



HOGERE ZEEVAARTSCHOOL ANTWERPEN

NAUTISCHE FACULTEIT

**De invoering van een verplicht
vermoeidheidsmanagementsysteem in de
maritieme sector**

Nourdin El Khattabi

Scriptie voorgedragen tot het behalen
van de graad van
Master in de Nautische Wetenschappen

Promotor: Christophe Collard

Academiejaar: 2020-2021

Woord vooraf

In deze scriptie onderzocht ik vermoeidheidsmanagementsystemen als oplossing voor het bekende vermoeidheidsprobleem bij zeevarenden. Tijdens mijn studieperiode aan de Hogere Zeevaartschool ben ik zelf een aantal keer op zee gegaan als *Deck Cadet* aan boord van gastankers. Hierbij heb ik zelf de effecten van vermoeidheid kunnen ondervinden en deze kunnen vaststellen bij de andere leden van de bemanning. Deze eigen ervaringen hebben de zaadjes geplant voor mijn interesse in dit onderwerp. Bovendien krijgt vermoeidheid in de maritieme sector en in andere sectoren steeds meer de aandacht die het verdient. Hoewel er al een aantal stappen in de juiste richting zijn gezet, is het probleem tot op heden nog niet opgelost. Ik ben dus op zoek gegaan naar een alomvattende aanpak van het vermoeidheidsprobleem. Het resultaat van dit onderzoek vindt u in deze scriptie.

Deze scriptie is in de eerste plaats tot stand gekomen dankzij de kennis, het inzicht en het kritisch redeneervermogen, die ik allemaal heb opgebouwd tijdens mijn studies. Ik wil hier dan ook allereerst mijn dank betuigen aan de docenten van de Hogere Zeevaartschool die mij de kans hebben gegeven om deze vaardigheden te ontwikkelen. Daarnaast wil ik afzonderlijk nog mijn promotor, professor Christophe Collard, bedanken voor de geboden raad en ondersteuning bij het opstellen van dit werk.

Verder wil ik ook mijn dank betuigen aan Port of Antwerp, waar ik onlangs aan de slag ben gegaan als VTS-operator binnen het recent opgerichte VTS voor de mogelijkheid om aan deze thesis te werken tijdens de voorbije maanden. Bovendien ben ik ook mijn collega's – meer specifiek de VTS-operators en -supervisor van de D-wacht – dankbaar voor de steun die ik van hen ontving bij het schrijven van deze scriptie.

Ten slotte ben ik ontzettend veel dank verschuldigd aan mijn moeder en aan mijn partner, zowel voor hun voortdurende hulp en steun tijdens het schrijven van dit werk als voor de morele bijstand waar ik steeds en onvoorwaardelijk op heb kunnen rekenen.

Samenvatting

We onderzochten in deze scriptie de invoering van een verplicht vermoeidheidsmanagementsysteem als onderdeel van het reeds bestaande veiligheidsmanagementsysteem voor schepen. In het eerste deel omschreven we wat vermoeidheid is door middel van een literatuurstudie. We overliepen in het eerste hoofdstuk bondig de biologische concepten en processen achter slaap en vermoeidheid. In het tweede en derde hoofdstuk bekeken we de oorzaken en gevolgen van vermoeidheid. In het vierde hoofdstuk formuleerden we de probleemstelling - het verband tussen vermoeidheid en veiligheid aan boord - door verbanden te leggen tussen de meningen van verschillende auteurs. In het vijfde hoofdstuk bekritiseerden we de huidige maatregelen tegen vermoeidheid op verschillende niveaus en we gaven aan op welke vlakken deze tekortkomen. In het zesde hoofdstuk onderzochten we vermoeidheidsmanagementsystemen aan de hand van een literatuurstudie en door verbanden te leggen tussen de meningen van verschillende auteurs, met toevoeging van onze eigen kritiek. We concludeerden dat de invoering van een vermoeidheidsmanagementsysteem als onderdeel van het reeds bestaande veiligheidsmanagementsysteem voor schepen een wenselijke oplossing voor het vermoeidheidsprobleem kan bieden en we bevelen de IMO dan ook aan om dit te verplichten bij de volgende herziening van de ISM-code.

Abstract

In this thesis we investigated the introduction of a mandatory fatigue risk management system as part of the already existing safety management system for ships. In the first part we described what fatigue is by means of a literature study. In the first chapter, we briefly discussed the biological concepts and processes concerning sleep and fatigue. In the second and third chapter we looked at the causes and consequences of fatigue. In the fourth chapter, we formulated the problem - the relationship between fatigue and safety on board - by making connections between the opinions of different authors. In the fifth chapter, we criticized the current measures against fatigue at various levels and we indicated in which areas they are deficient. In the sixth chapter, we explored fatigue risk management systems through a literature review and by making connections between the opinions of different authors, while adding our own criticism. We concluded that the introduction of a fatigue risk management system as part of the existing safety management system for ships could provide a desirable solution to the problem of fatigue and we therefore recommend that the IMO make these systems mandatory for all ships in the next revision of the ISM Code.

Inhoudstafel

LIJST VAN FIGUREN	XI
LIJST VAN GRAFIEKEN	XIII
INLEIDING	1
1 BIOLOGISCHE CONCEPTEN EN PROCESSEN	3
1.1 INDELING EN STRUCTUUR VAN DIT HOOFDSTUK.....	3
1.2 SLAAP	3
1.2.1 <i>Definitie</i>	4
1.2.2 <i>Functie</i>	4
1.3 TWEE-PROCESMODEL VOOR SLAAPREGULATIE	4
1.3.1 <i>Proces C: het circadiaans ritme</i>	5
1.3.2 <i>Proces S: de homeostatische slaapdruk</i>	5
1.4 SLAAPTOESTANDEN	6
1.4.1 <i>NREM-slaap</i>	6
1.4.1.1 N1: NREM-fase 1.....	7
1.4.1.2 N2: NREM-fase 2.....	7
1.4.1.3 N3: NREM-fase 3.....	7
1.4.2 <i>REM-slaap</i>	7
1.5 NORMAAL SLAAPPATROON.....	8
1.6 SLAAPTEKORT	9
1.6.1 <i>Slaperigheid</i>	10
1.6.2 <i>Vermoeidheid</i>	11
1.7 DEELBESLUIT	12
2 OORZAKEN VAN VERMOEIDHEID	15
2.1 INDELING EN STRUCTUUR VAN DIT HOOFDSTUK.....	15
2.2 FACTOREN GERELATEERD AAN DE ZEEVAARDER ZELF	16
2.3 MANAGEMENTFACTOREN AAN DE WAL EN AAN BOORD.....	18
2.3.1 <i>Managementfactoren aan de wal</i>	18
2.3.2 <i>Managementfactoren aan boord</i>	19
2.4 SCHEEPSSPECIFIEKE FACTOREN	20
2.5 OMGEVINGSFACTOREN OP ZEE	21
2.6 OPERATIONELE FACTOREN.....	21
2.7 RANGSCHIKKING VAN DE OORZAKEN VOLGENS PRIORITEIT	22
2.8 DEELBESLUIT	24

3	GEVOLGEN VAN VERMOEIDHEID.....	27
3.1	INDELING EN STRUCTUUR VAN DIT HOOFDSTUK.....	27
3.2	INDIVIDUELE EFFECTEN	27
3.2.1	<i>Cognitieve effecten</i>	28
3.2.1.1	Vergelijking met alcoholpercentages in het bloed	29
3.2.2	<i>Fysieke effecten</i>	30
3.2.3	<i>Gedragseffecten</i>	31
3.3	TEAMEFFECTEN.....	32
3.3.1	<i>Definitie van teams</i>	32
3.3.2	<i>Het IMOI-model voor teams</i>	33
3.3.2.1	Elementen.....	34
3.3.3	<i>Teaminputs</i>	35
3.3.4	<i>Intermediairs</i>	35
3.3.4.1	Opkomende toestanden	35
3.3.4.2	Gedragsprocessen.....	36
3.3.5	<i>Teamoutputs</i>	37
3.4	DEELBESLUIT	38
4	VERMOEIDHEID EN VEILIGHEID.....	41
4.1	INDELING EN STRUCTUUR VAN DIT HOOFDSTUK.....	41
4.2	INCIDENTEN ALS GEVOLG VAN DE OORZAKEN VAN VERMOEIDHEID	42
4.2.1	<i>Theoretisch kader</i>	42
4.2.2	<i>Relevante onderzoeken</i>	43
4.2.2.1	Circadiaanse factoren	43
4.2.2.2	Homeostatische factoren.....	44
4.2.2.3	Taakgerelateerde factoren	44
4.3	INCIDENTEN ALS GEVOLG VAN VERMOEIDHEID ZELF	45
4.3.1	<i>Theoretisch kader</i>	45
4.3.2	<i>Relevante onderzoeken</i>	45
4.3.2.1	Zelfgerapporteerde vermoeidheid	46
4.3.2.2	Modelvoorspelde vermoeidheid.....	47
4.3.2.3	Geobserveerde vermoeidheid	47
4.4	INCIDENTEN ALS GEVOLG VAN VERMOEIDHEIDSEFFECTEN.....	48
4.4.1	<i>Theoretisch kader</i>	48
4.4.2	<i>Relevante onderzoeken</i>	48
4.4.2.1	Zelfgerapporteerde prestatievermindering.....	49
4.4.2.2	Gemeten prestatievermindering	50
4.4.2.3	Algemene incidentanalyses	50
4.5	DEELBESLUIT	51

5	MAATREGELEN TEGEN VERMOEIDHEID.....	53
5.1	INDELING EN STRUCTUUR VAN DIT HOOFDSTUK.....	54
5.2	OVERKOEPELENDE INTERNATIONALE ORGANISATIES.....	54
5.2.1	<i>Internationale Maritieme Organisatie.....</i>	<i>54</i>
5.2.1.1	STCW-conventie.....	56
5.2.1.2	ISM-code.....	57
5.2.1.3	Resolutie A.1047(27): Principes van Minimale Veilige Bemanning	58
5.2.1.4	MSC/Circ.1598: Richtlijnen met betrekking tot Vermoeidheid	59
5.2.2	<i>Internationale Arbeidsorganisatie.....</i>	<i>61</i>
5.2.2.1	Maritiem Arbeidsverdrag 2006.....	61
5.3	LOKALE OVERHEDEN	63
5.3.1	<i>Vlaggenstaten</i>	<i>63</i>
5.3.2	<i>Havenstaten</i>	<i>64</i>
5.4	REDERIJEN	65
5.4.1	<i>Belang van vermoeidheid</i>	<i>66</i>
5.4.2	<i>Elementen van vermoeidheid</i>	<i>66</i>
5.4.3	<i>Maatregelen op bedrijfsniveau</i>	<i>67</i>
5.4.4	<i>Bestaande voorschriften.....</i>	<i>68</i>
5.5	ZEEVARENDEN	68
5.5.1	<i>Herkenning van vermoeidheid.....</i>	<i>68</i>
5.5.2	<i>Maatregelen op het niveau van de zeevarende</i>	<i>69</i>
5.5.3	<i>Geschiktheid voor de dienst.....</i>	<i>69</i>
5.5.4	<i>Verantwoordelijkheden van de zeevarende</i>	<i>70</i>
5.5.5	<i>Verantwoordelijkheden van hogere officieren en werktuigkundigen.....</i>	<i>71</i>
5.5.6	<i>Bestaande voorschriften.....</i>	<i>71</i>
5.6	DEELBESLUIT	72
6	VERMOEIDHEIDSMANAGEMENTSYSTEMEN	75
6.1	INDELING EN STRUCTUUR VAN DIT HOOFDSTUK.....	76
6.2	INHOUD	76
6.3	PROCEDURES EN INSTRUMENTEN.....	78
6.3.1	<i>Preventieve maatregelen</i>	<i>79</i>
6.3.2	<i>Bewustmakende maatregelen.....</i>	<i>80</i>
6.3.3	<i>Verzachtende maatregelen</i>	<i>81</i>
6.4	DEELBESLUIT	82
	CONCLUSIE.....	85
	BIBLIOGRAFIE	89

Lijst van figuren

FIGUUR 1	HET ALGEMEEN IMOI-MODEL VOOR TEAMS	33
-----------------	--	----

Lijst van grafieken

GRAFIEK 1	NORMAAL SLAAPPATROON JONGVOLWASSENE TIJDENS ÉÉN NACHT	9
GRAFIEK 2	PRIORITEITEN VAN DE VERSCHILLENDE VERMOEIDHEIDSFACTOREN, GEGROEPEERD	23
GRAFIEK 3	PRIORITEITEN VAN DE VERSCHILLENDE VERMOEIDHEIDSFACTOREN, INDIVIDUEEL.....	23
GRAFIEK 4	VERGELIJKING TUSSEN COGNITIEVE VERMOEIDHEIDSEFFECTEN EN ALCOHOLPERCENTAGES IN HET BLOED.....	30

Inleiding

Vermoeidheid is een bekend probleem in de maritieme sector. Vooral de laatste twee decennia is de aandacht voor dit probleem sterk gegroeid. In deze theoretische scriptie onderzoeken we de verplichte invoering van een vermoeidheidsmanagementsysteem (als onderdeel van het reeds bestaande veiligheidsmanagementsysteem voor schepen) als oplossing voor het vermoeidheidsprobleem bij zeevarenden.

In het eerste deel omschrijven we wat vermoeidheid is. Hier leggen we de basis voor de rest van deze scriptie. We doen dit door middel van een literatuurstudie. In het eerste hoofdstuk overlopen we bondig de biologische concepten en processen achter slaap en vermoeidheid. Vervolgens bekijken we in het tweede hoofdstuk de oorzaken van vermoeidheid en de verschillende factoren die ertoe bijdragen. Ten slotte bespreken we in het derde hoofdstuk de gevolgen van vermoeidheid.

In het vierde hoofdstuk formuleren we de probleemstelling voor deze scriptie. We leggen hier uit waarom vermoeidheid een probleem is. Hiervoor tonen we het verband aan tussen vermoeidheid en veiligheid aan boord. Dit doen we door verbanden te leggen tussen de meningen van verschillende auteurs en door aan te duiden waar de consensus van de meerderheid der auteurs naartoe gaat.

In het vijfde hoofdstuk behandelen we de huidige maatregelen tegen vermoeidheid op verschillende niveaus. We geven hier aan op welke vlakken de huidige aanpak van het vermoeidheidsprobleem tekortkomt. Hiervoor bekijken we welke maatregelen er op heden reeds bestaan en we formuleren onze kritiek bij de tekortkomingen. We baseren ons hier op de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid (International Maritime Organization, 2019).

In het zesde en laatste hoofdstuk onderzoeken we de wenselijkheid van een verplicht vermoeidheidsmanagementsysteem voor schepen. We beschrijven hier wat dit systeem juist is en welke elementen het dient te bevatten. Dit doen we aan de hand van een literatuurstudie en door verbanden te leggen tussen de meningen van verschillende auteurs. We formuleren hierbij opnieuw onze eigen kritiek.

1 Biologische concepten en processen

In dit deel overlopen we enkele biologische concepten en -processen in verband met slaap, slaperigheid en vermoeidheid. Deze begrippen komen later in deze scriptie terug en het is dan ook belangrijk om ze eerst te definiëren en te begrijpen.

1.1 Indeling en structuur van dit hoofdstuk

Een goed begrip van de processen en mechanismen achter slaap en vermoeidheid is belangrijk voor de analyse van de oorzaken en van de gevolgen van vermoeidheid en voor het onderzoek naar het verband tussen vermoeidheid en veiligheid. Daarnaast is een biologische fundering van de begrippen en processen in verband met slaap, slaperigheid en vermoeidheid noodzakelijk voor de uiteindelijke uitwerking van een doeltreffend vermoeidheidsmanagementsysteem.

Eerst definiëren we het begrip slaap en bespreken we het twee-procesmodel voor slaapregulatie. Daarna omschrijven we de verschillende slaaptoestanden, bestaande uit REM- en NREM-slaap. Vervolgens overlopen we het gewoon slaappatroon bij volwassenen. Dan bespreken we de voorwaarden voor een effectieve en voldoende slaap en beschouwen we slaapttekort als een toestand waarin niet voldaan is aan één of meerdere van deze voorwaarden. Ten slotte maken we het onderscheid tussen slaperigheid als een acute fysiologische toestand veroorzaakt door een verminderde slaaptijd en vermoeidheid als een chronische toestand veroorzaakt door onder andere verminderde slaaptijd.

1.2 Slaap

Slaap is een basisbehoefte van de mens. Volwassen mensen hebben gemiddeld 7 tot 9 uur slaap per nacht nodig om normaal te kunnen functioneren (Hirshkowitz e.a., 2015). Leeftijd en genetische factoren spelen ook een belangrijke rol bij de individuele slaapbehoefte.

Een tekort aan voldoende, kwalitatieve en continue slaap ligt vaak aan de basis van vermoeidheid en talrijke andere negatieve fysieke, cognitieve en emotionele effecten.

1.2.1 Definitie

Helaas bestaat er geen eenduidige definitie van slaap. Carskadon & Dement (2017) omschrijven slaap vereenvoudigd als een omkeerbare gedragstoestand van perceptuele terugtrekking uit en niet reageren op de omgeving en als een complex geheel van fysiologische en gedragsprocessen.

1.2.2 Functie

Tot op heden is niet veel gekend over de verschillende aspecten van slaap en over de functie ervan. Zo schrijft Chokroverty (2010) dat de biologische functie van slaap het grootste mysterie aller tijden blijft, hoewel geweten is dat slaap essentieel is en dat slaapttekort, of het nu voortvloeit uit de levensstijl of uit slaapstoornissen korte- en langetermijneffecten veroorzaakt.

Bovendien bestaat in de medische wereld nog steeds discussie over het bestaan van en de precieze omvang van deze verschillende effecten, voornamelijk die op de langere termijn.

1.3 Twee-procesmodel voor slaapregulatie

Borbely (1982) onderscheidt twee processen aan de basis van slaapregulatie:

- 1 proces C: het circadiaans ritme, dat een vast cyclisch patroon volgt en onafhankelijk is van slaap;
- 2 proces S: de homeostatische slaapdruk, die wel afhankelijk is van slaap: deze stijgt naarmate een individu langer wakker is en neemt exponentieel af wanneer een individu terug slaapt.

Dit model staat bekend als het twee-procesmodel voor slaap en komt veelvuldig voor doorheen de literatuur met betrekking tot slaap. Het is de combinatie van beide processen die de nood aan en drang naar slaap in een individu zal bepalen. Deze processen kunnen elkaar versterken, maar ze kunnen elkaar ook tegenwerken, zoals bij het doorkruisen van verschillende tijdzones, ook wel bekend als jetlag, of bij werknemers die in shiften werken.

We merken nog op dat er in de literatuur verschillende onderzoeken zijn naar nieuwe en verbeterde biowiskundige modellen voor slaap (Dawson, Darwent, & Roach, 2017). Deze modellen breiden het klassiek twee-procesmodel uit met verschillende andere elementen om op die manier slaperigheid en vermoeidheid beter te kunnen voorspellen. Een uitgebreide bespreking hiervan valt echter buiten het bestek van deze scriptie.

Hieronder bespreken we kort het circadiaans ritme of proces C en de homeostatische slaapdruk of proces S in meer detail.

1.3.1 Proces C: het circadiaans ritme

Onze biologische klok vertelt ons lichaam wanneer we wakker moeten zijn en wanneer we moeten rusten of slapen. Maar verder dan dat reguleert onze biologische klok tijdens onze wakkere periodes ook momenten van hogere en lagere alertheid. Dit gebeurt elke dag volgens een patroon dat onder normale omstandigheden ongeveer 24 uur in beslag neemt, even lang als een volledige dag dus. Deze dagelijkse interne cyclus noemen we het circadiaans ritme.

We noteren nog dat het circadiaans ritme slaaponafhankelijk is. Zo volgde de zelf gerapporteerde moeheid bij proefpersonen die deelnamen aan een experiment waarin ze 72 uur wakker moesten blijven een duidelijk circadiaans ritme (Åkerstedt & Fröberg, 1977). De slaperigheid fluctueerde dus zodanig dat de proefpersonen 's nachts meer moe waren dan overdag, gecorrigeerd voor het aantal uren dat ze al wakker waren.

1.3.2 Proces S: de homeostatische slaapdruk

Hoe langer we wakker zijn, hoe meer we moe worden en hoe meer nood we hebben aan slaap. Deze geleidelijke opbouw van het gevoel om te willen slapen noemen we de homeostatische slaapdruk. Er is dus een wederzijdse negatieve beïnvloeding van slaap en homeostatische slaapdruk: de slaapdruk verhoogt continu de drang om te slapen naarmate een individu langer wakker is, terwijl de slaapdruk exponentieel afneemt wanneer een individu slaapt.

1.4 Slaaptoestanden

De medische wereld onderscheidt twee toestanden binnen slaap: *rapid eye movement*- of REM-slaap en *non-rapid eye movement*- of NREM-slaap. Gedurende de volledige slaap wisselt het lichaam verschillende keren af tussen deze twee toestanden. Dit gebeurt volgens een vaste cyclus. Hieronder geven we een kort overzicht van deze verschillende slaaptoestanden en hun eigenschappen.

1.4.1 NREM-slaap

NREM-slaap is een toestand van een relatief inactief maar wel actief regulerend brein in een beweegbaar lichaam (Carskadon & Dement, 2017).

Het is de collectieve benaming voor alle slaapstadia die zich situeren tussen de wakkere toestand en de veel diepere REM-slaap.

Deze toestand kenmerkt zich door een lichaam dat een beetje minder beweegbaar is, ogen die langzame, rollende bewegingen maken achter gesloten oogleden en een licht tot matig verminderde respons op externe stimuli. Verder vindt slechts 20% van alle dromen plaats tijdens de NREM-slaap (Chokroverty, 2010). Dromen tijdens deze toestand zijn meestal realistischer van aard dan dromen tijdens de REM-slaap.

De NREM-slaap kent een verdere onderverdeling in verschillende stadia van lichtere naar diepere slaap. Klassiek onderscheidde men 4 verschillende stadia in de NREM-slaap, maar de American Academy of Sleep Medicine voegde in 2007 de 2 laatste stadia (slaapfase 3 en slaapfase 4) samen en sindsdien beschouwt men in de medische literatuur in totaal slechts 3 verschillende stadia in de NREM-slaap:

- 1 N1 : NREM-fase 1 ;
- 2 N2 : NREM-fase 2 ;
- 3 en N3 : NREM-fase 3.

Hieronder volgt een korte bespreking van deze slaapstadia.

1.4.1.1 N1: NREM-fase 1

De eerste fase van de NREM-slaap duidt men in de literatuur aan als N1. Het vormt de overgangsfase tussen de wakkere toestand en slaap. Deze lichte slaapfase duurt ongeveer 5 minuten en zo vormt N1 in totaal ongeveer 5% van de volledige slaap. (Patel, Reddy, & Araujo, 2021)

1.4.1.2 N2: NREM-fase 2

De volgende fase van de NREM-slaap noemt men in de literatuur N2. Deze diepere slaap kenmerkt zich door een vertraging van de hartslag en een daling van de lichaamstemperatuur. Deze slaapfase duurt ongeveer 25 minuten tijdens de eerste slaapcyclus en zal telkens langer duren in elke volgende cyclus, zodat N2 in totaal ongeveer 50% van de volledige slaap beslaat. (Patel e.a., 2021)

1.4.1.3 N3: NREM-fase 3

De laatste fase van de NREM-slaap staat in de literatuur bekend als N3. Dit is de diepste fase van de NREM-slaap en ze kenmerkt zich door een daling van de bloeddruk en van de frequentie van ademhaling. Spieren ontspannen zich en het lichaam herstelt haar weefsels, beenderen en spieren. Verder versterkt het lichaam ook het immuunsysteem en is een individu in deze fase het moeilijkst wakker te maken wegens de slechte of zelfs volledig afwezige respons op stimuli, zeker als het gaat om geluiden en lawaai. (Patel e.a., 2021)

1.4.2 REM-slaap

REM-slaap is een toestand van een geactiveerd brein in een verlamd lichaam (Carskadon & Dement, 2017).

