

## MASTER

### Evaluatie en ontwerp van een gebruikersinterface in een gecentraliseerde bedieningspost

de Vries, J.J.

*Award date:*  
2007

[Link to publication](#)

#### **Disclaimer**

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

#### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

**Evaluatie en ontwerp  
van een gebruikersinterface  
in een gecentraliseerde  
bedieningspost**

**Jitte Jan de Vries**  
**Identiteitsnummer 521649**  
15 Maart 2007

**Opleiding**  
Technische Innovatiewetenschappen  
Mens-techniek Interactie  
Faculteit Technologie Management  
Technische Universiteit Eindhoven

**Begeleiders Technische Universiteit**  
prof. dr. D.G. Bouwhuis  
dr. W.A. IJsselsteijn

**Begeleider Witteveen en Bos**  
ing. M. Imming  
ing. J. Kornet

**TU/e**

**Witteveen + Bos**

## **Voorwoord**

Dit eindrapport bevat de vastlegging van het afstudeeronderzoek dat ik in de afgelopen maanden bij Witteveen en Bos en de Technische Universiteit van Eindhoven heb uitgevoerd. Dit afstudeeronderzoek vormt de afsluiting van de studie Mens-Techniek Interactie (Human Technology Interaction) aan de Technische Universiteit van Eindhoven. Het onderzoeksverslag heeft een klein oponthoudt gekend door praktische belemmeringen. Ondanks deze kleine praktische tegenslagen is na vele jaren studeren het uiteindelijke resultaat een feit.

Graag wil ik de volgende mensen bedanken. Allereerst mijn begeleiders van de TU/e Don Bouwhuis en Wijnand IJsselsteijn voor de benodigde begeleiding en voor het schrijven van het onderzoeksverslag. Daarnaast wil ik de mede afstudeerders in het IPO-gebouw bedanken voor de gezellige tijd.

Martijn Imming wil ik bedanken voor de begeleiding en de bijdrage aan de praktische inhoud van dit onderzoeksverslag. Daarnaast gaat mijn dank uit naar de Provincie Zeeland die me de mogelijkheid heeft geboden mijn experiment uit te voeren. Als laatste wil ik de familie Rijks bedanken voor het beschikbaar stellen van een slaapplek in Deventer.

Ten slotte wil ik iedereen bedanken die me hebben ondersteund tijdens mijn studie en mijn afstuderen!

Jitte Jan de Vries  
Maart, 2007

<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>blz.</b>
<b>VOORWOORD</b>	<b>1</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>2</b>
<b>LIJST VAN TABELLEN EN AFBEELDINGEN</b>	<b>5</b>
<b>SAMENVATTING</b>	<b>6</b>
<b>AFKORTINGEN</b>	<b>7</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>8</b>
1.1. Aanleiding	8
1.2. Doelstelling en vraagstelling	9
1.2.1. Doelstelling	9
1.2.2. Vraagstelling	9
1.2.3. Afbakening	10
1.3. Onderzoeksmethode	10
1.4. Opbouw	10
1.5. Leeswijzer	11
<b>2. THEORETISCH KADER: ALGEMENE LITERATUUR</b>	<b>14</b>
2.1. Feedback	14
2.1.1. Layered Protocol Theorie	14
2.1.2. Interpretatie feedback en verwachte feedback	16
2.2. Situation Awareness	16
2.2.1. Definitie Situation Awareness	16
2.2.2. Automatisering en Situation Awareness	18
2.2.3. Impact automatisering op Situation Awareness	18
2.2.4. Methode voor het meten van Situation Awareness	19
2.3. Human Supervisory Control	19
2.3.1. Automatisering	20
2.4. Aandacht en multitasking	21
2.4.1. Resource theorieën	22
2.4.2. Resources en leren	23
2.4.3. Automatische versus gecontroleerde processen	24
2.5. Menselijke fouten	24
2.5.1. Definitie menselijke fout	24
2.6. Gebruiksvriendelijkheid methode	25
2.6.1. Achtergrond gebruiksvriendelijkheid	25
2.6.2. Evalueren van gebruikersinterfaces	26
<b>3. PRAKTISCH KADER: BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE</b>	<b>29</b>
3.1. Huidige situatieschets	29
3.2. De gebruikers	30
3.2.1. De gebruikers in de bedieningspost	30
3.2.2. De verkeersdeelnemers	30
3.2.3. De schippers	30
3.3. Activiteiten	30
3.4. Context	31
3.4.1. In de bedieningspost	31
3.5. Technologie	32
3.5.1. Het Object	32

3.5.2.	Transmissie tussen object en bedieningspost	33
3.5.3.	De gebruikersinterface	33
3.6.	Algemene problemen gebruikersinterface	35
3.7.	Conclusies	35
<b>4.</b>	<b>VOORONDERZOEK BEDIENINGSPOST</b>	<b>39</b>
4.1.	Taken en gebruikersanalyse	39
4.1.1.	Methode	39
4.1.2.	Resultaten takenanalyse	39
4.2.	Heuristische evaluatie gebruikersinterface	40
4.2.1.	Methode	40
4.2.2.	Resultaten evaluatie	40
4.3.	Layered Protocol analyse gebruikersinterface	42
4.3.1.	Bediening brug	42
4.3.2.	Beschrijving brugbediening	43
4.3.3.	Layered Protocol beschrijving brugbediening	43
4.3.4.	Resultaten en aandachtspunten gebruiksvriendelijkheid	46
4.4.	Bevindingen bedieningspost	46
<b>5.</b>	<b>HOOFDONDERZOEKSMETHODIEK</b>	<b>48</b>
5.1.	Onderzoekstype en ontwerp	48
5.2.	Procedure	48
5.3.	Gebruiksvriendelijkheid	48
5.3.1.	Taken	49
5.4.	Situation Awareness	50
5.4.1.	Taken	50
5.5.	Interviews	50
5.6.	Participanten	50
5.7.	Apparatus	50
5.8.	Observatie configuratie	51
5.8.1.	Physical setup	51
5.8.2.	Camera positie	51
5.9.	Externe invloeden	51
<b>6.</b>	<b>RESULTATEN</b>	<b>53</b>
6.1.	Gebruiksvriendelijkheid	53
6.1.1.	Hoofdtak gebruikers	53
6.1.2.	Deeltaken gebruikers	55
6.1.3.	Satisfactie score vragenlijst	56
6.1.4.	Situation Awareness	56
6.1.5.	Verschillende stadia SA	56
6.1.6.	Inschatten verkeersdeelnemers	56
6.1.7.	Inschatten scheepsvaart	57
6.2.	Interviews	57
6.3.	Algemene evaluatie gebruikersinterface	58
<b>7.</b>	<b>FUNCTIONEEL PROGRAMMA VAN EISEN GEBRUIKERSINTERFACE</b>	<b>59</b>
7.1.	Functionele eisen	59
7.1.1.	Gebruikersinterface	59
7.1.2.	Functiescherm (functieknoppen)	60
7.1.3.	Storingsscherm	60
7.1.4.	Beeldplaat (brugoverzicht)	60
7.1.5.	Camerabeelden	60
7.1.6.	Helpfunctie	61
7.2.	Niet-functionele eisen	61

7.3.	Veiligheid	61
7.4.	Randvoorwaarden	61
7.4.1.	Richtlijnen en normeringen	62
7.5.	Scenario's	62
7.5.1.	Scenario hoofdmenu	62
7.5.2.	Scenario brugmenu	62
<b>8.</b>	<b>ONTWERP GEBRUIKERSINTERFACE</b>	<b>64</b>
8.1.	Participanten	64
8.2.	Methode	64
8.3.	Karakteristieken herontwerp	64
8.4.	Evaluatie gebruikers nieuwe ontwerp	67
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIES EN DISCUSSIE</b>	<b>69</b>
9.1.	Conclusies	69
9.2.	Discussie	71
9.2.1.	Discussie experiment	71
9.2.2.	Discussie algemeen	72
<b>10.</b>	<b>AANBEVELINGEN</b>	<b>76</b>
10.1.	Aanbevelingen voor de bedieningspost Vlissingen	76
10.2.	Aanbevelingen voor verder onderzoek	76
<b>11.</b>	<b>TOEKOMST VISIE</b>	<b>77</b>
	<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>78</b>
	<b>GEÏNTERVIEWDE PERSONEN</b>	<b>84</b>
	<b>LIJST VAN WOORDEN</b>	<b>85</b>
<b>BIJLAGEN</b>		<b>aantal bladzijden</b>
I	Multiple Resource Theorie toelichting	2
II	Brugbedieningsproces volgens Richtlijnen Vaarwegen	2
III	Brugonderdelen en bepalingen	3
IV	Heuristische evaluaties bedieningsposten	9
V	Taak en gebruikersanalyse	3
VI	Informatie locatieonderzoek Vlissingen	6
VII	Overzicht heuristische evaluatie	9
VIII	Het observatieschema	1
IX	Satisfactie vragenlijst	2
X	Paper prototype gebruikersinterface	4
XI	Ongevallen bruggen	3

## LIJST VAN TABELLEN EN AFBEELDINGEN

### Tabellen

<a href="#">Tabel 1: automatiseringsniveaus</a>	20
<a href="#">Tabel 2: 10 heuristieken</a>	26
<a href="#">Tabel 3: score hoofdtak gebruiker 1</a>	54
<a href="#">Tabel 4: score hoofdtak gebruiker 2</a>	54
<a href="#">Tabel 5: score hoofdtak gebruiker 3</a>	55
<a href="#">Tabel 6: score deeltaken gebruiker 1</a>	55
<a href="#">Tabel 7: score deeltaken gebruiker 2</a>	55
<a href="#">Tabel 8: score deeltaken gebruiker 3</a>	55
<a href="#">Tabel 9: gebruikers satisfactie</a>	56
<a href="#">Tabel 10: aantal gepasseerde schepen tussen Vlissingen en Veere</a>	107

### Afbeelding

<a href="#">Afbeelding 1: Opbouw verslag</a>	11
<a href="#">Afbeelding 2: Communicatie tussen gebruiker en systeem</a>	14
<a href="#">Afbeelding 3: Perceptual-controlelus</a>	15
<a href="#">Afbeelding 4: Human Supervisory Control (Sheridan, 1992)</a>	20
<a href="#">Afbeelding 5: Relatie werkdruk en prestatie</a>	21
<a href="#">Afbeelding 6: Model Mens-Systeem interactie (Benyon et al., 2005)</a>	27
<a href="#">Afbeelding 7: Minimale cameraopstelling voor een brug met afstandsbediening (RVW, 2005)</a>	32
<a href="#">Afbeelding 8: Voorbeelden gebruikersinterface bedieningspost</a>	34
<a href="#">Afbeelding 9: Weergave gebruiker en systeem interactie brugbediening</a>	36
<a href="#">Afbeelding 10: Brugbeeld menu Vlissingen</a>	40
<a href="#">Afbeelding 11: Gebruikersinterface - Vlissingen luidsprekerunit</a>	41
<a href="#">Afbeelding 12: Interactie protocollen</a>	42
<a href="#">Afbeelding 13: Bovenste laag protocol voor het bedienen van de brug</a>	44
<a href="#">Afbeelding 14: Middelste laag protocol voor veranderingen</a>	45
<a href="#">Afbeelding 15: Onderste laag protocol voor het drukken van functieknoppen</a>	46
<a href="#">Afbeelding 16: Gebruikersinterface Vlissingen - luidspreker en camera symbolen</a>	47
<a href="#">Afbeelding 17: Gebruikte camera observaties</a>	50
<a href="#">Afbeelding 18: Bedieningsplek configuratie</a>	51
<a href="#">Afbeelding 19: Herontwerp gebruikersinterface Vlissingen</a>	65
<a href="#">Afbeelding 20: kleurcodering en selectie brugvensters</a>	66
<a href="#">Afbeelding 21: Eerste opstelling gebruikersinterface en twee camerabeelden</a>	74
<a href="#">Afbeelding 22: Tweede opstelling camerabeelden</a>	74
<a href="#">Afbeelding 23: Derde opstelling camerabeelden</a>	75
<a href="#">Afbeelding 24: Multiple resource model (Wickens, 1984)</a>	88
<a href="#">Afbeelding 25: Flowchart principeschema brugpassage RVW (2005)</a>	90
<a href="#">Afbeelding 26: De verschillende seinbeelden</a>	91
<a href="#">Afbeelding 27: Kaart Vlissingen naar Veere</a>	106
<a href="#">Afbeelding 28: Indeling beeldscherm Vlissingen</a>	107
<a href="#">Afbeelding 29: Overzicht hoofdmenu brugplaat Vlissingen</a>	111
<a href="#">Afbeelding 30: Prototype gebruikersinterface menu brugbediening</a>	127



## Samenvatting

Door de toenemende automatisering en vanwege kostenbesparing worden bedieningsfuncties (en daarmee de gebruikersinterface) van installaties in de openbare ruimte steeds vaker vanuit een centraal punt bediend. In praktijk blijken deze complexe gebruikersinterfaces van de centrale bedieningsposten niet gebruiksvriendelijk te zijn ingericht. Een onjuiste gebruikersinterface kan leiden tot gebruikersfouten en ongelukken.

Het doel van dit onderzoek is een beter inzicht verkrijgen in de gebruikersinterface van een gecentraliseerde bedieningspost voor het bedienen van bruggen en nagaan hoe deze gebruikersinterface gebruiksvriendelijker kan worden gemaakt. De hoofdvraag van het onderzoek luidt: "Hoe kan de gebruiksvriendelijkheid van een gebruikersinterface van een object, in een gecentraliseerde bedieningspost, worden geoptimaliseerd?".

Voor de beantwoording van deze onderzoeksvraag is een literatuuronderzoek gedaan en is praktijkkennis opgedaan, zijn interviews gehouden en is een experiment uitgevoerd.

Uit literatuur blijkt dat feedback, Situation Awareness (SA) en Multitasking een rol spelen bij het optimaliseren van de gebruikersinterface.

Feedback is het terugkoppelen van informatie van het systeem aan de gebruiker. Het geven van feedback is een hulpmiddel om de gebruikersinterface makkelijker te begrijpen.

Situation Awareness is de kennis over wat er gaande is in het systeem en de omgeving. Het is belangrijk dat de gebruikers de situatie op afstand goed kunnen waarnemen, de veranderingen in de omgeving juist interpreteren en dat ze begrijpen welke informatie belangrijk is.

Multitasking is een theorie die aangeeft waar conflicten en competities bij het uitvoeren van meerdere taken tegelijkertijd kunnen optreden.

In de centrale bedieningspost te Vlissingen is een experiment uitgevoerd om de gebruiksvriendelijkheid van het systeem en de SA te meten. De gebruiksvriendelijkheid is bepaald door middel van de variabelen uitvoeringssnelheid, bedieningsfouten en satisfactie.

De belangrijkste resultaten uit het experiment zijn dat de gebruikers aangeven tevreden te zijn over de gebruikersinterface maar dat het aantal menselijke fouten dat wordt gemaakt groot is en dat de responsietijd van het systeem lang is.

Uit het experiment met betrekking tot SA blijkt dat de gebruikers vooral in drukke tijden met name beweging waarnemen en niet zozeer specifieke elementen.

Uit de taak- en gebruikersanalyse die voorafgaande aan het experiment is uitgevoerd blijkt tevens dat de volgorde waarin de gebruikers handelingen uitvoeren niet overeenkomt met de volgorde waarin de functieknoppen zijn gepositioneerd.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek is een functioneel programma van eisen opgesteld en een nieuw ontwerp gemaakt voor de gebruikersinterface van de bedieningspost in Vlissingen. De belangrijkste verbeterpunten ten opzichte van het huidige ontwerp en daarmee ook de belangrijkste conclusies zijn:

- het geven van auditieve feedback en het label 'einde' in het bedieningsmenu veranderen in 'uitloggen',
- het verlagen van de responsietijd van het systeem,
- het integreren van de luidspreker- en de camerabediening op de gebruikersinterface,
- het structureren van de functieknoppen volgens het mentale model van de gebruiker,
- het toevoegen van extra aandachtstechnieken,
- het toepassen van een detectiesysteem met sensoren,
- het niet tegelijkertijd bedienen van meerdere objecten.

In het domein van het bedienen van objecten op afstand is nog weinig onderzoek gedaan. Dit verkennend onderzoek is een eerste aanzet om de huidige problematiek rondom de gebruikersinterface in de centrale bedieningspost aan te pakken. Nader onderzoek is vereist naar aspecten als het fenomeen Inattentive Blindness, het trainingsniveau van de gebruiker en het positioneren van de camera's rondom het object.

## AFKORTINGEN

CCTV	Gesloten TV circuit (Closed Circuit Television)
CvB	Commissie Vaarweg Beheerders
LPT	Layered Protocol Theorie
MRT	Multiple Resource Theorie
PCT	Perception Control Theory
RvW	Richtlijnen Vaarwegen
SA	Situation Awareness
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
VRI	Verkeer regelinstallatie

## 1. INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt allereerst ingegaan op hoe het onderzoek tot stand is gekomen. Daarna worden de doelstelling en de vraagstelling geformuleerd. Als laatste worden de onderzoeksmethode en de opbouw van het verslag beschreven.

### 1.1. Aanleiding

Door de toenemende automatisering worden bedieningsfuncties (en daarmee de gebruikersinterface) van installaties in de openbare ruimte steeds vaker vanuit een centraal punt bediend. In het verleden werden objecten meestal bediend vanuit een bedieningspost die onderdeel uitmaakte van het te bedienen object zelf (zoals poldergemaal, sluis, tunnel, weg, spoorweg of brug). De bedienende persoon moest hier gedurende de tijd dat de bediening gewenst was aanwezig zijn op het betreffende object. Om kosten te besparen en arbeid efficiënter in te zetten worden de bedieningsfuncties van verschillende objecten steeds vaker samengebracht in één centrale bedieningspost. Het samenbrengen van objecten in één centrale gaat niet altijd zonder problemen.

Uit de praktijk blijkt bijvoorbeeld dat de complexe gebruikersinterfaces van de centrale bedieningsposten niet gebruiksvriendelijk zijn ingericht. Eén van de problemen is het bedieningspaneel niet logisch is gestructureerd of ingedeeld en daarnaast wordt weinig feedback gegeven vanuit het systeem aan de gebruiker. Een onjuiste gebruikersinterface kan leiden tot een inefficiënte werkomgeving, gebruikersfouten, stress, vertraging en zelfs tot ongevallen<sup>1</sup>.

Naast gebruiksvriendelijkheidproblemen zijn er ook problemen die betrekking hebben op de gebruikersinterface. De gebruikersinterface wordt gebruikt door een gebruiker die het statusprobleem van de situatie begrijpt en de taak uitvoert die correspondeert met zijn doel. Binnen deze gebruikersinterface wordt weinig feedback gegeven aan de gebruiker. Feedback is een terugkoppeling van informatie vanuit het systeem (inclusief gebruikersinterface) aan de gebruiker. De communicatie tussen gebruiker en systeem dient zo efficiënt mogelijk te verlopen. In de huidige bedieningsposten wordt vaak niet de juiste feedback vanuit het systeem naar de gebruikers teruggekoppeld. De gebruikers zijn zich hierdoor niet bewust van wat het systeem gaat doen en dit kan uiteindelijk resulteren in fouten.

In de huidige gecentraliseerde controleposten worden de beelden die afkomstig zijn van het object verkregen met behulp van Closed Circuit TV (CCTV). CCTV is een TV systeem op een gesloten kabelcircuit, waarmee een object op afstand kan worden bediend. De gebruiker ziet met behulp van de gebruikersinterface, de beeldkeuze en camerabesturing, de actuele situatie van en rond het object. Het is essentieel dat de gebruiker begrijpt welke informatie belangrijk is en dat hij daarop zijn aandacht vestigt. Een probleem dat mogelijk zou kunnen ontstaan met CCTV is dat de gebruiker zich niet bewust is van de situatie op afstand en daardoor de informatie op afstand niet juist kan begrijpen.

In een gecentraliseerde bedieningspost komen verschillende gebruikersinterfaces van verschillende lokale objecten bij elkaar op één centrale plaats. De gebruikersinterfaces kunnen elkaar beïnvloeden en de gebruiker kan het overzicht kwijtraken omdat de gebruiker meerdere objecten tegelijkertijd moet bedienen. Binnen in de bedieningspost zijn verschillende camerabeelden opgesteld die de situatie van de objecten op afstand weergeven. De hoeveelheid informatie die de gebruikers krijgen is enorm en de informatie die middels camerabeelden worden verkregen is soms ongeordend weergegeven.

Een ander probleem dat zich voordoet bij gebruikersinterfaces is dat de bediening niet juist gestructureerd is volgens de denkwijze van de gebruiker. Gebruikers hebben een 'mentaal model' van de gebruikersinterface waarmee ze handelingen volgens een bepaalde procedure uitvoeren.

In dit afstudeeronderzoek wordt geprobeerd om een oplossing voor de gesignaleerde problemen te vinden en zo een optimale gebruikersinterface te realiseren. Dit wordt gedaan door te kijken naar de verschillende aspecten van de gebruiker en het systeem. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar gebruikersinterfaces in bedieningsposten. In de proces- en vliegtuigindustrie heeft er wel onderzoek

---

<sup>1</sup> <http://www.bndestem.nl/bergenopzoom/article621093.ece> en bijlage 11: situatie 1

plaatsgevonden op dit gebied. Deze informatie is dan ook gebruikt. Het optimaliseren van de indeling van de bediening in een centrale bedieningspost valt lastig te concretiseren. De bediening mag niet openbaar worden vanwege fabricagegeheimen. De reden dat er geen publicaties in dit gebied te vinden zijn kan ook te maken hebben met de bescherming van het product.

Samen met Witteveen + Bos is deze afstudeeropdracht geformuleerd. Vanuit Witteveen + Bos was behoefte om opheldering te krijgen van de problemen die bestaan in het domein van het bedienen van objecten op afstand.

De volgende probleemstelling is voor het voorliggende onderzoek geformuleerd:

Hoe kunnen de huidige gebruikersinterfaces in een gecentraliseerde bedieningsposten geoptimaliseerd worden?

## 1.2. Doelstelling en vraagstelling

### 1.2.1. Doelstelling

In dit afstudeeronderzoek wordt de nadruk gelegd op de gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface. De hoofdfunctie van een gebruikersinterface is het uitvoeren van de gebruikerstaak die correspondeert met het gebruikersdoel. De afgelopen jaren is gebruiksvriendelijkheid van gebruikersinterfaces steeds belangrijker geworden in professionele toepassingen. Met gebruiksvriendelijkheid wordt de gebruikersinterface veiliger, makkelijk te leren en betrouwbaarder. Het is voor ingenieurs niet makkelijk om te bepalen aan welke voorwaarden de bediening van een apparaat moet voldoen. De huidige gebruikersinterfaces in centrale bedieningsposten zijn dan ook nog niet optimaal. Het doel van het onderzoek is dan ook het ontwikkelen van een gebruikersoptimale inrichting van gebruikersinterfaces in de gecentraliseerde bedieningsposten.

De doelstelling van dit afstudeeronderzoek is als volgt geformuleerd:

Het vergaren van kennis over hoe de gebruikersinterface in een gecentraliseerde bedieningspost kan worden geoptimaliseerd.

Dit onderzoek tracht een belangrijke grondslag te leggen in het domein van het bedienen van objecten op afstand. Door literatuuronderzoek worden er mogelijke verklaringen voor de gesignaleerde problemen met de gebruikersinterface gezocht. Omdat er in dit domein nog weinig onderzoek is gedaan zal de uitkomst van het onderzoek zowel relevant zijn voor Witteveen en Bos als voor de gebruikers van het bedieningssysteem. Het optimaliseren van gebruikersinterface is zowel nuttig voor de gebruikers als voor ontwerpers en ingenieurs. Op basis van de theorie en de empirische studie (experiment) wordt een pakket van functionele eisen op gesteld dat ontwerpers en ingenieurs kunnen gebruiken als leidraad bij het ontwerpen van gebruikersinterfaces.

### 1.2.2. Vraagstelling

In deze afstudeeropdracht wordt onderzocht hoe de bediening van de gebruikersinterface optimaal kan worden ingedeeld. De hoofdvraag van het onderzoek is als volgt geformuleerd:

*“Hoe kan de gebruiksvriendelijkheid van een gebruikersinterface van een object, in een gecentraliseerde bedieningspost, worden geoptimaliseerd?”*

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen geformuleerd.

#### **Deelvragen:**

- Hoe wordt de prestatie van de gebruiker beïnvloed bij de integratie van een extra bediening van een of meer andere objecten?
- Hoe kan feedback bijdragen aan een optimale interactie tussen gebruiker en systeem?
- In hoeverre kan het camerabeeld een afdoende "beeld" schetsen van het object en de situatie ter plekke?
- Hoe gebruiksvriendelijk is de gebruikersinterface in een bestaande centrale bedieningspost?
- Hoe moeten de verschillende functieknoppen worden gestructureerd om de gebruikersinterface optimaal te kunnen bedienen?

#### **1.2.3. Afbakening**

In dit afstudeeronderzoek is gekozen om enkel de gebruikersinterfaces bij het bedienen van bruggen op afstand te onderzoeken. Deze keuze is gemaakt omdat bruggen complexer te bedienen zijn dan sluizen. Bij bruggen wordt er veel meer beeldinformatie weergegeven dan bij sluizen. In de praktijk worden ook bij sluizen camerabeelden gebruikt maar de sluis wordt dan wel lokaal bediend in plaats van op afstand. Ook worden op verschillende locaties meerdere bruggen tegelijkertijd bediend. Het is interessant om te onderzoeken welke invloed dit heeft op de prestatie van de gebruiker die de brug bedient.

#### **1.3. Onderzoeksmethode**

Het onderzoek is verkenend van aard. De data uit de onderzoeksmethode zijn zowel kwalitatief als kwantitatief.

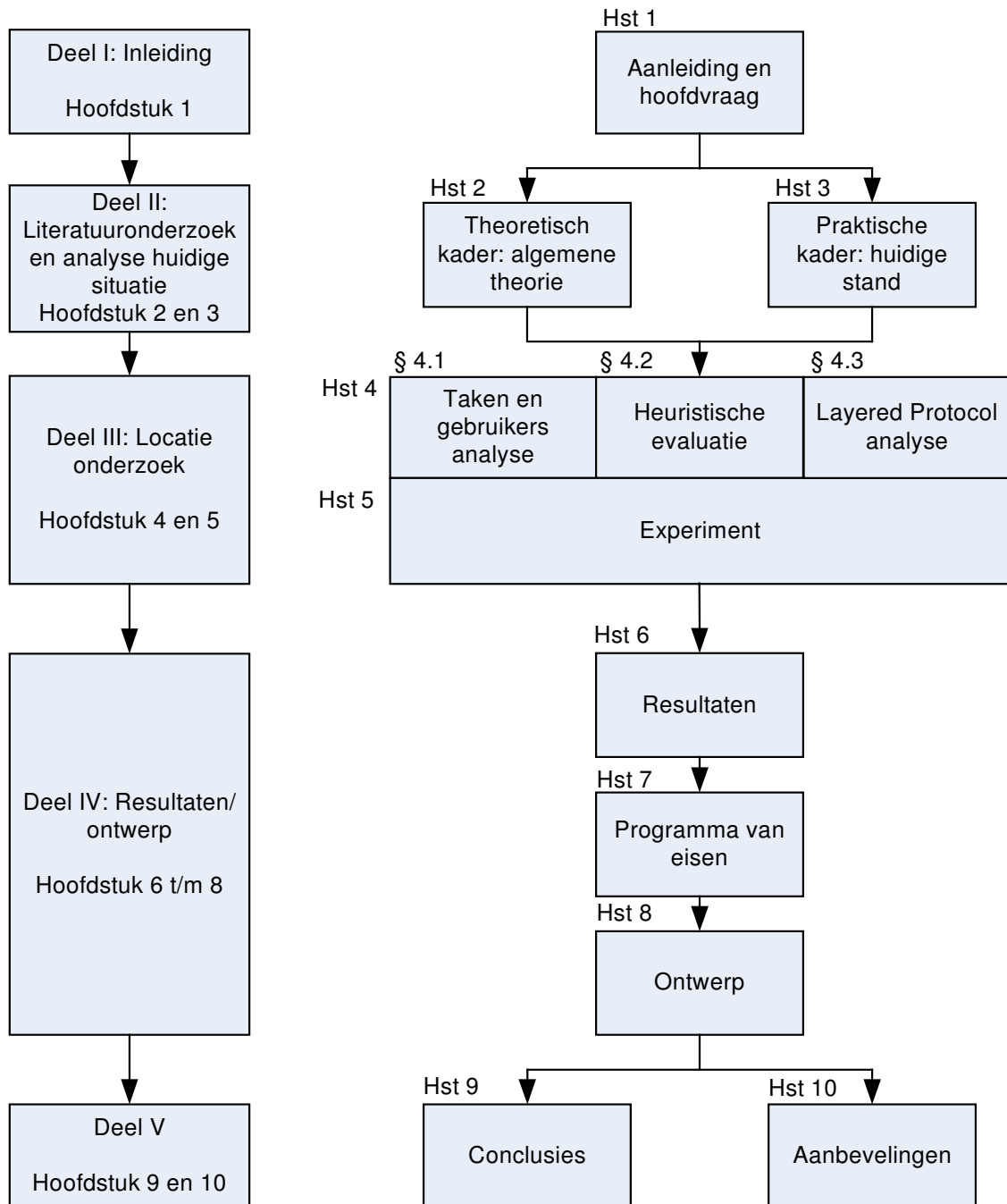
De kwalitatieve data zijn verkregen door literatuurstudie, (expert)interviews en observaties. In het domein van bruggen is nog weinig onderzoek gedaan naar het bedienen op afstand. De meeste literatuurinformatie over bediening op afstand is te vinden in domeinen van voertuigen, vliegtuigen, nucleaire en tele-operatie.

Kwantitatieve onderzoeksdata zijn verkregen door middel van een experiment in een bedieningspost. Door het uitvoeren van een experiment is getracht de gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface te meten. Door een aantal verschillende variabelen te meten kan gebruiksvriendelijkheid worden bepaald.

Tevens is praktijkkennis opgedaan van de bestaande gebruikersinterfaces in een centrale bedieningspost door mee te lopen met de gebruikers in een bedieningspost.

#### **1.4. Opbouw**

De opbouw van het verslag is in afbeelding 1 schematisch weergegeven.



**Afbeelding 1: Opbouw verslag**

## 1.5. Leeswijzer

### DEEL I: INLEIDING

In het eerste deel wordt ingegaan op de aanleiding van het onderzoek, de probleemstelling, de doelstelling en wordt tevens de hoofdvraag geformuleerd.

### DEEL II: THEORIE EN PRAKTIJK

In de deel II wordt ingegaan op de algemene theorie van gebruikersinterfaces in bedieningsposten en wordt ingegaan op de huidige toestand van de gebruikersinterfaces in de praktijk.

In hoofdstuk 2 worden de resultaten van de literatuur gepresenteerd. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op verschillende aspecten die van belang zijn voor de gebruikersinterface in centrale bedieningsposten. Er wordt zowel gekeken naar de techniek als naar de menselijke factoren. De gevonden aspecten in de literatuur wordt toegepast bij het opstellen van het functionele programma van eisen en het ontwerp. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de huidige praktijk in centrale bedieningsposten. Middels het mens-systeem interactiemodel wordt een schets gegeven van de gebruikersinterface en de activiteiten die worden uitgevoerd door gebruikers.

### DEEL III: LOCATIEONDERZOEK

Deel drie beschrijft het experiment dat is uitgevoerd in een bedieningspost.

In hoofdstuk 4 wordt op basis van de gevonden informatie in hoofdstuk 2 en 3 gekeken hoe de huidige situatie in een bedieningspost verbeterd kan worden. In paragraaf 4.1 wordt met behulp van de gebruiker- en takenanalyse een beter beeld geschetst van de taken die de gebruikers moeten uitvoeren in de bedieningspost. Paragraaf 4.2 geeft een evaluatie van de gebruikersinterface in de bedieningspost. Dit wordt gedaan middels een heuristische evaluatie. Met deze evaluatie wordt een beeld gevormd van de problemen met gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface. Als afsluiting wordt er een Layered Protocol analyse uitgevoerd van de gebruikersinterface waarin gekeken wordt naar de gegeven feedback van het systeem aan de gebruikers.

In Hoofdstuk 5 wordt het veldonderzoek beschreven. Er wordt ingegaan op de gebruiksvriendelijkheid test die uitgevoerd is in een bedieningspost.

### DEEL IV: RESULTATEN EN ONTWERP

Het doel van deel vier is het beschrijven van de resultaten uit de voorgaande hoofdstukken. Op basis van de voorafgaande hoofdstukken wordt een functioneel programma van eisen opgesteld voor een optimaal mogelijke gebruikersinterface. Op basis van het functioneel programma van eisen is een ontwerp voor een verbeterde gebruikersinterface voor de bediening van bruggen gemaakt. Als laatste wordt het uiteindelijke ontwerp van de gebruikersinterface gepresenteerd.

### DEEL V: CONCLUSIES EN DISCUSSIE

In dit deel worden de conclusies van dit onderzoek gepresenteerd en is een discussie opgenomen.

# **DEEL II: LITERATUURONDERZOEK & ANALYSE HUIDIGE SITUATIE**



## 2. THEORETISCH KADER: ALGEMENE LITERATUUR

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de bestaande literatuur die betrekking heeft op gebruikersinterfaces in bedieningsposten [§2.1-2.4]. Het doel van dit hoofdstuk is het vergaren van kennis over de gebruikersinterface die kan bijdragen tot een optimale gebruikersinterface.

### 2.1. Feedback

Het eerste aspect dat een belangrijke rol speelt bij het bedienen van bruggen is feedback. Feedback is het terugkoppelen van informatie van het systeem aan de gebruiker. De communicatie tussen gebruiker en systeem moet zo efficiënt mogelijk verlopen. De communicatie is essentieel voor de gebruiker om de handeling correct uit te voeren. Uit de praktijk blijkt echter dat de communicatie tussen gebruiker en systeem niet altijd efficiënt verloopt.

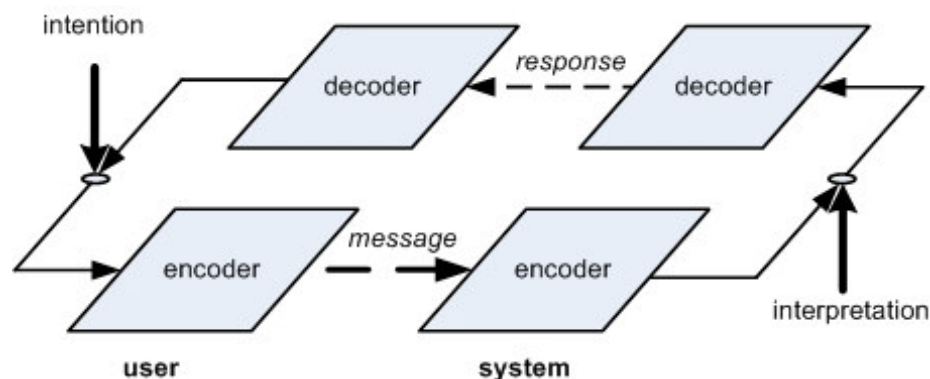
Door feedback op het juiste moment aan te bieden aan de gebruiker wordt deze zich bewust van datgene waar hij mee bezig is. Deze bewustwording kan tot stand worden gebracht door het aanbieden van Layered Feedback (Haakma, 1998). Layered feedback is gebaseerd op de Layered Protocols Theorie (LPT) van Taylor (1988a, 1988b). Deze theorie beschrijft hoe de communicatie in interactieve systemen plaatsvindt op verschillende lagen. Op elke laag (zie afbeelding 2) vindt er feedback plaats aan de gebruiker. Met behulp van de LPT kan de gebruiksvriendelijkheid [§2.6] van de individuele lagen (componenten) van de gebruikersinterface worden beoordeeld in plaats van de globale gebruiksvriendelijkheid.

Het LPT richt zich zowel op de mens-mens communicatie als op de mens-systeem communicatie en de interactie tussen beide. Interactie is in dit onderzoek de uitwisseling van berichten tussen gebruiker en het systeem. Centraal in het mens-systeem interactie LPT model is dat de gebruiker procedures en feedback aspecten met elkaar verbindt (Haakma, 1998). Het LPT model splits de interactieve systemen op in individuele componenten. De componenten zijn bijvoorbeeld, pop-up menu's, radioknoppen of complexe componenten zoals in een spellingchecker (Brinkman, Haakma & Bouwhuis, 2004).

#### 2.1.1. Layered Protocol Theorie

Het LPT model maakt een onderscheid tussen berichten en intenties. Berichten hebben als functie het weergeven van de intenties in een communicatievorm. Dit wil zeggen: voor het bereiken van de juiste intentie is er communicatie noodzakelijk tussen zender en ontvanger. Door middel van communicatie ofwel met het uitwisselen van een bericht kan de juiste intentie bereikt worden. Er vindt tussen de ontvanger en zender continue feedbackcommunicatie plaats. Net als communicatie tussen mensen, verwacht je ook bij communicatie met een systeem of computer een bericht terug.

Het LPT model onderscheidt de interactie tussen gebruiker en systeem in verschillende hiërarchische lagen. In afbeelding 2 is een voorbeeld van een laag weergegeven. Het gaat hier om één laag van het model van Haakma (1998). In huidige model zitten onder deze laag meerdere lagen. De communicatie die op de laag hieronder plaatsvindt is virtueel.



**Afbeelding 2: Communicatie tussen gebruiker en systeem. Het gaat hier slechts om één laag en de communicatie op deze laag vindt virtueel plaats.**

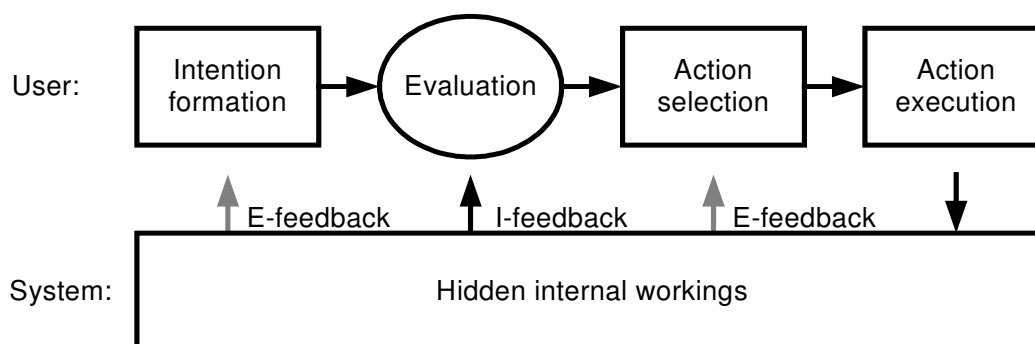
Aan de gebruikerskant wordt de inkomende intentie (de dikke pijlen) gecodeerd in subintenties op de verschillende lagen. Elke subintentie levert een bijdrage aan de inkomende intentie van de laag eronder. Op deze manier wordt de gebruikersintentie gecodeerd naar subintenties totdat deze is getransformeerd naar een opeenvolging van fysieke acties, zoals het drukken op een knop (Eggen, Haakma & Westerink, 1996).

Aan de systeemkant wordt geprobeerd het bericht steeds te decoderen in tegengestelde richting. Op elke laag probeert het systeem de volgende intentie van de gebruiker te herkennen. De intentie van de gebruiker is gebaseerd op de subintentie van de laag eronder.

Op elke laag (de dunne pijlen) kan feedback worden gegeven door het systeem middels het interpreteren van het inkomende bericht van de gebruiker. Het systeem geeft een feedbacksignaal terug in de vorm van een geluid of een display verandering.

De Layered Protocol Theorie is een speciale vorm van Powers' (1973) Perception Control Theory (PCT). PCT is een algemene theorie die de interactie tussen mens en omgeving omschrijft. Taylor, Farrell & Hollands (1999) en Farrel et al. (1999) gebruiken het PCT model om ontwerpen van gebruikersinterfaces te analyseren. Ze gaan er vanuit dat de interactie tussen mens en machine vergelijkbaar is met de interactie tussen twee mensen, die percepties en doelen hebben die andere niet kunnen weten.

Centraal binnen de Perceptual Control Theorie en de Layered Protocol Theorie staan de perception-controlelus en de accumulatie van deze controlelus. Deze controlelus ontstaat op verschillende lagen waarop de interactie plaatsvindt (Brinkman, 2003). Afbeelding 3 laat de perceptual-controlelus zien tussen gebruiker en systeem.



**Afbeelding 3: Perceptual-controlelus**

Het controlelus concept verklaart het verloop van de interactie tussen gebruiker en systeem. De gebruiker verzendt een bericht naar het systeem om de status van het systeem te veranderen. Bij het uitwisselen van berichten (interactie met het systeem) kunnen de gebruikers de verschillende componenten van het systeem volgen. Dit betekent dat gebruikers steeds vier stadia doorlopen: het vormen van de intentie, evalueren, actie selecteren en actie uitvoeren (Norman in Brinkman et al., 2003). In de eerste fase hebben gebruikers een bepaald idee van wat ze van het systeem willen ontvangen; de intentie vormingsstadium. Wanneer de gebruiker niet ontvangt wat hij verwachtte te ontvangen, zal de gebruiker gaan communiceren met het systeem en zal proberen de gewenste voorstelling te realiseren; het evaluatie stadium. Tijdens het selecteren van de actie beslissen gebruikers hoe ze gaan communiceren met het systeem. In het laatste stadium voeren de gebruikers uiteindelijk de geselecteerde actie uit. De geselecteerde actie is het resultaat van het doel van de gebruiker, na interactie met het systeem.

Volgens het vier stadia model van Norman (1984) is het evaluatie stadium het laatste stadium. In het PCT model staat het evaluatie stadium op de tweede plaats. Dit heeft een reden. Omdat het PCT model uit subintenties bestaat, zal bij het niet juist uitvoeren van de taak een nieuwe intentie worden gevormd. Zoals bijvoorbeeld het niet juist selecteren van een nummer van op een CD. Doordat de gebrui-

ker het juiste nummer niet hoort zal hij actie ondernemen om de discrepantie tussen zijn (sub)intentie en het niet juist horen van het nummer te reduceren (Haakma, 1998).

Net als bij communicatie tussen mensen is het geven van voortijdige Layered Feedback een belangrijk aspect om te controleren of de informatie correct is aangekomen (Haakma, 1998). Bij een interactie tussen gebruiker en technologie is het aanbieden van feedback essentieel voor een optimale communicatie. Voor de verbeterde communicatie tussen gebruiker en systeem zal de gebruikersinterface moeten worden uitgerust met zowel interpretatie feedback (I-feedback) en verwachte feedback (E-feedback) (Haakma, 1998).

### **2.1.2. Interpretatie feedback en verwachte feedback**

Zoals reeds is vermeld gaat het LPT model van Taylor (1988b) er vanuit dat gebruiker-technologie interactie plaatsvindt op meerdere lagen. Het model verdeelt het (bestaande) enkele interactieve systeem in meerdere individuele componenten en geeft daarnaast een verklaring voor hoe gebruikers deze componenten besturen. Op elke communicatielaag interpreteert het systeem het bericht van de gebruiker en codeert dit naar een fysieke actie. De verschillende communicatielagen bevatten specifieke I-feedback en E-feedback voor de ontvanger (zie afbeelding 3) (Haakma, 1998).

I-feedback (Interpretation-Feedback) geeft informatie weer over de huidige stand van het systeem. Het systeem gaat na of de acties die de gebruiker uitvoert corresponderen met zijn oorspronkelijke intentie van de gebruiker. Als de gebruiker afwijkt van zijn intentie dan kan het systeem hierop reageren. Nadat feedback is gegeven door het systeem kan de gebruiker een andere actie ondernemen. Door het selecteren van applicaties en/of functieknoppen kan de gebruiker zijn actie corrigeren op de gebruikersinterfaces. Dit zijn voorbeelden van vroegtijdige informatie (I-feedback).

E-feedback heeft te maken met verwachtingen ('expectations') van het systeemgedrag. E-feedback informeert de gebruiker of hij de juiste actie heeft uitgevoerd. Bij E-feedback wordt een nieuwe boodschap teruggekoppeld aan de gebruiker om zo hulp te bieden bij het selecteren van een handeling. E-feedback helpt de gebruiker bij het formuleren van zijn bericht. Zodra de gebruiker eenmaal heeft geleerd wat de berichtverwachting is, is E-feedback niet langer noodzakelijk. Een voorbeeld van E-feedback zijn de dialoog boxen op een computerscherm. Als de machine de opdracht van de gebruiker heeft ontvangen en bewust is van de gebruikersintentie, zoals het printen van een file, laat de computer dit blijken met behulp van een fill-in vorm.

Het geven van I- en E-Feedback zijn hulpmiddelen om de gebruikersinterface makkelijker te begrijpen. Het is mogelijk om de interactieprotocollen van de gebruikersinterface te standaardiseren op het laagste niveau (Haakma, 1998). Op het laagste niveau wordt de interactie tussen gebruiker en systeem tot stand gebracht door een gebruikersinterface met drukknoppen, menu keuzes en dialoog boxes. Dit zijn de basis interactieprotocollen voor de communicatie. Met behulp van de interactieprotocollen kunnen vaardigheden om te communiceren sneller worden geleerd. En op het lage niveau zullen middels de interactieprotocollen de vaardigheden automatisch worden na verloop van tijd. I- en E-Feedback dient wel geven te worden aan de gebruiker voor vroegtijdige correcties. Bijvoorbeeld bij het typen van een stuk tekst is de tactiele I-feedback belangrijk voor het voortijdig corrigeren van typefouten.

## **2.2. Situation Awareness**

Een ander aspect dat een belangrijke rol speelt in bedieningsposten is Situation Awareness (SA). In bedieningsposten moeten de gebruikers in drukke periodes verschillende hoeveelheden informatie tegelijkertijd verwerken, beslissingen maken en uiteindelijk de juiste taak uitvoeren. Het plannen en het oplossen van problemen in deze dynamische omgeving is essentieel. De gebruikers moeten daarom bewust zijn van de huidige en nieuw ontstane situatie in de dynamische omgeving. Een hoge niveau van SA bij gebruikers is daarom belangrijk bij het maken van goede beslissingen (Endsley, 1995).

### **2.2.1. Definitie Situation Awareness**

Een definitie van Situation Awareness is:

*“The perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning, and the projection of their status in the near future (Endsley, 1988)”*

In het kort kun je SA omschrijven als: kennis over wat er gaande is in het systeem en de omgeving. Het is van belang dat de gebruiker veranderingen goed waarneemt en juist interpreteert en op grond daarvan komt tot een juiste verwachting omtrent de voor hem relevante toekomstige ontwikkeling. SA kan opsplitst worden in drie niveaus. Het eerste en laagste niveau heeft betrekking op hoe de verschillende elementen in de omgeving worden waargenomen. Het tweede niveau is het begrijpen van de huidige situatie en het derde niveau heeft betrekking op het voorspellen van de toekomstige situatie (Endsley et al., 2003).

