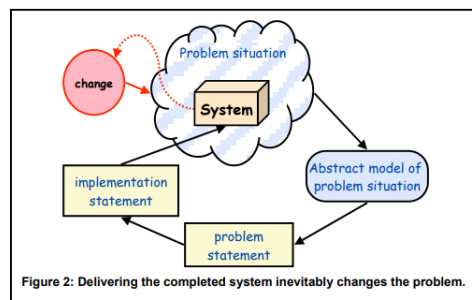
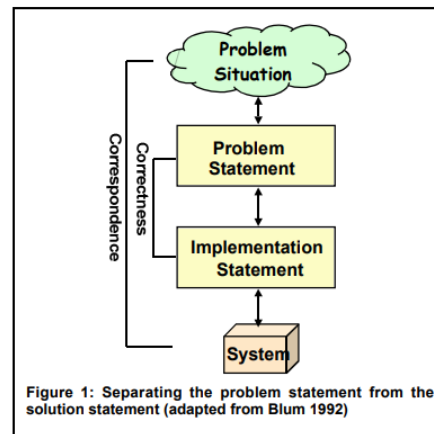
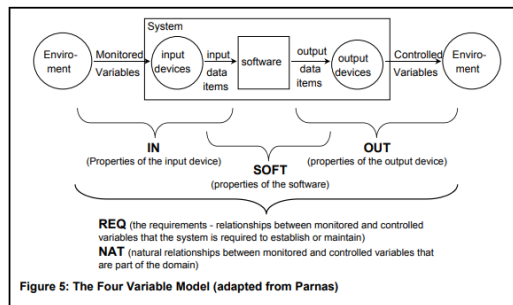
```

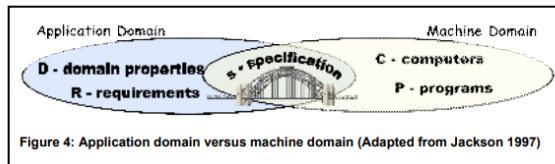
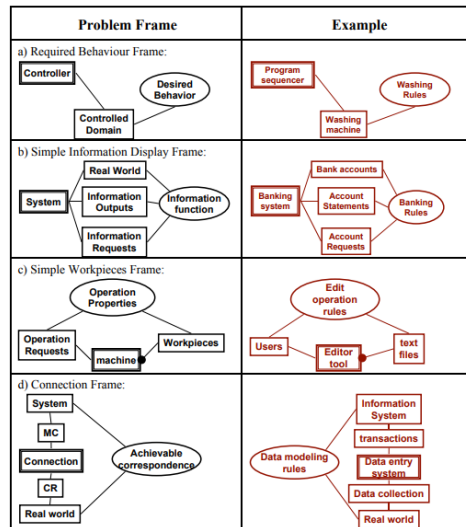
graph TD
    E1[schip nadert sluis] --> A1[aankomst]
    A1 --> B1[informatie invaren]
    B1 --> D1{operationele melding?}
    D1 -- ja --> A2[operationele melding]
    D1 -- ja --> B2[inwinnen aanvullende informatie]
    A2 --> D1
    B2 --> D1
    D1 -- nee --> A3[aankomst volgende vaststellen]
    A3 --> D2{moet schip wachten?}
    D2 -- ja --> C1[samenvoeging van wachtplaats]
    C1 --> E2[schip naar wachtplaats]
    E2 --> D2
    D2 -- nee --> B3[opschieten schuipen]
    B3 --> B4[verstrekken informatie]
    B4 --> D3{moet schip opschieten?}
    D3 -- ja --> C2[samenvoeging van opschietplaats]
    D3 -- nee --> E3[schip naar opschietplaats]
    C2 --> E3
    E3 --> D3
    D3 -- ja --> C3[invarende ligplaats in sluis]
    C3 --> C4[geedsmaken voor invaren]
    C4 --> D4[openen invarendeuren]
    D4 --> E4[invarende toegestaan]
    E4 --> C5[invaren toegestaan]
    C5 --> C6[invarende aanwijzingen]
    C6 --> E5[invarende afsluiten]
    E5 --> C7[afsluiten aanwijzingen]
    C7 --> D5{nog invarende schepen?}
    D5 -- ja --> C5
    D5 -- nee --> C8[invaren verboden]
    C8 --> D6[sluiten invarendeuren]
    D6 --> D7[start navelvaren]
    D7 --> C9[navelvaren open]
    C9 --> D8{moet uitvarende openen?}
    D8 -- ja --> C10[navelvaren aanwijzingen]
    C10 --> D9[openen uitvarendeuren]
    D9 --> C11[navelvaren toegestaan]
    C11 --> E6[navelvaren afsluiten]
    E6 --> C12[navelvaren toegestaan]
    C12 --> D10[navelvaren afsluiten]
    D10 --> E6
  