Dit is het diepe gedeelte van de slaap waarin mensen gewoonlijk dromen en het gedeelte dat het meest herstellend is voor de rust.

Deze toestand kenmerkt zich door een lichaam dat onbeweegbaar wordt, snelle oogbewegingen achter gesloten oogleden en een matig tot volledig verminderde respons op externe stimuli. Verder wordt de ademhaling onregelmatiger. De hersenen worden veel

actiever en de breinactiviteit komt tijdens de REM-slaap grotendeels overeen met die in wakkere toestand. (Patel e.a., 2021)

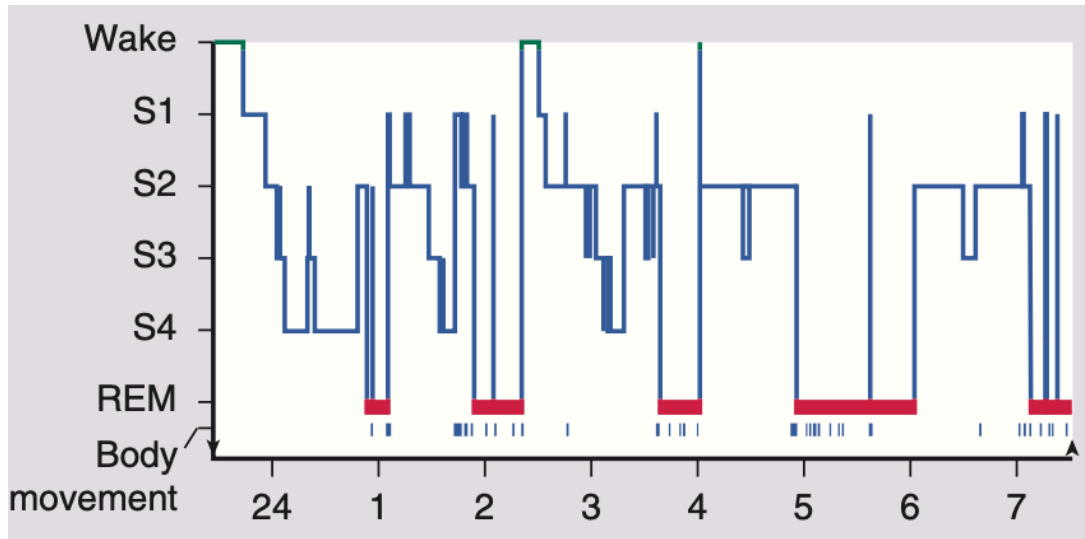
Ongeveer 80% van alle dromen vindt plaats tijdens de NREM-slaap. Deze dromen kunnen erg levendig aanvoelen en veel fantastische elementen bevatten. Daarnaast zijn dromen tijdens de REM-slaap meestal gemakkelijker om achteraf te herinneren dan dromen tijdens de NREM-slaap. (Chokroverty, 2010)

Deze slaaptoestand treedt voor het eerst op ongeveer 90 minuten nadat het individu in slaap is gevallen en ze duurt ongeveer 10 minuten tijdens de eerste slaapcyclus. De REM-slaap zal in elke volgende cyclus langer duren en ze kan naar het einde van de slaap toe tot een uur lang duren. (Patel e.a., 2021)

1.5 Normaal slaappatroon

Een enkele slaapcyclus bestaat uit de 3 verschillende stadia van de NREM-slaap, gevolgd door de REM-slaap. De stadia van de NREM- en REM-slaap worden in deze slaapcyclus steeds in volgorde doorlopen, van de lichtere N1 over naar de diepere N2 tot in de zeer diepe N3 en uiteindelijk de REM-toestand. Een dergelijke slaapcyclus neemt gemiddeld 90 minuten in beslag en gedurende de volledige slaap zal het lichaam ongeveer 4 tot 6 van deze slaapcyclussen doorlopen. (Patel e.a., 2021)

Een normaal slaappatroon begint dus met een eerste periode van NREM-slaap voor ongeveer 80 tot 100 minuten, gevolgd door de eerste REM-slaap. Vanaf dan wisselen REM- en diepere NREM-slaap elkaar gedurende de rest van de slaap af in cycli van ongeveer 90 tot 110 minuten. Op Grafiek 1 is het gemiddeld slaappatroon voor een jongvolwassene tijdens één volledige nacht weergegeven.



Grafiek 1 Normaal slaappatroon jongvolwassene tijdens één nacht

Bron: Carskadon & Dement (2017)

Hier is op de horizontale as het tijdstip aangegeven in uren. De verticale as geeft het niveau van lichaamsbeweging aan. Deze as loopt van boven naar onder: vertrekkend vanuit de wakkere toestand, gevolgd door de verschillende slaapstadia in de NREM-fase en eindigend in de REM-slaap.

We merken nog op dat deze grafiek de oude indeling van de stadia binnen de NREM-slaap volgt. Volgens de huidige onderverdeling van de NREM-slaap zouden S3 en S4 moeten worden samengevoegd.

We zien op Grafiek 1 duidelijk dat de REM-fases in de slaap in lengte toenemen naarmate de nacht vordert. Verder zien we ook duidelijk de cyclische afwisseling van NREM- en REM-slaap tijdens het normaal slaappatroon terug. Tijdens de volledige duur van de slaap zal een individu zich uiteindelijk gemiddeld 75-80% van de tijd in NREM-toestand bevinden en 20-25% van de tijd in REM-toestand (Carskadon & Dement, 2017).

1.6 Slaaptekort

De IMO onderscheidt in haar meest richtlijnen met betrekking tot vermoeidheid drie belangrijke voorwaarden voor een productieve slaap:

- 1 een voldoende hoeveelheid: zoals reeds vermeld hebben volwassenen gemiddeld 7 tot 9 uur slaap nodig per nacht;
- 2 voldoende kwaliteit: het is belangrijk dat er voldoende REM-fases plaatsvinden in het slaappatroon, aangezien deze het meest herstellend zijn voor de rust;
- 3 en voldoende continuïteit: om voldoende lange REM-fases te doorlopen is het nodig dat het slaappatroon zo weinig mogelijk onderbroken wordt en aan één stuk doorloopt, aangezien de REM-fases langer worden naarmate de totale slaapduur langer wordt.

Wanneer aan één of meerdere van deze voorwaarden niet is voldaan tijdens de slaap spreken we van een slaapttekort. Hieronder gaan we dieper in op de manieren waarop een slaapttekort een individu op de korte en op de langere termijn kan beïnvloeden.

Slaapttekort kan zowel slaperigheid als vermoeidheid veroorzaken. In de literatuur gebruiken sommige auteurs de termen 'slaperigheid' en 'vermoeidheid' door elkaar. Andere auteurs maken een onderscheid tussen acute en chronische vermoeidheid. In deze scriptie gebruiken we 'slaperigheid' om te verwijzen naar acute moeheid of vermoeidheid, veroorzaakt door een tekort aan slaap op de korte termijn; en de term 'vermoeidheid' gebruiken we om chronische vermoeidheid aan te duiden, veroorzaakt door een tekort aan slaap op de lange termijn. Hieronder bespreken we beide begrippen.

1.6.1 Slaperigheid

Roehrs e.a. (2017) beschrijven slaperigheid als een fysiologische staat van behoefte. Een verminderde slaaptijd, veroorzaakt door bijvoorbeeld slaapproblemen, medicatie of medische aandoeningen, ligt aan de basis van deze toestand.

Slaperigheid manifesteert zich als een drastische verlaging van alertheid in een individu tijdens de wakkere uren. Deze acute toestand is onmiddellijk omkeerbaar: als een individu gaat slapen verdwijnt slaperigheid meteen.

1.6.2 Vermoeidheid

Vermoeidheid is een meer complex begrip. Er bestaat geen simpele en alomvattende medische definitie van de term “vermoeidheid”. Verschillende instanties en auteurs geven dan ook verschillende omschrijvingen van het begrip.

De voor deze scriptie meest relevante definitie vinden we terug in de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid:

een toestand van fysieke en/of mentale beperking als gevolg van factoren zoals ontoereikende slaap, verlengde waakzaamheid, werk-/rustvereisten die niet gesynchroniseerd zijn met circadiaanse ritmes en fysieke, mentale of emotionele inspanning die alertheid en het vermogen op een schip te functioneren en om veiligheidsgerelateerde taken uit te voeren kan aantasten.

De ICAO, IATA en IFALPA hanteren in hun meest recente handleiding met betrekking tot vermoeidheidsmanagement in de luchtvaartsector een gelijkaardige definitie voor het begrip (International Air Transport Association, International Civil Aviation Organization, & The International Federation of Air Line Pilots’ Associations, 2015):

een fysiologische toestand van verminderde mentaal of fysiek prestatievermogen als gevolg van slaapverlies, verlengde waakzaamheid, circadiaans ritme en/of werkdruk (mentale en/of fysieke activiteit) die iemands alertheid en vermogen om adequaat veiligheidsgerelateerde operationele taken uit te voeren kan aantasten.

Samengevat beschrijven beide definities vermoeidheid dus enerzijds als het gevolg van verschillende factoren en anderzijds als de oorzaak van een bepaalde fysiologische toestand.

De genoemde oorzaken en gevolgen van vermoeidheid vormen echter slechts een gedeelte van alle oorzaken en gevolgen. In de volgende hoofdstukken volgt een meer uitgebreide opsomming van de oorzaken en gevolgen van vermoeidheid bij zeevaarders.

1.7 Deelbesluit

We definieerden slaap aan het begin van dit hoofdstuk als een complex geheel van fysiologische en gedragsprocessen en we gaven aan dat volwassen mensen gemiddeld 7 tot 9 uur slaap per nacht nodig hebben om normaal te kunnen functioneren. We noteerden ook dat de biologische functie van slaap tot op heden nog steeds niet helemaal duidelijk is.

Vervolgens beschouwden we het twee-procesmodel voor slaapregulatie. Het circadiaans ritme of slaaponafhankelijk proces C zorgt hierin voor een natuurlijke en cyclische afwisseling van wakkere of alerte en slaperige of minder alerte toestanden in ons lichaam. De homeostatische slaapdruk of het slaapafhankelijk proces S zorgt er dan weer voor dat we meer moe worden naarmate we langer wakker zijn en dat deze moeheid opnieuw verdwijnt zodra we slapen. We noteerden dat er op heden meer uitgebreide biowiskundige modellen voor slaap zijn, maar dat een bespreking ervan buiten het bestek van deze scriptie valt.

Daarna overliepen we de verschillende slaaptoestanden. De minder diepe NREM-slaap situeert zich tussen de wakkere toestand en de veel diepere REM-slaap. Ze bestaat uit drie verschillende stadia, beginnend in de lichte overgangsfase N1 om dan over te gaan tot de diepere N2-fase en eindigend in de diepe N3-fase. De diepe REM-slaap of droomslaap is ten slotte het gedeelte van de slaap waarin mensen gewoonlijk dromen en het gedeelte dat het meest herstellend is voor de rust.

Verder bekeken we het normaal slaappatroon van een volwassen persoon. Dit begint met het in volgorde doorlopen van de drie fases van de minder diepe NREM-slaap, gevolgd door de diepe REM-slaap. Deze slaapcyclus neemt gemiddeld 90 minuten in beslag en gedurende de volledige slaap doorloopt het lichaam gewoonlijk ongeveer 4 tot 6 van deze slaapcyclussen.

Ten slotte bespraken we de drie voorwaarden voor een productieve slaap uit de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid: een voldoende hoeveelheid slaap, een voldoende effectieve slaap en een voldoende mate van continuïteit in de slaap. Een tekortkoming op één of meer van deze vlakken kan leiden tot een slaaptekort.

Aansluitend maakten we aan het einde van dit hoofdstuk het onderscheid tussen slaperigheid als een acute toestand van slaapttekort en vermoeidheid als een meer chronische toestand veroorzaakt door een verscheidene factoren en gekenmerkt door verschillende effecten.

2 Oorzaken van vermoeidheid

Nu we de biologische concepten en mechanismen achter slaap en vermoeidheid hebben besproken, kunnen we ons toespitsen op de oorzaken van vermoeidheid. De definitie van vermoeidheid die we aan het einde van het vorig hoofdstuk beschouwden, omschreef vermoeidheid als een bepaalde fysiologische toestand in een individu die het resultaat is van verschillende oorzaken. In dit deel bekijken we deze oorzaken van vermoeidheid in meer detail voor zeevaarders.

2.1 Indeling en structuur van dit hoofdstuk

De oorzaken van vermoeidheid zijn zeer uiteenlopend en ze worden meestal in verschillende categorieën of groepen van oorzaken ingedeeld op basis van een gemeenschappelijke noemer. Hoewel niet iedereen dezelfde categorieën gebruikt, hanteren de meeste onderzoekers in grote lijnen wel een gelijkaardige indeling van de oorzaken van vermoeidheid.

De IMO deelt in haar meest recente richtlijnen de verschillende factoren die bijdragen aan vermoeidheid in 5 categorieën op, gerelateerd aan:

- 1 de zeevaarder zelf;
- 2 het management, zowel aan boord als aan de wal;
- 3 het schip;
- 4 de omgeving op zee;
- 5 en de operationele factoren.

De laatste categorie, de “operationele factoren”, vormt eigenlijk een restcategorie. Deze omvat alle factoren aangaande alle resterende belanghebbenden in de zeevaart buiten zeevaarders, rederijen, overheden en havenstaten.

In verschillende andere onderzoeken naar de oorzaken van vermoeidheid zien we een soortgelijke indeling terugkomen. Hieronder hanteren we dus dezelfde indeling en bespreken we verschillende factoren binnen elk van deze categorieën. Op het einde van dit hoofdstuk rangschikken we deze oorzaken ten slotte naar hun prioriteit.

2.2 Factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf

De IMO geeft in haar meest recente richtlijnen de volgende factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf als oorzaken van vermoeidheid aan boord:

- 1) slaap en rust, waaronder de hoeveelheid, kwaliteit en continuïteit van slaap, slaapstoornissen en herstelrust/pauzes;
- 2) de biologische klok en circadiaanse ritmes;
- 3) psychologische en emotionele factoren, inclusief angst, monotonie, verveling en eenzaamheid;
- 4) de gezondheid en het algemeen welzijn, inclusief dieet, voeding en hydratatie, lichaamsbeweging, training en ziekte;
- 5) stress, waaronder de vaardigheid, kennis en training gerelateerd aan de job, persoonlijke problemen in de privésfeer en interpersoonlijke relaties op het werk en thuis;
- 6) medicatie en drugsmisbruik, inclusief alcohol, medicijnen en drugs, supplementen, cafeïne en andere stimulerende middelen;
- 7) de leeftijd;
- 8) shiftwerk en werkroosters;
- 9) de werkdruk, zowel mentaal als fysiek;
- 10) jet lag.

Zoals besproken in het eerste deel van deze scriptie vormt een voldoende lange, goede en continue slaap een basisbehoefte van de mens. Er zijn verschillende redenen waarom slaap aan boord vaak tekortkomt op deze vlakken. Hieronder volgt een korte toelichting bij de opgesomde factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf.

Alle zeevaarders lopen het risico op slaapproblemen omdat shiftwerk inherent is aan het werk aan boord en omdat de werkroosters dus vaak niet overeenkomen met de biologische klok of het circadiaans ritme. Vermoeidheid treedt ook meer op bij officieren na een nachtshift dan na een dagshift (Pauksztat, 2017). Hierbij is de vermoeidheid bij officieren na een dagshift hoofdzakelijk te wijten aan de vaak langere werkuren tijdens de dag, terwijl de vermoeidheid bij officieren na een nachtshift hoofdzakelijk wordt veroorzaakt door een

slechte aanpassing van het circadiaans ritme en door een hogere werkdruk tijdens de nacht (Leung, Chan, Ng, & Wong, 2006). Er treden bovendien grote verschillen op tussen vermoeidheid bij zeevaarders afhankelijk van het gebruikte wachstelsysteem (van Leeuwen, Pekcan, Barnett, Williams, & Kecklund, 2017). Daarnaast doorkruisen zeevaarders vaak één of meerdere tijdzones tijdens oceaanoversteken, wat jet lag kan veroorzaken (Comperatore & Krueger, 1990). Dit heeft een bijkomende negatieve impact op de synchronisatie tussen de slaap enerzijds en de biologische klok of het circadiaans ritme anderzijds.

Er zijn verder nog een aantal psychologische, emotionele en sociale factoren die bij elke zeevaarder in mindere of meerdere mate kunnen voorkomen als gevolg van de aard van het werk en van het leven aan boord van een schip. Zo kan de gevaarlijke omgeving op zee een bron van angst vormen, terwijl het soms monotone en/of onvoldoende prikkelende werk verveling kan veroorzaken (Galieriková, Dávid, & Sosedová, 2020). Bovendien zijn zeevaarders voor een groot deel van hun carrière verwijderd van hun gezinnen, families en vrienden wanneer ze op zee zijn. Eenzaamheid is dus een frequent voorkomend probleem bij zeevaarders (Comperatore & Krueger, 1990). Kwalitatieve sociale interacties kunnen de vermoeidheid bij zeevaarders dan ook verminderen (Pauksztat, 2017). Verder vormt de mentale en/of fysieke werkdruk aan boord nog een belangrijke bron van stress bij zeevaarders. Hogere officieren hebben namelijk nog meer last van vermoeidheid door de grotere werkdruk die gepaard gaat met het toenemende niveau van verantwoordelijkheid (Pauksztat, 2017).

Ten slotte vormen tekortkomingen betreffende de algemene gezondheid en het algemeen welzijn aan boord een bijkomende risicofactor voor vermoeidheid. Zo kan het dieet aan boord soms onvoldoende gezond en gevarieerd zijn en een mogelijk tekort aan lichaamsbeweging, sport en training vermindert vaak de algemene gezondheid nog verder. Verder speelt de leeftijd ook een rol bij het risico op vermoeidheid. Ten slotte heeft ook het misbruik van medicatie en drugs omwille van psychologische of emotionele factoren een bijkomende negatieve impact op de gezondheid en op de slaap. Hoewel al deze factoren niet inherent zijn aan het werk in de zeevaart, bevordert de omgeving aan boord van een schip vaak deze factoren. (Xhelilaj & Lapa, 2010)

2.3 Managementfactoren aan de wal en aan boord

De IMO deelt de managementfactoren aan boord en aan de wal op in twee categorieën: organisatorische factoren enerzijds en reis- en planningsfactoren anderzijds. Hieronder volgt een overzicht van de verschillende oorzaken van vermoeidheid in beide categorieën:

- 1 organisatorische factoren, waaronder:
 - a) het bemanningsbeleid, -niveau en behoud;
 - b) de rol van personeel aan de wal;
 - c) het administratief werk, waaronder de rapporterings- en inspectievereisten;
 - d) economische zaken;
 - e) veranderingen in dienstroosters, overuren en pauzes;
 - f) de bedrijfsprocedures, -cultuur en -managementstijl;
 - g) de ondersteuning van de wal;
 - h) de regels en voorschriften;
 - i) het onderhoud van en de herstellingen aan het schip;
 - j) en de roosters van veiligheidsoefeningen aan boord;

- 2 reis- en planningsfactoren, waaronder:
 - a) de frequentie en duur van havenverblijven;
 - b) de reistijd tussen havens;
 - c) de routing;
 - d) de zee- en weersomstandigheden onderweg;
 - e) de hoeveelheid verkeer onderweg;
 - f) de aard van het werk en de werkdruk in de haven en op zee;
 - g) en de mogelijkheid tot verlof aan de wal.

2.3.1 Managementfactoren aan de wal

De organisatorische factoren die bijdragen aan vermoeidheid zijn voornamelijk managementfactoren aan de wal. Deze zijn zelf het gevolg van enerzijds wettelijke verplichtingen binnen de zeevaart en van economische drijfveren anderzijds.

Zo voorziet de IMO bijvoorbeeld in minimale bemanningsvereisten voor schepen. Aangezien de bemanning van een schip een significant deel van de operationele kost voor schepen vormt, proberen veel rederijen dan ook net te voldoen aan deze minimumvereisten om op die manier de operationele kost te minimaliseren (Bal & Arslan, 2011). In de industrie is echter algemeen aangenomen dat goede rederijen meer bemanningsleden aan boord voorzien dan het voorgeschreven minimum (Exarchopoulos, Zhang, Pryce-Roberts, & Zhao, 2018).

Daarnaast heeft de IMO doorheen de jaren een aantal vereisten opgesteld in verband met het onderhoud en de inspectie van schepen. Hoewel deze de veiligheid aan boord van schepen ten goede komen, vormen ze een bijkomende taak en eventuele bron van stress voor zeevaarders. Ook de periodiek verplichte veiligheidsoefeningen vormen een bijkomende taak voor zeevaarders, naast hun gewone werk en taken.

Ten slotte draagt ook de algemene cultuur in de zeevaart soms negatief bij aan vermoeidheid bij zeevaarders. Een groot deel van de rederijen heeft doorheen de jaren bedrijfsprocedures en -culturen uitgebouwd die sterk gericht zijn op de veiligheid en op het welzijn van de bemanningen aan boord van hun schepen. Helaas geldt in de zeevaartsector in de praktijk nog steeds te vaak een cultuur waarin de veiligheid en het welzijn van de zeevarenden niet worden vooropgesteld (Xhelilaj & Lapa, 2010). Zo vormen “hard werk en weinig slaap” een bron van trots bij veel zeevaarders, zelfs als ze hierbij de geldende voorschriften die hen dienen te beschermen zelf overtreden.

2.3.2 Managementfactoren aan boord

De reis- en planningsfactoren die bijdragen aan vermoeidheid zijn voornamelijk managementfactoren aan boord. Deze zijn zelf afhankelijk van de veiligheid en van de haalbaarheid enerzijds en van economische drijfveren anderzijds.

Om economische redenen is het voor een rederij over het algemeen kostenoptimaal dat de reistijd voor een schip tussen twee opeenvolgende havens zo kort mogelijk is. Verder liggen de kosten voor havenverblijven soms relatief hoog, zodat een schip best zo kort mogelijk aan de kade ligt. Dit heeft bovendien als gevolg dat de mogelijkheid voor zeevaarders tot verlof aan wal tegenwoordig sterk verminderd is (Elif & Özcan, 2011).

Bovendien ligt het tempo op zee maar vooral in de haven tijdens het laden en lossen veel hoger, wat de werkdruk voor de bemanning uiteraard verhoogt, zeker in combinatie met de steeds kleiner wordende bemanningen aan boord. De vermoeidheid bij zeevaarders is dan ook groter naarmate het aantal havenverblijven stijgt en kleiner naarmate het aantal dagen op zee tussen twee opeenvolgende havens toeneemt (Pauksztat, 2017).

Ten slotte worden gevaarlijke ladingen ook complexer qua behandeling en monitoring, waardoor de aard van het werk aan boord voor een steeds hogere werkdruk zorgt. Daarnaast hebben grote hoeveelheden verkeer en slechte zee- en weersomstandigheden vaak ook een negatieve impact op de slaap bij zeevaarders.

2.4 Scheepsspecifieke factoren

De IMO lijst de volgende scheepsspecifieke factoren op als oorzaken van vermoeidheid:

- 1 het scheepsontwerp;
- 2 het niveau en de complexiteit van automatisering;
- 3 het niveau van redundantie;
- 4 het ontwerp en de betrouwbaarheid van apparatuur;
- 5 de inspecties en het onderhoud;
- 6 de toestand van het schip;
- 7 het fysiek comfort in werkplekken;
- 8 de locatie van de accommodatie en werkplekken;
- 9 de scheepsbewegingen;
- 10 en het fysiek comfort in de accommodatie.

