

Valtteri Kuusinen

INHIMILLISEN VIRHEEN SYYT MERENKULUN  
ONNETTOMUUKSISSA

Merikapteenin koulutusohjelma  
2019

## INHIMILLISEN VIRHEEN SYYT MERENKULUN ONNETTOMUUKSISSA

Kuusinen, Valteri  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Merikapteenin koulutusohjelma  
Toukokuu 2019  
Sivumäärä: 33

Asiasanat: merenkulku, onnettomuudet, riskienhallinta, kognitiivinen, psykologia

---

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli perehtyä inhimilliseen virheeseen ja sen vaikutuksiin nykypäivän kauppa-aluksissa. Työssä käytettiin lähdemateriaalina psykologi-ankirjallisuutta ja nettilähteitä alaa tutkivilta sivustoilta. Tavoitteena oli löytää tapoja, joilla inhimillisen virheen vaikutusta saataisiin vähennettyä työympäristöstä tulevaisuudessa. Halusin myös tuoda esille, miten moderneissa kauppa-aluksissa yritetään tätä virhettä jo korjata.

Tärkeässä osassa työtä oli James Reasonin ja Jens Rasmussenin tekemät tutkimukset aiheesta. Työ oli tarkoitus tehdä fenomenografisena, eli näitä kahta hyvin erilaista näkökulmaa vertailevana tutkielmana.

Tämä työ on lähtökohtaisesti kirjoitettu merenkulun ammattilaisille, joilla on päällystötason koulutus taustalla. Tutkimus soveltuu myös merenkulkualan opiskelijoille.

## CAUSES OF HUMAN ERROR IN MARITIME ACCIDENTS

Kuusinen, Valteri

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Sea Captain

May 2019

Number of pages: 33

Keywords: maritime, accidents, risk management, cognitive, psychology

---

The purpose of this thesis was to study human error and its impact on modern merchant vessels. I used psychology literature and online studies from the field as a source of information. Goal of this study was to find ways to reduce human errors effects at place of work in future. I also wanted to bring front the fact that how modern vessels are trying to fix human error currently.

In important part of the study was research of the subject made by James Reason and Jens Rasmussen. Work was intended to be made as a phenomenography study that compares these to very different points of views.

This thesis is primarily written to maritime professionals whom has officers level of education at the background. Study is also suited to students at the field of maritime.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Tutkimusmenetelmä ja aineisto .....	6
2	HUMAN ERROR.....	7
2.1	Mikä on human error?.....	7
3	INHIMILLINEN VIRHE KOGNITIIVISESTA NÄKÖKULMASTA.....	9
3.1	Kognitiivinen koulukunta .....	9
3.1.1	Kaksi aikaa ja neljä virheen muotoa.....	9
3.2	Skill-based level eli taitopohjainen taso .....	10
3.3	Rule-based level eli sääntöpohjainen taso .....	12
3.3.1	Hyvän säännön käyttö väärässä tilanteessa .....	13
3.3.2	Huonon säännön käyttö .....	14
3.3.3	Säännön määrittäminen tajunnan tasolla .....	14
3.4	Knowledge-based level eli Tietotaitopohjainen taso .....	15
3.5	Virheiden havaitseminen .....	16
3.6	Taito-, sääntö- ja tietopohjaiset tasot merenkulussa .....	18
3.7	Onko olemassa tapaturma-alttiita ihmisiä?.....	19
4	IHMISEN VIRHEEN TAKANA.....	20
4.1	Inhimillinen tekijä Rassmussenin näkökulmasta .....	20
4.2	Stop-Rule .....	22
4.3	Rassmussenin johtopäätös .....	23
5	IHMISEN VIRHEEN SEURAUKSET.....	23
6	MODERNIT RATKAISUT .....	27
6.1	Käyttäjäkeskeinen suunnittelu .....	27
6.2	Integroidut komentosillat .....	27
6.3	Automaatio.....	29
7	LOPPUTULOS .....	29
	LÄHTEET.....	31

# 1 JOHDANTO

Tämä tutkimus on lähtökohtaisesti suunnattu merenkulun ammattilaisille ja opiskelijoille.

Yhtenä merenkulun merkittävimmistä onnettomuuden aiheuttajista pidetään ihmisen virhettä eli englannin kieliseltä termiltään human error:ia. Tässä tutkimuksessa perehdytään ihmisen virheeseen ja sen vaikutuksiin onnettomuuksissa. Tutkimustavoitteena on myös selvittää keinoja, joilla pyritään pienentämään inhimillisiä virheitä aluksilla nyt ja tulevaisuudessa. Tutkimuksessa sivutaan myös uudenlaisen teknologian mukana tulevia hyöty- ja haittapuolia sekä mahdollisia haasteita ja esteitä kehitykselle.

Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen ja sen ymmärtäminen on tärkeää tulevaisuuden merenkulkua ajatellen. Arvioiden mukaan ihmisen virhettä pidetään osana 75% - 96% merenkulun tapaturmista (Shipping losses continue...2018). UK P&I Clubin tekemän arvion mukaan vuotuiset kulut koko toimialalle ovat 541 miljoonaa dollaria (Improving the awareness...2003).

Port and Maritime Organization of Iran on ilmoittanut 5000 ihmisen kuoleman johtuneen merenkulun onnettomuuksista tällä vuosikymmenellä (Mokhatari & Khodadadi Didani 2013, 1). Malaysian Marine Department on ilmoittanut vuosina 2008 – 2014 kuolonuhreja 190. Tapaturmia Malesia ilmoitti näinä vuosina 546 (Chan, Hamid & Mokhtar 2016, 3). Syynä maiden erolle on Iranin lähes kolminkertainen väkiluku, mutta se ei silti riitä moninkertaisen kuolleisuuden selittämiseen.

Inhimillisen virheen eliminoimisen haasteena pidetään sen ennustettavuuden vaikeutta. Aiheuttajana voi toimia moni tekijä ja useimmissa tapauksissa syitä on enemmän kuin yksi. Nykyään laivat ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, joissa työskentelee useita eri kulttuureja. Nollaonnettomuudet ovat yritysten tavoitteena, mutta tätä on mahdotonta saavuttaa.

Tutkimustavoite on parantaa ymmärrystä inhimillisen virheen vaikutukseen laivaympäristössä ja antaa tapoja pienentää kognitiivisen virheen mahdollisuutta työympäristössä.

## 1.1 Tutkimusmenetelmä ja aineisto

Tutkimuksessa käsitellään ilmiötä, joten se tehdään kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena. Tutkimussuuntaus tässä työssä on fenomenografinen, koska se käsittelee kahta hyvin erilaista näkemystä aiheesta. Tämänkaltainen tutkimusote sopii lähdemateriaaliin, joka pääsääntöisesti on kvalitatiivista.

Lähdemateriaalina käytetään netti- ja kirjallisuuslähteitä, jo tehtyjä tutkimuksia, sekä haastatteluja. Rajaan tutkimuksen inhimillisen virheen ympärille ja teknologian, jolla sitä yritetään vähentää. Rajaan tutkimuksen myös koskemaan vain kauppa- ja matkustaja-alueita, jotka ovat kansainvälisessä liikenteessä.

Keskeisessä osassa tätä tutkimusta ja aiheen ymmärtämistä on psykologian tohtori James Reasonin kirjoittama kirja "Human Error". Toinen tärkeä teos on Jens Rasmussenin "Human error and the problem of causality in analysis of accidents". Nämä kirjat lähestyvät inhimillistä virhettä hyvin eri näkökulmista ja kummassakin on erilainen näkemys syistä, joista inhimillinen virhe johtuu. Merenkulun onnettomuuksiin perehtymällä saa käsityksen onnettomuuksiin johtavista syistä.

## 2 HUMAN ERROR

### 2.1 Mikä on human error?

Ihmisen virhe eli human error tarkoittaa yksilön toimintaa, joka johtaa odottamattomaan ja tahattomaan lopputulokseen (Esteban, 2017). Yksinkertaisesti sillä viitataan ihmisen taipumukseen tehdä virheitä. Nämä virheet syntyvät ihmismielen tekemistä valinnoista. Jopa yksinkertaisissa työtehtävissä, jotka tuntuvat rutiinilta, ihminen joutuu valitsemaan, miten työtehtävän suorittaa.