### *Niveau 1: Waarneming*

Bij het waarnemen worden de elementen (eigenschappen) in een omgeving vastgesteld, zoals het waarnemen van de toestand, eigenschappen en de dynamiek van de relevante elementen in de omgeving. Informatie kan visueel, auditief, tactiel, of via reuk worden waargenomen door de gebruiker. Een gebruiker in een gecentraliseerde bedieningspost moet visuele en auditieve elementen waarnemen. Hij of zij moet de verschillende objecten, het omgevingsverkeer bij het object, statusinformatie en waarschuwingstekens van de gebruikersinterface waarnemen. Alle waargenomen informatie is gekoppeld aan betrouwbaarheid. De betrouwbaarheid van de informatie is afhankelijk van hoe deze ontvangen wordt en wat de afkomst van de informatie is. Gebleken is dat in de luchtvaart de meeste problemen plaatsvinden op het laagste niveau. Jones en Endsley (1996) hebben gevonden dat 76 % van SA fouten bij piloten ontstaat door het niet waarnemen van de belangrijke informatie. Het niet waarnemen van informatie op het beeldscherm wordt ook wel inattentional blindness of change blindness (Roskam, Wiersma & Wouter, 2001). Van belang is om na te gaan of soortgelijke problemen zich voordoen in de bedieningsposten.

### *Niveau 2: Begrijpen*

Het tweede niveau heeft betrekking op het begrijpen van de waargenomen data en de signalen die in relatie staan met de relevante doelen. Op dit niveau worden de meeste elementen van de data geïntegreerd tot informatie en gecombineerd tot belangrijke informatie die van betekenis is voor het uiteindelijke doel. Als de gebruiker bijvoorbeeld een waarschuwingslicht ziet moet hij snel kunnen begrijpen wat er aan de hand is. De kennis die de gebruiker heeft wordt op niveau twee gecombineerd met het waarnemen van het waarschuwingslicht. Dit zal uiteindelijk leiden tot het begrijpen van het probleem en eventueel het stop leggen van de situatie.

### *Niveau 3: Voorspellen*

Als de persoon weet welke elementen aanwezig zijn en wat ze betekenen in relatie tot het huidige doel, dan is het mogelijk voor de persoon om te voorspellen wat de volgende stappen zullen zijn. Noodzakelijk van niveau drie, voorspellen, is dat de gebruiker de waargenomen elementen heeft begrepen. Gebruikers in bedieningsposten monitoren de verschillende schepen op hun beeldcamera's en anticiperen op voorafgaande problemen. Het is echter de vraag of dit ook daadwerkelijk gebeurt in een gecentraliseerde bedieningsposten. Een mogelijk probleem is dat er onvoldoende mentale capaciteit aanwezig is bij de gebruiker of dat de gebruiker weinig kennis heeft in dit domein (Endsley, 2003). In dit geval wordt de persoon overspoeld met informatie en omdat hij ook nog eens meerdere taken tegelijkertijd moet uitvoeren ziet hij informatie op de camerabeelden over het hoofd.

Tijd speelt een belangrijke rol bij Situation Awareness (Endsley et al. In Endsley, 2003). Belangrijk is dat de gebruiker zich bewust is van de tijd die nodig is voor het uitvoeren van een taak. Tijd speelt een rol op niveau twee, het begrijpen en op niveau drie, het voorspellen van SA.

De situatie is een ander element dat een belangrijke rol speelt. De situatie verandert steeds en de gebruiker moet zich steeds bewust zijn van de veranderingen. Dit vergt veel inspanningen van de gebruiker in een dynamische omgeving. Deze gebruiker moet verschillende cognitieve strategieën gebruiken om er voor te zorgen dat hij zowel het totale plaatje van de bediening als de mentale representatie van de situatie in controle houdt. Onder SA wordt in dit onderzoek het totale plaatje van de bediening verstaan en de mentale representatie van de situatie waar de beslissingen op zijn gebaseerd.

Situation Awareness is fundamenteel in (geautomatiseerde) systemen zoals voertuigen, vliegtuigen, medische- en nucleaire industrieën (Masys, 2004). Deze complexe dynamische systemen eisen een hoog niveau van alertheid van de gebruiker om zowel beslissingen te maken als bij het uitvoeren van taken. Uit de praktijk blijkt dat door de afname van SA het aantal fouten is toegenomen (Billings, 1997; Parasuraman, Mouloua & Molloy, 1996). In drukke omstandigheden of bij hoge werkdruk is kunnen de gebruikers het overzicht verliezen door een verminderde Situation Awareness. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat het in stand houden van SA leidt tot een effectievere, efficiëntere prestatie van de gebruiker en een vermindering van het aantal gemaakte fouten (Adams, et al., 1995; Durso & Gronlund, 1999; Endsley & Garland, 2001).

Het maken van fouten bij complexe systemen ligt niet zozeer aan de verkeerde beslissingen maar aan een slechte Situation Awareness.

### **2.2.2. Automatisering en Situation Awareness**

Automatisering in de huidige moderne bedieningsposten is geen uitzondering. Automatisering wordt toegepast voor het verbeteren van de gebruikersprestatie en het reduceren van de werkdruk. Automatisering heeft in een aantal gevallen geleid tot een verhoging van de SA bij een verminderde werkdruk. In vergelijking met de oudere gebruikersinterfaces in bedieningsposten (alleen drukknoppanelen) zijn de nieuwere gebruikersinterfaces zo geautomatiseerd dat het bedienen van het object minder aandacht vergt.

Automatisering heeft echter ook nieuwe operationele problemen gecreëerd voor gebruikers. In complexe systemen waar de handmatige functies zijn vervangen door geautomatiseerde functies is de rol van de gebruiker dramatisch veranderd (Parasuraman & Riley, 1997). In plaats van het actief uitvoeren van de taak moet de gebruiker het geautomatiseerde systeem, voor zover mogelijke is, continue gaan monitoren. Zoals reeds eerder is vermeld wordt volgens Cacciabue and Hollnagel (1998); Parasuraman, Sheridan en Wickens (2000) door automatisering de efficiency, veiligheid en het bedieningsgemak van de taken verbeterd maar gaan gebruikers Situation Awareness, de gebruikers tevredenheid en kundigheid achteruit doordat de geautomatiseerde systemen niet meer transparant zijn. Het niet transparant zijn betekent dat de systemen niet duidelijk de informatie weergeven.

Geautomatiseerde systemen hebben een impact op de wijze waarop mensen omgaan met systemen. Ze hebben een fundamentele verandering teweeggebracht in de menselijke taken, rollen en verantwoordelijkheden. Door automatisering zijn de verantwoordelijkheden van de gebruikers gestegen in human supervisory control [§2.3]. Activiteiten als het delegeren en monitoren zijn cruciaal geworden. De menselijke belasting en het maken van juiste beslissingen nemen alleen maar toe in de toekomst. En dit vraagt om nieuwe kennis, nieuwe expertise en vaardigheden (Dekker & Woods, in Dekker en Hollnagel, 1999).

Volgens Dekker (1999) is het niet altijd de gebruiker die verantwoordelijk is voor ongelukken bij de introductie van een nieuwe technologie. De problemen hebben betrekking op human-machine interactie. In het vliegtuigdomenein en ook in domeinen als de medische wereld, nucleaire wereld, spoorwegen en de maritieme wereld zijn dergelijke problemen met de introductie van nieuwe technologieën aangetroffen. In dit onderzoek naar bedieningsposten dient dit in het achterhoofd worden gehouden

Dekker & Woods (1999) stellen dat het ook van belang is om te weten welke data beschikbaar moeten zijn voor de gebruiker tijdens het monitoren. De gebruiker moet weten welke informatie van belang is tijdens het monitoren in de bedieningspost en welke niet. Transparantie van het geautomatiseerde systeem is van belang om de gebruiker te laten zien wat het systeem gaat doen. In het geautomatiseerde systeem is het belangrijk dat de gebruiker betrokken wordt in de systeembeslissingen. Hier moet een soort van tradeoff bestaan tussen het reduceren van de werkdruk en het handmatig maken van de taken. Dit is mogelijk door het bepalen van het [§2.3.1] (Qureshi & Urlings, 1999).

### **2.2.3. Impact automatisering op Situation Awareness**

Volgens Endsley & Kiris (1995) heeft automatisering een directe impact op SA vanwege drie factoren, welke hieronder worden beschreven.

Een eerste factor is verandering in waakzaamheid bij het toezichhouden en zelfvoldaanheid ('complacency') door over-vertrouwen in het geautomatiseerde systeem. Zelfvoldaanheid wordt door veel auteurs gedefinieerd als de gebruikers die te veel vertrouwen hebben in het geautomatiseerde systeem (Endsley et al., 1996). De waakzaamheid wordt op de proef gesteld doordat de menselijke operator niet langer direct de geautomatiseerde systemen waarneemt. Deze factoren kunnen SA verminderen door de verminderde attentie op de monitoren.

Een tweede factor is de veronderstelling van een passieve rol in plaats van een actieve rol bij het toezichhouden. In sommige situaties moeten operators handmatig het systeem bedienen en oriënteren zich daarbij op de status van het systeem. Het blijkt dat een passieve observator meer moeite heeft met het detecteren van problemen dan een actieve observator.

Als derde factor zijn veranderingen en het wegvallen van feedback te noemen. Een verandering van systeemfeedback is ook een probleem bij geautomatiseerde systemen (Norman, 1989). Volgens Norman is feedback noodzakelijk om ervoor te zorgen dat mensen in de 'systeemlus' blijven. De gebruikers weten met behulp van feedback of ze de actie juist hebben uitgevoerd. Dit is hetzelfde principe als in de vorige paragraaf bij feedback is geschreven.

Deze drie factoren dragen bij aan het uit de lus raken van de gebruiker in het systeem. De gebruiker is dan niet langer in gareel met het systeem.

#### 2.2.4. Methode voor het meten van Situation Awareness

Er bestaan verschillende methoden om SA te meten. De belangrijkste methoden staan hieronder beschreven.

De bekendste manier om Situation Awareness te meten is het stellen van een vraag tijdens een experiment (Endsley, 2001). Bij het experiment wordt eerst een taak gegeven aan de participant en daarna wordt de taak stop gezet. Hierna wordt een vraag gesteld waarna de taak wordt hervat.

Een tweede manier is de Situation Awareness Global Assessment Techniek (SAGAT). Deze techniek is ontwikkeld als een meetinstrument voor Situation Awareness (Endsley, 1988). De SAGAT techniek gebruikt een taakanalyse voor het construeren van een lijst van SA eisen. SAGAT meettechnieken zijn vaak gebruikt in Command en Control onderzoeken. Deze technieken zijn niet zonder problemen (Mitchell, 2004). De vraag is of SAGAT technieken de taakprestatie beïnvloeden en door de meting het menselijk gedrag wordt beïnvloed (Pew, 2000).

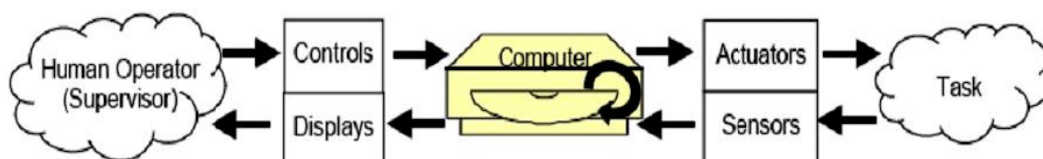
Een derde manier is Situational Awareness Assessment Technique (SART) van de Taylor (1990). Deze techniek is een subjectieve methode. Subjectieve metingen worden het meest gebruikt in commando en controle domeinen. Hier bepalen proefpersonen zelf hun SA niveau.

Situation Awareness toepassingen zijn belangrijk bij het ontwerpen van displays. Bij het systeem van de bedieningspost die in dit onderzoek is bekeken is weinig aandacht besteedt aan SA. SA in de bedieningspost is echter wel van belang omdat veel fouten kunnen ontstaan in onverwachte situaties. Een geautomatiseerd systeem vermindert SA maar automatisering heeft een positieve invloed op de prestatie van de gebruiker en werkdruk (Sarter & Woods, 1995).

De prestatie van de gebruiker en verschillende niveaus van geautomatiseerde systemen komen in de volgende paragraaf aan bod.

### 2.3. Human Supervisory Control

Het proces waarbij de gebruiker afwisselend interactie heeft met de computer, feedback ontvangt door het uitvoeren van een taak (die verbonden is met een computer) wordt in de literatuur Human Supervisory Control genoemd (Mitchell, Cummings & Sheridan, 2004). In afbeelding 4 is dit concept geïllustreerd.



#### Afbeelding 4: Human Supervisory Control (Sheridan, 1992)

Ammons, Govindaraj en Mitchell (1988) beschrijven Human Supervisory Control als “een operator die verantwoordelijk is voor een groep complexe machines, waar de handelingen continue aandacht vereisen en afhankelijk zijn van hogere perceptuele en cognitieve functies”.

Volgens Sheridan (1992) is Human Supervisory Control een proces waarbij de operator afwisselend communiceert met een computer. De operator ontvangt feedback van de computer en indien het nodig is bediend hij het proces of de taak (afbeelding 4). Sheridan (1992) stelt dat Human Supervisory Control uit vijf hoofdfuncties bestaat:

1. het plannen van een computer gebaseerde taak,
2. het invoeren van wat was gepland,
3. het monitoren van de gemaakte fouten en het falen van de computer,
4. ingrijpen als de computer zijn taak heeft afgerond of als de computer assistentie nodig heeft en
5. de mens leert van zijn ervaring door de voorafgaande functies.

In dit onderzoek is de 'Human Supervisory Control' de gebruiker van de bedieningspost.

#### 2.3.1. Automatisering

Het begrip automatisering heeft verschillende betekenissen (Parasuraman, Sheridan & Wickens, 2000). Volgens Parasuraman, Sheridan en Wickens kunnen geautomatiseerde systemen zowel bestaan uit een gesloten als een openloop, en verwijzen naar een elektronische of een mechanische actie. Het begrip automatisering wil niet zeggen dat een technische innovatie modern is. Het updaten van een computer voor een krachtiger systeem draagt niet direct bij aan automatisering. Parasuraman et al. (2000) geven de volgende definitie van automatisering in een gebruiker-systeem interactie:

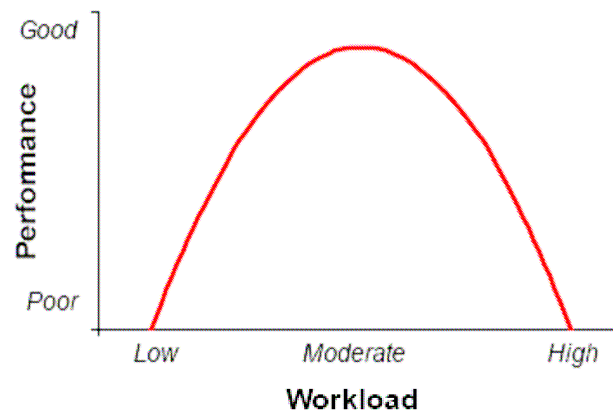
*“Een apparaat of systeem dat (gedeeltelijk of geheel) een taak vervult die voorheen werd uitgevoerd door een human operator”*

Sheridan en Verplank (1978) hebben geautomatiseerde systemen in 10 niveaus opgedeeld. Naarmate de niveaus hoger worden neemt de automatisering van het systeem toe ten opzichte van de gebruiker. De verschillende niveaus zijn in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1: automatiseringsniveaus

Automation level	Automation description
1 (low)	The system offers no assistance: human must take all decision and actions.
2	The system offers a complete set of decision/action alternatives, or
3	Narrows the selection down to a few, or
4	Suggests one alternative, and
5	Executes that suggestion if the human approves, or
6	Allows the human a restricted time to veto before automatic execution, or
7	Executes automatically, then necessarily informs humans, and
8	Informs the human only if asked, or
9	Informs the human only if it, the computer, decides to.
10 (high)	The system decides everything and acts autonomously, ignoring the human.

Gebruikersinteractie met automatisering heeft alleen impact op de niveaus van 2 tot en met 6. Voor routineprocessen, het hoogste niveau van automatisering (niveau 7 en 8) geldt een lagere mentale werkdruk (Kaber et al., 2000). Wanneer op dit hoge niveau van automatisering de processen falen, kan de werkdruk enorm stijgen. Door de hoge werkdruk kan de gebruiker zijn aandacht minder bij de taken houden. Een optimale prestatie tijdens het monitoren wordt bereikt bij een gemiddelde werkdruk niveau. De relatie tussen werkdruk en prestatie is hieronder in het Yerkes-Dodson (Yerkes and Dodson, 1908) model weergegeven.



**Afbeelding 5: Relatie werkdruk en prestatie**

Zoals uit tabel 1 blijkt bestaat het automatiseringniveau uit een laag en een hoog niveau. Volgens Billings (1997) heeft elk automatiseringsniveau zijn eigen specifieke problemen. Human Supervisory Control bij een hoog niveau van automatisering kan leiden tot:

- een vermindering van de mentale vaardigheden,
- vermindering van SA door verminderde transparantie van geautomatiseerde systemen, moeilijke en slechte feedback,
- de verminderde benodigde tijd en de moeilijkheid om een fout te registreren.

Gebruikers kunnen bij een hoog niveau van automatisering in onverwachte situaties niet eenvoudig handmatig het geautomatiseerde systeem overnemen. De gebruikers hebben in de onverwachte situaties niet de ervaring om de gebeurtenis te corrigeren. Als er iets verkeerd dreigt te gaan bij een laag niveau van automatisering tijdens Human Supervisory Control dan leidt dit tot werkdruk in de routine taken, verveling en gebruikersafhankelijkheid.

Wanneer bij het bedienen van meerdere objecten het automatiseringsniveau wordt verhoogd zullen de werkdruk en de wachttijden afnemen. Dit gaat gepaard met risico's voor zowel de gebruiker als het systeem. De gebruiker zal door het falen van het geautomatiseerde systeem minder alert zijn op onverwachte gebeurtenissen. Hij zal de situatie niet goed kunnen inschatten en niet kunnen begrijpen wat er aan de hand is.

In de meeste gevallen moeten gebruikers bij het bedienen van meerdere objecten (zoals in de bedieningspost omgevingen) meerdere gelijkwaardige taken uitvoeren. In drukke tijden kan de werkdruk tot een zodanig hoog niveau stijgen dat er een grotere kans op fouten is.

#### **2.4. Aandacht en multitasking**

Een belangrijke taak in Human Supervisory Control is de aandacht houden bij de verschillende dynamische taken (Mitchell et al., 2004). De aandacht houden bij deze dynamische taken is een moeilijk proces voor mensen omdat ons cognitieve vermogen voor aandacht relatief beperkt is. Aandacht is een belangrijk aspect van ons cognitieve systeem. Veel activiteiten in ons dagelijks leven omvatten het uitvoeren van meerdere dingen tegelijkertijd en vragen veel aandacht van onze mentale capaciteit (Mc-



Dowd, Vercruyssen & Birren, 1991). Onvoldoende aandacht wordt vaak genoemd als reden voor auto-ongelukken, vliegtuigongelukken en ongelukken in controleruimtes waar gebruikers beïnvloed worden door complexe instrumenten (Benyon et. al, 2005).

Wanneer we onze aandacht gaan selecteren, richten we ons op informatie die we willen ontvangen en filteren informatie die we niet willen eruit. We kunnen onze aandacht echter ook opsplitsen en meerdere dingen tegelijkertijd doen. Een voorbeeld van een cognitieve aandachtstaak waar meerdere dingen tegelijkertijd worden gedaan is bellen en tegelijkertijd iets opschrijven. Meerdere taken tegelijkertijd wordt door Wickens, Gordon & Liu (1998) 'timesharing' genoemd. Timesharing verwijst naar het snel schakelen van de aandacht tussen twee of meerdere taken tegelijkertijd.

In de literatuur wordt timesharing ook multitasking genoemd. Multitasking is een primair component in ons dagelijks gedrag. Multitasking is dan ook een belangrijk aspect waarmee rekening dient worden gehouden bij het ontwerpen van systemen waar interactie tussen mens en technologie plaatsvindt.

Het aspect 'Multitasking' is uitgebreid bestudeerd in studies over mentale werkdruk en menselijke prestatie. In de industriële gebieden is er nog weinig onderzoek naar gedaan. Wel zijn er al verschillende mentale modellen opgesteld voor het beschrijven van 'multitask' prestaties. Sinds de eerste klassieke 'enkele kanaal theorie' van Broadbent (1958) zijn er verschillende theorieën opgesteld (zoals Deutsch & Deutsch, 1963; Treisman, 1969 en Kahneman, 1973). Tegenwoordig wordt aandacht in de literatuur door onderzoekers gezien als mentale resources, ofwel cognitieve capaciteit (Kahneman, 1973; Pashler, 1998 in Benyon, 2005).

#### **2.4.1. Resource theorieën**

Resource theorie van een prestatie op een taak is opgesplitst in twee theorieën; de 'enkele-resource' theorie (enkelvoudige capaciteitstheorie) en de 'multiple-resource' theorie (meervoudige capaciteitstheorie). Deze theorieën worden in de opvolgende subparagrafen achtereenvolgens behandeld.

##### **Enkele-resource theorie**

De enkele-resource theorie veronderstelt dat in onze informatieverwerkingsysteem één 'resource' aanwezig is die voor alle taken en mentale activiteiten verantwoordelijk is (Kahneman, 1973). Ook veronderstelt de theorie dat het uitvoeren van meerdere taken tegelijkertijd ontstaat door het schakelen tussen de resources. Volgens de theorie van Kahneman (1973) daalt de 'multitask' prestatie als de moeilijkheid van een taak toeneemt. Zodra de moeilijkheidsgraad toeneemt kost het voor een resource meer inspanning om de taak uit te voeren en als gevolg hiervan kan een andere resource minder presteren bij het uitvoeren van de taak.

Praten in onze moedertaal is een taak die voor de meeste mensen vanzelfsprekend is. We kunnen praten en tegelijkertijd een aantal andere taken uitvoeren (zoals schrijven of waarnemen). Het voeren van een gesprek met meerdere mensen tegelijkertijd is veel moeilijker omdat het uitvoeren van de taak veel meer inspanning vergt dan een gesprek voeren met één persoon. De taakprestatie gaat in een conversatie met meerdere personen achteruit omdat de taak meer inspanning vergt en de moeilijkheidsgraad van de taak hoger is. Kahneman (1973) veronderstelt dat totale hoeveelheid resources afhankelijk is van de psychologische toestand van een organisme, ook wel het zogenaamde arousal niveau genoemd. Het vaststellen van de resources is waarneembaar bij lichamelijke veranderingen.

Het concept resource en de relatie tussen resource, prestatie en de moeilijkheidsgraad van een taak is empirisch onderzocht door middel van het meten van fysiologische arousal en middels het subjectief meten van inspanning (Kahneman, 1973). Uit onderzoek blijkt dat veranderingen van het arousal kan worden afgeleid van de pupilgrootte. Uit verschillende onderzoeken blijkt een correlatie te bestaan tussen hartritme en een toenemende taakdruk (Derrick, 1988; Mulder & Mulder, 1981). Naast de veranderende moeilijkheidsgraad van een taak, hebben onderzoekers ook de subjectieve inspanning gemeten (Vidulich & Wickens, 1986; Yeh & Wickens; 1988). Door de mate van inspanning te variëren door het geven van motivatieprikkels kan dit gemeten worden. Uit deze studies blijkt dat een positieve correlatie bestaat tussen inspanning en de prestatie bij het uitvoeren van een taak.

##### **Beperkingen enkele-resource theorie**

De enkele resource theorie heeft een aantal twijfelachtige beperkingen die door verschillende auteurs worden genoemd. De eerste beperking is dat de theorie de resultaten van interferentie taken niet kan verklaren. Volgens de enkele-resource theorie zal bij het uitvoeren van twee of meerdere taken tegelijkertijd bij een zelfde prestatieniveau, de moeilijkste taak de meeste resources nodig hebben. Voorbeelden uit de literatuur laten zien dat dit niet altijd zo is (Damos, 1991). Uit de literatuur blijkt dat, wanneer mensen twee taken tegelijkertijd uitvoeren, de verandering in de primaire taak in sommige gevallen geen invloed heeft op de secundaire taak. Mensen veranderen hun loopprestatie bijvoorbeeld niet dramatisch bij een verandering van het gespreksonderwerp tijdens een boswandeling. Een tweede beperking is dat mensen in sommige situaties wel in staat zijn tot perfecte timesharing in tegenstelling tot wat de enkele resource theorie beweert. Een ervaren autorijder kan bijvoorbeeld tegelijkertijd een gesprek volgen, op het verkeer letten en autohandelingen uitvoeren. Een laatste beperking is dat bij sommige combinaties van taken het toenemen van de moeilijkheid van de ene taak geen effect heeft op de prestatie van de andere taak. Volgens Sanders en McCormick (1993) kunnen deze problemen worden verklaard door het multiple-resource theorie van Wickens (1984 en 2002).

### **Multiple-resource theorie**

De Multiple Resource Theorie (MRT) veronderstelt in tegenstelling tot de enkele-resource theorie dat er verschillende onafhankelijke resources bestaan bij het uitvoeren van meerdere taken tegelijkertijd (Wickens, 1984). Deze theorie gaat er vanuit dat taken waarbij de resource elkaar niet overlappen altijd perfect ge-timeshared kunnen worden. Wanneer bij het uitvoeren van taken gebruik wordt gemaakt van dezelfde resource dan kunnen taken met elkaar interfereren. De MRT is enkel toepasbaar in omgevingen waar meerdere taken tegelijkertijd worden uitgevoerd (Wickens, 2002). Voor meer informatie over dit model wordt verwezen naar bijlage 1.

Binnen het model zijn de auditieve en visuele resources het meest prominent aanwezig. Wickens stelt dat we soms onze aandacht beter kunnen verdelen tussen onze ogen en oren dan tussen twee auditieve kanalen of twee visuele kanalen. Een overlap van resources zoals twee auditieve taken zal de prestatie van beide taken beïnvloeden. Verwarring kan optreden wanneer twee auditieve boodschappen of twee visuele boodschappen gelijktijdig op kort op elkaar worden ontvangen door de gebruiker. Door één van de auditieve boodschappen door een visuele boodschap te vervangen dan wel door één van de visuele boodschappen te vervangen door een auditieve boodschap kan de taak van de gebruiker worden verlicht. Uit een onderzoek van Parker en Coleman (1990) is gebleken dat mensen beter in staat zijn te rijden met een auditieve routeplanner dan met een visuele routeplanner

De Multiple Resource Theorie geeft voorspellingen van de prestatie van twee of meerdere taken die tegelijkertijd worden uitgevoerd. Het Multiple resource model is een belangrijk model voor ontwerpers om bepaalde afwegingen te kunnen maken in hun ontwerp. Een ontwerper kan bijvoorbeeld een keuze maken tussen spraakbediening of handmatige bediening in zijn ontwerp, tussen auditieve displays of visuele displays en spatial graphics (een grafische kaart) of verbaal materiaal (routelijst).

#### **2.4.2. Resources en leren**

Een aanvulling op de resource theorie benadering van Wickens (2002) is het feit dat leren een belangrijke rol speelt bij resources (Lintern & Wickens in Damos, 1990). Het is bekend dat gemiddelde ervaring bij het uitvoeren een nieuwe taak meer resources vergt dan een taak uitvoeren die men beter beheerst. Uit een onderzoek van Schneider en Shiffrin (1977) blijkt dat bij gecontroleerde processen (geen beheersing van een taak) het leerproces juist meer verandert in tegenstelling tot automatische processen (wel beheersing van de taak) [§2.4.3]. Bij gecontroleerde processen is meer vraag naar resources dan bij automatische processen. Waarom het leren in het begin stadium 'resource-intensief' is wordt in de literatuur niet verklaard. Er zijn wel een aantal hypothesen opgesteld. De hypothese van Manne en Wickens (1986) stelt dat leren een op zichzelf staande taak is die moet worden ondersteund en die zijn eigen resources heeft. Op deze hypothese zal niet verder worden ingegaan.

Lintern en Wickens zijn van mening dat een hoge belasting van resources het leren kan vertragen en dat 'non-verbale' instructietechnieken, zoals assistentie, het leren kan versnellen. Assistentie kan verleend worden door het geven van feedback tijdens het uitvoeren van de taken. Deze feedback kan be-

staan uit E- en I-feedback [§ 2.1.2]. Het aantal fouten kan door middel van feedback worden vermindert.

### 2.4.3. Automatische versus gecontroleerde processen

Er bestaan multitasking situaties waar twee moeilijke taken tegelijkertijd worden uitgevoerd. Een voorbeeld van een dergelijke situatie is afkomstig uit een onderzoek van Allport, Antonis en Reynolds in Wickens et al. (1998). Zij beschrijven een situatie waarin een pianospeler muziek speelt en tegelijkertijd ook bezig is met het nadoen van een opgegeven gesproken bericht, zonder dat hij zijn taak onderbreekt. Een verklaring hiervoor kan de ervaring van de gebruiker zijn of het feit het piano spelen een automatisme kan zijn en hierdoor niet interfereert met de andere taak.

Volgens het model van aandacht (Schneider en Shiffrin, 1977) kan de prestatie van een taak in twee processen worden onderscheiden; automatische processen en gecontroleerde processen.

Automatische processen zijn processen waarbij taken kunnen worden uitgevoerd zonder inspanning. Automatische processen worden vaak geassocieerd met geoefende taken en ontstaan wanneer de beoefenaars de stimuli verwerken die 'consistente' informatie bevatten (Detweiler & Schneider, 1990). Het verwerken van de stimuli wordt pas automatisch wanneer dezelfde responses meerdere malen worden herhaald.

Gecontroleerde processen daarin tegen zijn de cognitieve processen die inspanning vergen voor het verwerken van inconsistente informatie (Schneider en Shiffrin, 1977). De aandachtscapaciteit is bij gecontroleerde processen dan ook beperkt dan in vergelijking met automatische processen.

Een voorbeeld van gecontroleerde processen en automatische processen is het uitvoeren van de verschillende taken bij het autorijden. Eerst moeten we ons inspannen (geen ervaring) om de autovaardigheden goed te begrijpen (de gecontroleerde processen). Wanneer we de vaardigheden hebben geleerd en meer ervaring hebben om te kunnen rijden worden de taken bij het autorijden automatisch.

## 2.5. Menselijke fouten

Bij het uitvoeren van taken worden voortdurend menselijke fouten ('human error') gemaakt. Uit statistische gegevens uit de luchtvaart, procesbediening en nucleaire procesindustrie blijkt dat ongeveer 60 tot 90 procent van de ongevallen te wijten is aan menselijk handelen (Wickens et al., 1999). De verwachting is dat ook binnen de brugbediening een dermate hoog aantal fouten wordt gemaakt.

### 2.5.1. Definitie menselijke fout

Een menselijke fout wordt als volgt gedefinieerd:

*"Ongewenst menselijk gedrag dat het niveau van effectiviteit en veiligheid van het systeem verlaagt, en dat mogelijk kan leiden tot ongelukken en verwondingen (Wickens et al., 1998) "*

Menselijke fouten zijn vaak gerelateerd aan een gebrek aan informatie of het verkeerd interpreteren van de informatie. Dit is weer gerelateerd aan het perceptuele en cognitieve vermogen van de gebruiker. Enkele voorbeelden van menselijke fouten zijn:

- Fouten die ontstaan doordat de gebruiker de interface verkeerd bedient,
- Fouten die ontstaan door een ontwerp fout,
- Fouten van toezichthouders op de gebruiker,
- Fouten van trainers van de gebruikers.

Fouten voorkomen is bijna onmogelijk. De gebruiker heeft vaak zelf niet eens door dat hij een fout maakt. Enkel wanneer het resultaat afwijkt van het beoogde resultaat is duidelijk dat er een fout is gemaakt.

Menselijke fouten worden door verschillende auteurs in verschillende categorieën ondergebracht. Het meest voorkomende onderscheid dat wordt gemaakt in menselijke fouten is: error of omission en error of commission. Deze fouten worden hieronder nader toegelicht.

## **Error of omission**

Een error of omission ontstaat wanneer de gebruiker faalt te presteren bij een of meerdere processtapen die noodzakelijk zijn bij het uitvoeren van zijn taak. Wickens (1998) stelt dat een inadequaat mentaal model van het systeem kan leiden tot een error of omission

## **Error of commission**

De error of commission is een fout die ontstaat doordat de gebruiker onjuiste extra handeling uitvoert of een handeling verkeerd uitvoert. Deze fout treedt op wanneer een sequentiële handeling in de verkeerde volgorde wordt uitgevoerd of wanneer de gebruiker te snel of te langzaam de verschillende handelingen wil uitvoeren. De oorzaak van dit soort fouten ligt in slechte training, slechte instructies en/of het feit dat de gebruiker zich niet bewust is van de gevaren in de omgeving.

## **2.6. Gebruiksvriendelijkheid methode**

De gebruiksvriendelijkheid ('Usability') wordt beïnvloedt door de context waarin de gebruiker zich bevindt. Gebruiksvriendelijkheid is een functie van de context waar een product of systeem wordt gebruikt. De eigenschappen die de context bepalen zijn de gebruikers, de taken/activiteiten die moeten worden uitgevoerd, de omgeving en de technologie (Benyon et al., 2005). Gebruiksvriendelijkheid is het resultaat van de interactie tussen de gebruiker en technologie bij het uitvoeren van de taken in een technische, fysieke, sociale en organisatorische context. Het veranderen van één van de aspecten van de context kan invloed hebben op de gebruiksvriendelijkheid van een product of systeem (Bevan & Macleod, 1994).

### **2.6.1. Achtergrond gebruiksvriendelijkheid**

In de afgelopen jaren hebben verschillende onderzoekers geprobeerd om de gebruiksvriendelijkheid van een gebruikersinterface te definiëren (Nielsen, 1993). Gebruiksvriendelijkheid wordt volgens de ISO-9241:11 gedefinieerd als:

*De mate waarin specifieke gebruikers een bepaald product kunnen gebruiken om op een effectieve, efficiënte en tevredenstellende (satisfactie) manier specifieke doelen te bereiken in een bepaalde context.*

Binnen deze definitie zijn drie variabelen van gebruiksvriendelijkheid te herkennen: effectiviteit, efficiëntie en satisfactie.

Effectiviteit is de nauwkeurigheid en het succesvol voltooien van de taak die (specifieke) gebruikers in een bepaalde context uitvoeren. Efficiëntie is hoe snel en met hoeveel resources de taak wordt uitgevoerd voor het voltooien van de taak. Satisfactie is de acceptatie van de gebruikers. Het doel van een gebruiksvriendelijkheids evaluatie is het verbeteren van het ontwerp van een systeem of product met als resultaat een systeem of product dat overeenkomt met de gebruikersbehoeften.

Gebruiksvriendelijkheid bestaat volgens Nielsen (1993) uit verschillende eigenschappen. Deze worden vaak in verband gebracht met de volgende algemene eigenschappen:

- **Leerbaarheid:** een gebruiker die het systeem niet kent kan snel iets doen op het systeem.
- **Efficiëntie:** als de gebruiker eenmaal het systeem kent, is het mogelijk om op een hoog niveau productief te zijn.
- **Makkelijk te herinneren:** als een gebruiker het systeem een lange tijd niet heeft gebruikt moet het makkelijk zijn om het weer te gebruiken.
- **Weinig fouten:** maken gebruikers weinig fouten tijdens het gebruik van het systeem? En als ze fouten maken kunnen ze de weg terug vinden in het systeem?
- **Plezierig te gebruiken:** zijn gebruikers tevreden met het gebruik van het systeem?

Van Wellie, van der Veer en Eliëns (1999) hanteren een andere definitie van gebruiksvriendelijkheid. Ze zijn van mening dat de variabelen van de ISO-definitie te abstract zijn voor toepassingen in de praktijk. Het concept zou naar hun mening verder geanalyseerd moeten worden. En een ander argument dat ze aanhalen is dat effectiviteit, efficiëntie en satisfactie niet het gehele concept dekken. Zij stellen dan ook een gelaagd model voor die bestaat uit vier niveaus. Het gelaagde model staat in hun artikel

vermeld. Het eerste en hoogste niveau is gedefinieerd volgens de ISO-9241:11 standaard. Het volgende niveau laag bestaat uit een aantal variabelen volgens Nielsen's definitie. De variabelen op dit niveau worden gebruikersindicatoren genoemd. Het opeenvolgende niveau van het model bestaat uit de (hulp)middelen die zouden moeten worden gehanteerd als ontwerprichtlijnen. Ontwerpers kunnen deze middelen gebruiken voor het optimaliseren van gebruiksvriendelijkheid.

De variabelen die door International Standard Organisation en Nielsen (1993) worden gedefinieerd zijn indicatoren voor gebruiksvriendelijkheid. Volgens Wickens, Gordon & Liu (1998) kan gebruiksvriendelijkheid worden gemeten door efficiëntie (het aantal gemaakte fouten, en de tijd die nodig is om een taak te voltooien) en satisfactie (gebruikers subjectieve reacties op een taak).

### 2.6.2. Evalueren van gebruikersinterfaces

Voor het meten van gebruiksvriendelijkheid kunnen er verschillende technieken worden gebruikt. Volgens Bevan, Kirakowski & Maissel (1992) zijn de volgende technieken te onderscheiden:

- Expert advies: door het observeren van de problemen kan de expert direct aanbevelingen geven.
- Het gedetailleerd analyseren van de interactie tussen gebruiker en systeem: het analyseren van de interactie tussen gebruiker en systeem door observaties.
- Analyse van gebruikersinteractie middels een checklist: gebruikers kunnen een checklist invullen over de aanvaarbaarheid van de verschillende aspecten van de interface.
- Analyse door een expert op basis van een checklist: een specialist kan de gebruiksvriendelijkheid van een systeem evalueren met behulp van een checklist. Deze checklist bestaat uit een aantal gedetailleerde eisen van het systeem.

Welke techniek het meest geschikt is, is afhankelijk van het ontwerpproces en de tijd voor het onderzoek. Een combinatie van een gedetailleerde analyse en expert advies blijkt het meest effectief (Bevan et al., 1991). De checklist evaluaties zijn een handig hulpmiddel voor een minder ervaren evaluator te zijn.

### Heuristische evaluatie

Een populaire gebruiksvriendelijkheids evaluatie checklist methode is de heuristische evaluatie. De heuristische evaluatie is gebaseerd op de methode van Nielsen (2003). De heuristische evaluatie is een goedkope en effectieve manier voor het vinden van gebruiksvriendelijkheidsproblemen in de gebruikersinterface. In een heuristische evaluatie wordt de gebruikersinterface beoordeeld op algemene gebruiksvriendelijkheidprincipes (heuristieken). Voor de heuristische evaluatie wordt gebruik gemaakt van 10 gebruiksvriendelijkheids heuristieken van Nielsen (2003). De heuristieken zijn hieronder opgenomen:

**Tabel 2: 10 heuristieken**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visibility of system status- o.a.: Waar ben ik? Waar kan ik naar toe? Wat is het hoofddoel hier? Heldere, consistente en goed gegroepede navigatiehulpmiddelen. Krijgt de gebruiker de juiste feedback.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Match between system and the real world- o.a.: taal en bestaande concepten van de gebruiker.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• User control and freedom- o.a.: gebruiker wordt niet 'opgesloten'; 'systeem restart' en 'naar begin stand' buttons e.d.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consistency and standards- o.a.: interne consistentie! Gebruikelijke standaards (bijvoorbeeld vaarwegen-standaards)</li> </ul>
<i>Tabel gaat verder op de volgende pagina</i>

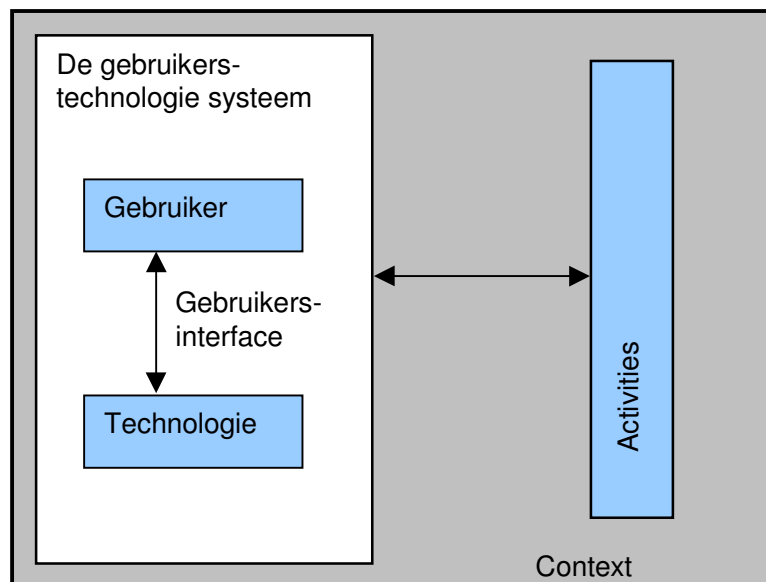
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Error prevention- o.a.: voorkomen is beter dan genezen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recognition rather than recall- o.a.: zichtbare objecten, acties &amp; opties; maak de interface 'explorable'</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibility and efficiency of use- o.a.: accelerators voor ervaren gebruikers, geen gedwongen stappen; reduceer de workload van een gebruiker (bv. 1-click-ordering); anticiperen op gebruiker (maak geen doolhof voor de gebruiker); idealiter is een systeem direct bruikbaar (geen training/oefening/instructies nodig).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aesthetic and minimalist design- o.a.: weglaten wat overbodig is, toenemende detaillering in een platte structuur.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Help users recognize, diagnose, and recover from errors- o.a.: foutmelding met oplossing</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Help and documentation- o.a.: geïntegreerde help-functie (en documentatie indien nodig).</li> </ul>

### PACT analyse

Gebruiksvriendelijkheid kan worden bereikt door een balans te vinden tussen vier aspecten die een rol spelen bij het ontwerp van interactieve systemen. Deze vier aspecten zijn:

- *Gebruikers*
- *Activiteiten* die door gebruikers worden uitgevoerd
- *Context* waar de interactie plaatsvindt
- *Technologie* (hardware en software)

De vier aspecten worden omschreven als het PACT systeem (Benyon, Turner & Turner (2005)). De vier aspecten zijn in afbeelding 6 schematisch weergegeven. Om tot de juiste balans te komen voor gebruiksvriendelijkheid kunnen verschillende combinaties worden gevormd. Ontwerpers zullen de vier aspecten steeds anders moeten combineren, om tot een juiste balans te komen (Benyon et al. (2005)).



**Afbeelding 6: Model Mens-Systeem interactie (Benyon et al., 2005)**

Uit de afbeelding van Benyon et al. (2005) is af te lezen dat er twee relaties zijn die moeten worden geoptimaliseerd. De eerste relatie is de interactie tussen gebruiker en technologie, ofwel tussen de gebruiker en gebruikersinterface. De andere relatie betreft de interactie tussen gebruiker en technologie als geheel (de gebruikers-technologie systeem).

Het gebruikers-technologie systeem is een combinatie van technologieën die in verschillende contexten kunnen worden toegepast (Benyon et al., 2005). Een voorbeeld van een dergelijke activiteit is het schrijven en de diverse contexten waar deze activiteit kan plaatsvinden.

Nadat de verschillende aspecten (afbeelding 8) in het ontwerp zijn geïdentificeerd dan is het mogelijk doormiddel van de vijf benaderingen tot een maatregel te komen van een specifiek probleem. Deze benaderingen om tot een maatregel te komen bestaan uit de volgende niveaus (Wickens et al., 1998):

- Het ontwerpen van de uitrusting: verander de fysieke uitrusting waar de gebruikers mee moeten werken.
- Het taakontwerp: verander eerst wat de gebruikers moeten uitvoeren in plaats van wat het systeem moet gaan uitvoeren.
- Het omgevingsontwerp: pas veranderingen toe in een fysieke omgeving waar de taak moet worden uitgevoerd. Veranderingen zoals licht, temperatuur en het reduceren van geluid.
- De training: bereidt de gebruiker beter voor op condities die hij kan tegenkomen in zijn werkomgeving. Dit is mogelijk door het geven van opleiding en het leren van de praktische vaardigheden.
- De selectie: is een techniek voor het herkennen van de verschillen tussen gebruikers die als gevolg heeft tot een goede prestatie van het systeem. Deze systeemprestatie kan worden verbeterd door het selecteren van de gebruikers met de beste kenmerken voor het specifieke werk.

### 3. PRAKTISCH KADER: BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de huidige situatie in een bedieningspost. Het doel van dit hoofdstuk is inzicht verkrijgen in de praktijksituatie rondom gebruikers, interfaces en gebruiksvriendelijkheid in bedieningsposten. De informatie is verkregen door het bezoeken van bedieningsposten op locatie, het houden van interviews en literatuuronderzoek. Dit hoofdstuk is opgebouwd op basis de PACT-analyse van Benyon et al. (2005) [§2.7]. En de analyse is als leidraad voor dit hoofdstuk gebruikt.

In paragraaf 3.1 wordt allereerst een globale schets gegeven van de huidige situatie rondom het bedienen van een brug. Op basis van deze schets worden de verschillende aspecten van de PACT-analyse (gebruiker, activiteiten, context en technologie) behandeld [§3.2-3.5]. Per aspect worden de verschillende concepten behandeld die relevant zijn voor van het bedienen van objecten op afstand.

Ten slotte wordt beschreven hoe de praktijksituatie verbeterd kan worden met behulp van de theoretische concepten uit hoofdstuk twee [§3.7].

#### 3.1. Huidige situatieschets

Een gebruiker ontvangt in de gecentraliseerde bedieningspost informatie via de gebruikersinterface. Nadat de gebruiker informatie ontvangen heeft, verwerkt hij de informatie en voert hij acties uit door de gebruikersinterface te bedienen. De gebruikersinterface vormt de link tussen de gebruiker en de technologie, of te wel tussen de gebruiker en het te bedienen object. De gebruiker moet beslissen welke acties hij wil gaan uitvoeren op de gebruikersinterface.

Het uitvoeren van de verschillende acties gebeurt doorgaans volgens de RVW (2005) richtlijnen. De gehele cyclus moet volgens het RVW doorlopen worden. De cyclus is opgenomen in bijlage 2. In hoofdlijnen ziet de bedieningsprocedure van de brug er als volgt uit:

- A. Het schip meldt zich aan; de verkeerssituatie op de brug wordt in oenschouw genomen (1e schouwing); het schip krijgt een rood/groen sein (brug wordt gereed gemaakt).
- B. Het commando 'onderbreken landverkeer'. Dit commando gaat automatisch met als tussenposen: voorseinen aan, rood verkeerslicht, aanrijbomen neer; het proces stopt.
- C. 2e schouwing van de brug. Indien zich geen verkeersdeelnemers op de brug bevinden dan volgt het commando 'afrijbomen neer' en stopt het proces. Soms vindt deze procedure ook automatisch plaats.
- D. 3e schouwing van de brug. Indien geen verkeersdeelnemers op de brug bevinden dan volgt het commando: 'brug openen'.
- E. Het schip krijgt automatisch groen licht als de brug geheel is geopend.
- F. Nadat het schip is gepasseerd en er geen andere schepen naderen, wordt het scheepvaartsein op rood gezet.
- G. Na schouwing van de doorvaart volgt het commando 'brug sluiten'. Na sluiting gaan de afsluitbomen automatisch omhoog, doven de lichten en is de brug weer vrij voor het landverkeer.

De gebruiker bekijkt de actuele situatie rondom het object op het beeldscherm. Indien noodzakelijk neemt hij contact op met de schipper via de marifoon. Het verkeer (fietser, voetgangers en voertuigen) dat zich op de brug tussen de afsluitbomen bevindt kan ook door de gebruiker in de bedieningspost waargenomen worden. De brug wordt met behulp van de functieknoppen bediend. Functieknoppen zijn de knoppen die aanwezig zijn op de grafische gebruikersinterface. De gebruiker kan met deze knoppen verschillende handelingen uitvoeren.