De scheepsspecifieke factoren kunnen ook bijdragen tot vermoeidheid op zee. Zo kan de toestand van het schip of het fysiek comfort in de accommodatie en op de werkplekken in sommige gevallen niet bevorderlijk zijn voor de ontspanning, voor het comfort en voor het algemeen welzijn (Sulgan & Sosedova, 2016). Daarnaast kan het scheepsontwerp bepaalde scheepsbewegingen onvoldoende temperen of zelfs verergeren, wat de slaap en rust van de bemanning negatief beïnvloedt. Ten slotte kunnen het niveau en de complexiteit van automatisering, het niveau van redundantie en het ontwerp en de betrouwbaarheid van

de apparatuur de werkdruk op de bemanning soms verhogen. Dit heeft opnieuw een negatief effect op de slaap en de rust van zeevaarders. (Galieriková e.a., 2020)

2.5 Omgevingsfactoren op zee

De IMO bedoelt met de omgevingsfactoren zowel factoren buiten het schip zelf als factoren op het schip, veroorzaakt door de omgeving op zee. De IMO beschouwt de volgende factoren als oorzaken van slaapverlies en slaapstoornissen en dus ook van vermoeidheid:

- 1 lawaai;
- 2 trillingen;
- 3 licht;
- 4 scheepsbewegingen;
- 5 de temperatuur en de vochtigheidsgraad;
- 6 de ventilatie en luchtuitwisseling.

De omgevingsfactoren op zee bevatten zowel factoren die het schip zelf veroorzaakt als factoren die de omgeving op zee veroorzaakt.

De verschillende installaties aan boord veroorzaken relatief veel lawaai en trillingen. Dit heeft uiteraard een negatieve impact op de algemene ergonomie en op de slaap van de bemanning. Daarnaast beweegt een schip zich voort door het water, wat voor trillingen en scheepsbewegingen zorgt. Deze hebben in combinatie met bepaalde scheepsontwerpen een bijkomend negatief effect op de slaap en rust van zeevaarders. Ten slotte spelen ook de temperatuur en de vochtigheidsgraad enerzijds en de ventilatie en luchtuitwisseling anderzijds in zowel de accommodatie als op de werkplekken een belangrijke rol bij het veroorzaken van vermoeidheid. (Galieriková e.a., 2020)

2.6 Operationele factoren

Deze restcategorie gebruikt de IMO voor alle factoren die het gevolg zijn van andere belanghebbenden in de maritieme sector dan zeevaarders zelf, rederijen, vlaggenstaten en havenstaten. Hiermee doelt ze onder andere op organisaties die inspecties aan boord uitvoeren of instanties die belast zijn met de beveiliging van schepen.

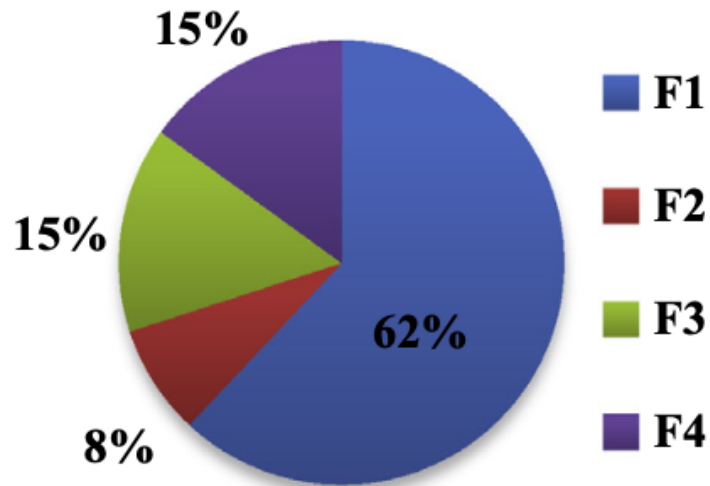
2.7 Rangschikking van de oorzaken volgens prioriteit

Nu we de oorzaken van vermoeidheid hebben opgedeeld in verschillende categorieën, proberen we deze te rangschikken volgens hun relatief belang. Bal, Arslan, & Tavacioglu (2015) verrichtten hier onderzoek naar en we bespreken hieronder hun resultaten.

In hun onderzoek gebruiken de onderzoekers een indeling van de verschillende oorzaken die sterk overeenkomt met degene die we in dit hoofdstuk hebben gebruikt:

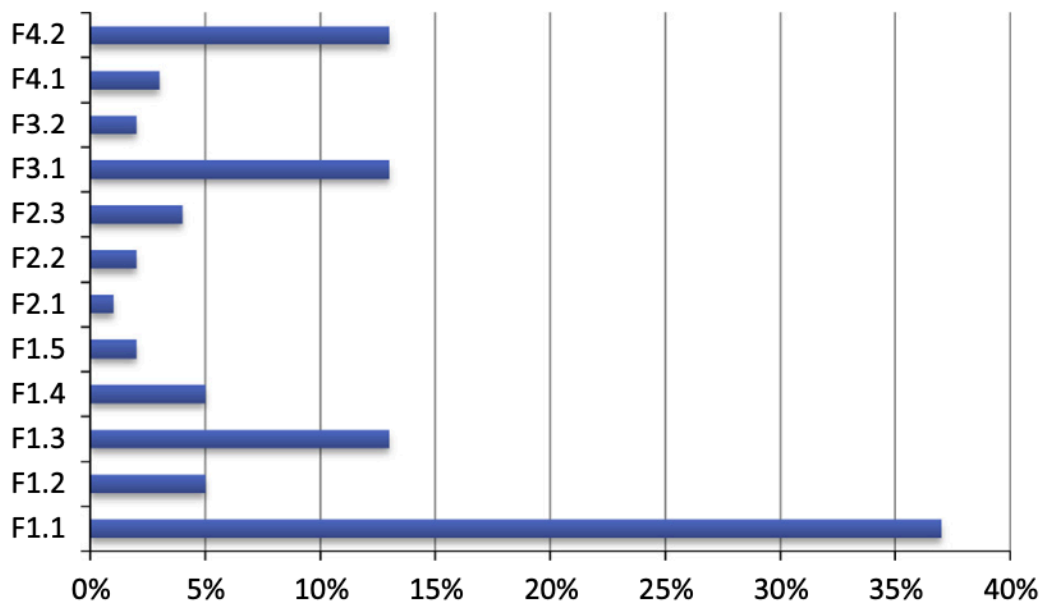
- 1 F1: Factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf
 - a) F1.1: Slaapconditie
 - b) F1.2: Biologische klok
 - c) F1.3: Stress
 - d) F1.4: Werkdruk
 - e) F1.5: Persoonlijke factoren
- 2 F2: Administratieve factoren
 - a) F2.1: Structuur van de organisatie
 - b) F2.2: Organisatie aan boord
 - c) F2.3: Reisplanning
- 3 F3: Scheepsspecifieke factoren
 - a) F3.1: Scheepsontwerp en automatisatie
 - b) F3.2: Comfort aan boord
- 4 F4: Omgevingsfactoren
 - a) F4.1: Interne factoren (aan boord)
 - b) F4.2: Externe factoren (op zee)

Op Grafiek 2 zien we dat de factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf met voorsprong de belangrijkste oorzaken van vermoeidheid vormen. Deze factoren zijn allemaal samen namelijk verantwoordelijk voor bijna 2/3^e van de gevallen van vermoeidheid.



Grafiek 2 Prioriteiten van de verschillende vermoeidheidsfactoren, gegroepeerd
Bron: Bal e.a. (2015)

Uit Grafiek 3 leiden we af dat meer specifiek de slaapconditie de grootste invloed heeft op vermoeidheid. Daarnaast spelen ook het individueel stressniveau, het scheepsontwerp en de externe factoren een grote rol.



Grafiek 3 Prioriteiten van de verschillende vermoeidheidsfactoren, individueel
Bron: Bal e.a. (2015)

2.8 Deelbesluit

We volgden in dit hoofdstuk de indeling van de factoren die vermoeidheid veroorzaken in 5 categorieën uit de meest recente richtlijnen van de IMO: factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf, het management aan de wal en aan boord, het schip, de omgeving op zee en de operationele factoren.

We bespraken bij de factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf de problemen met shift- en nachtwerk, werkroosters en jet lag aan boord in het licht van het circadiaans ritme. Daarna somden we enkele emotionele en psychologische factoren op, zoals het soms monotone werk in een gevaarlijke omgeving op zee, eenzaamheid bij zeevaarders en de mentale werkdruk die stijgt met de rang aan boord. Ten slotte beschouwden we de negatieve effecten van de omgeving aan boord op de gezondheid en op het algemeen welzijn van zeevaarders, waaronder sport en training, het dieet en het gebruik van drugs en medicatie.

Binnen de managementfactoren maakten we een onderscheid tussen de organisatorische factoren aan de wal en de reis- en planningsfactoren aan boord. Voor de factoren aan de wal noemden we de steeds kleinere bemanningen aan boord, het vereiste onderhoud en de inspecties van schepen in combinatie met de verplichte veiligheidsoefeningen naast de gewone taken aan boord. We beschreven ook het probleem van de algemene cultuur van “hard werk en weinig slaap” die tot op heden nog sterk aanwezig is in de maritieme sector. Voor de factoren aan boord beschouwden we de verminderde duur van havenverblijven, de stijgende werkdruk op zee en in havens en de toenemende complexiteit van ladingen aan boord.

Bij de scheepsspecifieke factoren overliepen we het gebrek aan comfort en ergonomie aan boord door het scheepsontwerp en door de scheepsbewegingen. Daarnaast vermeldden we ook de complexiteit, het ontwerp en de betrouwbaarheid van de apparatuur.

Bij de operationele factoren ten slotte noteerden we dat deze voor de IMO een rest-categorie vormen voor alle oorzaken van vermoeidheid die niet tot één van de vorige categorieën behoren.

Uiteindelijk sloten we dit hoofdstuk af met een rangschikking van de verschillende oorzaken van vermoeidheid naar hun prioriteit. Hieruit bleek dat de factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf en meer bepaald de slaapconditie de grootste invloed hebben op vermoeidheid bij zeevaarders.

3 Gevolgen van vermoeidheid

Na het overlopen van de oorzaken van vermoeidheid in het vorig hoofdstuk spitsen we ons in dit deel toe op de gevolgen van vermoeidheid. De definitie die we op het einde van het eerste hoofdstuk beschouwden, beschreef vermoeidheid als een bepaalde fysiologische toestand in een individu. In dit deel bekijken we deze toestand in meer detail.

3.1 Indeling en structuur van dit hoofdstuk

We splitsen de effecten van vermoeidheid op in individuele en teameffecten. Voor de bespreking van de individuele effecten baseren we ons op de informatie van de IMO in haar meest recente richtlijnen met betrekking tot vermoeidheid. We merken wel op dat de IMO in deze richtlijnen enkel de gevolgen van vermoeidheid op het individueel niveau bespreekt. Daarnaast vermeldt de IMO kort dat de effectiviteit van de gehele bemanning daalt als gevolg van vermoeidheid.

Onderzoek naar de effecten van vermoeidheid op teams is echter van groot belang voor de uitwerking van een effectief vermoeidheidsmanagementsysteem. Op het einde van dit hoofdstuk voegen we dus een korte bespreking toe van de effecten van vermoeidheid op de effectiviteit van teams. We doen dit in het kader van het in de literatuur vaak gebruikte IMOI-model voor teams.

3.2 Individuele effecten

Vermoeidheid heeft voor een individu gevolgen op verschillende vlakken. Deze gevolgen delen we in categorieën op. Onderzoeken naar vermoeidheid maken meestal gebruik van dezelfde of een gelijkaardige indeling.

De IMO deelt in haar meest recente richtlijnen met betrekking tot vermoeidheid de individuele effecten van vermoeidheid op in de volgende categorieën:

- 1 cognitieve effecten;
- 2 fysieke effecten;
- 3 en gedragseffecten.

Daarnaast vermeldt de IMO dat vermoeidheid zowel op de korte als op de lange termijn gevolgen kan hebben op de fysiek, de emotionele en de mentale gezondheid van een individu. Deze gevolgen kunnen in combinatie met andere elementen dan weer gevaarlijke situaties en/of incidenten veroorzaken. Deze invloed van vermoeidheid op veiligheid bespreken we in meer detail in het volgende hoofdstuk.

Hieronder hanteren we dezelfde indeling in categorieën voor de gevolgen van vermoeidheid en we bespreken een aantal specifieke effecten binnen deze categorieën.

3.2.1 Cognitieve effecten

De cognitieve effecten zijn de gevolgen van vermoeidheid op de mentale toestand van de zeevaarder. De IMO beschouwt in haar richtlijnen de volgende cognitieve effecten:

- 1 een onvermogen zich te concentreren;
- 2 een verminderd besluitvormingsvermogen;
- 3 een verslechtering van het geheugen;
- 4 en een vertraging van cognitieve processen.

Het vermogen van een zeevaarder om zijn/haar taken naar behoren uit te oefenen vermindert rechtstreeks als gevolg van deze effecten. Deze cognitieve effecten hebben dus een groot potentieel om bij te dragen aan incidenten of deze te veroorzaken.

In de literatuur zijn de cognitieve effecten de meest onderzochte gevolgen van vermoeidheid. Zo schrijven Tac, Tavacioglu, Bolat, Kora, & Bolat (2013) bijvoorbeeld dat de negatieve cognitieve effecten van vermoeidheid meer uitgesproken zijn bij nieuwe taken en/of opdrachten. Bij het uitvoeren van taken waar de zeevaarder meer ervaring mee heeft, zijn de effecten van vermoeidheid volgens hen minder waarneembaar.

Het onvermogen zich te concentreren is het eerste cognitieve effect van vermoeidheid en het manifesteert zich op verschillende wijzen. Multitasken en het organiseren van activiteiten worden moeilijker. Verder focust de zeevaarder zich te sterk op één enkele, soms relatief onbelangrijke taak en verwaarloost hij/zij ondertussen andere, meer belangrijke taken. Tunnelvisie is dus een gekend effect van vermoeidheid en dit gaat gepaard met een verlaagde *situational awareness* (Helmreich, R., Musson, D., Sexton, J.,

2004). Het wordt bovendien moeilijker om meer complexe problemen op te lossen en om de aandacht erbij te houden.

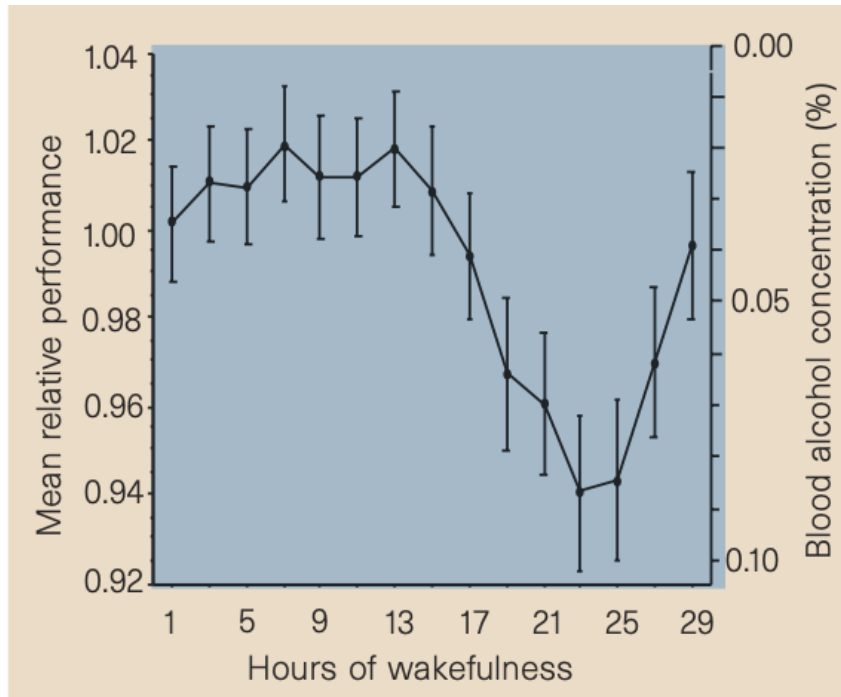
De cognitieve verwerking van informatie of inputs vertraagt en de reactiesnelheid daalt sterk (Helmreich, R., Musson, D., Sexton, J., 2004). De alertheid gaat verder omlaag en ook de waakzaamheid vermindert, waardoor de zeevaarder vaak terugvalt op oude, ondoeltreffende gewoonten.

Het verminderd besluitvormingsvermogen als gevolg van vermoeidheid bestaat uit verschillende aspecten. Om te beginnen schat de zeevaarder zaken als afstand, tijd en snelheid verkeerd in. Bovendien ziet de zeevaarder de ernst van de situatie onvoldoende in en ziet hij/zij minder snel zaken die in het beslissingsproces moeten worden meegenomen. De besluiteloosheid stijgt en de zeevaarder kiest sneller voor meer risicovolle opties dan gewoonlijk.

De verslechtering van het geheugen en van het vermogen om zaken te herinneren is een ander cognitief effect van vermoeidheid. De zeevaarder vergeet taken of delen van taken af te werken. Het wordt ook moeilijker om gebeurtenissen of procedures te onthouden of om zich deze te herinneren. Er gebeuren bovendien meer fouten door vergissingen.

3.2.1.1 Vergelijking met alcoholpercentages in het bloed

Dawson & Reid (1997) vergeleken de cognitieve effecten van vermoeidheid met alcoholpercentages in het bloed. Voor deze studie gingen ze na met welk alcoholniveau ze een bepaalde graad van vermoeidheid konden vergelijken. De vergelijking tussen het aantal uren dat een individu reeds wakker is en het alcoholniveau dat een even grote vermindering in cognitieve capaciteiten veroorzaakt is weergegeven op Grafiek 4.



Grafiek 4 Vergelijking tussen cognitieve vermoeidheidseffecten en alcoholpercentages in het bloed

Bron: Dawson & Reid (1997)

De horizontale as geeft het aantal uren aan dat een individu ononderbroken wakker is. Op de verticale zijn aan beide kanten verschillende zaken weergegeven. Links is het niveau van de cognitieve capaciteiten aangegeven; rechts is het alcoholpercentage aangegeven dat ermee overeenkomt.

We zien op Grafiek 4 dat de grootste afname in de cognitieve capaciteiten ten opzichte van het normaal niveau plaatsvindt tussen 13 en 26 uren nadat een individu wakker is. Na 17 uur ononderbroken wakker te zijn stemmen de cognitieve capaciteiten zelfs overeen met dat van iemand met een alcoholpercentage in het bloed van 0.05%, het maximaal toegestane niveau in de meeste westerse geïndustrialiseerde landen.

3.2.2 Fysieke effecten

Vermoeidheid heeft ook fysieke effecten op de zeevaarder. De gevaarlijkste van alle gevolgen van vermoeidheid is de zogenaamde microslaap. Deze term duidt op een korte slaaperiode van 30 seconden of minder die vaak voorkomt tijdens de uitvoering van monotone taken en die een tijdelijke ongevoeligheid aan externe stimulansen veroorzaakt.

In grote lijnen deelt de IMO de overige fysieke effecten van vermoeidheid op als volgt:

- 1 onvrijwillige slaapbehoefte;
- 2 verlies van lichaamscontrole;
- 3 gezondheidsproblemen.

De onvrijwillige slaapbehoefte bestaat uit een combinatie van verschillende effecten. Zo zijn er hangende oogleden en langzame sluitingen van het ooglid. Daarnaast heeft de zeevaarder last van jeukende oogleden en moet hij zich verzetten tegen de neiging om in slaap te vallen.

Het verlies van lichaamscontrole manifesteert zich op verschillende vlakken. Ten eerste wordt de spraak getroffen op meerdere manieren: de spraak vertraagt of wordt onduidelijk, de zeevaarder komt moeilijker op de juiste woorden en verdraait zijn/haar woorden. Verder treedt soms een gevoel van zwaarte op in de armen en benen. De zeevaarder wordt ook onhandiger en laat bijvoorbeeld sneller voorwerpen vallen. Bovendien verslechtert de hand-oogcoördinatie en in sommige gevallen treden zelfs rillingen op over het lichaam.

Er zijn talrijke gezondheidsproblemen en deze kunnen zowel op de korte als op de lange termijn optreden. Op korte termijn heeft de zeevaarder last van hoofdpijn, duizeligheid, versnelde ademhaling, spijsverteringsproblemen, pijn of kramp in de benen, slapeloosheid, hartkloppingen en een onregelmatige hartslag, plotse zweetaanvallen en een verlies van eetlust. Op lange termijn verhoogt het risico op pijn, stress, overgewicht, hart- en vaataandoeningen, gastro-intestinale aandoeningen en diabetes.

3.2.3 Gedragseffecten

De IMO deelt de effecten van vermoeidheid op het gedrag van zeevaarders op in de volgende twee categorieën:

- 1 effecten op de gemoedstoestand;
- 2 effecten op de attitude.

De effecten van vermoeidheid op het gedrag tonen zich enerzijds in de gemoedstoestand van de zeevaarder. Zo is er bijvoorbeeld sneller sprake van depressie. Daarnaast zijn er verschillende veranderingen in het gedrag ten opzichte van anderen. De zeevaarder wordt minder spraakzaam dan gewoonlijk en meer prikkelbaar. De tolerantie verlaagt en asociaal gedrag neemt toe.

Anderzijds verandert de attitude van de zeevaarder als gevolg van vermoeidheid. De motivatie neemt af en de zeevaarder neemt een meer onverschillige houding aan ten opzichte van zijn/haar taken. Nalatigheid en onzorgvuldigheid nemen toe. De zeevaarder anticipeert minder op gevaren en slaagt er niet meer in om waarschuwingstekens op te merken en er gehoor aan te geven. Verder wordt de zeevaarder meer bereid om risico's te nemen en negeert hij/zij de verplichte procedures en controles. Ten slotte lijkt de zeevaarder zich ook niet bewust te zijn van de eigen slechte prestaties, wat de situatie verergert.

3.3 Teameffecten

Naast effecten op het individu heeft vermoeidheid ook een invloed op teams en op de effectiviteit van teamwerking. Deze invloed op de teamwerking zorgt er dan weer voor dat de effecten van vermoeidheid doorsijpelen tot op het niveau van de organisatie waarin het vermoeid individu zich bevindt.

We definiëren eerst het begrip “team” en bespreken vervolgens kort het algemeen gebruikt IMOI-model voor teams. Ten slotte lichten we de teameffecten zelf toe.