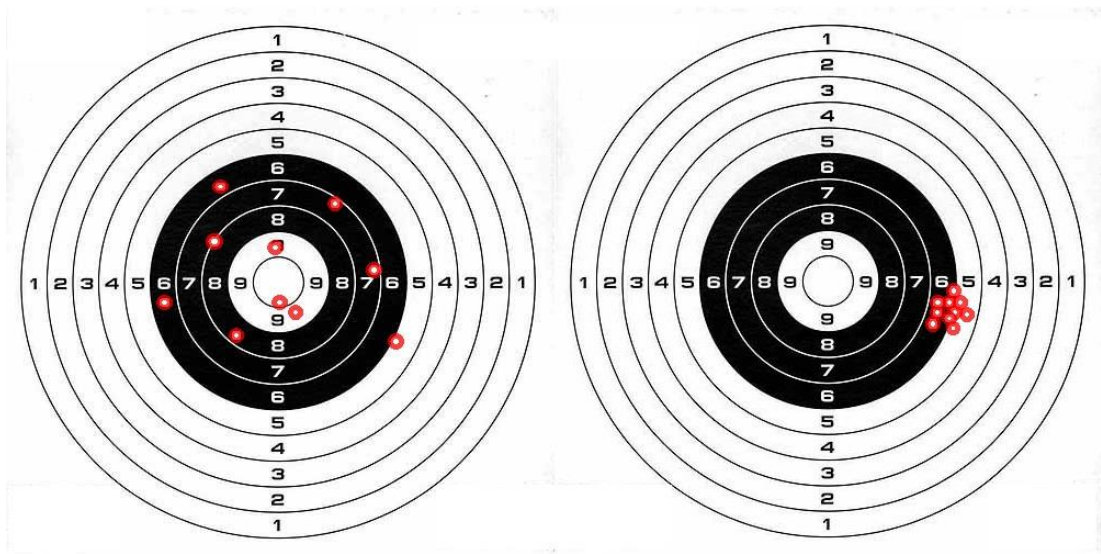
Otetaan esimerkkinä yksinkertainen tehtävä, kuten paikanmääritys aluksella. Tämänkin työtehtävän aluksen perämies tai kapteeni voi tehdä hyvin monella eri tavalla. Näitä tapoja ovat:

- GPS koordinaatit
- Suuntiman ja etäisyyden mittaus tutkapisteestä
- Ristisuuntimat kahden tutka pisteen avulla tai suuntimakompassilla
- Syvyyden vertaaminen karttapaikkaan
- Kulkusuunnan ja nopeuden mukaan laskeminen edellisestä loki paikasta
- Astronominen paikanmääritys

Tapoja on lukuisia ja muuttujia on jokaiseen tapaan, kuten eksymä, eranto, virta, sorto, näkyvyys, sääolosuhteet, liikenne, etäisyys rannikolta, laitteisto ja monta muuta. Jokainen perämies on opetettu katsomaan paikka vähintään kahdella näistä tavoista. Nämä tekijät huomioon ottaen on mahdollisia suoritustapoja ja järjestyksiä lukemattomia.

Samantapaisen esimerkin valossa psykologian professori James Reason (1990, 2) toteaa, että kokonaan inhimillisestä virheestä vapaata työpaikkakulttuuria on mahdoton saavuttaa. Työtehtävät voidaan tehdä parhaassa tapauksessa vain muutamalla tavalla oikein. Työn aikana tulee lukuisia vaiheita tai päätöksiä, jotka tarjoavat mahdollisuuden erinäisiin virheellisiin lopputuloksiin. Merimiesten työtehtäviä helpottavia laitteita

ja ratkaisuja voi olla vaikeaa luoda, koska lopputulemat saattavat olla arvaamattomia. On kuitenkin huomattu, että ihmisten tekemät virheet voivat olla enemmän tai vähemmän ennustettavia. Otetaan esimerkkinä kaksi ampujaa, joiden kummankin on ammuttava tauluun kymmenen laukausta.



Kuva 1. Maalitaulut (Shutterstockin www-sivut 2019)

Vasemmanpuoleisen ampujan taulu ei näytä toistuvaa virhettä, vaan jatkuvan muuttujan. Tämän kaltaista ihmisen virhettä on mahdotonta ennustaa, koska laukaukset osuvat sattumanvaraisesti. Ison muuttujan omaavia ihmisen virheitä on vaikeaa korjata ja teknologialla parantaa. (Reason 1990, 3.) Merenkulussa tällaisia virheitä voisi synnyttää kokemuksen puute tai huolimattomuus.

Oikeanpuoleinen ampujan muuttuja on hyvin pieni, mutta toistuva virhe on suuri. Tällaisia virheitä on helppo ennustaa ja korjata. Toistuvan virheen voi aiheuttaa jokin vääränlainen rutiini, viallinen laite tai väärin opittu/ymmärretty asia.



## 3 INHIMILLINEN VIRHE KOGNITIIVISESTA NÄKÖKULMASTA

### 3.1 Kognitiivinen koulukunta

Kognitiivisen psykologian tohtorina toimiva professori on kirjoittanut kirjan “Human Error”, joka syntyi monen muun tutkimuksen innoittamana. Reasonin tekemää työtä pidetään tämän näkökulman keulapuskurina. Kirjassaan hän käy läpi normaalissakin arjessa ihmisille tapahtuvia virheitä, ja miten nämä virheet heijastuvat korkean riskitason työhön. Suurin osa nykypäivän onnettomuuksista on kokoelma ihmisen tai ihmisten tekemiä pienempiä virheitä, jotka manifestoituvat yhtenä suurena tapaturmana. (Reason 1990, 17.)

Virheet jaetaan kahteen isompaan kategoriaan ja neljään alakategoriaan, näitä käsitellään kappaleessa 3.1.1 Kaksi aikaa ja neljä virheen muotoa. Isommat kategoriat pohjautuvat missä suunnitelman vaiheessa virheet tapahtuvat. Neljä pienempää kategoriaa kertovat mistä virheen muodosta on kysymys, sekä millä tajunnan tasolla ongelmanratkaisu tapahtuu. (Reason 1990, 13, 53.)

#### 3.1.1 Kaksi aikaa ja neljä virheen muotoa

1. Slips eli lipsahdus tai lapsus
  - Tapahtuu suunnitelman toteutus vaiheessa
  - Huomioon pohjautuva virhe
  - Väärin kirjoitettu tai sanottu ajatus
  
2. Lapses eli hetkellinen muistin, keskittymisen tai arvostelukyvyn menetys
  - Yleisin suunnitelman varastointi tai muistivaiheessa eli toteutusvirhe
  - Taitopohjainen virhe

### 3. Mistakes eli erheet:

Rule based mistakes eli sääntöpohjainen virhe

- Virhe suunnitteluvaiheessa
- Virheen syynä:
  - a. väärin käytetty hyvä sääntö
  - b. väärän säännön soveltaminen tilanteeseen

Knowledge based mistakes eli tietopohjainen virhe

- Suunnitteluvaiheen virhe
- Useita virheen aiheuttajia, kuten:
  - a. Taipuvuus puoltamaan omia ennakkokäsityksiään
  - b. Selektiivisyys tai valikoivuus
  - c. "Poissa silmistä, poissa mielestä" -asenne
  - d. Sitoutumattomuus
  - e. Sulkeutuneisuus

### 4. Violations eli rikkeet

- Ihmisen huolimattomuudesta tai piittaamattomuudesta johtuva virhe
- Säännön tai menettelytavan rikkominen

Virheet voivat tapahtua ihmismielen kolmella eri tasolla, joten määrittämiseen on kehitetty järjestelmä GEMS eli generic error-modeling system. (Reason 1990, 63.) Tasoja, joilla virheet tapahtuvat, käsitellään kappaleissa 3.2 Skill-based level eli taitopohjainen taso; 3.3 Rule-based level eli sääntöpohjainen taso; ja 3.4 Knowledge-based level eli tietotaitopohjainen taso.

#### 3.2 Skill-based level eli taitopohjainen taso

Tällä tasolla ihmisen tekemät tehtävät ovat alitajunnan suorittamia tehtäviä, kuten autolla-ajo tai kahvinkeitto. Niin kutsutuissa selkärangasta tulevissa tehtävissä ei ihminen voisi pitää ajatustaan, vaikka yrittäisi. Jos kuitenkin ihminen alkaa miettimään näitä tehtäviä, hän voi katkaista jouhevan työnteon. Esimerkiksi portaiden alasjuoksemisessa ihminen voi alkaa miettimään kesken portaiden: "Mitä jalkani tekevät?" Hän saattaa rikkoa sulavan alitajuntaisen tehtävän ja kaatua. (Total Training Support 2016.)

Taitopohjaiset virheet ovatkin usein edellisen kategorian lipsahduksia, lapsuksia tai hetkellisiä muistin, arvostelukyvyn tai keskittymisen virheitä. Nämä aiheutuvat sulavan automaattisen työtehtävän katkeamisesta. Esimerkiksi puhelun lopetettuasi palaat takaisin käsillä olevaan toimenpiteeseen, eikä sinulla ole muistikuvaa missä kohtaa askareta olit.

Kuvitellaan tilanne kahvinkeitosta, joka soveltuu automaattiseksi alitajunnan tehtäväksi. Siinä ihminen ajattelematta suorittaa monta yhtäjaksoista työtehtävää. Esimerkiksi näin:

1. Kävele kahvinkeittimelle ja ota pannu
2. Kävele hanalle ja täytä pannu
3. Kaada vesi kahvinkeittimeen
4. Mene kaapille, ota suodatinpussi
5. Laita pussi suodatinsuppiloon
6. Hae purut ja mittaa suodatinpussiin
7. Aseta töpseli seinään ja kytke keitin päälle
8. Hae mikit
9. Kaada kahvi
10. Hae maito ja kaada kahvin sekaan

Tämän yksinkertaisen arjen askareen suorittamiseen ihmisen alitajunta käyttää ennestään tuttuja toimintoja. Ihmisen ei tarvitse olla ajatusten tasolla läsnä tilanteessa, vaan voi samalla jutella puhelimessa tai miettiä työasioita.