Het blijkt dat de gebruikerscontext rondom de brugbediening niet overal gelijk is in Nederland. Bij sommige bruggen zoals bij de Zwedenbrug, gemeente Hoogezand-Sappermeer, en Duinkerkenbrug, gemeente Groningen, is het bedieningsproces volledig automatisch. De bediener moet hier permanent het proces bewaken en kan alleen ingrijpen door de noodstop te gebruiken.



### **3.2. De gebruikers**

De gebruikers kunnen bestaan uit de gebruikers in de bedieningspost, de verkeersdeelnemers, de schippers en de onderhoudsmonteurs. De onderhoudsmonteurs worden hieronder niet nader toegelicht omdat er geen informatie beschikbaar is over deze gebruikers.

#### **3.2.1. De gebruikers in de bedieningspost**

De gebruiker in de bedieningspost is de persoon die de technologie of het systeem gebruikt. In dit onderzoek kan de gebruiker in de bedieningspost de volgende functies hebben; operator, brugwachter of Human Supervisory Operator [§2.3]. De gebruiker ontvangt visuele en auditieve informatie, ontvangt statusinformatie van de camerabeelden, maakt beslissingen, selecteert bepaalde opties en geeft commando's door het bedienen van de functieknoppen om zijn doel te bereiken. De gebruiker werkt samen met een geautomatiseerd systeem. De gebruiker communiceert niet alleen met de technologie. De gebruiker communiceert ook met de schippers en de verkeersdeelnemers op en rondom de brug.

#### **Ervaring gebruikers**

Het ervaringsniveau van de gebruikers in bedieningsposten is verschillend. Sommige gebruikers hebben ervaring in de scheepsvaart en/of hebben een cursus gevolgd voor het bedienen van de gebruikersinterface. Andere gebruikers hebben de cursus 'richtlijnen in de scheepsvaart' (Nautische functie 1 en 2) gevolgd welke gegeven wordt door de Leidse Onderwijsinstelling (LOI). De LOI toetst om het jaar de kennis van de gebruikers schriftelijk of mondeling.

Meestal krijgen de gebruikers eerst een rondleiding langs de verschillende te bedienen bruggen.

De uitzendkrachten worden ingewerkt door het vaste personeel die de uitzendkracht zoveel mogelijk begeleid tijdens zijn inwerkperiode. Na de inwerkperiode wordt bepaald door de beheerder of de gebruiker zelfstandig onder toezicht mag werken.

Daarnaast worden in drukke perioden zoals in de zomertijd uitzendkrachten ingehuurd. Deze gebruikers zijn minder bekend met het systeem en hebben in het algemeen geen opleiding en/of ervaring in het bedienen van bruggen. Ze beheersen het systeem dan ook minder goed dan het vaste personeel. De leek (uitzendkracht) stelt in vergelijking met een expert andere eisen aan het ontwerp. Een expert zal het systeem regelmatig gebruiken en zal details van het systeem willen weten. Een leek zal eerder door het systeem heen geleid willen worden.

#### **Perceptuele aspecten gebruiker**

In de gebruikersinterface worden verschillende kleuren gebruikt om aanwijzingen te geven tijdens het bedienen. Voor degenen die geen kleurcodering kunnen waarnemen zullen andere aanwijzingen moeten worden gegeven. Een feit is dat 10% van de mannen, samen met een zeldzaam klein aantal vrouwen, een of andere vorm van kleurenblindheid heeft. Het is niet bekend of ook veel gebruikers in de bedieningsposten last hebben van kleurenblindheid.

#### **3.2.2. De verkeersdeelnemers**

De verkeersdeelnemers zijn de fietsers, automobilisten, voetgangers, invalidervoertuigen en etc. die de brug passeren. De activiteiten of taken die door de verkeersdeelnemers worden uitgevoerd zijn het passeren van de brug, het stoppen voor een "rood" sein en eventueel contact opnemen met de bedieningspost. Uit de praktijk blijkt dat de verkeersdeelnemers zich niet altijd iets aantrekken van het sein 'rood' met als gevolg dat ze soms onder dalende afsluitbomen doorrijden.

#### **3.2.3. De schippers**

De schippers zijn de bestuurders van zowel de beroepsvaart als de recreatievaart. De bestuurders van de beroepsvaart hebben in het algemeen meer ervaring dan de bestuurders van de recreatievaart. Bestuurders in de beroepsvaart hebben een cursus gevolgd.

### **3.3. Activiteiten**

Activiteiten is het tweede aspect in de PACT-analyse. Een activiteit wordt verstaan een verzameling taken die gekenmerkt wordt door een doel, die in een korte tijd wordt uitgevoerd.

De gebruikers in de bedieningspost zijn verantwoordelijk voor het correct en veilig afhandelen van de brugbediening. Het doel is voor de gebruikers duidelijk. De handelingen die worden uitgevoerd om het doel te bereiken komen frequent voor. Deze handelingen staan beschreven in het RvW (2005) [§ 3.1]. De frequentie van het aantal handelingen is afhankelijk van het aantal brugopeningen. Het aantal brugopeningen is weer seizoensgebonden. Bij het bedienen van de brug zijn een aantal deelactiviteiten die minder vaak voorkomen.

Tijdens het bedienen van de brug kan er een tijdelijk verhoogde werkdruk ontstaan. Taken vergen tijdens de bediening continue aandacht van de gebruiker. Op sommige momenten dienen meerdere bruggen tegelijkertijd bediend te worden. Op deze momenten worden meerdere deeldoelen tegelijkertijd aangesproken waardoor soms interferentie met andere taken ontstaat. Op verschillende locaties van gecentraliseerde bedieningsposten wordt de bediening niet ondersteund door andere gebruikers.

### **3.4. Context**

In deze paragraaf wordt de context (het derde aspect van het PACT model) behandeld. De context is opgesplitst in de context van de gebruikers in de bedieningspost en de context van de bruggebruikers (verkeersdeelnemers en de schippers).

#### **3.4.1. In de bedieningspost**

De gebruikers in de bedieningspost zijn de mensen die het systeem bedienen. Deze gebruikers zijn afhankelijk van de context waarin ze werken. Bedieningsposten bevinden zich op verschillende locaties. In de onderstaande paragrafen worden enkele aspecten genoemd die van invloed zijn op de gebruikerscontext in bedieningsposten.

#### **Fysieke omgeving**

De fysieke omgeving is van invloed op de context van de gebruikers in de bedieningspost. Een fysieke omgevingsinvloed is bijvoorbeeld de zon. De zon kan wanneer deze op de camerabeelden schijnt de camerabeelden onleesbaar maken. De bedieningplek voldoet in het algemeen aan de ergonomische eisen.

#### **Sociale omgeving**

De sociale omgeving is van invloed op hoe de gebruiker de omgeving beleeft. De sociale omgeving van een bedieningspost waar slechts één gebruiker de bruggen bedient bestaat vaak uit een eigen keuken, een TV of radio en een eigen toilet. De gebruiker identificeert zich vaak met zijn werkplek door persoonlijke foto's en dergelijke op te hangen.

In de bedieningspost waar meerdere gebruikers de bruggen bedienen bestaat de sociale omgeving uit een gemeenschappelijke keuken en een toilet (voor zowel mannen als vrouwen) en is er de mogelijkheid om te internetten. Uit interviews blijkt dat de gebruikers in de bedieningspost waar meerdere personen werken zich soms ergeren aan elkaar. Een gebruiker ergerde zich bijvoorbeeld aan het fluiten en het veel praten van zijn collega.

#### **Service omgeving**

Uit interviews blijkt dat ook de eigenschappen van de ruimtes van invloed zijn op de werkomgeving van de gebruikers. In de winterperioden kan het koud en vochtig zijn in de bedieningsposten. De klimatisering van een bedieningspost is vaak niet optimaal omdat de ruimte niet voorzien is van een CV-installatie. De gebruiker moet door middel van een elektrisch kacheltje de gehele ruimte (circa 10 m<sup>3</sup>) verwarmen. Ook het verlichtingsniveau in de ruimte is niet optimaal. Uit interviews blijkt dat de gebruikers de verlichting soms dempen om beter de grafische gebruikersinterface waar te nemen. Ook blijken de gebruikers last te hebben van de schitteringen van de verlichting op het beeldscherm.

#### **Seizoensomstandigheden**

Ook het seizoen is van invloed op de werkomgeving van de gebruikers in de bedieningspost. In de herfstperiode moeten gebruikers zich bijvoorbeeld meer concentreren vanwege het slechte uitzicht dat ze hebben op de scheepsvaart. In de herfstperiode is er veel kans op mist en in de winterperioden valt de duisternis sneller in. Voorheen konden de lokale gebruikers de scheepsvaart herkennen aan het rode en groene licht (stuurboord en bakboord signaal) op de voormast. In herfst- en winterperioden zijn

deze lichten minder goed zichtbaar. Er wordt in deze periode dan ook vaker gecommuniceerd met de scheepsvaart door gebruikers.

In de zomerperiode neemt de pleziervaart toe. De pleziervaart beschikt vaak niet over een marifoon of heeft de marifoon uitstaan waardoor minder communicatie mogelijk is met de scheepsvaart. Dit is een belemmering voor de gebruikers in de bedieningspost.

### 3.5. Technologie

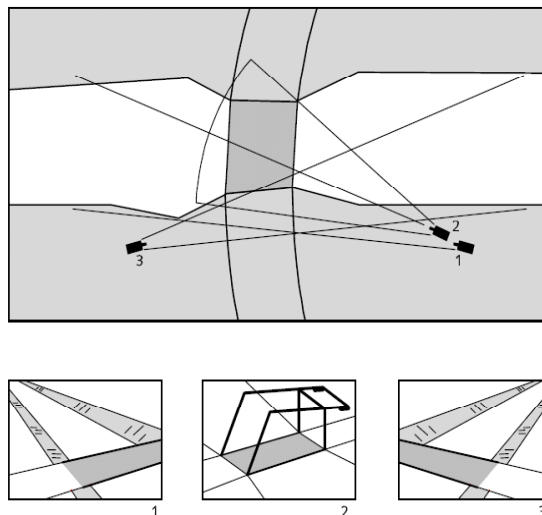
Technologie is het laatste aspect van het PACT model van Benyon et al. (2005). In dit onderzoek is de technologie het object (brug) en de gebruikersinterface. Het object wordt op afstand bediend door de gebruiker in de bedieningspost.

#### 3.5.1. Het Object

##### Posities camera's

Voor de bediening op afstand zijn een aantal camera's gepositioneerd rondom de brug. In verband met verblinding door zonlicht staan de camera's bij voorkeur niet aan de noordzijde van de brug (afbeelding 7). Voor bediening op afstand is het noodzakelijk dat de bedienaar zicht heeft op:

- de brugopening zelf
- de naderingsgebieden van de scheepvaart aan beide zijden
- het brugdek tot en met de afsluitbomen



**Afbeelding 7: Minimale cameraopstelling voor een brug met afstandsbediening (RVW, 2005)**

Het afstellen van de camera's gebeurt in het algemeen door de brugwachters via een proefopstelling van de camera's. Op basis van de verschillende posities en afstellingen van de camera's wordt uiteindelijk de optimale positie bepaald. De camera's moeten de situatie rondom en op de brug zo danig weergeven dat er zo weinig mogelijk nutteloze informatie wordt gegeven aan de gebruikers. Dit is belangrijk voor de gebruikers om de aandacht te kunnen vestigen op de situatie ter plekke en niet op de situatie rondom het object. Uit observaties en interviews blijkt dat de weergave van de camerabeelden rondom de brug toch niet optimaal is.

Enkele problemen die zich in de praktijk voordoen bij het plaatsen van camera's zijn:

- de camera's worden uit kostenbesparing niet opgesteld op de cameramast. De camera's worden uit kostenbesparing bijvoorbeeld aan een bestaande lantaarnpaal geplaatst.
- door de zon kunnen schitteringen op het water ontstaan. Deze schitteringen hebben als gevolg dat het beeld overbelicht wordt en dat er details wegvallen.

- bomen, afsluitbomen en een lokale bedieningspost kunnen het zicht belemmeren.
- er wordt gebruik gemaakt van beweegbare camera's (pan, tilt en zoom) waardoor met één camera meerdere beelden weergegeven worden.

In sommige bedieningsposten worden de camera's voorgeprogrammeerd door een preset functie. De preset functie heeft als doel het voorinstellen van de camera's. Door deze voorinstelling worden de camera's automatisch gepositioneerd naar de gewenste stand voor het scheepvaartverkeer of het landverkeer. De gewenste stand van de camera's is afhankelijk van waar de gebruiker zich bevindt in het bedieningsproces.

### Luidspreker

Rondom de brug zijn verschillende luidsprekers gemonteerd. Wanneer schepen moeten worden geattendeerd kan de gebruiker in de centrale bedieningspost dit doen via de luidsprekerunit. Ook zwemmers, andere vaarverkeer en het landverkeer kunnen middels de luidsprekerunit worden aangesproken door de gebruikers in de bedieningspost.

### Brugonderdelen

In dit onderzoek is de brug het object. Aan weerskanten van de brug zijn de scheepvaartseinen gepositioneerd en op de brug bevindt zich van weerskanten de landverkeersseinen en afsluitbomen. De verschillende mogelijke beelden van de scheepvaartseinen staan weergegeven in bijlage 3.

In hoofdlijnen bestaan de scheepvaartseinen uit de volgende coderingen:

- Rood: geen doorvaart
- Rood/groen: vooraankondiging scheepsvaart (scheepsvaart weet dat de brug gereed wordt gemaakt)
- Rood/rood: doorvaart scheepsvaart gesperd (geen bediening mogelijk)

In de herfst en de winterperiode kan de intensiteit van de scheepvaartseinen worden geregeld. Bij mist kan de intensiteit maximaal ingesteld worden en 's avonds kan de intensiteit worden gedimd.

Het inschakelen van landverkeersseinen, gevolgd door bruglichten, gaat vergezeld door een akoestisch signaal. Door het sluiten van de afsluitbomen wordt het landverkeer onderbreekt. Bij het onderbreken van het landverkeer zijn twee fasen te onderscheiden: de voorwaarschuwings- of VWS-fase en de rood-voor-afsluitingsfase of RVA-fase (bijlage 3).

#### 3.5.2. Transmissie tussen object en bedieningspost

De communicatie tussen het object en de bedieningspost kan plaatsvinden door middel van een (niet beveiligd) Internetprotocol (IP) glasvezelverbinding. Een tweede mogelijkheid is dat de verbinding wordt gevormd door een openbaar telefoonnet. De soort verbinding is afhankelijk van de benodigde capaciteit voor bij live weergave (circa 1,3 Mbps van videobeelden). Een snelle verbinding voorkomt vertragingen in de responsietijd die invloed heeft op de gebruikersprestatie. Conform de NEN 6787 mag de vertraging bij het gebruik van displays of andere visuele hulpmiddelen niet meer bedragen dan één seconde tussen de weergave en de werkelijke situatie. Uit de praktijk blijkt dat het dataverkeer niet optimaal verloopt via het telefoonnet. De gevolgen kunnen zijn<sup>2</sup>:

- de beeldkwaliteit niet optimaal is; het verversen van de beelden vergt meer tijd,
- de data-verbindingen tijdens de bedieningsprocedure regelmatig verbroken worden, met als gevolg dat deze moeten worden gestopt. Dit kan leiden tot gevaarlijke situaties momenten met fatale gevolgen. Ook leidt dit tot ergernissen bij de scheepsvaart en bij de verkeersdeelnemers.

#### 3.5.3. De gebruikersinterface

Door de steeds veranderende technologieën wordt de inrichting van de gebruikersinterface steeds belangrijker. De gebruikersinterface wordt door de gebruiker gebruikt om de status van de situatie te begrijpen en om de taak uit te voeren die correspondeert met het doel dat hij/zij wil bereiken. De gebrui-

<sup>2</sup> <http://www.provinciegroningen.nl/psdocumenten/brief2004-09512-bijlage.pdf>

kersinterface van een brugsituatie bestaat uit een PC met daarop SCADA software. SCADA staat voor “Supervisory Control and Data Acquisition”, ofwel het verzamelen en doorsturen van meet- en regelsignalen. De SCADA software vergemakkelijkt het uitwisselen van meetgegevens en het zichtbaar maken van gegevens voor de gebruikers. De gebruikersinterface kan omschreven worden als het communicatiemiddel tussen de gebruiker en de technologie. De gebruikersinterface in de gecentraliseerde bedieningspost bestaat uit een grafische interactieve monitor, beeldcamera's, een toetsenbord, voetpedaal en een tweedimensionaal invoer apparaat, een (de (trackball)) muis en een marifoon voor de communicatie met de schipper. Het voetpedaal heeft de functie om de communicatielijn te openen met een schipper. Een voorbeeld van een gebruikersinterface in een gecentraliseerde bedieningspost is weer-gegeven in afbeelding 8. Het gaat hier om een werkplek waar één gebruiker de brug bedient.



**Afbeelding 8: Voorbeelden gebruikersinterface bedieningspost**

Met behulp van de computermuis en het toetsenbord worden de verschillende taken door de gebruiker ingevoerd op de gebruikersinterface. De marifoon verzorgt de communicatie tussen de schipper en de gebruiker in de centrale bedieningspost. Tegenwoordig vindt de communicatie tussen gebruiker en schipper steeds vaker plaats via mobiele telefonie, telefoon en/of een voorgeschreven geluidssignaal. Het communiceren via een voorgeschreven geluidssignaal vindt tegenwoordig alleen nog lokaal plaats in Nederland.

De gebruiker heeft als taak de informatie die hij teruggekoppeld krijgt van het systeem op een snelle en vlotte manier te verwerken. De gebruiker stelt zich een doel nadat hij een verzoek heeft gekregen van de schipper. Wanneer er geen contact met de schipper is kan de gebruiker een naderend schip op basis van het waarnemen het sein rood/groen geven zodat de schipper weet dat doorvaart mogelijk is.

### **Camerabeelden**

In de huidige gecentraliseerde bedieningsposten worden de beelden die afkomstig zijn van het object verkregen met behulp van Closed Circuit TV (CCTV). CCTV is een TV systeem op een gesloten kabelcircuit en is voor het waarborgen van een veilige afstandsbediening van de bruggen. Met behulp van CCTV beelden kan een object op afstand worden bediend. De gebruiker ziet met behulp van de gebruikersinterface, de beeldkeuze en camerabesturing de actuele situatie van en rondom het object.

Op de monitoren worden verschillende beelden weergegeven die de situatie op afstand weergeven. Het valt op dat de beelden vaak niet chronologisch in kwadranten zijn geprojecteerd. Ook worden de beelden niet in een logische volgorde weergegeven, met als gevolg dat verwarring bij de gebruikers kan optreden. Daarnaast zijn de monitoren niet altijd logisch gepositioneerd in de bedieningspost. Uit een interview blijkt bijvoorbeeld dat in een bedieningspost de monitoren zo hoog zijn gepositioneerd dat de gebruikers bijna moeten gaan staan om te zien wat er op de monitoren gebeurt. Bij een aantal centrale posten is gebleken dat de kwaliteit van de camerabeelden door ingebrande beeldschermen niet

optimaal is. Bij een door de wind bewegende cameramast kan dit leiden tot een dubbelbeeld. De gebruiker kan hierdoor de beelden verkeerd interpreteren.

Naast de voorgaande genoemde problemen van de camerabeelden blijkt uit een onderzoek van Van Hoof (2000) dat ook het monitoren van camerabeelden niet volledig is vast te stellen, maar onder andere afhangt van:

- het aantal monitoren in de bedieningspost
- het aantal gepositioneerde camera's
- de aard van scènes
- het overige takenpakket van de gebruikers
- ergonomische eisen van de bedieningspost

In de bedieningsposten worden de camerabeelden vaak opgenomen door een eigen registratiesysteem. Bij calamiteiten kunnen beelden worden opgezocht om gemaakte fouten te analyseren. Ook bij ongevallen op de brug wordt het registratiesysteem gebruikt.

### **Bediening luidsprekers**

De luidsprekers kunnen door de gebruikers in de bedieningspost en de gebruikers op en rondom de brug worden bediend. In de bedieningspost is een microfoon en een luidsprekerunit geplaatst om te kunnen communiceren met het scheepsvaart- en het landverkeer. De gebruikers rondom en op de brug kunnen de bedieningspost bereiken via de SOS-posten ten behoeve van voetgangers en fietsers en intercomposten ten behoeve van onderhoudsploeg en lokale brugwachters.

### **Responsietijd**

Bij de bediening moet rekening gehouden worden met de responsietijd. Mensen worden ongeduldig als het te lang duurt voordat ze de actie waarnemen. Een vuistregel is dat mensen een response time verwachten van 100 milliseconden voor de hand-ooog coördinatietaken en 1 seconde voor oorzaak-gevolg relaties (zoals het klikken voorafgaande aan een gebeurtenis). Iets wat langer duurt dan 5 seconden wordt gezien als frustrerend en verwarrend (Dix, 2003). In de bedieningsposten is de responsietijd niet overal optimaal. De oorzaak hiervan is dat de bandbreedte van het transmissiesignaal tussen de brug en centrale bedieningspost vaak beperkt is.

### **3.6. Algemene problemen gebruikersinterface**

Sinds de bruggen op afstand worden bediend, zijn de gebruikersinterface heel wat verbeterd in vergelijking met lokale bedieningspanelen. Om de problemen die nog bestaan op het gebied van gebruikersinterfaces te achterhalen is een heuristische evaluatie uitgevoerd en zijn enkele interviews gehouden.

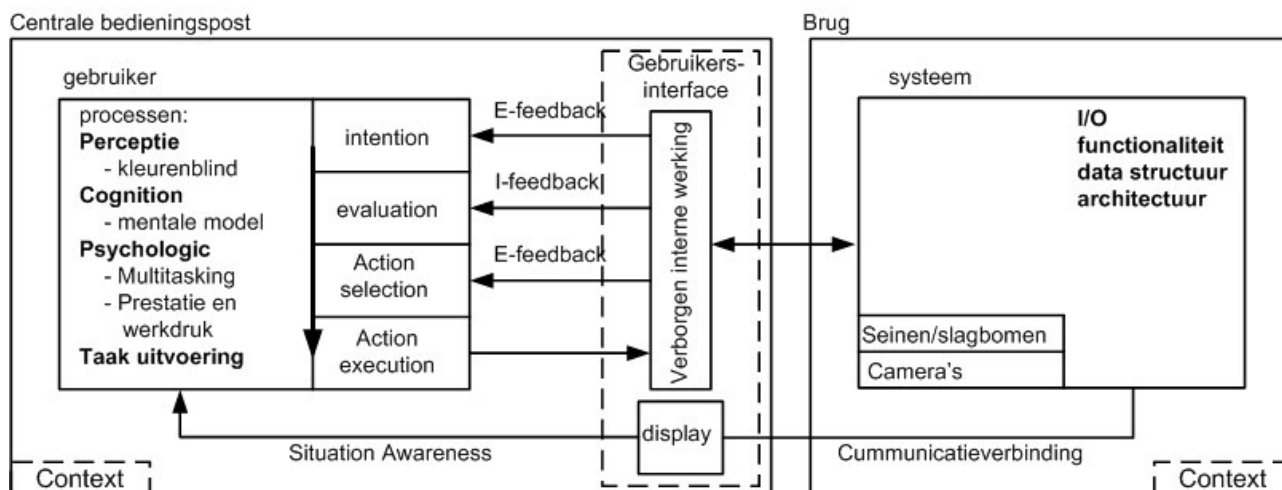
De heuristische evaluatie, observaties en interviews hebben plaatsgevonden in centrale bedieningsposten in Weesp, Doetinchem en in Vlissingen. In de laatste bedieningspost is het experiment uitgevoerd. De resultaten van de heuristische evaluaties staan vermeld in bijlage 4.

De heuristische evaluaties zijn gebruikt om een beter beeld te krijgen van de problemen met gebruikersinterface in andere bedieningsposten. De verzamelde informatie zal worden meegenomen bij het ontwerp van een optimale gebruikersinterface.

### **3.7. Conclusies**

In de hoofdstukken, theoretisch- en praktisch kader, zijn verschillende aspecten behandeld die van invloed zijn op de het gebruikersinterfaceontwerp. In afbeelding 9 zijn deze aspecten schematisch in een model weergegeven. Het model is conform het PACT-model opgedeeld in de concepten gebruiker, gebruikersinterface en technologie.

Uit de theorie blijkt dat gebruiker in een bedieningspost wordt beïnvloed door de gegeven feedback (E-en I-Feedback), Situation Awareness en de Multiple Resource Theorie. Deze concepten vormen een basis voor een gebruiksvriendelijk ontwerp waarbij ambiguïteiten en fouten worden vermeden.



**Afbeelding 9: Weergave gebruiker en systeem interactie brugbediening**

De verschillende aspecten uit de literatuur zijn allen in het bovenstaande model verwerkt. De gebruiker in de centrale bedieningspost wordt beïnvloed door verschillende processen (perceptie, cognitief, etc.). Om de gebruiker bewust te maken van de acties die hij onderneemt wordt door de gebruikersinterface feedback gegeven.

De gebruiker maakt gebruik van de gebruikersinterface voor het uitvoeren van de verschillende handelingen. De gebruiker doorloopt steeds vier stadia: intentie vormen, evalueren, selecteren actie en actie uitvoeren. Op deze manier kan de gebruiker het systeem doorlopen en volgen. Volgens de perceptual-controllelus (zie ook afbeelding 3) start de gebruiker met het verzenden van een bericht naar de gebruikersinterface om de status van het systeem te veranderen. Op de gebruikersinterface kan de verandering van de gebruiker plaatsvinden door het drukken op de functieknoppen. Uiteindelijk zal de geselecteerde actie van het gebruikersdoel resulteren in een verandering van het systeem.

Om de communicatie tussen gebruiker en systeem efficiënt te laten verlopen, kan gebruik worden gemaakt van vervroegde (I) en verwachte (E) feedback (zie afbeelding 9). Met I-feedback kunnen gebruikers vroegtijdig geïnformeerd worden over de status van het systeem. De transparantie van het systeem wordt op deze manier verhoogd en de gebruiker blijft in de lus van het systeem. Door E-feedback wordt nieuwe informatie aan de gebruiker vertrekt die hulp kan aanbieden bij het selecteren van de juiste fysieke handeling. Door de gebruikersinterface van I- en E-feedback te voorzien zal de efficiëntie van het systeem toenemen. Een voorbeeld van E-feedback is het verschijnen van de verschillende functieknoppen op het scherm. Door deze functieknoppen vormt de gebruiker een (sub-) intentie om op een knop te drukken. Na het drukken op de functieknop krijgt de gebruiker I-feedback door de kinetische feedback in combinatie met de click van de knop (muis) en een verandering op het scherm. Feedback is echter niet de enige manier om de gebruikersinterface te optimaliseren.

Een andere oplossing is het verhogen van Situation Awareness. Voor gebruikers in de bedieningspost is het belangrijk dat zij de situatie op afstand goed kunnen waarnemen en dat ze de veranderingen in de omgeving juist interpreteren. Op grond daarvan kunnen ze toekomstige handelingen voorspellen. Wanneer de bediener van de bedieningspost op geen enkele wijze visueel contact heeft met de scheepsvaart en/of vaarwater bestaat het gevaar dat de betrokkenheid van de gebruiker afneemt (CvB, 1999). Cacciabue and Hollnagel (1998) bevestigen dat door de automatisering van moderne technologieën de efficiency, veiligheid en het gemak van de taken zijn verbeterd, maar dat de gebruikers Situation Awareness achteruit is gegaan door het gebrek aan transparantie. Het is daarom belangrijk dat de gebruiker begrijpt welke informatie belangrijk is en dat hij daarop zijn aandacht kan vestigen.

De gebruikers in de bedieningspost moeten tijdens het bedienen op bepaalde momenten de aandacht op de camerabeelden vestigen. De beelden die afkomstig zijn van het object worden verkregen met

behulp van Closed Circuit TV (CCTV). De gebruikers moeten zich zowel richten op de informatie die afkomstig is van de camerabeelden als op de grafische gebruikersinterface die wordt gebruikt voor het bedienen van de brug. De grafische gebruikersinterface ontvangt informatie over de stand van zaken (sein, object enz.). Wanneer veel informatie tegelijkertijd moet worden verwerkt bestaat het risico dat de gebruikers de informatie die ze ontvangen via de camerabeelden niet goed begrijpen, met als gevolg dat ze onjuiste handelingen uitvoeren. De gebruikers in de gecentraliseerde bedieningspost het zullen door gebrek aan betrokkenheid van de situatie minder informatie ontvangen over de situatie dan in lokale bedieningsposten.

Fouten ontstaan niet zozeer doordat er verkeerde beslissingen worden genomen maar juiste vanwege een slechte Situation Awareness. Het is essentieel dat de gebruikers in de bedieningspost bewust zijn van de verschillende elementen in de omgeving (niveau 1 van SA). De gebruiker moet tijdens het bedienen van de gebruikersinterface verschillende handelingen uitvoeren. Belangrijk is dat de gebruiker de relevante elementen uit de omgeving begrijpt en de informatie waarneemt. Daarna zal de gebruiker een voorspelling maken van de toekomstige situatie.

Een ander aspect uit de theorie is de Multiple Resource Theorie (MRT). MRT is van belang om relaties tussen de verschillende typen mentale resources te kunnen begrijpen. De MRT geeft aan waar conflicten en competities tussen twee taken optreden. Uit de literatuur blijkt dat in sommige situaties handelingen tegelijkertijd kunnen worden uitgevoerd zonder dat de prestatie van de taken achteruit gaat. Dit geldt echter alleen wanneer twee taken tegelijkertijd worden uitgevoerd.

Er bestaat een relatie tussen Situation Awareness, automatisering en multitasking. Door toename van het automatiseringsniveau zal de werkdruk en wachttijden verminderen. Dit heeft wel zijn kanttekeningen volgens auteurs. Ook SA neemt af bij een toename van het automatiseringsniveau met als gevolg het risico's op biases. Norman (1989) stelt dat dergelijke problemen kunnen worden voorkomen door het geven van feedback.

Het mag duidelijk zijn dat het uitvoeren van een taak aandacht vereist van de gebruiker. Het is bekend dat het uitvoeren van multiple taken en overeenkomstige taken meer aandacht vergt van de gebruikers dan het uitvoeren van een enkele, seriële taak. Als het aantal taken toeneemt, neemt de totale prestatie van de taken af wat kan leiden tot fouten en ambiguïteiten. Het is daarom belangrijk dat de gebruiker geattendeerd wordt op fouten en dit is te bewerkstelligen door het geven van duidelijke feedback (I- en E- feedback).



# DEEL III: LOCATIEONDERZOEK

## 4. VOORONDERZOEK BEDIENINGSPOST

In dit hoofdstuk worden de taak- en gebruikersanalyse, heuristische evaluatie en de Layered Protocol analyse beschreven van een gebruikersinterface die onderdeel uitmaken van de sectie locatieonderzoek. Hoofdstuk 4 en het volgende hoofdstuk 5 hebben als doel het analyseren van de verschillende problemen die in de praktijk bestaan met de gebruikersinterface. Onderzoek heeft plaatsgevonden in een bedieningspost te Vlissingen.

Om het onderzoek in goede banen te leiden zijn allereerst een taak- en gebruikersanalyse worden uitgevoerd. In paragraaf 4.2 is een heuristische evaluatie opgenomen die inzicht geeft in de problemen die de gebruikers ondervinden bij het bedienen van de brug. In paragraaf 4.3 is de gebruikersinterface geanalyseerd. Onderzocht is hoeveel feedback vanuit het systeem gegeven wordt aan de gebruiker.

### 4.1. Taken en gebruikersanalyse

Om de taken en doelen van de gebruikers in de bedieningspost goed te begrijpen is er een taak- en gebruikersanalyse uitgevoerd. De taakanalyse is een methode om informatie te verkrijgen over de gebruikers, de taken en de organisatie waarin ze deelnemen. Door middel van literatuuronderzoek en interviews is de taak- en gebruikersanalyse uitgevoerd.

#### 4.1.1. Methode

De taakanalyse is uitgevoerd in de bedieningspost te Vlissingen. Er is gekeken naar de verschillende taken die de gebruikers moeten uitvoeren tijdens het bedienen van de brug. Het gaat zowel om taken die belangrijk zijn voor de gebruikers als om de afhankelijkheid tussen andere taken. Met deze analyse wordt een indruk verkregen van de hoofdtaken van de gebruiker. De taakanalyse richt zich op de taken van de gebruikers. De taken – en gebruikersanalyse levert het een redelijke basis voor ontwerpbeslissingen.

Om te kunnen begrijpen waarom gebruikers bepaalde handelingen uitvoeren moet er volgens Barnum (2002) worden gekeken naar de volgende punten:

- de gebruikersdoelen (en niet alleen de taken die ze uitvoeren);
- de handelingen die ze uitvoeren van een de taak;
- de wijze waarop de taak wordt uitgevoerd;
- wat is het belangrijkste voor de gebruiker en vragen ze om een hulp tijdens het uitvoeren van de taak;
- de impact van de omgeving op de gebruikers;
- de beslissingen die de gebruikers nemen.

Door deze punten toe te passen wordt er een beeld geschetst van de hoofdtaken die worden uitgevoerd door de gebruikers. Voor het in beeld brengen van de verschillende taken is zowel gebruik gemaakt van ongestructureerde interviews als van observaties.

#### 4.1.2. Resultaten takenanalyse

De resultaten van de gezamenlijke takenanalyse in de bedieningspost staan opgenomen in bijlage 5. Uit de resultaten blijkt dat de volgende hoofdtaken worden uitgevoerd:

1. voorbereidende taken in de bedieningspost,
2. aanmelding van de scheepsvaart,
3. geven van aanwijzingen en
4. bedienen van de brug (openen en sluiten).

Deze taken geven een redelijk integraal overzicht van de taken die worden uitgevoerd door de gebruikers. De communicatie met de schipper of verkeersdeelnemers kan op alle momenten plaatsvinden. De taken het sein landverkeer op rood (onderbreken landverkeer) zetten in bedieningstap 3, bedienen van de brug- openen, wordt door een verkeersregel installatie (VRI) geregeld. De VRI regelt dat de verkeerslichten op rood worden gezet. In sommige brugsituaties zijn verkeerslichten gecombineerd met de brugopening. Bij een brugopening wordt de VRI installatie ingeschakeld om het verkeer te stremmen.

De laatste stap bij het bedienen van de brug verloopt automatisch. Soms wordt er in de laatste stap begonnen met de volgende brugopening op de bedieningsplek ernaast. De beschreven procedure werkt feilloos als de scheepsvaart, verkeersdeelnemers en de gebruikers in de bedieningpost zich aan de vaarregels en verkeersregels houden.

## 4.2. Heuristische evaluatie gebruikersinterface

In de vorige paragraaf is een overzicht geschetst van de verschillende taken die door gebruikers worden uitgevoerd bij het bedienen van de brug. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de verschillende gebruiksvriendelijkheids problemen die zijn geconstateerd in de bedieningspost van Vlissingen. De problemen die zich voordoen zijn onderzocht met behulp van een heuristische evaluatie.













### 4.2.1. Methode

De heuristische evaluatie is in samenwerking met één van de gebruikers van de bedieningspost in Vlissingen uitgevoerd. Met behulp van de heuristische evaluatie wordt inzicht verkregen in problemen die bestaan met de gebruikersinterface. De heuristiek zijn als het ware richtlijnen. De heuristiek of principes kunnen worden gebruikt voor het verklaren van gebruiksvriendelijkheids problemen van de gebruikersinterface. De heuristische evaluatie is uitgevoerd met de methode van Barnum (2002). De evaluatie heeft de vorm van een checklist op basis van de tien heuristiek van Nielsen (2003). Deze checklist is in bijlage 7 weergegeven. Normaal gesproken moet de evaluatie van Nielsen door meerdere evaluatoren worden uitgevoerd, maar omdat de evaluatie uit een standaard checklist bestaat is het mogelijk deze door één evaluator uit te voeren. De evaluatie schetst een goed beeld van de mogelijke problemen rondom de gebruikersinterface.

### 4.2.2. Resultaten evaluatie

De belangrijkste resultaten van de heuristische evaluatie zijn hieronder opgesomd.

**Structuur functieknoppen** – In de huidige gebruikersinterface van de bedieningspost in Vlissingen worden de verschillende handelingen die de gebruikers moeten uitvoeren voor het bedienen van de brug, uitgevoerd op het beeldscherm. De beeldschermindeling is als volgt opgedeeld: beeldplaat, statusregel (meldingen) en functieknoppen (bedieningbrug). In bijlage 6, beeldschermindeling, is een voorbeeld van de beeldschermindeling opgenomen. Gebruikers bedienen de brug door de functieknoppen te selecteren. Deze functieknoppen zijn niet conform het mentale model van de gebruikers gestructureerd. In afbeelding 10 is de huidige structuur van de functieknoppen weergegeven. De taken die de gebruikers in gedachten hebben komen niet overeen met de brughandelingen die achtereenvolgend moeten worden uitgevoerd. De verkeerde structuur van de functieknoppen kan resulteren in navigatiefouten bij de gebruikers. Voor een uitleg van de symbolen wordt verwezen naar de bijlage 6, 'beschikbare commando's'.

Menu van brugbeeld											
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Einde										Alarmen	Zoemer Uit
F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24
Speciale menu	Start bediening									Stringen	

Afbeelding 10: Brugbeeld menu Vlissingen

Het bedienen van de brug begint met het indrukken van de functieknop 'F14', gevolgd door het selecteren van F6 of F8, F2, F3, F4, F5, F7 en F16 (bijlage 6). Afhankelijk of een andere brug moet worden bediend, wordt F1 'einde' geselecteerd. Het is voor te stellen dat in drukke perioden wanneer de werkdruk hoger is, verwarring kan ontstaan bij de gebruiker. Ook leken kunnen problemen ondervinden met deze structuurindeling.

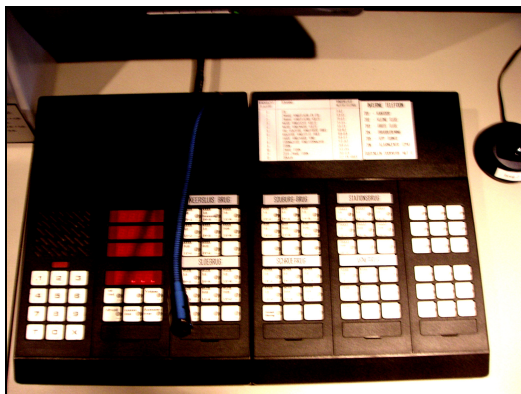
In de huidige gebruikersinterface wordt de volgende logische stap met de kleur blauw aangeduid. De gebruikers kunnen zo de volgende functieknop altijd duidelijk herkennen. Bij het ontwerpen van een ideale beeldschermindeling (zie hoofdstuk 8) is rekening gehouden met het mentale model dat de gebruikers hebben.

Het beeldscherm moet zodanig worden ingericht dat links de 'startbediening' begint en eindigt rechts met 'einde bediening'. Dit is vergelijkbaar met het lezen van een boek. Je leest van links (startregel) naar rechts (eindregel). De bestaande kleurgebruik moet in het nieuwe ontwerp worden meegenomen om te zorgen voor consistentie (het consistentie principe). De kleur groen wordt gebruikt om aan te geven dat iets is geactiveerd. De kleur rood wordt gebruikt als er een storing optreedt in het systeem (de brug) of gebruikersinterface. In het geoptimaliseerde ontwerp zal de kleur blauw consistent worden gebruikt om de eerst logische stap aan te geven. Wanneer een handeling geactiveerd is, moet deze groen worden (ook deze activiteiten zijn volgens het consistentie principe).

De functieknop "sperrren doorvaart " (F10) wordt weinig gebruikt in de praktijk; enkel wanneer problemen zich voordoen met de brug door bijvoorbeeld onderhoud van de brug. Deze functieknop zal zo geplaatst moeten worden dat deze gegroepeerd is met andere functies die niet of nauwelijks worden gebruikt.

**Luidsprekerunit** - Het selecteren en bedienen van de luidsprekers is een aparte unit die niet geïntegreerd is in het beeldscherm. Het selecteren van de luidsprekers wordt uitgevoerd in combinatie met de luidsprekernummers die op het beeldscherm zijn weergegeven. De luidsprekernummers op het beeldscherm corresponderen met de nummers op het scherm.

In drukke situaties, waarin de gebruiker in een gevaarscenario snel moet handelen, is de selectie van de brug en het corresponderende nummer van de luidspreker kritiek. Een voorbeeld van de luidsprekerunit is in het onderstaande plaatje afgebeeld. De grote van de knoppen op de unit zijn zo groot als de knoppen op het toetsenbord.



**Afbeelding 11: Gebruikersinterface - Vlissingen luidsprekerunit**

Omdat de labels van de bruggen erg klein zijn weergegeven is de kans groot dat een verkeerde luidspreker wordt geselecteerd. Vanuit het systeem wordt er slechte visuele feedback informatie gegeven aan de gebruikers over welke brug er is geselecteerd. De feedback vindt plaats door middel van een klein digitaal scherm op de luidsprekerunit. De naam van de geselecteerde luidspreker wordt weergegeven door een afkorting die niet direct duidelijk is voor alle gebruiker. De afkortingen zijn niet consistent. Ook de labels van de brugnummers zijn erg klein weergegeven.

**Camera-unit** - De camera-unit is een losstaande unit die zich bevindt op de bedieningsplek. De gebruikers hebben de mogelijkheid om de cameraposities bij de brug op afstand te veranderen. En hebben de mogelijkheid om de camera's te draaien naar de persoonlijke gewenste positie en/of de mogelijkheid de camera vroegtijdig terug te schakelen naar een andere positie.

### 4.3. Layered Protocol analyse gebruikersinterface

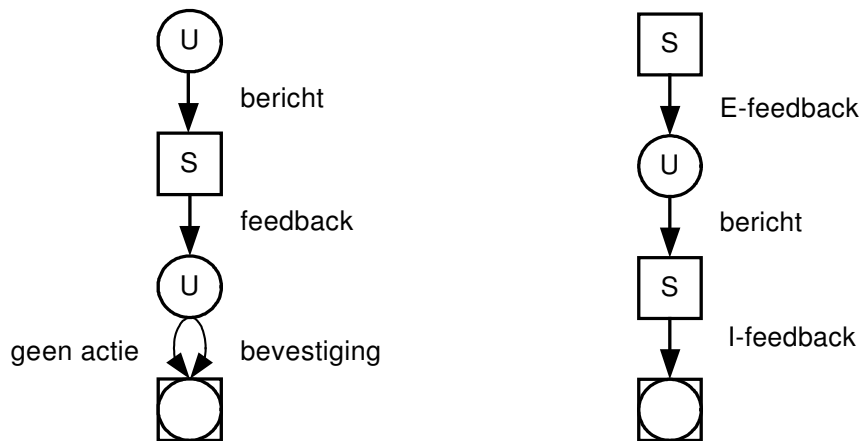
In deze paragraaf is de gebruikersinterface van de bedieningspost in Vlissingen volgens het LP-model [§2.1] opgenomen. Het LP-model is gebaseerd op de interactie die plaatsvindt tussen mensen of mens en systeem. De interactie tussen mens en systeem vindt plaats op een aantal verschillende hiërarchische lagen die elk uit een communicatielus bestaan (zie afbeelding 2). Iedere communicatielus heeft zijn eigen interactieprotocol. De interactie protocol heeft als doel het omgaan met communicatiefouten. De communicatie fouten worden in het originele LP-model opgevangen door het geven van feedback (I-feedback) aan gebruikers dit heeft als gevolg dat de communicatie efficiënter verloopt. Engel & Haakma (1993) voegen aan dit originele LP-model extra E-feedback toe.

Met behulp van het LP-model van Engel & Haakma (1993) wordt getracht de mogelijke gebruiksvriendelijkheids problemen te vinden. Er wordt voornamelijk ingegaan op waar I- en E-feedback plaatsvindt in de communicatie tussen gebruiker en systeem.

De LP-analyse wordt onderzocht volgens een methode van Haakma (1998). Eerst wordt een beschrijving gegeven hoe feedback binnen een bepaalde structuur is opgedeeld. Hierna zal de structuur worden toegepast in de gebruikersinterface te Vlissingen.

#### 4.3.1. Bediening brug

Om de wijze waarop feedback plaatsvindt tussen gebruiker en het systeem plaatsvindt inzichtelijker te maken is gebruik gemaakt van een scenario. Met behulp van een scenario wordt getracht een beeld te geven van waar feedback binnen in het systeem zou moeten worden toegepast. De interactie die plaatsvindt tussen de gebruiker en systeem in een bedieningspost kan worden opgedeeld in drie lagen. Elke laag wordt gekenmerkt door zijn eigen protocol voor het juist weergeven van feedback aan de gebruiker (zie afbeelding 12a). In afbeelding 12a is de originele kernstructuur protocol van Taylor (1988b) weergegeven. Elk protocol bestaat uit de gebruiker [U], het systeem [S] met de bijhorende interpretatie van beide. In afbeelding 12b is de protocolstructuur van Haakma (1998) weergegeven. Deze structuur bestaat uit E-feedback en I-feedback.



a) kernstructuur protocol (Taylor, 1988b) b) structuur protocol met feedback (Haakma, 1998)

Afbeelding 12: Interactie protocollen

- De gebruiker (U) zendt een bericht naar het systeem [S], het systeem interpreteert het bericht en geeft feedback op deze interpretatie. De gebruiker kan hierna deze interpretatie aannemen en gaat verder met het volgende bericht en zendt indien gewenst een bevestiging aan het systeem.
- Het systeem [S] geeft aan de gebruiker E-feedback met de mogelijke opties. De gebruiker (U) gaat op basis van deze informatie een bericht vormen, het systeem interpreteert het bericht en geeft I-Feedback op deze interpretatie van de gebruiker.

### **4.3.2. Beschrijving brugbediening**

De bediening van de brug bestaat uit verschillende handelingen. Nadat hij een oproep heeft gekregen via de marifoon of nadat hij het schip heeft waargenomen op de camerabeelden vormt hij zijn intentie voor het openen van de brug. Een overzicht van de brugbediening is opgenomen in bijlage 6. De functieknoppen worden geselecteerd met behulp van een muis of toetsenbord.

Nadat de gebruiker de oproep heeft ontvangen selecteert hij de brug die hij wenst te bedienen. Op basis van de informatie linksboven in het beeld (naam van de brug) weet de gebruiker welke brug is geselecteerd. Mocht de gewenste brug niet overeenkomen met de gebruikersintentie dan kan de gebruiker uitloggen en alsnog de juiste brug selecteren. Na het selecteren van de brug kan worden gestart met de bediening van de brug. De gebruiker drukt allereerst op functieknop startbediening. Dit is de eerst logische functieknop en is blauw gekleurd. Na het drukken van deze knop licht deze groen op. De gebruiker weet zo dat de knop is ingedrukt en de actie is ondernomen. De volgende logische stap is de functieknop 'vooraankondiging landverkeer'. Ook deze wordt groen. Na de geselecteerde actie worden de seinen voor het landverkeer grafisch weergegeven om aan te duiden dat er actie wordt ondernomen. Deze grafische weergave geldt ook voor het sein vooraankondiging scheepsvaart. Wanneer alle handelingen zijn uitgevoerd kan de gebruiker het scherm van de desbetreffende brug afsluiten door op de functieknop 'einde' te drukken.

