

# Sjötaktisk sömn

Öka den operativa effekten utan att tillföra resurser



# Abstract

The purpose of this paper is to examine levels of fatigue in a submarine crew using a modified watchkeeping schedule. By conducting a quantitative study, based on a survey carried out on a Swedish submarine crew, this paper uses a theory-consuming method in order to clarify if a modified watchkeeping schedule is able to maintain sufficient levels of readiness.

This paper revolves around the thesis that military decision making is affected negatively with higher levels of fatigue. In order to substantiate this, this paper will examine human hygienic need for sleep and effects of sleep-deprivation and fatigue. As this paper present a cognitive model of the decision making process, examining vulnerabilities in that model presented from the effects of fatigue will be possible.

With that knowledge as a foundation, the results of the survey will be introduced and analyzed and contra-examined to a similar survey, conducted in the Canadian Navy. Finally, this paper come to the conclusion that the modified watch-keeping schedule is able to mitigate effects of fatigue, sustaining safe levels of fatigue and readiness thus ensuring high levels of operational effect can be maintained throughout the mission.

*Keywords:* operational effect, military decision making, fatigue, sleep-deprivation, watchkeeping schedule

*Antal ord:* 10 092

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b> .....	<b>2</b>
1.1. Frågeställning och syfte .....	3
1.1.1. Hypoteser och antaganden .....	5
1.1.2. Avgränsningar och förutsättningar.....	5
1.1.3. Definitioner .....	5
1.2. Tidigare forskning.....	6
<b>2. Metod och material</b> .....	<b>8</b>
2.1. Metod .....	8
2.1.1. Undersökning av en ubåtsbesättnings utmattning.....	9
2.2. Reliabilitet och validitet .....	10
2.3. Material .....	11
<b>3. Teori; sömn, sömnbrist och beslutsfattande</b> .....	<b>12</b>
3.1. Sömn .....	12
3.1.1. Cirkadisk rytm .....	12
3.1.2. Aktivitetsmaxima och sömnreglering.....	13
3.1.3. Återhämtningseffekt .....	13
3.2. Sömnbrist .....	14
3.2.1. Kostnadsberäkning utfall-ansträngning .....	14
3.2.2. Effekt av belöning.....	15
3.2.3. Neurologisk effekt .....	16
3.2.4. Kognitiv kapacitetsbegränsning.....	16
3.2.5. PFC styr moral och konsekvensförståelse .....	16
3.2.6. Störning av cirkadisk rytm.....	17
3.3. Beslutsfattande .....	17
3.3.1. Initiering.....	18
3.3.2. Informationsbearbetning .....	18
3.3.3. Konceptuellt beslut styr processen.....	19
3.3.4. Sårbarheter .....	19
3.3.5. Sammanfattning .....	20
<b>4. Sömnundersökning</b> .....	<b>22</b>
4.1. Basvärden.....	22
4.1.1. Antal timmar sömn .....	22
4.1.2. Sömnkvalité .....	23
4.1.3. Bedömd vakenhet.....	24

<b>5. Analys.....</b>	<b>25</b>
5.1. Sömnundersökningens resultat .....	25
5.1.1. Variation av sömnkvalité.....	25
5.1.2. Skillnader under den korta arbetsvakten.....	25
5.1.3. Initial sömnskuld.....	25
5.1.4. Synkronisering av cirkadisk rytm .....	25
5.1.5. Sammanfattning av basvärden .....	26
5.1.6. Ackumulerad sömnskuld .....	26
5.1.7. Ackumulerad sömnskuld och sömnkvalité .....	28
5.1.8. Ackumulerad sömnskuld och upplevd vakenhet .....	29
5.1.9. Jämförelse med Kanada .....	29
5.1.10. Skillnader mellan vakterna .....	30
5.2. Hypotes 1: Längre sammanhållen vila sällan bättre än kortare vila ofta	30
5.2.1. Undersökningens resultat.....	31
5.3. Hypotes 2: 8-4-4-8 systemet har förutsättningar för att minimera mängden ackumulerad sömnbrist.....	31
5.3.1. Undersökningens resultat.....	33
5.4. Hypotes 3: Sömnbrist och utmattning hos en beslutsfattare påverkar dennes beslutsfattande negativt .....	33
5.4.1. Undersökningens resultat.....	34
<b>6. Slutsatser.....</b>	<b>35</b>
6.1. Vad är medför vaktsystemet? .....	35
6.1.1. Uthållighet / upplevd vakenhet över tid.....	35
6.1.2. Acklimatiseringstid - vad innebär det för verksamheten? .....	35
6.1.3. Vad innebär 8-4-4-8 systemets genererade vakenhetsnivåer över tid avseende beslutsfattande i en taktisk miljö?.....	36
6.2. Rekommendationer .....	36
<b>7. Referenser.....</b>	<b>37</b>
<b>Bilaga 1 - Sömnenkät.....</b>	<b>39</b>
<b>Bilaga 2 - Sammanställning enkätsvar.....</b>	<b>41</b>



# 1. Inledning

Förutsättningarna för mänsklig verksamhet på och under havsytan har alltid, och kommer förmodligen alltid att vara förknippad med flertalet risker. För örlogsfartyg tillkommer dessutom en annan dimension i hotbilden som kan härröras ur den väpnade stridens krav. Ett örlogsfartyg är ett viktigt säkerhetspolitiskt verktyg och är därmed exponerat för andra nationers säkerhetspolitiska strävanden.<sup>1</sup>

Ett fartyg innebär en begränsad yta för människor att nyttja, vilket medför att ett fartygs besättning optimeras, inte bara mot förväntad verksamhet utan även efter tillgängligt utrymme. Detta kan skapa en motsättning mellan mänskliga behov av återhämtning och fartygets behov av att framföras.<sup>2</sup> Med minskad fartygsstorlek följer automatiskt en ökad begränsning avseende möjlig besättningsstorlek. För örlogsfartyg, som inte bara avses framföras på havet för transport av passagerare eller gods föreligger dock andra krav på bemanning av t.ex. sensor- och vapensystem.<sup>3</sup> Här uppstår en tydlig motsättning mellan kravet på tillgänglig och aktiv personal och möjligheterna för besättningen att återhämta och vila.