Tämänkaltaisessa työssä yleisimpiä virheitä ovat:

1. Jätä pois avaintoimenpide: “Kytke seinään, mutta unohda painaa virta päälle”
2. Valitse väärä toimenpide: “Ota kahvin sijasta teetä”
3. Mene sekaisin järjestyksessä ja hyppää edelle tehtävälissä: “Unohda kaataa vesi ja ala mittaamaan puruja”
4. Mene sekaisin järjestyksessä ja toista edeltävä vaihe: “Hae purujen siasta kaapista uusi suodatinpussi”
5. Unohda aikomus: “Mitä tulit hakemaan jääkaapista?”

6. Oikea aikomus väärä kohde: “Kaada kahvi vanhaan tiskipöydän likaiseen mu-  
kiin”

Mikään edellisistä ei ole hölmö tai täysin sattumanvarainen virhe. Kukaan ihminen ei esimerkiksi vahingossa juo pannusta tai kaada kahvia lasin sijasta pöydälle. Jokainen virhe on jokin mielen vanha ohjelma, jota se yrittää uudelleen käyttää. (Reason 1990, 71, 72, 73.)

Jos ihmisen huomio vaatii kahta alitajuntaista toimintaa samanaikaisesti, voi tuloksena olla sekoitus kahta työtehtävää. Kuten tilanteessa, jossa puhelin ja ovikello soivat samanaikaisesti ja huudat puhelimeen “Sisään”. (Total Training Support 2016.) Toinen samanlainen tilanne voi syntyä keskustellessasi jonkun kanssa ja samalla kirjoittaesasi tekstiviestiä, saatat kirjoittaa puhekeskustelua tekstiviestiin.

Yksi suuri ongelma on myös huomion heikentyminen. Esimerkiksi kaikille tapahtunut tilanne kirjaa lukiessa, jossa katse seuraa rivejä, mutta sivun lopussa huomaat ettet muista koko tekstistä mitään. (Total Training Support 2016.) Mielen on vaikea pysyä yksinkertaisten askareiden parissa ja se saattaa vaellella helposti, jättäen tehtävän alitajunnan hoidettavaksi.

### 3.3 Rule-based level eli sääntöpohjainen taso

Sääntöpohjainen taso ongelmanratkaisussa tulee käyttöön, kun ihminen tulee tietoiseksi ongelmasta. Rasmussen totesi tutkimuksessaan: “sääntöpohjainen taso on päämäärä orientoitunut, mutta vanhoja sääntöjä syöttävä systeemi. Jossa lopullinen päämäärä ei välttämättä ole tiedossa. Se kehittyy ajansaatossa luonnon valinnalla”. (Reason 1990, 57.) Eli mitä useammin teet tehtävän samalla tavalla, sitä voimakkaammaksi tämä sääntö päässäsi muuttuu. Samalla voimakkaamman säännön käyttö heikentää muita samaa askareita koskevia sääntöjä.

Säännöillä ovat omat paikkansa voimahierarkiassa. Sitä voidaan kuvata pyramidina, jossa vahvat säännöt perusongelmarakenteisiin ovat korkeimmalla huipulla ja heikot yksittäistilanteiden säännöt ovat pyramidin pohjalla.

Sääntöpohjaiset virheet syntyvät kahdella tavalla, joita käsitellään luvuissa 3.3.1 Hyvän säännön käyttö väärässä tilanteessa ja 3.3.2 Huonon säännön käyttö.

### 3.3.1 Hyvän säännön käyttö väärässä tilanteessa

Hyvät säännöt ovat aikaisemmissa ongelmatilanteissa toimineita sääntöjä, jotka ovat ottaneet paikkansa voimahierarkiassa. Hyvän säännön käyttö väärässä tilanteessa voi johtua ulkoisista samankaltaisuuksista edelliseen tilanteeseen tai ongelman herättämisestä sisäisistä tuntemuksista. Vaikka kahdessa ongelmassa on yhteneviä puolia saattaa uusi ongelma vaatia vanhan säännön hienosäätöä tai erilaisia toimia. (Reason 1990, 75.)

Kun ongelmatilanne esitetään henkilölle, alkaa mieli poimimaan tilanteesta informaatiota, kuten:

- Tunnusmerkkejä, jotka täyttävät osittain tai kokonaan edellisten varastossa olevien sääntöjen osia.
- Vastapainona tunnusmerkkejä, jotka kertovat ylemmän hierarkiapuun sääntöjen olevan sellaisenaan kelpaamattomia nykyiseen tehtävään.
- Tunnusmerkkejä, jotka eivät täytä mitään hierarkiapyramidin säännön mallia, mutta jossa mieli huomaa toistuvan kaavan.

Aivot pystyvät käsittelemään rajatun määrän yhtä aikaa sisään tuluvia ulkoisia merkkejä ja vaikka osa merkeistä saattaisi olla kriittisiä tiettyä sääntöä kohtaan voi henkilö itse mitätöidä merkit. (Reason 1990, 76.) Kuten tilanteessa, jossa komentosillan laite hälyttää toistuvasti, saattaa perämies kuitata hälytyksen harhahälytyksenä ilman sen tarkempaa tarkistusta vain koska sama laite on hälyttänyt turhaan ennenkin.

### 3.3.2 Huonon säännön käyttö

Huonot säännöt jaetaan kahteen alakategoriaan, jotka ovat:

1. Sääntökoodin vajavaisuudet, joissa tilanteen tuomia yksityiskohtia ei löydy koodista ollenkaan tai ne ovat väärin esitettyjä säännön konditionaalisessa osassa.
2. Toiminnan vajaavaisuudet, jossa toimintakomponentti on selvästi epäsopeva nykyiseen tehtävään. (Reason 1990, 79.)

Huonon säännön käyttö tilanteessa voi johtua huonosta tietotaidosta, jota käyttämällä on saatu aikaan huono sääntö. Hyvä sääntö voi myös muuttua huonoksi, jos sitä muunnellussa ei ole käytetty harkintaa. (Nopsema [www-sivut](#).)

### 3.3.3 Säännön määrittäminen tajunnan tasolla

Ongelman kohdatessaan aivot siirtyvät taitopohjaisesta tilasta sääntöpohjaiseen tilaan ja useampi sääntö saattaa alkaa kilpailemaan päin sisällä. Se, mikä näistä säännöistä voittaa, riippuu seuraavista tekijöistä:

1. Kilpailuun päästäkseen säännön tulee tuoda mieleen vahva ulkoinen tekijä, kuten tutun näköinen laite, ympäristö tai joku muu samankaltainen. Toinen vaihtoehto kriteerin täyttymiselle on joku mieleen syntyvä asiayhteys, jostain tuesta tilanteesta.
2. Aistihavainnon paritus nykyhetkeen ei vielä riitä kilpailun voittamiseen vaan säännön voimakkuus on isossa osassa. Toisin sanoen kuinka monta kertaa kyseistä sääntöä on aiemmin käytetty.
3. Mitä yksityiskohtaisemmin sääntö kuvaa edessä olevaa pulmaa, sitä todennäköisemmin se tulee voittamaan kilpailun.
4. Säännön menestyminen riippuu myös sen saamasta tuesta muilta kilpailevilta säännöiltä. kuten miten hyvin se sopii nykyhetkeen käytettäväksi. (Reason 1990, 74.)

Käytetään esimerkkinä laivalla tehtävää tarkistuskierrosta. Mitä useamman kerran teet kyseisen kierroksen samaa reittiä käyttäen, sitä todennäköisemmin teet kierroksen myös seuraavalla kerralla samalla lailla. Tässä piileekin sääntöpohjaisen tason vaara. Virheet sattuvat poikkeamien unohtamisina. Jos sinun tarvitsee kierroksen aikana tehdä jokin normista poikkeava askare, on todennäköistä, että unohdat sen. Vaikka hokisit asiaa päässäsi, pienikin harhautus saattaa saada sinut unohtamaan tehtävän työn ja ohjata kulkemaan samaa tuttua reittiä.

Sääntöpohjainen taso kehittyy kokemuksen myötä, kun työntekijä kehittää useaan tilanteeseen oman sääntönsä. Siksi kokematon työntekijä saattaa tehdä jonkun asian useaan kertaan väärin, jos se on aikaisemmalla kerralla onnistunut, vaikka kyse olisi ollut tuurista. Kokematon työntekijä saattaa käyttää oikeaa sääntöä väärään työtehtävään, jos yhdenmukaisuudet ovat tarpeeksi samanlaisia. Esimerkiksi toista laivaa ohittaessa saattaa nuori perämies jättää huomioimatta jonkun olennaisen seikan, kuten ohitettavan aluksen nopeuden, väylän kapeuden tai minne ohitettava laiva on kääntymässä seuraavaksi- jos aikaisemmat ohitukset ovat olleet onnistuneita samalla taktiikalla. Vain kokemuksen tuomat säännöt kuhunkin tilanteeseen johtavat toivottuun lopputulokseen.