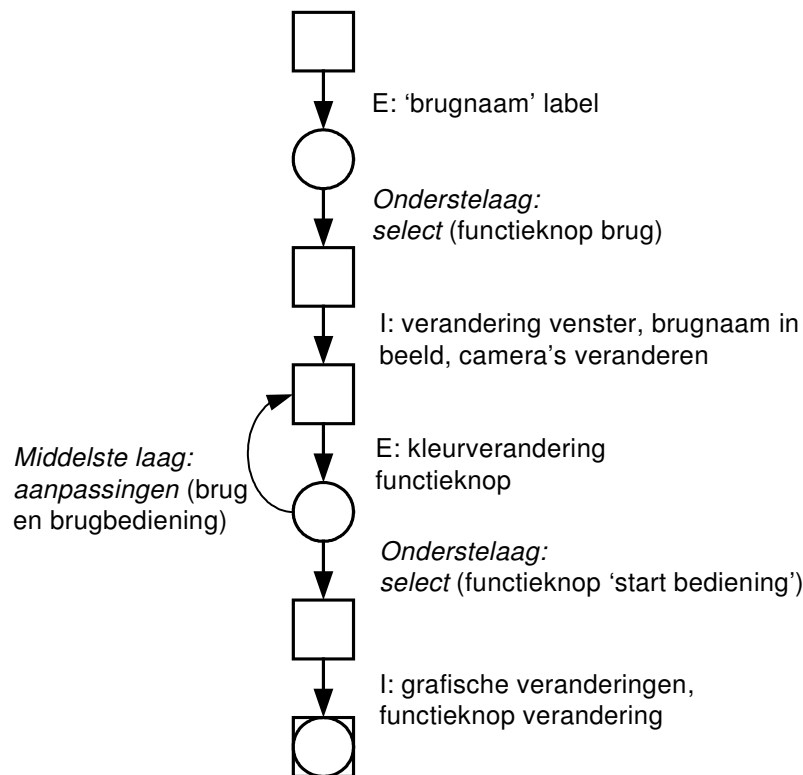
### **4.3.3. Layered Protocol beschrijving brugbediening**

De interactie tussen gebruiker en systeem is onderverdeeld in drie lagen. Te weten de bovenste laag (afbeelding 13), middelste laag (afbeelding 14) en onderste laag (afbeelding 15).

#### **De bovenste laag**

Het interactieprotocol van de bovenste laag is gerelateerd aan het hoofddoel van de gebruiker, te weten het bedienen van de brug. De bovenste laag draagt bij aan het hoogste niveau waarop het systeem de gebruikersintentie ondersteunt. Deze bovenste laag is een interpretatie van de onderste laag (de fysieke handelingen) in combinatie met de middelste laag. In de middelste laag kunnen handelingen worden aangepast. De stappen die worden genomen in de bovenste laag vormen een zogenaamd twee stappen protocol (afbeelding 13). Deze stappen bestaan uit het selecteren van de brug, het aanbrenge van eventuele aanpassingen en het uiteindelijke doel, het bedienen van de brug 'start bediening'.

Bovenste laag: bediening van de brug door de selectie van de desbetreffende brug



**Afbeelding 13: Bovenste laag protocol voor het bedienen van de brug**

De primaire toplaag in de bovenste laag heeft als doel de gebruiker te berichten dat hij de brug moet selecteren. Deze primaire toplaag is een interpretatie van de onderste berichtlaag 'de gebruiker drukt op de desbetreffende brug'. De gebruiker selecteert de gewenste brug die correspondeert met zijn intentie door op het label van de brug te drukken (E-feedback). De gebruiker verneemt dat de brug geselecteerd is door een verandering in het venster en het zichtbaar worden van de naam van de gewenste brug (I-feedback). Wanneer de gebruiker waarneemt dat de geselecteerde brug niet overeenkomt met de brug die hij beoogd had te selecteren, kan hij in de middelste laag een andere brug selecteren.

De tweede stap die in de bovenste laag plaatsvindt, is het bedienen van de brug. E-feedback vindt hier plaats middels het oplichten van de startknop. Nadat de brug is geselecteerd wordt de gebruiker geattendeerd door het blauw oplichten van de functieknop 'startbediening'. Uit cursussen weet de gebruiker dat kleur blauw staat voor de logische actie die moet worden ondernomen. De grafische veranderingen te weten het groen worden van de functieknop en veranderingen op de beeldplaat maken de gebruiker bewust dat actie is ondernomen.

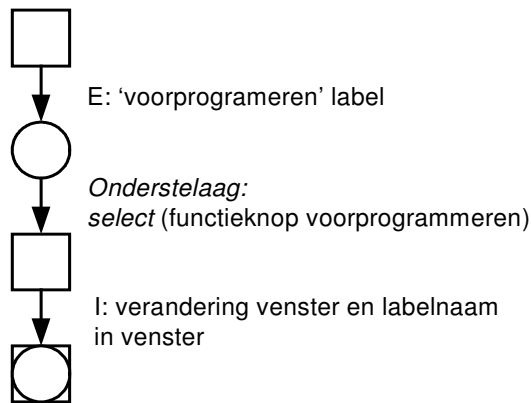
De gebruiker kan tijdens de bediening veranderingen waarnemen op het scherm en het verloop van het proces volgen. Seinen veranderen bijvoorbeeld van kleur; bomen worden visueel geopend of gesloten, functieknoppen worden groen en de brug wordt groen bij het openen (dit wordt I-feedback genoemd). De gebruiker kan tevens op afstand veranderingen van de brug waarnemen via de camerabeelden.

### Middelste laag

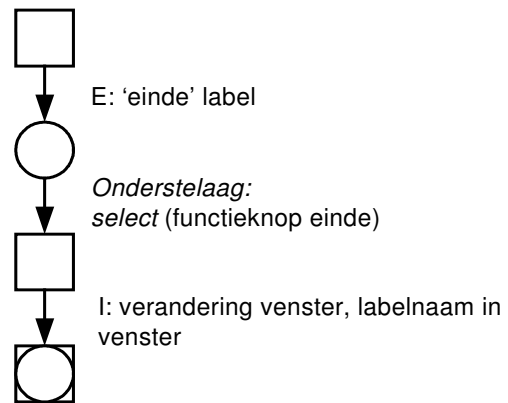
In middelste laag kunnen veranderingen in het proces worden doorgevoerd die van belang zijn in de toplaag. De middelste laag bestaat uit twee protocollen. Eén protocol dient voor het veranderen van de brug selectie en de andere is voor het aanpassen van de brugbediening.

De selectie van de camera en luidsprekerbediening vindt plaats op een aparte unit op de bedieningsplek en worden daarom niet meegenomen in deze analyse. Verder zijn kunnen er nog storingen en alarmen worden opgevraagd. Deze functies worden niet behandeld omdat de functies vergelijkbaar met het protocol 'voorprogrammeren van de brugbediening'.

#### Voorprogrammeer functie



#### Selectie brug



**Afbeelding 14: Middelste laag protocol voor veranderingen**

De middelste laag staat voor veranderingen in het bedieningsproces van de brug en is een interpretatie van de onderste berichtlaag. De label op functieknop 'einde' is onderaan in het menu bedieningbrug gepresenteerd. Deze functieknop maakt de gebruiker bewust dat hij een andere brug kan bedienen. Deze informatie is E-feedback. Het veranderen van brugmenu venster naar hoofdmenu fungeert als I-feedback. Net zoals bij de verschillende bruggen die in het venster worden gepresenteerd.

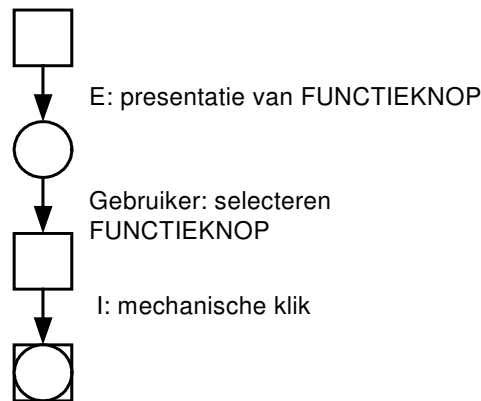
Een extra optie in het menu brugbediening is dat de gebruikers bepaalde functies kunnen voorprogrammeren. De middelste laag voor het voorprogrammeren is een interpretatie van het onderste bericht dat de gebruiker moet drukken. De label onder de functieknop 'voorprogrammeren' is E-feedback. Het veranderen naar een ander venster en de gepresenteerde label 'menu voorprogrammeren' dienen als I-feedback.

#### Onderste laag

De onderste laag bestaat uit het bedienen van de muis en toetsenbord. De onderste laag geeft een bericht aan de gebruiker wanneer de gebruiker drukt op de knoppen van de muis of toetsenbord. De gebruiker ervaart het uitvoeren van de knop door een fysieke actie. De aanwezigheid van de knoppen op de gebruikersinterface (stopknop, toetsenbord of muis) maakt de gebruiker bewust dat er bepaalde knoppen kunnen worden ingedrukt (E-feedback). I-feedback wordt geleverd door het tactiele en kinetische gevoel van de fysiekeknoppen in combinatie met het geluid van het klikken van de knoppen. Wanneer de muis bediend wordt levert het systeem feedback door de gekozen functieknop visueel te laten indrukken en op te lichten. Het maakt de gebruiker bewust van de knop die is ingedrukt.



#### Onderste laag: selecteren (FUNCTIEKNOP)



**Afbeelding 15: Onderste laag protocol voor het drukken van functieknoppen**

#### 4.3.4. Resultaten en aandachtspunten gebruiksvriendelijkheid

In de bedieningspost in Vlissingen wordt voldoende feedback gegeven aan de gebruikers. Toch zijn een aantal opmerkingen te maken op de bediening.

E-feedback wordt op verschillende momenten gegeven. De labels van de functieknoppen zijn duidelijk en deze worden consistent gebruikt op de verschillende gebruikersinterfaces. De naam van de functieknop 'einde' in de middelste laag kan de gebruiker niet duidelijk opmaken of het einde van de oefening is of dat hij terug moet gaan naar het andere scherm. Nieuwe gebruikers kunnen dan ook moeite hebben met het interpreteren van deze benaming. De naam 'uitloggen scherm' zou een logischer benaming zijn.

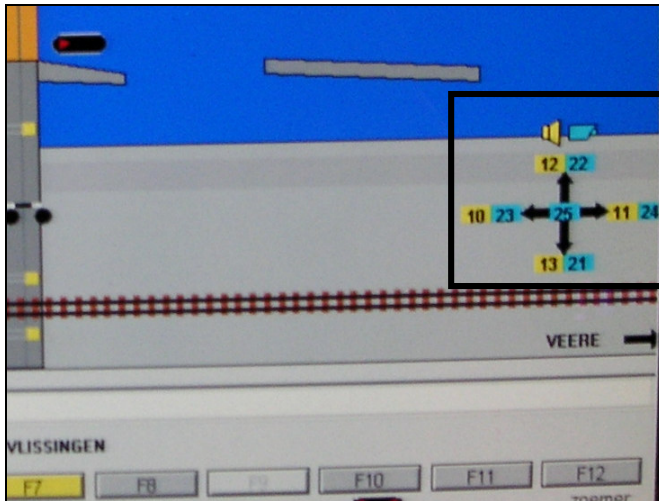
I-feedback is herkenbaar door veranderingen van status informatie op de gebruikersinterface. Veranderingen in het venster kunnen direct worden opgemerkt door de gebruikers.

Er zouden in Vlissingen meer aandachtstechnieken zoals geluiden gebruikt moeten worden. In de huidige gebruikersinterface worden alleen geluidssignalen gebruikt om storingmeldingen in het systeem aan te geven. Wanneer er een fout wordt gemaakt zal ook een auditief signaal gegeven moeten worden, zodat de gebruiker weet dat hij de verkeerde knop heeft ingedrukt.

#### 4.4. Bevindingen bedieningspost

Uit de observaties zijn de volgende bevindingen naar voren gekomen.

**Posities luidsprekers en camerasymbolen op beeldscherm** – De beeldschermindeling van de huidige gebruikersinterface is weergegeven in bijlage 6. De lay-out van de beeldplaat bestaat uit een gevisualiseerde brug. De brugbeeldplaat geeft in de rechter onderhoek een overzicht van de verschillende luidsprekernummers en cameranummers. De nummers corresponderen met de luidsprekers en de camera's die op brug zijn gemonteerd. Deze luidsprekernummers en cameranummers zijn in de huidige interface zo genummerd dat het lijkt dat ze worden aangegeven met noord, oost, zuid en west van de brug. Zie onderstaande afbeelding 16.



**Afbeelding 16: Gebruikersinterface Vlissingen - luidspreker en camera symbolen**

Het overzicht lijkt overeen te komen met een kompas. Bij nader inzien waren het de luidsprekers en camera's. De luidsprekernummers corresponderen met de nummers op de luidsprekerunit die in de vorige paragraaf zijn behandeld. Om verwarring te voorkomen kunnen de symbolen van de luidsprekers en camera's beter zo gepositioneerd worden op de beeldplaat dat deze symbolen corresponderen met de luidsprekers en camera's in de werkelijke situatie. Dit komt overeen met het consistentie principe.

**Kleurcodering hoofdmenu (brugplaat)** – De gebruiker start in het hoofdmenu van de centralebediening. In het hoofdmenu is het overzicht gepresenteerd van de verschillende bruggen. Elke brug wordt met een klein venster weergegeven op de brugplaat. Elk venster levert informatie over de brugnaam, de bedieningstoestand en/of de brug een storing heeft. De codering die gebruikt wordt bij storingen wordt in rood weergegeven. De kleur rood wordt continue weergegeven in alle brugvensters. Het is voor te stellen dat een gebruiker bij het starten van het systeem ze direct de indruk krijgt dat er een storing in alle bruggen heeft plaatsgevonden. De coderingen zouden beter afzonderlijk en alleen bij een storing van de brug in het rood weergegeven moeten worden.

**Overzicht camerabeelden** – De camerabeelden in de bedieningspost van Vlissingen geven alleen de bedieningssituatie weer van de weggebruikers of de scheepsvaart. In andere bedieningsposten worden de verschillende beelden van de scheepsvaart en weggebruikers in kwadranten op een scherm weergegeven. Het voordeel van het presenteren van één camerabeeld is dat de gebruikers alleen hun aandacht houden op de camerabeelden die worden gepresenteerd. De kans op verwarring is hierdoor kleiner.

**Noodstop** – De noodstop die zich op de bedieningsplek bevindt heeft als functie het stilleggen van de brugaandrijving en de afsluitbomen. Bij calamiteiten op de brug kan deze 'harde' noodstop worden ingedrukt. De 'harde' stopknop staat niet vast op de bedieningsplek. In het vervolg moet deze knop worden vastgezet om verplaatsing tijdens het onverwachts indrukken van de knop te voorkomen.

## **5. HOOFDONDERZOEKSMETHODIEK**

In het voorafgaande hoofdstuk zijn de taak- en gebruikersanalyse, de heuristische evaluatie en de Layered Protocol analyse beschreven voor de bedieningspost in Vlissingen. Er is een beeld gekregen van de verschillende gebruikerstaken en de problemen met betrekking tot gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface.

Het doel van dit hoofdstuk is het beantwoorden van de vraag hoe gebruiksvriendelijk de gebruikersinterface is en in hoeverre een camerabeeld een afdoende "beeld" kan schetsen van het object en de situatie ter plekke. Tevens wordt getracht een beeld te schetsen van de problemen op het gebied van de gebruiksvriendelijkheid zoals die zich momenteel voordoen in de bedieningspost.

### **5.1. Onderzoekstype en ontwerp**

Uit literatuuronderzoek blijkt dat de concepten gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface en Situation Awareness van invloed zijn op het bedieningsgemak van de brug. In dit veldonderzoek zullen deze concepten dan ook worden onderzocht. Het voordeel van een veldonderzoek boven een laboratorium onderzoek is dat het onderzoek plaatsvindt met bestaande gebruikers in een natuurlijke setting. De externe validiteit van het veldexperiment is hierdoor hoger dan bij een laboratorium onderzoek.

Om de gebruiksvriendelijkheid van het systeem te meten zijn er drie afhankelijke variabelen gemeten, te weten uitvoeringssnelheid, aantal gemaakte bedieningsfouten en satisfactie. De gebruiksvriendelijkheidsvariabelen zijn door de International Standards Organisation (ISO, 1998) opgesteld.

### **5.2. Procedure**

Het onderzoek is uitgevoerd op 27 oktober 2006. Het onderzoek is opgesplitst in twee deelexperimenten. Het eerste experiment [§ 5.3] betreft het meten van het concept gebruiksvriendelijkheid en het tweede experiment [§ 5.4] wordt het concept Situation Awareness gemeten.

In het eerste experiment wordt de prestatie en attitude van de gebruikers gemeten door het geven van taakscenario's en doormiddel van een System Usability Scale (SUS) vragenlijst. Door middel van de taakscenario's worden de navigatiesnelheid en het aantal fouten gemeten. De taakscenario's worden mondeling aan de gebruikers gesteld. Deze taakscenario's worden per taak gegeven zodat deze overeenkomen met de normale werkomstandigheden van de gebruiker. De verschillende taken zijn naar aanleiding van de taken en gebruikersanalyse en de heuristische evaluatie opgesteld. De taken die het meest door de gebruikers worden uitgevoerd zijn in het onderzoek opgenomen.

In het tweede experiment is Situation Awareness gemeten. Endsley (1995b) heeft in zijn onderzoek SA gemeten door het stilzetten van de (camera)beelden. Omdat er in dit geval geen mogelijkheid is om de (camera)beelden te stoppen is voor het afleiden van de gebruiker gekozen. Nadat de gebruiker is afgeleid worden vragen gesteld over de situatie op en rondom de brug.

Om de observatie in goede banen te leiden is een observatieschema opgesteld. Het schema maakt het mogelijk om het geobserveerde gedrag eenvoudig te categoriseren en de observaties van verschillende participanten onderling te vergelijken. Het observatieschema dat tijdens het onderzoek is gehanteerd is opgenomen in bijlage 8, het observatieschema.

### **5.3. Gebruiksvriendelijkheid**

In dit onderzoek zijn de gebruiksvriendelijkheid variabelen (uitvoeringstijd, navigatiefouten en satisfactie) gemeten middels een objectieve meetmethode. Een objectieve meetmethode houdt in dat de metingen gebaseerd zijn op observaties (Ijsselsteijn et. al, 2000 b). Tijdens de observaties worden de participanten bij het uitvoeren van een aantal opgegeven taken gefilmd met behulp van een camera. Er worden hierbij notities gemaakt van de gedragingen of opmerkingen van de gebruikers. Om te achterhalen waarom de gebruikers bepaalde acties uitvoeren is de gebruiker gevraagd om hardop te praten tijdens het uitvoeren van de taak (dit wordt ook wel de think-aloud methode genoemd). Hieronder zijn de verschillende variabelen nader beschreven.

### *Uitvoeringssnelheid*

De uitvoeringssnelheid is een maat om te meten hoe ervaren gebruikers presteren op een taak in een bepaald tijdsbestek (Wickens, 1997). De uitvoeringssnelheid is de tijd die nodig voor het uitvoeren van de taak. De uitvoeringstijd is afhankelijk van het type brug. Draaibruggen hebben een langere openingstijd dan een ophaalbrug. Er moeten in totaal negen handelingen worden uitgevoerd om de brug te openen. De gehele cyclus begint bij het drukken op de functieknop 'startbediening' tot de functieknop 'einde' bediening. Einde bediening houdt in dat de gebruikers naar het hoofdmenu terugkeren. Als uitvoeringstijd is in dit onderzoek de tijd tussen startbediening (F14) en sluiten brug (F16) genomen.

### *Navigatiefouten*

Het aantal fouten dat tijdens het navigeren op de gebruikersinterface zullen worden gescoord bij het uitvoeren van de taak. Er is tijdens de observatie voornamelijk gelet op het aantal fouten die ontstaan door het drukken op de verkeerde navigatieknop. Een overzicht van mogelijke fouten is opgenomen in bijlage 8, observatie schema.

### *Satisfactie*

Voor het meten van de tevredenheid van gebruiker is een korte vragenlijst opgesteld bestaande uit vragen omtrent het gebruik van het systeem. De satisfactie wordt zowel op een subjectieve als op een objectieve manier gemeten. Objectief wordt de satisfactie gemeten door het registreren van het aantal malen dat de gebruiker zijn frustraties of ontevredenheid uitdrukt. Subjectief wordt satisfactie gemeten door een vertaling van de enigszins aangepaste, System Usability Scale (SUS) – A quick and dirty usability scale (Brooke, 1986). Om de betrouwbaarheid van de meting te garanderen is nagegaan of de subjectieve en objectieve metingen met elkaar correleren.

De vragenlijst bestaat uit 10 items, waarbij de eerste 10 items stellingen bestaan uit stellingen als 'ik vond het programma eenvoudig te gebruiken' en 'ik voel me zelfverzekerd als ik het programma gebruik'. Als antwoordmogelijkheden is een 5-punts-Likertschaal met als uitersten 'Heel erg mee oneens - Heel erg mee eens' gekozen. Ten slotte zijn er een aantal open vragen gesteld waarbij de gebruikers hun eigen mening kunnen geven over de gebruikersinterface. Voor een totaaloverzicht van de meetmethode wordt verwezen naar de bijlage 9.

### **5.3.1. Taken**

Om de uitvoeringssnelheid, het aantal bedieningsfouten en de satisfactie te kunnen meten zijn een aantal taakscenario's voorgelegd aan de gebruikers. De taken zijn opgesteld aan de hand van de reeds uitgevoerde taak- en gebruikersanalyse. De volgende taakscenario's zijn voorgesteld:

#### **Hoofdtakscenario's:**

"Je krijgt een melding van een schipper die de brug wil gaan passeren. Na het bevestigen van de melding met de schipper start je met het openen van de brug."

#### **Deeltaakscenario's:**

1. inloggen in het systeem
2. selecteren van de zoemer uit
3. checken van storing meldingen
4. openen van alarmen
5. selecteren van luidspreker 'X'
6. selecteren van een andere brug

Het doel van het opdragen van deze taken is inzicht verkrijgen in de problemen die zich voordoen tijdens het uitvoeren van de taken. Tijdens het observeren wordt erop gelet of er bij de gebruiker geen verwarring optreedt bij de bediening, met als gevolg het verkeerd indrukken van de knoppen, het niet meer weten wat hij moet doen (oriëntatie verlies) en een te lage uitvoeringssnelheid.

## 5.4. Situation Awareness

Om Situation Awareness te meten is gebruik gemaakt van een methode van Endsley (1995b). In dit onderzoek wordt het beeld niet stopgezet maar worden de gebruikers afgeleid. Deze keuze is gemaakt omdat in de bedieningspost geen mogelijkheid is voor het stopzetten van de camerabeelden. Na de afleiding worden aan de participanten direct een aantal vragen gesteld over de situatie en/of de gebruikers de situatie zelf onder worden te brengen. De gestelde vragen hebben betrekking op basis waar de participanten opletten, hoe zij de verkregen informatie interpreteren en welke verwachting ze hebben over de toekomstige situatie. De observaties zijn opgenomen met behulp van camera's.

### 5.4.1. Taken

Het doel van het aanbieden van de verschillende taken is achterhalen of de gebruikers genoeg informatie via de camerabeelden hebben ontvangen om de toekomstige situatie van de scheepsvaart en verkeersdeelnemers in te kunnen schatten. In het experiment worden verschillende taken opgedragen aan de gebruikers. De volgende vragen kunnen worden gesteld aan de gebruikers:

*"Welke kleur auto rijdt er over de brug?"*

*"Hoeveel voetgangers lopen er over de brug?"*

*"Is de mevrouw in de (rode) jas al overgestoken over de brug?"*

*"Wat is de afstand tot het schip naar de brug?"*

Een andere taak is het vragen naar de ter zake doende situatie van de objecten die ze moeten monitoren. Een vraag die hier gesteld kan worden is hoe de situatie er over een tijd uit gaat zien. Een andere vraag die gesteld wordt is wanneer het schip bij de brug is.

## 5.5. Interviews

Na het experiment zijn een aantal vragen gesteld aan de participanten. Deze vragen hebben betrekking op de camerabeelden en op de omgeving waarin de gebruikers werken.

## 5.6. Participanten

Aan het veldonderzoek hebben alleen de gebruikers van de bedieningspost deelgenomen. Er zijn drie gebruikers tijdens het uitvoeren van hun werkzaamheden geobserveerd. De betreffende gebruikers hebben ervaring met het huidige systeem, ze zijn bekend in de lokale omgeving en hebben allen een maritieme cursus gevolgd. Omdat aan het experiment maar een minimaal aantal gebruikers hebben deelgenomen kunnen geen eenduidige statistische conclusies worden getrokken uit de resultaten. Het analyseren van de data zal hierdoor een kwalitatief verkennend karakter krijgen.

## 5.7. Apparaat

De locatie waar het experiment is uitgevoerd is de gecentraliseerde bedieningspost te Vlissingen. De observaties zijn uitgevoerd met behulp van twee camera's (zie afbeelding 17) die de verschillende taken van de gebruikers registreren.



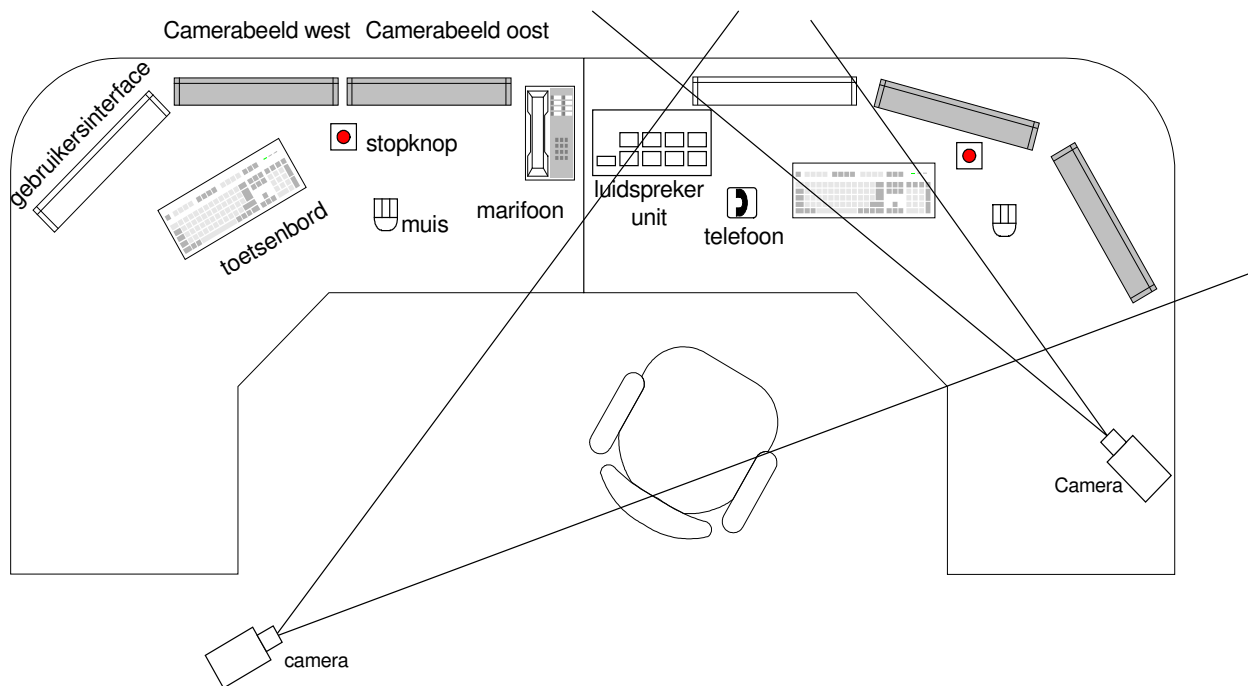
**Afbeelding 17: Gebruikte camera observaties**

Type camera: JVC GR DVL20E (serienummers: 13431858 en 15441084). De camera's zijn bevestigd op een statief.

## 5.8. Observatie configuratie

### 5.8.1. Physical setup

In de onderstaande afbeelding is de opstelling van de gebruikersinterface en de camera's weergegeven zoals deze tijdens het veldexperiment te Vlissingen zijn gehanteerd. De luidsprekerunit, marifoon en telefoon (zie het midden van de afbeelding) worden gezamenlijk gebruikt door de gebruikers.



**Afbeelding 18: Bedieningsplek configuratie**

### 5.8.2. Camera positie

In de literatuur wordt er weinig tot niets beschreven over het positioneren van de camera's tijdens observaties. Het echter van belang de camera's zo te positioneren dat de gedragingen van de participant zo goed mogelijk kunnen worden waargenomen. In een onderzoek van Georgievski & Sharda (2006) zijn de camera's zo gepositioneerd dat alle handelingen van gebruikers gefilmd kunnen worden. In het veldexperiment zijn de camera's ook volgens dit onderzoek gepositioneerd.

In het veldexperiment zijn de camera's opgesteld zoals in afbeelding 18. De camera's kunnen alle handelingen van de gebruikers in de omgeving waarnemen.

## 5.9. Externe invloeden

Het tijdstip waarop het experiment is uitgevoerd is zodanig gekozen dat de taken niet worden beïnvloed door externe factoren. Er is gekozen worden voor een tijdstip waarop scheepsvaart niet of nauwelijks aanwezig is zodat de participanten niet worden beïnvloed.

# DEEL III: RESULTATEN EN ONTWERP

## 6. RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste resultaten van het experiment beschreven. De resultaten van dit onderzoek zijn in twee secties opgesplitst. Sectie één geeft een overzicht van de kwantitatieve data, de resultaten van het gebruiksvriendelijkheid experiment [§6.1]. Hier worden de gestelde hoofdtaken en deeltaken behandeld. Sectie twee geeft een overzicht van de kwalitatieve data [§6.2]. In deze sectie worden de resultaten besproken van de Situation Awareness studie. Als laatste zal de data die middels interviews zijn verkregen worden besproken [§6.3].

### 6.1. Gebruiksvriendelijkheid

Het doel van het experiment was om de gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface te bepalen. Tijdens het experiment hebben drie gebruikers verschillende taken in de bedieningspost uitgevoerd. De taken zijn opgesteld op basis van het vooronderzoek. Op basis van de handelingen en de uitgevoerde taken is een goed overzicht verkregen van de problemen die zich voordoen met de gebruikersinterface.

De taken die door de gebruikers zijn uitgevoerd zijn besproken in de experimentopzet [§5.3.1]. De resultaten zijn in tabelvorm gepresenteerd. In elke tabel zijn de verschillende taken opgenomen die per gebruiker zijn uitgevoerd. De taken zijn opgesplitst in de paragrafen hoofdtaken [§6.1.1] en deeltaken [§6.1.2]. Bij de uitvoering van de hoofdtaak is de gebruiksvriendelijkheid gemeten middels de uitvoeringssnelheid, het aantal bedieningsfouten en de satisfactie. De deeltaken geven een overzicht van de deeltaken die door de gebruikers zijn uitgevoerd naast de hoofdtaak.

Tijdens de observaties zijn meerdere bruggen geobserveerd per gebruiker. Omdat het experiment in een rustige periode werd uitgevoerd, zijn niet alle bruggen geobserveerd. Het waren periodieke openingen van de brug. Aangezien de gebruikers in de bedieningspost van plaats verwisselden, was het lastig om de gebruikers te observeren. Ondanks deze externe factoren zijn er voldoende data gevonden die behulpzaam kunnen zijn bij het ontwerpen van een optimale gebruikersinterface.

#### 6.1.1. Hoofdtaak gebruikers

Van elke hoofdtaak [§5.3.1] die door een gebruiker is uitgevoerd zijn de volgende variabelen onderzocht: uitvoeringssnelheid, bedieningsfouten en satisfactie. Tijdens het observeren is gebleken dat de navigatietijd afhankelijk is van het sein 'vooraankondiging scheepsvaart'. Er kan daardoor weinig gezegd worden over de uitvoeringstijd. Satisfactie werd bepaald door de frustraties van de gebruikers te observeren. De satisfactie is geëvalueerd door naar de verbale response van de gebruiker te kijken en is gelabeld op een zes puntsschaal: erg tevreden (++), tevreden (+) geen response ( ), ontevreden (-) en erg ontevreden (--). Deze satisfactie is verder getoetst door de gebruikers een vragenlijst te laten invullen. Deze vragenlijst komt later in het hoofdstuk aan bod.

#### GEBRUIKER 1

Gebruiker 1 voerde zijn hoofdtaak tijdens de observatie naar tevredenheid van de observator uit. De gebruiker heeft tijdens het openen van de draaibrug Soubrug een fout gemaakt door het sein voor de vooraankondiging voor de scheepsvaart vergeten. Ook werd bij de Schroebrug Vlissingen de brugopening voortijdig gestopt nadat het schip er doorheen was gevaren. Het voortijdig stoppen was het gevolg van het drukken van de stopfunctie ('zachte' stopfunctie genoemd) op de gebruikersinterface. De gebruiker was tijdens het bedienen van de draaibrug Souburg een keer in verwarring bij het selecteren van de functieknop 'voorsein scheepsvaart'. De draaibrug heeft twee openingen: één voor de beroepsvaart en één voor de pleziervaart (dat 'sport' op de gebruikersinterface wordt genoemd). Uiteindelijk drukte hij alsnog de juiste functieknop in om het sein voor de beroepsvaart te geven. Bij de Schroebrug Vlissingen heeft de gebruiker het sein 'groen' voor de scheepsvaart niet gegeven. Volgens de gebruiker is hier in drukke periode geen tijd voor en wenst men de brug zo snel mogelijk te sluiten. De gebruiksvriendelijkheid van het systeem in totaliteit werd niet als optimaal ervaren.



**Tabel 3: score hoofdtak gebruiker 1**

	Draaibrug Soubrug	Schroebrug Vlissingen
Uitvoeringstijd	5 min 06	13 min 15
Totaal # fouten	1	1
# Menu error	1	2
# Repeated	0	0
Satisfactie	++	++

**GEBRUIKER 2**

Gebruiker nummer 2 maakte tijdens het openen van de brug verschillende bedieningsfouten. Zo werd herhaaldelijk door de gebruiker het sein voor de vooraankondiging van de doorvaart te vroeg gegeven. Het sein werd reeds gegeven voordat het sein 'startbediening' was gegeven. Daarnaast werden tijdens het bedienen van de Schroebrug Middelburg de functieknoppen herhaaldelijk geselecteerd. Normaal gesproken wordt de functieknop blauw voor de logische opeenvolgende actie en dan pas groen. De gebruiker selecteerde de functieknop voordat deze groen werd en de opeenvolgende actie had moeten worden uitgevoerd.

De gebruiker opende tijdens het bedienen van de draaibrug Middelburg een tweede brug. Tijdens het bedienen van de brug werd de selectie van de 'vooraankondiging' seinen voor de scheepsvaart niet opgemerkt door de gebruiker. De gebruiker selecteerde de functieknop met behulp van het toetsenbord maar er werd geen actie ondernomen door het systeem. Omdat het voor de schipper onduidelijk was of hij stuurboord of bakboord moest nemen, nam de schipper contact op met deze gebruiker. Omdat er op dat moment ook het beeld van de tweede brug wegviel, aarzelde de gebruiker even bij het beantwoorden van de schipper. Na een poosje gaf hij de schipper antwoord en selecteerde de gebruiker de functieknop 'doorvaart toestaan'. Hij selecteerde eveneens de bakboordseinen. Hierna schakelde hij terug naar de andere bedieningsplek voor het uitvoeren van de brughandeling. Hierna kwam hij terug naar de tweede bedieningsplek en bemerkte dat er twee vaarrichtingen waren aangegeven op de gebruikersinterface (op de beeldplaat) en schakelde het bakboordsignaal uit. Daarna schakelde hij het stuurboordseinen uit.

Bij het bedienen van de draaibrug Middelburg werd de miststand in het menu statussen en alarmen niet opgemerkt. Deze miststand is waarschijnlijk per ongeluk geselecteerd tijdens een handeling.

De satisfactie tijdens deze opening van de draaibrug is niet optimaal. De gebruiker was ook niet tevreden over zijn taak. In de taak zijn opeenvolgende fouten gemaakt. De totale uitvoeringssnelheid voor het bedienen valt enigszins mee gezien de fouten die gemaakt zijn door de gebruiker.

Gebruiker 2 heeft de draaibrug Middelburg ook bediend om een plezierjacht te laten passeren. Tijdens de bediening van de brug werd één fout geobserveerd en werd er éénmaal de vooraankondiging van het doorvaartsein verkeerd gegeven. Het 'vooraankondigen' sein werd reeds gegeven voor 'start bediening'. De uitvoeringssnelheid is minder snel dan bij de eerdere geobserveerde brugopening vanwege het feit dat het stoppen van het landverkeer iets langer duurde. Ook het totaal aantal gemaakte fouten is kleiner. De tevredenheid van de gebruiker was hoger dan bij het openen van de voorafgaande brug.

**Tabel 4: score hoofdtak gebruiker 2**

	Schroebrug Middelburg	Draaibrug Middelburg	Draaibrug Middelburg
Uitvoeringstijd	2 min 22	5 min 49	6 min 38
Totaal # fouten	5	4	2
# Menu error	1	3	1
# Repeated	4	1	1
Satisfactie	++	--	++

### GEBRUIKER 3

Gebruiker nummer 3 maakte veel terugkerende fouten bij het bedienen van de brug. De gebruiker bediende verschillende functieknoppen meerdere keren. De tijd tussen het selecteren van de functieknoppen en de opvolgende actie duurde ongeveer 3 á 4 seconden. Het verwachtingspatroon van de gebruiker kwam niet overeen met zijn actie. Het sein 'vooraankondiging scheepsvaart', werd bij alle drie de bruggen ook voor het sein 'start bediening' gegeven en werd niet uitgevoerd door de gebruiker. De gebruiker stopte de draaibrug Soubrug voortijdig door de 'zachte' stopknop bij het passeren van de plezierjacht te selecteren. Ook werd bij de Sloebrug Vlissingen geen sein 'doorvaren' gegeven. De gebruiker was niet tevreden over het bedieningsgemak. Hij drukte herhaaldelijk zijn frustraties uit. Hij ver weet dat aan de trage reactie van het toetsenbord en de muis.

**Tabel 5: score hoofdtaak gebruiker 3**

	Draaibrug Soubrug	Draaibrug Middelburg	Sloebrug Vlissingen
Uitvoeringstijd	2 min 53	6 min 15	2 min 43
Totaal # fouten	16	16	21
# Menu error	2	2	2
# Repeated	14	14	19
Satisfactie	-	-	-

#### 6.1.2. Deeltaken gebruikers

De deeltaken zijn geanalyseerd door aan de verschillende taken een label met een bepaalde waarde toe te kennen. Er is een label toegekend aan zowel de uitvoering als de satisfactie van de taak.

De uitvoering van de taken zijn op een 4 puntsschaal als volgt gelabeld: goed (++), voldoende (+), onvoldoende (-) en slecht (- -). De uitvoering staat in dit geval voor de tijd die nodig is voor het uitvoeren van de taak en hoeveelheid gemaakte fouten. Het label 'goed' betekent dat de gebruiker zijn taak zonder aarzeling heeft uitgevoerd en geen fouten heeft gemaakt. Het label 'slecht' betekent dat de gebruiker tijdens het uitvoeren van zijn taak veel getwijfeld heeft en veel fouten heeft gemaakt. De satisfactie wordt geëvalueerd door naar de verbale response van de gebruiker te kijken en is als volgt gelabeld: erg tevreden (++), tevreden (+) geen response ( ), ontevreden (-) en erg ontevreden (- -)

**Tabel 6: score deeltaken gebruiker 1**

	Taak 1	Taak 2	Taak 3	Taak 4	Taak 5	Taak 6
Uitvoering	++	+	+	++	+	++
Tevredenheid	++	+	+	+	-	++

**Tabel 7: score deeltaken gebruiker 2**

	Taak 1	Taak 2	Taak 3	Taak 4	Taak 5	Taak 6
Uitvoering	+	++	+	++	+	++
Tevredenheid	+	++	+	+	-	++

**Tabel 8: score deeltaken gebruiker 3**

	Taak 1	Taak 2	Taak 3	Taak 4	Taak 5	Taak 6
Uitvoering	++	++	++	++	+	++
Tevredenheid	++	++	++	+	-	++

**Taak [1-6]:** inloggen in het systeem, selecteren van de zoemer uit, checken van storing meldingen, openen van alarmen, selecteren van luidspreker 'X' en het selecteren van een andere brug.

De gebruikers zijn erg positief over het bedieningsgemak bij de gebruikersinterface in Vlissingen van het uitvoeren van de deeltaken. De verschillende deeltaken zijn soms indirect aan de gebruikers aangeboden omdat sommige handelingen al autonoom werden uitgevoerd door de gebruikers. Gebruiker 2 had problemen met het inloggen in het systeem omdat hij het paswoord vergeten was. Het selecteren van de luidspreker leverde geen probleem op voor de gebruikers omdat de gebruikers bekend zijn met de luidsprekerunit. Wel zijn de gebruikers erg ontevreden over het bedienen van de luidsprekers. De gebruikers gaven aan dat de bediening van de luidsprekers erg moeilijk was.

### 6.1.3. Satisfactie score vragenlijst

In de hoofdtaak en de deeltaken is het subjectieve aspect (on)tevredenheid gemeten door te kijken naar de frustratie en het aantal ontevredenheidsuitdrukkingen van de gebruiker. Een andere manier om satisfactie te meten is de System Usability Scale (SUS) vragenlijst. Naast de observaties is in het onderzoek ook gebruik gemaakt van deze SUS vragenlijst. Dit is gedaan om te kijken of de resultaten overeenkomen met de observaties.

De SUS score wordt berekend aan de hand van de methode van Brooke (1986). De SUS score heeft een interval van 0 tot 100. Eerst wordt per item de score bepaald. Elke afzonderlijke item heeft een interval van 0 tot 4. Na het optellen van de 10 afzonderlijke items worden deze vermenigvuldigd met de factor 2,5 en wordt de totale waarde van de satisfactie vragenlijst bepaald. De resultaten van de SUS-vragenlijst zijn opgenomen in onderstaande tabel. De tabel laat zien dat de gebruikers erg tevreden waren over het systeem.

**Tabel 9: gebruikers satisfactie**

	SUS waarde
Gebruiker 1	77,5
Gebruiker 2	100
Gebruiker 3	87,5

Uit de vragenlijst blijkt dat de gebruikers tevreden zijn over de heldere en duidelijke weergave van het systeem. Gebruikers zijn het minst tevreden over de bediening van de luidsprekerunit en het slecht reageren van de functieknoppen in het functiescherm.

### 6.1.4. Situation Awareness

De data over Situation Awareness is afkomstig van observaties van de gebruikers. Tijdens het hoofdonderzoek werden nadat de gebruikers werden afgeleid een aantal vragen gesteld over SA aan de gebruikers. De volgende resultaten zijn gevonden.

### 6.1.5. Verschillende stadia SA

Uit de resultaten blijkt dat de gebruikers een aantal stadia doorlopen voor het inschatten van de verkeersdeelnemers en het inschatten van de scheepsvaart. Er wordt daarom een opsplitsing gemaakt tussen het inschatten van de verkeersdeelnemers [§6.2.2] en het inschatten van de scheepsvaart [§6.2.3].

### 6.1.6. Inschatten verkeersdeelnemers

Uit de resultaten blijkt dat de gebruiker zich eerst oriënteert op de brug voordat hij de slagbomen omhoog doet. Hij oriënteert zich eerst en vormt een scenario van wat hij kan verwachten in de brugcontext (oriëntatiefase). De gebruiker maakt een scenario op basis van het gedrag van de verkeersdeelnemers. De gebruiker let op non-verbale gedragingen van de verkeersdeelnemers. Bij fietsers bijvoorbeeld wordt vooral gelet op de lichaamstaal als ze door het rode stopsein fietsen. Vervolgens gaat de gebruiker over tot het voorbereiden van de te nemen actie. Ten slotte gaat hij over tot de daadwerkelijke uitvoering van zijn handeling, slagbomen neer.

### **Gedrag verkeersdeelnemers**

Uit de analyse van de data blijkt dat de gebruikers zich bewust zijn van de situatie op de camerabeelden. Elementen zoals de weggebruikers op de brug werden altijd opgemerkt. Op de vraag welke kleur de auto die passeerde had, gaven de gebruikers doorgaans het juiste antwoord. Fietsers die door het rode sein fietsten werden opgemerkt door de gebruikers.

In drukkere perioden echter konden de gebruikers de kleur van de auto niet benoemen. Na doorvragen bleek dat de gebruikers wel de bewegingskenmerken hadden waargenomen op het camerabeeld. Eén van de gebruikers vertelde dat hij let op het gedrag van de verkeersdeelnemers (fietsers en voetgangers) en op deze manier de richting van de weggebruikers voorspelt. Vooral de gedragingen van fietsers werden waargenomen. De gebruiker kon niet vertellen op welke gedragskenmerken hij let van de verkeersdeelnemer.

Het kwam een paar keer voor dat de gebruikers geen auto over de brug hadden zien rijden. De gebruiker had het druk met het spreken met de evaluator.

#### **6.1.7. Inschatten scheepsvaart**

In het inschatten van de scheepsvaart zijn de volgende stadia te herkennen. Een gebruiker oriënteert zich eerst op de scheepsvaart. Er wordt een voorspelling gedaan op basis van het type en de snelheid van de scheepsvaart. Door communicatie met de schipper bepaalt de gebruiker de locatie van het schip. Vervolgens bereidt hij zich voor op de te nemen actie, het openen van de brug. Ten slotte voert hij de actie het openen van de brug uit conform aan zijn voornemens.

#### **Inschatten snelheid en afstand scheepsvaart**

Tijdens het monitoren van de scheepsvaart is ook kennis nodig over de status van het schip om een inschatting te kunnen maken hoelang het schip (alleen beroepsvaart) vaart over een bepaalde afstand naar de brug. De gebruikers hebben informatie nodig over de snelheid, de afstand, de locatie en de belading van het schip. De kennis van de schipbelading wordt verkregen door informatie op te vragen via een landelijk Informatie Verwerkingssysteem (IVS). Op basis van deze informatie en ervaring kan de gebruiker een inschatting maken van de snelheid van het schip. Een lichter schip kan beter versnellen dan een zwaarder beladen schip. Nadat de gebruiker een inschatting heeft gemaakt kan hij de schipper een melding geven via de marifoon en/of via het vooraankondigingsein dat de brug geopend gaat worden. Nu kan de schipper het schip in beweging brengen.

Een andere methode om een inschatting te maken van de snelheid van het schip is via de camerabeelden. Met behulp van de camerabeelden van de Schroefbrug Middelburg kunnen de gebruikers de snelheid van het schip inschatten op basis van de afstand tussen een vast object (in dit geval een gemaal) en de brug. Eventueel wordt er gecommuniceerd met de schipper om te bepalen hoever het schip verwijderd is van de brug. Gebruikers maken dus een inschatting op basis van de kennis in de omgeving (afstand naar de brug).

### **6.2. Interviews**

Ook uit de ongestructureerde interviews zijn een aantal problemen naar voren gekomen die invloed kunnen hebben op het bedienen van de gebruikersinterface. Deze problemen worden hieronder beschreven.

**Communicatie** – Tijdens het bedienen van de brug vindt er veel communicatie plaats tussen de gebruiker en de schipper. Schippers geven op verzoek van de gebruiker in de bedieningspost informatie over mogelijke pleziervaart die achter hun aanvaart. Ook vindt er communicatie plaats met ambulances die de brug met spoed moeten passeren. Wanneer een ambulance de brug wil gaan passeren dan wordt er een afspraak gemaakt met de gebruiker. De gebruikers kunnen hier dan rekening mee houden. Op de bedieningsplek van de desbetreffende brug komt dan een herinnering in vorm van een ambulancekaart die aanduidt dat die brug niet geopend mag worden.