Örlogsfartyg är en värdefull resurs för en nation, både som instrument för att projicera intention och makt<sup>4</sup> och för att, om behovet skulle uppstå, genomföra väpnad strid.<sup>5</sup> Därför måste höga krav ställas på de individer som åläggs att hantera dessa resurser, inte bara på de rent hantverksmässiga aspekterna av yrket utan även särskilda krav måste ställas på beslutsfattarens förmåga och omdöme att fatta riktiga beslut. Felaktiga beslut eller bristande kompetens kan, när det kommer till örlogsfartyg, resultera i omfattande konsekvenser för såväl människoliv som staters politiska liv.<sup>6</sup>

Många modeller som förklarar en beslutsprocess<sup>7</sup> förutsätter att beslutsfattaren har god möjlighet att förstå situationen, inhämta information och med egen erfarenhet och kompetens som fond fatta snabba men underbyggda beslut. En

---

<sup>1</sup> Speller, Ian, 2014, *Understanding naval warfare*, s. 7-9

<sup>2</sup> Swift, A J, 2000. *Bridge team management*, s. 13-14

<sup>3</sup> Ub R M, 2014, s. 10

<sup>4</sup> Speller, I, 2014, s. 75-82

<sup>5</sup> Angstrom, J & J J Widén, 2015, *Contemporary military theory - the dynamics of war*, s. 145

<sup>6</sup> Ingesson, Tony, 2016, *The politics of combat; The political and Strategic Impact of Tactical-level Subcultures, 1939-1995*, s.283-284

<sup>7</sup> Larsson, Gerry, m.fl., 2006, *Direkt ledarskap*, s. 263; Shortland, Neil D, m.fl., 2019, *Conflict - how soldiers make impossible decisions*, s. 4

påverkande faktor för individens förmåga att kunna inhämta, bearbeta och hantera information och analysera sin situation är individens fysiologiska status - denna påverkas tydligt av graden av utmattning eller brist på sömn.<sup>8</sup> Detta bekräftas av analyser av marina olyckor och haverier, där utmattning och ”human-error” är den tydligt största orsaken till händelseförlopp som leder till olyckor.<sup>9</sup> En händelse som exemplifierar hela detta resonemang är kollisionen mellan USS John S. McCain och ett handelsfartyg utanför Singapores kust. En av de identifierade orsakerna till olyckan var just utmattning.<sup>10</sup> Konsekvenserna av olyckan var både att 10 amerikanska sjömän miste livet, materiella skador för 1,2 miljoner US dollar och omfattande negativa politiska konsekvenser för både den amerikanska flottan och för USA som nation.<sup>11</sup> Problemet med svårigheterna att säkerställa tillräcklig vila för sjömän och befälhavare är väldokumenterat och känt i såväl den civil sjöfarten som den militära.<sup>12</sup> Målet med detta arbete har därför varit att försöka hitta åtgärder som kan vidtas inom en besättning - utan att tillföra ytterligare resurser - för att skapa förutsättningar som minimerar ackumulation av sömnbrist hos enskilda befattningsinnehavare samt beslutsfattare.

## 1.1. Frågeställning och syfte

Undersökningar genomförda i Kanada<sup>13</sup> visade att, för en mindre marin enhet som inte har möjlighet att nyttja 3- eller 4-skiftmetoder<sup>14</sup>, dvs. att låta respektive vaktlag vila och återhämta mer än de är i aktiv tjänst under dygnet, är ett vaktssystem som utformas med 8-4-4-8 rytm det system som bäst motverkar ackumulerad sömnbrist med utmattning som konsekvens. Detta system innebär att vaktlag 1 tjänstgör enligt rytmen 8h vakt - 4h vila - 4h vakt - 8h vila och vaktlag 2 har det motsatta arbetsschemat. Om den längre viloperioden förläggs till den

---

<sup>8</sup> Gunzelmann, Glenn, m.fl., 2019, *Basic and applied science interactions in fatigue understanding and risk mitigation*, s. 180-181

<sup>9</sup> Russ, Andrew, 2018, *The human element - the effects of fatigue on ship safety*, s. 2

<sup>10</sup> NTSB, 2017, s. 35

<sup>11</sup> NTSB, 2017, s. 21

<sup>12</sup> Strauch, Barry, 2015, *Investigating fatigue in marine accident investigations*, s. 3121-3122 och Russ, Andrew, 2018. *The human element - the effects of fatigue on ship safety*. s. 2-3

<sup>13</sup> Paul, Michel A, m.fl., 2008, *An assessment of the CF submarine watch schedule variants for impact on modeled crew performance*. Toronto: Defense R&D Canada samt Paul, Michel A, m.fl., 2010, *Alternate Submarine Watch Systems: Recommendation for a new CF submarine watch schedule*. Toronto: Defense R&D Canada