Simulaattoriharjoittelu merenkulun opintojen aikana ja työharjoittelut laivoilla ovat avainasemassa näiden sääntöjen luomisessa. Mitä useampaa tilannetta ja niihin oikea oppista reaktiota on harjoiteltu toistuvasti, sitä varmemmin tulevaisuudessa opiskelija niistä selviää.

### 3.4 Knowledge-based level eli Tietotaitopohjainen taso

Tietopohjainen taso on viimeinen ongelmanratkaisutaso, johon ihminen päätyy kun ei löydä ratkaisua kahdesta ensimmäisestä tasosta. Tämä on kaikista hitain ongelmanratkaisumuoto, koska se vaatii tietoista työtä. Tälläkin tasolla alitajunta yrittää jatkuvasti saada jotain tiedon murusta, mitä pitkin päästäisiin hyödyntämään jo olemassa olevia sääntöjä.

Tietopohjaisella tasolla virheet liittyvät ongelmanratkaisun suunnitteluun. Ihmismieli ei pysty sisäistämään ja analysoimaan tietoa tarpeeksi nopeasti, että se pystyisi kehittämään kaikki asiat huomioon ottavan ratkaisun. Usein tilanteessa saattaa olla aika paine eli ratkaisun suunnitteluun ei anneta tarpeeksi aikaa. Tietopohjaisissa virheissä suunnitelma saattaa olla niin vajavainen, että sillä ei ole edes puitteita onnistumiselle. (Sky braryn www-sivut 2019.)

Tällä tasolla korjauksia ei ole, vaan lopputulemaan päästään kokeilu- ja erhementaliteetilla. (Reason 1990, 158.) Henkilön tulee vain asettaa itselleen realistinen tavoite ja suunnitelma, jolla tähän lopputulemaan päädytään. Suunnitelman tulisi olla selvä, mutta toteutustapaa tulisi hienosäätää kokeilun tuoman erheen mukaan oikeaan suuntaan.

### 3.5 Virheiden havaitseminen

Ongelmaa ratkaistaessa ihminen voi olla tähänastiseen suoritukseensa joko tyytyväinen tai tyytymätön. Isetutkiskelu tapahtuu aina tyytymättömässä vaiheessa. Tutkimusten mukaan nämä negatiiviset arvioinnit voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, jotka ovat:

- a. Rutiini tarkistus (RT): Henkilö aloittaa itsenäisesti tutkimuksen tehdyn työn tiettyihin osiin.
- b. Suoran virhe-hypoteesin muodostaminen (SVH): Tämänlaisen tarkastuksen laukaisee oletetun virheen nopea havaitseminen. Tarkastus ei tapahdu välttämättä välittömästi virheen tapahtumahetkellä, vaan kun henkilö havaitsee tehneensä virheen. Se ei myöskään johda varmasti syyn löytymiseen, koska ihmisen oletettu virhe ei ole välttämättä tapahtunut
- c. Virheen epäily (VE): Tekijä havaitsee jonkin olevan vialla ja epäilee virheen tapahtuneen. Toisin kuin b-kohdassa, jossa virheen hetki ja paikka oli tarkasti tiedossa. Tämän tarkkailun tavoitteena on päätyä ratkaisuun tietämättä mahdollista aiheuttajaa sen tarkemmin. (Reason 1990, 158.)



Ihmisen ongelmanratkaisua tutkittiin pyytämällä henkilöitä ajattelemaan ääneen ongelmanratkaisutilanteita. Tutkimuksen tärkeimmiksi kohdiksi syntyivät:

- a. Koehenkilöillä oli vaikeuksia reagoida virheidensä jälkiseuraamuksiin. Vain 33% virheistä oli relevantteja arviointivaiheessa.
- b. Yleisimpiä arviointimuotoja olivat SVH ja VE eli ihmiset löytävät virheet parhaiten havaitsemalla vian lopullisessa ratkaisussa.
- c. Oli huomattavasti helpompaa havaita toteutusvaiheen virheitä, kuin suunnitteluvaiheen virheitä.
- d. SVH:n aikana ihmiset löysivät toteutusvaiheen virheitä ja VE oli toimivampi suunnitteluvaiheen virheille.
- e. Mitä pidempi aika kului virheen sattumisen ja havaitsemisen välillä, sitä vaikeampia ne olivat havaita VE:n aikana. (Reason 1990, 160.)

Laivapäällystön tulisi kehittää laivalla ongelmanratkaisukykyään ja selvittää kuhunkin työtehtävään ne kriittiset kohdat, joista lähteä vikaa ensimmäisenä etsimään. Tällä tavalla on helpompi nopeuttaa SVH:n ja VE:n prosesseja. Yksilön olisi hyvä myös selvittää miten itse käyttäytyy paineen alla ja millainen ongelmanratkaisukyky silloin on. Kuten tutkimuksesta ilmenee, suurin osa ongelmista selvisi vasta valmiin ratkaisun kohdalla, josta virhe ilmeni.

Osa ihmisistä lamaantuu ongelmatilanteissa ja joillekin on helppo eristää ajatuksensa tilanteesta. Tarkkaan laadittu ja harjoiteltu suunnitelma on hyvä pitää kummassakin tilanteessa virheen minimoimiseksi. Työtä suunnitellessa on tärkeää tietää mitä tehdä virheen sattuessa, kuten:

- tappokytkimen käyttö ja sijainti
- lyhyin hätäpoistumistie
- komentosillan hälytyspaneeli ja sen toiminta
- polttoaineen tai kaasun hätäsulkuventtiilit
- kyseisen alueen palopeltien sijainti
- jokaiseen tilanteeseen sopivat toimet, henkilöt ja välineet.

### 3.6 Taito-, sääntö- ja tietopohjaiset tasot merenkulussa

Kognitiivista tutkimusta on sovellettu myös merenkulkijoihin. Vuonna 1986 Habblerley, Shaddick & Taylor tekivät tutkimuksen perämiesten työstä komentosillalla. Apunaan he käyttivät simulaattoria ja kokeneita perämiehiä. Tutkimus toteutettiin yövahdinpitoa kuvaavassa simulaattorissa, jossa käytössä oli myös tutka. Perämiehille annettiin yhteensä 141 eri tilannetta, joista koottiin loppupäätelmät. Tulokset kategorioitiin Rasmussenin suoritusasteikolla. (Reason 1990, 85)

Simulaation aikana huomattiin perämiesten käyttävän taitopohjaista tasoaan muiden alusten merkkäamisessä tutkalla. Tämä tehtävä oli hyvin automoitua eikä vaatinut liiemmin huomiota. Vaati hyvin poikkeuksellisia lähietäisyyden tilanteita ennen kuin koehenkilöt vaihtoivat tietopohjaiselle ongelmanratkaisu tasolle. (Reason 1990, 85.)

“Nämä toimintatasot määriteltiin kokeellisesti: vaihto taito- ja sääntöpohjaisen tason välillä tapahtuu kuuden ja kahdeksan mailin välillä, ja muutos sääntöpohjaisesta tietopohjaiseen tasoon tapahtuu kahden ja kolmen mailin välillä.” (Reason 1990, 85.)

Testin aikana havaittiin yksi outo käyttäytymismalli. Koehenkilöt päästivät tarkoituksella lähestyvät laivat tarpeettoman lähelle, ennen väistötoimenpiteiden tekemistä. Niihin ryhdyttiin vasta, kun laivan komentosillalta oli hyvä näkyvyys toisen laivan kulkuvaloihin ja vaikka perämiehet näkivät lähestyvän laivan ja tulevan tilanteen jo kauan ennen tutkan avustuksella. (Reason 1990, 85.) Vaikka alusta ohjaavia opetetaan käyttämään kaikki mahdollinen tila ja väistötoimenpiteisiin tulisi ryhtyä hyvissä ajoin isoilla liikkeillä, perämiehet hakeutuivat kuitenkin hankalempiin tilanteisiin mitä tilanteessa oli tarpeen.

Omasta mielestäni tämä johtuu sääntöpohjaisen tason käytöstä tilanteissa. Perämiehet ovat työssään tottuneet toimimaan ruuhkaisilla vesillä ja kehittäneet vahvemmat säännöt lähietäisyyksien väistöihin, kuin välttääkseen kontaktin ja poistuakseen ennaltasuunnitellulta reittiviivalta maileja ennen lähitilannetta. Kokeneilla perämiehillä on hyvä kuva oman laivan käsittelystä ja tietävät millaiset etäisyydet ovat vielä turvallisia. Koskaan ei tulisi kuitenkaan ajautua liian lähelle toista alusta, koska laitteisto ei välttämättä aina toimi odotetusti.