```

The flowchart illustrates the ship passage process (Stroomschema sluispassage). It begins with the ship approaching the lock (E1). The process then moves to arrival (A1) and information intake (B1). A decision is made on whether an operational message is received (D1). If yes, an operational message is sent (A2) and additional information is obtained (B2). If no, the arrival of the next ship is determined (A3). A decision is made on whether the ship must wait (D2). If yes, the waiting place is combined (C1) and the ship is moved to the waiting place (E2). If no, the ship is released (B3). Information is provided (B4). A decision is made on whether the ship must be released (D3). If yes, the release place is combined (C2) and the ship is moved to the release place (E3). If no, the ship is released (D3). The ship is then released (C3), made ready for entry (C4), and the entry doors are opened (D4). The entry is allowed (E4). The ship is allowed to enter (C5). Entry instructions are given (C6). The entry is closed (E5). Release instructions are given (C7). A decision is made on whether there are still ships entering (D5). If yes, the entry is allowed (C5). If no, entry is prohibited (C8). The entry doors are closed (D6). The process then moves to start navelvaren (D7). Navelvaren is opened (C9). A decision is made on whether the navelvaren must be opened (D8). If yes, navelvaren instructions are given (C10). The navelvaren doors are opened (D9). Navelvaren is allowed (C11). The navelvaren is closed (E6). The process then moves to navelvaren allowed (C12). The navelvaren is closed (D10). The process then moves to navelvaren allowed (C12).

cations? <https://agilescrumgroup.nl/product-backlog/> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Requirementsanalyse>  
[http://www.chilico.nl/artikelen/businessrequirements/business\\_functionelerequirements.html](http://www.chilico.nl/artikelen/businessrequirements/business_functionelerequirements.html)<https://iir.nl/blog/goede-requirements-zijn-het-fundament-van-de-informatievoorziening/><https://qualitybs.wordpress.com/2015/03/13/hoe-maak-je-een-user-requirement-specification-voor-operationele-systemen/><https://www.bpmcompany.eu/in-hoeverre-zijn-requirements-en-specificaties-nuttig/><https://www.reaco.nl/blog/wat-zijn-agile-requirements/><https://www.uni-erbestaatookeen6-variabelenmodel...Watisdatsat?><https://www.uni-erbestaatookeen6-variabelenmodel...Watisdatsat?>

[due.de/imperia/md/content/swe/papers/icsoft16a.pdf](https://www.imperia.md/content/swe/papers/icsoft16a.pdf) Wat voor soorten requirements zijn er zoal te vinden? Hoe functioneel requirements? Wat verstaat men onder mode confusion? <http://automation.forthillgroup.com/th/confusion> <https://www.linkedin.com/pulse/confusion-cockpit-understanding-human-performance-david-thompson/> Wat verstaat men onder de automatiseringsparadox?





Problem description vs

solution description

what vs how

application domain vs machine domain

functional vs non-functional requirements

systems engineering vs software engineering

customers vs users

indicative vs optative descriptions

verification vs validation

capturing vs synthesising requirements

## 2.2 Conclusies uit rampenonderzoek van de groepsleden

## 2.3 Requirements

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 ongetoond 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 sluizen. 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.

## 2.4 Specificaties

Vanuit deze requirementen 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 dat de sluis minstens twee keer zo groot moet zijn dan de grootste boot die door de sluis kan.

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, zou 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 aanmeldt, 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

#### 2.4.1 Aannames

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.

Overige eisen op basis van eigen inbreng:

### 2.5 Formele specificaties

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

$$(a_0 \implies ((\neg a_2 \wedge \neg a_3) \mathcal{U} a_1) \vee (\neg a_2 \wedge \neg a_3))$$

$$\begin{array}{l} \forall x (P(x) \rightarrow Q(x)) \text{premise} \\ \forall x P(x) \text{premise} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} P(x_0) \forall x \in 2 \\ Q(x_0) \rightarrow \in 3, 4 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{l} \{a,b\} \text{ or } \dagger a,b \\ \langle a,b \rangle \text{ or } a,b \end{array}$$

$$f : A \rightarrow B$$

$$\begin{array}{l} f \circ g \\ x \mapsto f(x) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} f: R \rightarrow R \\ x \mapsto x^2 \end{array}$$

**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** Er is geen deadlock

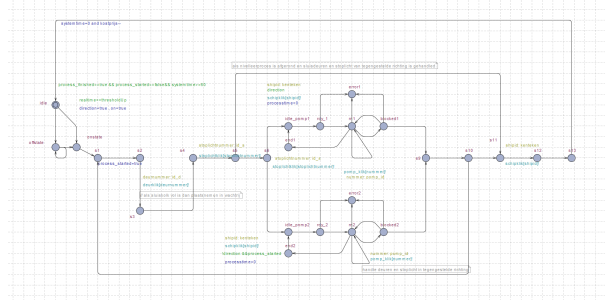
### 3 Formeel model gerealiseerd in Uppaal