<sup>14</sup> 2-skiftmetoder innebär att besättningen delas i 2 lika delar som turas om att arbeta och vila. När den ena halvan arbetar, vilar den andra och vice versa. Detta innebär att dygnets 24h delas mellan de två skiften, innebärande att viloperioden aldrig kan bli längre än arbetsperioden sett över hela dygnet. 3- och 4-skiftmetoder innebär att besättningen delas i 3 eller 4 delar enligt ovan metod vilket resulterar i att viloperioden kan tillåtas bli längre än arbetsperioden sett till hela dygnet.



mörkare delen av dygnet är kroppen naturligt mer förberedd att tillgodogöra sig sömnen och genom att basera arbetscykeln på ett 24h-perspektiv rubbas kroppens naturliga dygnsrytm minimalt.<sup>15</sup>

Syftet med detta arbete är att undersöka om en anpassad dygnsrytm för en svensk ubåtsbesättning kan medge att vakenhetsnivåer kan bibehållas över vad som klassificeras som ”riskzon” för kognitiv vakenhet<sup>16</sup> under dygnets alla timmar och över längre tid än enstaka dygn i enlighet med resultaten av den kanadensiska undersökningen.

Frågeställningen för detta arbete är därför följande:

*Är vaktsystemet 8-4-4-8 operativt relevant på svensk ubåt?*

Att undersöka detta är relevant ur perspektivet att marin verksamhet i allmänhet och ubåtsverksamhet i synnerhet är i hög grad utsatt för tydliga säkerhetsrisker och haverier till följd av felaktiga beslut som kan ha stora konsekvenser.<sup>17</sup> En faktor som tydligt kan öka risken för haveri är brist på sömn, eller rubbad dygnsrytm.<sup>18</sup> Om ovanstående effekter kan iakttas utifrån empiriska undersökningar av nyttjande av 8-4-4-8 systemet kan slutsatser kring vaktsystemets operativa relevans dras. Här ska dock förtydligas att arbetet inte avser undersöka hur 8-4-4-8 systemet står sig i en jämförelse mot andra vaktsystem resulterande i slutsatser om det är bättre eller sämre än andra vaktsystem. Arbetet vill istället undersöka om 8-4-4-8 systemet är operativt relevant och därmed ett användbart verktyg för t.ex. en fartygschef när verksamhet planeras och genomförs till sjöss.

Efter resonemanget kring huruvida vidmakthållen vakenhet kan uppnås, bör detta arbete kunna resonera kring vaktsystemets påverkan på besättningens uthållighet och därmed dess förutsättningar att fatta taktiska beslut.<sup>19</sup> Med bakgrund i de operativa förutsättningarna för det svenska ubåtsvapnet - relativt få enheter och ett relativt stort operationsområde<sup>20</sup> - samt de strategisk-politiska konsekvenser enskild beslutsfattare ombord ett örlogsfartyg kan orsaka<sup>21</sup> är det intressant att undersöka om den operativa effekten kan stödjas av förbättrad återhämtning, utan att externa resurser tillförs.

---

<sup>15</sup> Massar, Stijn A A, m.fl, 2019, *Sleep deprivation, effort allocation and performance*, s. 2-4

<sup>16</sup> Heikkilä, Mikko, 2016, *Designing the optimum watch keeping schedule for a passenger vessel bridge team*, s. 9-10

<sup>17</sup> Ub R M, 2014, s. 8

<sup>18</sup> Strauch, B, 2015, s. 3117-3119

<sup>19</sup> H Mål Förb, 2011, s. 22-23

<sup>20</sup> Skoog Haslum, Ewa, 2020, ”Hon leder Marinen”. *Försvarets Forum*.

<sup>21</sup> Ingesson, T, 2016. s. 12, 15, 22-24

### 1.1.1. Hypoteser och antaganden

Arbetet utgår till del från förförståelse baserat på erfarenheter från verksamhet ombord ubåt samt från den kunskap kring beslutsfattande, ledarskap och sömnens inverkan på grupprocesser och produktionseffektivitet som författaren tagit med sig in i arbetet. Detta ger att arbetet har utgått från tre hypoteser, för det första *att längre sammanhållen vila vid fåtalet tillfällen ger bättre återhämtning än flertalet korta viloperioder* samt för det andra *att 8-4-4-8 systemet har förutsättningar att minimera ackumulerad sömnbrist*. Dessa två hypoteser fungerar som premisser för den övergripande hypotesen *att sömnbrist och utmattning hos en beslutsfattare påverkar dennes beslutsfattande negativt*.

### 1.1.2. Avgränsningar och förutsättningar

För att kunna besvara frågeställningen inom ramen för detta arbete har följande avgränsningar gjorts:

- Sömnbristens påverkan på den mänskliga kognitiva förmågan avgränsas till att centreras kring beslutsfattande och reaktionstid. Aspekter såsom humörpåverkan, påverkan på korttidsminne och även andra aspekter som förvisso kan äga relevans mot frågeställningen, har av utrymmesskäl utelämnats och har därför inte hanteras.
- Avseende beslutsmodeller har arbetet valt att fokusera helt på den modell som benämns *Recognition Primed Decision Making - RPD*. Detta för att denna modell beskriver ett normalt kognitivt flöde och följer inte ett i förväg definierat flöde som syftar till att styra det mentala arbetet inför beslut så att helhetsuppfattning kan säkerställas. Sådana modeller avser ofta inte interna kognitiva processer utan beskriver snarare handläggningsarbetet inom ett arbetslag.