Lopputulema oli kuitenkin tutkijoille selvä. Kaikki koehenkilöt osoittivat ammattitaitoa ja pystyivät ohjailemaan aluksensa turvallisesti pois tilanteista. Vain viisi kertaa testin aikana simulaation ohjaaja joutui puuttumaan harjoitukseen perämiesten aiheuttamien toimien tuomien vaaratilanteiden välttämiseksi. (Reason 1990, 85.)

### 3.7 Onko olemassa tapaturma-alttiita ihmisiä?

Autoliikenteestä saatujen tutkimusten mukaan osa ihmisistä on alttiimpia tapaturmille, kuin toiset. Tämä johtuu ihmisten kyvystä hahmottaa kokonaiskuvaa. Tutkimuksissa jotkut kuljettajat näkivät heille esitetyn maiseman kokonaisuutena eivätkä pystyneet tilanteessa hajauttamaan sitä osiin. Kiireisessä liikenteessä tämä tarkoittaa jalankuljijoita, liikennemerkkejä, muita ajoneuvoja ja liikennevaloja. Tämä kaikki tulisi poimia taustalla olevien talojen, kauppojen ja vaihtuvan maiseman seasta. (Total Training Support 2016.)

Usein tämänkaltaiset ihmiset eivät näe asioita, joita he hakevat, kuten kylttiä, josta käännytään sairaalalle. Tämän lisäksi heillä menee niin kauan saada tiedon murusia maisemasta, että heidän näkönsä tunneloituu. Seurauksena tästä heiltä jää hyvin paljon navigoinnillisesti tärkeitä asioita huomaamatta. (Total Training Support 2016.)

Esimerkkinä tässä toimii risteykseen ajava, vasemmalle kääntyvä auto. Tällaisessa tilanteessa kuljettajan huomio kiinnittyy liikaa oikealta tulevaan liikenteeseen, minkä takia hän ei ehdi seuraamaan jalankulkijaa, joka vasemmallalla ylittää suojatietä, vaan vapaata oikealta saadessaan kaasuttaa jalankulkijan päälle. (Total Training Support 2016.)

Käyttämällä Embedded figures testiä eli lyhenteeltään EFT, voidaan mitata ihmisten hahmotuskykyä. Tällä testillä pystytään määrittämään nopeasti kuinka hyvin ihminen löytää kuvasta tietoa. Kyseinen testi onkin monissa koulujen pääsykokeissa ja työhaas-

tatteluissa. Ainoa syy miksi sitä ei ajokortteja antaessa käytetä, on sosiaalinen hyväksyntä. Vaikka testiä käyttämällä saataisiin tapaturmatilastoja laskettua ja mahdollisesti jopa ihmishenkiä pelastettua. (Total Training Support 2016.)

## 4 IHMISEN VIRHEEN TAKANA

### 4.1 Inhimillinen tekijä Rasmussenin näkökulmasta

Rasmussenin käynnistämään ajattelumalliin pohjautuva koulukunta on englanninkieliseltä nimeltään ``Joint cognitive systems school``, joka on jyrkästi erimieltä inhimillisen virheen ja teknisen virheen rajaamisesta selkeästi kahteen eri leiriin. Tämänkaltaisen ajattelu alkoi H.W Heirickin tutkielman seurauksena, jossa onnettomuudet leimattiin joko ihmisen aiheuttamaksi tai laitevian seuraukseksi. Osaltaan Henricin näkökanta johtui aiemmasta työstä vakuutusosalalla, jossa oli määritettävä selkeä aiheuttaja onnettomuuksille. (Lund University - Human Factors and Systems Safety 2017.)

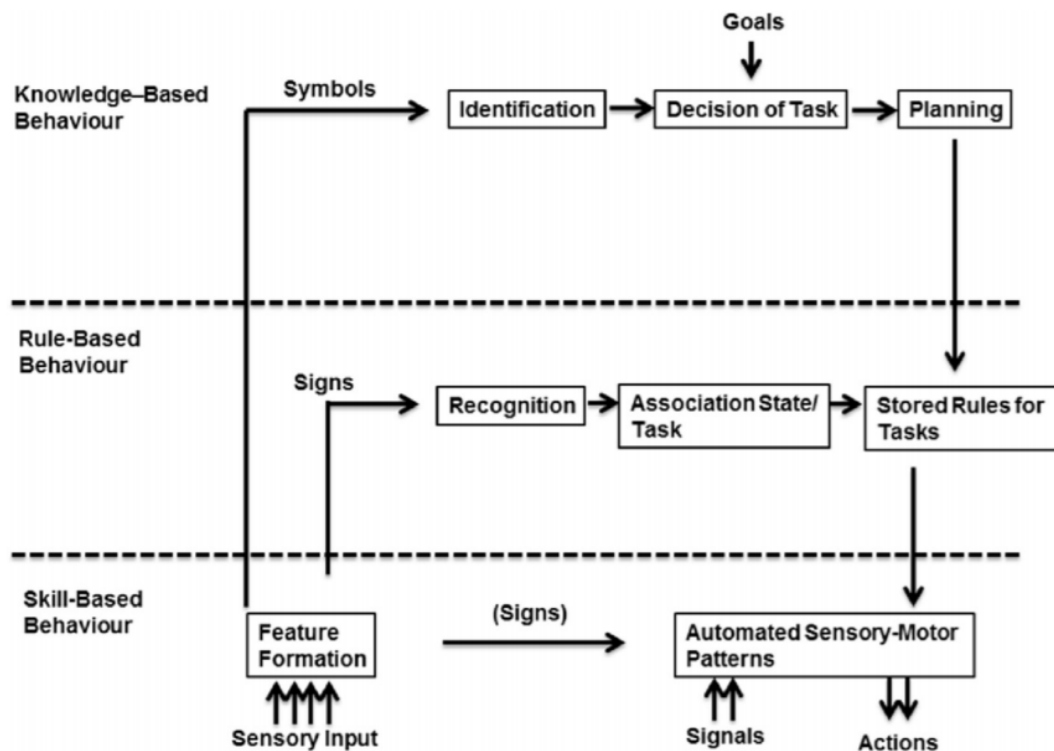
Moderneissa tutkimuksissa inhimillisen tekijän taustalla onkin huomattu, ettei onnettomuudet synny pelkästään yhden asian aiheuttamana. Onnettomuudet syntyvät usean virheen ja vian seurauksena tai ne syntyvät vaikka osapuolet sekä laitteet toimivat oikein. Kaksi tämän aatteen hyvin esille tuovaa tutkielmaa ovat J. Rasmussenin tutkimus ``Human Error and the problem of causality in analysis of accidents`` ja L-C Le Cozen artikkeli ``Reflecting on Jens Rasmussens's legacy. A strong program for a hard problem.``

Rasmussenin näkemys asiaan on, kun analysoimme tapaturmaa jälkikäteen, me seuraamme tapahtumaketjua ylävirtaan ymmärtääksemme miksi se tapahtui, jotta löydäisimme jonkun jota syyttää, kuka sen teki; tai selvittääksemme miten parantaa järjestelmää. Me yritämme kuvailla tiettyä tapahtumaketjua, joka johti tilanteeseen ja tunnistaa syyn tietyille tapaturmille. On kuitenkin tärkeää harkita täydellistä viitekehystä kasuaaliatribuutiassa. (Rasmussen 1990, 450.)

Hänen näkemyksensä mukaan työntekijästä on tekniikan nopean kehityksen johdosta tullut automatisoitujen laitteiden valvoja, joka yrittää havaita vikoja ja satunnaisia häiriöitä laitteistossa. Ennen automaatiota manuaalisesti tehtävässä työssä oli helpompaa myös erottaa ihmisen tekemä virhe laiteviasta. Nykyiset suuret tapaturmat vaativat koko teknisen ja henkilöstöstruktuurin tarkistamista. (Rasmussen 1990, 449.)

Toisena tärkeänä vikana nykyisessä teknologisessa yhteiskunnassa hän pitää teknisen analyysin muuttuvaa luonnetta ja sen nopeaa kehitystä. Aiemmin teknisiä malleja voitiin testata kausaaliatribuutiolla eli syyselityksissä ja hallita laboratorionkokeilla. (Rasmussen 1990, 449.)

Rasmussenin lähestyminen ihmisen virheeseen on hyvin kognitiivinen ja 1983 hän kehittää Fitts ja Posnerin innoittamana SRK rakenteen, eli skill-, rule- ja knowledge tasot. Näitä tasoja on käytetty useissa yhteyksissä ja tutkimuksissa ihmisen virheen ympärillä, kuten James Reasonin tutkimuksessa. (Applied Ergonomics 2015, 473.)