Verder zijn de gebruikers een aanspreekpunt voor onderhoudsmensen en verkeersgebruikers. Deze oproepen worden aangenomen door de gebruikers in de bedieningspost omdat het een lokaal nummer is.

In de toekomst wil de Provincie Vlissingen de bedieningspost uitbreiden met een extra bedieningsplekken voor het bedienen van extra bruggen en sluizen op afstand. Dit houdt in dat er meer gecommuniceerd moet gaan worden en dus is er ook een extra cognitieve belasting voor de gebruikers.

### **6.3. Algemene evaluatie gebruikersinterface**

In het algemeen wordt de gebruikersinterface positief beoordeeld door de gebruikers. De gebruikers zijn tevreden over de structuur en de opbouw van het beeldscherm. Ze weten precies waar de verschillende functie zich bevinden op het beeldscherm. De volgende opmerkingen kunnen naar aanleiding van het onderzoek worden gemaakt.

#### **Bedieningsfouten**

Tijdens het experiment zijn een aantal bedieningsfouten gemaakt door de gebruikers.

De gebruikers maakten bijvoorbeeld de fout om het vooraankondiging sein voor de scheepsvaart niet te geven.

Een andere fout die gebruikers maakten was het vaak bedienen van de 'zachte' functiestopknop (stoppen voor brugopening). De ene gebruiker voerde deze handeling vaker uit dan de andere gebruiker. Het bedienen van de 'zachte' stopknop kan worden verklaard doordat de gebruikers het gebruik van de stopknop hebben aangeleerd. Uit een interview blijkt dat in de praktijk schepen die bekend zijn in de omgeving vaak door de brug opening varen als de brug nog niet in zijn geheel geopend is. De gebruikers anticiperen hierop door het vervroegd stoppen van de brugopening.

Een derde fout die de gebruikers maakten is het vergeten van het sein 'doorvaren' aan de scheepsvaart.

Een verklaring voor deze fouten kan gevonden worden in het feit dat de functieknoppen niet zijn gestructureerd conform het mentale model van de gebruikers.

Er zijn een aantal menselijke fouten geconstateerd die te verklaren zijn door aspecten uit de literatuur. Zo vergat gebruiker 2 het vooraankondigingsein 'scheepsvaart' te geven tijdens het uitvallen van het beeldscherm. Deze fout wordt in de literatuur 'error of omission' genoemd (Wickens et al., 1998). Een error of omission (weglaten) ontstaat wanneer de gebruiker faalt te presteren op een of meerdere processtappen die noodzakelijk zijn bij het uitvoeren van zijn taak. Volgens Wickens is afleiding vaak de oorzaak van een 'error of omission'.

Gebruiker 2 was tijdens het bedienen van twee bruggen tegelijkertijd niet meer aanspreekbaar. Door de toenemende werkdruk hield de gebruiker zich minder bezig met ander taken zoals de oproep van de schipper. Het minder bezighouden met andere taken kan worden verklaard volgens het model van Yerkes-Dodson (afbeelding 5). Door de hoge werkdruk (twee bedieningen tegelijkertijd) gaat de inspanning van de taak en dus de prestatie van de gebruiker omlaag.

Andere fouten die gemaakt zijn door de gebruikers zijn te verklaren door fouten in het systeem. De derde gebruiker maakte veel terugkerende fouten in vergelijking met de andere twee gebruikers. Dit is waarschijnlijk te verklaren doordat de gebruiker nog maar negen maanden in dienst is. Een andere reden voor de terugkerende fouten is dat er een responsietijd van 3 á 4 seconden tussen het selecteren van actie en de daadwerkelijk actie uitvoering van de brugbediening bestaat. Uit de interviews blijkt dat er geen eenduidige verklaring is voor de lange responsietijd. Stelpstra (2007) geeft aan dat de responsietijden waarschijnlijk afhankelijk zijn van de verschillende componenten in het systeem. Elk component (hardware of software) is verantwoordelijk voor de vertraging in de responsietijd. De responsietijd van 3 á 4 seconden in systeem kan niet precies verklaard worden volgens Stelpstra (2007).

#### **Satisfactie**

In het experiment zijn verschillende vragen gesteld omtrent de tevredenheid van de gebruikers met het systeem. De gebruikers zijn erg tevreden over de gebruikerinterface, maar niet over de bediening van de luidsprekerunit en de lange responsietijd.

## 7. FUNCTIONEEL PROGRAMMA VAN EISEN GEBRUIKERSINTERFACE

In dit hoofdstuk zijn de ontwerp-eisen omschreven voor een gebruikersinterface die de functionaliteit en gebruikersprestatie moeten verbeteren. Het functionele Programma van eisen voor gebruikersinterfaces is deels gebaseerd op de eisen uit 'Richtlijnen Vaarwegen' (RvW,2005) en de NEN 6768 (2003) [§7.4.1]. De eisen zijn opgesplitst in functionele en niet-functionele eisen. *Functionele eisen* zijn de eisen waaraan een systeem moet voldoen. *Niet-functionele eisen* zijn eisen die niet direct betrekking hebben op de functionaliteit van het systeem. De eisen zijn ontstaan door literatuuronderzoek [hst 2], het hoofdonderzoek [hst 5], observaties en interviews. Allereerst worden de functionele eisen beschreven en daarna de niet-functionele eisen. Het functionele programma van eisen is toegespitst op de centrale bedieningspost in Vlissingen. De eisen zijn echter ook van toepassing in andere bedieningsposten.

### 7.1. Functionele eisen

#### 7.1.1. Gebruikersinterface

1. De vormgeving is consistent en overzichtelijk.  
*Gebruikers moeten zien waar zich bevinden in de applicatie. Dit kan gerealiseerd worden door gebruik te maken van eenduidige en herkenbare vormgeving zoals overeenkomstige lettertype tekstlabels, vensters, duidelijke kleuren, juiste vaktermen, etc.*
2. Het systeem moet duidelijke feedback informatie geven aan de gebruiker.  
*Via I- en E-feedback moeten gebruikers bewust worden gemaakt van de handelingen die ze uitvoeren. Door middel van de processtappensimulatie kunnen de gebruikers de huidige stand van het systeem bekijken.*
3. De applicatie moet gebruiksvriendelijk zijn.  
*Het systeem moet geschikt zijn voor leken en experts, ongeacht hun ervaring met bestaande systemen.*
4. Het systeem moet duidelijk de status van te bedienen objecten weergeven.
5. Het systeem moet ondersteuning bieden voor onderhoud, etc.
6. Een gebruiker moet weten waar hij zich bevindt.  
*De verschillende menuvensters moeten van een duidelijke en eenduidige benaming zijn voorzien zodat de gebruiker weet waar hij zich bevindt in het systeem. Dit voorkomt dat de gebruikers verdwalen in de applicatie.*
7. Het systeem moet bestaan uit een duidelijke beeldschermindeling.  
*De beeldschermindeling moet uitgerust zijn met een overzicht van de brug (de beeldplaat), een duidelijke vermelding van storingen (storingsscherm) en een logische structuur van de functieknoppen (functiescherm).*
8. Er mag slechts één bedieningssoort tegelijkertijd actief worden bediend.  
*De mentale werkdruk kan op een gegeven ogenblik zo hoog oplopen dat de gebruiker maar op één bediening van een brug zijn aandacht kan houden. Deze eis wordt ook gesteld door de NEN 6787.*
9. De responsietijden van het systeem moeten kleiner zijn dan 200 milliseconden.
10. Het systeem moet informatie geven over de beroepsvaart; het type schip, belading en bestemming.

### 7.1.2. Functiescherm (functieknoppen)

11. De functieknoppen op het beeldscherm moeten volgens het `mentale model` van de gebruiker gepositioneerd worden.  
*Gebruikers hebben een idee over hoe het systeem en de bediening zal werken (het mentale model). Dit idee wordt gevormd op basis van analogieën en eerdere ervaring met het te bedienen object (zie ook regel 3). In bijlage 5 is een taak- en gebruikersanalyse opgenomen die het mentale model van de gebruiker weergeeft.*
12. De functieknoppen moeten gelabeld zijn.  
*De functieknoppen moeten duidelijk, niet reflecterend en leesbaar zijn.*
13. Functieknoppen die niet frequent worden gebruikt moeten worden geclusterd.  
*Met een duidelijke scheiding van frequente (bedieningsknoppen brug) en niet frequente knoppen (zoemer uit, sperren doorvaart, `zachte` stopknop, storingen) wordt het voor de gebruikers duidelijk welke functieknoppen bij elkaar horen.*
14. Functieknoppen moeten feedback geven aan de gebruikers.  
*Bij het indrukken van de functieknop moet duidelijk worden weergegeven als de knop wordt ingedrukt.*

### 7.1.3. Storingsscherm

15. Het storingsscherm moet voorzien zijn van aandachtstechnieken.  
*Bij een storing moeten gebruikers een duidelijke melding krijgen van de storingsmelding. Een aandachtstechniek is een pop-up menu met de storing of een knipperende storingsmelding. Ook moet het storingsscherm gelabeld zijn met een eigen naam.*

### 7.1.4. Beeldplaat (brugoverzicht)

16. De beeldplaat moet bestaan uit een duidelijke weergave van de afsluitbomen, landverkeersseinen en scheepvaartseinen.
17. De beeldplaat moet voorzien zijn van een indicatie van de richting van de scheepsvaart.  
*Deze functie wordt pas in het beeld gepresenteerd als de vooraankondiging van de scheepsvaart wordt gegeven.*

### 7.1.5. Camerabeelden

18. De camerabeelden moeten alleen de geselecteerde situatie weergeven.  
*De camerabeelden moeten zo worden ingesteld dat bij het overzicht van het landverkeer enkel de beelden van het landverkeer te zien zijn. In het overzicht scheepvaart enkel het scheepvaartverkeer.*
19. Het systeem moet rekening houden met Situation Awareness.  
*De camerabeelden moeten extra informatie bevatten zoals;*
  - *De afstand tussen de bruggen. Nieuwe gebruikers kunnen dan beter inschatten hoeveel schepen in de tussenruimte kunnen.*
  - *Palenaanduiding op het scherm voor het bepalen van de afstand tot de brug. Dit principe komt overeen als de afstandsindicatie bij een treinovergang.*
20. De camerabeelden moeten op de kijkafstand van de gebruiker worden afgestemd.  
*De kijkafstand is de afstand tussen de camera en het object. Deze kijkafstand wordt weergegeven op het camerabeeld en bepaald de grootte van de afbeelding van het object.*

### 7.1.6. Helpfunctie

21. De functieknoppen moeten worden voorzien van contextgevoelige hulp.  
*Hulp moet worden aangeboden wanneer de gebruiker met de cursor op de functieknoppen gaat staan.*

### 7.2. Niet-functionele eisen

22. Het systeem dient een back-up te maken van systeemalarmen en systeemstoringen.
23. Het systeem moet de camerabeelden registreren.  
*De geregistreeerde camerabeelden kunnen worden gebruikt voor inspectie bijvoorbeeld bij calamiteiten.*
24. De gebruikers dienen enige ervaring te hebben met een PC (computer).  
*Zie ook regel 3.*
25. Het systeem mag maar voor één gebruiker tegelijkertijd toegankelijk zijn.
26. De beeldplaat moet uitgerust zijn met een tijd en een datumaanduiding.
27. Het systeem moet de gebruikers registreren (RvW, 2005).
28. Het systeem moet uitgerust zijn met een toegangscode voor gebruikers.
29. De gebruiker heeft de vrijheid in de keuze van input apparaten (muis of toetsenbord).
30. De camerabeelden moeten een preset functie bevatten.  
*Met behulp van de preset functie moeten de camera's automatisch naar een nieuwe situatie (vaarwater of verkeer) worden gedraaid.*

### 7.3. Veiligheid

31. Systeem moet een terugmelding geven bij beweging van weggebruikers.  
*De terugmelding kan worden gedaan door sensoren in het brugwegdek op te nemen die verkeersdeelnemers detecteren. Via een Indicatie signaal op beeldscherm wordt de gebruiker geattendeerd op het wegverkeer.*

### 7.4. Randvoorwaarden

32. De gebruikers moeten de Maritiem cursus 1 en 2 hebben gevolgd.
33. De werkplek van de gebruikers moet voldoen aan de ergonomische eisen.
34. De werkplek-omgeving moet worden geoptimaliseerd.  
*Op de werkplek moet rekening gehouden worden met de kamertemperatuur, verlichting, het vermijden van reflecties op de camerabeelden, trillingen, externe ruis enzovoort.*
35. Het omgevingslawaai moet geminimaliseerd worden.



#### 7.4.1. Richtlijnen en normeringen

Bij het ontwerp van de gebruikersinterface zijn ook de richtlijnen en normeringen van bruggen belangrijk.

36. Het systeem moet voldoen aan de Richtlijnen Vaarwegen (RvW, 2005).

*De Richtlijnen Vaarwegen bevat informatie over de uitvoering van vaarwegen in Nederland. Het doel van RVW is de veilige en vlotte afwikkeling van alle scheepvaartverkeer.*

37. Het systeem moet voldoen aan de NEN 6768 (2003).

*De NEN 6768 is specifiek opgesteld voor de veiligheidsvoorschriften voor beweegbare bruggen. De norm behandelt uitsluitend de gevaren die kenmerkend zijn voor beweegbare bruggen. Beweegbare bruggen vallen binnen het toepassingsgebied van machinerichtlijnen.*

#### 7.5. Scenario's

In de volgende subparagrafen worden enkele scenario's beschreven om het voorafgaande functionele programma van eisen te verduidelijken.

##### 7.5.1. Scenario hoofdmenu

Inloggen brug - feedback

- Gebruiker 1 krijgt een oproep van de schipper via de marifoon dat deze een brug wil gaan passeren. Na terugmelding aan de schipper bedient de gebruiker de betreffende brug. Omdat gebruiker 1 nog niet zo wakker is, drukt hij per ongeluk op de verkeerde brug. Op dat moment is er al iemand anders (gebruiker 2) deze brug aan het bedienen. Gebruiker 1 heeft de melding op de beeldplaat dat de brug al bediend wordt, nog niet waargenomen. De gebruikersinterface geeft een rode melding in het storingsvenster dat de brug al gebruikt wordt door iemand anders. Gebruiker 1 ziet het oplichten van dit scherm en drukt alsnog op de juiste brug en gaat naar het volgende scherm 'menu naambrug'. Zie volgende scenario.

Storingen opvragen – zichtbaar indrukken knoppen

- De gebruiker wil weten welke storingen er zijn. Hij drukt op de functiekноп 'storingen' en gaat zo naar het scherm storingen. Tijdens het selecteren van de functiekноп wordt feedback vanuit het systeem gegeven aan de gebruiker doordat het indrukken van de knop zichtbaar wordt.

Menu alarmen status

- In het hoofdvenster 'overzicht kanaal' wordt een venster alarm statussen weergegeven. Dit venster wordt in het hoofdmenu geplaatst omdat de gebruiker tijdens het opstarten van de brug direct de informatie krijgt over de status van de brug. In het menu 'bedienen brug' werd deze informatie continu gegeven aan de gebruiker. Beter is om de informatie in het menu als een pop-up menu te laten opkomen. Uit het onderzoek blijkt dat gebruikers bepaalde informatie in het menu 'statussen' negeerden. Door middel van een pop-up menu wordt de gebruiker attent gemaakt op een alarm.

##### 7.5.2. Scenario brugmenu

De gebruiker bevindt zich hier in het brugbedieningmenu.

Bloktijden

- De gebruiker krijgt een oproep van de schipper via de marifoon. De schipper geeft aan dat hij de Sloebrug te Vlissingen wil gaan passeren. De gebruiker geeft gehoor aan het verzoek van de schipper en deelt mede dat de brug over 5 minuten open gaat. De gebruiker is namelijk afhankelijk van de tijden van de NS en de bustijden. Deze tijden worden de bloktijden genoemd.

#### Functieknoppen - Feedback

- Na 5 minuten drukt de gebruiker op 'start bediening'. Deze functieknop was eerst blauw. De gebruiker weet uit de cursus dat dit de eerste stap is in de bedieningsprocedure. Na selectie wordt de functieknop groen. De kleur groen geeft aan dat er actie is ondernomen door het systeem. Hierna wordt de vooraankondiging scheepsvaart blauw en de gebruiker weet dat dit de volgende stap is in de procedure.

#### Luidspreker bediening - consistentie

- De gebruiker ziet op het beeldscherm dat er zwemmers voor de brug in het water spelen. Hij attendeert de zwemmers op het naderen van een schip. De gebruiker in de bedieningspost bedient hiervoor op de beeldplaat de desgewenste luidspreker met behulp van de muis. De beeldplaat geeft het overzicht van de virtuele brug weer. De luidsprekers staan gepresenteerd op het scherm conform aan de luidsprekers in de fysieke brugomgeving. Tijdens het selecteren van de luidspreker verandert deze in de kleur, groen zodat de gebruiker weet dat de actie is ondernomen. Door het drukken op het voetpedaal deelt hij de zwemmers mee dat er een schip aankomt. Door de camerabeelden in de gaten te houden kan hij zien of de zwemmers daadwerkelijk uit het water gaan. Mochten de zwemmers zich nog in het water bevinden dan wordt de politie geïnformeerd. Door nogmaals op de luidspreker te drukken gaat de luidspreker uit en krijgt de luidspreker de oorspronkelijke kleur.

#### Preset functie camera's

- Bij het bedienen van de brug draaien de camera's automatisch naar de juiste stand. Wanneer het verkeer wordt gestopt staan de camera's gericht op de brug. Als de brug geopend wordt dan draaien de camera's automatisch naar de scheepsvaart. Dit wordt ook wel de preset instelling van de camera's genoemd. De camera's die bediend zijn krijgen op de beeldplaat automatisch de kleur groen.

#### Pop-up menu

- Opeens valt tijdens het bedienen van de camera's de verbinding uit met de lokale PLC uit. Er verschijnt een Pop-up menu met deze melding. De gebruiker kan de melding accepteren en de melding wordt doorgegeven aan de beheerder en/of onderhoudsmonteur. Ook in het storingsmenu wordt de melding weergegeven.
- Op dat moment rijdt er ook nog een auto tegen de slagbomen aan. Omdat de camera's zijn uitgevallen wordt door de lokale PLC de storing doorgegeven aan de gebruikersinterface. De gebruikersinterface geeft feedback aan de gebruiker door het geven van een melding. De melding wordt in het storingsvenster aangegeven aan de gebruiker dat er een storing is met de slagbomen. De gebruiker drukt op de stopknop die zich bevindt op de bedieningsplek.

## **8. ONTWERP GEBRUIKERSINTERFACE**

In dit hoofdstuk wordt het nieuwe ontwerp, dat voor de gebruikersinterface in de centrale bediening te Vlissingen is opgesteld, gepresenteerd. Het doel van dit hoofdstuk is het beantwoorden van de deelvraag "Hoe moeten de verschillende functieknoppen worden gestructureerd om de gebruikersinterface optimaal te kunnen bedienen". Met behulp van de functionele eisen, het literatuuronderzoek, de heuristische evaluatie en de data die verkregen zijn in het experiment is het ontwerp van de bestaande gebruikersinterface in Vlissingen geoptimaliseerd. Het geoptimaliseerde ontwerp heeft niet alleen voordelen voor de gebruiksvriendelijkheid.

### **8.1. Participanten**

Het ontwerp voor de nieuwe gebruikersinterface is met drie gebruikers geëvalueerd. De eerste twee gebruikers zijn werkzaam in de bedieningspost in Vlissingen en hebben ook deelgenomen aan het experiment en de interviews. De derde gebruiker is een beleidsmedewerker vaarwegen bij de provincie Zeeland en is verantwoordelijk voor het ontwerp van de gebruikersinterface in Vlissingen.

### **8.2. Methode**

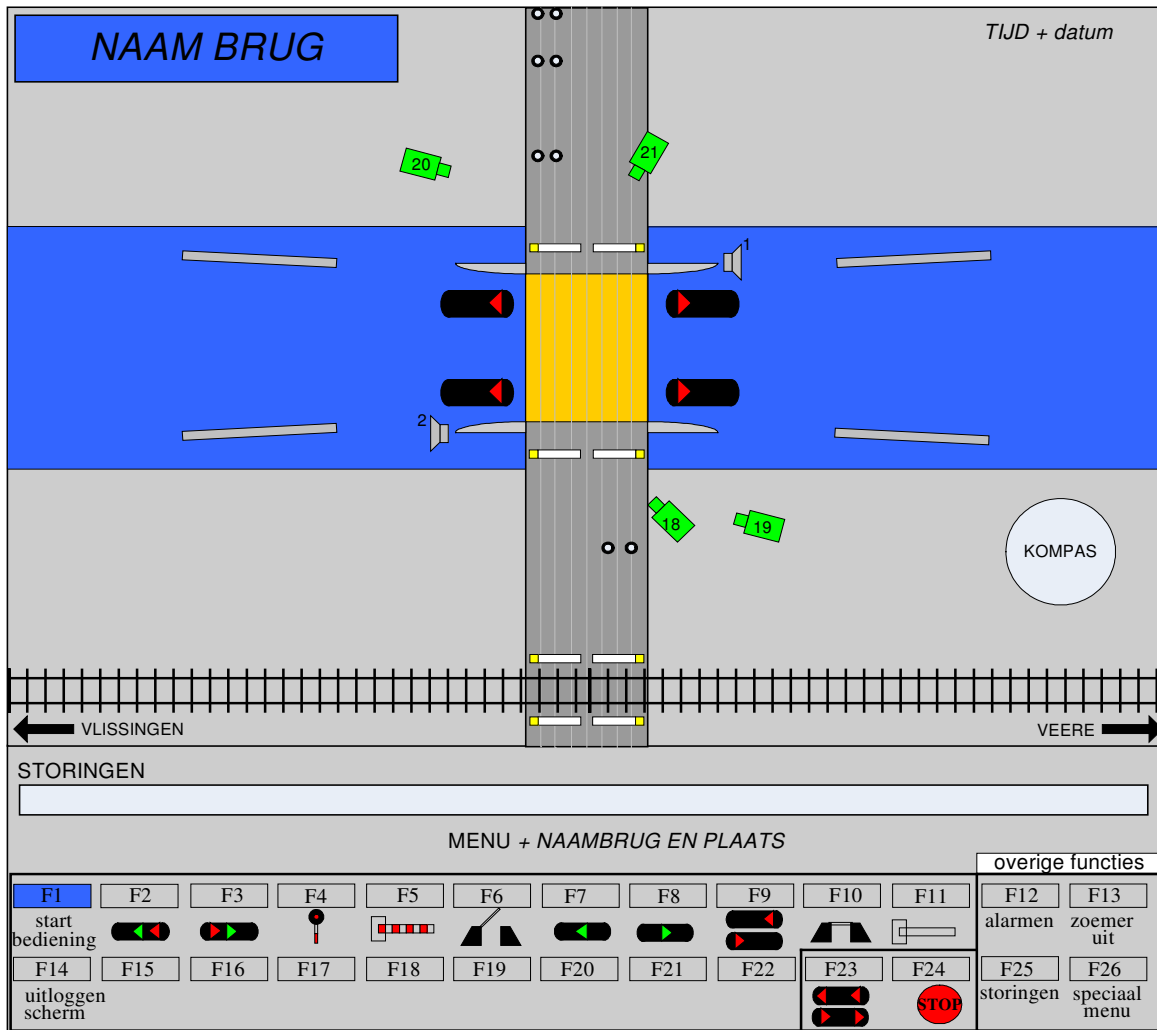
Voor het ontwerp is gebruik gemaakt van de paper prototyping methode van Snyder (2003). Paper prototyping is een methode om samen met gebruikers te brainstormen, te ontwerpen, nieuwe informatie te creëren, te testen en te communiceren over de gebruikersinterface. Deze techniek wordt vaak gebruikt voor het ontwikkelen van websites, webapplicaties, software, handbediende apparaten en zelfs hardware. Het is een snelle en goedkope methode om de gebruikersinterface te evalueren met gebruikers. In bijlage 10 zijn enkele kopieën van paper prototyping opgenomen die gebruikt zijn tijdens het evalueren van het ontwerp.

Om te achterhalen hoe bepaalde acties naar mening van de gebruikers worden uitgevoerd is aan de gebruikers gevraagd om hardop te praten tijdens het evalueren (dit wordt ook wel de think-aloud methode genoemd).

### **8.3. Karakteristieken herontwerp**

Uit de resultaten van het voor- en hoofdonderzoek blijkt dat de gebruikersinterface op een aantal punten geoptimaliseerd kan worden. Naast het verbeteren van de gebruiksvriendelijkheid kunnen ook cognitieve processen zoals stress worden verminderd door een beter ontwerp. Volgens Norman (2000) wordt de werkdruk bijvoorbeeld lager als de gebruiker de functies van de gebruikersinterface gemakkelijk begrijpt.

Op basis van de verbeterpunten uit het onderzoek is een herzien ontwerp gepresenteerd aan de gebruikers volgens de paper prototyping methode. In afbeelding 19 is de totale opzet van het herziene ontwerp gepresenteerd. In bijlage 10 staan de verschillende onderdelen van het ontwerp uitgelegd. De karakteristieken van het nieuwe ontwerp worden in de volgende paragrafen behandeld. Voor het tekenen van het herontwerp is gebruik gemaakt van het Microsoft Visio 2003 software pakket.



**Afbeelding 19: Herontwerp gebruikersinterface Vlissingen**

**Structuur Functieknoppen** – Uit de resultaten van de heuristische evaluatie [§4.2] blijkt dat er een verschil bestaat tussen het taakmodel van het bedienen van de functieknoppen en het taakmodel dat gebruikers in hun gedachten vormen (het mentale model van de gebruiker). Op basis van de taak- en gebruikersanalyse is een nieuwe structuur van de functieknoppen voorgelegd aan de gebruikers. Uit de taak- en gebruikersanalyse en observaties blijkt dat het bedienen van de brug uit duidelijke processtappen bestaat. De processtappen die de gebruikers tijdens het bedienen doorlopen zijn in bijlage 5 opgenomen.

Onderin afbeelding 19 is de nieuwe opzet van de functieknoppen voor de gebruikersinterface in Vlissingen gepresenteerd. De kleurcoderingen die zijn gebruikt in de huidige opzet zijn in het nieuwe ontwerp overgenomen.

Het bedienen van de brug begint met de functieknop 'start bediening' (F1). Bij het inloggen van de te bedienen brug wordt de functieknop 'start bediening' blauw. De gebruiker weet uit de huidige opzet en uit cursussen dat de kleur blauw de eerste stap aangeeft in het bedieningsproces. Ook uit het label 'start bediening' kan de gebruiker afleiden dat dit de eerste stap is. Nadat de gebruiker 'start bediening' heeft gegeven wordt de functieknop groen. De kleur groen indiceert dat de functieknop is geselecteerd. De opeenvolgende logische stap (F2 of F3) is het geven van het voorsein rood/groen aan de scheepvaart. De functieknop 'voorbereiden doorvaren' wordt blauw nadat het voorsein rood/groen aan de scheepvaart is gegeven. De gebruiker weet nu dat deze functieknop geselecteerd moet worden. Nadat het

sein is gegeven wordt de scheepsvaart erop geattendeerd dat het bedienen van de brug is gestart. De volgende functiekноп wordt blauw en dit gaat zo door totdat het gehele bedieningsproces is doorlopen.

Om de cognitieve capaciteit van de gebruikers zo laag mogelijk te houden worden de functies die niet direct beschikbaar moeten zijn geclusterd. Bovendien zorgt het clusteren van de functieknoppen ervoor dat de gebruiker een goed beeld krijgt van welke functieknoppen wel en welke niet belangrijk zijn. In het huidige ontwerp zijn de niet belangrijke functieknoppen gewoon in het 'normale' bedieningsproces opgenomen.

**Camera en luidspreker bediening** – In het nieuwe ontwerp zijn op de beeldplaat (bijlage 6) de verschillende iconen van de camera's en luidsprekers weergegeven.

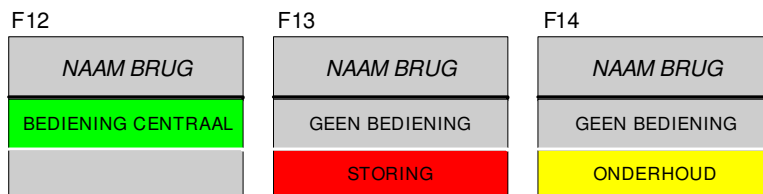
De camera's op de beeldplaat worden handmatig geselecteerd met behulp van de muis. De camera's kunnen de volgende kleuren aannemen: kleur groen (camera 'aan'), kleur rood (storing) en kleur grijs (geen bediening). De camera's kunnen ook bediend worden door middel van de camera-unit. De camerabedieningsunit bevindt zich op de bedieningsplek.

Bij de luidsprekerbediening komen de gebruikte kleurcoderingen overeen met de camerabediening. De kleur geel wordt toegevoegd aan de kleurcoderingen. De luidspreker gaat geel knipperen als de verkeersdeelnemer de gebruikers in de bedieningspost wil oproepen. Als de luidspreker eenmaal geselecteerd is dan moet de gebruiker de microfoon op een losstaande unit bedienen.

Bij een storing in de camera's of luidsprekers wordt in het storingsvenster het probleem van de storing vermeld. Met behulp van de genummerde iconen kunnen de camera's eventueel worden geselecteerd met een losstaande camera-unit.

**Kleurcoderingen brugselectie** – In bijlage 6 (afbeelding 29) is het overzicht van hoofdmenu brugbediening weergegeven. In het overzicht van het kanaal (op de beeldplaat) zijn de volgende veranderingen aangebracht:

De brugvensters zijn uitgerust met tekstlabels die de naam en toestand van de brug weergegeven. Wanneer een brug in storing is wordt het tekstlabel 'storing' in de kleur rood weergegeven. Tevens wordt in het storingsvenster de soort storing vermeld. Bij onderhoud wordt het tekstlabel 'onderhoud' geel. Ook zijn de brugvensters voorzien van naamlabels die corresponderen met de naam op de functieknoppen.



**Afbeelding 20: kleurcodering en selectie brugvensters**

**Automatische mistindicatie** – Uit de resultaten is gebleken dat de mistindicatie van de brug niet wordt opgemerkt door de gebruikers. De mistindicatie wordt gebruikt om lokale mist aan te geven. De mistindicatie wordt weergegeven in het venster 'alarmen en statussen'. Met behulp van de mistindicatie worden de gebruikers erop geattendeerd dat er minder zicht is op het scheepvaartverkeer en het landverkeer. In het nieuwe ontwerp is gekozen voor een automatische detectie van mist. De detectie van mist zal plaatsvinden door sensoren die op de brug zijn geplaatst. Bij een automatische mistmelding wordt feedback gegeven aan de gebruiker middels een pop-up menu dat op het scherm verschijnt.

**Bewegingsdetectie** – Een extra hardware aanpassing in het nieuwe ontwerp is het toepassen van een bewegingsdetectie. De bewegingsdetectie techniek registreert verkeersdeelnemers op de brug. Uit krantenartikelen blijkt dat gebruikers in de bedieningspost de weggebruikers niet altijd waarnemen. Om ervoor te zorgen dat de gebruikers in de bedieningspost de weggebruikers altijd opmerken, wordt een bewegingsmelding toegepast. Deze techniek wordt uitgerust met verschillende sensoren die beweging

en geen beweging (zoals infrarood of rekstrookjes<sup>3</sup>) van de verkeersdeelnemers signaleren. Bij het openen van een brug wordt de gebruiker in de bedieningspost geassisteerd door de bewegingsdetectie. Mocht er tijdens het selecteren van de functieknop 'brug openen' nog een weggebruiker worden gesignaleerd dan verschijnt een pop-up menu op het midden van het scherm. In het pop-up menu wordt vermeld dat een persoon op de brug staat en dat er opnieuw gekeken moet worden op de camerabeelden. De gebruiker kan pas verder gaan met het openen van de brug als hij het pop-up menu heeft gesloten.

**Aandachtstechnieken** – In het nieuwe ontwerp zijn een aantal aandachtstechnieken gebruikt om de gebruiker te attenderen op bijzondere situaties. Bij de huidige gebruikersinterface wordt bijvoorbeeld een storingmelding via het storingsvenster gegeven. Uit de onderzoeksresultaten is gebleken dat de gebruikers deze melding niet altijd waarnemen. Door de storingmelding met een constante frequentie te laten knippen wordt de aandacht van de gebruiker extra op de melding gevestigd.

Een andere aandachtstechniek die aan het ontwerp is toegevoegd is het laten verschijnen dat de 'harde' stopknop is ingedrukt. Deze 'harde' stopknop bevindt zich op de bedieningsplek. De gebruiker kan ook op de camerabeelden waarnemen dat de stopknop is ingedrukt. Het pop-up menu trekt echter eerder de aandacht van de gebruiker. In een worst-case scenario, wanneer de camerabeelden uitvallen, wordt altijd feedback informatie gegeven aan de gebruiker door middel van een pop-up menu.

Een derde aandachtstechniek die aan het ontwerp is toegevoegd is de kompasaanwijzing in het hoofdmenu centrale bediening en het brugbedieningsmenu. Met het kompas wordt extra informatie gegeven aan nieuwe gebruikers. De nieuwe gebruikers kunnen zich met behulp van het kompas beter oriënteren in de situatie. Uit de observaties blijkt dat de schippers en de gebruikers in de bedieningspost communiceren waarbij als uitgangspunt de richting waar het schip vandaan komt geldt. Nieuwe gebruikers kunnen zich waarschijnlijk minder goed oriënteren dan ervaren gebruikers. De nieuwe gebruikers kunnen zich dan oriënteren met behulp van het kompas.

Een laatste aandachtstechniek die is toegevoegd is een tekstlabel 'storingen' in het storingsvenster. In de huidige gebruikersinterface is het storingsvenster niet voorzien van een dergelijke label.

#### **8.4. Evaluatie gebruikers nieuwe ontwerp**

Tijdens het evalueren met de gebruikers is het prototype steeds op dezelfde wijze aangeboden aan de gebruikers. De gebruikers kregen eerst het overzicht van het hoofdmenu te zien. Nadat de gebruikers de 'Sloebrug Vlissingen' hadden geselecteerd, kregen ze het brugbedieningsmenu gepresenteerd. Uit deze evaluatie met de gebruikers zijn de volgende verbeterpunten gehaald voor het nieuwe ontwerp.

Uit de evaluatie blijkt dat het venster 'statussen' overbodig is in het hoofdmenu. De alarmen die in het venster in het paperprototype zijn weergegeven leveren volgens één van de gebruikers geen bijdrage. Deze gebruiker gaf aan dat een storing van een lokale brug al gemeld wordt in het storingsvenster. Zijn commentaar was dan ook dat de vermelde storing dubbel en verwarrend is. Het is volgens de gebruiker wel een meerwaarde als de storing middels een pop-up menu verschijnt.

De automatische mistindicatie wordt door gebruikers positief beoordeeld. De gebruikers gaven aan dat het automatische zichtbaar worden van het menu bij een mistmelding zeer waardevol is. Uit de reactie van de gebruikers blijkt dat de huidige mistmelding niet altijd wordt waargenomen. De mistmelding zou met een pop-up menu eerder opgemerkt worden.

Na het evalueren van het hoofdmenu werden de gebruikers gevraagd om naar het bedieningsmenu te gaan door de functieknop 'Sloebrug Vlissingen' te selecteren.

Uit de interactie met de gebruikers bleek dat de verandering in het paperprototype direct werd opgemerkt. In het bijzonder werd de structuurverandering van de functieknoppen snel opgemerkt. De gebruikers hadden direct door dat de functieknop 'start bediening' als eerste bediend moet worden.

---

<sup>3</sup> <http://www.bwk.tue.nl/co/Laboratory/Sensors/Strain/Rekstrookjes.html>

De gebruikers waren tevreden met de nieuwe structuur van de functieknoppen en vonden de nieuwe structuur logischer dan de huidige structuur van de functieknoppen. De gebruikers bemerkten dat de functieknoppen in de volgorde van hun handelingen zijn gepositioneerd. Wel was er één gebruiker die eerst goed moest kijken hoe de structuur van de gebruikersinterface werkte. Hij vroeg zich dan ook af of de nieuwe structuur niet een te lange inwerktijd zou hebben. Door een degelijke training van de gebruikers bij invoering van het nieuwe ontwerp kan dit probleem voorkomen worden.

De selectie van de camera's en luidsprekers op de beeldplaat werd door de gebruikers in de bedieningspost erg positief beoordeeld. Eén gebruiker merkte op dat het selecteren van de iconen met behulp van de muis makkelijker is dan in de huidige situatie.

Uit de evaluatie en interviews blijkt dat het bedienen van de luidspreker op het beeldscherm nadelig is bij een scada-storing. Volgens Stelpstra (2007), beleidsmedewerker vaarwegen, is bij een storing in het SCADA systeem de gehele beeldschermbediening (inclusief luidsprekerbediening) uitgeschakeld. Er kan dan geen communicatie meer plaatsvinden met de bruggebruikers. Met een losgekoppelde luidsprekerunit zou er wel communicatie kunnen plaatsvinden met de verkeersdeelnemers volgens Stelpstra (2007). De vraag is echter hoe vaak een dergelijke storing op zal treden en wat de toegevoegde waarde van de luidsprekerunit dan is naast het informeren van de verkeersdeelnemers.

Op de vraag: *"De gebruiksvriendelijkheid van de luidsprekerunit in de huidige situatie is niet optimaal, gaat u daar aan iets aan doen?"* antwoordde de heer Stelpstra dat de huidige luidsprekerunit in de toekomst zal worden verbeterd. De iconen en luidsprekernummers op de luidsprekerunit zullen duidelijker worden gepresenteerd aan de gebruikers in de bedieningspost.

De bewegingsmelding voor het detecteren van bruggebruiker wordt door de gebruikers positief gewaardeerd. Eén van de gebruikers vroeg zich af of de bewegingsdetectie niet zal leiden tot gemakzucht. Bedienaars zullen volgens de gebruiker misschien minder snel de camerabeelden monitoren omdat ze er vanuit gaan dat de automatische detectie de beweging zal registreren.

## 9. CONCLUSIES EN DISCUSSIE

In dit hoofdstuk worden de conclusies van het onderzoek besproken. Het doel van het onderzoek is het vergaren van kennis over hoe de gebruikersinterface in een gecentraliseerde bedieningspost kan worden geoptimaliseerd. Deze kennis is voornamelijk op basis van literatuuronderzoek en het uitvoeren een experiment opgedaan. In de onderstaande paragrafen worden de in hoofdstuk 1 geformuleerde deelvragen beantwoord. Vanuit de deelvragen wordt uiteindelijk de hoofdvraag "Hoe kan de gebruiksvriendelijkheid van een gebruikersinterface van een object, in een gecentraliseerde bedieningspost, worden geoptimaliseerd?" beantwoord.

### 9.1. Conclusies

[1] *Deelvraag 1: Hoe wordt de prestatie van de gebruiker beïnvloed bij integratie van een extra bediening van een of meer andere objecten?*

Deze deelvraag kan deels op basis van de literatuur en deels op basis van het experiment worden beantwoord.

Uit het theoretische kader blijkt dat de Multiple Resource (MR) Theorie van Wickens belangrijk is voor het voorspellen van het aantal taken dat de gebruiker tegelijkertijd kan uitvoeren zonder dat de prestatie van de gebruiker achteruitgaat. Door de extra integratie van de bediening zal de navigatiesnelheid, het aantal bedieningsfouten en de satisfactie van de gebruiker worden beïnvloed. De gebruiker zal zijn aandacht moeten vestigen op twee bedieningen, over twee camerabeelden en daarnaast ook nog handmatige handelingen uitvoeren en communiceren met de schipper. Uit de tweede dimensie (modaliteiten) van het MR-model blijkt dat de aandacht van de gebruikers achteruit gaat bij twee visuele kanalen (taken). Ofwel de aandacht gaat achteruit bij het tegelijkertijd monitoren van de twee camera-beelden en twee gebruikersinterfaces. Ook de gebruikers' 'resources', oftewel de cognitieve belasting, kan bij integratie van twee of meerdere bedieningen van objecten verdubbeld worden. Het gevolg van het verdubbelen van resources is dat de gebruikersaandacht achteruit gaat.

Uit het experiment blijkt dat in een rustige periode de gebruiker verschillende menselijke fouten maakt bij het tegelijkertijd bedienen van twee bruggen. De verwachting is dat in drukkeren perioden het aantal menselijke fouten dat wordt gemaakt alleen maar zal toenemen.

Op basis van de literatuur en het experiment kan op deelvraag 1 worden geantwoord dat de prestatie van de gebruiker wordt beïnvloed bij integratie van een extra bediening van een object. Door de extra integratie van een object zal het aantal bedieningsfouten en de uitvoeringssnelheid toenemen en zal de satisfactie achteruit gaan.

[2] *Deelvraag 2: Hoe kan feedback bijdragen aan een optimale interactie tussen gebruiker en systeem?*

Uit de Layered Protocol analyse is gebleken dat er voldoende feedback gegeven, in het bijzonder I- en E-feedback, vanuit de gebruikersinterface aan de gebruikers. Uit de analyse blijkt dat de feedback die gegeven wordt aan de gebruikers duidelijk is. Alleen is het label 'einde' in het bedieningsmenu niet juist en wordt er ook te weinig auditieve feedback gegeven aan de gebruikers.

Uit interviews en observaties in enkele centrale bedieningsposten blijkt dat de gebruikers worden ondersteund door een procesvoortgang. Aangezien het procesvoortgang in het huidige ontwerp met kleurcoderingen worden weergegeven is dit in het nieuwe ontwerp meegenomen.

Op basis van het onderzoek kan deelvraag 2 als volgt worden beantwoord. De gegeven feedback aan de gebruikers in de bedieningspost in Vlissingen draagt op dit moment nog niet optimaal bij aan een goede interactie tussen systeem en gebruiker. Het functioneren van de gebruiker wordt niet zodanig beïnvloed door slecht gegeven feedback maar de gegeven feedback kan wel verbeterd worden.



[3] *Deelvraag 3: In hoeverre kan de CCTV een afdoende "beeld" schetsen van het object en de situatie ter plekke?*

Uit het experiment is gebleken dat de gebruikers in de bedieningspost veranderingen in de situatie op afstand goed interpreteren, om op grond daarvan de situatie op afstand in de nabije toekomst te voorspellen. Uit de observaties en interviews blijkt dat de gebruikers niet zozeer op de elementen zelf letten maar op de bewegingskenmerken van de elementen in de omgeving. Vooral in drukkeren perioden blijken de gebruikers voornamelijk te letten op de bewegingskenmerken van de weggebruiker.

Het inschatten van de scheepvaart op afstand gebeurt op basis van een aantal elementen op het beeldscherm en de beschikbare informatie over de scheepvaart. Op basis van het schip kunnen de gebruikers, wanneer ze weten op welke afstand het schip zich bevindt van de brug, inschatten hoelang het duurt voordat het schip bij de brug aankomt. De gebruiker kan de locatie van het schip achterhalen door te communiceren met de schipper of door de afstand in te schatten middels herkenningssystemen op de camerabeelden.

Op deelvraag 3 kan geantwoord worden dat ondanks het tijdstip van het experiment dat het waarnemen van de scheepvaart en de verkeersdeelnemers rondom de brug goed wordt waargenomen op de CCTV beelden en zodoende een adequaat beeld te schetsen van de situatie ter plekke.

[4] *Deelvraag 4: Hoe gebruiksvriendelijk is de gebruikersinterface in een bestaande centrale bedieningspost?*

De vraag kan beantwoord worden doormiddel van de resultaten uit de heuristische evaluatie [hst 4] en het experiment [hst 6]. Met behulp van de evaluatie en het experiment is onderzocht hoe gebruiksvriendelijk de gebruikersinterface is in de bedieningspost te Vlissingen. Uit de heuristische evaluatie en het experiment blijkt dat de gebruiksvriendelijkheid van de bedieningspost in Vlissingen op een aantal punten te wensen overlaat. De belangrijkste verbeterpunten zijn hieronder opgesomd.

*Responsietijd*

De gebruikersinterface heeft een responsietijd van 3 á 4 seconden (die optreedt) na het selecteren van een functiekноп. De gebruikers ervaren dit als hinderlijk. De gebruikersprestatie is hierdoor niet optimaal.

*Luidsprekerunit*

De gebruiksvriendelijkheid van de luidsprekerunit in combinatie met de nummeraanduiding op het scherm is ook niet optimaal. Uit de heuristische evaluatie en het experiment blijkt dat gebruikers de luidsprekerunit moeilijk te bedienen vinden. De nummers op het scherm corresponderen niet duidelijk met de nummers op de luidsprekerunit. De gebruikers zijn van mening dat de bediening van de luidsprekers geïntegreerd moet worden op het beeldscherm.

Op grond van de gegevens van de heuristische evaluatie en het experiment kan op deelvraag 4 worden geantwoord dat de gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface (inclusief luidsprekerunit) in de bedieningspost te Vlissingen niet optimaal is. Met name de responsietijd en de bediening van de luidsprekerunit laten te wensen over

[5] *Deelvraag 5: Hoe moeten de verschillende functiekнопpen worden gestructureerd om de gebruikersinterface optimaal te kunnen bedienen?*

Uit de taak- en gebruikersanalyse blijkt dat de handelingen die de gebruikers moeten uitvoeren uit een aantal logische processtappen bestaan. De huidige gebruikersinterface is niet volgens deze logische processtappen gestructureerd. Door de processtappen conform het mentale model te structureren kan de gebruiksvriendelijkheid geoptimaliseerd worden. Door deze verbetering zal de functionaliteit van de gebruikersinterface toenemen. De gebruiker zal zich beter bewust zijn van de verschillende handelingen die hij moet uitvoeren wanneer deze overeenkomen met zijn mentale model. Zo wordt een duidelijk

overzicht gecreëerd van de uit te voeren handelingen. Uit de resultaten van het paper prototyping onderzoek blijkt dat de gebruikers zeer te spreken zijn over het structureren van de functieknoppen volgens het mentale model.

Op deelvraag 5 kan worden geantwoord dat de functieknoppen van de gebruikersinterface volgens het mentale model van de gebruiker moeten worden gestructureerd om de gebruikersinterface optimaal te kunnen bedienen. Ook door het clusteren van de functieknoppen die niet frequent worden gebruikt kan de gebruikersinterface worden geoptimaliseerd.

### **Hoofdvraag**

Op basis van de beantwoording van de deelvragen kan nu de hoofdvraag van het onderzoek worden beantwoord. Er kan worden geconcludeerd dat de gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface in Vlissingen niet optimaal is. Samengevat kan de gebruikersinterface op de volgende punten worden geoptimaliseerd:

- het niet tegelijkertijd bedienen van meerdere objecten,
- het geven van auditieve feedback en het label 'einde' in bedieningsmenu veranderen in 'uitloggen',
- het verlagen van de responsietijd van 3 á 4 seconden in het systeem,
- de luidspreker- en de camerabediening integreren op de gebruikersinterface,
- de functieknoppen volgens het mentale model van de gebruiker structureren,
- het labelen van het brugbediening scherm,
- gebruik maken van extra aandachtstechnieken,
- het vastzetten van de 'harde' stopknop op de bedieningsplek.

## **9.2. Discussie**

In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten behandeld van dit onderzoek. In paragraaf 9.3 worden de discussiepunten van het hoofdonderzoek behandeld. Hierna worden in paragraaf 9.4 de algemene discussies van dit onderzoek beschreven.

### **9.2.1. Discussie experiment**

In het experiment is de gebruiksvriendelijkheid van de gebruikersinterface in de bedieningspost van Vlissingen onderzocht. Daarnaast is Situation Awareness van de gebruiker bekeken. De resultaten worden hier nader besproken.