En förutsättning för genomförandet av en sömnundersökning i en ubåtsbesättning är att ubåten i sig erbjuder möjligheter till en kontrollerad miljö avseende dygnsrytm och ljusnivå. Normalt anpassas ljusnivån ombord till att följa naturlig ljusnivå utanför ubåten, med undantag för akterskeppet som ständigt är fullt upplyst - i denna avdelning av ubåten tjänstgör normal endast ett fåtal ur besättningen. Detta innebär att sömnstudiens resultat bör vara relevant även för enheter som exponeras för naturlig solljusnivå.

### 1.1.3. Definitioner

I syfte att underlätta för läsaren och för att skapa ett homogent resonemang definieras följande begrepp enligt detta stycke:

- En företeelse anses i detta arbete som *operativt relevant* om det påverkar någon faktor positivt som i sin tur ligger till grund för utvecklingen av

operativ effekt, t.ex något som möjliggör ökad uthållighet eller som skapar gynnsammare förutsättningar för taktiska/operativa beslut.

- Utmattning definieras som resultatet av sömnbrist. En individ som drabbas av utmattning uppvisa tydliga och fortvariga symptom på sömnbrist, symptom som inte längre medvetet kan kontrolleras av den drabbade. Vad sömnbrist är och hur symptom på detta yttrar sig klargörs senare i detta arbete.

## 1.2. Tidigare forskning

Sambandet mellan marina olyckor och utmattning är ett relativt väl utforskat område.<sup>22</sup> Såväl forskning kring sömn och sömnbrist kopplat till beslutsfattande och mänsklig kognitiv förmåga<sup>23</sup> som forskning särskilt inriktat på mänskligt arbete inom den marina arenan har under de senaste decennierna alltmer fokuserat på en bredare förståelse av även de s.k. ”human-factors”<sup>24</sup> som påverkar olycksfrekvens och mänskligt beteende. Däremot har analyser och slutsatser i endast få fall tillåtits fortsätta förbi hygienfaktorer och hantera vad konstaterade effekter på människan innebär när de ska omsättas i t.ex. en beslutsprocess. Vidare är lejonparten av tillgänglig forskning inriktad mot en civil verksamhet - vars villkor dikteras av andra faktorer än rent militär sjöfart.<sup>25</sup> Även om många problemområden är likartade, är möjligheterna att hantera dem olika. Vidare kan konsekvenserna av ett militärt haveri ha andra aspekter än ekonomiska eller rent miljö- eller säkerhetsmässiga. Under senare delen av -00-talet genomfördes medicinska undersökningar på en kanadensisk ubåtsbesättning.<sup>26</sup> Syftet var att, med rådande personella och materiella förutsättningar, utforma ett sjövaktsystem<sup>27</sup> som skulle kunna minimera förekomsten av ackumulerad sömnbrist. Undersökningarna och resultaten omfattade dock inte hur ett sådant resultat skulle påverka de taktiska och operativa förutsättningarna för ubåten.

Även i Norden har intresset för marin verksamhet och utmattning varit stort och arbeten för att minimera sömnbrist har utförts, särskilt avseende civil sjöfart<sup>28</sup> men i viss mån även för militär dito<sup>29</sup>.

Förutsättningarna mellan det kanadensiska ubåtsvapnet och det svenska är likartade, fartygsenheterna är av likvärdig storlek och besättningarna likaså, därför

---

<sup>22</sup> Strauch, B, 2015, s. 3118-3120

<sup>23</sup> Massar, A, 2019, s. 2-4

<sup>24</sup> Russ, A, 2018, s. 4

<sup>25</sup> Angstrom, J & J J Widén, 2015, s. 127-128

<sup>26</sup> Paul, M, 2008 och Paul, M, 2010.

<sup>27</sup> Sjövaktsystem är det sätt en fartygsbesättning organiseras i två eller flera skift

<sup>28</sup> Heikkilä, M, 2016, s. 16-19

<sup>29</sup> Gillberg, Mats, 2007, *Rekommendationer kring vaktsystem ombord på Marinens fartyg*

kan det anses föreligga förutsättningar för att motsvarande resultat som framkom i de kanadensiska undersökningarna bör kunna replikeras i en svensk ubåtsmiljö. Om samvariation mellan de båda undersökningarna föreligger kan trovärdigheten i de generella slutsatser som arbetet kan dra från analysen förbättras, dessutom kan enkätens operationalisering av variablerna anses äga god validitet.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> Esaiasson, Peter, m.fl., 2017, *Metodpraktikan - Konsten att studera samhälle, individ och marknad*, s. 63

## 2. Metod och material

### 2.1. Metod

Utifrån frågeställningarna har detta arbete genomfört en undersökning av hur en svensk ubåtsbesättning påverkades av ett specifikt sjövaktssystem avseende vakenhet och utmattning. Resultatet av denna undersökning ställdes därefter mot teorier kring sömn och beslutsfattande för att förklara hur ett sjövaktssystem kan påverka besättningens grad av vakenhet och därmed huruvida sjövaktssystemet kan påverka besättningens förutsättningar för att fatta taktiskt riktiga beslut uthålligt under hela sjöexpeditionen och därigenom bli operativt relevant. Arbetets ansats var även att de slutsatser som arbetet drog bör kunna appliceras på såväl andra svenska ubåtar som andra fartygsenheter inom den svenska flottan som tillämpar 2-vaktsystem.