3.3.1 Definitie van teams

In de literatuur spreekt men van een “team” wanneer het aan de volgende voorwaarden voldoet (Kozlowski & Ilgen, 2006):

- 1 twee of meer individuen;
- 2 in een sociale interactie;
- 3 met één of meerdere gemeenschappelijke doelen;
- 4 samengebracht om organisatorisch relevante taken uit te voeren;

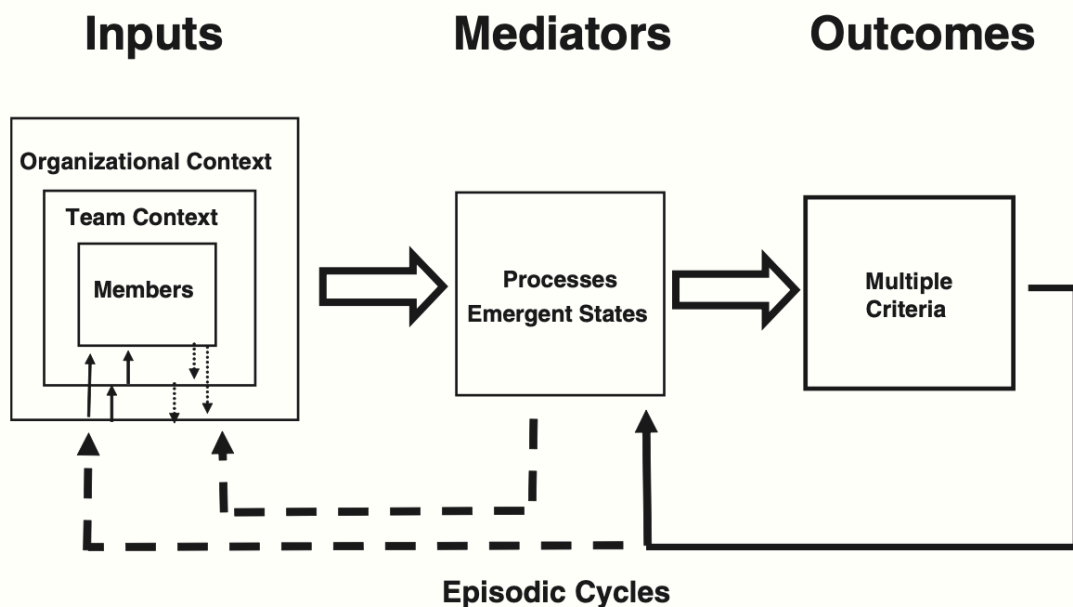
- 5 onderling afhankelijk wat betreft werkplan, doelen en resultaten;
- 6 met verschillende rollen en verantwoordelijkheden;
- 7 samen ingebed in een omvattend en begrensd organisatorisch systeem.

We zien duidelijk dat leden van de bemanning aan boord van een schip voldoen aan al deze voorwaarden en dus een team vormen volgens deze algemeen aanvaarde definitie.

3.3.2 Het IMOI-model voor teams

Het in 1964 ontwikkelde *inputs-processes-outputs-* of I-P-O-model van McGrath is algemeen bekend en het wordt wijdverspreid gebruikt voor de analyse van teams en hun werking. In dit model beschouwt men alle relevante elementen als inputs, processen of outputs.

Voor de bespreking van de effecten van vermoeidheid op teams gebruiken we echter het meer moderne *inputs-mediators-outputs-inputs-*model of het IMOI-model (Ilgen, Hollenbeck, Johnson, & Jundt, 2005). De verschillende elementen in het IMOI-model zijn op Figuur 1 schematisch weergegeven.



Figuur 1 Het algemeen IMOI-model voor teams

Bron: bewerkt van Mathieu, Maynard, Rapp, & Gilson (2008)

3.3.2.1 Elementen

We zien op Figuur 1 dat naast de *processes* of processen uit het oorspronkelijk I-P-O-model ook *emergent states* of opkomende toestanden zijn opgenomen bij de *mediators* of intermediairs in het IMOI-model. Opkomende toestanden bestaan uit affectieve en cognitieve toestanden die aanvankelijk niet aanwezig zijn en die zich pas na verloop van tijd ontwikkelen door sociale interacties tussen de teamleden. Deze toestanden zijn niet van buitenaf observeerbaar. Processen komen net als opkomende toestanden enkel voor binnen de dynamiek van een team, maar in tegenstelling tot de opkomende toestanden zijn ze wel van buitenaf observeerbaar. Daardoor kunnen ze ook als indicators dienen voor de reeds besproken affectieve en cognitieve toestanden. (Banks e.a., 2019)

We merken nog op dat de letter I voor inputs in het IMOI-model een tweede maal voorkomt. Meer specifiek zien we de inputs terugkomen aan het einde van de afkorting om de terugkoppelende invloed van outputs op inputs te benadrukken. Op die manier benadrukt het IMOI-model het cyclisch karakter van teamwerking.

Ten slotte zien we op Figuur 1 inputs op drie niveaus in het IMOI-model:

- 1 op het individueel niveau;
- 2 op het teamniveau;
- 3 en op het niveau van de organisatie.

De individuele effecten van vermoeidheid hebben we eerder in dit hoofdstuk besproken en laten we hier dus achterwege. De effecten van vermoeidheid op het niveau van de organisatie zijn onvoldoende onderzocht en we laten de bespreking ervan dus ook achterwege. We beschouwen dus enkel nog de invloed van vermoeidheid op teamniveau.

Voor dit volledig onderdeel baseren we ons op het onderzoek van Banks e.a. (2019) naar de teameffecten van vermoeidheid.

3.3.3 Teaminputs

Vermoeidheid vormt binnen het IMOI-model een input, zowel op het individueel niveau als op het teamniveau. De cognitieve, fysieke en gedragseffecten van vermoeidheid op het individu hebben we eerder besproken en we behandelen ze hier dus niet opnieuw.

Op het teamniveau heeft vermoeidheid een invloed op de grootte, samenstelling en structuur van het team. Wanneer een teamlid door vermoeidheid slechter functioneert, vermindert de totale aanwezige kennis, ervaring en kunde van het team en de effectieve grootte van het team daalt hierdoor. Andere teamleden moeten bepaalde taken overnemen van het vermoeide teamlid en bepaalde opdrachten of acties nemen meer tijd in beslag. Hierdoor ontstaan problemen, zeker bij teams met een wel afgebakende rollenstructuur en hiërarchie. (Banks e.a., 2019)

3.3.4 Intermediairs

3.3.4.1 Opkomende toestanden

Opkomende toestanden bestaan uit:

- 1 affectieve toestanden;
- 2 en cognitieve toestanden.

Affectieve toestanden omvatten de cohesie binnen het team, het vertrouwen in het team en alle emotionele elementen. Hoewel we kunnen stellen dat vermoeidheid deze elementen waarschijnlijk niet positief beïnvloedt, is het werkelijk verband hiertussen onvoldoende onderzocht. (Banks e.a., 2019)

Cognitieve toestanden omvatten zaken zoals het collectief geheugen van de groep, het probleemoplossend vermogen, de capaciteit om te leren en het gedeeld inzicht in de uit te voeren opdrachten, verantwoordelijkheden en doelen. Opnieuw kunnen we waarschijnlijk stellen dat vermoeidheid deze elementen negatief beïnvloedt, maar ook hier is tot op heden nog onvoldoende onderzoek naar verricht. (Banks e.a., 2019)

3.3.4.2 Gedragsprocessen

Gedragsprocessen bestaan uit:

- 1 transitionele processen;
- 2 actieve processen;
- 3 en interpersoonlijke processen.

Transitionele processen omvatten planmatige zaken zoals het bepalen van de doelen, het hanteren van de juiste strategie en de opstelling van planningen om deze doelen succesvol te bereiken. Vermoeidheid heeft een negatieve invloed op het verwerken van informatie, op het prioriteren van taken en op het beslissingsproces van individuen. Deze zaken zijn essentieel voor de transitionele processen en de leden van een team ondervinden hierdoor dus negatieve effecten van vermoeidheid. (Banks e.a., 2019)

Actieve processen volgen op de transitionele processen. Deze processen bestaan uit het implementeren en opvolgen van de opgestelde planning, het coördineren van de acties van de verschillende teamleden en het ondersteunen van elkaar bij de uitvoering van taken. De *situational awareness* en het vermogen om de juiste beslissingen te nemen zijn noodzakelijk voor de actieve processen. Vermoeidheid beïnvloedt beide op negatieve wijze op het individueel niveau en teams ondervinden hierdoor dus opnieuw negatieve effecten van vermoeidheid. Daarnaast speelt communicatie een essentiële rol tijdens deze processen voor de coördinatie tussen teamleden. Dawson, Chapman, & Thomas (2012) vonden dat vermoeidheid een negatieve impact heeft op de communicatie tussen teamleden. We zien dus opnieuw dat vermoeidheid hierdoor een negatieve invloed heeft op teams. (Banks e.a., 2019)

Interpersoonlijke processen hebben ten slotte betrekking op sociale interactie tussen teamleden, gaande van motivatie en vertrouwen tot conflictbeheer. Eerder in dit hoofdstuk hebben we de negatieve effecten van vermoeidheid op de gemoedstoestand en op het gedrag van individuen reeds overlopen. Deze individuele effecten hebben ook een invloed op de interpersoonlijke processen van teams, doordat ze asociaal gedrag tussen de teamleden bevorderen en daarnaast resulteren in meer conflicten. Dit asociaal gedrag zorgt er bovendien voor dat teamleden elkaar minder ondersteunen bij de uitvoering van

taken, wat op zich weer leidt tot meer vermoeidheid bij individuele teamleden. Op die manier beïnvloeden individuele vermoeidheid en asociaal gedrag elkaar wederkerig op negatieve wijze. (Banks e.a., 2019)

3.3.5 Teamoutputs

We splitsen teamoutputs op in twee categorieën:

- 1 teamprestaties;
- 2 en teamfunctioneren.

Met teamprestaties bedoelen we de effectieve resultaten die het team behaalt. Deze prestaties vormen het uiteindelijk resultaat van het team en zijn de reden waarom het team is opgericht of bestaat. Om die reden zijn ze belangrijk bij het evalueren van het team en van het volledig proces dat aan deze outputs voorafging. Teamfunctioneren heeft dan weer betrekking op zaken zoals teamcohesie en vertrouwen in het team. Beide teamoutputs beïnvloeden elkaar op wederkerige wijze. (Banks e.a., 2019)

Zoals reeds eerder besproken bij het gedeelte over teaminputs veroorzaakt vermoeidheid ernstige verstoringen van het teamproces bij teams met een strikte rolverdeling en met strikt afgelijnde taken en verantwoordelijkheden. Dit leidt dan tot slechtere teamprestaties. Op het teamniveau worden de individuele negatieve effecten van vermoeidheid volgens Baranski e.a. (2007) echter getemperd en zijn vooral de vertraagde en slechte beslissingen minder uitgesproken dan op het individueel niveau. Faber, Häusser, & Kerr (2017) schrijven verder dat teams de positieve en negatieve effecten van bepaalde zaken op individuen temperen op het teamniveau. Teams compenseren dus gedeeltelijk de negatieve effecten van vermoeidheid op de individuele leden. Bovendien stellen Thomas & Ferguson (2010) dat teams over informele strategieën beschikken om fouten en vergissingen beter te ontdekken en verbeteren, naast de hiervoor reeds aanwezige formele systemen geïmplementeerd door het bedrijf of door de organisatie. (Banks e.a., 2019)

De Jong, Dirks, & Gillespie (2016) beschrijven de positieve correlatie tussen de teamprestaties en het vertrouwen in het team. Banks e.a. (2019) stellen dus dat slechte teamprestaties veroorzaakt door vermoeidheid kunnen leiden tot een verminderd team-

functioneren, wat op zich weer leidt tot slechtere teamprestaties door de wederkerige relatie tussen beide teamoutputs.

3.4 Deelbesluit

We begonnen dit hoofdstuk met het onderscheiden van individuele en teameffecten van vermoeidheid. Voor de individuele effecten volgden we de indeling van de meest recente richtlijnen met betrekking van de IMO van de individuele effecten van vermoeidheid in 3 categorieën: de cognitieve, de fysieke en de gedragseffecten.

Bij de cognitieve effecten bespraken we het onvermogen zich te concentreren, met als gevolg een verminderde capaciteit om te multitasken en taken te organiseren, een toename van tunnelvisie en een verlaagde *situational awareness*. Vervolgens beschouwden we de vertraagde verwerking van informatie en de verlaagde reactiesnelheid en alertheid. Verder verklaarden we het verminderd besluitvormingsvermogen door een slechtere inschatting van afstand, tijd en snelheid en door het over het hoofd zien van belangrijke elementen. Daarna bespraken we de verslechtering van het geheugen en de toename in het aantal fouten en vergissingen. Ten slotte vergeleken we de cognitieve effecten van vermoeidheid met alcoholpercentages in het bloed.

We overliepen bij de fysieke effecten de veruitwendigingen van de onvrijwillige slaapbehoefte, zoals de microslaap. Daarna beschouwden we de effecten op de spraak, de toenemende onhandigheid en de verminderde hand-oogcoördinatie als manifestaties van het verlies van lichaamscontrole. Ten slotte somden we enkele vermoeidheidsgerelateerde gezondheidsproblemen op de korte en op de lange termijn op.

Bij de gedragseffecten maakten we een onderscheid tussen effecten op de gemoedstoestand en effecten op de attitude. Bij de effecten op de gemoedstoestand noemden we de grotere neiging tot depressie en de toename van asociaal gedrag ten opzichte van anderen. Bij de effecten op de attitude vermeldden we de afname in motivatie en zorgvuldigheid en de toename in onverschilligheid, nalatigheid en risicobereidheid.

Aan het einde van dit hoofdstuk bespraken we de teameffecten van vermoeidheid. Hiervoor definieerden we eerst wat een team is. Aansluitend omschreven we het IMOI-model voor teams als basis voor het onderzoek naar de teameffecten van vermoeidheid.

Vervolgens bespraken we de effecten van vermoeidheid binnen de verschillende categorieën van het IMOI-model. Hoewel vermoeidheid verschillende negatieve effecten heeft, stelden we hier vast dat teams in staat zijn om deze vermoeidheidseffecten te temperen. Aangezien bemanningen aan boord van schepen uit teams bestaan, concluderen we uit deze analyse dat teams en hun werking een belangrijk instrument kunnen vormen in de verzachting van de gevolgen van vermoeidheid op zee.

4 Vermoeidheid en veiligheid

In het eerste deel definieerden we de biologische concepten en mechanismen van slaap, slaperigheid en vermoeidheid. Vervolgens bespraken we verschillende oorzaken van vermoeidheid en de gevolgen ervan op individuen en op teams. In dit deel bekijken we het verband tussen vermoeidheid en veiligheid aan boord van schepen.

Phillips (2000) analyseerde aanvaringen en strandingen van schepen in de periode van 1991 tot en met 2000. Uit dit onderzoek bleek dat in 86 % van de incidentanalyses slaap zelf en/of slaapverlies een rol speelden bij de aanvaring of bij het aan de grond lopen van het schip. Hoewel slaap en vermoeidheid aan boord volgens het onderzoek dus duidelijk een groot probleem bleken te vormen, concludeerde de analyse wel met de vaststelling dat het oorzakelijk verband tussen vermoeidheid en incidenten niet met zekerheid was aangetoond.

In de afgelopen twee decennia is het onderzoek naar dit verband tussen vermoeidheid en veiligheid intussen sterk toegenomen. We vinden in de literatuur meerdere onderzoeken terug die dit verband bestuderen op verschillende wijzen en aan de hand van verschillende methoden uit de incidentanalyse. We merken wel op dat vermoeidheid vaak verschijnt in onderzoeken naar de rol van menselijke fouten of *human error* in het algemeen en in modellen voor menselijke betrouwbaarheid of *human reliability*. Deze analyses zijn zeer algemeen en een bespreking ervan laten we in deze scriptie achterwege.

4.1 Indeling en structuur van dit hoofdstuk

Het is belangrijk om duidelijk te definiëren hoe we het verband tussen vermoeidheid en veiligheid voorstellen. Er zijn namelijk drie verschillende mogelijkheden:

- 1 de factoren aan de basis van vermoeidheid veroorzaken (naast vermoeidheid) rechtstreeks incidenten;
- 2 vermoeidheid zelf veroorzaakt incidenten;
- 3 het verminderd prestatievermogen (als gevolg van vermoeidheid) veroorzaakt incidenten.

In dit hoofdstuk bespreken we deze drie verschillende oorzaak-verbandrelaties in meer detail en verduidelijken we ze aan de hand van eenvoudige voorbeelden. We overlopen voor elke stelling de belangrijkste en meest relevante onderzoeken en resultaten binnen de incidentanalyse en we lichten deze bondig toe. Doorheen dit hoofdstuk baseren we ons in grote lijnen op de overzichtsanalyse van Williamson e.a. (2011), verder aangevuld met meer recente onderzoeken. We noteren hier ook dat we in dit hoofdstuk alle negatieve gebeurtenissen, gaande van kleine, persoonlijke letsels tot aanvaringen tussen schepen onder dezelfde noemer plaatsen en aanduiden als “incidenten”.

Ten slotte merken we ook op dat de IMO in haar meest recente richtlijnen met betrekking tot vermoeidheid dit verband tussen vermoeidheid en veiligheid niet bespreekt. Gezien de alomvattende reikwijdte van deze richtlijnen van de IMO en het belang van dit verband tussen vermoeidheid en veiligheid vinden we dit een tekortkoming.

4.2 Incidenten als gevolg van de oorzaken van vermoeidheid

4.2.1 Theoretisch kader

De factoren die vermoeidheid veroorzaken vormen ook de oorzaak van incidenten. In dat geval beschouwen we alle in het tweede hoofdstuk besproken factoren enerzijds als oorzaken van vermoeidheid en anderzijds als rechtstreekse oorzaken van incidenten. In dat geval vormt vermoeidheid zelf niet de oorzaak van incidenten, maar hebben de factoren die vermoeidheid veroorzaken dus zowel vermoeidheid als incidenten tot gevolg. Vermoeidheid speelt in dit geval dus geen intermediaire rol tussen de factoren die aanleiding geven tot vermoeidheid en incidenten. In deze visie blijft vermoeidheid op zich dan ook buiten beschouwing bij de incidentanalyse. We verduidelijken deze visie hieronder aan de hand van een eenvoudig voorbeeld.

We beschouwen een officier die aan boord van een schip wachten loopt tijdens de nacht. Een officier die 's nachts van wacht is, moet wakker zijn op een moment waarop hij of zij volgens het circadiaans ritme liever zou slapen. Wanneer de officier vaker 's nachts van wacht is, kan hij of zij op langere termijn vermoeidheid ervaren. De verstoring van het circadiaans ritme is hier dus de oorzaak van vermoeidheid.

Laten we als voorbeeld stellen dat een schip tijdens een bepaalde nachtshift van deze officier in aanvaring komt met een ander schip. We kijken nu niet naar de vermoeidheid bij de officier, veroorzaakt door de verstoring van het circadiaans ritme. We onderzoeken enkel of deze verstoring van het circadiaans ritme zelf een oorzaak vormt voor de aanvaring. In dit geval laten we vermoeidheid dus buiten beschouwing. We zoeken hier een rechtstreeks verband tussen de verstoring in het circadiaans ritme en het incident, zonder tussenkomst van vermoeidheid als intermediaire toestand.

4.2.2 Relevante onderzoeken

Williamson e.a. (2011) delen in hun overzichtsanalyse de oorzaken van vermoeidheid en incidenten op in de volgende drie categorieën:

- 1 circadiaanse factoren;
- 2 homeostatische factoren;
- 3 en taakgerelateerde factoren.

De eerste twee groepen factoren liggen samen aan de basis van de drang naar slaap in het twee-procesmodel voor slaapregulatie. De laatste categorie splitsen Williamson e.a. (2011) verder op in factoren gerelateerd aan hoe lang het individu reeds bezig is met de uitvoering van een taak en de factoren die gerelateerd zijn aan de werklust, zoals monotonie en verveling. We vatten hieronder kort de belangrijkste resultaten van onderzoeken naar het verband tussen deze factoren en veiligheid samen.

4.2.2.1 Circadiaanse factoren

In hun analyse stellen Williamson e.a. (2011) dat er een verband bestaat tussen verstoringen van het circadiaans ritme en veiligheid. Volgens verschillende onderzoeken is de kans op incidenten tijdens de nacht namelijk hoger dan overdag.

Pieken in acute vermoeidheid of slaperigheid veroorzaakt door het circadiaans ritme komen echter niet volledig overeen met pieken in incidenten. Folkard (1997) vond in zijn onderzoek dat incidenten in de transportsector een bepaald ritme volgen, met voorspelbare pieken en dalen. Hij concludeerde wel dat de deze pieken in incidenten niet volledig te verklaren zijn door de circadiaans cyclus.

Williamson e.a. (2011) sluiten zich aan bij deze conclusie en geven als mogelijke verklaring de complexe wisselwerking tussen circadiaanse en homeostatische factoren. Volgens hen zijn meer onderzoeken naar de invloed van het circadiaans ritme op veiligheid dan ook noodzakelijk en we sluiten ons aan bij deze mening.

4.2.2.2 Homeostatische factoren

Williamson e.a. (2011) stellen in hun analyse dat er een verband bestaat tussen homeostatische factoren en veiligheid. Meer specifiek is de kans op incidenten groter bij een hogere homeostatische slaapdruk, veroorzaakt door een tekort aan goede slaap.

Toch is er volgens Williamson e.a. (2011) onvoldoende onderzoek gedaan naar de correlatie tussen het aantal uren dat een individu reeds wakker is – de belangrijkste bepalende factor voor de homeostatische slaapdruk – en de kans op incidenten. We concluderen dus dat meer onderzoek naar dit verband noodzakelijk is om de causale relatie tussen homeostatische factoren en incidenten duidelijk aan te tonen.

4.2.2.3 Taakgerelateerde factoren

Zoals reeds eerder gezegd splitsen Williamson e.a. (2011) deze taakgerelateerde factoren verder op in factoren gerelateerd aan hoe lang het individu reeds bezig is met de uitvoering van een taak en factoren gerelateerd aan de werklust.

Wat betreft het verband tussen de tijd dat een individu reeds aan het werk is en veiligheid zien we dat de eerste piek in incidenten voorkomt in de eerste helft van de werkdag en meer specifiek twee à drie uur na de start van een shift (MacDonald, Smith, Lowe, & Folkard, 1997). De tweede piek van incidenten komt later voor: zodra iemand langer werkt dan gewoonlijk (Hänecke, Tiedemann, Nachreiner, & Grzech-Sukalo, 1998).

Wat betreft het verband tussen factoren gerelateerd aan de werkdruk schrijven Williamson e.a. (2011) dat hier nog onvoldoende onderzoek naar is verricht. We kunnen hier bijgevolg geen conclusies uit trekken.

4.3 Incidenten als gevolg van vermoeidheid zelf

4.3.1 Theoretisch kader

We kunnen incidenten ook als gevolgen van vermoeidheid zelf beschouwen. Vermoeidheid is in dit geval een zekere fysiologische toestand die incidenten veroorzaakt. Hier zien we vermoeidheid dus als een intermediair tussen factoren die vermoeidheid veroorzaken en incidenten. We verduidelijken deze visie hieronder aan de hand van een eenvoudig voorbeeld.

We beschouwen opnieuw een officier die aan boord wachten loopt tijdens de nacht. Een officier die 's nachts van wacht is, moet wakker zijn op een moment waarop hij of zij volgens het circadiaans ritme liever zou slapen. Wanneer de officier vaker 's nachts van wacht is, kan hij/zij vermoeidheid ervaren. De verstoring van het circadiaans ritme is hier dus de oorzaak van vermoeidheid.

Laten we als voorbeeld stellen dat een schip tijdens een bepaalde nachtshift van deze officier in aanvaring komt met een ander schip. We kijken deze keer wel naar de vermoeidheid bij de officier, veroorzaakt door de verstoring van het circadiaans ritme. We onderzoeken in dit geval of de vermoeidheid van de officier een oorzaak vormt voor de aanvaring. In dit geval beschouwen we vermoeidheid wel als een intermediair tussen de verstoring van het circadiaans ritme en het uiteindelijke incident.

4.3.2 Relevante onderzoeken

In hun overzichtsanalyse behandelen Williamson e.a. (2011) onderzoeken naar het verband tussen vermoeidheid op zich en veiligheid. Vermoeidheid is zoals eerder vermeld echter een complex begrip. Het is bovendien niet mogelijk om vermoeidheid rechtstreeks vast te stellen. Onderzoekers moeten vermoeidheid dus afleiden uit de aanwezigheid van bepaalde symptomen (Griffith & Mahadevan, 2011). Williamson e.a. (2011) maken het volgende onderscheid tussen de verschillende manieren waarop de aanwezigheid van vermoeidheid in de literatuur wordt bepaald:

- 1 zelfgerapporteerde vermoeidheid;

- 2 vermoeidheid voorspeld door een model;
- 3 geobserveerde vermoeidheid;
- 4 en diepgaande onderzoeken naar specifieke incidenten.