Kuva 3. Rasmussenin kehittämä SRK-kaavio (Applied Ergonomics 2015, 473)

Rasmussen (1990) toteaa tutkimuksessaan, että muuttuvasta työympäristöstä on mahdollonta poistaa ihmisen virhettä parantamalla laitteistoa tai antamalla parempia ohjeuksia työntekijöille. Tärkeämpää olisi löytää tapoja palautua virheistä ja työpaikalla tulisi harjoittaa vapautta valita miten työtehtävät haluaa suorittaa. Tämä korreloi osaltaan myös James Reasonin mielipiteisiin mahdottomuudesta poistaa inhimillinen virhe työympäristöstä. (Applied Ergonomics 2015, 475.) Oma mielipiteeni on, että vaikka ihmisen virhettä ei saataisi työpaikoilta pois, tulisi se ja sen haitat minimoida työympäristöstä.

Uransa aikana Rasmussen on kehittänyt lukuisia kognitiiviseen ajattelumalliin pohjautuvia sääntöjä ja malleja, joita muut tutkijat ovat käyttäneet pohjana omille tutkimuksilleen.

## 4.2 Stop-Rule

Pysähdys-säännön käyttö on tärkeää kausaalianalysissä. Professori Rasmussenin mukaan ihmisillä on tapana nähdä, mitä he olettavat näkevänsä. Esimerkkinä voitaisiin käyttää samankaltaista vertausta mitä Rasmussen käytti kirjassaan. Kaikki perämiehet tietävät helpon tunteen, kun löytävät valmiiksi suunnitellun reitin seuraavaan määräsätamaan. Tämä luo tilanteeseen pysähtymis-säännön, jolla nopeampi työ voidaan aloittaa. Pikainen virheiden tarkistus ja korjaus säästää perämiehen työstä tunteja, sekä johtaa haluttuun lopputulokseen luoden mielenrauhan asiasta. (Rasmussen 1990, 452.)

Toisessa tilanteessa taas Rasmussen antaa esimerkin, jossa selvää toisen tekemää ratkaisua ei käytetty vasta kun se oli ainoa jäljelle jäänyt vaihtoehto. Tällaista ajattelua voidaan soveltaa myös onnettomuustutkintaan ja sen motiiveihin. Mikä on tutkinnan haluttu lopputulos ja kuka sitä tutkii?

Pysähtymis-säännön luo yleensä joku seuraavista tilanteista:

- a. Tapahtuma hyväksytään syyksi ja haku lopetetaan, jos alkuperäistä syyolkua ei voida enää seurata, koska jokin tarvittava tieto puuttuu
- b. Tuttu tai epänormaali tapahtuma on kohtuullinen selitys

c. Korjauskeino on löydetty (Rasmussen 1990, 452.)

Perämies, esimies, suunnittelija ja oikeuden tuomari pääsevät kaikki eri lopputuloksiin. Tämä johtuu siitä, mikä on henkilön motiivi tutkinnassa, onko tarkoituksena se-  
littää tapahtumien ketju, siirtää vastuu ja löytää syyllinen vai löytää vika järjestelmästä  
ja estää tulevaisuudessa samanlaiset virheet.

#### 4.3 Rasmussenin johtopäätös

Rasmussenin mukaan ihmisen virhe ei ole koskaan syynä tapaturmalle. Syvempi syy tapaturmalle löytyy syvemältä tai korkeammalta järjestelmän sisältä (Lund University - Human Factors and Systems Safety 2017). Perusvikana hän pitää mahdottomuutta poistaa ihmisen virhe joustavasta työympäristöstä. Tärkeämpänä tulisi pitää työympäristön vapautta ja tapoja, joilla voidaan palautua mahdollisista ihmisen virheen tuomista seurauksista. (Rasmussen 1990, 457.)

## 5 IHMISEN VIRHEEN SEURAUKSET

Ennustettavia virheitä yritetäänkin jatkuvasti minimoida erilaisilla säädöksillä, joita eri merenkulun tahot suunnittelevat ja tarkkailevat. Säädökset ja asetukset antavat usein minimistandardit, joita noudattamalla yksilön on helpompi suunnitella työtehtäviensä tekoa. Hyvän varustamokulttuurin pohjana onkin säädöksiä tarkkailu sekä niiden omaksunta. Varustamon tulisi seurata, että laivoilla toteutetaan näitä säädöksiä. Laivoilta pitäisi tulla myös kehitysehdotuksia varustamolle. Hyvä ratkaisu tähän on laivojen sisäiset palaverit, sekä laivan ja varustamon väliset viikkopalaverit. Näissä voidaan usein keskustella ``läheltä piti``-tilanteista ja kehitysehdotuksista.

Hyvä esimerkki tällaisesta tilanteesta on M/S Herald of Free Enterprise vuonna 1987. Tapaturma sai alkunsa, kun yksi kansimiehistä nukkui vahingossa satamasta lähdön

aikana. Hänen tehtävänsä lähdön aikana aluksella oli sulkea keularamppi. Paikalla ollut pursimies laittoi ketjun ruuman oven eteen merkiksi lastauksen loppumisesta ja lähti irrotuksen valmisteluun poistuen lastikannelta. Yliperämies, joka oli myös lähdön aikana ollut lastikannella, sanoi nähneensä miehen huomioliivissä, ja oletti tämän olevan kyseinen kansimies. Siirtyessään komentosillalle yliperämies sanoi kapteenille laivan olevan valmis lähtöön olettaen kansimiehen sulkeneen keulaporin. Sillalta ei ollut suoraa näköyhteyttä keulaporille, joten kapteenin oli luotettava yliperämiehen sanaan. Laivan lähdettyä Zebryggen satamasta se saavutti 15 solmun nopeuden ja otti sisäänsä 200 tonnia vettä minuutissa. Tämän seurauksena alus sai pahan 30 asteen kallistuman. Pelastustöistä huolimatta 459 matkustajasta ja 80 miehistön jäsenestä 155 matkustajaa ja 38 miehistön jäsentä sai surmansa. (Ship Disaster www-sivut 2019.)

Tapaturmasta nousi oikeudessa monta epäkohtaa, kuten

- Yliperämiehen tehtävä oli varmistaa keulaporin kiinnilaitto, mutta aikataulussa pysyäkseen hän lähti yleensä ennen sulkemista jo komentosillalle
- Pursimies oli lähtenyt lastikannelta olettaen nukkuvan kansimiehen tulevan sulkemaan keulaporin
- Alus oli satamasta lähtiessään yllastissa, joka ei ollut poikkeuksellista.
- Laiva lähti toistuvasti keula trimmissä satamasta ja pumppasi merimatkan aikana tasakölille, jossa se ajoi määränpäähän. (Formal Investigation report: Herald of Free Enterprise 1987, 17-29.)

Tutinnan aikana selvisi varustamoita raskauttava seikka. Neljä vuotta ennen tapaturmaa Heraldin sisarlaiva oli lähtenyt satamasta myös keulaporin auki. Tämä oli kuitenkin selvinnyt merimatkasta ilman kallistumaa. (Malcolm 2013.)

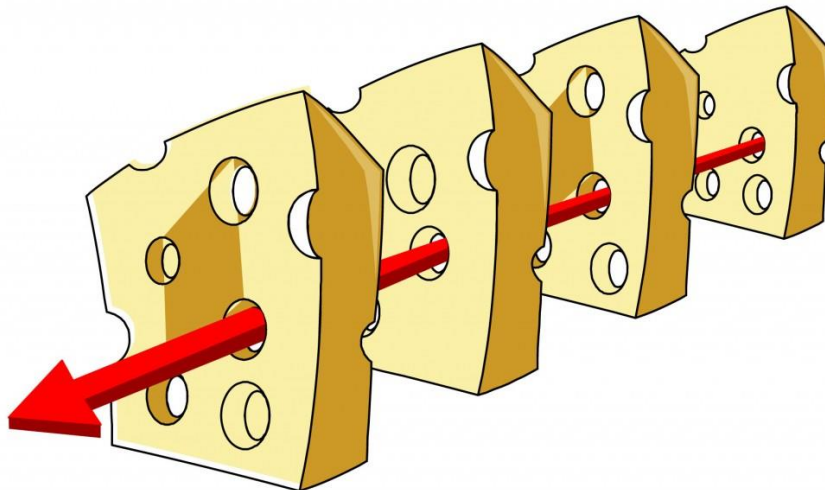
Molempien, sekä Herald of Free Enterprise:n että Pride of Free Enterprise:n alusten päälliköt olivat ennen tapaturmaa tehneet kehitysehdotuksia, jotka olivat jääneet huomioimatta yhtiön johdon toimesta. Oikeudessa näistä merkittävimpiä olivat:

- Alusten jatkuva yllärahaus matkustajilla. Aluksille myytiin matkoja huomattavasti yli sallitun kapasiteetin toistuvasti ennen tapaturmaa.
- Alusten syväyksiä oli mahdotonta lukea lastauksen aikana, jonka takia alus teki toisinaan matkan keula trimmissä tietämättä laivan stabiliteetista.