#### 3.1 Algemeen

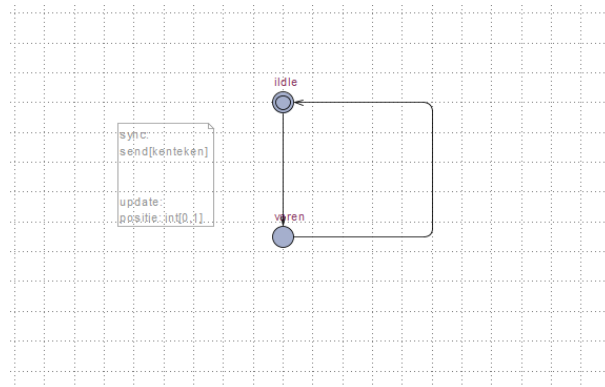
#### 3.2 Formal specification

Sommige safety en reachability requirements die gespecificeerd moeten worden zijn hieronder aangegeven. De deur mag alleen geopend zijn als er een schip wil in-/uitvaren. De stoplicht mag alleen op groen staan als de deuren zijn geopend. De pomp mag alleen worden aangezet als alle sluisdeuren dicht zijn, de stoplichten op rood. Een schip bereikt de finished state alleen als de positie van de final state verschilt met de positie van de initial state. Er is geen deadlock formatie in het systeem. Het monitoring mechanisme van het systeem werkt als volgt: Op geen enkel moment, positie hoog of laag zijn de hoogte en laagte sensore 0 of 1 tegelijkertijd. Op geen enkel moment, positie hoog of laag zijn aan weerszijnde de sluisdeuren open en stoplichten op groen.

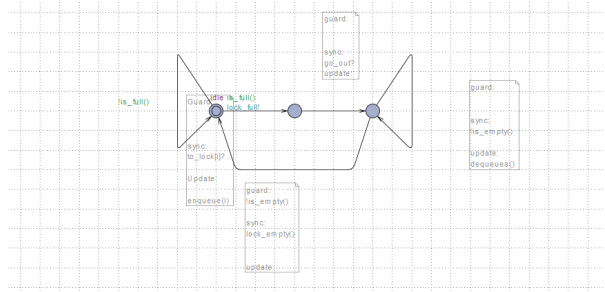
#### 3.3 Maincontroller



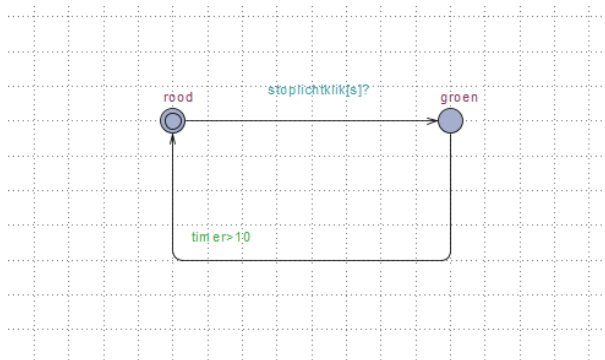
#### 3.4 Schip



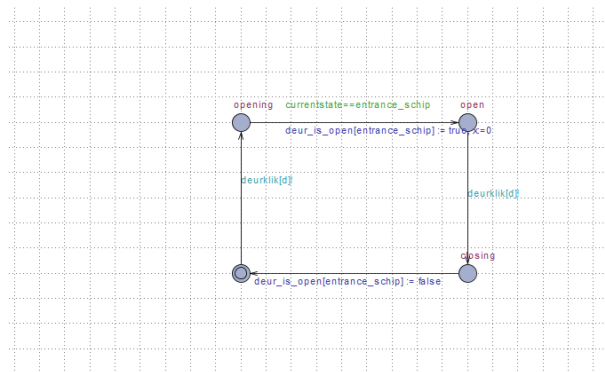
### 3.5 Sluiskolk



### 3.6 Stoplicht

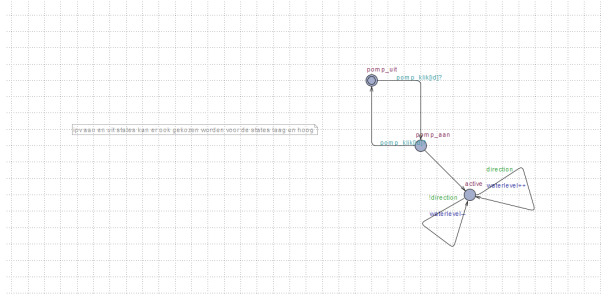


### 3.7 Deur





### 3.8 pomp



### 3.9 De formele verificatie aan de hand van een Kripke structuur

De safety en reachability requirements die formeel zijn gespecificeerd worden in Uppaal geverifieerd met de A en E state formule. Deze zijn als volgt:  $A[] \text{ not maincontroller.rd1} \implies A[] \text{ maincontroller.rd1} \implies A[] \text{ not deadlock} \implies E[] \text{ maincontroller.rd1} \implies E[] \text{ maincontroller.s7} \implies E[] \text{ maincontroller.s7d}$

Voor het modelleren van een systeem hebben we nodig:  
 alle states van het systeem. We stoppen deze in een verzameling  
 S: de verzameling van alle states van een systeem Elke individuele state noemen we  $s_0, s_1, \dots, s_n$

Ons model is een tuple met daarin de verzameling states:  $M(S)$

De transities tussen states vormen een relatie  $R \subseteq S \times S$

De systemen die wij modelleren zijn reactief: Systemen kunnen eendeloos rondjes lopen door een aantal toestanden.