Omwille van de specifieke aard van onderzoeken uit de laatste categorie valt een bespreking ervan buiten het bestek van deze scriptie. Hieronder beperken we ons dus tot de resultaten van onderzoeken die de aanwezigheid van vermoeidheid aan de hand van methoden uit de eerste drie categorieën vaststellen.

4.3.2.1 Zelfgerapporteerde vermoeidheid

We stellen in de overzichtsanalyse van Williamson e.a. (2011) vast dat de meeste onderzoeken binnen deze categorie refereren naar het verband tussen slaperigheid of buitengewone slaperigheid en veiligheid. Williamson e.a. (2011) maken hier wel een onderscheid tussen acute slaperigheid en chronische of buitengewone slaperigheid. We zien hier dus een duidelijk voorbeeld van het in de literatuur door elkaar gebruiken van de termen “slaperigheid” en “vermoeidheid”. Voor deze scriptie onderzoeken we vermoeidheid en we stellen hier chronische of buitengewone slaperigheid dus gelijk aan vermoeidheid.

We merken nog op dat de zelfrapportering van vermoeidheid in onderzoeken meestal gebeurt aan de hand van de *Epworth Sleepiness Scale* of ESS. Deze schaal is een score, volgend uit een vragenlijst die het individu zelf invult. De vragenlijst bestaat uit acht vragen met betrekking tot overdag in slaap vallen. Elke vraag wordt beantwoord door een score van 0 tot 3 te geven en de totale score ligt dus uiteindelijk ergens tussen 0 en 24. In de slaapwetenschap gebruikt men deze schaal vaak om vermoeidheid vast te stellen en te kwantificeren.

Verschillende onderzoeken tonen een verband tussen zelfgerapporteerde vermoeidheid en veiligheid. Zo vonden Stutts, Wilkins, Scott Osberg, & Vaughn (2003) dat chauffeurs met zelfgerapporteerde vermoeidheid een significant grotere kans hebben om betrokken te zijn bij slaapgerelateerde incidenten. Deze kans stijgt bovendien naarmate de zelfgerapporteerde vermoeidheid toeneemt. Howard e.a. (2004) stellen in hun onderzoek dezelfde positieve correlatie tussen zelfgerapporteerde vermoeidheid en incidenten vast.

Connor e.a. (2002) stellen echter geen verband vast tussen zelfgerapporteerde vermoeidheid en veiligheid. Hoewel ze een sterke positieve correlatie vinden tussen acute slaperigheid en veiligheid, merken ze geen verhoogd risico op incidenten als gevolg van zelfgerapporteerde vermoeidheid. De onderzoekers geven hier zelf als verklaring dat zelfrapportering geen adequaat middel is om het verband tussen vermoeidheid en veiligheid aan te tonen.

We besluiten dat er voldoende onderzoek verricht is naar dit onderwerp om te kunnen stellen dat er een positieve correlatie bestaat tussen zelfgerapporteerde vermoeidheid en incidenten, ondanks de tegenstellingen die we in de literatuur zijn tegengekomen.

4.3.2.2 Modelvoorspelde vermoeidheid

We beperken ons hier tot een studie van Åkerstedt, Connor, Gray, & Kecklund (2008) naar het verband tussen voorspelde vermoeidheid volgens een biowiskundig model en de kans op incidenten. De onderzoekers vonden hier dat het model een goede voorspeller is van incidenten. De voorspelde aanwezigheid van vermoeidheid komt hier overeen met een grotere kans op incidenten. We concluderen hieruit dat er een positieve correlatie bestaat tussen modelvoorspelde vermoeidheid en incidenten.

4.3.2.3 Geobserveerde vermoeidheid

Voor dit deel beperken we ons tot een studie van Klauer, Dingus, Neale, Sudweeks, & Ramsey (2006) naar onoplettendheid bij chauffeurs. De onderzoekers concluderen dat individuen die symptomen van slaperigheid vertonen een veel grotere kans hebben op incidenten in vergelijking met gewone individuen.

Aangezien deze studie acute vermoeidheid of slaperigheid observeert aan de hand van fysieke effecten zoals degene die we in het vorig hoofdstuk hebben besproken, kunnen we stellen dat de geobserveerde symptomen de aanwezigheid van vermoeidheid impliceren. We besluiten dat er een positieve correlatie bestaat tussen geobserveerde vermoeidheid en incidenten.

4.4 Incidenten als gevolg van vermoeidheidseffecten

4.4.1 Theoretisch kader

In het vorig hoofdstuk hebben we de effecten van vermoeidheid besproken. We kunnen de combinatie van al deze effecten samenvatten als een “verminderd prestatievermogen”. Dit verminderd prestatievermogen vormt de oorzaak van incidenten. In dit geval zien we vermoeidheid dus opnieuw als een intermediair tussen factoren aan de basis van vermoeidheid en incidenten, met het verminderd prestatievermogen als gevolg van vermoeidheid als bijkomende schakel in de keten naar een incident. Samengevat leiden de oorzaken van vermoeidheid hier dus tot vermoeidheid; daardoor vermindert het prestatievermogen; en dit leidt uiteindelijk tot het incident. We verduidelijken deze visie hieronder aan de hand van een eenvoudig voorbeeld.

We beschouwen opnieuw een officier die aan boord van een schip wachten loopt tijdens de nacht. Een officier die 's nachts van wacht is, moet wakker zijn op een moment waarop hij of zij volgens het circadiaans ritme liever zou slapen. Wanneer de officier vaker 's nachts van wacht is, kan hij of zij op langere termijn dus lijden aan vermoeidheid. De verstoring van het circadiaans ritme is hier dus de oorzaak van vermoeidheid.

Door vermoeidheid verminderen onder andere de cognitieve capaciteiten van de officier. Laten we stellen dat hij/zij tijdens één van deze wachten de aanwezigheid van een ander schip te laat of zelfs niet opmerkt. Als het schip daardoor in een aanvaring met dit ander schip terechtkomt, is het verminderd prestatievermogen van de officier de rechtstreekse aanleiding voor dit incident. We kunnen in dit voorbeeld dus stellen dat het circadiaans ritme eerst vermoeidheid bij de officier heeft veroorzaakt, waardoor zijn/haar prestatievermogen is verminderd. In dit geval onderzoeken we of dit verminderd prestatievermogen het incident veroorzaakt.

4.4.2 Relevante onderzoeken

Williamson e.a. (2011) eindigen hun overzicht met een analyse van het onderzoek naar het verband tussen de effecten van vermoeidheid en veiligheid. Hierbij is het belangrijk om op

te merken is dat we dus niet meer bezig zijn met de rechtstreekse link tussen vermoeidheid en veiligheid, maar met het verband tussen vermoeidheidseffecten en veiligheid.

Deze fysieke, cognitieve en gedragseffecten van vermoeidheid zijn effecten die ook door andere oorzaken dan vermoeidheid kunnen voorkomen bij individuen. In ons onderzoek begeben we ons dus buiten de literatuur die zich focust op het verband tussen vermoeidheid en veiligheid. We weten uit het vorig hoofdstuk namelijk dat vermoeidheid een combinatie van verschillende effecten met zich meebrengt die we samenvatten als een verminderd prestatievermogen; dus we kunnen vermoeidheid op zich in dit gedeelte van het onderzoek buiten beschouwing laten en ons hier voor het grootste deel zuiver toespitsen op het verband tussen een verminderd prestatievermogen en veiligheid.

In hun analyse onderscheiden Williamson e.a. (2011) ten slotte drie soorten studies naar de invloed van een verminderd prestatievermogen op veiligheid:

- 1 zelfgerapporteerde prestatievermindering;
- 2 gemeten prestatievermindering;
- 3 en algemene incidentanalyses.

Hieronder overlopen we kort de belangrijkste resultaten van relevante onderzoeken binnen deze categorieën.

4.4.2.1 Zelfgerapporteerde prestatievermindering

Wadsworth, Simpson, Moss, & Smith (2003) onderzochten zelfgerapporteerd cognitief falen en incidenten op het werk. Ze vonden een verband tussen beide en concluderen hieruit dat onderzoek naar de gevolgen van cognitief falen belangrijk is voor incidentanalyses. In een onderzoek van Wallace & Vodanovich (2003) vinden we gelijkaardige resultaten terug.

Bij onderzoeken van dit type zijn meestal zowel de prestatieverminderingen als de incidenten zelfgerapporteerd. Deze studies geven volgens Williamson e.a. (2011) dan ook geen volledig beeld van het verband tussen de effecten van vermoeidheid en veiligheid.

Toch kunnen we besluiten dat er een positieve correlatie bestaat tussen zelfgerapporteerde prestatieverminderingen en incidenten.

4.4.2.2 Gemeten prestatievermindering

Anstey, Wood, Lord, & Walker (2005) vonden in een onderzoek bij oudere chauffeurs correlaties tussen cognitieve, visuele, motorieke en fysieke capaciteiten enerzijds en veiligheid anderzijds.

Williamson e.a. (2011) noteren dat dit type onderzoeken meer betrouwbare resultaten oplevert dan studies met betrekking tot zelfgerapporteerde prestatieverminderingen. De prestatievermindering wordt in dit geval namelijk objectief vastgesteld via parameters.

Verder merken Williamson e.a. (2011) in hun analyse nog op dat er bij onderzoeken binnen deze categorie vaak een zeker tijdverloop zit tussen het meten van de prestaties van het individu en het uiteindelijke incident achteraf. Het probleem hierbij is dat we niet met zekerheid kunnen stellen dat de prestatievermindering die een bepaalde tijd voor het incident aanwezig was nog steeds en in dezelfde mate aanwezig is op het moment dat het incident plaatsvindt.

Ondanks deze kritiek besluiten we dat er voldoende bewijs is voor een positieve correlatie tussen gemeten prestatieverminderingen en incidenten.

4.4.2.3 Algemene incidentanalyses

Bij deze analyses gaat men op zoek naar de oorzaken en factoren aan de basis van bepaalde incidenten. Hierbij duiken cognitieve effecten vaak op als oorzaken van incidenten.

Williamson e.a. (2011) schrijven dat een groot deel van deze incidentanalyses menselijke fouten en vergissingen als oorzaak aanduidt. Döös, Backström, & Sundström-Frisk (2004) onderzochten bijvoorbeeld menselijke fouten en vergissingen. Ze vonden hier dat deze cognitieve gebreken leiden tot een grotere kans op incidenten. Hobbs & Williamson (2003) vonden gelijkaardige resultaten. Verder onderzochten Akhtar & Bouwer Utne (2015) verschillende incidenten in de maritieme sector. Uit deze studie blijkt dat menselijke fouten

zoals onoplettendheid en gemiste observaties vaak terugkomende oorzaken zijn van aanvaringen en van schepen die aan de grond lopen.

We besluiten dat er een positieve correlatie bestaat tussen prestatieverminderingen en incidenten.

4.5 Deelbesluit

We begonnen dit hoofdstuk met het onderscheiden van drie manieren waarop het verband tussen vermoeidheid en incidenten in de literatuur voorkomt. We gaven voor elke categorie het theoretisch kader en een duidelijke voorbeeldsituatie. Ten slotte gaven we een kort overzicht van de relevante onderzoeken binnen elke categorie.

Eerst beschouwden we incidenten als het gevolg van de factoren die vermoeidheid veroorzaken. In dit geval vormt vermoeidheid zelf niet de oorzaak van incidenten, maar hebben de factoren die vermoeidheid veroorzaken zowel vermoeidheid als incidenten tot gevolg. Vermoeidheid speelt in dit geval dus geen intermediaire rol. We bespraken vervolgens het verband tussen circadiaanse, homeostatische en taakgerelateerde factoren enerzijds en incidenten anderzijds. Verschillende onderzoeken wijzen op verbanden tussen deze factoren en incidenten. Toch concluderen we dat meer onderzoek nodig is om hierover definitieve uitspraken te kunnen doen.

Vervolgens beschouwden we incidenten als het gevolg van vermoeidheid zelf. Vermoeidheid is in dit geval een zekere fysiologische toestand die de oorzaak vormt van incidenten. Hier beschouwen we vermoeidheid dus wel als een intermediair. We bespraken voor dit onderdeel het verband tussen zelfgerapporteerde, modelvoorspelde en geobserveerde vermoeidheid enerzijds en incidenten anderzijds. Binnen elke categorie vonden we positieve correlaties tussen vermoeidheid en incidenten. We concluderen dat de aanwezigheid van vermoeidheid de kans op incidenten verhoogt.

Ten slotte beschouwden we incidenten als het gevolg van vermoeidheidseffecten. We vatten hiervoor de combinatie van deze effecten samen als een toestand van verminderd prestatievermogen. Dit verminderd prestatievermogen vormt dan de oorzaak van incidenten. Hier beschouwen we vermoeidheid dus opnieuw als een intermediair. Voor dit

onderdeel bespraken we het verband tussen zelfgerapporteerde en gemeten prestatieverminderingen enerzijds en incidenten anderzijds. We vonden in beide gevallen positieve correlaties tussen deze prestatieverminderingen en incidenten. We overliepen ook nog enkele resultaten uit algemene incidentanalyses. Hier vonden we opnieuw positieve correlaties tussen prestatieverminderingen en incidenten. We concluderen hier dat vermoeidheidseffecten of prestatieverminderingen de kans op incidenten verhogen.

5 Maatregelen tegen vermoeidheid

In de vorige hoofdstukken bespraken we achtereenvolgens de biologische concepten en processen met betrekking tot slaap en vermoeidheid, de oorzaken en gevolgen van vermoeidheid en het verband tussen vermoeidheid en incidenten. In dit hoofdstuk bekijken we de bestaande maatregelen tegen vermoeidheid. We formuleren bovendien onze kritiek op deze maatregelen, op welke vlakken ze nog tekortkomen en welke aanpassingen wenselijk zijn.

Eerst maken we een onderscheid tussen verschillende soorten maatregelen tegen vermoeidheid:

- 1 de bewustmaking van de aanwezigheid van vermoeidheid en van de effecten van vermoeidheid op zeevaarders;
- 2 de preventie van de oorzaken van vermoeidheid en van vermoeidheid zelf;
- 3 en de verzachting van de invloed van vermoeidheidseffecten op de veiligheid.

De eerste soort maatregelen bestaat uit het sensibiliseren van zowel de maritieme sector als zeevaarders zelf.

In het tweede hoofdstuk bespraken we de oorzaken van vermoeidheid. In het vorig hoofdstuk legden we vervolgens het verband tussen deze factoren en incidenten. De tweede soort maatregelen bestaat uit de preventie van deze factoren.

We bespraken de negatieve effecten van vermoeidheid in het derde hoofdstuk. Vervolgens toonden we de positieve correlatie tussen vermoeidheid en incidenten in het vorig hoofdstuk. De derde categorie van maatregelen is geschikt voor omstandigheden waarin vermoeidheid onvermijdelijk is. In dat geval probeert men de effecten van vermoeidheid en de verhoogde kans op incidenten te minimaliseren.

5.1 Indeling en structuur van dit hoofdstuk

We bespreken de verschillende maatregelen tegen vermoeidheid volgens het niveau waarop ze worden genomen. In de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid vinden we de volgende niveaus:

- 1 overkoepelende internationale organisaties;
- 2 lokale overheden;
- 3 rederijen;
- 4 en zeevaardenden zelf.

Hieronder overlopen we de maatregelen op elk van deze niveaus voor de drie eerder vermelde categorieën: preventie, bewustmaking en verzachting. Daarvoor baseren we ons op de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid. We formuleren telkens onze kritiek bij de bestaande maatregelen en we geven aan welke tekortkomingen er zijn.

5.2 Overkoepelende internationale organisaties

De belangrijkste internationale organisaties voor de maritieme sector met betrekking tot vermoeidheid zijn de Internationale Maritieme Organisatie of IMO en de Internationale Arbeidsorganisatie of ILO. Hieronder bespreken we de meest relevante teksten van beide organisaties die maatregelen bevatten tegen vermoeidheid.

5.2.1 Internationale Maritieme Organisatie

De Internationale Maritieme Organisatie of IMO is een gespecialiseerde organisatie binnen de Verenigde Naties. Het is de belangrijkste internationale organisatie voor de maritieme sector.

De IMO heeft verschillende bekende conventies en codes uitgevaardigd voor de zeevaart. Daarnaast geeft de IMO ook aanbevelingen in de vorm van richtlijnen. In verschillende van deze teksten vinden we elementen terug die rechtstreeks of onrechtstreeks verband houden met vermoeidheid aan boord. Doorheen deze scriptie hebben we ons bijvoorbeeld

steeds gebaseerd op de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid, ook wel gekend als MSC.1/Circ. 1598. In dit hoofdstuk beperken we ons dan ook tot de conventies, codes en richtlijnen die de IMO zelf aanhaalt in deze richtlijnen:

- 1 de STCW-conventie: Internationaal Verdrag betreffende de Normen voor Zeevarenden inzake Opleiding, Diplomering en Wachtdienst (International Maritime Organization, 2010);
- 2 de ISM-code: Internationale Managementcode voor de Veilige Exploitatie van Schepen en Voorkoming van Verontreiniging (International Maritime Organization, 1993);
- 3 resolutie A.1047(27): Principes van Minimale Veilige Bemanning (International Maritime Organization, 2011);
- 4 en resolutie A.772(18): Vermoeidheidsfactoren bij Bemanning en Veiligheid.

Resolutie A.772(18) uit 1993 behandelt voornamelijk vermoeidheid in het algemeen en de verschillende aspecten van schepen en scheepshandelingen die kunnen bijdragen aan vermoeidheid. Deze resolutie werd in 2001 opgevolgd door MSC/Circ.1014: Begeleiding bij de Vermindering en het Management van Vermoeidheid. In 2018 heeft de IMO de informatie hierin opnieuw grondig herzien en geüpdatet. Het resultaat hiervan is MSC/Circ.1598: Richtlijnen met betrekking tot Vermoeidheid. Deze tekst vervangt MSC/Circ.1014 en ze bevat de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid. Dit zijn de richtlijnen van de IMO waar we ons in deze scriptie op baseren en waar we dus steeds naar verwijzen.

We overlopen hieronder kort alle relevante maatregelen met betrekking tot vermoeidheid binnen elk van deze teksten, afgezien van resolutie A.772(18). Deze is intussen overbodig gemaakt door MSC/Circ.1598 en de meeste maatregelen die we in dit hoofdstuk bespreken zijn gebaseerd op deze tekst. We bespreken op het einde van dit deel dus kort de richtlijnen uit MSC/Circ.1598 en we geven een overzicht van de algemene structuur en inhoud van de tekst.

Eerst merken we nog op dat er nog steeds grote verschillen zijn op internationaal vlak. Zo blijkt uit een onderzoek dat er in de praktijk vaak een verschil is tussen rederijen uit ontwikkelde en ontwikkelende landen wat betreft de attitude tot internationale regulering

(Zhao, Wadsworth, Jepsen, & van Leeuwen, 2020). Overkoepelende organisaties zoals de IMO en de ILO zorgen helaas dus nog steeds niet voor een gelijk speelveld tussen verschillende landen, ondanks hun internationale reikwijdte.

5.2.1.1 STCW-conventie

Het eerste specifieke voorschrift met betrekking tot vermoeidheid vinden we in Regulatie VIII/1 (Geschiktheid voor de Dienst) van de STCW-conventie:

Elke administratie dient, om vermoeidheid te voorkomen:

- 1 rusttijden vast te stellen en af te dwingen voor wachtpersoneel en diegenen wier taken betrekking hebben op aangewezen veiligheid, beveiliging en voorkoming van verontreinigingstaken in overeenstemming met de bepalingen van sectie A-VIII/1 van de STCW-Code;
- 2 en te eisen dat wachtsystemen zo zijn ingericht dat de effectiviteit van al het wachtpersoneel niet wordt aangetast door vermoeidheid en dat de taken zo zijn georganiseerd dat de eerste wacht aan het begin van een reis en de daaropvolgende aflossende wacht voldoende zijn uitgerust en anderszins geschikt zijn voor de dienst.

In het eerste deel van deze tekst zien we voor de regeling van de minimale rusttijden een verwijzing naar sectie A-VIII/2 van de STCW-conventie. Deze regeling is sinds de Manila-amendementen uit 2010 aangepast en geharmoniseerd met de regeling van rusttijden in het Maritiem Arbeidsverdrag, uitgevaardigd door de Internationale Arbeidsorganisatie in 2006. We bespreken deze voorschriften met betrekking tot werk- en rusttijden later in dit hoofdstuk in meer detail. Deze regel valt wel duidelijk onder de noemer van maatregelen ter preventie van vermoeidheid.

Het tweede deel van deze tekst is een algemene vereiste om wachtsystemen zodanig te organiseren dat vermoeidheid de effectiviteit van het wachtlopend personeel niet aantast. We kunnen deze regel ook beschouwen als een maatregel ter preventie van vermoeidheid.

Ten slotte vinden we nog het volgende algemene voorschrift in Regulatie VIII/2 (In acht te nemen Regelingen en Principles met betrekking tot Wachtlopen) in de STCW-conventie:

Administraties dienen de aandacht van bedrijven, kapiteins, hoofdwerktuigkundigen en al het wachtpersoneel te vestigen op de vereisten, principes en richtlijnen uiteengezet in de STCW-code, die in acht moeten worden genomen om ervoor te zorgen dat een veilige continue wacht of wachten passend voor de heersende omstandigheden te allen tijde op alle zeeschepen worden onderhouden.

Deze tekst verplicht overheden om zowel rederijen als zeevarenden en meer specifiek leidinggevende officieren aan te sporen tot het volgen van de vereisten en richtlijnen in de STCW-conventie. Toegepast op de vorige regulatie kunnen we dit voorschrift dus beschouwen als een bewustmakende maatregel en als een aansporing tot het toepassen van de hierboven besproken preventieve maatregelen.

Samengevat bevat de STCW-conventie dus enkel maatregelen ter preventie van vermoeidheid. Naast minimale rusttijden voor zeevarenden komen er geen andere specifieke voorschriften aan bod in deze conventie, enkel de algemene verplichting om vermoeidheid aan boord te voorkomen.

5.2.1.2 ISM-code

In de tekst van de ISM-code zelf vinden we nergens specifieke verwijzingen naar vermoeidheid terug. Op het eerste zicht bevat de ISM-code dus geen maatregelen tegen vermoeidheid aan boord. De IMO maakt in haar meest recente richtlijnen echter de volgende verwijzingen naar vermoeidheidsgerelateerde verplichtingen in de ISM-code:

- 1 het ontwikkelen, implementeren en onderhouden van een veiligheidsmanagementsysteem (sectie 1.4);
- 2 ervoor zorgen dat elk schip bemand is met gekwalificeerde, gediplomeerde en medisch geschikte zeevarenden in overeenstemming met nationale en internationale vereisten en op passende wijze bemand is om alle aspecten van het handhaven van veilige operaties aan boord te omvatten (paragraaf 6.2);
- 3 ervoor zorgen dat de nodige ondersteuning aan boord wordt geboden zodat de taken van de kapitein veilig kunnen worden uitgevoerd (paragraaf 6.1.3);

- 4 en het personeel aan boord gewenning bieden en opleiden (paragrafen 6.3, 6.4 en 6.5).

Deze algemene verplichtingen kunnen we interpreteren en toepassen in het kader van vermoeidheid. Voornamelijk het eerste voorschrift uit de lijst, dat verwijst naar het veiligheidsmanagementsysteem of SMS, is voor deze scriptie van belang.