Detta gjorde att arbetet var en teorikonsumerande, förklarande<sup>31</sup> fallstudie<sup>32</sup> baserad på en kvantitativ innehållsanalys<sup>33</sup> utifrån en enkätundersökning. Denna metod valdes eftersom centralt i arbetet var en undersökning av en ubåtsbesättnings upplevda vakenhet i en kontrollerad dygnsrytm. Undersökningen utfördes på en och samma besättning och omfattade samtliga sjöexpeditioner besättningen genomförde under ett helt kalenderår vilket ökade datamängden samtidigt som möjligheter för *inomfallsanalys*<sup>34</sup> uppstod. Eftersom syftet med undersökningen och arbetet endast var att undersöka vad 8-4-4-8 systemet har för effekter och inneboende möjligheter och inte var en jämförelse mot andra vaktsystem så fokuserades undersökningens deltagare och undersökningens genomförande mot det och ingen kontrollgrupp nyttjades heller.

Detta innebar vidare att arbetet var förklarande då syftet var att undersöka hur sjövaktssystemet påverkar ubåtsbesättningens möjligheter att minimera utmattning. Med det som utgångspunkt kunde sedan kausala mekanismer utvecklas för att resonera kring utmattning, beslutsfattande och därigenom operativ relevans.

Eftersom syftet inte var att endast mäta ubåtsbesättningens grad av utmattning kontrollerades undersökningens resultat och korrelation mot rådande teorier avseende sömn och beslutsfattande för att undersöka om vaktsystemet är operativt relevant.

---

<sup>31</sup> Esaiasson, P, 2017, s. 37, 89

<sup>32</sup> Ibid, s. 109-110

<sup>33</sup> Ibid, s. 198-201

<sup>34</sup> Ibid, s. 108

Resultatet av de kanadensiska försöken nyttjades för att söka efter samvariation med den svenska undersökningen. I de fall samvariation kunde påvisas bör detta arbetes slutsatser äga mer generellt applicerbar relevans. Ansatsen här var att samvariation och likheter mellan den kanadensiska och den svenska undersökningen ansågs öka det statistiska underlaget och om dessutom teoriunderlaget kopplat till teorier om sömn och beslutsfattande stödde resultaten kan arbetets slutsatser anses äga viss generell relevans för andra sjöoperativa enheter som tillämpar ett 2-vaktsystem.

### 2.1.1. Undersökning av en ubåtsbesättnings utmattning

Ansatsen för att undersöka hur utmattning förekom och kunde motverkas genomfördes genom att begreppet *utmattning* operationaliseras<sup>35</sup> med indikatorerna: *upplevd vakenhet*, som angavs på en skala mellan 1-10 där 10 var mycket hög, *antal timmar vaken innan viloperiod* som angavs i faktiska timmar, *antal timmars sömn under viloperioden* som angavs i faktiska timmar, *upplevd kvalitet på vilan* som angavs på en skala mellan 1-10 där 10 var mycket hög, samt eventuella kommentarer från enskild. Undersökningen nyttjade *upplevd vakenhet* som beroende variabel som påverkades av de oberoende variablerna: *antal timmar vaken innan viloperiod*, *antal timmars sömn under viloperioden*, *upplevd kvalitet på vilan*.<sup>36</sup> Det fanns ytterligare en variabel som nyttjades i undersökningen nämligen vaktlagstillhörighet, detta var en *kontextvariabel*<sup>37</sup>, till skillnad från övriga *absoluta variabler*<sup>38</sup>, som medgav att resultatet kunde analyseras enskilt för respektive vaktlag.

Eftersom undersökningen genomfördes repetitivt med samma besättning under ett år skapades förutsättningar för variation avseende förklaringsfaktorn och homogenitet avseende analysenheterna.<sup>39</sup> Vaktlagen var varandras spegelbilder avseende bemanning, kompetens och verksamhet, men mellan respektive undersökning tilläts förändringar i utformningen av respektive vaktlag innebärande att enskild individ deltog i undersökningen i båda vaktlagen och i olika konstellationer. Detta medgav inomfallsanalys och kunde anses stärka validiteten i det empiriska materialet.

Svarsfrekvensen var något lägre än förväntat med en svarsfrekvens om 35%. Detta sänker naturligtvis robustheten i undersökningens resultat, men arbetet anser att svarsfrekvensen medger ett tillräckligt underlag för att relevanta och användbara slutsatser kan dras. De svar som inkommit under undersökningen har kunnat sammanställas åtskilt för respektive vaktlag, vilket säkerställer att skillnader mellan dessa kan undersökas.

---

<sup>35</sup> Esaiasson, P, 2017, s. 56.

<sup>36</sup> Ibid, s. 51-52

<sup>37</sup> Ibid, s. 53

<sup>38</sup> Ibid, s. 53

<sup>39</sup> Ibid, s. 92

Undersökningen har omfattat flertalet sjöexpeditioner. Undersökningen genomfördes under sjöexpeditionernas inledande 10 dygn, detta i syfte att följa gällande sekretessregler för ubåtsverksamhet.