Belangrijk gevolg: Voor elke state s geldt dat er een state s' bestaat zodanig dat geldt  $R(s, s')$

Elke state heeft een uitgaande transitie. Een transitierelatie, waarin elke state een uitgaande transitie heeft noemt men totaal.

Alle transitierelaties in de systemen die wij modelleren zijn totaal.

Om uitspraken te kunnen doen over ons systeem gebruiken we:

Een verzameling atomaire proposities (AP): proposities die niet verder op te delen zijn in kleinere/kortere proposities.

Een labeling functie: L De labeling functie is een functie die elke state "labeled" met een verzameling atomaire proposities die waar zijn in die state:

$L = S \rightarrow 2^{AP}$

**Model checking Temporal logics**  $M, s \models p \Leftrightarrow p \in L(s)$

$M, s \models \neg f1 \Leftrightarrow M, s \not\models f1$

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

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

$M, s \models E g1 \Leftrightarrow \text{there is a path } \pi \text{ from } s \text{ such that } M, \pi \models g1$

$M, s \models p \Leftrightarrow$  for every path  $\pi$  starting from  $s$ ,  $M, \pi \models g1$   
 $M, s \models p \Leftrightarrow s$  is the first state of  $M$ ,  $s \models f1$   
 $M, s \models \neg g1 \Leftrightarrow M, \pi g1$   
 $M, s \models p \Leftrightarrow M, \pi \models g1 \text{ or } M, \pi M, \pi \models g2$   
 $M, s \models p \Leftrightarrow M, \pi \models g1 \text{ and } M, \pi M, \pi \models g2$   
 $M, s \models p \Leftrightarrow M, \pi^1 \models g1$   
 $M, s \models p \Leftrightarrow$  there exists a  $k \geq 0$ , such that  $M, \pi^k \models g1$   
 $M, s \models p \Leftrightarrow$  for all  $i \geq 0$ ,  $M, \pi^i \models g1$   
 $M, s \models g1 g2 \Leftrightarrow$  there exists a  $k \geq 0$  such that  $M, \pi^k \models g2$   
 and for all  $0 \leq j < k$ ,  $M, \pi^j \models g1$   $M, s \models p \Leftrightarrow$  for all  $j \geq 0$ , if for every  $i < j$ ,  $M, \pi^i \models g1$  then  $M, \pi^j \models g2$

Kripke structuur  $A$  bestaat uit een 4-tuple  $M = \{ S, S_0, \mathcal{R}, L \}$  met daarin :  
 $S$  : de verzameling van alle states in het systeem  
 $S_0 \subseteq S$ : de verzameling van alle beginstates  
 $\mathcal{R} \subseteq S \times S$ : de transitierelatie  
 $L = S \rightarrow 2^{AP}$  : de labels waarmee we iedere state labelen met atomaire proposities die waar zijn in die state

### 3.10 Tijd

### 3.11 Guards en invarianten

### 3.12 Deadlock

### 3.13 Zeno gedrag

### 3.14 Propositielogica

### 3.15 Predicatenlogica

### 3.16 Kwantoren

### 3.17 Dualiteiten

### 3.18 Propositions

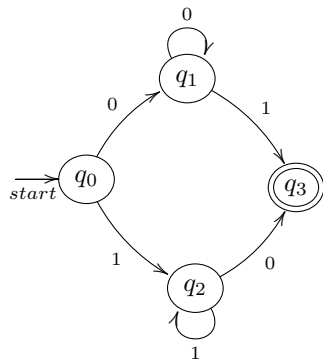
- P1 Het is mogelijk dat de sluis van richting verandert.  $E_i \neg !\text{Main.Direction}$
- P2 Het is mogelijk dat de sluispomp in een cyclus teveel water heeft gepompt en dat er daardoor water weggepompt dan wel bijgekomt dient te worden  $E_i \neg \text{main.waterlevel}$
- P3 Het is al binnen 100 ms mogelijk om te achterhalen aan welke kant de sluisdeuren open moeten.
- P4 Als de richting van een schip gelijk is aan N, dan is het waterlevel niet gelijk aan 1-5 of R