### **Gebruiksvriendelijkheid**

Uit de resultaten blijkt dat de uitvoeringssnelheid van de gebruikers moeilijk te bepalen is. De uitvoeringssnelheid is van een aantal factoren afhankelijk. Allereerst is de uitvoeringssnelheid afhankelijk van de tijd tussen het drukken op 'start bediening' en het daadwerkelijk starten van de brugopening. Ten tweede is de uitvoeringssnelheid afhankelijk van het aantal schouwmomenten dat op zijn beurt weer afhankelijk is van de verkeersdrukke. Ten derde is de uitvoeringssnelheid afhankelijk van het type brug (draaibrug of een ophaalbrug). Een draaibrug heeft namelijk een langere openingstijd dan een ophaalbrug. Bij een vervolgonderzoek zal rekening gehouden moeten worden met deze afhankelijkheden.

In dit onderzoek is de gebruiksvriendelijkheidstest maar in één bedieningspost uitgevoerd. Er kan hierdoor geen vergelijking worden gemaakt met andere bedieningsposten. Het zou beter zijn om ook andere bedieningsposten het onderzoek uit te voeren om de resultaten van de gebruiksvriendelijkheid te kunnen vergelijken en zo te voorkomen dat je met een uitzonderingsgeval te maken hebt.

In het onderzoek zijn enkel proefpersonen geobserveerd die ervaring hebben met een gebruikersinterface in Vlissingen. Er kan hierdoor geen uitspraak worden gedaan over het functioneren van de gebruikersinterface bij onervaren gebruikers.

### **Situation Awareness**

Ondanks dat het experiment in een natuurlijke setting is uitgevoerd kunnen de volgende discussiepunten omtrent Situation Awareness worden genoemd.

Uit de resultaten blijkt dat de gebruikers de situatie op afstand goed begrijpen en interpreteren en op basis daarvan de situatie in de nabije toekomst kunnen representeren. Wel is gebleken dat de elementen op de brug niet altijd goed worden waargenomen. Een mogelijke verklaring hiervoor kan zijn dat de vragen niet op het juiste moment zijn gesteld om de juiste informatie te ontlokken (verbalisatie) van de gebruikers. Volgens een onderzoek van Roskam et al. (2001) moet de gestelde vraag of de uitgelokte verbalisatie zo goed mogelijk aansluiten op wat de proefpersonen tot de hoofdelementen van hun taken rekenen. Dit is volgens de schrijvers te bereiken door op het juiste moment de juiste vraag te stellen over de ontstane situatie.

Een andere opmerking is dat het onderzoek is uitgevoerd in een rustige periode (winterperiode: eind oktober). In de zomerperiode neemt het scheepvaartverkeer toe en dan voornamelijk de pleziervaart. In de drukkeren perioden moeten de gebruikers hun aandacht dan ook op meerdere elementen op de camerabeelden richten. Het inschatten van het juiste moment voor het openen van de brug wordt hierdoor moeilijker met als gevolg dat de mentale belasting toeneemt en de gebruikersprestatie afneemt. Mogelijk is er in drukkeren perioden (zomertijd) extra informatie nodig op de beeldschermen. Er zal daarom ook een vervolgonderzoek moeten worden uitgevoerd om deze gebruikerseffecten te onderzoeken. Een mogelijkheid voor een dergelijk vervolgonderzoek is het uitvoeren van een experiment in een simulator waar de verschillende condities kunnen worden voorgeprogrammeerd. De condities kunnen bestaan uit camerabeelden die beelden aanbieden aan participanten in drukkeren en in rustige perioden van de scheepsvaart. Middels het stilzetten van de camerabeelden kunnen specifieke vragen worden gesteld aan de participanten. De methode van Roskam et al. (2001) kan helpen om deze effecten te onderzoeken.

Een aanvulling op het onderzoek van Roskam et al. (2001) is het toepassen van eye-tracking. Met behulp van eye-tracking kunnen de verschillende oogfixaties getailleerd op de camerabeelden worden geregistreerd. Met deze methode worden de verschillende kijkgedragingen van de gebruiker op de camerabeelden geanalyseerd. Vervolgens kan worden bepaald op welke elementen op de camerabeelden de gebruiker het meest let.

### **Representativiteit**

In dit onderzoek is niet gekeken naar de verschillende gebruikersvriendelijkheidproblemen tussen bedieningsposten in Nederland. De onderzoeksdoelgroep is niet representatief voor de gehele populatie bedieningsposten. De uitspraken in dit verslag hebben alleen betrekking op de participanten die hebben deelgenomen aan het onderzoek.

### **Generaliseerbaarheid**

Bij het onderzoek zijn enkel de respondenten uit de bedieningspost van Vlissingen betrokken geweest. Zoals reeds eerder is vermeld blijkt uit literatuuronderzoek dat de centrale bedieningsposten in Nederland niet vergelijkbaar zijn. Het is daarom niet met zekerheid te zeggen dat de resultaten van dit onderzoek ook in andere centrale bedieningsposten verkregen zouden zijn. De onderzoeksresultaten zijn dan ook niet direct generaliseerbaar naar de gehele populatie.

## **9.2.2. Discussie algemeen**

### **Inattentional Blindness**

In een recent krantenartikel (bijlage 11) is te lezen dat een gebruiker in de bedieningspost een bruggebruiker over het hoofd heeft gezien met als gevolg een ongeluk. De betreffende brug wordt op afstand waargenomen door de gebruiker in de bedieningspost. Uit het artikel blijkt dat drie camera's worden gebruikt voor de totale weergave rondom de brug.

Een eerste verklaring voor het over het hoofd zien van de weggebruiker kan worden gezocht in het aantal camera's dat is opgesteld. Er worden drie camera's gebruikt voor de weergave rondom de brug. Dit is conform aan de Richtlijnen vaarwegen. Uit de praktijk blijkt echter dat drie camera's te weinig zijn voor het juist monitoren van het landverkeer en het scheepvaartverkeer. In theorie moeten twee camera's gebruikt worden voor het monitoren van het landverkeer, twee voor het monitoren van de

scheepvaart en één voor het bekijken van het val. Het val is de ruimte onder een geopende brug. Met behulp van deze vijf camera's kunnen de gebruikers een beter beeld van de situatie krijgen.

Een tweede verklaring voor het over het hoofd zien van de stilstaande weggebruiker door de bedienaar is het fenomeen 'Inattentional Blindness'. Inattentional Blindness (IB) is een fenomeen dat ontstaat doordat observeerders onverwachte eigenschappen van een visuele scène niet waarnemen in een dynamische omgeving (Rensink, 2000). Het betreft een menselijke fout die ontstaat door het niet waarnemen van onverwachte eigenschappen. Het fenomeen staat in relatie met het beperkte aandachtssysteem. Het IB fenomeen is onderzocht door middel van het vertonen van een film aan proefpersonen (Simons & Chabris, 1999). In de film gooien twee teams een bal over. De proefpersonen krijgen tijdens het bekijken van de film de opdracht om het aantal voetstappen van een team te tellen. In het filmpje loopt ook een vrouw met een paraplu door het beeld. Na het vertoonde filmpje worden de proefpersonen gevraagd of ze iets opmerkelijks hebben gezien. Uit de resultaten blijkt dat slechts 48% van de proefpersonen de vrouw met de paraplu heeft opgemerkt. Aan een tweede groep proefpersonen wordt niet de opdracht gegeven om het aantal voetstappen te tellen. Het blijkt dat de proefpersonen in deze groep de vrouw met de paraplu wel allen hebben opgemerkt. Uit dit onderzoek blijkt dat de relatie tussen wat we zien in ons visuele veld en onze perceptie veel meer gericht is op aandacht dan voorheen was gedacht. Ofwel objecten worden soms niet bewust in ons gezichtsveld waargenomen.

Het fenomeen Inattentional Blindness kan mogelijk ook optreden tijdens het bedienen van een brug door een gebruiker in een gecentraliseerde bedieningspost. Dit fenomeen is in dit onderzoek niet nader onderzocht. In een vervolg onderzoek zal dit fenomeen nader moeten worden onderzocht.

### **Bewegingsdetectie**

In het onderzoek is een nieuw ontwerp gemaakt voor de huidige gebruikersinterface in Vlissingen. In het nieuwe ontwerp is een automatische bewegingsdetectie opgenomen. Deze bewegingsdetectie moet de voetgangers die zich op de brug bevinden met behulp van sensoren waarnemen en vervolgens een melding geven aan de gebruikers in de bedieningspost.

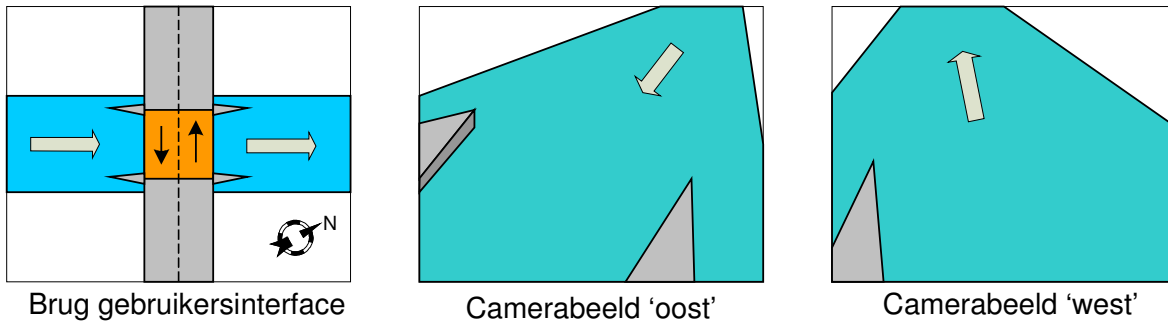
Sensoren zijn er in allerlei soorten en maten. Om na te gaan of een bewegingsdetectie ook in de praktijk toepasbaar is dient eerst een haalbaarheidsstudie te worden uitgevoerd.

### **Gedraaide camerabeelden**

In de bedieningspost worden de beelden die afkomstig zijn van het object weergegeven op twee camerabeelden. De tweede camerabeelden bevinden zich rechts van de gebruikersinterface. Het ene (linker) camerabeeld geeft de oostzijde van de brugweg weer en het andere (rechter) camerabeeld geeft de westzijde van de brugweg weer. Tijdens het bedienen van de brug veranderen deze camerabeelden automatisch door een zogenaamde preset software instelling.

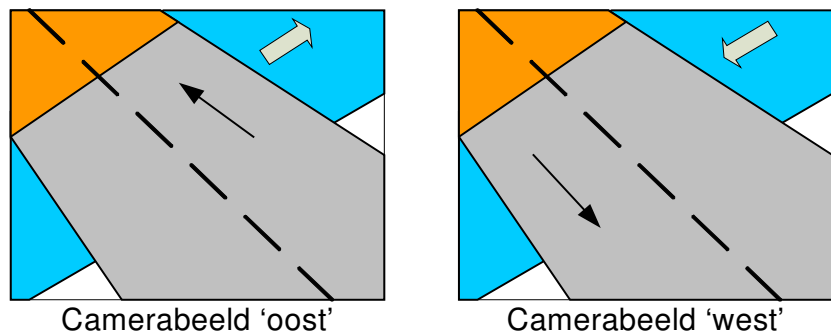
De camera's zijn zo afgesteld dat de gebruiker direct zicht heeft op de brug. Dit is conform de RVW (2005) richtlijnen. Uit de observaties blijkt dat sommige camerabeelden zijn gespiegeld of gedraaid. Dit kan mogelijk van invloed zijn op de gebruikersprestatie. Het feit dat de camerabeelden niet overeenkomen met de verwachting van de gebruikers zou tot verwarring kunnen leiden. Uit interviews is gebleken dat de gedraaide beelden in de praktijk niet tot verwarring leiden bij de gebruikers.

In de onderstaande afbeelding zijn de beelden weergegeven die de gebruiker van de camera ontvangt. Het eerste plaatje in afbeelding 21 is een schets van de brug zoals de gebruikers deze waarnemen op de gebruikersinterface. Het tweede camerabeeld (oost) en het derde camerabeeld (west) vertonen het gedraaide beeld van de scheepvaart. De camerabeelden zijn niet op de manier weergegeven aan de gebruikers zoals het overzicht op de gebruikersinterface (het eerste plaatje).



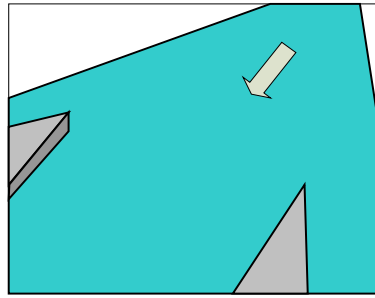
**Afbeelding 21: Eerste opstelling gebruikersinterface en twee camerabeelden**

In de tweede opstelling, het bedienen van de brug, worden de camerabeelden automatisch geschakeld (preset instelling) naar het landverkeeroverzicht. Zowel de oostzijde als de westzijde van de brug worden op de camerabeelden weergegeven. Het tweede camerabeeld (west) geeft de gedraaide actuele situatie van het landverkeer weer. De reden hiervoor is dat de gebruikers in de bedieningspost zo een beter zicht hebben op de af- en oprijbomen. De gebruikers oriënteren zich waarschijnlijk op de richting van het landverkeer. Volgens het eerst plaatje rijdt het landverkeer vanonder naar boven ofwel van oost naar west. Op het tweede plaatje rijdt het landverkeer van boven naar onder ofwel van west naar oost.

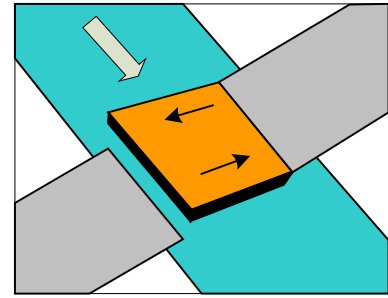


**Afbeelding 22: Tweede opstelling camerabeelden**

De derde opstelling geeft het overzicht weer wanneer de brug geopend of gesloten wordt. Het uitzicht op de brug is zo genomen dat de richting van de scheepvaart gevolgd kan worden. Het camerabeeld 'oost' in het eerste plaatje is gedraaid ten opzichte van het plaatje op de gebruikersinterface. Het camerabeeld van het 'val' (opening van de brug) is een beetje gedraaid ten opzichte van het plaatje op de gebruikersinterface.



Camerabeeld 'oost'



Camerabeeld 'Val'

### Afbeelding 23: Derde opstelling camerabeelden

De bovenstaande afbeeldingen geven een gedraaide situatie weer van de bestaande situatie. De gebruiker ontvangt zo een ander beeld van de situatie dan in de oorspronkelijke lokale situatie. In de wenselijke situatie zouden de camerabeelden de situatie op afstand duidelijk voor de gebruiker moeten weergeven. De gebruikers zouden dan consistent gebruik moet maken van de camerabeelden voor het inschatten van de situatie op afstand. In een vervolgonderzoek zou nader onderzoek moeten worden verricht naar de camerabeelden. Ook in andere bedieningsposten moet rekening gehouden worden met het positioneren van de camerabeelden.

Tot slot. Dit onderzoek geeft een goede eerste indruk van de problemen die er bestaan rondom de gebruikersinterfaces in bedieningsposten. Er is een opzet gemaakt met het praktisch kader van problemen die er tot nu toe bestaan bij de bedieningen op afstand. In dit nieuwe domein is nog niet alles geconcretiseerd en zal dan ook vervolgonderzoek moeten plaatsvinden naar het bedienen van objecten op afstand. Maar de eerste stap is gezet!

Usability making things easier!

### DILBERT by Scott Adams



## 10. AANBEVELINGEN

Uit de conclusies blijkt dat de huidige gebruikersinterface op een aantal punten verbeterd kan worden. In dit hoofdstuk worden enkele aanbevelingen voor de gebruikersinterface in Vlissingen genoemd.

### 10.1. Aanbevelingen voor de bedieningspost Vlissingen

De volgende aanbevelingen kunnen worden gegeven om de gebruikersinterface in de bedieningspost te Vlissingen te verbeteren.

#### Gebruiksvriendelijkheid

- De functieknoppen moeten volgens het mentale model van de gebruiker worden gestructureerd
- De functieknoppen die niet frequent worden gebruikt moeten worden geclusterd.
- De responsietijd van de functieknoppen moet worden gereduceerd naar 200 milliseconden.
- Aandachttechnieken dienen aan de gebruikerinterface toegevoegd te worden.
- De aparte luidsprekerunit dient vervangen te worden door een geïntegreerde luidsprekerselectie op het beeldscherm.
- Iconen voor de cameraselectie moeten op de beeldplaat worden geïntegreerd.
- Wanneer een nieuw ontwerp van de gebruikersinterface wordt geïntroduceerd dienen de gebruikers een training te krijgen over de werking van het systeem.

#### Multitasking

- De gebruiker moet slechts één gebruikersinterface tegelijkertijd bedienen.

#### Aanvullende aanbevelingen

- Irrelevant telefoonverkeer voor de gebruiker moet worden gecentraliseerd op één punt.

### 10.2. Aanbevelingen voor verder onderzoek

Op basis van dit onderzoek kunnen de volgende aanbevelingen voor verder onderzoek worden gedaan.

- Er dient een nader onderzoek te worden gedaan naar het fenomeen Intentional Blindness bij het op afstand waarnemen van verkeersdeelnemers op de brug.
- Er dient onderzoek te worden gedaan naar de beveiliging van de communicatieverbinding tussen de centrale bedieningspost en de lokale brug. Dit om eventuele inbreuk door hackers of andere terroristische organisaties te voorkomen.  
Tijdens dit onderzoek is gebleken dat het niet altijd duidelijk is wie verantwoordelijk is voor ongevallen op een brug die wordt bediend. Vaak worden de gebruikers in de bedieningspost aansprakelijk gesteld voor dergelijke ongevallen. De vraag is of de bedieners ook daadwerkelijke verantwoordelijk zijn voor ongevallen. Het blijkt namelijk dat vaak gebrek aan opleiding of een slecht functionerende gebruikersinterface de oorzaak van het ongeval is. De verschillende verantwoordelijke organisatie (overheden en gemeenten) dienen beter geïnformeerd te worden over de huidige problemen met bedieningsposten. Ook dienen aanvullende richtlijnen te worden toegevoegd aan de richtlijnen van Rijkswaterstaat. In de toekomst kan het aantal ongevallen dan mogelijk beperkt worden. Daarnaast dient de naleving van de richtlijnen door de schippers onderzocht te worden.
- Er dient nader onderzoek te worden gedaan naar verschillende sensoren die kunnen worden gebruikt voor het registreren van verkeersdeelnemers.
- Onderzoek naar het optimaal geometrisch presenteren van de beelden die afkomstig zijn van de camera's.
- Onderzocht dient te worden wie er daadwerkelijk verantwoordelijk voor ongevallen op en rondom de brug. De verantwoordelijkheden in de technologie van de brug kunnen worden geanalyseerd met behulp van een actorenkaart. Met de actorenkaart kan de vraag gesteld worden 'wie is er met de problematiek betrokken en op welke wijze'.
- Er dient nader onderzoek te worden gedaan naar het opleidingsniveau van de schippers en de inhoud van de LOI training.

## 11. TOEKOMST VISIE

In dit hoofdstuk wordt een beeld geschetst van hoe de bedieningsposten eruit in de toekomst mogelijk uit zou kunnen zien.

Door toekomstige geavanceerde technologieën zal het bedienen van bruggen er heel anders uit kunnen gaan zien. Organisaties zullen vanwege kostenbesparing lokale bedieningsposten steeds meer centraliseren op één punt. Het bedienen van de brug zal zelf zo geautomatiseerd worden dat de operator niet altijd meer aanwezig hoeft te zijn in de bedieningspost.

Door 3D-technologie en opgedane kennis van de mens in relatie tot deze technologie is het mogelijk om de situatie op afstand in 3D waar te nemen. Met 3D-software kan het brugwegdek worden gepresenteerd op een groot scherm. Zo zijn auto's als virtuele objecten te zien en mensen als avatars (virtueel persoon).

De gebruikers Situation Awareness zal hierdoor hoger zijn dan nu het geval is met de CCTV camera's. In de toekomst zullen de schipper en de operator direct in verbinding staan door video-conversation. De verbinding zou in de toekomst misschien zelfs kunnen worden gelegd door een 7G verbinding (zevende generatie mobiele communicatie systeem), een verbeterde versie van de huidige UMTS verbinding. De marifoon is dan verleden tijd.

Wegens kostenreductie zal de operator misschien in de toekomst zelfs een robot kunnen zijn die alle brug handelingen uitvoert. Er zullen daardoor meerdere bruggen tegelijkertijd kunnen worden bediend dan met een menselijke operator mogelijk is. De menselijke operator zal nog wel bij calamiteiten moeten ingrijpen.

Mogelijk zullen auto's worden uitgerust met software die communiceert met objecten in de omgeving. Door speciale toegespitste software kan de 'auto' communiceren met andere objecten, afhankelijk van de context waar de auto zich bevindt. Bij het openen van de brug wordt een signaal in een straal van 100 meter verzonden. Auto's die richting de brug rijden zullen dit signaal ontvangen. Hierdoor weet de bestuurder van de auto dat de brug geopend wordt en zal hier rekening mee houden. Ook de virtuele avatar kan op basis van de gesignaleerde auto's inschatten hoeveel verkeersdruk bestaat rondom de brug. Op basis van de drukte kan hij wachten met het openen van de brug. Brugseinen en slagbomen zullen echter blijven bestaan.

Maar voordat het zover is, is er nog genoeg aan de huidige gebruikersinterface te verbeteren om tot die tijd het bedieningsgemak zo optimaal mogelijk te maken.



## LITERATUURLIJST

### Artikelen en boeken

- Adams, M.J., Tenney, Y.J. & Pew, R.W. (1995). Situation awareness and cognitive management of complex systems. *Human Factors*, 37(1), 85–104.
- Ammons, J.C., Govindaraj, T. & Mitchell, C.M. (1988). A supervisory control paradigm for real time control of flexible manufacturing systems. *Annals of Operations Research*, 15, 313-335.
- Barnum, C.M. (2002). *Usability Testing and Research*. New York: Longman.
- Benyon, B., Turner, P. & Turner, S. (2005). *Designing Interactive Systems: People activities, contexts, technologies*. Addison-Wesley: An imprint of Pearson Education.
- Bevan, N., Kirakowski, J. & Maissel, J. (1992). What is Usability? In H.J. Bullinger *Proceedings of the 4th International Conference on HCI*. Stuttgart: Elsevier.
- Bevan, N. & Macleod, M. (1994). Usability measurement in context. *Behaviour and Information Technology*, 13, 132-145.
- Billings, C. E. (1997). *Aviation Automation: The Search for a Human-Centered Approach*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brinkman, W.P. (2003). *Is usability compositional?* Doctoral dissertation, Technical University of Eindhoven, Eindhoven.
- Brinkman, W.P., Haakma, R. & Bouwhuis, D.G. (2004). Consistency: a factor that links the usability of individual interaction components together. *Proceedings of twelfth European conference of cognitive ergonomics*, 57-64.
- Broadbent B.E. (1958). *Perception and Communication*. London: Pergamon Press.
- Brooke, J. (1986). System Usability Scale (SUS): A Quick-and-Dirty Method of System Evaluation User Information. Reading, UK: Digital Equipment Co Ltd.
- Cacciabue, P.C. & E. Hollnagel (1998). Human factors methods for safety assessment in highly automated environments: task analysis, modeling and data. In A. Mosleh & R.A. Bari (Eds.) *Probabilistic Safety Assessment and Management* (pp. 741-745). London, UK: Springer-Verlag.
- Damos, D.L. & Wickens, C.D. (1980). The identification and transfer of timesharing skills. *Acta Psychologica*, 46, 15-39.
- Damos, D. L. (1991). *Multiple-task performance*. London: Taylor & Francis.
- Dekker, S. & Woods, D.D. (1999). Extracting data from the future: assessment and certification of envisioned systems. In S. Dekker & E. Hollnagel (Eds.) *Coping with Computers in the Cockpit* (pp. 7-27). Aldershot, UK: Ashgate.
- Derrick, W.L. (1988). Processing resources and attention. In D. L. Damos (Ed.) *Multiple-task performance* (pp. 387-414). London: Taylor & Francis.
- Dix, A. (2003). Network-based interaction. In B. Benyon, P. Turner & S. Turner (eds.) *Designing Interactive Systems: People activities, contexts, technologies*. Addison-Wesley: An imprint of Pearson Education.

- Durso, F.T. & Gronlund, S. (1999). Situation Awareness. In Durso, F.T., Nickerson, R., Schvaneveldt, R.W., Dumais, S.T., Lindsay, D.S. & Chi, M.T.H. (Eds.) *The Handbook of Applied Cognition* (pp. 284-314). New York: Wiley.
- Eggen J.H., Haakma R. & Westerink J.H.D.M. (1996). Layered protocols: hands-on experience. *International Journal of Human-computer Studies*, 44(1), 45-72.
- Endsley, M.R. (1988) Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement. *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting*, 32(1), 97-101. Anaheim, CA: The Human Factors Society.
- Endsley, M.R. (1995). Towards a theory of situational awareness in dynamic systems. *Human factors*, 37(1), 23-64.
- Endsley, M.R. & Kiris, E.O. (1995). The out-of-the-loop performance problem and level of control in Automation. *Human Factors*, 37(2), 381-394.
- Endsley, M.R. & Garland, D.J. (2001). Situation Awareness: Analysis and Measurement. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Endsley, M.R. & Jones, D.G. (1996). Situation Awareness in air traffic control. In A.F. Ozok & G. Salvendy (eds.) *Advances in applied ergonomics. Proceedings of the first international conference on applied ergonomics* (pp. 394-397). West Lafayette: USA publishing.
- Endsley, M.R. (2003). *Designing for situation awareness: an approach to user-centred design*. London & New York: Taylor & Francis.
- Engel, F.L. & Haakma, R. (1993). Expectations and Feedback in user-system Communication. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39 (3) 427-452.
- Farrell, P. S. E., Hollands, J. G., Taylor, M. M., & Gamble, H. D. (1999). Perceptual control and layered protocols in interface design: I. Fundamental concepts. *International Journal of Human-Computer Studies*, 50, 489-520.
- Georgievski, M. & Sharda, N. (2006). Re-engineering the usability-testing process for live multimedia systems. *Journal of enterprise information management*, 19(2), 223-233.
- Haakma, R. (1998). *Layered feedback in User-System Interaction*. Doctoral dissertation, Technical University of Eindhoven, Eindhoven.
- Van Hoof, H.A.J.M. & Voorthuijsen, G.P. (2000). Handreiking cameratoezicht. SENTER Technologie & Samenleving. Online beschikbaar:  
<http://www.digitalscope.nl/INFO%20pdf/Handreiking%20camera%20toezicht%20TNO.pdf>
- Hirst, W. & Kalmar, D. (1987). Characterizing attentional resources. *Journal of Experimental Psychology*, 11, 68-81.
- ISO. (1998). Ergonomics requirements for office work with visual displays terminals (VDT's). Part 11. Guidance on Usability (ISO No. 9241-11). Geneva: International Organization for Standardization.
- Jones, D.G. & Endsley, M.R. (1996). Sources of Situation Awareness errors in aviation. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 67(6), 507-512.

- Kaber, D.B., Endley, M.R. & Onal, E. (2000). Design of automation for telerobots and the effect on performance, operator Situation Awareness and Subjective Workload. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 10(4), 409-430.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Keuning, H., Monné, T.K.J., IJsselsteijn, W.A. & Houtsma, A.J.M. (2005). The form of augmented force-feedback fields and the efficiency and satisfaction in computer-aided pointing tasks. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 47(2), 418-429.
- Maass, S. (1983). Why systems transparency? In T.R. Green, S.J. Payne & G.C. Ven Der Veer (eds.) *The Psychology of Computer Use* (pp. 19-28). London: Academic Press.
- McCloy, T., Derrick, W., & Wickens, C. (1983). Workload assessment metrics - What happens when they dissociate? In *Proceedings of the Aerospace Behavioral Engineering Technology Second Conference*. Warrendale, PA.
- McDowd, J., Vercruyssen, M. & Birren, J.E. (1991). Aging, divided attention, and dual-task performance. In D. L. Damos (Ed.) *Multiple-task performance* (pp. 387-414). London: Taylor & Francis.
- Masys, A.J. (2004). Situation Awareness: An actor network theory perspective. In Vincenzi, D.A., Mouloua, M. & Hancock P.A. (2004). *Human Performance, Situation Awareness and Automation: Current Research and Trends* (pp. 1-33). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Richtlijnen Vaarwegen. Minister van Verkeer en Waterstaat (2005). *Richtlijnen Vaarwegen (RVW)*. Rotterdam: Ministerie van Verkeer en Waterstaat - Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- Mitchell, P. J., Cummings, M. L., & Sheridan, T. B. (2004). Human supervisory control issues in network centric warfare (Massachusetts Institute of Technology Humans and Automation Laboratory Research Report No. HAL2004-01). Online Beschikbaar: [http://web.mit.edu/aeroastro/www/labs/halab/papers/HSC\\_NCW\\_report.pdf](http://web.mit.edu/aeroastro/www/labs/halab/papers/HSC_NCW_report.pdf)
- Mulder, G. & Mulder, L.J. (1981). Processing resources and attention. In D. L. Damos (Ed.) *Multiple-task performance* (pp. 387-414). London: Taylor & Francis.
- NEN 6787, 2003. *Het ontwerpen van beweegbare bruggen – veiligheid*. Juli 2003
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. London: Academic press.
- Nielsen, J. (2003). Heuristic Evaluation  
Online beschikbaar: [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html)
- Norman, D.A. & Bobrow, D.G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Norman, D.A. (1984). Stages and levels in human-machine interaction. In W.P. Brinkman (2003) *Is Usability compositional?* Doctoral dissertation, Technical University Eindhoven, Eindhoven.
- Norman, D. A. (1989). *The design of everyday things*. New York: Basic Books.
- O'Donnell, R.D. & Eggenmeier, F.T. (1986). Workload assessment methodology. In K.R. Boff, L. Kaufman & J. Thomas (Eds.) *Handbook of perception and human performance. Cognitive Processes and performance*, 2, 42/1-42/49. New York: John Wiley and Sons.

- Olafsen R. & Brathen K. (2004). Situation Awareness, the abstraction hierarchy and the design of user interface of command and control decision support systems. In D.A. Vincenzi, M. Mouloua & P.A. Hancock (2004). *Human performance, situation awareness and automation: current research and trends* (pp. 34-39). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Parasuraman, Sheridan T.B. & Wickens C.D. (2000). A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part A: Systems and Humans*, 30 (3), pp. 286-297.
- Parasuraman, R., Mouloua, M. & Molloy, R. (1996). Effects of adaptive task allocation on monitoring of automated systems. *Human Factors*, 38, 665-679.
- Pew, R. R. (2000). The State of Situation Awareness Measurement: Heading Toward the Next Century. In D.J. Garland (Ed.) *Situation Awareness Analysis and Measurement* (pp. 33-47). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Powers, W.T. (1973). Behavior: the control of perception. In W.P. Brinkman, R. Haakma & D.G. Bouwhuis (2004). *Consistency: a factor that links the usability of individual interaction components together. The proceedings of twelfth European conference of cognitive ergonomics* (57-64).
- Qureshi, Z. & Urlings, P. (1999). *Situation Awareness and Automation: Issues and Design Approaches. Presented at Information Decision and Control* (pp. 605-610). IDC 1999.
- Rensink, R.A. (2000). When Good Perceivers Go Bad: Change Blindness, Inattentional Blindness, and Visual Experience. *Psyche*, 6(09).
- Roskam, A.J., Wiersma, J.W.F. & Wouter, P.I.J. (2001). Interactiegedrag van verkeersdeelnemers: Fase 1. Article R-2001-32. Retrieved January, 2007, online beschikbaar: <http://www.swov.nl/rapport/R-2001-32.pdf>
- Sanders, M. S. & McCormick, E. J. (1993). *Human factors in engineering and design*. New York: McGraw-Hill.
- Sarter, N. & Woods, D. (1995). How in the world did we ever get into that mode? *Human factors*, 37, 5-19.
- Schneider, W. & Shiffrin, R.M. (1977). Controlled and automatic human information processing I: Detection, search and attention. In D. L. Damos (Ed.) *Multiple-task performance* (pp. 387-414). London: Taylor & Francis.
- Sheridan, T.B. & Verplank, W.L. (1978). *Human and Computer Control of Undersea Teleoperators*. Cambridge: MIT.
- Sheridan, T.B. (1992). *Telerobotics, Automation and Human Supervisory Control*. Cambridge: The MIT Press.
- Simons, D. J. & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28(9), 1059-1074.
- Snyder, C. (2003). *Paper Prototyping - The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Taylor, M.M. (1988a). Layered protocols for computer-human dialogue I: Principles. *International Journal of Man-Machine Studies*, 28, 175-218.

Taylor, M.M. (1988b). Layered protocols for computer-human dialogue II: Some practical issues. *International Journal of Man-Machine Studies*, 28, 219-257.

Taylor, R.M. (1990). Situation Awareness Rating Technique (SART): the development of a tool for air-crew systems design. Paper presented at Situational Awareness in Aerospace Operations. Copenhagen, Denmark.

Taylor, M.M., Farrell, P.S.E. & Hollands, J.G. (1999). Perceptual control and layered protocols in interface design: II. The general protocol grammar. *International Journal of Human-computer Studies*, 50, 521-555.

Vidulich, M. A., & Wickens, C. D. (1986). Causes of dissociation between subjective workload measures and performance : Caveats for the use of subjective assessments. *Applied Ergonomics*, 17, 291-296.

Welie, M. van, Veer, G van der, & Eliëns, A (1999). Breaking down usability. In M.A. Sasse & C. Johnson (Eds.) *Proceedings of interact '99* (pp. 613-620). Amsterdam, The Netherlands: IOS Press Inc.

Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman (Ed.), *Varieties of attention*. Florida: Academic Press.

Wickens, C.D. & Kramer, A.F. (1985). *Engineering Psychology. Annual Review of Psychology*. New York: Annual Reviews Inc.

Wickens, C.D. (1991). Processing resources and attention. In D.L. Damos (Ed.) *Multiple-task performance* (pp. 3-34). London: Taylor & Francis.

Wickens, C.D., Gordon, S.E. & Liu, Y. (1998). *An introduction to Human Factors engineering*. New York: Addison-Wesley Educational Publishers Inc.

Wickens, C.D. & Hollands, J.G. (1999). *Engineering psychology and human performance*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Yeh, Y.Y. & Wickens C.D. (1988). Dissociation of performance and subjective measures of workload. *Human Factors*, 30(1), 111-120.

Yerkes, R.M. & Dodson, J.D. (1908) The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459-482.

### **Vak gerelateerde boeken**

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. & Carey, T. (1994). *Human-Computer Interaction*. Harlow, UK: Addison-Wesley.

Westrenen, F. van (1999). *The maritime pilot at work: evaluation and use of a time-to-boundary model of mental workload in human-machine systems*. Doctoral dissertation, Technical University Eindhoven, Eindhoven.

## INTERNET

<http://www.useit.com/>

<http://act-r.psy.cmu.edu/publications/index.php>

<http://www.hf.faa.gov/portal/hftimeline.aspx>

<http://interruptions.net/>

<http://lap.umd.edu/lap/>

<http://cobweb.ecn.purdue.edu/~ie559/lecs2-4.html>

<http://www.satechnologies.com/html/papers/measure.shtml>

<http://www.stcsig.org/usability/index.html>

<http://www.humantechnology.jyu.fi/board/>

<http://jthom.best.vwh.net/usability/>

<http://www.lerc-ami.org/lerc-ami/r2/usability-overview.htm>

<http://soc.kuleuven.be/com/mediac/otc/lv/ud/usabilitylinks.htm>

<http://www.welie.com/patterns/gui/index.html>

<http://aaaproduct.gsfc.nasa.gov/SEA/software.htm>

<http://isd.gsfc.nasa.gov/Papers/PapersResult.cfm?sortBy=Title>

<http://jthom.best.vwh.net/usability/>

[http://www.uie.com/browse/usability\\_testing/](http://www.uie.com/browse/usability_testing/)

<http://www.lerc-ami.org/lerc-ami/r2/usability-overview.htm>

<http://www.ucc.ie/hfrg/projects/respect/urmethods/paperproto.htm>

[www.userfocus.co.uk/articles/datathink.html](http://www.userfocus.co.uk/articles/datathink.html)

<http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeasoperatio.htm>

<http://www.nigelbevan.com/cart.htm>

<http://www.schuttevaer.nl/>

## **Geïnterviewde personen**

Intern Witteveen + Bos

Ing. Martijn Imming

Witteveen en Bos  
Project Ingenieur

Ir. Peter Suijendorp

Witteveen en Bos  
Project Ingenieur

Ing. J. Kornet

Witteveen en Bos  
Project Ingenieur

## **Externe Witteveen + Bos**

Ing. Sieberen Stelpstra

Provincie Zeeland  
Beleidsmedewerker Vaarwegen

Leo van Driel

Provincie Zeeland  
Regio Medewerker sluis en brugbediening

Ing. Jaap Priester

DWR  
Projectleider  
Dienst waterbeheer en riolering

## LIJST VAN WOORDEN (ALFABETISCH)

Aandacht <sup>4</sup>	het richten van mentale resources op een particuliere taak of object
Automatisering	een apparaat of systeem die vervult (gedeeltelijk of geheel) een functie die daarvoor door een human operator is uitgevoerd
Bedieningspost	hiermee wordt in dit verslag de centrale bedieningspost bedoeld
Bedienplek	lokaal bedieningstableau/lessenaar of beeldscherm bediening op afstand, inclusief alle bijbehorende bedieningsfaciliteiten.
Beeld-selectie	vastleggen beeld op detailmonitor door keuze te maken uit beschikbare beelden van object, e.e.a. om koppeling te realiseren tussen bedieningsstation en gepresenteerde beelden
Centrale bediening	bediening in centraal bedieningspost met gebruikmaking van de beeldschermset
Dialog boxes	dialog boxes zijn speciale vensters die worden gebruikt bij computer programma's of bij operating systemen. Dialog boxes presenteren informatie aan de gebruiker <sup>5</sup> .
Error of omission	de gebruiker faalt te presteren op een of meerdere processtappen die noodzakelijk zijn bij het uitvoeren van zijn taak
Error of commission	een fout die ontstaat doordat de gebruiker een extra handeling verkeerd uitvoert of de handeling zelf verkeert uitvoert
Gebruiker	operator, brugwachter, supervisors controller
Gebruikersinterface	de link tussen gebruiker en systeem
Interactie	uitwisseling van berichten tussen systeem en gebruiker
Lokale bediening	bediening ter plaatse van het object met gebruikmaking van het bedieningspaneel
Mental model	een cognitieve representatie van hoe we iets begrijpen
Nederlandse norm (NEN) <sup>6</sup>	een Nederlandse norm (NEN) is een afspraak die zorgvuldig, volgens een vaste procedure tot stand komt. Het is vooral belangrijk dat alle belanghebbende partijen bij deze procedure worden betrokken en dat er overeenstemming is over de uiteindelijke afspraak.
Multitasking	zie timesharing
Functieknoppen	de knoppen die op de gebruikersinterface zijn weergegeven
Resources	verwerkingscapaciteit

---

<sup>4</sup> Benyon, Turner & Turner (2005)

<sup>5</sup> Wikipedia

<sup>6</sup> <http://www2.nen.nl/nen/servlet/dispatcher.Dispatcher?id=000040>



Object	sluizen, poldergemalen, bruggen enz.
Pop-up	een nieuw venster dat verschijnt op het scherm
Preset-instelling	vooringstelling (bij CCTV een bepaalde draai- en neighoek)
SCADA	presentatie- en bedieningssysteem voor algemene controle van installaties en data acquisitie (Supervisory Control And Data Acquisition)
Situation Awareness	kennis over wat er gaande is in het systeem en de omgeving
Timesharing	verwijst naar het snel schakelen van aandacht tussen verschillende, of twee of meerdere taken tegelijkertijd
Hoge werkdruk of complexiteit <sup>7</sup>	veel taken die voordoen en/of variabelen binnen deze taken veranderen tegelijkertijd zo snel dat ze voor de menselijke gebruiker moeilijk zijn uit te voeren en te begrijpen in een situatie

---

<sup>7</sup> Mitchell, Cummings & Sheridan, 2004

## BIJLAGE I MULTIPLE RESOURCE THEORIE TOELICHTING

Wickens (2002) stelt dat er in plaats van een combinatie van resources zoals in de enkele resource theorie, er juist verschillende dimensies bestaan die in een hiërarchische structuur zijn geordend.

Elke dimensie heeft twee discrete 'niveaus' (dichotomieën). De dimensies staan schematische weergegeven in de onderstaande afbeelding. De volgende drie dimensies zijn hier te bekennen:

1. stages (perceptuele/cognitieve verwerking versus respons)
2. modaliteiten (auditief versus visueel)
3. codes (verbaal versus spatiaal).

Hieronder wordt een beperkte uitleg gegeven op basis van het artikel van Wickens (2002). Voor een verdere uitleg van deze dimensies wordt verwezen naar het artikel.

### *Eerste dimensie: stages*

De eerste dimensie verklaart waarom bepaalde middelen worden gebruikt voor perceptuele verwerking, centrale verwerking of cognitieve activiteiten. Perceptuele en cognitieve activiteiten blijken hetzelfde te zijn maar worden onderscheiden door activiteiten ten behoeve van het selecteren en de taakuitvoering van de responses. Wickens stelt dat het toevoegen van een taak of 'responding' de perceptie de verwerking in het geheugen niet belemmert. Wickens noemt een vliegverkeersleider als voorbeeld in zijn artikel. Een vliegverkeersleider wordt niet verstoord tijdens het nauwkeurig waarnemen van de situatie in de lucht (een perceptuele-cognitieve eis). Wanneer de verkeersleider een extra eis wordt opgelegd, kan hij elke vliegtuig verandering, handmatig of mondeling waarneemt, corrigeren (eist een response).

### *Tweede dimensie: modaliteiten*

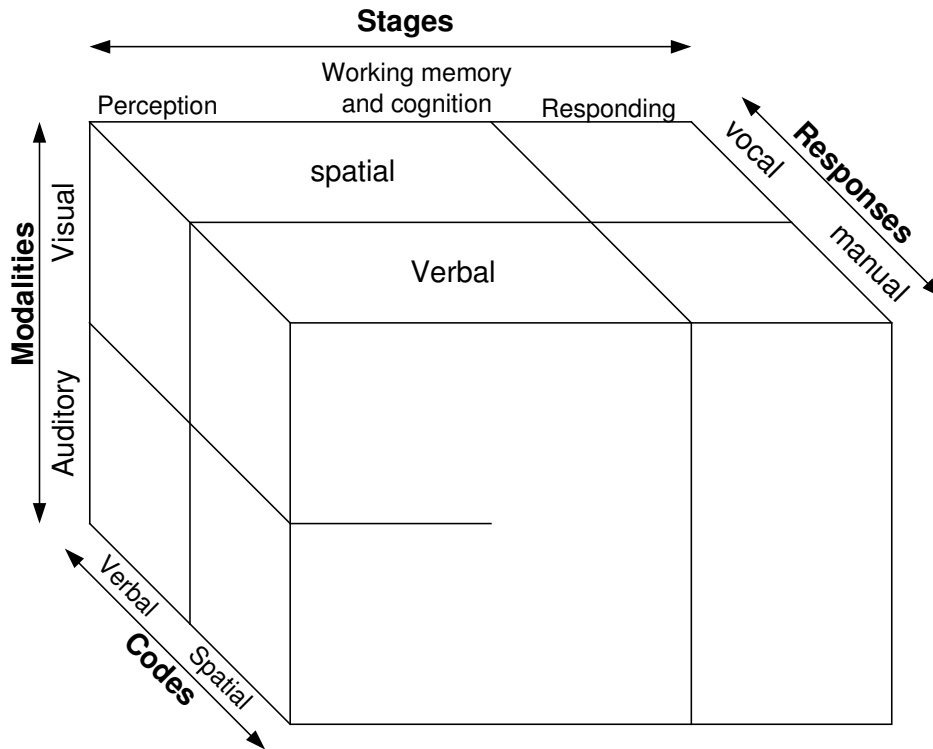
Het blijkt dat we soms onze aandacht beter kunnen verdelen tussen onze ogen en oren dan tussen twee auditieve kanalen of twee visuele kanalen. Wickens maakt bij de tweede dimensie onderscheidt tussen twee modules specifieke resources: visuele resources en auditieve resources. Deze resources blijken afzonderlijk te werken bij de bijbehorende module. Uit een onderzoek van Parker en Coleman (1990) is gebleken dat mensen beter in staat zijn te rijden met een auditieve routeplanner dan met een visuele routeplanner

### *Derde dimensie: codes*

De derde dimensie omschrijft het verschil tussen analoge/ruimtelijke verwerking en categorische/symbolische (vaak taalkundig en gesproken) verwerking. Uit verschillende taakstudies blijkt dat ruimtelijk en gesproken ('verbal') verwerking voorkomen bij zowel perceptie, werkgeheugen of responses. De ruimtelijke en gesproken verwerkingen vereisen ieder een gescheiden resource. Handmatige responses zijn ruimtelijk en gesproken responses zijn verbaal.

Normaal gesproken is het efficiëntst om een handmatige taak en een verbale taak gelijktijdig uit te voeren. Een voorbeeld is het lopen naar een bepaald doel (handmatige taak) en het gelijktijdig uitvoeren van een conversatie met iemand. Een ander voorbeeld is het selecteren van een telefoonnummer tijdens het autorijden dan is het gemakkelijker om voicodialing te gebruiken dan het nummer handmatig in te toetsten.

De code theorie kan in de praktijk worden gebruikt om een afweging te maken om ruimtelijke of gesproken verwerking toe te passen in een bedieningspaneel. Handmatige bediening verstoort de taakprestatie(bijvoorbeeld het schillen van een appel bij het autorijden) in een omgeving waar ruimtelijke vaardigheden worden uitgevoerd (bijvoorbeeld bij autorijden). Spraakbediening verstoort de taakprestatie waar veel gesproken wordt.



Afbeelding 24: Multiple resource model (Wickens, 1984)

## BIJLAGE II BRUGBEDIENINGSPROCES VOLGENS RICHTLIJNEN VAARWEGEN

Het bedieningsproces dat hier beschreven wordt is afkomstig uit de Richtlijnen Vaarwegen<sup>8</sup> (2005).

De flowchart voor de bediening van een brug (zie afbeelding 25) is gebaseerd op een ter plaatse bediende brug. Daarna volgt aanvullende informatie voor de andere bedieningswijzen. Het proces valt uiteen in vijf deelprocessen, te weten:

- A. aanmelding
- B. gegevensuitwisseling
- C. het geven van aanwijzingen
- D. bediening van de brug
- E. scheepvaartbewegingen

De deelprocessen vallen elk uiteen in een aantal processtappen, die in de hierna volgende tekst in chronologische volgorde zijn beschreven. Het stroomschema is gebaseerd op een ter plaatse bediende brug voor de beroepsvaart. Daarna volgt aanvullende informatie voor de andere bedieningswijzen.

### A1 aanmelding

Een schip kan aangeven dat het de brug wil passeren door middel van het geven van het voorgeschreven geluidsein (lang-kort-lang) of door melding via marifoon, telefoon, enz. Veelal heeft de bedienaar het schip reeds visueel waargenomen en daarop actie genomen. Eventuele automatische detectie dient op een afstand van 3.L (3 maal scheepslengte) doch tenminste 100 m van de brug te geschieden.