## 2.2. Reliabilitet och validitet

För att säkerställa god validitet<sup>40</sup> i undersökningen eftersträvades ett stort antal mätpunkter.<sup>41</sup> Genom att repetera undersökningen med samma grupp individer under liknande förutsättningar under ett års normal ubåtsverksamhet ansågs validiteten kunna styrkas ytterligare om samvariation mellan indikatorerna skulle komma att uppstå<sup>42</sup>. Eftersom besättningens interna organisation till del förändrades - enskilda individer roterades mellan de två vaktlagen - men vaktlagen alltid var varandras spegelbilder skapades ytterligare förutsättningar för robust validitet då urvalet kan anses vara stratifierat och slumpmässigt.<sup>43</sup> Med slumpmässigt menas i detta avseende att statistiska avvikelser i form av divergerande tolkningar av mätskala och individuell upplevelse fördelades slumpmässigt mellan respektive vaktlag och fördelningen till respektive vaktlag förändrades över tiden vilket medförde att enskilda avvikelser bör fördelats mellan vaktlagen och över tiden.

Avseende undersökningens reliabilitet<sup>44</sup> har hänsyn tagits till den subjektiva dimensionen i indikatorernas utformning. Generellt dras undersökningen med problemet att många av parametrarna som mättes, mättes subjektivt och bedömdes av enskilda individer. Detta berodde på att undersökningen inte hade möjligheter till att genomföra en mer objektiv studie med medicinsk utrustning för att mäta fysiologiska faktorer. Valet att operationalisera<sup>45</sup> fysiologisk vakenhet genom en individuell subjektiv bedömning av *upplevd vakenhet* medförde av naturen en osäkerhetsmarginal- både utifrån att undersökningsdeltagaren individuellt var fri att tolka begreppet *upplevd vakenhet* och dessutom skulle ansätta ett numeriskt värde på en subjektivt upplevd *känsla*. Arbetet är medveten om att detta påverkade resultatens och slutsatsernas möjligheter till generell tillämpning - icke förty bedömde arbetet att en subjektivt upplevd känsla kunde vara en relevant indikator - som dessutom kunde korreleras mot angivet antal sömntimmar, antal vakna timmar inför respektive viloperiod samt vilket vaktlag (dvs. vilken dygnsrytm) individen följde. Statistisk samvariation, med detta avses, att likartade trender - oavsett enskilda variabelvärden - mellan de svenska och de

---

<sup>40</sup> Thurén, Thorsten, 2019, *Vetenskapsteori för nybörjare*, s. 49-50

<sup>41</sup> Esaiasson, P, 2017, s. 199-204

<sup>42</sup> Esaiasson, P, 2017, s. 65-66

<sup>43</sup> Esaiasson, P, 2017, s. 177

<sup>44</sup> Thurén, T, 2019, s. 48-49 samt Esaiasson, P, 2017, s. 56-57, 64-65

<sup>45</sup> Esaiasson, P, 2017, s. 56-57

kanadensiska undersökningarna ansågs påverka den svenska undersökningens reliabilitet. Osäkerheten avseende subjektiviteten i begreppet *upplevd vakenhet* ansågs därmed till del hanterad. Vidare var det av mindre intresse att analysera enskilda mätpunkter hos enskilda analysenheter. Undersökningen var mer intresserad av trendutvecklingen hos dessa variabler, innebärande att det var av underordnat intresse hur en individ upplevde enskilt mättillfälle till förmån hur samma individ upplevde variabeln över tid. Oavsett om variabeln utvecklade sig från 1 till 2 eller från 9 till 10 så indikerades en positiv trend, likaså för det omvända förhållandet.

## 2.3. Material

Materialiet som detta arbete har grundat sig på kategoriseras i följande delar:

1. Sömnundersökningar - primärt har den svenska undersökningen från 2019 använts som arbetets centralpunkt. De kanadensiska undersökningarna har främst nyttjats för att påvisa samvariation med den svenska dito och därigenom öka det statistiska underlaget.
2. Sömnbrist och konsekvenser av sömnbrist - inom denna kategori återfinns såväl medicinska arbeten som källor med tydligt maritim koppling. Dessa källor har valts för att både skapa en relevant bas gällande hur människan påverkas av brist på sömn, men också för att förtydliga kopplingen mot problemsituationen inom den marina arenan.
3. Beslutsfattande och beslutsprocesser - denna kategori av källor har nyttjats för att arbetet skulle ha möjligheter att bygga en relevant idébild kring hur mänskligt beslutsfattande går till och hur beslutsprocessen kan påverkas i ena eller andra riktningen. Källor med tydlig koppling till militärt beslutsfattande har valts med omsorg för att i arbetet skapa en kontext där det militära beslutsfattandet kan analyseras, inte bara utifrån rent medicinska faktorer såsom sömnbrist, utan även för att läsaren skall ges en förståelse för vissa specifika faktorer som särskilt påverkar den militära beslutsprocessen.
4. Metodologisk litteratur, denna har nyttjats för att stödja arbetets process och för att säkerställa att en relevant och korrekt metod har nyttjats genom arbetets hela genomförande.

Generellt har primärkällor nyttjats - i många fall utgörs primärkällorna av vetenskapliga studier, vilka i sig nyttjar egna primärkällor. Detta arbete bedömer trots detta sådana källor vara primärkällor då det är slutsatser och analyser i sådana källor som varit av intresse.