Afgezien van de algemene verplichting tot het rekening houden met vermoeidheid in SMS'en stelt de IMO nergens specifieke eisen met betrekking tot FRMS'en. We merken hier al op dat dit volgens ons een noodzakelijke toevoeging is voor een volgende herziening van de ISM-code. In het volgende hoofdstuk stellen we de verplichte invoering van een FRMS als onderdeel van de reeds bestaande SMS'en voor.

5.2.1.3 Resolutie A.1047(27): Principes van Minimale Veilige Bemanning

In deze resolutie vinden we opnieuw nergens specifieke verwijzingen naar vermoeidheid terug. De IMO haalt in haar richtlijnen echter wel de volgende revelante passage uit deze resolutie aan:

bij het bepalen van de minimale veilige bemanning van een schip moet ook rekening worden gehouden met het vermogen van de kapitein en het scheepscomplement om de activiteiten te coördineren die nodig zijn voor de veilige exploitatie en voor de veiligheid van het schip en voor de bescherming van het mariene milieu.

Deze regel omtrent minimale veilige bemanningen aan boord kunnen we interpreteren in het kader van vermoeidheid. In dat geval zien we dit voorschrift als een maatregel ter voorkoming van vermoeidheid door het voorzien van voldoende personeel aan boord.

Verder verwijzen we hier nog even terug naar de tempering van de negatieve individuele vermoeidheidseffecten door teams zoals besproken in het hoofdstuk over de gevolgen van vermoeidheid. We stellen voor dat de IMO deze informatie aan deze resolutie toevoegt, zodat rederijen dit specifiek in acht kunnen nemen bij het bepalen van minimale veilige bemanningen aan boord. Dit zou dus bijkomend een maatregel kunnen vormen ter verzachting van vermoeidheidseffecten.

5.2.1.4 MSC/Circ.1598: Richtlijnen met betrekking tot Vermoeidheid

Zoals eerder vermeld zijn dit de richtlijnen van de IMO waar we doorheen deze scriptie veelvuldig naar verwijzen. Deze richtlijnen bestaan uit de volgende modules:

- 1 Module 1: Vermoeidheid;
- 2 Module 2: Vermoeidheid en het bedrijf;
- 3 Module 3: Vermoeidheid en de zeevarende;
- 4 Module 4: Vermoeidheid, bewustzijn en opleiding;
- 5 Module 5: Vermoeidheid en scheepsontwerp;
- 6 Module 6: Vermoeidheid, de overheid en havenstaatoverheden;
- 7 en twee appendices.

De eerste module omschrijft vermoeidheid, de oorzaken en gevolgen van vermoeidheid en de instrumenten waarover de IMO en de ILO beschikken in de strijd tegen vermoeidheid. We hebben zowel vermoeidheid als de oorzaken en gevolgen ervan reeds behandeld in de eerste drie hoofdstukken van deze scriptie. De maatregelen die de IMO en de ILO kunnen treffen tegen vermoeidheid bespreken we in dit hoofdstuk.

De tweede en derde module bevatten maatregelen die respectievelijk rederijen en zeevarenden zelf kunnen treffen tegen vermoeidheid. Deze maatregelen overlopen we verder in dit hoofdstuk in meer detail.

In de vierde module vinden we meer praktische aanbevelingen met betrekking tot de bewustmaking en opleiding van scheepsbemanningen en personeel aan de wal. De IMO verduidelijkt in dit onderdeel waarom bewustmaking en opleiding belangrijk is. Verder geeft ze enkele algemene aanbevelingen omtrent de organisatie van deze aspecten. Ze lijst voor zowel walpersoneel als scheepsbemanningen een aantal essentiële elementen op die in opleidingen rond vermoeidheid dienen voor te komen.

De IMO omschrijft in de vijfde module hoe het scheepsontwerp de ergonomie en het comfort aan boord kan verbeteren en hoe lawaai en trillingen aan boord te verminderen. Zoals we in het hoofdstuk over de oorzaken van vermoeidheid hebben overlopen, kunnen verschillende factoren die hierop betrekking hebben een bijdrage leveren aan

vermoeidheid bij zeevarenden. We laten deze materie verder buiten beschouwing omdat een meer grondige bespreking ervan buiten het bestek van deze scriptie valt.

De zesde en laatste module bevat ten slotte maatregelen die lokale overheden kunnen treffen tegen vermoeidheid. Later in dit hoofdstuk bespreken we deze in meer detail.

Hoewel deze richtlijnen veel interessante en relevante informatie bevatten, wijzen we hier op het ontbreken van drie belangrijke elementen:

- 1 informatie over de teameffecten van vermoeidheid;
- 2 informatie over het verband tussen vermoeidheid en veiligheid;
- 3 en de verplichte invoering van een vermoeidheidsmanagementsysteem als onderdeel van het reeds verplichte veiligheidsmanagementsysteem voor schepen.

Onze kritiek op het gebrek aan informatie over de teameffecten van vermoeidheid hebben we in het hoofdstuk over de gevolgen van vermoeidheid reeds aangehaald. We herhalen hier dat de teameffecten van vermoeidheid een belangrijke rol kunnen spelen bij de bestrijding van individuele vermoeidheidseffecten en dat ze dus als verzachtende maatregelen kunnen functioneren.

Ook onze kritiek op het gebrek aan informatie over het verband tussen vermoeidheid en incidenten hebben we reeds in het vorig hoofdstuk geformuleerd. We voegen er hier nog aan toe dat een grotere nadruk op dit verband en op de financiële gevolgen ervan rederijen zou kunnen stimuleren om meer doortastende maatregelen te treffen tegen vermoeidheid aan boord van hun schepen.

Het voorstel tot de verplichte invoering van een FRMS als onderdeel van het reeds verplichte SMS beargumenteren we in het volgende hoofdstuk.

Ten slotte zien we reeds in de titel van de tekst dat de IMO hier enkel richtlijnen geeft en dat de gegeven aanwijzingen en aanbevelingen niet bindend zijn. Baumler (2020) merkt dit ook op en ziet hierin een bevestiging van de zachte aanpak door de IMO van vermoeidheid en onwil om de bron van het probleem aan te pakken: de bemanning, die rechtstreeks verband houdt met de kosten van de bemanning en de vrijheid van reders.

5.2.2 Internationale Arbeidsorganisatie

De Internationale Arbeidsorganisatie of ILO is net zoals de IMO een gespecialiseerde organisatie binnen de Verenigde Naties.

De ILO heeft in 2006 het MLC of Maritiem Arbeids-verdrag gesloten (International Labour Organisation, 2006). Dit vormt naast de SOLAS-, MARPOL- en STCW-conventies van de IMO één van de belangrijkste verdragen binnen de maritieme sector. Hieronder bespreken we de relevante aspecten van dit verdrag in het kader van vermoeidheid.

5.2.2.1 Maritiem Arbeidsverdrag 2006

In het vorig onderdeel bespraken we de regeling in verband met de minimale rusttijden in de STCW-conventie. Deze regeling is sinds de Manila-amendementen in 2010 geharmoniseerd met die in het Maritiem Arbeidsverdrag of de MLC 2006. We vinden hierin de volgende beperkingen aangaande werk- en rusttijden:

1 het maximale aantal werkuren mag niet meer bedragen dan:

- i) 14 uur in een periode van 24 uur;
- ii) en 72 uur in een periode van zeven dagen;

of

2 de minimumrusturen mogen niet korter zijn dan:

- i) tien uur in een periode van 24 uur;
- ii) en 77 uur in een periode van zeven dagen.

Meteen daaropvolgend voegt het verdrag daar nog het volgende aan toe:

De rusturen mogen in niet meer dan twee perioden worden verdeeld, waarvan er één ten minste zes uur moet duren, en het interval tussen opeenvolgende rustperioden mag niet meer dan 14 uur bedragen.

Deze voorschriften formuleren duidelijke minimale rusttijden en maximale werktijden. In de literatuur verwijst men gewoonlijk naar dergelijke sets van beperkingen op werk- en rusturen als diensturenreguleringen. De bedoeling van deze reguleringen is om

vermoeidheid te voorkomen door werknemers een minimale hoeveelheid rusttijd en/of een maximale hoeveelheid arbeidstijd voor te schrijven. De diensturenregeling in de MLC 2006 vormt dus een maatregel ter preventie van vermoeidheid aan boord.

Het grootste probleem met deze regeling is dat ze over het algemeen niet correct wordt toegepast (Exarchopoulos e.a., 2018). De Paris MoU (2014) onderzocht de toepassing van deze diensturenregulering in de praktijk en ze kwam tot de conclusie dat er een algemeen gebrek is aan naleving van deze voorschriften binnen de maritieme sector. We besluiten dus dat deze maatregel haar doeltreffendheid verliest doordat ze in de praktijk niet voldoende wordt nageleefd.

Een tweede kritiek bij deze tekst is het ontbreken van enige regeling omtrent nachtarbeid. Zoals we in het eerste hoofdstuk hebben besproken is dit een grote risicofactor voor vermoeidheid. De ILO stelt in de MLC 2006 echter geen beperkingen aan nachtarbeid, zoals ook Baumler (2020) vaststelt. Dit is de tweede grote tekortkoming van deze regeling.

De IMO haalt in haar meest recente richtlijnen verder nog de volgende zaken uit de MLC 2006 aan die verband houden met vermoeidheid:

- 1 Voorschrift 2.7: Ervoor zorgen dat zeevarenden aan boord van schepen werken met voldoende personeel voor de veilige, efficiënte en beveiligde exploitatie van het schip.
- 2 Voorschrift 3.1: Ervoor zorgen dat zeevarenden fatsoenlijke accommodatie en recreatievoorzieningen aan boord hebben.
- 3 Voorschrift 3.2: Ervoor zorgen dat zeevarenden toegang hebben tot voedsel en drinkwater van goede kwaliteit onder gereguleerde hygiënische omstandigheden.
- 4 Voorschrift 4.3: Ervoor zorgen dat de werkomgeving van zeevarenden aan boord van schepen de veiligheid en gezondheid op het werk bevordert.

Hoewel deze voorschriften niet rechtstreeks over vermoeidheid gaan, hebben ze wel allemaal betrekking op factoren die vermoeidheid veroorzaken. We kunnen deze algemene voorschriften dan ook beschouwen als maatregelen ter preventie van vermoeidheid.

5.3 Lokale overheden

De IMO geeft in haar richtlijnen een aantal maatregelen die lokale overheden dienen te treffen tegen vermoeidheid. We maken een onderscheid tussen:

- 1 vlaggenstaten: landen waar schepen geregistreerd staan en waarvan ze dus de vlag voeren;
- 2 en havenstaten: nationale overheden van landen waarin zich havens bevinden die schepen bezoeken.

Beide autoriteiten hebben de bevoegdheid om maatregelen te treffen tegen vermoeidheid. Hieronder overlopen we voor beide de maatregelen die de IMO in haar richtlijnen opsomt.

5.3.1 Vlaggenstaten

Vlaggenstaten zijn landen waar schepen geregistreerd staan. Deze zijn in de eerste plaats verantwoordelijk voor het toepassen van internationale regelgeving op schepen die hun vlag voeren. In mindere mate zijn ze ook verantwoordelijk voor de controle op de naleving van deze regels door schepen in hun register.

We merken hier wel bij op dat vlaggenstaten niet altijd voldoende toe zien op de naleving van deze regelgeving. In de praktijk voert voornamelijk de Havenstaatcontrole of PSC deze taak uit (Exarchopoulos e.a., 2018). In het volgend onderdeel bespreken we de verantwoordelijkheden van havenstaten in het kader van vermoeidheid in meer detail.

We vinden in de richtlijnen van de IMO twee aanbevelingen voor vlaggenstaten om vermoeidheid te bestrijden:

- 1 de implementatie en handhaving van internationale regelgeving die een directe impact heeft op het verminderen en beheersen van vermoeidheid;
- 2 en de gevolgen op de vermoeidheid bij zeevarenden overwogen als gevolg van de eisen die worden gesteld aan werkzaamheden aan boord en aan zeevarenden.

De eerste aanbeveling duidt op de relevante internationale wetgeving en richtlijnen die we in het vorig onderdeel hebben besproken. Dit gaat dus over de richtlijnen met betrekking tot de algemene veiligheid aan boord, minimale bemanningsvereisten, de verbetering van de ergonomie en de vermindering van lawaai en trillingen in de scheepsontwerpfase. Deze maatregelen zouden alomvattend moeten zijn, maar ze zijn in de praktijk voornamelijk gericht op de preventie van vermoeidheid.

In de tweede aanbeveling vraagt de IMO de overheden van vlaggenstaten om:

- 1 rekening te houden met zowel bestaande als voorgestelde nieuwe vereisten die worden gesteld aan werkzaamheden en aan zeevarenden;
- 2 deze richtlijnen van de IMO en meer algemeen het bewustzijn en het beheersen van vermoeidheid bekend te maken bij alle belanghebbende spelers binnen de maritieme sector;
- 3 de rol van vermoeidheid bij incidenten te onderzoeken en het eigen beleid aangaande vermoeidheid in functie hiervan continu bij te werken en te verbeteren;
- 4 schepen onder de eigen vlag aan te sporen om maatregelen te treffen tegen vermoeidheid;
- 5 en Erkende Organisaties of RO, die mogen optreden namens vlaggenstaten, aan te sporen om internationale regelgeving met betrekking tot vermoeidheid na te leven en toe te passen.

Deze algemene richtlijnen bevatten verwijzingen naar de wetgeving die we eerder in dit hoofdstuk hebben besproken en die voornamelijk gericht is op de preventie van vermoeidheid. Daarnaast vraagt de IMO hier aan vlaggenstaten expliciet om bewustmakende maatregelen te treffen.

5.3.2 Havenstaten

Havenstaten zijn in de eerste plaats verantwoordelijk voor het toezicht op de naleving van internationale regelgeving door schepen die hun havens bezoeken. Dit doen ze door middel van inspecties en audits die de welbekende Havenstaatcontrole of PSC uitvoert.

De IMO vermeldt in haar richtlijnen dat havenstaten rekening dienen te houden met de impact van het uitvoeren van deze inspecties op vermoeidheid aan boord. Kort samengevat vraagt de IMO om de verschillende aspecten van deze inspecties zo veel mogelijk te vereenvoudigen en te stroomlijnen om de werkdruk bij zeevarenden niet onnodig te verhogen. We vertelden in het tweede hoofdstuk namelijk dat de werkdruk een factor is die kan bijdragen aan vermoeidheid. Op die manier kunnen havenstaatcontroles de impact van deze inspecties op vermoeidheid verminderen. Deze richtlijnen vallen onder de noemer van maatregelen ter preventie van vermoeidheid.

We voegen hieraan toe dat havenstaten nog een andere belangrijke rol spelen bij het bestrijden van vermoeidheid. Ze houden namelijk toezicht op de naleving van internationale regelgeving met betrekking tot vermoeidheid. In de praktijk zijn havenstaten zelfs de belangrijkste toezichthouder op de naleving van de diensttijdenregulering uit de MLC 2006 (Exarchopoulos e.a., 2018). We zien dit duidelijk terug in de aanbeveling van de Paris MoU (2014) aan havenstaten om de naleving van de werk- en rusttijdenregulering in de MLC 2006 te blijven opvolgen en om noodzakelijke maatregelen te treffen bij overtredingen.

5.4 Rederijen

De IMO stelt in haar richtlijnen een aantal maatregelen tegen vermoeidheid voor die rederijen kunnen treffen. Ze doet dit door het beantwoorden van de volgende belangrijke vragen:

- 1 Is vermoeidheid een belangrijk probleem bij operaties aan boord?;
- 2 Op welke elementen van vermoeidheid kan het bedrijf invloed uitoefenen?;
- 3 Hoe kan het bedrijf ervoor zorgen dat vermoeidheidspreventie aan boord wordt toegepast?;
- 4 en welke regels en voorschriften zijn er om vermoeidheid te voorkomen en aan te pakken (internationaal, nationaal en bedrijfsniveau)?

We overlopen hieronder de informatie en de richtlijnen die de IMO voor elk onderdeel geeft.

5.4.1 Belang van vermoeidheid

In het antwoord op haar eerste vraag formuleert de IMO de probleemstelling voor dit hoofdstuk en geeft ze aan waarom rederijen zich moeten wapenen tegen vermoeidheid bij zeevarenden. Hierbij vat ze bondig de effecten van vermoeidheid op individuen samen en schrijft ze dat vermoeidheid een nefast effect heeft op de veiligheid.

De IMO geeft ook aan dat de bestrijding van vermoeidheid het potentieel heeft om de kosten voor het bedrijf te verlagen door letsel en fysieke schade aan waardevolle activa en het milieu te verminderen. Op die manier verduidelijkt ze welke incentives bedrijven hebben om maatregelen te treffen tegen vermoeidheid.

Ten slotte geeft de IMO zeer algemeen aan dat de bestrijding van vermoeidheid dient te gebeuren door middel van risicomanagementstrategieën.

5.4.2 Elementen van vermoeidheid

Als antwoord op de tweede vraag schrijft de IMO dat rederijen vermoeidheid kunnen bestrijden door het hanteren van risicomanagementstrategieën op het vlak van scheepsontwerp, operationeel beleid en bemanningsbeleid. Meer specifiek vestigt ze de aandacht op de volgende punten:

- 1 het identificeren en beoordelen van vermoeidheidsrisico's;
- 2 het beoordelen van de operationele werklastvereisten in overeenstemming met de principes van minimale veilige bemanning (resolutie A.1047 (27));
- 3 ervoor zorgen dat de bemanning en middelen toereikend en beschikbaar zijn voor de beoordeelde vereisten qua werklast en om alle scheepsactiviteiten veilig uit te voeren;
- 4 ervoor zorgen dat het hele bedrijf zich bewust is van het risico op vermoeidheid;
- 5 en het verzekeren van een gezonde omgeving aan boord.

De IMO stelt in dit deel schematisch voor hoe een risicogebaseerde aanpak van vermoeidheid er dient uit te zien. Ze bespreekt ook kort hoe planningstools met betrekking

tot de wettelijk toegestane werk- en rusttijden rederijen kunnen ondersteunen bij het analyseren en opvolgen van data in verband met vermoeidheid aan boord.

Ten slotte merkt de IMO nog op dat de aanpak van vermoeidheid door rederijen aangepast moet zijn aan de specifieke operationele omstandigheden aan boord van hun schepen.

In dit onderdeel geeft de IMO dus richtlijnen die voornamelijk vallen onder de noemer van preventie van vermoeidheid en bewustmaking.

5.4.3 Maatregelen op bedrijfsniveau

Wat betreft het antwoord op de derde vraag geeft de IMO een lijst van factoren waarmee een rederij rekening dient te houden.

Verder vestigt ze ook specifiek de aandacht op bewustmaking omtrent vermoeidheid en op de continue opleiding van zowel plannend walpersoneel als van scheepsbemanningen.

Ten slotte benadrukt de IMO het belang van het promoten van een veiligheidscultuur waarin het rapporteren van alle zaken aangaande vermoeidheid mogelijk is en waarin dit niet wordt bestraft door het management.

Na deze inleiding gaat de IMO dieper in op de volgende specifieke aspecten met betrekking tot de bestrijding van vermoeidheid:

- 1 de aanwezigheid van voldoende beschikbare middelen;
- 2 een gezonde omgeving aan boord;
- 3 een voldoende slaapgelegenheid;
- 4 een goede dienstplanning;
- 5 hulpmiddelen bij de beoordeling van vermoeidheid bij het plannen;
- 6 het goed beheer van de werkdruk en werklust;
- 7 een adequate werk- en leefomgeving;
- 8 en het verkrijgen van voldoende slaap.

Voor al deze elementen geeft de IMO meer praktische aanwijzingen voor de aanpak van de oorzaken van vermoeidheid zoals besproken in het tweede hoofdstuk. Deze richtlijnen vallen dus onder de noemer van maatregelen ter preventie van vermoeidheid.

5.4.4 Bestaande voorschriften

De laatste vraag beantwoordt de IMO kort door te verwijzen naar de bestaande voorschriften die we eerder in dit hoofdstuk reeds hebben behandeld.

5.5 Zeevarenden

In dit onderdeel van haar richtlijnen schrijft de IMO dat het in de eerste plaats de taak van rederijen is om strategieën te bedenken en om systemen op te zetten die vermoeidheid aan boord verminderen, maar dat het de verantwoordelijkheid is van zeevarenden om hun rusttijd effectief te gebruiken om uit te rusten en om hun gedrag zodanig aan te passen dat het risico op vermoeidheid verlaagt. De IMO benadrukt hier ook dat vermoeidheid een probleem is dat alle zeevarenden treft, los van rang of ervaring.

De IMO geeft vervolgens richtlijnen die zeevarenden kunnen hanteren. Dit doet ze opnieuw door een aantal vragen te beantwoorden:

- 1 Hoe vermoeidheid te herkennen (tekenen/symptomen)?;
- 2 Wat kunnen zeevarenden doen om het risico op vermoeidheid op schepen te helpen verminderen en beheersen?;
- 3 Hoe kan een zeevarende geschikt blijven voor de dienst;
- 4 Wat zijn de verantwoordelijkheden van de zeevarende bij het beheersen van vermoeidheidsrisico's op schepen?;
- 5 Wat kunnen zeevarenden op managementniveau doen om het risico van vermoeidheid van zeevarenden op schepen te verminderen en te beheersen?;
- 6 en welke regels en voorschriften zijn er om vermoeidheid te helpen beheersen?

We overlopen hieronder de richtlijnen die de IMO voor elk onderdeel geeft.

5.5.1 Herkenning van vermoeidheid

De IMO somt als antwoord op de eerste vraag een lijst van cognitieve, fysieke en gedrags-effecten van vermoeidheid op. We hebben deze gevolgen van vermoeidheid reeds

besproken in het derde hoofdstuk. Ze vermeldt dat deze effecten niet enkel door vermoeidheid worden veroorzaakt, maar dat de simultane aanwezigheid van verschillende van deze effecten wel op vermoeidheid kan wijzen en in elk geval het prestatievermogen vermindert.

Vervolgens benadrukt de IMO hier opnieuw het belang van een veiligheidscultuur binnen het bedrijf waarin het rapporteren van alle zaken aangaande vermoeidheid mogelijk is en waarin dit niet wordt bestraft door het management.

5.5.2 Maatregelen op het niveau van de zeevarende

Het antwoord op de tweede vraag bestaat voor de IMO voornamelijk uit het bekomen van voldoende slaap. Dit strookt met onze vaststelling aan het einde van het hoofdstuk over de oorzaken van vermoeidheid. Daarin beschreven we dat factoren gerelateerd aan de zeevarende zelf en meer bepaald de slaapconditie de grootste invloed hebben op vermoeidheid.

Vervolgens lijst de IMO verschillende van deze factoren gerelateerd aan de zeevarende zelf op als mogelijke oorzaken van slaapttekort. Aanvullend merkt ze opnieuw het belang op van een veiligheidscultuur waarin het rapporteren van vermoeidheidsgerelateerde zaken mogelijk is zonder risico op bestraffing.

Ten slotte geeft de IMO enkele algemene praktische richtlijnen die zeevarenden kunnen volgen om het risico op slaapttekort te verminderen en de slaap te bevorderen.

De aanwijzingen uit dit onderdeel vallen duidelijk onder de noemer van maatregelen ter preventie van vermoeidheid.

5.5.3 Geschiktheid voor de dienst

In dit onderdeel biedt de IMO bijkomende maatregelen tegen vermoeidheid op het niveau van de zeevarende.

Eerst wijst de IMO nogmaals naar de verantwoordelijkheid van het management bij het opstellen van planningen om vermoeidheid bij zeevarenden te voorkomen.

Daarnaast voegt de IMO hieraan toe dat ook het opvolgen en beoordelen van vermoeidheid aan de hand van (zelf)beoordelingsinstrumenten belangrijk is.