- Laivan lastaukseen tarvittava tehokas ballastipumppu, koska nykyisellä pumpulla aluksen täytyi odottaa puoli tuntia satamassa, että sen perä saatiin tarpeeksi matalalle, jolloin ylempi kansi saatiin lastattua.
- Porttien indikointi valot komentosillalle, joilla nähtäisiin niiden tila lähdettäessä. (Department of Transport pöytäkirja 1.9.1987.)

Tutkinnan päätteeksi suurimmaksi syyksi nimettiin human error. Mielestäni esimerkki kuvaa enemmän tanskalaisten ryhmän tutkimuksia, vaikka tapaturma päällisin puolin näyttäisikin yhden kansimiehen virheen aiheuttamalta. Ongelma on syvempänä yrityskulttuurissa. Huono johtamistaito, kehitysideoiden mitätöinti ja välinpitämättömyys johtivat tapahtuman syntyyn. Oikeanlaisen turvaverkon luoneelle yritykselle ei tällaista virhettä olisi syntynyt. Onnettomuuden olisi voinut pysäyttää monessa kohtaa. Tällaista ajattelua kutsutaan ‘swiss cheese model’ eli juustomalliksi, jonka on kehittänyt James Reason vuonna 1995.



Kuva 3 Juustomalli (Clipart Library [www-sivut](http://www-sivut))

Juustomallissa reikäjuuston siivut kuvaavat varotoimia ja puolustuksia vahingon välttämiseksi. Nämä voivat olla check-listoja, merkkivaloja, hälytyksiä, rutiineja, ohjelmia, tarkastuskierroksia ja niin edelleen. Reiät taas kuvaavat puutteita, virheitä, ja viikoja. Vaikka mahdollinen tapaturman synty läpäisisi yhden tai useamman näistä puolustuksista, on todennäköistä, että puolustuksessa ei ole aukkoa seuraavalla siivulla.

Kuitenkin onnettomuuksia tapahtuu, joka johtuu usean samanaikaisen virheen tai vian seurauksesta. Mitä paremmin laivat ja varustamot panostavat näiden muurien luomiseen, sitä paremmin vahingoilta vältytään.

Näiden muurien luominen onkin nykypäivänä suunnitteluhaaste. Miten ohjelmista, hälytyksistä ja merkkivaloista saadaan sellaisia, etteivät ne aiheuta liikaa häiriötä työntekijälle? Omasta mielestäni tässä inhimillisen virheen mahdollisuus siirtyy helposti käyttäjältä suunnittelijalle, ainakin osittain.

Check-listoja tekemällä on helppo luoda perämiehelle olosuhteet, jossa huomio päätehtävästä eli aluksen turvallisesta navigoinnista siirtyy paperitöihin. Listoilla saadaan usein myös aikaiseksi rutiini, jossa oma ajattelu karsitaan suurelta osalta pois. Tällöin riskiksi muodostuu asiat, jotka eivät ole listoilla, vaikka ne olisivatkin navigoinnin ja turvallisen työn eduksi.

Suojamuurit voidaan toisinaan läpäistä helposti, jos ne on tehty esimerkiksi käyttäjän näkökulmasta eikä muureja luodessa olla otettu huomioon viallisen tai puutteellisen laitteen mahdollisuutta, kuten tehtaalla tai huollossa pois jäänyttä o-rengasta, sokkaa tai muuta laitteelle olennaista osaa. Tämän takia suojiin tulisi sisällyttää mallikuvia, joita vertaamalla tuotteeseen saadaan nopeasti tarkastettua avainosien paikallaolo. Työpaikan tulisi kannustaa työntekijöitään tutustumaan laitemanuaaleihin ja laitteistoon perusteellisesti. Kaikkea ei voi muistaa ulkoa eikä sitä vaaditakaan työpaikoilla. Tutustuminen laitteistoon ja sen manuaaleihin varmistaa peruskäyttöperiaatteiden sisäistämisen sekä sulavan tiedonhaun tarvittaessa.

CO<sub>2</sub>-palontorjuntajärjestelmä on esimerkiksi täysin toimintakunnoton, jos pulloihin kuljetuksen ajaksi asetetut sokat jätetään paikalleen laivalle asennuksen jälkeen. Näin ollen asentajan epähuomiossaan paikalle jättämä sokka voi aiheuttaa laivalle tuhoisan tulipalon leviämisen. Tämänkaltaisten pienten asioiden sivuuttaminen asennustilanteessa olisi helppoa ja siksi myös asennustilanteissa kokeneenkin asentajan on syytä tarkistaa työn vaiheet listan avulla. Paikalle tulisi myös jättää kuva ja ohjeet järjestelmän tarkistuksen varalta.

## 6 MODERNIT RATKAISUT

### 6.1 Käyttäjakeskeinen suunnittelu

Inhimillistä virhettä on vähennetty uusissa aluksissa käyttäjakeskeisellä suunnittelulla, jonka tarkoituksena on rakentaa työtilat vastaamaan työntekijän tarpeita. Tämä eroaa vanhanaikaisesta työpaikkakulttuurista, jossa etsittiin työntekijää, joka sopii työtehtävään. (The Nautical Institute 2004, 1.)

Alusta suunnitellessa on tärkeää huomioida työntekijän terveyden, turvallisuuden ja tehokkuuden takaaminen. Jo laivan rakentamisvaiheessa tulisi osan työntekijöistä olla mukana. Tämä varmistaa rakentavan kritiikin ja kehitysehdotusten mahdollisuuden, jotka ovat helppoja toteuttaa telakalla rakennusvaiheessa. Telakkavaiheessa saadaan muutettua alusta kustannustehokkaasti, joka ei meriliikennekäytössä onnistu ennen seuraavaa telakointia. Tärkeimmät kohdat johon laivan suunnitteluvaiheessa tulisi panostaa, ovat:

- Turvallisen työympäristön luominen
- Aluksen operoinnin ja ylläpidon helppous
- Toimivat ja meluvapaat miehistötilat takaavat riittävän levon sekä kehon huollon vapaa aikana. (The Nautical Institute 2012.)

Aluksen suunnittelussa tulisi ottaa mallia muista moderneista saman tyyppin aluksista ja yrittää kehittää niissä käytettyjä ideoita. Suunnittelijan tulisi olla innovatiivinen ja ymmärtää merellä työskentelyn haasteita. Kompromisseja ei tulisi tehdä miehistön hyvinvoinnin kustannuksella, koska tämä lisää inhimillisen virheen määrää tulevaisuudessa. (The Nautical Institute 2012.)

### 6.2 Integroidut komentosillat

Uusissa aluksissa on alettu hyödyntämään modernia teknologiaa ihmisen virheen vähentämiseksi ja merkittävin uudistus uusissa aluksissa on integraatio eli eri komento-

sillan laitteiden informaation tuominen yhteen paikkaan. Tämä antaa aluksen ohjaajalle enemmän aikaa päätöksentekoon ja toimintaan, joka vähentää inhimillisen virheen mahdollisuutta. Nykyaikaisessa integroidussa järjestelmässä ohjaajalle tulee informaatio seuraavista laitteista:

- Ecdis, eli Electronic Chart Display and Information system, joka toimii paperikarttojen korvikkeena ja tarjoaa operoijalle paljon uusia apuvälineitä turvalliseen navigointiin.
- Kaikuluotain, joka kertoo meren syvyyden aluksen alla
- Doppler-loki, joka kertoo aluksen nopeuden pohjansuhteen pitkittäis- ja poikkittaissuunnassa
- DGPS ja GPS, jotka mahdollistavat paikan määrittämisen satelliitin kautta
- AIS, eli Automatic Identification System, jonka avulla voidaan vaihtaa alustietoja lähellä olevien alusten ja VTS-keskusten kanssa
- Tutka, joka sähkömagneettista pulssia lähettämällä antaa kuvaa ympäröivästä alueesta
- ARPA, eli Automatic Radar Plotting Aid, jonka avulla voi seurata muiden alusten liikettä oman laivan suhteen
- Kompassit, eli magneetti- ja hyrräkompassi, joiden avulla voidaan määrittää toimintatavan mukaan magneettinen- tai tosipohjoinen
- Autopilotti, joka pitää laivan sille asetetulla suunnalla tai ajaa alusta reittiviivaa pitkin. (Orädd 2010, 14.)

Järjestelmään on kytketty useita informaatiolähteitä, jotka ennen olivat yksittäisinä laitteina ympäri komentosiltaa. Näiden laitteiden lisäksi aluksen radiolaitteet on usein sijoitettu käden ulottuville aluksen ohjaajasta. Tämän seurauksena tarpeeton huomion kiinnittyminen muualle kuin aluksen turvalliseen navigointiin vähenee. Inhimillisen virheen riski pienenee paljon tämän ansiosta.