- P5 De sluispomp is nooit in positie AAN, wanneer de sluisdeuren open zijn.
- P6 In het geval dat er geen errors zijn ( in de stoplichten, sluisdeuren) and ideal (wachtrij) scenario,
  - a) dan is een cyclus gegarandeerd binnen 100 ms (including 100 ms) (undefined)
  - a') dan is een cyclus niet gegarandeerd binnen 100 ms
  - b) dan is het onmogelijk om van beneden naar boven te varen, of andersom binnen 150 ms
  - b') dan is het mogelijk om van beneden naar boven te varen, of andersom binnen 150 ms
  - c) het is onmogelijk om van richting te veranderen in minder dan 400 ms als de pomp al op niveau x is
  - c') het is mogelijk om van richting te veranderen in minder dan 400 ms als de pomp al op niveau x is
- P7 Als zich geen errors voordoen bij stoplicht en deur, maar de waterpomp uitvalt:
- p12 Wanneer beide sluisdeuren in state gesloten zijn, dan is de pomp in zijn initiale state of 100 ms verwijderd van zijn initiele state
- A[]
- p14
  - a) Als de deur open is (ongeacht boven of beneden, dan bevindt de sluispomp zich in een predefined state (undefined) A[] (gate(0).open → gate(1).open) -  $\dot{\lambda}$  (main.pomp<sub>i</sub>dle || main.pomp2<sub>i</sub>dle) b) Als de deur is gesloten dan bevindt de main controller zich in een predefined state main.idle
- p15
- p16 If engine regulation is on torque, then the clutch is closed (undefined) A[] (Engine.Torque imply Clutch.closed
- p17 Voor invaren geldt altijd: waterlevel, pomp uit, sluisdeuren open en stoplicht op groen A[] main.s5 -  $\dot{\lambda}$  main.waterlevel<sub>1</sub> aagidle<sub>pomp1</sub> gate(0).open → gate(1).open (stoplight(0).green → stoplight(1).green) for all (i : id<sub>d</sub>) for all (j : id<sub>s</sub>) gate(i).closed → stoplight.rood → main.rd<sub>1</sub> p19 uitvaren den hebben voorang op invaren den
- p20 Voor invaren den geldt pomp uit, sleusdeur open en stoplicht op groen A[] main.s6 -  $\dot{\lambda}$  gate(0).open → gate(1).open → stoplight(0).green → stoplight(1).green

- p21 voor nivelleren geldt pomp is aan, sluisdeuren zijn doicht en het stoplicht is op rood  $A[]$  ( $main.rn1 \text{ — } main.rn2$ )  $-i$  forall ( $i:id_d$ ) forall ( $j:id_s$ )  $gate(i).closedstoplight(j).roodp22$  Alseenschipver
- p23 urgent locations; het is niet mogelijk om hier te wachten
- p24 urgent syn; een synchronisatie moet direct worden uitgevoerd als de guards geldig zijn
- p25 als een schip binnen is, en er zijn wachtende schepen, dan moet het stoplicht via oranje naar rood  $A[]$
- p26 committed; als deze staat actief is dan wordt de eerst volgende transitie uitaande van deze state
- p27 als een schip binnen vaart moet hij ook eft binnen zijn en niet binnenvaren, dit geldt ook voor p28 sluisdeuren en pompen dus deze zijn committed.  $A[]$
- p28 Een schip komt aanvaren en geeft een signaal aan de sluis.  $A[]$
- p29 Indien er meer dan twee schepen in de sluis zitten dan wordt het ship geplaatst in de wachrij.  $A[]$   $Queue.list[N-1] == 2 -i$  ( $Sluiskolk.list[N]==1 \text{ — } Sluiskolk.list[N]==2$ )
- p30 Een schip kan pas naar binnenrijden als de sluisdeuren open zijn, het stoplicht is op groen er er zijn minder dan 2 schepen in de sluis.  $A[]$   $main.s6$  schip.varen  $-i$   $Queue.list[N-1] \geq 2$
- p32 Eenmaal in de sluis zal het schip moeten wachten op de sluis en de pomp.  $A[]$   $Queue.list[N-1] == 2$
- p33 Een schip mag alleen uitvaren als de pomp klaar is, de sleusdeuren open.  $A[]$   $schip.varen$   $main.s12 \text{ — } main.s13 -i$  ( $!main.rn1$   $!main.rn2$ )
- p34 Een sluis ontvang een aankomst signaal van een schip en bestuurt de sluisdeuren en de pomp.  $A[]$
- p35 De sensor is een onderdeel van de sluis en ontvangt signalen van naderende schepen.  $A[]$
- p36 De sleusdeur voor boven en beneden kunnen beiden open en dicht. De sluisdeur wordt aangestuurd door de sluis.  $A[]$
- p37 Een pomp begint met pompen bij een signaal van de sluis. Een sluis op zijn beurt geeft alleen een signaal aan de pomp als de sleudeuren dichtzijn  $A[]$   $pomp.pomp_{active} \rightarrow main.s6$  forall ( $i:id_d$ )  $gate(i).closedp38$  Geendeadlock
- p39 Voor geen enkel pad geldt dat als de deuren gesloten zijn volgens de kluis dat er een deur openstaat om een schip naar buiten te laten.  $A[]$  not forall ( $i:id_d$ )  $gate.closed \rightarrow (main.s12 || main.s13)p40$  Voor alle paden geldt dat alseensluisaanhetvoorbereidenis, dan zijn alle deuren dicht.  $A[]$  not forall ( $gate(0).closed$