### C1 aanwijzen wachtplaats

Het is nodig de schipper terug te melden dat hij is gesignaleerd, het al dan niet in behandeling nemen van zijn verzoek tot bediening en de geschatte wachttijd. Kan niet direct een brugopening gegeven worden, dan wordt het schip naar de wachtplaats verwezen. Bij de brug moeten voldoende wachtplaatsen aanwezig zijn (§ 5.9). In de nabije toekomst kan de methode van aanmelden ingrijpend wijzigen door de komst van geautomatiseerde identificatiesystemen.

### D1 bepalen onderbreken landverkeer

De bedienaar stelt het moment vast waarop het bedienproces zal starten en schouwt daartoe de situatie op het brugdek visueel, met behulp van camera's of detectiesystemen op de aanwezigheid van blokkades, zoals een file of een ongeval. Gezien de problemen die schepen met stoppen en afmeren kunnen ondervinden, krijgt het waterverkeer in de regel voorrang boven het landverkeer.

### C2 vooraankondiging scheepvaart

De schepen aan de zijde die aanstonds mag doorvaren, krijgen een vooraankondiging door middel van het lichtsein rood/groen. Aan de andere zijde blijft het licht op rood en wordt op rood/groen of direct op groen gezet als het proces van doorvaren vanaf de andere zijde voldoende ver gevorderd is.

### D2 onderbreken landverkeer

Het inschakelen van waarschuwingslichten, gevolgd door bruglichten, gaat vergezeld van een acoustisch signaal. Door het neerlaten van de afsluitbomen wordt het landverkeer onderbroken.

### D3 brug openen

Nadat de bedienaar zich ervan heeft vergewist dat het brugdek vrij is, kan de brug geopend worden voor de scheepvaart. Er moet altijd een mogelijkheid zijn het proces van openen te stoppen, voor het geval zich nog een verkeersdeelnemer op het brugdek bevindt.

---

<sup>8</sup> Richtlijnen Vaarwegen (2005)

#### D4 vrijgeven voor de scheepvaart

Door de seinlichten van rood/groen op groen te zetten, geeft de bedienaar de doorvaart vrij voor de vaart. Indien er aanbod van twee kanten is en gelijktijdige doorvaart niet mogelijk is, regelt de bedienaar met de seinen de volgorde van doorvaren. Ter voorkoming van schadeclaims mag de doorvaart alleen worden vrijgegeven als de brug volledig is geopend.

#### D5 onderbreken scheepvaartverkeer

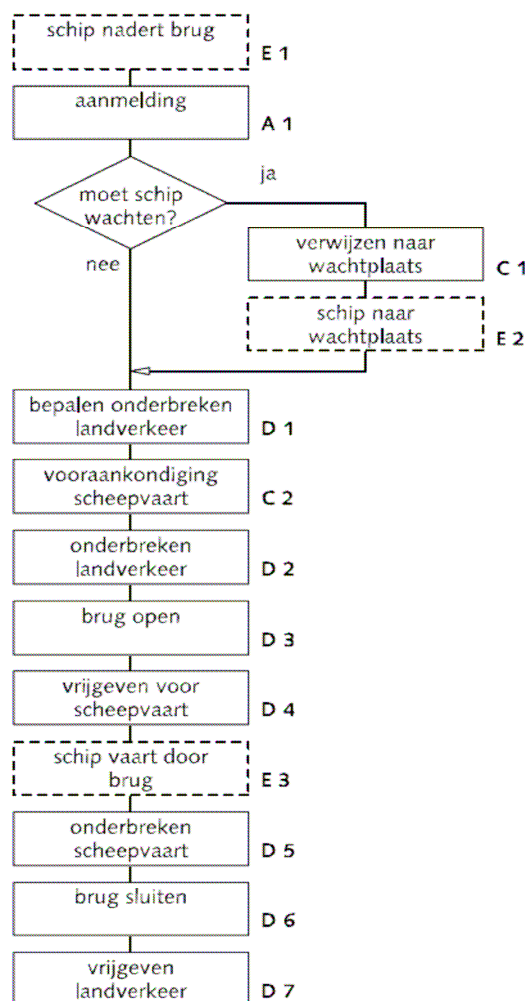
Met het op rood zetten van de seinen aan beide zijden onderbreekt de bedienaar het scheepvaartverkeer.

#### D6 brug sluiten

Nadat de bedienaar zich ervan heeft vergewist dat zich in of nabij de doorvaartopening geen schepen bevinden, kan hij het commando brug sluiten geven. Als het visuele zicht op de opening onvoldoende is, zijn aanvullende technische middelen nodig. Het sluiten van de brug moet vergezeld gaan van een akoestisch signaal en moet in noodgevallen te onderbreken zijn.

#### D7 vrijgeven voor het landverkeer

Nadat het brugdek geheel gesloten en vergrendeld is en de bomen zijn geopend, kunnen de landzijdige bruglichten gedoofd worden en is de brug vrijgegeven voor landverkeer. De totale bedieningstijd van een brug is vaak aanzienlijk te versnellen door snellere bewegingswerken te installeren of procedures binnen deelprocessen te bekorten. Dit heeft een gunstig effect op de wachttijden voor auto- en scheepvaartverkeer.

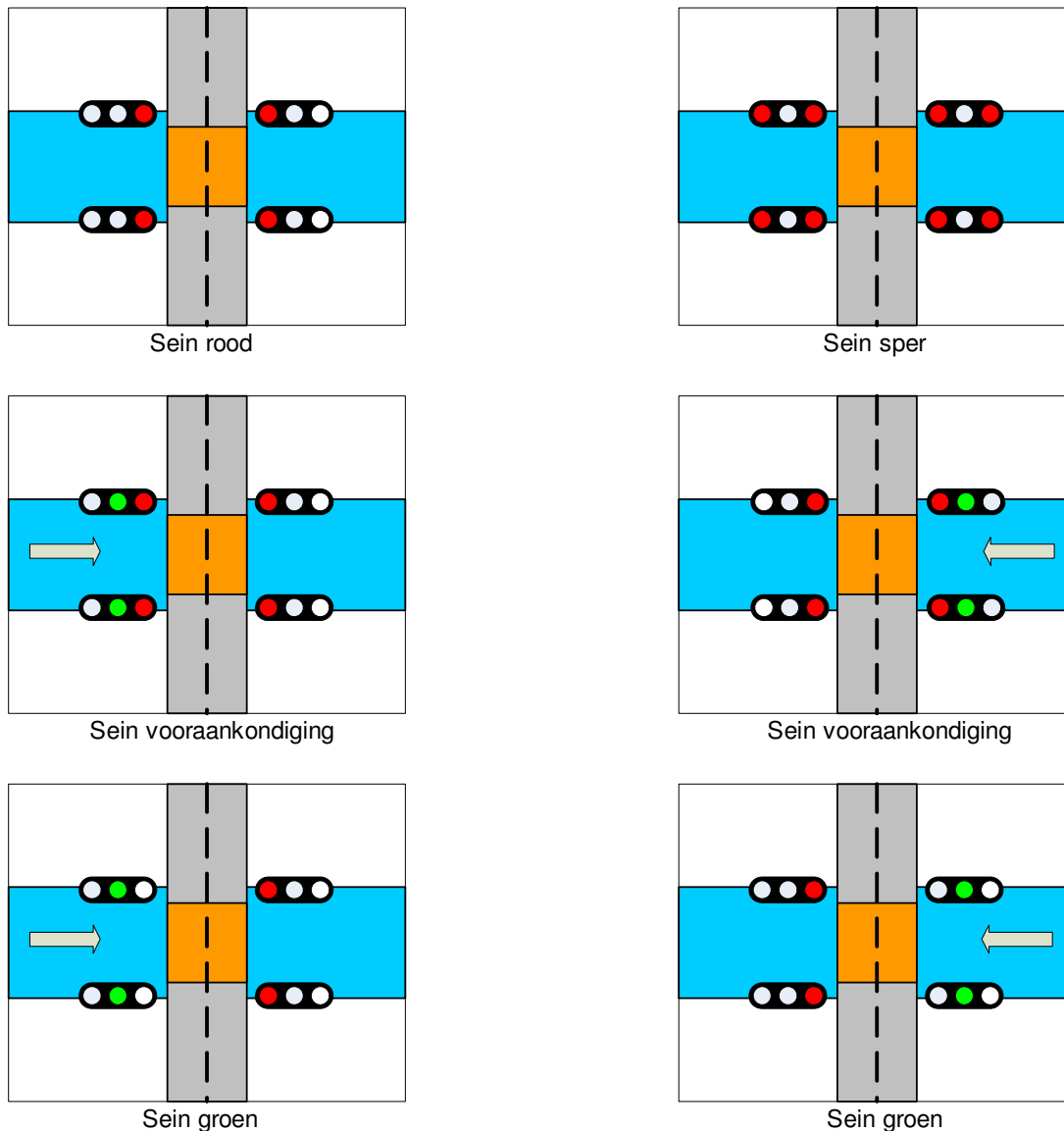


Afbeelding 25: Flowchart principeschema brugpassage RVW (2005)

## BIJLAGE III BRUGONDERDELEN EN BEPALINGEN

### SCHEEPVAARTSEINEN

De scheepvaartseinen zijn nodig voor het regelen van het scheepvaartverkeer. De seinsignalen zijn volgens de RVW (Richtlijnen Vaarwegen) en BPR (Binnenvaart Politie Reglement) bepaald. Afhankelijk van de situatie worden een aantal verschillende scheepvaartseinen gebruikt. In de onderstaande afbeelding staan een aantal schetsen van de mogelijke scheepvaartseinen weergegeven.



Afbeelding 26: De verschillende seinbeelden

### LANDVERKEERSSEINEN EN VOORWAARSCHUWINGSSEINEN

De landverkeersseinen hebben als doel het landverkeer tot stilstand brengen en de voorwaarschuwingsseinen hebben als doel het landverkeer te attenderen op de naderende wegafsluiting.

- voorwaarschuwingsseinen ingeschakeld (optisch)
- stopseinen landverkeer inschakelen na wachttijd (optische en akoestisch)

## ONDERBREKEN LANDVERKEER EN DE VWS- EN RVW FASE

Door het geven van een brugopening voor de scheepvaart grijpt de beheerbepalingen er in op de afwikkeling van het landverkeer. Hierbij dient hij zich te houden aan de voor het landverkeer van toepassing zijnde wettelijke bepalingen. In dit verband zijn relevant:

- Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (RVV): dit bevat gedragsregels, die dienen om een vlotte doorstroming te bevorderen en de verkeersveiligheid te waarborgen; daarnaast toont het RVV de figuratie van de borden en vermeldt de betekenis ervan
- Besluit Administratieve bepalingen inzake het Landverkeer (BABW): in deze uitvoeringsvoorschriften staan onder andere regels voor de wegbeheerder voor het plaatsen van borden
- Regeling Verkeerslichten: hierin staan plaatsings- en uitvoeringsvoorschriften aangaande verkeerslichten voor de wegbeheerder

### Onderbreken landverkeer

De onderbreking van het landverkeer wordt in gang gezet door het ontsteken van de bruglichten, uitgevoerd conform art. 92 en 93 van de Regeling Verkeerslichten, doorgaans voorafgegaan door enige vorm van waarschuwing en/of het in gang zetten van een brugprogramma in een verkeersregelininstallatie die zich in de nabijheid van een brug bevindt. Voor de plaatsing van de lichten en dergelijke dient men de bovengenoemde richtlijnen en voorschriften te raadplegen. Eventueel is gebruik te maken van een akoestisch signaal, bijvoorbeeld een bel, ter ondersteuning van de lichten.

Indien er zich in de directe nabijheid van de brug kruispunten bevinden die geregeld worden door middel van verkeersregelininstallaties, dan dienen deze installaties te zijn gekoppeld met de bruglichten en zo te zijn afgesteld, dat het verkeer op het kruispunt de brugopening niet belemmert.

Bij het onderbreken van het landverkeer zijn twee fasen te onderscheiden: de waarschuwings- of VWS-fase en de rood-voor-afsluitingsfase of RVA-fase.

### VWS FASE

In de VWS-fase wordt het verkeer gewaarschuwd, dat een brugopening gaat plaatsvinden. De duur van de VWS-fase bij verkeer dat op grotere afstand van de brug al geconfronteerd is met dynamische waarschuwing(en) is te bepalen als afgeleide van de afgelegde weg en de snelheid van het verkeer:

$$T = (S+LV) / v \quad \text{[formule 1]}$$

T = tijd dat de VWS-fase duurt in seconden

S = afstand van waarschuwing tot de brug in meters

LV = lengte van het langste voertuig

v = gemiddelde snelheid ter plaatse in meters per seconde

### RVA FASE

De rood-voor-afsluitings-fase of RVA-fase dient voor de ontruiming van de brug door het passerende verkeer. De RVA-fase start aan het einde van de VWS-fase op het moment van ontsteken van de bruglichten. Er is sprake van twee ontruimingstijden, namelijk tot het sluiten van de eerste afsluitboom en van dat moment tot het sluiten van de tweede boom. De RVA-fase eindigt wanneer beide ontruimingstijden zijn verstreken. De RVA-fase duurt, in formulevorm weergegeven:

$$TO = (S+ LV) / v + TR \quad \text{[formule 2]}$$

TO = betreffende ontruimingstijd in seconden

S = afstand in meters van stopstreep tot eerste afsluitboom respectievelijk tweede afsluitboom

v = te hanteren ontruimingssnelheid in meters per seconde

TR = reactietijd in seconden

Er is sprake van twee ontruimingsafstanden. De eerste loopt van de stopstreep tot de afsluitboom in de aanrijrichting, dus vóór het beweegbare brugdeel. De tweede loopt tussen de stopstreep en de afsluitboom in de afrijrichting, dus na het beweegbare brugdeel. Bij het berekenen van de ontruimingsafstand tot de afsluitboom in de aanrijrichting kan men de snelheid van een gemiddelde verkeersdeelnemer nemen. Bij de berekening van de ontruimingstijd naar de afsluitboom in de afrijrichting de snelheid van een langzaamste verkeersdeelnemer. Na een brugopening is het raadzaam de hersteltijd van het landverkeer in acht te nemen alvorens de brug opnieuw te openen.



## BIJLAGE IV HEURISTISCHE EVALUATIES EN VOORBEELDEN GEBRUIKERSINTERFACES BEDIENINGSPOSTEN

### HEURISTISCHE EVALUATIE: BEDIENINGSPOST DOETINCHEM



#### Visibility of system status

De gebruiker logt niet in het systeem. Ieder willekeurige persoon kan plaatsnemen achter de gebruikersinterface. Ook vandalen of terreurgroeperingen hebben de mogelijkheid om het systeem te misbruiken.

Na het starten van het systeem komen de gebruikers eerst in het hoofdmenu. In het hoofdmenu kunnen de verschillende bruggen geselecteerd worden doormiddel van de functieknoppen. Dit venster is niet voorzien van een gelabelde titel of header. Wel staat boven het venster de tekst 'hoofdmenu'.

Onder in het hoofdmenu worden de functietoetsen weergegeven. Deze functietoetsen hebben de functie, tijdens het starten van het systeem, om de logprinter en de camerabeelden in te schakelen. Verder is er een functieknop om storingmeldingen te lezen. De logprinter aanzetten en het aanzetten van de camerabeelden zijn overbodige functies. De camerabeelden moeten automatisch worden gestart.

Het scherm met de slagbomen is wel voorzien van een header en titel. Wordt niet consistent gebruikt.

Na het selecteren van een brug, krijg je voor alle bruggen dezelfde schermoverzicht en stijl. Van boven naar onderen heb je de beeldplaat, statusmelding, functieknoppen om de brug te bedienen. Op

de beeldplaat is een extra overzicht die weergeeft of er sprake is van een noodstop bediening of de brug wordt lokaal of op afstand bediend. Deze drie vensters zijn niet duidelijk gelabeld met een titel of header.

De iconen in het functiemenu zijn zichtbaar van niet geselecteerde iconen. Voor leken zijn deze iconen niet duidelijk. Op het scherm zijn de iconen met verschillende kleuren duidelijke zichtbaar. Alleen het is niet duidelijk welke icoon geselecteerd is. De keuren worden niet consistent gebruikt

Meldingen van storingen worden vermeld in het statusvenster. Deze wordt altijd op dezelfde locatie op het scherm gepresenteerd. Er is een mogelijkheid door middel van het selecteren van de functie "storingen" een compleet overzicht te krijgen. De iconen zijn gelabeld op het scherm maar zijn niet duidelijk gelabeld.

Er wordt geen feedback gebruikt voor elke brughandeling. Wel wordt er feedback gegeven wanneer er een nieuwe taak moet worden uitgevoerd. Deze handeling wordt kenbaar gemaakt door een knipperende gele icoon. Het is niet duidelijk wat deze knipperende icoon moet voorstellen. Van hetzelfde zou het een fout kunnen zijn. Er wordt wel visuele feedback gegeven voor de uitgevoerde handelingen.

Er wordt geen visuele informatie gegeven over op welke plaats de gebruiker zich bevindt in het systeem. Ook wordt geen informatie gegeven voor het indrukken van de functiekноп. Wel wordt er feedback gegeven wanneer de seinen en slagbomen in de beeldplaat gaan veranderen en/of bewegen

Gebruiker wordt niet geïnformeerd over de systeem voortgang.

Het systeem is in zoverre niet transparant. Gebruikers kunnen geen alternatieve taken aan geven. Uit bescherming van de gebruiker is het beter dat de gebruikers geen alternatieve handelingen kunnen uitvoeren.

#### **Match between system and real world**

De benamingen van de geselecteerde iconen zijn zo gekozen dat ze overeenkomen met de benamingen in de scheepsvaart.

Het overzicht van de functieknoppen is niet juist gestructureerd volgens het mentale model van de gebruiker. De startknop zit nog wel links bovenin maar de rest van de knoppen beginnen vanonder naar boven en van links naar recht. Niet duidelijk voor de gebruiker.

Ook de opbouw van de camerabeelden zijn niet duidelijk. Sommige camerabeelden van de displays zijn niet juiste gepresenteerd. De camerabeelden zijn gespiegeld ten opzichte van de anderen en heeft als gevolg dat verwarring bij de gebruikers kan ontstaan.

De kleuren van de bediening zijn redelijk consistent genomen. Ten eerste zijn de groene kleuren zo genomen dat ze een activiteit weergeven. Wanneer er een doorgang mogelijk is voor schepen. De kleuren in de beeldplaat overeenkomstig met de kleuren van het water, waterkeringen, wegen enz.

Voor het selecteren van de verkeersseinen en de scheepvaartseinen wordt er een speciaal menu geopend. In dit speciale menu kunnen de verschillende seinen worden geselecteerd. Deze selectie is verticaal gepresenteerd van boven naar onder. Met boven in de seinen die als eerste moeten worden geselecteerd en onderin de seinen die als laatste moeten worden geselecteerd. Ook hier geldt dat deze niet volgens het mentale model zijn geordend en misschien is het de mogelijkheid om deze seinen te automatiseren.

Functiekноп F1 'hoofdschakelaar in' en F10 'hoofdschakelaar' is overbodig. De brug zou al ingeschakeld moeten worden als deze brug geselecteerd wordt. De gebruiker had ook geen idee waarom deze was ingeschakeld.

In het menu alle "storingen" is het niet duidelijk voor de gebruiker hoe de datum moet worden ingevoerd.

### **User control and freedom**

Het schakelen tussen de verschillende bruggen is niet mogelijk. Deze mogelijkheid is gekozen voor het beschermen van de gebruiker. Gebruikers hebben zo niet de mogelijkheid om te multitasken tussen verschillende bruggen. De brugcyclus moet eerst worden afgemaakt voordat er met een andere brug gestart kan worden.

Na het einde van de brugcyclus wordt de gebruiker niet auditief geattendeerd wanneer de brug afhandeling is afgelopen. Visueel wordt deze wel aangegeven door een groen icoon.

De gebruiker heeft de mogelijkheid om het bedieningsproces te stoppen door op de 'harde' of de 'zachte' functiekноп te drukken. De harde functiekноп is alleen voor noodgevallen en de zachte voor kleine calamiteiten en voor onderhoud.

De gebruiker heeft niet de mogelijkheid om een actie terug te draaien in het proces.

Tijdens het bedienen heeft de gebruiker de vinger op de functiekноп 'f12' van het toetsenbord. Gebruiker voert deze handeling uit om eventueel in te kunnen grijpen.

### **Consistency and Standards**

De opmaak van de beeldplaat is consistent genomen met het vaarwater. Hier kun je denken aan oostkant van het vaarwater gelijk als in de echte situatie. Kleuren zijn hetzelfde. Voor een leek is het in de werkelijkheid niet duidelijk welke richtingen de wegen lopen. Er is een kompas gebruikt voor het aanduiden waar het noorden is. Verder zou een richting in het water gebruikt worden zodat de gebruikers weten van welke richting een schip vandaan komt. Of doormiddel van het aangeven van plaatsnamen.

De afkortingen zijn niet direct in een opslag herkenbaar. Voor de gebruikers wel. Dit doordat ze een cursus is gevolgd.

De iconen zijn gelabeld. Niet ieder venster is gelabeld met een naam.

Recht onderin bevindt zich de exit knop. Er is geen duidelijk overzicht wat er precies gaande is in het menu.

Er worden geen aandachtstechnieken zoals het knipperen van aangegeven van een fout. Wel knipperen als er een handeling gedaan moet worden.

De camera's die actief zijn op de beeldplaat zijn geel. Dit is niet consistent met andere gele vermeldingen. Groen zou een activiteit moeten voorstellen

Benaming van functiekноп "aanvraag VRI" geen duidelijke betekenis.

### **Help users recognize, diagnose, and recover from errors**

Er worden weinig geluiden gebruikt op de gebruikersinterface. Geen geluiden als er een fout gemaakt is.

De errors die ontstaan zijn consistent met grammaticastijl, terminologieën en afkortingen. De fouten die worden aangegeven zijn in de Nederlandse taal.

De Nederlandse taal wordt door de gehele gebruikersinterface gebruikt (op de exit knop na). Er wordt geen gebruik gemaakt van oplichtende knoppen/menu's. De fouten zijn duidelijk weergegeven. Sommige fouten kunnen worden geaccepteerd om door te gaan met de gebruikerstaak. Wordt de foutmelding niet geaccepteerd dan kunnen de gebruikers niets doen. De fouten die ontstaan zijn meestal seinstoringen en verlichting van een sein die kapot is.

### **Error prevention**

Het menu is redelijke logisch opgebouwd. We mogen tussen de verschillende menu's een duidelijk onderscheid gemaakt worden.

Functieknop F12 noodstop is moeilijk bereikbaar op het toetsenboard. Volgens Fitt's law zal deze functieknop beter moeten worden gepositioneerd voor een betere bereikbaarheid.

Het bedienen van de marifoon en het bedienen van een spoorbrug zijn twee losstaande bedieningspanelen. De afstand tussen deze twee bedieningspanelen is te groot (Fitt's law). Het is niet mogelijk om deze bedieningspanelen tegelijkertijd te bedienen. Het kan voorkomen dat bij het bedienen van de spoorbrug ook contact moet worden gezocht met de schipper. Dit is in deze situatie niet mogelijk.

De indeling van het toetsenboard is niet consistent met de indeling op de monitor.

### **Recognition rather than recall**

Aandachtstechnieken zoals het oplichten en knipperen van kleuren worden gebruikt.

De kleuren worden consistent gebruikt door de gehele grafische user interface.

De posities van de monitoren komen overeen met de camera's op het scherm.

### **Flexibility and efficiency of use**

De functieknop 'verkeersseinen' voor het bedienen van een brug heeft als nadeel dat deze niet met één klik te gebruiken is. Verder kan de gebruiker gebruik maken van het toetsenbord om direct de functieknoppen op het scherm te bedienen.

De monitoren hangen te hoog en kunnen ook niet in hoogte worden ingesteld.

De camera's schakelen automatisch mee met de bediening. Na het bedienen van de functieknop 'brug open' schakelen de camera's naar scheepsvaart. De camera's kunnen ook nog afzonderlijk geselecteerd worden in het monitormenu. Het selecteren van de camera's in het menu is niet real-time. De camera's worden pas actief als de gebruiker het menu verlaat.

Luidsprekers zijn soms slecht te verstaan door weggebruikers.

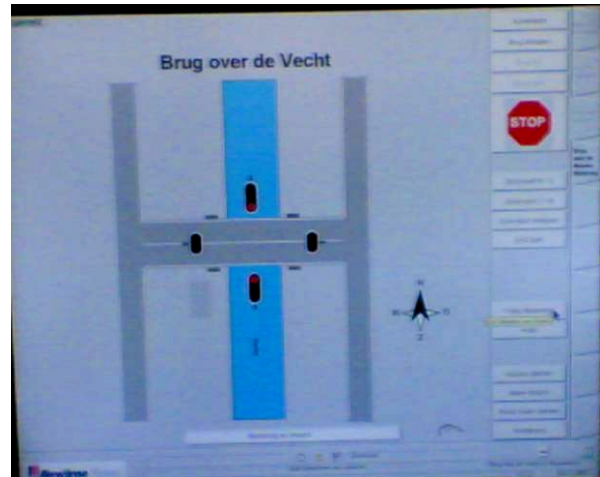
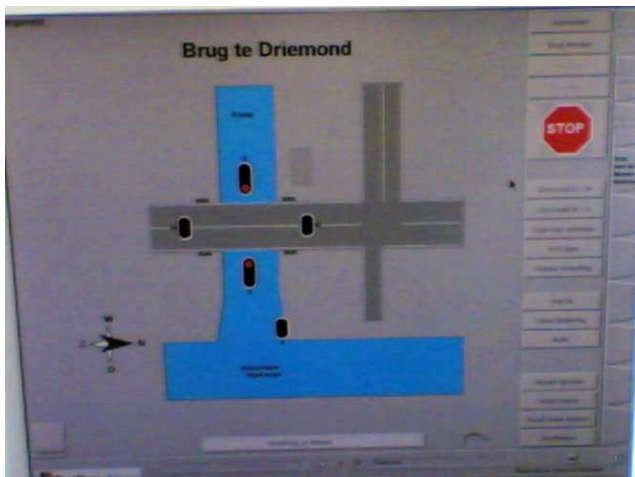
### **Aesthetic and minimalist design**

De gegroepede items, voor zover ze gegroeped zijn, zijn niet voorzien van een witte ruimte. De veldlabels zijn kort, bekend en beschrijvend.

### **Help and documentation**

Er wordt geen gebruik gemaakt van context gevoelige hulp. Ook is documentatie beschikbaar. En een calamiteiten logboek.

## HEURISTISCHE EVALUATIE: BEDIENINGSPOST WEESP



### Visibility of system status

Het scherm begin met een duidelijke titel van de brugnaam. De iconen van de scheepvaartseinen en landverkeersseinen zijn duidelijk. De iconen zijn groot en goed zichtbaar. Het schermoverzicht bestaat uit de hoofdelementen zoals het overzicht van de scheepsvaart, landverkeer, de verschillende seinen en de slagbomen.

De verschillende iconen en symbolen zijn niet goed gelabeld. De grootte van de iconen en symbolen zijn klein en zijn daardoor niet goed te lezen.

Visuele feedback wordt gegeven aan de gebruiker nadat een handeling is gemaakt. Visuele feedback kan bestaan uit het sluiten van de hefbomen. Er wordt geen feedback gegeven als een brug wordt geopend of gesloten. Bij het bedienen van de camera wordt deze de kleur groen. Groen betekent dat de camera actief is. Bij het indrukken van de functieknoppen wordt geen duidelijke feedback gegeven aan de gebruiker. De gebruiker kan wel feedback waarnemen door veranderingen op de visuele brugplaat.

De gebruikersinterface geeft geen auditieve signalen wanneer er bijvoorbeeld een fout optreedt of een actie is uitgevoerd.

### Match between system and real world

De benamingen van de functieknoppen zijn niet duidelijk weergegeven. Met de vraag aan de gebruiker wat vsv-sper betekent kan hij geen antwoord geven. Hij moet eerst de locatie van de knop vinden en op basis van de locatie kan hij een antwoord geven op de vraag.

De verschillende processtappen zijn niet opeenvolgend gepresenteerd volgens het mentale model.

De functieknoppen staan rechts van het scherm en zijn verticaal gepresenteerd. Het starten van de bediening begint boven in het scherm. De opeenvolgende stappen zijn aanmelden, functieknoppen voor het bedienen van de brug, een stopknop en functieknoppen om de brug te bedienen. De kleuren van het vaarwater en landverkeer zijn consistent genomen. Het contrast tussen de achtergrond en de functieknoppen is laag. De functieknoppen van de bediening zijn niet juist geclusterd. Sommige functieknoppen kunnen beter gescheiden worden zoals de stopknop op het scherm. Deze stopfunctie wordt niet frequent gebruikt. Ook worden geen iconen weergegeven van de verschillende camera's die rondom de brug zijn geplaatst.

#### **User control and freedom**

Het niet gemakkelijk voor de gebruiker om tussen brugvenster te schakelen. Deze keuze is bewust gemaakt om te voorkomen dat gebruikers tijdens het bedienen van een brug gaan schakelen tussen vensters. Ook hebben de gebruikers geen mogelijkheid om van venster te veranderen tijdens het bedienen van de brug. De gebruikers hebben de vrijheid om met behulp van de stopfunctie het brugproces te beëindigen. Deze functie wordt alleen bij calamiteiten gebruikt.

#### **Consistency and Standards**

Het overzicht van het vaarwater en het landverkeer zijn niet consistent. Op het brugoverzicht worden geen richtingen naar plaatsen weergegeven. De gebruiker heeft geen idee waar hij zich bevindt op het vaarwater. Er wordt geen informatie weergegeven over de precieze locatie van de brug. Voor en leek zal de geselecteerde brug niet duidelijk zijn waar de brug precies is gelokaliseerd op het vaarwater. De iconen zijn gelabeld maar wel te klein en niet volgen de standaard naam (zie ook 'match between system and real world'). Het scherm is niet voorzien met een exit functieknop. Gebruikers krijgen geen indicatie als het scherm gesloten is. knipperen als er een handeling gedaan moet worden.

#### **Help users recognize, diagnose, and recover from errors**

De foutmeldingen worden niet in het midden van het scherm gepresenteerd. Onder in het scherm is een storingsvenster met foutmeldingen.

#### **Error prevention**

De gebruikersinterface bestaat uit meerdere lagen die de bediening van de brug weergeeft.

#### **Recognition rather than recall**

De functieknoppen moeten beter worden gegroepeerd om onderscheidt te maken tussen frequente en niet frequente knoppen.

Het scherm bestaat uit een aantal verschillende tabbladen die niet gelijktijdig kan worden bediend. De tabbladen representeren de verschillende bruggen  
Foutmeldingen worden in plaats van in het midden onder in het scherm gepresenteerd.

#### **Help and documentation**

Er wordt gebruik gemaakt van context gevoelige hulp.

## HEURISTISCHE EVALUATIE: BEDIENINGSPOST VLISSINGEN

### Visibility of system status

De gebruiker meldt zich aan en logt in het menu van het overzicht van het kanaal. In dit scherm worden de verschillende bruggen weergegeven. Het menuoverzicht heeft een duidelijke titel. Het scherm geeft tevens visueel de verschillende bruggen weer met de bijbehorende brugnamen. Deze brugnamen zijn verbonden met de functieknoppen. De brugnamen van de vensters die moeten corresponderen met de functieknoppen zijn niet gelabeld.

De foutmeldingen worden in het midden van het scherm op een witte statusregel vermeld. Wanneer de gebruiker de melding selecteert verschijnt de melding in een speciaal venster. De foutmeldingen zijn ook te lezen met functietoets (F23). Alleen is de storingmelding statusbalk niet gelabeld.

In het startmenu worden bepaalde iconen niet consistent gebruikt. De F24 toets wordt 'main' genoemd. Ten eerste is het niet Nederlandse taal en daarnaast sta je al in het hoofdmenu.

De brugvensters zijn onderling gelabeld. Hierdoor wordt een duidelijke onderscheidt gemaakt tussen de verschillende schermen. Dit is duidelijk en consistent.

Na het inloggen van het bedieningsscherm krijgen de gebruikers een overzicht van een brug. Hier worden zijn de functietoetsen niet gelabeld met een tekst maar juist gelabeld met iconen.

De iconen zijn overeenkomstig met de verschillende brugsymbolen, zoals brug openen en gesloten, brugseinen enzovoort.

Er zijn geen responsie tijd vertragingen in het systeem. Het overzicht is duidelijk.

- Rechts bovenin: staan de tijd en datum. Ook wordt een venster 'statussen en Alarmen' weergegeven. Niet erg duidelijke wat de inhoud hier van is.
- Rechtsmidden: wordt een overzicht gegeven van de bediening camera's en luidsprekers. Niet duidelijk welke camera bij welke deel van de brug behoort.
- Beeldplaat: het overzicht van de virtuele brug worden de iconen te klein weergegeven. Status veranderingen van de seinen moeilijk te lezen.

Er wordt voldoende feedback gegeven aan de gebruikers wanneer zij een functieknop bedienen. De functieknoppen lichten op wanneer er een actie wordt uitgevoerd of gaat uit wanneer de actie is uitgevoerd. De gebruikers zijn bewuster waar hij/zij zich bevindt en welke keuze hij/zij maakt in het systeem en dit bevordert de transparantie van het systeem.

De zichtbaarheid van het systeem is beperkt door het zo veilig mogelijk doorlopen van het systeem. Gebruikers krijgen niet veel vrijheid voor het selecteren van alternatieve taken. De alternatieve taken kunnen allen worden aangeropen in noodgevallen (onderhoudsmonteurs en noodgevallen).

### Match between system and real world

De gebruikte iconen zijn bekend bij de gebruikers. De iconen op de brug zijn zo genomen dat lijken op brugseinen en slagbomen. De iconen komen ook weer overeen met de beeldplaat.

De functieknoppen zijn niet volgens het mentale model gestructureerd en gegroepeerd.

Kleuren zijn in het algemeen overeenkomstig met de verwachting van de gebruiker. De kleuren geel (de actie gereed) is niet logisch. Dit is onduidelijk voor de nieuwe gebruikers.

In het statusregel scherm worden de errors niet duidelijk weergegeven in de taal van de gebruiker. Er worden afkortingen gebruikt die soms lastig zijn en niet in een opslag te begrijpen zijn.

### User Control and Freedom

Gebruikers kunnen bepaalde functieknoppen voorprogrammeren.

Het is niet mogelijk om tussen schermen te schakelen. Gebruikers kunnen één object tegelijkertijd bedienen tenzij ze een andere console gaan bedienen. Verder kunnen andere gebruikers alleen inloggen op een brug die nog niet actief is. Soms is het mogelijk om na het sluiten van de brug al op een andere console een andere brug te gaan bedienen.

Gebruikers hebben de mogelijkheid om een functie te beëindigen. De gebruikers beëindigen een functie door het bedienen van de 'zachte' of 'harde' stopknop of de functieknop F16 'sluiten brug'. De 'zachte' functieknop is geïntegreerd in het bedieningsmenu. De 'harde' knop is een externe knop die buiten het systeem om gaat. Deze knop worden alleen in noodgevallen gebruikt. Functieknop F16 kan alleen worden gebruikt als de slagbomen gesloten zijn.

De gebruikers kunnen default instellingen veranderen naar hun gewenste stand.

Gebruikers kunnen de zoemer uitgeschakeld bij een storing.

Gebruikers hebben de keuze tussen het gebruik maken van een muis en een toetsenbord voor het bedienen van de functieknoppen.

### **Consistency and standards**

De beeldschermindeling bestaat uit drie delen; beeldplaat, statusregel (meldingen) en functietoetsen (menubalk bediening). Verder is er nog een muis en toetsenbord met functietoetsen die overeenkomen met de functieknoppen in het hoofdmenu centrale bediening. Verder is een marifoon voor het communiceren met de schipper. En een paneel voor de bediening van de luidsprekers die op de bedienplek bevindt.

De software bestaat niet uit standaard Windows-opmaak.

De opmaak van de beeldplaat is consistent met het vaarwater van Vlissingen naar Veere. Richtingen van wegen zijn zo op het scherm geprojecteerd dat ze overeenkomen met de omgeving rondom de brugsituatie.

Er worden geen afkortingen gebruikt bij het labelen van de knoppen. De functieknop 'start bediening' is onduidelijk welke functie hij heeft.

Rechts onderin op de beeldplaat worden de luidsprekers weergegeven. Die zouden beter bij op de virtuele brugplaat geplaatst kunnen worden. Hierdoor is het duidelijker welke luidspreker aan welke kant van de brug hoort.

Ook zijn er op de beeldplaat (luidspreker rechts onderin) een aantal nummers gekoppeld aan de luidspreker. Deze nummers corresponderen met de nummers op het paneel van de luidspreker. Hier kan de gebruiker de des gewenste luidspreker selecteren. De afkortingen op dit paneel zijn onduidelijk. In drukke situaties kunnen zou het zo kunnen zijn dat de gebruiker de verkeerde knop drukt.

De functie knop F12 "zoemer uit" heeft als functie in een storingsgeval de zoemer te deactiveren. Deze functieknop is altijd actief wanneer er geen storing is. Het is makkelijker deze knop alleen zichtbaar te maken wanneer er een storing optreedt.

Het einde van een brughandeling staat niet aan het einde van de procesafhandeling. Het staat links op het scherm en zal rechts geplaatst moeten worden. Ook de naam van de functie toets ""einde"" is onduidelijk. Is het einde van de taak of einde van het gehele scherm.

Functieknop 'sein dubbelrood' kan beter gegroepeerd worden onder functieknoppen die vaak worden gebruikt.

### **help users recognize, diagnose, and recover from errors**

Tijdens de evaluatie zijn geen fouten gevonden die invloed hebben op de functionaliteit van het gebruik. Er worden geen geluiden gebruikt voor het aangeven van een fout van de gebruiker of een systeem melding. De foutmeldingen hebben afkortingen die niet altijd even duidelijk zijn. De afkortingen worden consistent in het systeem gebruikt. Ze zijn wel in de Nederlandse taal gebruikt. De foutmeldingen worden niet opgelicht.



<b>ERROR PREVENTION</b>
De functietoetsen mogen nog beter gestructureerd worden zodat er beter onderscheidt wordt gemaakt tussen niet en wel belangrijke functies.
<b>Recognition rather than recall</b>
Objecten zoals de brug worden visueel zichtbaar dit geldt ook voor de slagbomen en de seinen. Soms wordt er ook een virtuele trein in het scherm geprojecteerd die aangeeft als er een trein de brug passeert.
De vensters mogen beter onderscheiden worden door een zone. De vensters moeten duidelijker worden herkend.
De verschillende items/functie toetsen zouden beter moeten worden groepeerd voor een duidelijker herkenning van de belangrijke en niet belangrijke functiekoppen.
<b>Flexibility and efficiency of use</b>
Voor nieuwe gebruikers (uitzendkrachten) is een procesverloop een makkelijker indicatie voor het begrijpen waar ze zich in het systeem bevinden.
Voor een flexibeler systeem zou de gebruiker ondersteund moeten worden met context gevoelige informatie.
De gebruikers krijgen voor hun inwerktijd een cursus en worden tijdens het bedienen van de brug geholpen.
<b>Aesthetic and minimalist design</b>
De statussen menu rechts boven in het venster is overbodig. Deze wordt alleen gebruikt in het begin voor het aangeven van als de connectie goed is tussen brug een post.
Ook wordt de functieknop 'speciaal menu' nooit gebruikt. De functieknop heeft alleen betrekking op de bedienen van de sluis.
<b>Help and documentation</b>
Wordt niet gebruik gemaakt van context-sensitief help. Verder is er binnen de bedieningspost wel documentatie aanwezig waar eventueel problemen kunnen worden verholpen.

## BIJLAGE V TAAK EN GEBRUIKERSANALYSE

De takenanalyse is gedaan voor een centrale bedieningspost in Vlissingen. De gebruikers in deze post voeren allen de bediening van de brugtaak uit. De bediening van de gebruikersinterface in elke bedieningspost is uitgevoerd door één persoon. De crew bestaat uit de gebruiker (brugwachter), schipper en eventuele externe hulpdiensten (ziekenauto's, politie en brandweer).

De gebruiker is verantwoordelijk voor het bedienen van de brug en het correct communiceren met de schipper. De gebruiker beslist of de schipper mag doorvaren en beslist of het deelnemers en landverkeer gestremd moet worden. De gebruiker moet volgens de Richtlijnen van Vaarwegen (RvW, 2005) de procedure volgen voor het uitvoeren van de brugcyclus. Bedienen van het RvW (2005) van de brug is wel gebaseerd op een ter plaatse bediende brug. Voor het openen van de brugcyclus kunnen volgens Richtlijnen van Vaarwegen (2005) vijf deelprocessen\* onderscheiden worden; 1. aanmelding, 2. gegevens uitwisselen met schipper, 3. het geven van aanwijzingen, 4. bedienen van de brug en 5. scheepvaartbeweging (schouwen). Het openen van een brug in deze takenanalyse kunnen de volgende stappen worden onderscheiden: voorbereidende taken in de bedieningspost, aanmelding, geven van aanwijzingen en bedienen van de brug. Tijdens het bedienen van de brug zijn een aantal controle (schouw) momenten ingebouwd waarbij de gebruiker de situatie op de brug visueel moet controleren.

### Tabel: takenanalyse

#### 0. Voorbereidende taken in de bedieningspost

Wanneer de gebruikersinterface voor het eerst wordt gestart (aanmelden systeem) worden volgens een aantal procedures handelingen verricht. Het aanmelden begint vooraf met het inloggen door een password. Bruggen mogen op bepaalde tijden maar geopend worden omdat de tijden afhankelijk zijn van bussen en/of treinen. Deze tijden worden bloktijden genoemd.

##### 0.1 Aanmelden systeem

##### 0.2 Navigatie

- 1 check stringen
- 2 check weer condities (mist)
- 3 check het type schip
- 4 check bloktijden

##### 0.3 beslissingen gebruiker

- 1 inschatten van clusteren schepen

#### 1. Aanmelding scheepsvaart

Een schip kan aangeven dat het de brug wil gaan passeren door middel van het geven van een signaal (lang-kort-lang) of door melding via marifoon en (mobiele)telefoon. Doorgaans heeft de bedienaar het schip visueel waargenomen en daaropvolgend actie uitvoert.

##### 1.1 Communicatie

- 1 ontvangen van signaal (auditief of visueel) schipper (vervolg zie: geven van aanwijzingen)

##### 1.2 Monitoren

- 1 monitoren van de navigatie uitrusting op de gebruikers interface
- 2 monitoren van de hoogte, lengte en snelheid van het schip
- 3 monitoren van scheepsbeweging
- 4 schatten van het clusteren van schepen

##### 1.3 Administratie (dit wordt niet altijd toegepast in bedieningsposten)

- 1 tijd loggen van scheepsvaart

##### 1.4 beslissingen

- 1 bepalen van richting scheepsvaart (vooraankondiging scheepsvaart seinen)

## 2. Geven van aanwijzingen

Hier wordt de schipper teruggemeld dat hij gesignaleerd is, het al dan niet in behandeling nemen van zijn verzoek tot bediening en de geschatte wachttijd. Kan er niet direct een brugopening geven dan wordt het schip naar de wachtplaats verwezen. Het kan zo zijn dat de brug door verkeer (ongeval, werkzaamheden) bezet is!

### 2.1 Communicatie

- 1 terugmelden naar schipper
- 2 geven van aanwijzingen

### 2.2 Monitoren

- 1 Monitoren van vrije aanlig wachtplaats
- 2 Monitoren van landverkeer (landverkeer en omstanders op de brug)

### 2.3 Taken gebruiker

- 1 vooraankondiging scheepsvaart rood/groen

### 2.4 Optioneel bediening camera's

- 1 selecteren van camera's
- 2 pan en till

## 3. Bedienen van de brug - openen

De gebruiker stelt het moment vast waarop het bedienproces zal starten en schouwt de situatie op het brugdek visueel op de aanwezigheid van blokkades, zoals file of een ongeval. De scheepsvaart krijgt voorrang boven het landverkeer omdat schepen problemen kunnen hebben met het stoppen en afmeren.

### 3.1 Taken gebruiker

- 1 seinen landverkeer op rood (onderbreken landverkeer)
- 2 slagbomen neer
- 3 brug openen
- 4 seinen op groen voor scheepsvaart (vrijgeven scheepsvaart)

### 3.2 Monitoren

- 1 monitoren van verkeer
- 2 monitoren van brugdek (camera's worden tijdens het sluiten automatisch geschakeld naar brugdek)\*
- 3 monitoren scheepsvaart vorderingen optioneel
- 1 pan en till camera's

### 3.3 Beslissingen van de gebruiker

- 1 beslissing nemen voor sluiten brug voor verkeer
- 2 besluiten of brug vrij is van verkeer
- 3 in drukke perioden: beslissen hoeveel pleziervaart past tussen twee bruggen

### 3.4 Taken bedienen luidspreker

- 1 selecteren van luidspreker
- 2 open van een kanaal
- 3 toespreken omstander

\* wanneer het brugdek door omstanders bezet is, kan de luidsprekers worden bediend door een externe bedieningsunit.

#### **4. Bedienen van de brug - sluiten en vrijgeven van landverkeer**

##### 4.1 Taken gebruiker

- 1 scheepsvaart seinen op rood
- 2 brug sluiten
- 3 vrijgeven van landverkeer (slagbomen en seinen gaan automatisch omhoog)

##### 4.2 Monitoren

- 1 monitoren controle scheepsvaart
- 2 monitoren van brug gesloten
- 3 controle slagbomen open en verkeersseinen

##### 4.3 Beslissingen gebruiker

- 1 beslissen of een schip op afstand wel of er niet de brug passeren
- 2 beslissen sluiten brug
- 3 beslissen doorvaart vrij van scheepsvaart
- 4 beslissen of brug is gesloten en berijdbaar

#### *Opmerking:*

De bovenstaande processtappen zijn stappen in de ideale situatie. De situatie waar de gebruiker zonder onvoorzienbare gebeurtenissen de processtappen kan uitvoeren. In de praktijk blijkt dat er in de processtappen drie ook nog communicatie bestaat tussen de gebruiker en schipper. Soms wordt er gevraagd hoeveel (plezier)schepen achter de beroepsvaart zitten. Deze plezierjachten kunnen zonder aanleiding gaan varen ongeacht dat ze communiceren met de gebruikers in de bedienpost. Ook wordt er soms een afspraak gemaakt met de schipper wanneer hij er door mag varen. Verder is deze situatie afhankelijk van de bloktijden.