## 3. Teori; sömn, sömnbrist och beslutsfattande

### 3.1. Sömn

Insikt i att människan har behov av perioder av högre och lägre aktivitetsnivå har varit känt sedan tidens gryning. Kännedom om att ämnesomsättning och neurologisk aktivitet förändras under sömnen från vaket tillstånd och att sömnkvaliteten är dynamisk var känt redan i början av 1900-talet<sup>46</sup>. Dessutom hade vetenskapen redan då kunnat påvisa samband mellan sömnbrist och psykologiska och fysiologiska konsekvenser.<sup>47</sup>

#### 3.1.1. Cirkadisk rytm

Människan har en s.k. cirkadisk rytm som är baserad på dygnets 24 timmar och som till stor del drivs av tillgången till solljus.<sup>48</sup> Denna rytm påverkar bl.a. ämnesomsättning, hormonproduktion och aktivitetsnivå vilket innebär att kroppen cykliskt genomgår faser med högre och med lägre aktivitet.<sup>49</sup> För att kunna upprätthålla normal kognitiv funktion behöver människan normalt en ostörd viloperiod<sup>50</sup> om 8h varje dygn. Symptom på sömnbrist uppkommer inom pågående cykel även om viss sömn kan åstadkommas över en 24h-period.<sup>51</sup> När normal dygnsrytm störs, t.ex. vid skiftarbete, strävar kroppen att anpassa den interna cirkadiska rytmen efter de nya sömnperioderna. Under anpassningsfasen försämras både nivån av vakenhet och effekten av den sömn som kan åstadkommas. Anpassningsfasen löper från det att rubbningen uppstår fram till

---

<sup>46</sup> Westrin, T H (red.), 1919, *Nordisk familjebok; Konversationslexikon och realencyklopedi, tjugoåttonde bandet*, s. 218-219

<sup>47</sup> Westrin, T, 1919, s. 218-219

<sup>48</sup> Massar, A, 2019, s. 2-3

<sup>49</sup> Hursh, Steven R, m.fl., 2004, *Fatigue models for Applied Research in Warfighting*, s.49

<sup>50</sup> Med viloperiod avses sömn och vidare i arbetet nyttjas benämningen *sömn* för vila, återhämtning och andra sätt människan har att sänka aktivitetsnivån.

<sup>51</sup> Gunzelmann, G, 2019, s. 178-179

dess att individens cirkadiska rytm är synkroniserad med rådande sömnmönster och anpassningshastigheten sker med ungefär 1h per 1-1,5 dygn.<sup>52</sup>

### 3.1.2. Aktivitetsmaxima och sömnreglering

Kroppen styrs av (minst) två cirkadiska processer. Den ena genererar två prestationstoppar, en starkare före det att solen står som högst på himlen samt en svagare under timmarna före solens nedgång. Den andra processen genererar två vilostadium, den dominerande har sitt maxima runt tidpunkten för nadir<sup>53</sup> samt ytterligare en svagare viloperiod som påbörjas strax efter tidpunkten för zenit.<sup>54</sup> Utöver dessa två cirkadiska processer pågår ständigt en regleringsprocess som styr sömnbehovet. Denna återställs vid tillräcklig vila och aktiveras under vaket stadium. Allteftersom individen håller sig vaken, stärks denna regulator, innebärande att individen upplever känslor av trötthet och behov av att sova. Regulatorm påverkar även effekten av utförd vila med proportionalitet mot behovet av vila, vilket betyder att en individ med stort sömnbehov har större effekt av utförd sömn medan en individ med litet sömnbehov har liten effekt av genomförd vila - om vila ens kan genomföras.<sup>55</sup>

### 3.1.3. Återhämtningseffekt

En individ som under längre tid än ett dygn tillgodogör sig mindre än behövd sömn ackumulerar en "sömnskuld".<sup>56</sup> Samtidigt upplever individen en ökad återhämtningseffekt av genomförd vila under förutsättning att sömnperioden inte understiger en kritisk nivå om mindre än 4h.<sup>57</sup> Detta resulterar i att individen slutligen hamnar i ett tillstånd där graden av ackumulerad sömnskuld konvergerar med återhämtningseffekten av genomförd sömn innebärande att utmattningsnivån planar ut till ett fortvarigt tillstånd där mängden ackumulerad sömnskuld är oförändrad. Så länge sömnunderskottet fortgår kvarstår den ackumulerade sömnskulden och individen uppvisar symptom på sömnbrist, men tillståndet stabiliseras.<sup>58</sup>

---

<sup>52</sup> Hursh, S, 2004, s. 48

<sup>53</sup> Nadir är motsatsen till zenit, alltså när solen står som allra lägst under natten.

<sup>54</sup> Hursh, S, 2004, s. 49

<sup>55</sup> Hursh, S, 2004, s. 49 samt Strauch, B, 2015, s. 3116-3117

<sup>56</sup> Hursh, S, 2004, s. 49-51

<sup>57</sup> Ibid, s. 50

<sup>58</sup> Hursh, S, 2004, s. 50-51 samt Strauch, B, 2015, s. 3116-3117

## 3.2. Sömnbrist

Sömnbrist påverkar både individens prestation och drivkraft att vilja prestera. Nuvarande forskningsrön indikerar att det är endast delvis under medveten kontroll som individen aktivt kan påverka detta. Därför har motivationsfaktorer såsom belöning eller utebliven bestraffning endast begränsad effekt på en sömnberövad individ.<sup>59</sup> Aktivt styrda mentala processer och uppgifter som kräver kontinuerlig uppmärksamhet och beredskap påverkas tydligt av sömnbrist, medan automatiserade uppgifter och lågintensiva repetitiva aktiviteter påverkas mindre.<sup>60</sup> Såväl mätning av fysisk aktivitet som mätningar av hjärnfunktionen påvisar ett sådant förhållande.<sup>61</sup>