- p41 Voor alle paden geldt dat als een deur dicht is het aantal schepen in de kade gelijk is aan nul  $A[]$  p42 Voor geen enkel pad geldt dat als het binnenstoplicht op groen staat dat het niet toegestaan is naar binnen te varen  $E_i \dot{\neg} \text{stoplight}(2).\text{groen} \longrightarrow \text{stoplight}(3).\text{groen} - \dot{\neg} \text{main.s6}$
- p43 Voor alle paden geldt dat de globale tijd langer is dan 30 tijdseenheden  $A[] \text{main.s13} - \dot{\neg} \text{main.processtime} \dot{\neg} 30$
- p44 Er is een pad waarvoor geldt dat als een schip wilt stoppen dat er meer dan 5 schepen in de sluis zitten.  $E_i \dot{\neg}$
- p45 Voor alle paden geldt als schip vrtrekt is sluisdeur dicht  $A[]$
- p46 Voor alle paden geldt als stoplicht op rood sluisdeuren dicht en schip vertrokken dan is de niveleermachine uit  $A[]$
- p47 Er is geen pad waarop een schip vertrekt vanuit de rechtersluisdeur en de linkersluisdeur is open en linkeruitvaartstoplicht en linkeruitvaartsoplicht opgroen en nibelleermachine is aan  $E_i \dot{\neg}$
- p48 Er is een pad waarvoor geldt dat linkersluisdeuren dicht zijn, rechtersluisdeuren dicht zijn rechteruitvaartstoplicht is rood en rechteruitvaartstoplicht is rood terwijl er geen schip in de sluis licht  $E_i \dot{\neg}$
- p49 Een stoplicht staat altijd op groen als de deuren open staan en de pomp niet bezig is.  $A[] \text{forall}(i:\text{id}_s) \text{stoplight}.\text{groen} - > \text{gate}(0).\text{opengate}(1).\text{open}(\text{main.pomp1}_i \text{dle} || \text{main.pomp2}_i \text{dle}) \text{p50 Inge}$
- p51 Voor alle paden in een pomp geldt dat als water level lager is dan waterlaag pompwaterweg is altijd false  $A[] (\text{main.waterlevel}_i \text{waterlaag}) - \dot{\neg} (!\text{pompwaterweg} \longrightarrow \text{pompwaterweg} == \text{false})$
- p52 Voor alle paden gelft dat als water level hoger is dan waterhoog dan is pompwater altijd false  $A[]$
- p53 Het zal nooit gebeuren dat een pomp water toevoegt als deuren open zijn, geen schip in sluis en stoplicht op groen  $A[] \text{not main.rn1} \longrightarrow \text{main.rn2} - \dot{\neg} \text{gate}(0).\text{open} \text{gate}(1).\text{open} \text{Queue.list}[N-1] == 0 ((\text{stoplight}(0).\text{groen} \longrightarrow \text{stoplight}(1).\text{groen}) \longrightarrow (\text{stoplight}(3).\text{groen} \text{stoplight}(4).\text{groen}))$
- p54 Het kan gebeuren dat bij pompr het stoplicht op rood staat, het schip in de sluis en deur is dicht, en waterstand gelijk aan waterlaag  $E_i \dot{\neg} (\text{main.blocked1} \longrightarrow \text{main.blocked2}) - \dot{\neg} \text{Queue.list}[N-1] \dot{\neg} 0 \text{gate}(0).\text{closed} \text{gate}(1).\text{closed} \text{main.waterlevel} == \text{main.waterlevel}_i \text{aagp55Eris} \text{main.rn1} || \text{main.rn2} - > \text{gate}(0).\text{closed} \text{main.waterlevel} == \text{waterlaag}$
- p56 Het kan voorkomen dat bij state pompaan het waterniveau gelijk is aan waterlaag  $E_i \dot{\neg} \text{main.rn1} \longrightarrow \text{main.rn2} - \dot{\neg} \text{main.waterlevel} == \text{main.waterlaag}$
- p57 Voor alle paden geldt dat er een mogelijkheid is dat deur is open/dicht en sluis niveleert omhoog/omlaag  $A[] \text{gate}(0).\text{open} () \text{main.direction} == 0 \longrightarrow \text{main.direction} == 1)$
- p58  $A[] (1 \dot{\neg} 0)$

### 3.19 De computation tree



**Operator: AG**

**Operator: EG** Voor alle paden geldt dat het waterlevel lager is dan het niveau van de kant. (???) Voor alle paden geldt dat een pomp alleen werkzaam is als alle sluisdeuren dicht zijn. Voor alle paden geldt dat het aantal schepen in de sluis maximaal 2 is. Voor alle paden geldt dat een schip nooit langer dan 30 seconden in een sluiskolk zit zonder dat het waterpeil is aangepast.

**Operator: EG** Er bestaat op elk pad een

**Operator: AF**

**Operator: EF** Er is een mogelijkheid dat twee schepen in de sluis een verschillende uitvaarrichting hebben. (Hoe?)

**Operator: AX**

**Operator: EX**

**Operator:  $p \text{ U } q$**

**Operator:  $p \text{ R } q$**  Voor alle paden geldt dat een schip alleen kan invaren als de sluisdeur aan de andere zijde is gesloten.

**Operator: EX** Er bestaat geen situatie waar een pomp actief is terwijl er een sluisdeur open staat

**Operator:  $p \text{ U } q$**  Vanaf aankomst tot uitvaren is de clocktijd lager dan 30 tijdseenheden

**Operator: p R q** Vanaf het invaren tot en met het uitvaren van een schip en geldig is  $x$  lager dan 15 tijdseenheden???? vanaf aanvaren staat een schip maximaal 40 tijdseenheden in de wachtrij.