Vervolgens geeft de IMO opnieuw een aantal algemene praktische maatregelen die de zeevarende zelf kan treffen tegen vermoeidheid.

Deze richtlijnen vallen opnieuw onder de noemer van maatregelen ter preventie van vermoeidheid.

De IMO lijst ook de volgende zaken op die zeevarenden kunnen gebruiken om vermoeidheid tijdelijk te verlichten:

- 1 korte rustpauzes tijdens de diensturen;
- 2 strategische dutjes;
- 3 het gebruik van cafeïne;
- 4 goede voeding en hydratatie;
- 5 een bevorderlijke omgeving op vlak van licht, temperatuur, vochtigheid en geluid;
- 6 fysieke activiteit;
- 7 sociale interactie;
- 8 en (indien mogelijk) jobrotatie.

De IMO noteert hier wel bij dat deze handelingen en strategieën slechts een gedeeltelijke verlichting van vermoeidheid veroorzaken en dat ze het probleem niet oplossen, maar eigenlijk vooral de symptomen van vermoeidheid tijdelijk verbergen.

We kunnen deze maatregelen beschouwen als maatregelen ter verzachting van de effecten van vermoeidheid, met als belangrijke opmerking dat ze de gevolgen van vermoeidheid niet voldoende aanpakken.

5.5.4 Verantwoordelijkheden van de zeevarende

De IMO geeft eerst opnieuw aan dat het beheersen van vermoeidheid aan boord een gedeelde verantwoordelijkheid is van de rederij en van zeevarenden zelf. Daarna beantwoordt ze de vierde vraag door een opsomming te geven van de verantwoordelijkheden van zeevarenden. Samengevat schrijft de IMO dat zeevarenden hun slaap-

gelegenheid zo goed mogelijk dienen te benutten, dat ze hun best moeten doen om geschikt te zijn voor de dienst en dat ze zich bewust moeten zijn van vermoeidheid en van de bestaande strategieën ter bestrijding ervan. Hierboven hebben we deze zaken reeds in meer detail besproken.

Zeevarenden lopen in de praktijk echter het risico om hun bonussen, promoties of zelfs jobs te verliezen bij aanhouding van hun schip. Daarom vervalsen ze vaak hun logs met werk- en rusttijden om aanhoudingen te vermijden bij controles door havenstaten (Exarchopoulos e.a., 2018). Meer specifiek vonden Baumler, Bhatia, & Kitada (2020) dat bijna alle zeevarenden uit hun onderzoek hun logs soms vervalsten. Daarnaast schrijven ze dat vlaggen- en havenstaten onvoldoende of vaak zelfs niet optreden tegen deze overtredingen en vervalsingen en dat zeevarenden dus de (juiste) perceptie hebben dat ze relatief weinig risico lopen bij het vervalsen van hun logs.

Hoewel het de verantwoordelijkheid van zeevarenden is om zich te houden aan de diensturenregulering uit de MLC 2006, is het eigenlijk in vooral de verantwoordelijkheid van rederijen om de incentives voor deze vervalsingen weg te nemen. Een rederij zou de bemanning van schepen niet mogen bestraffen voor eventuele aanhoudingen van schepen indien de overtredingen van de voorgeschreven werk- en rusttijden een gevolg zijn van eisen die ze zelf stelt aan haar bemanning. Bovendien heeft de diensttijdenregulering uit de MLC 2006 weinig nut als vlaggen- en havenstaten in de praktijk onvoldoende controle uitoefenen op de naleving of als ze onvoldoende optreden tegen overtredingen.

5.5.5 Verantwoordelijkheden van hogere officieren en werktuigkundigen

Als antwoord op de vijfde vraag geeft de IMO een oplistings van allerlei maatregelen die hogere officieren en werktuigkundigen kunnen treffen om vermoeidheid bij de bemanning te bestrijden. Deze richtlijnen hebben voornamelijk betrekking op bewustmaking en op het voorkomen van vermoeidheid.

5.5.6 Bestaande voorschriften

De laatste vraag beantwoordt de IMO net zoals in het onderdeel over rederijen door te verwijzen naar de voorschriften die we eerder in dit hoofdstuk hebben behandeld.

5.6 Deelbesluit

We begonnen dit hoofdstuk met de maatregelen tegen vermoeidheid die we terugvinden in relevante teksten van overkoepelende internationale organisaties. Hieruit bleek dat deze vooral maatregelen bevatten ter preventie van vermoeidheid.

Onze kritiek op het Maritiem Arbeidsverdrag bestond samengevat uit twee punten: het gebrek aan naleving van de voorschriften uit dit verdrag in de praktijk en het ontbreken van enige regeling omtrent nachtarbeid. We bespraken ook MSC/Circ.1598, de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid. Hoewel deze interessante informatie bevatten, bekritiseerden we het gebrek aan informatie over de teameffecten van vermoeidheid en het gebrek aan informatie over het verband tussen vermoeidheid en incidenten. We bekritiseerden bovendien het niet-bindend karakter van richtlijnen en we beargumenteren in het volgend hoofdstuk dus de invoering van een vermoeidheidsmanagementsysteem als onderdeel van het reeds verplicht veiligheidsmanagementsysteem voor schepen.

In het tweede onderdeel overliepen we maatregelen tegen vermoeidheid die lokale overheden, meer bepaald vlaggen- en havenstaten, volgens de IMO kunnen treffen tegen vermoeidheid. Deze maatregelen zijn voornamelijk preventief of bewustmakend van aard. We gaven kritiek op hun gebrek aan controle op de naleving van de diensttijdenregulering uit de MLC 2006 en op het onvoldoende optreden tegen het overtreden van deze internationale wetgeving.

Vervolgens beschouwden we de maatregelen tegen vermoeidheid die de IMO voorstelt op het niveau van rederijen. Deze vallen allemaal onder de noemer van preventieve maatregelen of bewustmakende maatregelen. Elders in dit hoofdstuk wezen we op de gedeelde verantwoordelijkheid van rederijen voor de vervalsing van logs van rust- en werktijden door zeevarenden.

Ten slotte bekeken we de maatregelen tegen vermoeidheid die zeevarenden volgens de IMO zelf dienen te treffen tegen vermoeidheid. Deze zijn allemaal preventief van aard. We voegden hier enkele middelen aan toe die zeevarenden volgens de IMO kunnen gebruiken om de effecten van vermoeidheid tijdelijk te verlichten. Deze verzachtende maatregelen

tegen de effecten van vermoeidheid zijn echter onvoldoende en ze vormen geen werkelijke oplossing voor de gevolgen van vermoeidheid.

We concluderen dat de reeds bestaande maatregelen tegen vermoeidheid bijna uitsluitend preventief of bewustmakend van aard zijn. We stellen bovendien vast dat de diensturenregeling in de MLC 2006 de enige meetbare vereisten bevat. Deze wordt echter vaak overtreden door zeevarenden en dit wordt eigenlijk veroorzaakt door rederijen. Bovendien treden lokale overheden onvoldoende op tegen overtredingen of tegen vervalsingen van logs van werk- en rusturen. De huidige maatregelen tegen vermoeidheid vertonen dus ernstige tekortkomingen en het probleem van vermoeidheid is zeker nog niet opgelost.

6 Vermoeidheidsmanagementsystemen

We hebben in de eerste drie hoofdstukken uitgelegd wat vermoeidheid is, hoe het wordt veroorzaakt en welke gevolgen het met zich meebrengt. Hierin vonden we dat vermoeidheid een complex fenomeen is waar uiteenlopende factoren aan de basis liggen en dat verscheidene gevolgen heeft voor getroffen individuen.

In het vierde hoofdstuk onderzochten we dan het verband tussen vermoeidheid en incidenten. Hierin toonden we dus de ernst van het probleem van vermoeidheid aan boord. Vervolgens bekeken we in het vorig hoofdstuk de bestaande maatregelen tegen vermoeidheid. We bekritiseerden deze en we kwamen uiteindelijk tot de conclusie dat er grote tekortkomingen zijn in de huidige aanpak van vermoeidheid.

In het laatste hoofdstuk van deze scriptie bespreken we ten slotte vermoeidheidsmanagementsystemen als oplossing voor het vermoeidheidsprobleem bij zeevarenden.

In de literatuur van de laatste twee decennia vinden we onderzoeken naar verschillende aspecten van vermoeidheid terug in:

- 1 de transportsector, onder andere bij zeevarenden, loodsen, vliegtuig- en helikopterpiloten, treinconducteurs, vrachtwagen- en taxichauffeurs;
- 2 en aansluitend bij verkeersregelaars binnen de transportsector, zoals luchtverkeersleiders en VTS-operators;
- 3 de offshore en onshore industriële sectoren;
- 4 de visserij;
- 5 de medische sector, meer specifiek bij verplegers, chirurgen en spoedartsen;
- 6 de militaire sector, zowel bij de marine als bij de land- en luchtmacht;
- 7 en bij de hulpdiensten: politie, brandweer en ambulance.

Deze opsomming is niet beperkend en schetst slechts een algemeen overzicht van de belangrijkste sectoren waarin vermoeidheid reeds gedurende enkele jaren of decennia is erkend als een ernstig probleem voor de veiligheid. Bij het opstellen van een adequaat FRMS voor de maritieme sector kunnen onderzoeken, gebruiken, richtlijnen en maat-

regelen met betrekking tot vermoeidheid in elk van de bovenvermelde sectoren een belangrijke bron van inspiratie vormen.

6.1 Indeling en structuur van dit hoofdstuk

We definiëren eerst wat een FRMS is en aan welke voorwaarden het dient te voldoen om effectief te zijn. Vervolgens beschouwen we de belangrijke elementen die een FRMS dient te bevatten. Op die manier funderen we ons voorstel tot de invoering van dit systeem als onderdeel van het reeds verplichte SMS bij schepen. Concreet stellen we voor dat de IMO bij de volgende herziening van de ISM-code het FRMS een verplicht onderdeel maakt van het bestaande SMS.

6.2 Inhoud

In de luchtvaartsector kent men het FRMS reeds sinds de invoering ervan in 2011. We vinden bij hen de volgende definitie voor een FRMS (International Air Transport Association e.a., 2015):

een datagesturd middel voor het continu bewaken en beheren van vermoeidheidsgerelateerde veiligheidsrisico's, gebaseerd op wetenschappelijke principes, kennis en operationele ervaring, dat erop gericht is ervoor te zorgen dat relevant personeel presteert met een voldoende niveau van alertheid.

De huidige problematiek rond vermoeidheid toont aan dat een effectieve aanpak van vermoeidheid enkel mogelijk is aan de hand van een multidimensionaal systeem in plaats van de op heden gebruikte diensturenregeling zoals beschreven in MLC 2006. Een FRMS is een dergelijk multidimensionaal systeem dat de verschillende aspecten van vermoeidheid zowel voorkomt als remedieert. Volgens Caldwell, Caldwell, Thompson, & Lieberman (2019) moet een FRMS:

- 1 wetenschappelijk onderbouwd zijn, ondersteund door kwalitatieve peer-reviewed wetenschappelijke publicaties;

- 2 datagestuurd zijn; beslissingen moeten niet gebaseerd zijn op meningen, maar veeleer op verzameling en objectieve analyse van gegevens;
- 3 gezamenlijk worden ontworpen door alle belanghebbenden;
- 4 volledig worden geïmplementeerd doorheen de hele organisatie om het systeembreed gebruik van instrumenten, systemen, beleid en procedures te verzekeren;
- 5 worden geïntegreerd in veiligheids- en gezondheidsmanagementsystemen;
- 6 niet statisch blijven, maar veeleer continu worden verbeterd om het risico progressief te verminderen met behulp van feedback, evaluatie en wijziging;
- 7 proactief worden begroot en gerechtvaardigd om te pleiten voor een accuraat zakelijk investeringsrendement;
- 8 eigendom zijn van en geaccepteerd worden door het hoger bedrijfsmanagement als een prioritaire verantwoordelijkheid.

Eerst en vooral dient een FRMS dus wetenschappelijk onderbouwd en datagestuurd te zijn. Dit zagen we reeds verschijnen in de hierboven gegeven definitie voor dit systeem. Verder is samenwerking binnen en tussen rederijen en binnen de hele maritieme sector noodzakelijk. Alle belanghebbenden dienen te worden betrokken bij het proces en de verantwoordelijkheid te delen.

Een FRMS moet bovendien dynamisch zijn en geïntegreerd worden in bestaande veiligheidsmanagementsystemen. Continue evaluatie en verbetering is noodzakelijk om de effectiviteit van het systeem te waarborgen.

Gander e.a. (2011) pleiten dan ook voor het delen van ervaringen om deze evaluatie en verbetering te faciliteren en we sluiten ons hierbij aan. De continue evaluatie en verbetering van FRMS'en kan dan weer gebeuren aan de hand van het principe van statistische non-inferioriteit. Dit houdt in dat een afwijking van de reeds bestaande diensturenregeling enkel toegestaan is als empirisch kan worden aangetoond dat het gebruikte

FRMS niet onveilig is dan het toepassen van een diensturenregeling (Lamp, Chen, McCullough, & Belenky, 2019).

Het FRMS dient ook geïntegreerd te worden in het reeds bestaande SMS. We stellen dus voor dat de IMO de integratie van het FRMS in het SMS voor alle schepen verplicht maakt in de volgende herziening van de ISM-code. Dit is de meest aangewezen manier om deze verplichting in de praktijk door te voeren.

6.3 Procedures en instrumenten

In de literatuur vinden we talrijke onderzoeken naar methoden en technieken om vermoeidheid te voorkomen en de effecten ervan te verzachten. Caldwell e.a. (2019) geven bedrijven de volgende aanbevelingen voor de bestrijding van vermoeidheid:

- 1 zorgen voor een toereikend personeelsbestand en een evenwichtige werklast om vermoeidheidsgerelateerde problemen in verband met ploegenarbeid te verminderen;
- 2 aan planning gerelateerde vermoeidheid minimaliseren door gebruik te maken van biowiskundige modellen om de risico's van specifieke werk-/rustschema's te identificeren, de implementatie van vermoeidheidsbestrijdingsmaatregelen te begeleiden, te helpen bij ongevalonderzoek en de educatieve inspanningen om vermoeidheid tegen te gaan te versterken;
- 3 werknemers voorlichten over met vermoeidheid verband houdend werk en sociale/familiale gevaren; het belang van slaap, circadiaanse ritmes en leefstijlfactoren in de vermoeidheidsvergelijking; hoe voldoende slaap te krijgen en hoe slaapstoornissen te herkennen en behandelen; hoe effectief gevalideerde strategieën voor alertheidsmanagement te gebruiken. Het management moet een sleutelrol spelen, niet alleen door het verstrekken van informatie, maar ook door de motivering en, indien van toepassing, de middelen die nodig zijn voor werknemers om zich in een goed uitgeruste staat te melden bij het werk;

- 4 waarborgen dat de werkomgeving de alertheid bevordert door te zorgen voor voldoende en goede verlichting, beheersing van luchtvochtigheid en lawaai en ergonomisch ontwerp. Bovendien moeten de aard en de duur van het werk, evenals het belang van dutjes, rustpauzes en evenwichtige voeding bij vermoeidheidsbeheersing worden benadrukt;
- 5 ervoor zorgen dat werknemers en leidinggevenden in staat zijn om snel tekenen van overmatige vermoeidheid te herkennen en procedures voor handelingen om vermoeidheid zelf of de risico's als gevolg van vermoeidheid onmiddellijk te verminderen. Mogelijke acties zijn onder meer het overzetten van de werknemer naar een minder veiligheidsgevoelige rol, het versterken van peer-based kruiscontroleprocedures, het gebruik van cafeïne om tijdelijk de alertheid te verhogen, of het veranderen van het type of de intensiteit van omgevingsverlichting.

We delen deze procedures en instrumenten hieronder op volgens de categorie van maatregelen waartoe ze behoren: preventief, bewustmakend of verzachtend. Bijkomend geven we duiding bij de voorgestelde maatregelen.

We herhalen onze indeling van de verschillende soorten maatregelen tegen vermoeidheid uit het vorig hoofdstuk:

- 1 bewustmaking: de bewustmaking en de bewustwording van de aanwezigheid bij en van de effecten van vermoeidheid op zeevarenden;
- 2 preventie: de preventie van de aanwezigheid van de oorzaken van vermoeidheid en van vermoeidheid zelf;
- 3 en verzachting: de bestrijding van de effecten van vermoeidheid en de verzachting van de invloed van deze vermoeidheidseffecten op veiligheid en incidenten.

6.3.1 Preventieve maatregelen

We vinden in deze aanbevelingen verschillende maatregelen ter preventie van vermoeidheid. Zo dienen rederijen voldoende bemanningsleden te voorzien en biowiskundige modellen te gebruiken om vermoeidheid te voorkomen. Verder is ook een

overweging van de werkomgeving, de aard van het werk en de duur van het werk belangrijk bij de bestrijding van vermoeidheid.

Verschillende auteurs pleiten voor de overgang van diensturenregelingen naar een meer alomvattende aanpak zoals in een FRMS. Bourgeois-Bougrine (2020) stelt echter dat de invoering van FRMS'en in de luchtvaart in de praktijk vooral voordelig is voor luchtvaartmaatschappijen en veel minder voor piloten. Het biedt luchtvaartmaatschappijen namelijk de mogelijkheid om af te wijken van de meer strikte voorschriften in bestaande diensturenregelingen. Deze afwijkingen zorgen niet altijd voor een vermindering van vermoeidheid en ze kunnen er zelfs aan bijdragen.

Eerder in dit hoofdstuk haalden we wel al het principe van statistische non-inferioriteit aan. De toepassing van dit principe kan een oplossing bieden voor dit probleem.

Daarnaast dienen de reeds bestaande diensturenregelingen volgens ons wel een integraal onderdeel te blijven van het FRMS. Het voordeel van een diensturenregeling is namelijk dat ze erg concreet, relatief eenvoudig toe te passen en vrij gemakkelijk te controleren is, op voorwaarde dat alle belanghebbenden zich bewust zijn van het nut ervan en dat iedereen zich dus aan de voorschriften houdt. FRMS'en dienen diensturenregelingen dus niet te vervangen. Ze dienen deze mee op te nemen in het totaalpakket aan maatregelen.

6.3.2 Bewustmakende maatregelen

We zien ook maatregelen ter bewustmaking van vermoeidheid op het niveau van zeevarenden zelf, leidinggevende officieren aan boord en het hoger management aan de wal. De meeste auteurs zijn het eens over het belang van het opleiden van alle betrokkenen als maatregel ter vermoeidheid.

Pylkkönen e.a. (2018) vonden echter geen bewijs voor de effectiviteit hiervan. Ze merken wel op dat dit niet betekent dat deze bewustmaking niet belangrijk is, maar eerder dat het op zich geen voldoende maatregel is om vermoeidheid te bestrijden. Het dient dus gecombineerd te worden met andere maatregelen om vermoeidheid werkelijk te kunnen aanpakken.

Verder wordt ook het belang van de real-time vaststelling van vermoeidheid benadrukt. We vinden hier in de literatuur verschillende methoden en technieken voor terug, zoals om de pols gedragen (ActiGraph) accelerometers of andere draagbare apparaten en sensoren (R. O. Phillips, Kecklund, Anund, & Sallinen, 2017).

Uit zeer recente onderzoeken blijkt duidelijk de effectiviteit en relatief hoge accuraatheid van deze instrumenten (Hu & Lodewijks, 2020; Li, Chen, Xu, Khoo, & Liu, 2019; Sedighi Maman, Alamdar Yazdi, Cavuoto, & Megahed, 2017; Ulinskas, Damaševičius, Maskeliūnas, & Woźniak, 2018; Yan, Wei, & Tran, 2019). Een uitgebreide bespreking hiervan valt echter buiten het bestek van deze scriptie.

Samengevat stellen we dat het mogelijk is om vermoeidheid real-time vast te stellen om op die manier de nodige maatregelen te kunnen treffen tegen de effecten en gevolgen ervan.

6.3.3 Verzachtende maatregelen

Ten slotte vinden we in deze aanbevelingen nog maatregelen terug ter verzachting van de effecten van vermoeidheid. Deze zijn vergelijkbaar met de vermelde aanwijzingen uit de richtlijnen van de IMO die we in het vorig hoofdstuk hebben besproken. Daar merkten we reeds op dat deze maatregelen eigenlijk vooral verlichtend van aard zijn en dat ze de gevolgen van vermoeidheid onvoldoende aanpakken.

Dawson e.a. (2012) pleiten dus voor *fatigue-proofing*: het meer bestendig maken van werksystemen tegen vermoeidheid. Hierbij ligt de nadruk eerder op het verzachten van vermoeidheidseffecten dan op het voorkomen van vermoeidheid. Vermoeidheid is namelijk een probleem dat nooit volledig kan worden voorkomen en het is dan ook belangrijk om de gevolgen ervan zoveel mogelijk te remediëren.

We voegen hier nog onze vaststellingen uit het hoofdstuk over de gevolgen van vermoeidheid aan toe. Daar vonden we dat teams de individuele effecten van vermoeidheid temperen. We stellen dus voor dat rederijen dit gegeven gebruiken als bijkomende verzachtende maatregel tegen de gevolgen vermoeidheid. We stellen zelfs dat

dit het potentieel heeft om meer doeltreffend te zijn dan de toepassing van de hierboven vermelde verlichtende maatregelen tegen individuele vermoeidheidseffecten.

6.4 Deelbesluit

We definieerden een FRMS in het begin van dit hoofdstuk als een systeem ter bestrijding van vermoeidheid. Vervolgens gaven we aan dat een FRMS aan een aantal voorwaarden moet voldoen. Samengevat schreven we dat een FRMS wetenschappelijk onderbouwd, datagestuurd, bedrijf- en sectorwijd en geïntegreerd in bestaande veiligheidsmanagementsystemen dient te zijn. We stelden voor dat de IMO bij de volgende herziening van de ISM-code het FRMS invoert als verplicht onderdeel van het reeds bestaande SMS voor schepen.

Vervolgens bespraken we een aantal procedures en instrumenten die rederijen kunnen gebruiken tegen vermoeidheid.

Bij de preventieve maatregelen verwezen we naar het gebruik van biowiskundige modellen om vermoeidheid te voorspellen. Daarnaast noteerden we de bestaande kritiek op FRMS'en als excuus om diensturenregelingen niet te hoeven gebruiken. We boden hier de toepassing van het principe van statistische non-inferioriteit als oplossing aan. Bovendien pleitten we hier voor een inclusie van diensturenregelingen in FRMS'en.

De bewustmakende maatregelen deelden we op in de opleiding van bemanningen en walpersoneel enerzijds en de real-time detectie van vermoeidheid anderzijds. Wat betreft het opleiden van bemanningen noteerden we dat dit op zich geen vermindering van vermoeidheid teweegbrengt en dat het dus enkel effectief is als het gebeurt in combinatie met andere maatregelen. Wat betreft de real-time detectie van vermoeidheid verwezen we naar het bestaan van verschillende apparaten en sensoren die het mogelijk maken om vermoeidheid vast te stellen om op die manier meteen maatregelen te kunnen treffen.

Ten slotte beschouwden we verzachtende maatregelen tegen vermoeidheid. Eerst bespraken we het belang van het meer bestendig maken van werksystemen tegen vermoeidheid, aangezien vermoeidheid niet volledig kan worden voorkomen. Verder herhaalden we onze vaststelling uit het hoofdstuk over de gevolgen van vermoeidheid.

Daar schreven we dat teams de gevolgen van individuele vermoeidheidseffecten kunnen temperen en dat dit kan worden gebruikt als verzachtende maatregel.

Conclusie

We onderzochten in deze theoretische scriptie de verplichte invoering van een vermoeidheidsmanagementsysteem (als onderdeel van het reeds bestaande veiligheidsmanagementsysteem voor schepen) als oplossing voor het vermoeidheidsprobleem bij zeevarenden.