### 6.3 Automaatio

Automaatioteknologian kasvu on mahdollistanut myös automatisoitujenlaitteiden tulemisen aluksiin. Automaatiojärjestelmiä on monessa laivan osassa, jossa tietokone hoitaa työtä operoijan puolesta antaen hälytyksen poikkeaman kohdatessaan. Automaatioteknologian ansiosta konehuoneessa ei tarvitse ajaa öisin vahtia eikä komentosillalla tarvitse ohjata käsiruorilla tai laskea jokaisen vastaantulevan aluksen kulku-suuntaa ja nopeutta käsin.

Inhimillistä virhettä automaatio pienentää vähentämällä työtaakkaa operoijalta. Kuitenkaan tämä ei poista vastuuta ihmiseltä, vaan vastuu siirtyy järjestelmän tarkkailuun ja rajojen asettamiseen. Automaatiojärjestelmät ovat vähentäneet henkilöstön tarvetta aluksilla johtuen yhden henkilön kyvystä vahtia useampaa laitetta yhtäaikaaisesti.

## 7 LOPPUTULOS

Nykypäivän laivoista on tulossa kovaa vauhtia komplekseja kokonaisuuksia, joissa ihmisen roolia yritetään pienentää minimiin tai joissain suunnitelmissa poistaa kokonaan. Tämä on kuitenkin nykyisen tekoäly-, autonomiikka-, tietoyhteys- ja robotiikkateknologian puitteissa mahdotonta. Teknologisten rajoitteiden lisäksi merenkulkulaki estää autonomisten laivojen käytön meriliikenteessä, koska nykyinen laki määrittää minimihenkilöstö rajat aluksille. Myöskään laivojen autonominen operointi avoimen verkkoyhteyden yli ei olisi viisasta, koska tämä antaisi useita mahdollisuuksia uudellelaiselle uhille ja ilkeille.

Nykyinen automaatioteknologia alkaa olemaan kuitenkin tasolla, jossa tietokone voi, samaan tapaan kuin auton navigaattorissa - ehdottaa mahdollista toimintatapaa, jossa kuitenkin ihminen tekee lopullisen päätöksen lähdetäänkö se sellaisenaan toteuttamaan. Tämä itsessään ei poista siis ihmisen virhettä automatisoiduista laivoista. Nykypäivän laivoissa automaatiojärjestelmiin tulevat virheet voivat olla hankalia havaita ja niistä koituvat inhimilliset virheet ovat jatkuvassa kasvussa. Automaatio poistaa

operoijalta oman päättelykyvyn ja antaa väärää turvallisuuden tuntua. Laitteet ja järjestelmät ovat ihmisen suunnittelema ja kokonaisen laivan mittakaavassa tämä lukuisia mahdollisuuksia suunnitteluvaiheessa tapahtuvalle virheelle. Kun tähän lasketaan mukaan vielä suuri ihmisen virheen aiheuttaja eli huoltotöiden aiheuttamat virheet, joista professori Reason tutkimuksessaan kertoi, on virheen mahdollisuus korkealla.

Mielestäni kokonaan autonomisten laivojen tuominen markkinoille ei ole vielä lähitulevaisuutta nykytekniikalla. Suurempi painopiste inhimillisen virheen pienentämisessä tulisi olla käyttäjäkeskeisessä suunnittelussa ja sen kehittämisessä. Moderneissa laivojen komentosilloissa onkin edetty oikeaan suuntaan. Integroidut komentosillat ovat tuoneet perämiehen työlle tarpeelliset instrumentit yhteen paikkaan.

Ihmiset ovat ja aina tulevat olemaan työssään virheellisiä. Tämä heijastuu myös suunniteltuihin järjestelmiin. Reasonin ja Rasmussenin työssä on kummassakin hyvät ja huonot puolensa, mutta en kuitenkaan usko niiden olevan niin mustavalkoisia. Reasonin näkemys pelkästään kognitiivisista virheistä ja piittaamattomuudesta eivät enää heijastu näin suoraviivaisesti monimutkaisiin järjestelmiin. Toisaalta Rasmussenin näkemystä inhimillisen virheen aiheutumisesta pelkästään yrityskulttuurista käsin ei voida pitää järkevänä selityksenä jokaiseen inhimilliseen virheeseen.

Virheiden syitä on mahdotonta ennustaa, mutta niitä voidaan vähentää teknologian avulla ja tekemällä aluksista enemmän käyttäjäkeskeisiä. Tärkeä painopiste tulisi myös olla yhtiön sisällä olevissa keinoissa, joilla vähennetään inhimillisen virheen haittoja ja työntekijän palautumista työstään.

Modernit alukset ovat komplekseja kokonaisuuksia ja niissä työskentelevältä henkilöstöltä vaaditaan jatkuvaa lisäopiskelua automaation ja teknologian lisääntyessä päivittäisessä työympäristössä. Yritysten tulisi panostaa henkilöstön kouluttamiseen uusiin järjestelmiin ja antaa aikaa arjessa perehtyä laitteistoon. Varsinkin uusien työntekijöiden kohdalla, joilla saattaa olla kokemusta muiden valmistajien laitteista.

## LÄHTEET

Applied Ergonomics. Reflecting on Jens Rasmussen's legacy. A strong program for a hard problem. 2015. Research Gate. Viitattu 9.5.2019

[https://www.researchgate.net/publication/270829882\\_Reflecting\\_on\\_Jens\\_Rasmussen's\\_legacy\\_A\\_strong\\_program\\_for\\_a\\_hard\\_problem](https://www.researchgate.net/publication/270829882_Reflecting_on_Jens_Rasmussen's_legacy_A_strong_program_for_a_hard_problem)

Chan, S.R; Hamid, N.A & Mokhtar, K. 2016. A Theoretical Review of Human Error in Maritime Accidents. Advanced Science Letters. 22, 2109–2112.

<https://www.researchgate.net>

Clipart Libraryn www-sivut. Viitattu 19.3.2019. <https://www.clipart-library.com>

Department of Transport pöytäkirja. 1.9.1987. Viitattu 18.3.2019. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/54c1704ce5274a15b6000025/FormalInvestigation\\_HeraldofFreeEnterprise-MSA1894.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/54c1704ce5274a15b6000025/FormalInvestigation_HeraldofFreeEnterprise-MSA1894.pdf)

Esteban. 'Reducing human error...'. Protect Blog. 6.6.2017. Viitattu 18.1.2019

<https://blog.protecht.com.au/how-to-mitigate-risk-caused-by-human-error>

Formal Investigation Report: Herald of Free Enterprise. 1987. Department of Transport. Viitattu 21.5.2019

<https://www.gov.uk/maib-reports/flooding-and-subsequent-capsize-of-ro-ro-passenger-ferry-herald-of-free-enterprise-off-the-port-of-zeebrugge-belgium-with-loss-of-193-lives>

Human error and the problem of causality in analysis of accidents. 1990. Roskilde: National Laboratory. Viitattu 9.5.2019

[https://www.ida.liu.se/~729A71/Literature/Human%20Error\\_T/Rasmussen\\_1990.pdf](https://www.ida.liu.se/~729A71/Literature/Human%20Error_T/Rasmussen_1990.pdf)

Improving the awareness of The Human Element in the Maritime Industry. 2003. A Nautical Institute. Viitattu 16.5.2019.

<https://www.he-alert.org/en/all-issues.cfm>

Lund University - Human Factors and Systems Safety. 2017. Was it technical failure or human error?. Viitattu 7.5.2019

Malcolm, J. 2013. Seconds from Capsized in the North Sea Zeebrugge Ferry. Viitattu 18.3.2019.  
<https://www.youtube.com/watch?v=S63-xd2sDGs>

Mokhtari, A.H & Khodadadi Didani, H.R. 2013. An Empirical Survey on the Role of Human Error in Marine Incidents. the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. 10.12716/1001.07.03.06. Viitattu 24.5.2019.  
<http://www.transnav.eu>

Nopsema www-sivut. Viitattu 5.5.2019. <https://www.nopsema.gov.au>

Orädd, P. 2010. Integroidut komentosiltaratkaisut ja niiden kehittyminen. Viitattu 23.5.2019. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201004016074>

Reason, J. 1990. Human Error. Cambridge university press

Ship Disaster www-sivut. Viitattu 10.3.2019. <http://www.ship-disasters.com/>

Shipping losses continue to fall but new cyber and climate risks and perennial human error problem threaten safety progress. 2018. Allianz Global Corporation. Viitattu 16.5.2019.  
<https://www.agcs.allianz.com/news-and-insights/news/safety-shipping-review-2018.html>

Shutterstockin www-sivut. Viitattu 16.3.2019. <http://www.shutterstock.com/fi/>

Sky baryn www-sivut. Viitattu 20.4.2019. <https://www.skybrary.aero>

The Nautical Institute. 2004. An ergonomic nightmare!. Alert! bulletin 3. Viitattu 22.5.2019. <https://www.he-alert.org>



The Nautical Institute. 2012. Design and Usability (7) - Alert! Maritime Education & Training. Viitattu 23,5,2019

Total Training Support. 2016. Prof. Reason – Error types. Viitattu 7.4.2019  
<https://www.youtube.com/watch?v=iHaQjoxQILs>