### 3.20 Analyse

data.txt

## 4 Conclusie

In this paper, we presented the case study of intelligent water level monitoring system. Different safety and reachability requirements of the system are specified, modelled and verified in the UPPAAL model checking tool. Also bugs in the requirements specifications were reported after counterexample analysis. Here failure in the sensors and timers are regarded as changes in the environment. Formal verification process validates the adaptive behavior of the system in defined changing environments. However, there is wide scope for defining various unaccounted changes in the environment and add additional functionality to the present system so that it will adapt to those changes.



## 5 Discussie

**Conclusions** It should always emphasize the key points presented in the article. It replies the research problem described in the introduction section. Discuss the inferences of the outcome, interpretations by the writer and identify the unsolved questions.

Summarise and draw the conclusions in present tense. It has 5 Acknowledgement Acknowledge the people who have contributed in searching, structuring and writing of literature. Include full names of individuals who assisted the project to get results. Mention the name of the funding group and program. Appreciate funding organisation/s.

**Conclusion** In this paper, general guidelines and importance of review article were discussed. After reviewing the literature it was found that the review article should follow the guidelines to make the article best and comprehensive. It is concluded that every section of review has its own importance.

### 5.1 Conclusie Galvin

Because of the lack of *w* *edecidedtonotininvestigate* *O* *neconcernaboutthefindingsof* *w* *asthat* *B* *ecauseofthispotentiallimitation,wetreat* *T* *helim*

<https://www.ref-n-write.com/blog/research-paper-example-writing-results-discussion-section-academic-phrasbank-vocabulary/>

### 5.2 Conclusie Tygo

### 5.3 Conclusie Koosha

### 5.4 Challenges ahead

## **6 Eindverantwoording**

many thanks to all of you. Zonder jullie was dit nooit gelukt.

## **7 Bijlageoverzicht**

- 8 General considerations.
- 9 Acknowledgements
- 10 Data availability statement
- 11 Abbreviations
- 12 Financial support and sponsorship
- A List of requirements
- B Schematics
- C Bill of Material
- D Use-Case flow charts
- E Competences
- F Gantt planning
- G Authors' contributions
- H Data availability statement
- I Declarations
- J Footnotes
- K Contributor Information

## **L Conflicts of interest**

### **Referenties**

[1] Inside the cunning, unprecedented hack of ukraine's power grid.

[2] title.

## M Hoe schrijf ik een wetenschappelijk artikel

Prologue 'A well begun is half done' Author must think before hand, about "How to write?" "What to write?" and "Where to submit?". Having affirmed all of the above, with the data of a well conducted and concluded research project in hand, author must think of a "clear message" intended to be given through his write up. A good measure of success is the conclusions drawn from the study, if can be written in one meaningful sentence. The others considerations to be decided priorly are i) What is the best format of presentation of the research done? eg: as original article, review, case report, or correspondence, because format is different for different type of articles. ii) Target audience for the publication and which journal?: Aspiring authors will improve their chance of acceptance if they choose an appropriate journal for their topic and adhere to conventional rules. The reason why this decision must be taken in the early phases is that from the first draft, the paper must be written in the style and format of the specific, journal targeting particular group of audience. iii) A thorough literature search is quite essential : a) to identify the knowledge gaps in the existing information and the proposed paper may be aimed to fill them up. b) to avoid duplication if the same message or project has been published already. Most journals do not wish to consider for publication a paper or work that has already been reported in a published paper. iv) Other matters related to authorship, ethical, and statistical clearance may be obtained well in advance.

I) Title 1) Title should correctly represent the content and breadth of the study reported and should not be misleading. For example "comparative evaluation of Propofol– Ketamine and Propofol Fentanyl in minor Surgery". On reading the title, we can not know the content and breadth of the study; whether dosage, duration, efficiency, and sequelae, of two group are studied or not whether they are studied as only induction agents or as sole anaesthetic agents; what group of patients? None of the information can be had from this title.

2) It should be clear, concise, and informative. It should contain keywords, that capture attention of the reader. No abbreviations are used in the title. The decision to read an article often rests on the appeal of its title. A More appropriate title could be – "Comparative evaluation of efficiency of Propofol – Ketamine and Propofol – Fentanyl combination as sole anaesthetic agents in patients undergoing minor ambulatory gynecological operations". II) Author 3) Designation, degree, affiliation and address of authors are to be clearly indicated, with additional details like telephone number, email address of the corresponding author. III) Abstract Key- words 4) Abstract should cover each and every component of, the study in 150 words for 'unstructured' abstracts and 250 words for 'structured' abstracts. It should state the purpose of the study or investigation, basic procedures, (selection of study subjects, methodology, main findings, statistical significance), the principal conclusion and implications. 5) The abstract should contain precise information and should not contain abbreviations. 6) The implications and benefits should commensurate with the results obtained, and are to be highlighted. 7) Key words (or short phrases) 3 to 10, should be listed covering all the aspects of the study. Use preferably the terms listed as Medical subject headings (MESH) in Index Medicus (Medline) IV) Introduction and Review of Literature 8) The goal or purpose of the study is clearly

stated. The introduction should contain detailed information about the problem being studied, and about the specific research question/hypothesis. 9) Four or five pertinent publications related to the problem should be presented and critiqued. No data or conclusions are to be reported. 10) Do not review the literature extensively. 11) The pertinence of the study is presented, in relation to the current theories and methods associated with the problem. The existing gaps in the knowledge or conflicting data is to be highlighted. 12) A general overview of the study is presented. Overview serves as organiser for the sections to follow to the reader.