## BIJLAGE VI INFORMATIE LOCATIEONDERZOEK VLISSINGEN

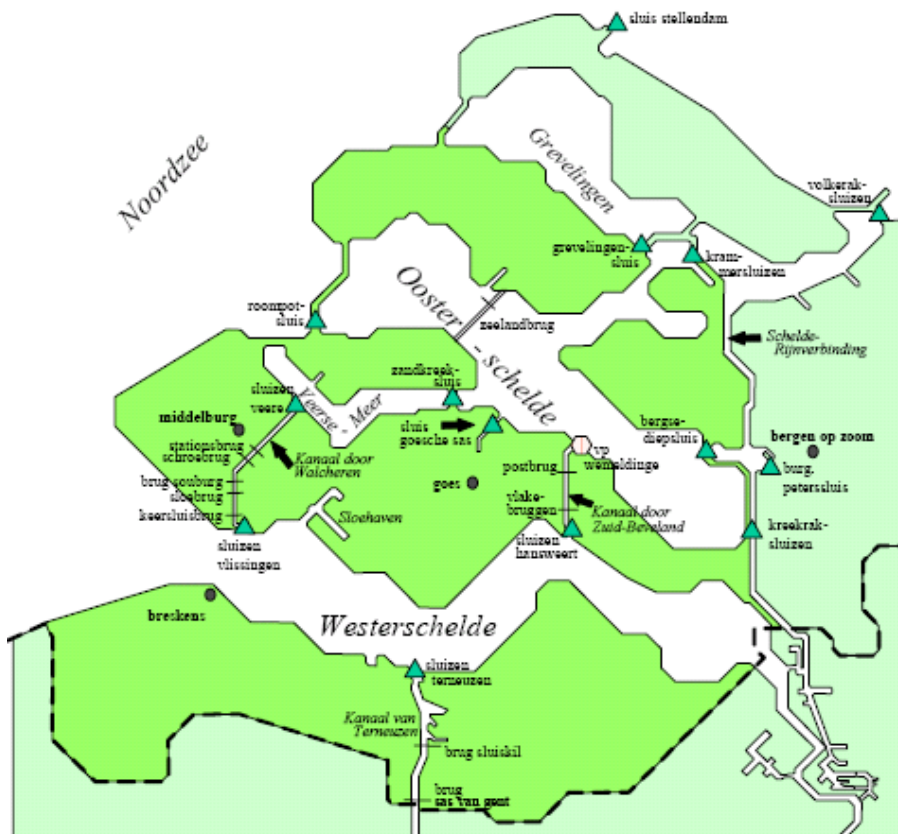
In deze bijlage wordt de informatie beschreven van het locatie onderzoek in Vlissingen. Er een beschrijving worden gegeven van de locatie waar het onderzoek heeft plaatsgevonden. De omschrijving geeft een algemeen overzicht van de bruggen in de omgeving van Vlissingen. De locatie beschrijving heeft als doel om voor lezers een duidelijker beeld te krijgen waar het onderzoek heeft plaatsgevonden. Hierna zal informatie worden besproken die zijn gebruikt voor het onderzoek.

### Locatie Vlissingen Veere

Er zal een uitleg gegeven worden over de verschillende objecten in het vaarwater van Vlissingen naar Veere. Niet alle objecten worden opgenomen in de beschrijving. In het kanaal is een aftakking naar het Arne kanaal hier zijn twee bruggen die niet worden niet meegenomen in de situatie. Deze twee bruggen worden in de rustige perioden niet vaak gebruikt.

Het meeste scheepvaartverkeer dat plaatsvindt tussen Vlissingen en Veere is de beroepsvaart en in de drukke perioden (lente, zomer) komt de recreatievaart erbij. In het algemeen zullen deze schepen zich naar de vaarweg moeten richten en niet omgekeerd. Indien dergelijke bijzondere schepen afwijkende afmetingen of karakteristieken hebben, zijn ze in de regel vergunningsplichtig.

In de onderstaande afbeelding staat de kaart van Vlissingen naar Veere weergegeven. Op de kaart kun je de verschillende bruggen waarnemen. Van onderen naar boven is eerst de keersluisbrug Vlissingen, Sloebrug Vlissingen, Draaibrug Soubrug, schroebrug Middelburg en als laatste de Draaibrug Middelburg. De draaibrug wat de naam al doet vermoeden draait om zijn as en heeft twee doorgang mogelijkheden voor de scheepvaartverkeer. De doorgang is afhankelijk van de diepte en op basis van dit gegeven kan beroepsvaart of recreatievaart doorgang plaatsvinden. Het andere brugtype is de ophaalbrug. Deze brug heeft één doorgang voor de beroepsvaart en recreatievaart.



Afbeelding 27: Kaart Vlissingen naar Veere

In de bocht aan de linkerzijde van de Schroefbrug Middelburg zit een gemaal. Dit gemaal is een belangrijk ijkpunt voor de gebruikers in de bedieningspost voor het inschatten hoelang een schip nog onderweg is naar de brug. Op basis van het type schip kunnen ze inschatten wat de aankomst is bij de Schroefbrug Middelburg. De afstand van het gemaal naar deze brug is ongeveer 0,44 Km. De afstand is berekend op basis van het programma Google Earth © (2006).

### Cijfers van het scheepvaartverkeer

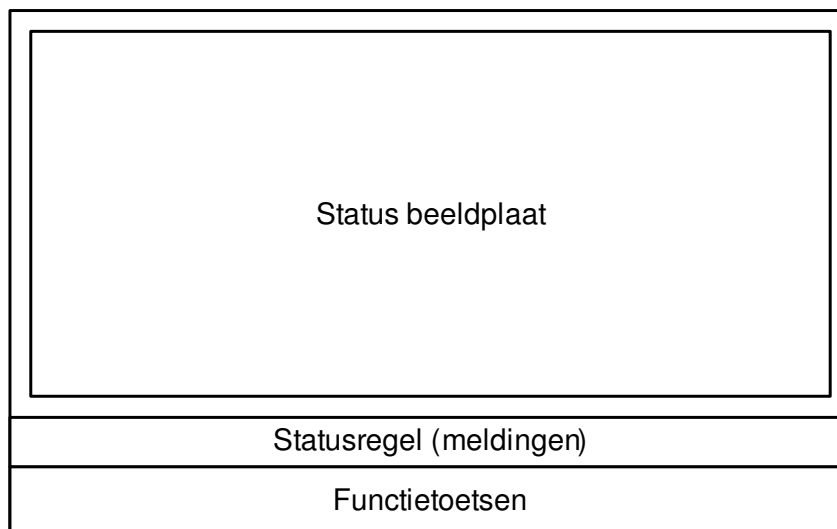
In de onderstaande tabellen staan de gegevens van het scheepvaartverkeer tussen Vlissingen en Veere gepresenteerd. De gepresenteerde cijfers hebben betrekking over het jaar 2005 en zijn afkomstig uit het rapport 'scheepvaart in Zeeland 2005' (Rijkswaterstaat, 2006).

**Tabel 10: aantal gepasseerde schepen tussen Vlissingen en Veere**

	binnenvaart	zeevaart	recreatievaart	totaal
Sluizen Vlissingen	5.626	3.179	16.457	25.262
Schroefbrug Middelburg	1.780	80	13.078	14.938
Sluize Veere	1.882	38	24.175	26.095

### Beeldschermindeling

In de onderstaande afbeelding staat een voorbeeld van de algemene indeling van het beeldscherm te Vlissingen. Deze indeling bestaat uit status beeldplaat, statusregel en functietoetsen. De lay-out van de status beeldplaat is afhankelijk van het brugtype en de locatie waar de brug zich bevindt.



**Afbeelding 28: Indeling beeldscherm Vlissingen**

### Kleuren en symbolen

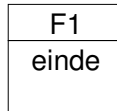
De symbolen en de achtergronden van de beeldplaat zien er als volgt uit:

- Achtergrond (wal)                      licht grijs
- Wegen                                      middel grijs
- Water                                        blauw
- Installatiedelen in rust                geel
- Installatiedelen in beweging        groen
- Installatiedelen in storing            rood

## Beschikbare commando's functieknoppen

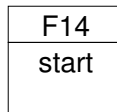
Hier worden de verschillende commando's van de functieknoppen beschreven. De beschrijving van de commando's zijn afkomstig uit een deelspecificatie van de brugbediening te Vlissingen. De verschillende commando's van de functieknoppen worden hieronder achtereenvolgens beschreven.

*Afsluiten bediening*



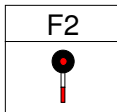
Het commando "Beëindiging bediening" heeft als functie het beëindigen van de centrale bediening van de lokale beeldschermbediening. Vanuit deze functie wordt teruggekeerd naar het hoofdmenu. Dit commando is alleen beschikbaar wanneer de bruggen in rusttoestand zijn of de lokale bediening is geactiveerd.

*Start bediening*



Het commando "Start bediening" heeft als functie het weergeven van de juiste CCTV-beelden voordat een feitelijke aanvang wordt gemaakt met de centrale bediening van de lokale beeldschermbediening. Het geven van voorseinen voor de scheepvaart valt hier niet onder. Dit commando dient eenmaal te worden gegeven om de overige bedieningen zoals het Stoppen landverkeer en Openen brug vrij te geven, waarna het commando voor de rest van de bediening (tot Afsluiten bediening) niet meer beschikbaar is.

*Stoppen landverkeer*

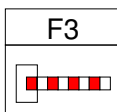


Het commando "Stop landverkeer" kan enkel worden gegeven indien de landverkeersseinen niet ingeschakeld zijn. Van tevoren dient het brugwegdek en de toe- en afvoerwegen te zijn geschouwd. Nadat de functie "Stop landverkeer" is gestart dienen de volgende zaken automatisch af te lopen:

- Voorwaarschuwingsseinen inschakelen (optisch);
- Stopseinen landverkeer inschakelen na wachttijd (optisch en akoestisch);
- Aanrijbomen na wachttijd sluiten.

Deze cyclus kan niet worden onderbroken tijdens de normale bedieningsvoortgang.

*Sluiten afrijbomen*

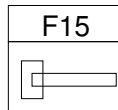


Het commando "sluiten afrijbomen" kan enkel worden gegeven indien de landverkeersseinen ingeschakeld zijn. Het wegdek dient van tevoren te zijn geschouwd. Nadat de functie "Afrijbomen sluiten" is gestart dienen de volgende zaken automatisch af te lopen:

- Afrijbomen sluiten (na minimale wachttijd).

Er dient dus altijd een minimale wachttijd, te beginnen vanaf het gesloten zijn van de aanrijbomen, te worden gehanteerd, waardoor de afrijbomen nooit tegelijk met de aanrijbomen zullen sluiten.

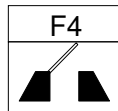
### *Openen afrijbomen*



Het commando “Openen afrijbomen” kan enkel worden gegeven indien de afrijbomen gesloten zijn en de brug dicht. Het commando is bedoeld om landverkeer dat ingesloten is geraakt, te laten ontsnappen. Nadat de functie “Afrijbomen openen” is gestart dienen de volgende zaken automatisch af te lopen:

- Afrijbomen openen.

### *Openen brug*

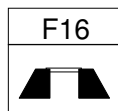


Het commando “Openen brug” enkel worden gegeven indien het stoppen van het landverkeer voltooid is (VWS + stopseinen aan, aanrijbomen neer en afrijbomen neer). Van tevoren dient het wegdek te worden geschouwd.

Nadat de functie “Openen brug” is gestart dienen voor de bruggen van de volgende zaken automatisch af te lopen:

- Grendels ontgrendelen;
- Brug openen.

### *Sluiten brug*



Het commando “Sluiten brug” kan enkel worden gegeven indien in alle richtingen de scheepvaartseinen op Rood of Sperren staan. De doorvaartgeul(en) dienen van tevoren te zijn geschouwd.

Nadat de functie “Sluiten brug” is gestart dienen voor de ruggen de volgende zaken automatisch af te lopen:

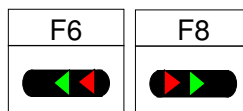
- Brug sluiten;
- Grendels grendelen;
- Afsluitbomen openen;
- Stopseinen doven;
- VWS doven (na wachttijd).

### *Stoppen*



Tijdens alle acties van de bruggen is het mogelijk het commando “Stoppen” te bedienen. Afhankelijk van de situatie wordt de lopende actie onmiddellijk afgebroken (brugbeweging middels zachte stop (nog te realiseren)) of afgebroken in een vaste toestand (afsluitbomen maken beweging af).

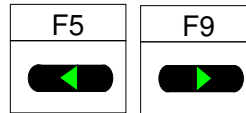
### *Voorbereiden doorvaren*



Het commando “Voorbereiden doorvaren” kan enkel worden gegeven tijdens de toestand “stoppen doorvaren”. Het bijbehorende seinbeeld is Rood-Groen. Per vaargeul kan slechts aan één zijde het seinbeeld Rood-Groen worden gegeven (de andere zijde blijft op Rood).

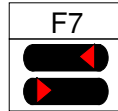


### *Doorvaren toestaan*



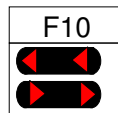
Nadat de brug geheel geopend is, kan het de scheepvaart worden toegestaan door te varen. Dit commando kan op twee verschillende momenten in de besturingsafloop worden gegeven. Als de brug nog niet geheel geopend is en het seinbeeld Rood-Groen actief is dient het commando in de wachtstand te worden bewaard totdat de brug geheel geopend is en de rem gevallen. Daarna dient het door de besturing te worden verwerkt. Als het commando pas wordt gegeven als de brug geheel geopend, de rem gevallen en voor de bewuste vaarrichting het seinbeeld Rood-Groen actief is, dient het commando meteen te worden verwerkt.

### *Stoppen doorvaren*



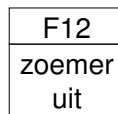
Het commando "Stoppen doorvaren" kan enkel worden gegeven indien het seinbeeld Rood-Groen of Groen voor de bewuste vaargeul(en) actief is. Het bijbehorende seinbeeld is Rood.

### *Sperren doorvaart*



Het commando "Sperren doorvaart" kan enkel worden gegeven indien het seinbeeld Rood voor beide vaarrichtingen aan weerszijden van een brug actief is. Het bijbehorende seinbeeld is Rood-Rood. Door dit commando wordt de toestand sperren zowel gestart alsook gestopt.

### *Zoemer uit*



De zoemer wordt geactiveerd bij het optreden van een storing of alarm. De storing of het alarm wordt middels een verklarende tekstregel op het beeldscherm zichtbaar gemaakt. Deze melding blijft staan totdat deze is geaccepteerd door de bedienaar.

Met het commando "zoemer uit" wordt de zoemer gedeactiveerd voor de oudste nog niet geaccepteerde storing of alarm. Hiermee is tevens deze storing of het alarm geaccepteerd en verdwijnt hierbij van het beeldscherm om plaats te maken voor eventuele volgende storingen of alarmen. Deze procedure wordt herhaald totdat alle storingen en alarmen zijn geaccepteerd.

## Overzicht brugplaat Vlissingen

**OVERZICHT KANAAL DOOR WALCHEREN** 21-9-2004 09:00:30 BEDIENTIJDEN

KEERSLUISTRUG VLISSINGEN  
GEEN BEDIENING  
STORING

SLOEBRUG VLISSINGEN  
GEEN BEDIENING  
STORING

DRAAIBRUG SOUBRUG  
GEEN BEDIENING  
STORING

SCHROEFBRUG MIDDELBURG  
GEEN BEDIENING  
STORING

DRAAIBRUG MIDDELBURG  
BEDIENING CENTRAAL  
STORING

BRUGGEN ARNEKANAAL  
GEEN BEDIENING  
STORING

MISTSTAND  
VLISSINGEN  
MIDDELBURG

**HOOFDMENU CENTRALE BEDIENING**

F1 uitloggen F2 inloggen F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 F10 F11 alarmen F12 zoemer uit  
F13 keersluis F14 sloebrug F15 soubrug F16 F17 draaibrug F18 F19 F20 F21 F22 F23 storingen F24 main

Afbeelding 29: Overzicht hoofdmenu brugplaat Vlissingen

## **BIJLAGE VII OVERZICHT HEURISTISCHE EVALUATIE**

De volgende heuristische evaluatie is een vertaling van de oorspronkelijke lijst die te vinden is op [www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html](http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html). In de vertaalde lijst zijn niet alle checkpunten meegenomen die de oorspronkelijke lijst bevat. Sommige checkpunten zijn niet van toepassing op de gebruikersinterface van de bedieningen van bruggen.

## 1. VISIBILITY OF SYSTEM STATUS

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
1.1	Begint het display met een titel of header die de scherm inhoud beschrijft?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.2	Is er een standaard schermoverzicht en stijl die het scherm verzorgt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.3	Is het geselecteerde icoon duidelijk zichtbaar ten opzichte van de niet geselecteerde iconen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.4	Verschijnen menu instructies, prompts en fout berichten op dezelfde plaats in het menu?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.5	Is de data op meerdere schermen gelabeld om de relatie te zien met anderen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.6	Wordt er gebruik gemaakt van feedback voor elke actie die uitgevoerd wordt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.7	Als de gebruiker een actie vervult, wordt er dan voldoende feedback gegeven dat de volgende actie kan worden gestart?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.8	Wordt er visuele feedback gegeven in de menu's of dialog boxes over welke keuzes zijn geselecteerd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.9	Wordt er visuele informatie gegeven over welke keuze de cursor nu staat?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.10	Is de huidige status van een icoon duidelijk aangegeven?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.11	Wordt er feedback gegeven als er een functiekноп wordt ingedrukt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.12	Zijn er observeerbare vertragingen (meer dan 15 sec) in de responsietijd van het systeem?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.13	En wordt de gebruiker ook geïnformeerd over het systeem voortgang?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.14	Is de menu benaming consistent met de gebruikers taak domein?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

1.15	Heeft het systeem zichtbaarheid: dat is, door het kijken kan de gebruiker de status van het systeem en de alternatieve taken aangegeven?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.16	Geeft de GUI menu's duidelijk de geselecteerde items weer?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.17	Geeft de GUI menu's duidelijk weer wanneer deselectie mogelijk is?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
1.18	Als de gebruiker tussen verschillende items navigeert, gebruikt het systeem context labels, menu maps en geeft navigatie hulp?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

## 2. MATCH BETWEEN SYSTEM AND THE REAL WORLD

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
2.1	Zijn de benamingen van de iconen bekend?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.2	Zijn de menu keuzes op een logische manier geordend volgens mentale model, de itemnamen, taak variabelen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.3	Correspondeert de geselecteerde kleur met de verwachtingen van die kleurcode-ring?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.4	Als een prompt (melding) leidt tot een actie zijn deze consistent met de actie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.5	Vallen menu's samen, die bij elkaar horen, in een categorie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.6	Komt de data op het scherm overeen met de terminologie van de gebruiker?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.7	Zijn commando namen specifiek dan algemeen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2.8	Zijn de functieknoppen duidelijk gelabeld?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

### 3. USER CONTROL AND FREEDOM

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
3.1	Is het gemakkelijk om tussen verschillende schermen te schakelen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.2	Als een gebruikerstaak klaar is, wacht het systeem op een signaal van de gebruiker voor verwerking?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.3	Kunnen gebruikers commando's geven die drastische gevolgen heeft voor het systeem?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.4	Als het systeem bestaat uit meerdere niveaus kan de gebruiker terug gaan naar zijn vorige actie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.5	Als de gebruiker terug kan naar het vorige menu, kan hij dan zijn eerdere menu keuze veranderen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.6	Kan een gebruiker naar voren en naar achteren bewegen tussen velden?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.7	Hebben functies die serieuze gevolgen hebben een undo functie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.8	Kunnen gebruikers gemakkelijk hun actie terugdraaien? Zoals tijden het bedienen van de brug?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3.9	Kan de gebruiker zijn eigen systeem, session, beeld default instellen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

#### 4. CONSISTENCY AND STANDARDS

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
4.1	Is de opmaak van het scherm consistent met het vaarwater?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.2	Zijn afkortingen niet te kort?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.3	Zijn iconen gelabeld?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.4	Zijn er niet meer dan 12 a 20 icoon types?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.5	Zijn er saliente visuele cues voor het activeren van een venster?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.6	Heeft iedere venster een naam?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.7	Matchen de menustructuur met de taakstructuur?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.8	Zijn de menukeuzes verticaal gestructureerd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.9	Staat de exit altijd onder aan de lijst?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.10	Zijn de veldlabels vet gedrukt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.11	Zijn de veldlabels consistent met de data van het ene scherm naar de ander?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.12	Zijn aandacht technieken met zorg gebruikt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.13	intensiteit: twee niveaus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.14	grootte: tot 4 groten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.15	font: tot 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.16	blink: 2 tot 4 Hz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.17	color: tot 4 (toegevoegde kleuren voor alleen noodzaak)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.18	geluid: soft geluiden voor pos feedback, ruwe geluiden voor kritische situaties zijn er niet meer dan 5 tot 7 kleuren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

4.19	Is de belangrijkste informatie in het begin van een prompt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.20	zijn de gebruikersacties namen consistent in alle prompt van het systeem?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4.21	Zijn menu keuzes namen consistent in elke menu in het gehele systeem benoemd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

## 5. HELP USERS RECOGNIZE, DIAGNOSE, AND RECOVER FROM ERRORS

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
5.1	Wordt geluid gebruikt voor het aangeven van een fout?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.2	Zijn de fouten zo genomen dat het systeem de schuld krijgt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.3	Zijn de prompts kort en duidelijk?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.4	Zijn de foutmeldingen grammaticaal correct?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.5	Maken foutmeldingen geen gebruik van "geschreeuw" tekst?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.6	Zijn de foutmeldingen niet vijandig?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.7	Vermijden foutmeldingen menselijke toon?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.8	Worden de foutmeldingen in het systeem consistent volgens grammatica style, terminologie en afkortingen gebruikt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.9	De meldingen zijn zo gegeven dat de gebruiker in controle staat?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.10	Zijn de fouten in Nederlandse taal?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.11	Lichten de fouten op (gehighlighted)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5.12	Geven de fouten aan wat de gebruiker moet gaan doen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	



## 6. ERROR PREVENTION

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
6.1	Zijn de menu's logisch, onderscheidend en onderling exclusief?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6.2	Is de navigatie van het displays venster logisch?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6.3	Zijn er functieknoppen die moeilijk te bereiken zijn (fitts law)?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6.4	Zij de functieknoppen die een serieuze actie kunnen veroorzaken, ver weg gelokaliseerd van frequente gebruikte knoppen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6.5	Zijn bevoegdheid knoppen geminimaliseerd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

## 7. RECOGNITION RATHER THAN RECALL

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
7.1	Worden prompts, cues, berichten in het midden van het scherm geprojecteerd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.2	Zijn functieknoppen op een logische manier gegroepeerd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.3	Zijn er headings die onderscheidt maakt tussen de verschillende vensters?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.4	Zijn de functieknoppen in verschillende zones gegroepeerd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.5	Zijn de zones gescheiden door een witte lijn, ruimtes, kleur, bold titel, shade area?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.6	Wordt er kleur highlightings gebruikt voor gebruikers aandacht?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.7	Wordt kleuren gebruik consistent gebruikt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.8	Is er een goede kleur en helderheid contrast gebruikt tussen plaatsjes en achtergrond kleuren?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.9	Wordt er gebruik gemaakt van mapping: is de relatie tussen controls en acties duidelijk voor de gebruiker?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

7.10	Biedt GUI menu's affordance aan: maak duidelijk waar selectie mogelijk moet zijn?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7.11	Zijn de functieknoppen duidelijk gegroepeerd?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

## 8. FLEXIBILITY AND MINIMALIST DESIGN

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
8.1	Zijn menulijsten kort (minder dan 7), kunnen gebruikers een item selecteren met de muis om het te verplaatsen?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
8.2	Als het systeem gebruik maakt van een muis, hebben de gebruikers de mogelijkheid om ook op een veld te klikken middels een toetsenbord shortcut?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

## 9. AESTHETIC AND MINIMALIST DESIGN

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
9.1	Zijn alle iconen visueel gepresenteerd en onderscheidend?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9.2	Zijn gegroepeerde items gescheiden van elkaar door een witte ruimte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9.3	Zijn alle veldlabels kort, bekend en beschrijvend?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
9.4	Heeft elk scherm een korte, gemakkelijke en duidelijke titel?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

## 10. HELP AND DOCUMENTATION

#	Review Checklist	Ja	Nee	NVT	Opmerkingen
10.1	Wordt er gebruik gemaakt van context sensitive help?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
10.2	Is er een help optie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
10.3	Is er documentatie?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

## BIJLAGE VIII HET OBSERVATIESCHEMA

Gebruikersvriendelijkheidstest van een gebruikersinterface in een bedieningspost									
Participant:		M=menu error (wrong choice)					D=documentation use		
Datum:		E=other error					F=frustration		
		R=repeat task					B=take a break		
Taak #	Tijd	M	E	R	D	F	B	Comments	notities
Taak 1. aanmelden	Start: Stop:								
Taak 2. Open van de brug	Start: Stop:								
Taak 3. Selecteren: zoemer aan	Start: Stop:								
Taak 4. Selecteren van ... brug	Start: Stop:								
Taak 5. Check (fout) meldingen	Start: Stop:								
Taak 6. Openen alarmen	Start: Stop:								
Taak 7. Selecteer luidspreker "#"	Start: Stop:								
Taak 8. # schepen									
Taak 9. # voetgangers op brug									
Taak 10. # welke kleur auto reed									

## BIJLAGE IX SATISFACTIE VRAGENLIJST

Omcirkel iedere vraag dat het best past bij jou persoonlijke oordeel.  
Als er vragen zijn kun je ze me altijd stellen!!

1. Ik denk dat ik dit systeem regelmatig zou kunnen gebruiken

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

2. Het systeem is overbodig complex

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

3. Ik vind het systeem eenvoudig te gebruiken

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

4. Ik denk dat ik de hulp van een techneut nodig zou hebben om dit systeem te gebruiken

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

5. De verschillende functies van het systeem zijn goed geïntegreerd

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

6. Ik vind dat er teveel onlogische dingen in het systeem zijn

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

7. Ik zou me kunnen voorstellen dat de meeste mensen dit systeem makkelijk zouden kunnen gebruiken

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

8. Ik vind het systeem heel lastig te gebruiken

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

9. Ik voel me vertrouwd bij het gebruiken van het systeem

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

10. Ik moest veel dingen leren voordat ik aan de slag kon met dit systeem

*Heel erg mee oneens*    1       2       3       4       5    *eens*

## Open vragen

1. Bent u ergens erg (on)tevreden over met iets wat niet is genoemd?

---

---

2. Zijn er aspecten die hierboven niet zijn genoemd?

---

---

3. Waar ben je het meest tevreden over dit systeem?

---

---

4. Waar ben je het minst tevreden over dit systeem?

---

---

5. Hoe zou je de tevredenheid van dit systeem willen scoren?  
(rondje om het goede antwoord)

1 = niet actueel

2= slecht

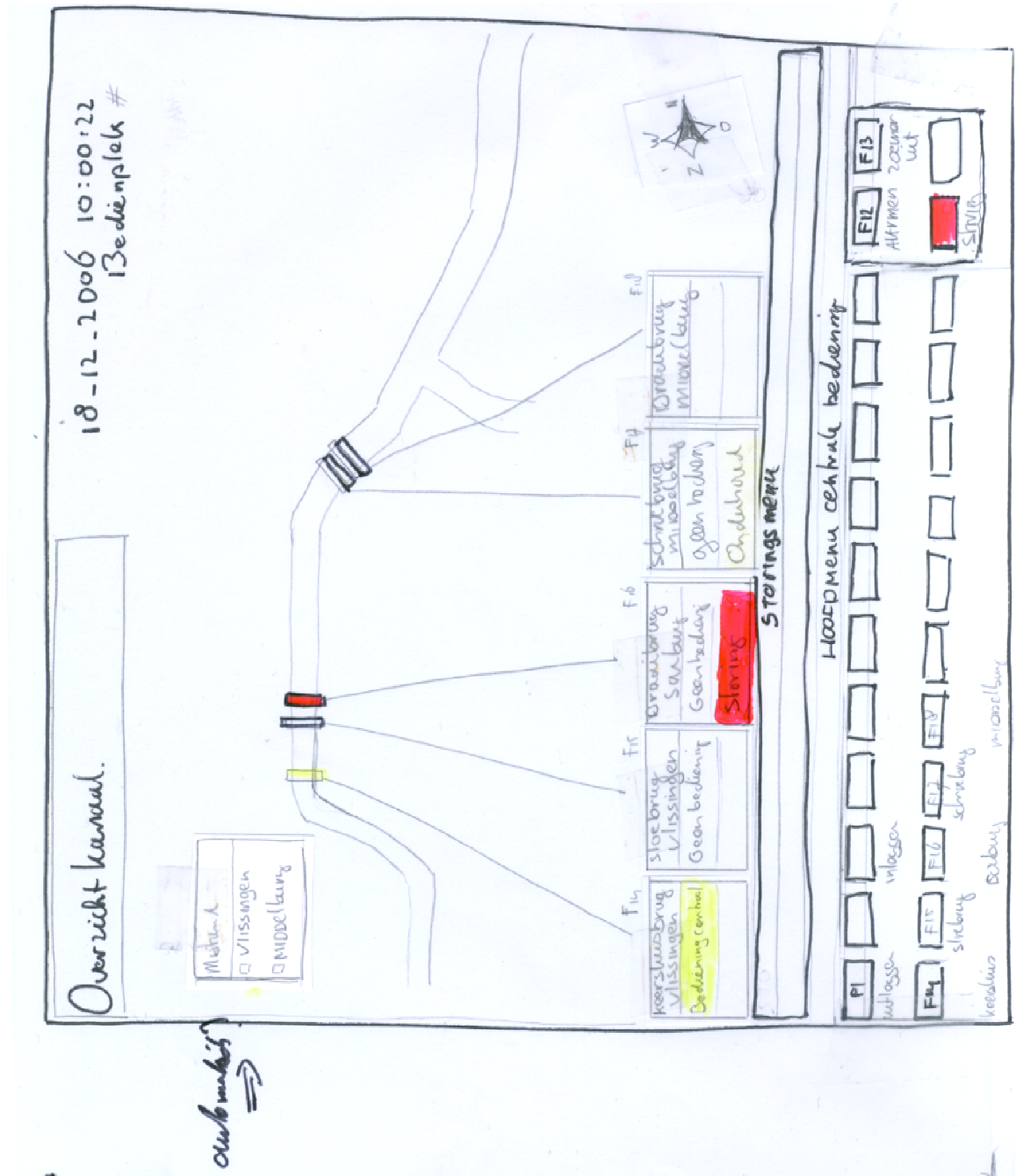
3= redelijk

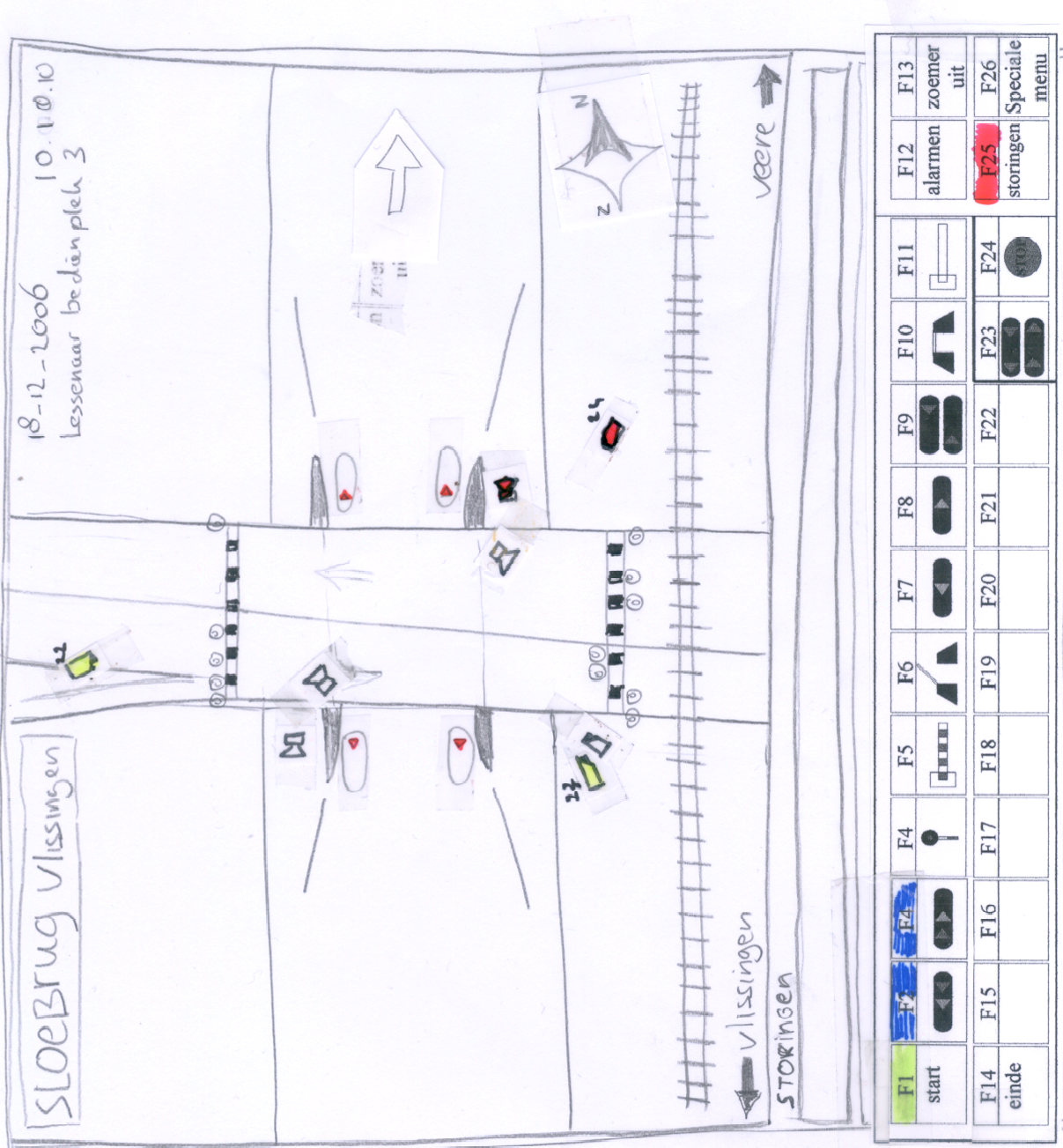
4= goed

5= uitstekend

BIJLAGE X PAPER PROTOTYPE GEBRUIKERSINTERFACE

VOORBEELDEN PAPER PROTOTYPING



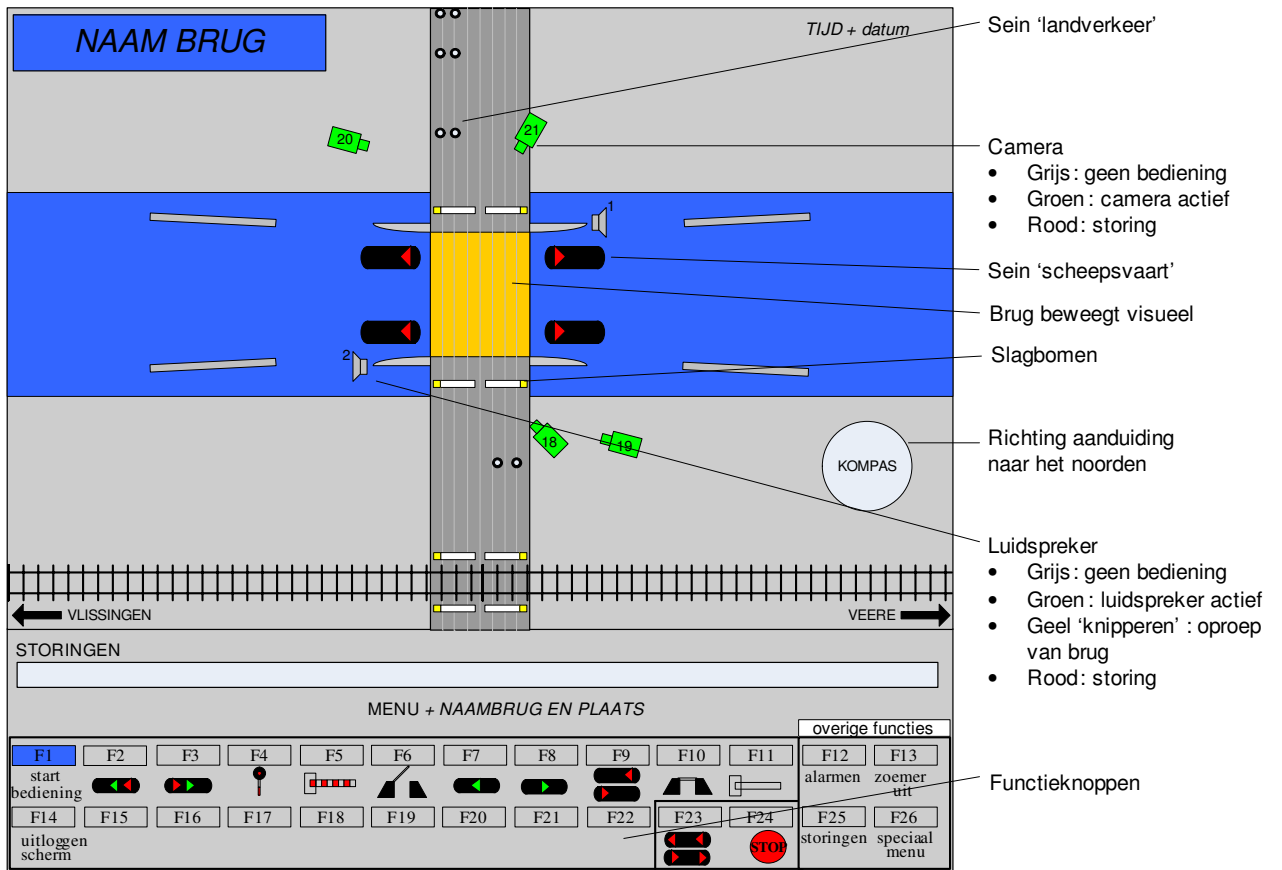






F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13
start	←	→	↑	□	▲	◀	▶	▬	▴	▢	alarmen zoemer uit	zoemer uit
F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26
einde									▬	●	storingen	Speciale menu

1  
2



**Afbeelding 30: Prototype gebruikersinterface menu brugbediening**

## BIJLAGE XI ONGEVALLEN BRUGGEN

In de onderstaande situaties staan verschillende ongevallen met bruggen die tijdens het onderzoek zijn gebeurd.

### SITUATIE 1: DODELIJKE VAL FIJNAARTER BIJ OPENEN BRUG

Maandag 4 september 2006 - *DINTELOORD* – Politie, brandweer en waterschap Brabantse Delta weten zich vooralsnog geen raad met het dramatische ongeluk op de Prinslandsebrug bij Dinteloord dat zaterdag het leven kostte van de 82-jarige Huibert Nieuwkerk uit Fijnaart.

Was er misschien sprake van onachtzaamheid, of is het beveiligingssysteem van de op afstand bestuurbare brug toch niet helemaal waterdicht?

Dat zijn vragen waarop de technische recherche antwoord moet geven. „In afwachting van de resultaten van het onderzoek is het zinloos om te speculeren. Wel is duidelijk dat hier sprake is van een heel ongelukkige samenloop van omstandigheden. Erg tragisch”, zegt dijkgraaf Joseph Vos van Brabantse Delta, de beheerder van de brug over de Dintel.

Nieuwkerk fietste zaterdagmiddag terug naar huis, nadat hij bij de Welkoopwinkel aan de Havenweg, net over de brug, een paar nieuwe klompen had gekocht. Hij stopte op de brug om naar de afgemeerde plezierjachten te kijken.

Het moet de bejaarde man zijn ontgaan dat precies op dat moment, rond de klok van twee uur, de alarmbellen rinkelden, de waarschuwingslampen knipperden en de slagbomen sloten. Toen de brug vanuit de centrale post bij Roode Vaart (gemeente Moerdijk) in beweging werd gezet, was het te laat.

Wachtende automobilisten moesten machteloos toezien hoe het slachtoffer van het brugdek naar beneden gleed, zich nog even aan de railing wist vast te klampen, maar vervolgens in de diepte verdween.

„Aanvankelijk gingen we er vanuit dat hij in het water terecht was gekomen”, zegt brandweercommandant Corné Hagens. „Omdat ons werd gemeld dat er sprake was van een drenkeling, zijn we zowel vanuit Dinteloord als Fijnaart met een team duikers uitgerukt.”

Bij aankomst bleek het slachtoffer echter tien meter lager terecht te zijn gekomen in de betonnen bak waarin het hydraulisch systeem van de brug is verankerd. Toen ambulances en traumahelikopter arriveerden, was het slachtoffer al overleden.

In het verleden werden de oevers van de Dintel met elkaar verbonden door een draaibrug. Die werd bediend door een brugwachter. In 1995 werd een nieuwe brug geplaatst, die vanuit de centrale post bij Roode Vaart van op afstand wordt bediend. „Een beproefd systeem”, zegt dijkgraaf Vos.

De brug wordt vanuit de centrale post bewaakt met drie camera's. Daarmee worden zowel de vaarroute als het bewegende deel van de brug in beeld gebracht. „Op één monitor kunnen we de drie beelden tegelijkertijd zien. Pas als het brugdek vrij is van alle verkeer, wordt de brug geopend”, legt een sluiswachter uit.

Waarom het zaterdag, toen een van zijn collega's dienst had, toch mis ging, is ook hem een raadsel. Brandweercommandant Hagens sluit niet uit dat de camera's niet het volledige brugdek bestrijken, dat er sprake is van een dode hoek, maar de sluiswachter bestrijdt dat.

### *Belemmerd*

“Wel is het zo dat het zicht wordt belemmerd door een lantaarnpaal en de kast waarop de slagboom is gemonteerd. Mogelijk hebben die het zicht op de fietser ontnomen. Dan nog blijft het een raadsel waarom het slachtoffer niet op alle waarschuwingssignalen heeft gereageerd.”

De sluiswachter die ten tijde van het ongeluk dienst had, krijgt van zijn werkgever alle noodzakelijke begeleiding, zegt Vos.

“Want dit is voor hem uiteraard een traumatische ervaring.”

Dat geldt ook voor de wachtende automobilisten die het ongeluk voor hun ogen zagen voltrekken. „Alle ooggetuigen krijgen steun van Slachtofferhulp”, weet Hagenaars.

Volgens Brabantse Delta zijn er nooit eerder problemen geweest met het beveiligingssysteem van de brug.

“De apparatuur wordt jaarlijks gecontroleerd. Mocht het onderzoek aantonen dat er desondanks verbeterpunten zijn, dan zullen we daar loyaal aan meewerken”, zegt Vos.

BRON: <http://www.bndestem.nl/bergenopzoom/article621093.ece>

### **SITUATIE 2: BEJAARDE VROUW VALT VAN OPENGAANDE BRUG**

Een 76-jarige inwonster van Zwolle is donderdagmiddag gewond geraakt doordat zij met haar invalidenwagentje op de brug terechtkwam terwijl de slagbomen dicht gingen. Hierdoor bevond de vrouw zich nog op de brug toen deze zich opende. Omdat zij zich niet meer aan de kant van het scharnierpunt bevond, werd de vrouw tot ca. 25 meter omhoog gebracht waarna zij achteruit rijdend naar beneden viel op het onderliggende asfalt. De vrouw is met onbekend letsel naar het ziekenhuis vervoerd

Bron: [http://zwolle.web-log.nl/zwolle/2005/10/bejaarde\\_vrouw\\_1.html](http://zwolle.web-log.nl/zwolle/2005/10/bejaarde_vrouw_1.html)

### **SITUATIE 3: LOKALE BEDIENING - MAN FIETST TEGEN OPENGAANDE BRUG**

*Vinkeveen* - Op zondag 29 juli is een man met zijn fiets tegen een opengaande brug gefietst. Hij en zijn zontje raakten gewond.

Rond zes uur in de middag draaide de brugwachter de handbediende brug over de Gemeenlandsvaart aan het Achterbos omhoog. Daarbij was hij vergeten eerst de slagboom aan de kant van het Achterbos te sluiten. Op dat moment kwam een 38-jarige fietser uit Maarssen aanfietsen. Hij had zijn zontje in een kinderzitje voorop de fiets. De man zag kennelijk niet dat de brug omhoog ging en terwijl de brug al zo'n 20 à 30 cm omhoog was, fietste hij met zijn voorwiel tegen het brugdek en sloeg met de fiets over de kop.

Het zontje had een tand door zijn lip en de vader had in ieder geval een kaakfractuur. Beiden zijn per ambulance naar het Oudenrijnziekenhuis in Utrecht gebracht.

BRON: <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2001/07/30/J042.htm>

### **SITUATIE 4: VROUW GEWOND NA VAL VAN BRUG**

Een 77-jarige vrouw uit Noordhorn is vrijdagochtend bij de brug over het Van Starckenborghkanaal te water geraakt. De vrouw liep met haar zus over de brug, terwijl op dat moment de brug omhoog ging. De brug beweegt zich horizontaal. Haar zus wist zichzelf in veiligheid te brengen. Het slachtoffer pro-

beerde met een sprong vanaf de opengaande brug op het wegdek te geraken. Dit gelukte niet, waarna zij via een brugsteil in het water belandde. Een alerte 44-jarige getuige uit Adorp zag het incident gebeuren en sprong de vrouw achterna. Met behulp van brandweerlieden wist de Adorper de gewonde vrouw uit het water te halen. Het slachtoffer is met beenletsel naar het ziekenhuis vervoerd. De politie probeert op basis van de verklaringen van de betrokkenen en van getuigen een beeld te krijgen van de toedracht van het ongeval. Ook de raad Transport en Veiligheid stelt een onderzoek in naar de brugbeveiliging.

BRON: <http://www.nieuwsbank.nl/inp/2003/06/27/E149.htm>

## **SITUATIE 5: FOUTE WERKWIJZE BIJ OPENEN VAN KOGERPOLDERBRUG**

*West-graftdijk* - Het ongeval op de Kogerpolderbrug in West-Grafdijk, waarbij op 26 mei een auto het water in viel, is vooral te wijten aan een menselijke fout. De brugwachter die vanuit Purmerend werkt, heeft bij het openen nooit gezien dat een auto op de brug stond. Hij maakte geen gebruik van camera-beelden omdat hij al jaren vertrouwde op een detectiesysteem in het brugdek. Maar zo'n systeem is er nooit geweest.

Het gedateerde beeldinformatiesysteem met een trage datalijn sterkte de brugwachter in zijn idee dat controle met behulp van de monitor bij het sluiten van de brug eigenlijk niet nodig was. Om dezelfde reden wierp hij geen blik op het beeldscherm toen hij de brug voor de scheepvaart opende. En hij maakte ook tijdens het heffen geen gebruik van de camerabeelden, zodat hij de noodstop niet heeft geactiveerd.

Al die tijd stond een personenauto vast tussen de gesloten bomen van de Kogerpolderbrug. Tijdens het openen van de brug werd het voertuig aan de achterzijde opgetild en bleef de motorkap onder de afrijdboom geklemd. Daarna is de auto door de opengaande brug onder de boom uitgetrokken en in het water gevallen. De bestuurder sprong er tijdig uit, maar raakte gewond aan zijn enkel.

KLM Health Services, dat het ongeval op verzoek van de provincie Noord-Holland heeft onderzocht, komt met een aantal aanbevelingen om herhaling te voorkomen. De brugwachters moeten een verbeterde training krijgen en er moet beter toezicht op hun werk komen. Verder moet het beeldinformatiesysteem tussen de Kogerpolderbrug en de bedieningspost in Purmerend dringend worden gemoderniseerd.

Ook adviseert KLM Health Services om een tijdvertraging in te bouwen tussen het sluiten van de brug voor het verkeer en vervolgens het openen van de brug voor de scheepvaart. De bediener van de brug kan dan enkele verversingen van de beelden op zijn monitor afwachten om er zo zeker van te zijn dat het brugdek vrij van verkeer is.

Verder moet de werkruimte van de brugwachter in Purmerend zo worden ingericht dat hij door de techniek wordt gedwongen slechts één object tegelijkertijd te kunnen bedienen. Als verschillende panelen worden gemaakt voor de bruggen die vanuit Purmerend worden geopend, komt de brugwachter niet in verleiding met meerdere processen tegelijkertijd bezig te zijn.

BRON: <http://images.flitsservice.nl/phpBB/viewtopic.php?p=354586>