In het eerste deel omschreven we in 3 hoofdstukken wat vermoeidheid is. In het eerste hoofdstuk overliepen we de biologische concepten en processen achter slaap en vermoeidheid. Vervolgens bekeken we in het tweede hoofdstuk de oorzaken van vermoeidheid en de verschillende factoren die ertoe bijdragen. Ten slotte bespraken we in het derde hoofdstuk de gevolgen van vermoeidheid. We vatten hieronder deze hoofdstukken kort samen en we bespreken de belangrijkste conclusies.

In het eerste hoofdstuk definieerden we slaap en beschouwden we het twee-procesmodel voor slaapregulatie. Daarna overliepen we de verschillende slaaptoestanden en bekeken we het normaal slaappatroon van een volwassen persoon. Vervolgens bespraken we de 3 voorwaarden voor een productieve slaap uit de meest recente richtlijnen van de IMO met betrekking tot vermoeidheid: een voldoende hoeveelheid slaap, een voldoende effectieve slaap en een voldoende mate van continuïteit in de slaap. Ten slotte maakten we het onderscheid tussen slaperigheid als een acute toestand van slaapttekort en vermoeidheid als een meer chronische toestand veroorzaakt door verscheidene factoren en gekenmerkt door verschillende effecten.

In het tweede hoofdstuk deelden we de factoren die vermoeidheid veroorzaken op in 5 categorieën: factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf, het management aan de wal en aan boord, het schip, de omgeving op zee en de operationele factoren. We bespraken deze factoren allemaal in meer detail en aan de hand van voorbeelden. Uiteindelijk sloten we dit hoofdstuk af met een rangschikking van de verschillende oorzaken van vermoeidheid naar hun prioriteit. Hieruit concludeerden we dat de factoren gerelateerd aan de zeevaarder zelf en specifiek de slaapconditie de grootste invloed hebben op vermoeidheid.

We maakten in het derde hoofdstuk een onderscheid tussen de individuele en team-effecten van vermoeidheid. De individuele effecten deelden we op in 3 categorieën: de cognitieve, de fysieke en de gedragseffecten. We gaven een overzicht van de belangrijkste negatieve vermoeidheidseffecten op een individu binnen elk van deze categorieën. Vervolgens bespraken we de teameffecten van vermoeidheid. We stelden vast dat teams in staat zijn om individuele vermoeidheidseffecten te temperen en we leidden hieruit af dat teams een belangrijk instrument kunnen vormen in de verzachting van de gevolgen van vermoeidheid op zee. Bovendien beschouwden we het ontbreken van een bespreking van deze teameffecten in de richtlijnen van de IMO als een belangrijke tekortkoming.

In het vierde hoofdstuk formuleerden we de probleemstelling voor deze scriptie door uit te leggen waarom vermoeidheid een probleem is. We onderzochten hiervoor het verband tussen vermoeidheid en veiligheid op 3 manieren. Eerst beschouwden we incidenten als het gevolg van de factoren die vermoeidheid veroorzaken. We concludeerden dat er een positief verband lijkt te bestaan tussen de factoren die vermoeidheid veroorzaken en incidenten, maar dat meer onderzoek nodig is om hier definitieve uitspraken over te kunnen doen. Vervolgens beschouwden we incidenten als het gevolg van vermoeidheid zelf. We vonden hier positieve correlaties tussen vermoeidheid en incidenten en we concludeerden dus dat de aanwezigheid van vermoeidheid de kans op incidenten verhoogt. Ten slotte beschouwden we incidenten als het gevolg van vermoeidheidseffecten, die we gecombineerd beschreven als een toestand van verminderd prestatievermogen. Hier vonden we opnieuw positieve correlaties tussen prestatieverminderingen en incidenten en we concludeerden dus dat vermoeidheidseffecten de kans op incidenten verhogen. Finaal voegden we nog toe dat we kritiek gaven op het gebrek aan aandacht voor het verband tussen vermoeidheid en veiligheid in de richtlijnen van de IMO.

In het vijfde hoofdstuk behandelden we de huidige maatregelen tegen vermoeidheid op verschillende niveaus. We gaven hier aan op welke vlakken de huidige aanpak van het vermoeidheidsprobleem tekortkomt. Dit deden we door de huidige maatregelen op 4 niveaus te bespreken: overkoepelende internationale organisaties, lokale overheden, rederijen en zeevarenden zelf. Onze kritiek op het Maritiem Arbeidsverdrag bestond uit twee punten: het gebrek aan naleving van de voorschriften uit dit verdrag in de praktijk en het ontbreken van enige regeling omtrent nachtarbeid. We bekritiseerden ook het niet-

bindend karakter van de richtlijnen van de IMO, het gebrek aan informatie over de teameffecten van vermoeidheid en het gebrek aan informatie over het verband tussen vermoeidheid en veiligheid in deze richtlijnen. Daarnaast gaven we kritiek op het gebrek aan controle op de naleving van de diensttijdenregulering uit de MLC 2006 door haven- en vlaggenstaten en op het onvoldoende optreden tegen overtredingen van deze internationale wetgeving. Vervolgens bekritiseerden we enkele middelen die zeevaarders volgens de IMO om tijdelijk verlichting te bieden van vermoeidheidseffecten. We gaven aan dat deze onvoldoende zijn en dat ze geen werkelijke oplossing vormen. Daarnaast wezen we op de gedeelde verantwoordelijkheid van rederijen voor de wijdverspreide vervalsing van logs van rust- en werktijden door zeevarenden. Finaal concludeerden we dat de reeds bestaande maatregelen tegen vermoeidheid bijna uitsluitend preventief of bewustmakend van aard zijn.

In het zesde en laatste hoofdstuk onderzochten we de wenselijkheid van een verplicht vermoeidheidsmanagementsysteem voor schepen. We definieerden een FRMS als een systeem ter bestrijding van vermoeidheid dat wetenschappelijk onderbouwd, data-gestuurd, bedrijf- en sectorwijd en geïntegreerd in bestaande veiligheidsmanagementsystemen dient te zijn. We stelden bovendien voor dat de IMO het FRMS bij de volgende herziening van de ISM-code invoert als verplicht onderdeel van het reeds bestaande SMS voor schepen. Vervolgens bespraken we een aantal procedures en instrumenten die rederijen kunnen gebruiken tegen vermoeidheid. Bij de preventieve maatregelen noteerden we de bestaande kritiek op FRMS'en als excuus om diensturenregelingen niet te hoeven gebruiken. We boden hiervoor de toepassing van het principe van statistische non-inferioriteit als oplossing aan en we pleitten voor een inclusie van diensturenregelingen in FRMS'en. Vervolgens schreven we bij de bewustmakende maatregelen dat het opleiden van bemanningen op zich geen vermindering van vermoeidheid teweegbrengt en dat er verschillende apparaten en sensoren bestaan voor de real-time detectie van vermoeidheid. Ten slotte benadrukten we bij de verzachtende maatregelen het belang van *fatigue-proofing* en we herhaalden dat teams de gevolgen van individuele vermoeidheidseffecten kunnen temperen.

Bibliografie

- Åkerstedt, T., & Fröberg, J. E. (1977). Psychophysiological circadian rhythms in women during 72 h of sleep deprivation. *Waking and Sleeping, 1*, 387–394.
- Åkerstedt, Torbjörn, Connor, J., Gray, A., & Kecklund, G. (2008). Predicting road crashes from a mathematical model of alertness regulation—The Sleep/Wake Predictor. *Accident Analysis and Prevention, 40*(4), 1480–1485. Netherlands: Elsevier Science. doi:10.1016/j.aap.2008.03.016
- Akhtar, M. J., & Bouwer Utne, I. (2015). Common patterns in aggregated accident analysis charts from human fatigue-related groundings and collisions at sea. *Maritime Policy & Management, 42*(2), 186–206. doi:10.1080/03088839.2014.926032
- Anstey, K. J., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review, 25*(1), 45–65. doi:10.1016/j.cpr.2004.07.008
- Bal, E., & Arslan, O. (2011). Quantified investigation of navigation officers' fatigue related errors on ships. *Constanta Maritime University Annals, 15*(1), 17–24. Constanta Maritime University.
- Bal, E., Arslan, O., & Tavacioglu, L. (2015). Prioritization of the causal factors of fatigue in seafarers and measurement of fatigue with the application of the Lactate Test. *Safety Science, 72*, 46–54. doi:10.1016/j.ssci.2014.08.003
- Banks, S., Landon, L. B., Dorrian, J., Waggoner, L. B., Centofanti, S. A., Roma, P. G., & Van Dongen, H. P. A. (2019). Effects of fatigue on teams and their role in 24/7 operations. *Sleep Medicine Reviews, 48*, 101216. doi:10.1016/j.smrv.2019.101216

- Baranski, J. V., Thompson, M. M., Lichacz, F. M. J., McCann, C., Gil, V., Pastò, L., & Pigeau, R. A. (2007). Effects of sleep loss on team decision making: Motivational loss or motivational gain? *Human Factors*, *49*(4), 646–660. doi:10.1518/001872007X215728
- Baumler, R. (2020). Working time limits at sea, a hundred-year construction. *Marine Policy*, *121*, 104101. doi:10.1016/j.marpol.2020.104101
- Baumler, R., Bhatia, B. S., & Kitada, M. (2020). Ship first: Seafarers' adjustment of records on work and rest hours. *Marine Policy*, 104186. doi:10.1016/j.marpol.2020.104186
- Borbely, A. A. (1982). A Two Process Model of Sleep Regulation. *Human Neurobiology*, *1*, 195–204.
- Bourgeois-Bougrine, S. (2020). The illusion of aircrews' fatigue risk control. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, *4*, 100104. doi:10.1016/j.trip.2020.100104
- Caldwell, J. A., Caldwell, J. L., Thompson, L. A., & Lieberman, H. R. (2019). Fatigue and its management in the workplace. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *96*, 272–289. doi:10.1016/j.neubiorev.2018.10.024
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2017). Normal Human Sleep: An Overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine* (6de dr.). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Chokroverty, S. (2010). Overview of sleep & sleep disorders. *The Indian journal of medical research*, *131*, 126–40. doi:10.1016/S0030-6665(05)70123-7
- Comperatore, C. A., & Krueger, G. P. (1990). Circadian rhythm desynchronization, jet lag, shift lag, and coping strategies. *Occupational Medicine (Philadelphia, Pa.)*, *5*(2), 323–341.
- Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., Robinson, E., Civil, I., Dunn, R., Bailey, J., e.a. (2002). Driver sleepiness and risk of serious injury to car occupants: Population based case

- control study. *BMJ (Clinical research ed.)*, 324(7346), 1125.
doi:10.1136/bmj.324.7346.1125
- Dawson, D., Chapman, J., & Thomas, M. J. W. (2012). Fatigue-proofing: A new approach to reducing fatigue-related risk using the principles of error management. *Sleep Medicine Reviews*, 16(2), 167–175. doi:10.1016/j.smrv.2011.05.004
- Dawson, D., Darwent, D., & Roach, G. D. (2017). How should a bio-mathematical model be used within a fatigue risk management system to determine whether or not a working time arrangement is safe? *Accident Analysis & Prevention*, 9th International Conference on Managing Fatigue in Transportation, Resources and Health, 99, 469–473. doi:10.1016/j.aap.2015.11.032
- Dawson, D., & Reid, K. (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. *Nature*, 388(6639), 235–235. Nature Publishing Group. doi:10.1038/40775
- De Jong, B. A., Dirks, K. T., & Gillespie, N. (2016). Trust and team performance: A meta-analysis of main effects, moderators, and covariates. *Journal of Applied Psychology*, 101(8), 1134–1150. US: American Psychological Association. doi:10.1037/apl0000110
- Döös, M., Backström, T., & Sundström-Frisk, C. (2004). Human actions and errors in risk handling—An empirically grounded discussion of cognitive action-regulation levels. *Safety Science*, 42(3), 185–204. Netherlands: Elsevier Science. doi:10.1016/S0925-7535(03)00026-2
- Elif, B., & Özcan, A. (2011). Quantified Investigation of Navigation Officers' Fatigue Related Errors on Ships. *Analele Universitatii Maritime Constanta*, 12(15), 17–24. Analele Universitatii Maritime Constanta.

- Exarchopoulos, G., Zhang, P., Pryce-Roberts, N., & Zhao, M. (2018). Seafarers' welfare: A critical review of the related legal issues under the Maritime Labour Convention 2006. *Marine Policy, 93*, 62–70. doi:10.1016/j.marpol.2018.04.005
- Faber, N. S., Häusser, J. A., & Kerr, N. L. (2017). Sleep Deprivation Impairs and Caffeine Enhances My Performance, but Not Always Our Performance: How Acting in a Group Can Change the Effects of Impairments and Enhancements. *Personality and Social Psychology Review, 21*(1), 3–28. SAGE Publications Inc. doi:10.1177/1088868315609487
- Folkard, S. (1997). Black times: Temporal determinants of transport safety. *Accident Analysis & Prevention, Fatigue and Transport, 29*(4), 417–430. doi:10.1016/S0001-4575(97)00021-3
- Galieriková, A., Dávid, A., & Sosedová, J. (2020). Fatigue in maritime transport. *Zeszyty Naukowe (Wyzsza Szkola Finansow i Prawa w Bielsku-Bialej), 24*(1), 35–38. Wyzsza Szkola Finansow i Prawa w Bielsku-Bialej. doi:10.5604/01.3001.0014.1349
- Gander, P., Hartley, L., Powell, D., Cabon, P., Hitchcock, E., Mills, A., & Popkin, S. (2011). Fatigue risk management: Organizational factors at the regulatory and industry/company level. *Accident Analysis & Prevention, Advancing Fatigue and Safety Research, 43*(2), 573–590. doi:10.1016/j.aap.2009.11.007
- Griffith, C. D., & Mahadevan, S. (2011). Inclusion of fatigue effects in human reliability analysis. *Reliability Engineering & System Safety, 96*(11), 1437–1447. doi:10.1016/j.ress.2011.06.005
- Hänecke, K., Tiedemann, S., Nachreiner, F., & Grzech-Sukalo, H. (1998). Accident risk as a function of hour at work and time of day as determined from accident data and

- exposure models for the German working population. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 24 Suppl 3, 43–48.
- Helmreich, R., Musson, D., Sexton, J. (2004). Human factors and safety in surgery. In: Nora, P.F., Manuel, B. (Eds.), *Surgical Patient Safety: Essential Information for Surgeons in Today's Environment*. American College of Surgeons, Chicago, IL.
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., Hazen, N., e.a. (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Health*, 1(1), 40–43. doi:10.1016/j.sleh.2014.12.010
- Hobbs, A., & Williamson, A. (2003). Associations between Errors and Contributing Factors in Aircraft Maintenance. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 45(2), 186–201. doi:10.1518/hfes.45.2.186.27244
- Howard, M., Desai, A., Grunstein, R., Hukins, C., Armstrong, J., Joffe, D., Swann, P., e.a. (2004). Sleepiness, Sleep-disordered Breathing, and Accident Risk Factors in Commercial Vehicle Drivers. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 170, 1014–21. doi:10.1164/rccm.200312-1782OC
- Hu, X., & Lodewijks, G. (2020). Detecting fatigue in car drivers and aircraft pilots by using non-invasive measures: The value of differentiation of sleepiness and mental fatigue. *Journal of Safety Research*, 72, 173–187. doi:10.1016/j.jsr.2019.12.015
- Ilgen, D. R., Hollenbeck, J. R., Johnson, M., & Jundt, D. (2005). Teams in organizations: From input-process-output models to IMOI models. *Annual Review of Psychology*, 56, 517–543. doi:10.1146/annurev.psych.56.091103.070250
- International Air Transport Association, International Civil Aviation Organization, & The International Federation of Air Line Pilots' Associations. (2015). *Fatigue*

- Management Guide for Airline Operators. Geraadpleegd van https://www.iata.org/contentassets/39bb2b7d6d5b40c6abf88c11111fcd12/fatigue-management-guide_airline20operators.pdf
- International Labour Organisation. (2006). Maritime Labour Convention, 2006. Geraadpleegd van https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/normativeinstrument/wcms_090250.pdf
- International Maritime Organization. (1993). The International Safety Management (ISM) Code. Geraadpleegd van <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/ISMCode.aspx>
- International Maritime Organization. (2010, 1 juli). International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), 1978. Geraadpleegd van <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/STCW-Convention.aspx>
- International Maritime Organization. (2011, 20 december). Principles of Safe Manning. Geraadpleegd van <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/PrinciplesOnSafeManning.aspx>
- International Maritime Organization. (2019). Guidelines on fatigue. Geraadpleegd van <https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/Fatigue.aspx>
- Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., & Ramsey, D. J. (2006). The Impact of Driver Inattention on Near-Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data. United States. National Highway Traffic Safety Administration. Geraadpleegd van <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/55090>

- Kozlowski, S. W. J., & Ilgen, D. R. (2006). Enhancing the Effectiveness of Work Groups and Teams. *Psychological Science in the Public Interest*, 7(3), 77–124. SAGE Publications Inc. doi:10.1111/j.1529-1006.2006.00030.x
- Lamp, A., Chen, J. M. C., McCullough, D., & Belenky, G. (2019). Equal to or better than: The application of statistical non-inferiority to fatigue risk management. *Accident Analysis & Prevention*, 10th International Conference on Managing Fatigue: Managing Fatigue to Improve Safety, Wellness, and Effectiveness", 126, 184–190. doi:10.1016/j.aap.2018.01.020
- Leung, A. W. S., Chan, C. C. H., Ng, J. J. M., & Wong, P. C. C. (2006). Factors contributing to officers' fatigue in high-speed maritime craft operations. *Applied Ergonomics*, 37(5), 565–576. doi:10.1016/j.apergo.2005.11.003
- Li, F., Chen, C.-H., Xu, G., Khoo, L. P., & Liu, Y. (2019). Proactive mental fatigue detection of traffic control operators using bagged trees and gaze-bin analysis. *Advanced Engineering Informatics*, 42, 100987. doi:10.1016/j.aei.2019.100987
- MacDonald, I., Smith, L., Lowe, S. L., & Folkard, S. (1997). Effects on Accidents of Time into Shift and of Short Breaks between Shifts. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 3(Supplement 2), S40–S45.
- Mathieu, J., Maynard, M. T., Rapp, T., & Gilson, L. (2008). Team Effectiveness 1997-2007: A Review of Recent Advancements and a Glimpse Into the Future. *Journal of Management*, 34(3), 410–476. SAGE Publications Inc. doi:10.1177/0149206308316061
- Paris MoU. (2014, 15 december). Report of the 2014 Concentrated Inspection Campaign (CIC) on STCW Hours of Rest. Geraadpleegd van <https://parismou.org/results-cic-hours-rest-2014>

- Patel, A. K., Reddy, V., & Araujo, J. F. (2021). Physiology, Sleep Stages. *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Geraadpleegd van <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526132/>
- Paukstat, B. (2017). Effects of job demands and social interactions on fatigue in short sea cargo shipping. *Maritime Policy & Management*, 44(5), 623–640. doi:10.1080/03088839.2017.1298868
- Phillips, R. (2000). Sleep, watchkeeping and accidents: A content analysis of incident at sea reports. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Fatigue and Transport (I)*, 3(4), 229–240. doi:10.1016/S1369-8478(01)00007-9
- Phillips, R. O., Kecklund, G., Anund, A., & Sallinen, M. (2017). Fatigue in transport: A review of exposure, risks, checks and controls. *Transport Reviews*, 37(6), 742–766. Routledge. doi:10.1080/01441647.2017.1349844
- Pylkkönen, M., Tolvanen, A., Hublin, C., Kaartinen, J., Karhula, K., Puttonen, S., Sihvola, M., e.a. (2018). Effects of alertness management training on sleepiness among long-haul truck drivers: A randomized controlled trial. *Accident Analysis & Prevention*, 121, 301–313. doi:10.1016/j.aap.2018.05.008
- Roehrs, T., Carskadon, M. A., Dement, W. C., & Roth, T. (2017). Daytime Sleepiness and Alertness. *Principles and Practice of Sleep Medicine* (6de dr.). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Sedighi Maman, Z., Alamdar Yazdi, M. A., Cavuoto, L. A., & Megahed, F. M. (2017). A data-driven approach to modeling physical fatigue in the workplace using wearable sensors. *Applied Ergonomics*, 65, 515–529. doi:10.1016/j.apergo.2017.02.001

- Stutts, J. C., Wilkins, J. W., Scott Osberg, J., & Vaughn, B. V. (2003). Driver risk factors for sleep-related crashes. *Accident; Analysis and Prevention*, 35(3), 321–331. doi:10.1016/s0001-4575(02)00007-6
- Sulgan, M., & Sosedova, J. (2016). Rationalization of Internal Transport Operation in the Intermodal Transport Terminal. *Communications—Scientific letters of the University of Zilina*, 18(2), 5–10.
- Tac, U., Tavacioglu, L., Bolat, P., Kora, O. K., & Bolat, F. (2013). Monitoring Seafarers' Cognitive Performance Under Stressor Factors During a Voyage by Automated Neuropsychological Assessment Metrics. *Analele Universitatii Maritime Constanta*, 14(20), 291–310. *Analele Universitatii Maritime Constanta*.
- Thomas, M. J. W., & Ferguson, S. A. (2010). Prior Sleep, Prior Wake, and Crew Performance During Normal Flight Operations. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 81(7), 665–670. doi:10.3357/ASEM.2711.2010
- Ulinskas, M., Damaševičius, R., Maskeliūnas, R., & Woźniak, M. (2018). Recognition of human daytime fatigue using keystroke data. *Procedia Computer Science*, The 9th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT 2018) / The 8th International Conference on Sustainable Energy Information Technology (SEIT-2018) / Affiliated Workshops, 130, 947–952. doi:10.1016/j.procs.2018.04.094
- van Leeuwen, W. M. A., Pekcan, C., Barnett, M., Williams, M., & Kecklund, G. (2017). Modelling watch keeper sleep and fatigue in the maritime industry. *Sleep Medicine*, 40, e334. doi:10.1016/j.sleep.2017.11.981

- Wadsworth, E. J. K., Simpson, S. A., Moss, S. C., & Smith, A. P. (2003). The Bristol Stress and Health Study: Accidents, minor injuries and cognitive failures at work. *Occupational Medicine*, 53(6), 392–397. doi:10.1093/occmed/kqg088
- Wallace, J. C., & Vodanovich, S. J. (2003). Can Accidents and Industrial Mishaps Be Predicted? Further Investigation into the Relationship Between Cognitive Failure and Reports of Accidents. *Journal of Business and Psychology*, 17(4), 503–514. doi:10.1023/A:1023452218225
- Williamson, A., Lombardi, D. A., Folkard, S., Stutts, J., Courtney, T. K., & Connor, J. L. (2011). The link between fatigue and safety. *Accident Analysis & Prevention, Advancing Fatigue and Safety Research*, 43(2), 498–515. doi:10.1016/j.aap.2009.11.011
- Xhelilaj, E., & Lapa, K. (2010). The Role of Human Fatigue Factor Towards Maritime Casualties. *Analele Universitatii Maritime Constanta*, 11(13), 23–29. Analele Universitatii Maritime Constanta.
- Yan, S., Wei, Y., & Tran, C. C. (2019). Evaluation and prediction mental workload in user interface of maritime operations using eye response. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 71, 117–127. doi:10.1016/j.ergon.2019.03.002
- Zhao, Z., Wadsworth, E., Jepsen, J. R., & van Leeuwen, W. M. A. (2020). Comparison of perceived fatigue levels of seafarers and management approaches in fatigue mitigation: Case studies from two Chinese and two European shipping companies. *Marine Policy*, 116, 103897. doi:10.1016/j.marpol.2020.103897