V) Material and Method 13) The selection of the subjects for the study has to be described clearly. Inclusion and exclusion criteria are to be mentioned with method of allocation to groups. 14) The research design is to be described in detail. Research design is the plan that is chosen to answer the research question. The methods, apparatus and procedures are to be identified in sufficient detail to allow other workers to reproduce the results, if necessary. 15) Give references of all the methods used in the study including statistical methods. 16) Identify precisely all drugs and chemicals used, including generic names, doses and routes of administration. 17) Methods of elimination of errors viz blinding, introduction of control group and placebo, randomization etc are to be mentioned distinctly. 18) The measurement instrument including its psychometric qualities is described clearly. The psychometric qualities include validity, reliability, objectivity and precision. An example of the instrument should be given in the text or in an appendix. For example in the above mentioned study, if 'home readiness' is intended to be studied, the 'Post Anaesthetic Discharge scoring system' (PADS) utilised in the study has to be a reliable, and an accepted one for its objectivity and precision. 19) The data collection procedure is to be clearly described. 20) The setting in which the study took place is described. This information is useful to the reader in deciding whether results can be applied to his/her setting. 21) The data analysis procedures are stated in precise terms.

VI) Results 22) Present your results in logical sequence in the text, tables and illustrations. Do not repeat in the text all the data, in the tables or illustrations. 23) Emphasize or summarise important observations. Results section should contain only actuals, and no opinions. 24) All the patients included in the study should be accounted for. There should not be any hesitation in reporting any negative or unexpected result.

VII) Discussion Conclusion 25) The discussion should cover all the debatable aspects of the study. The discussion can go beyond the results obtained and can cover methodological and the critical issues. The discussion should not be misused as a platform to state opinions. Readers should not be side tracked in to another topic. 26) Relate the observations to the other relevant studies. Bring out similarities and conflicts. 27) The new and important aspects of the study and the conclusions drawn are to be emphasized. The implications of the findings and their limitations are to be discussed. For example if you find that Propofol – ketamine combination fared well except that there was 'excitatory phenomenon' of Ketamine observed in these group of patients, this limitation has to be mentioned without fail. 28) Scope and need for future additional research is to be discussed. 29) Link conclusions with goals of the study but avoid unqualified statements and conclusions not supported by your data. 30) State new hypothesis when warranted. Recommendations when appropriate.

riate may be included. For eg Propofol does not have any effect on excitatory phenomenon associated with Ketamine. 31) The conclusions and practical outcomes of the study should commensurate with the design used and results obtained. The conclusions and recommendations made should not go beyond the limits of the study conducted i.e. should not over generalize the design and sample used. Suppose the haemodynamics were stable in Ketamine-Propofol group as compared to Propofol – Fentanyl group, one should not generative that the combination is recommended for patients with cardiovascular diseases

Viii) References 32) This is the most disturbing aspect amongst the Indian publications. It is a wrong notion amongst Indian authors that providing a long list of references increases the validity (of their article) which is wrong. References are to be written correctly with due care. Correct abbreviated, accepted names, of the journals to be mentioned. The number of references should be reasonable (neither too many nor too few); Some journals specify the number of references to be included in a particular type of study. 33) Avoid using 'abstracts' as references. The references must be verified by the author against the original documents. 34) The references are presented according to standard rules of publication as specified by a particular journal. for eg, whether Vancouver style or Harvard style is followed. General Considerations 35) The various sections of the paper are clearly identifiable and appropriate. The content of each section should correspond to the subtitle used, for instance, there is no 'Discussion' in the 'Results' section. The transition from one section to next should be easy to follow. 36) The terminology has to be uniform through out the paper. For eg. abbreviations should be consistent and units of measurements should be the same in the text as in tables. 37) The writing style has to be clear and pleasant. There should not be spelling mistakes. Special care is needed in following British Vs American spellings. Text is, generally written in passive voice. Uniform 'tense' has to be used. 38) Follow the instructions of the journal, you are writing regarding tables, graphs illustrations, the text matter, type of manuscripts etc. to be used in the article. 39) Follow the ethical guidelines strictly as specified by ICMJE. If there is confusion as what is ethical and what is non ethical and there is no ethical committee to guide, 'a self test' may be employed. Ask yourself whether you will be conducting the similar study on your kith and kin. If yes, go ahead with your study.

40) All the direct and indirect help in the study has to be acknowledged, without fail. Editors and referees . . . . . but are busy people whose humanitarian instincts should not be abused; and it is better for all concerned if authors try to submit papers that are in good working order

5 <https://www.researchgate.net/publication/265059173> *How To Write*