Prestationsnedgången som uppstår till följd av brist på sömn är inte linjär utan påverkas av flertalet faktorer som t.ex. sömnens längd innan vaken period, ackumulerad sömnskuld, typ av aktivitet, personliga förutsättningar, position i den cirkadiska rytmen samt omfattning på rubbning av naturlig cirkadisk rytm.<sup>62</sup>

### 3.2.1. Kostnadsberäkning utfall-ansträngning

När individen ska utföra en aktivitet, genomförs en kostnadsberäkning, där aktivitetens ”belöning” vägs mot kostnaden för ansträngningen. Om utfallet inte motsvarar kostnaden avstår individen från aktivitet. Individen kan även välja en alternativ aktivitet mot ett alternativt mål eller att utföra aktiviteten på ett modifierat sätt som minskar kostnaden.<sup>63</sup> Denna process syftar till att skapa en positiv balans mellan bedömt utfall och bedömd ansträngning.<sup>64</sup> Med tillräckligt hög belöning eller vid tillräckligt god kondition accepterar individen en högre grad av ansträngning för en aktivitet.<sup>65</sup> Vid ökad grad av sömnbrist höjer individen tröskeln för vad som upplevs som en acceptabel ansträngning.<sup>66</sup> Individen upplever både att ansträngningen för bibehållen prestation ökar och bibehållen ansträngning upplevs som mer omfattande - här uppstår alltså en

---

<sup>59</sup> Massar, A, 2019, s. 2-3

<sup>60</sup> Whitney, Paul, m.fl. 2019. *A dynamic attentional control framework for understanding sleep deprivation effects on cognition*, s. 113-114 samt Massar, A, 2019, s. 17-19

<sup>61</sup> Kuzstör, Anikó, m.fl., 2019, *Sleep deprivation differentially affects subcomponents of cognitive control*, s. 7-8

<sup>62</sup> Hursh, S, 2004, s. 46

<sup>63</sup> Gunzelmann, G, 2019, s. 181 samt Massar, A, 2019, s. 4-6

<sup>64</sup> Massar, A, 2019, s. 5-6

<sup>65</sup> Kuzstör, A, 2019, s. 9-11

<sup>66</sup> Massar, A, 2019, s. 5

dubbelverkande effekt som skapar obalans i kostnadsanalysen mellan belöning och ansträngning.<sup>67</sup>

Kostnadsberäkningen påverkas även av att individens möjligheter att kunna genomföra en korrekt kostnads/belöningskalkyl försämras.<sup>68</sup> Skalan som bedömningen baseras på är även den relativ och utgår från upplevda situationsfaktorer - såväl interna som externa. Värdet av utfallet nedvärderas med ökande grad av sömnbrist samtidigt som bedömningen av behövd ansträngning uppvärderas. Det medför att med ökad grad av sömnbrist förskjuts brytpunkten för acceptabla transaktioner så att sannolikheten ökar för att individen ska revidera målbilden<sup>69</sup> - sänka prestationsnivån, eller revidera aktiviteten - försöka mindre ansträngande strategier för aktiviteten<sup>70</sup> samt att benägenheten att ens påbörja aktiviteten minskar.<sup>71</sup> I takt med att individen söker efter allt mer kostnadseffektiva metoder att utföra aktiviteten ökar risktagningen<sup>72</sup> - inte därför att den sömnberövade blir mer riskbenägen, utan för att handlingsmönstret blir mer fokuserat kring kostnadseffektivitet snarare än resultatgaranti.<sup>73</sup>

### 3.2.2. Effekt av belöning

Om uppgiften är tillräckligt stimulerande eller utmanande kan individer använda kompensatoriska strategier för att mobilisera kraft i syfte att bibehålla prestation.<sup>74</sup> Prestationsbaserad belöning kan ha positiv påverkan på individens motivkraft att bibehålla prestationsnivåerna. Individen kan således acceptera en viss stegrande kostnad för bibehållen prestation när uppgiften anses viktig eller stimulerande, eller när yttre belöning för prestation höjer värdet i utfallet.<sup>75</sup> Detta förhållande är dessvärre även det dynamiskt utifrån individens subjektiva upplevelse av situationen. Med ökande grad av sömnbrist, särskilt vid utdragen brist på sömn - överstigande 1-2 dygn - minskar de stimulerande effekterna av belöning eller hot om repressalier.<sup>76</sup>

---

<sup>67</sup> Massar, A, 2019, s. 3-4

<sup>68</sup> Kusztor, A, 2019, s. 10

<sup>69</sup> Massar, A, 2019, s. 6

<sup>70</sup> Whitney, P, 2019, s. 119-120

<sup>71</sup> Massar, A, 2019, s. 11-12

<sup>72</sup> Massar, A, 2019, s. 18 samt Whitney, P, 2019, s. 119-121 samt Gunzelmann, G, 2019, s. 183-184

<sup>73</sup> Massar, A, 2019, s. 19-20

<sup>74</sup> Whitney, A, 2019, s. 112

<sup>75</sup> Kusztor, A, 2019, s. 8

<sup>76</sup> Massar, A, 2019, s. 8-9

### 3.2.3. Neurologisk effekt

Rent neurologiskt består den ökade ansträngningen av att fler neurala kluster behöver aktiveras under det kognitiva arbetet - det ökar den metaboliska ”kostnaden” för insatsen.<sup>77</sup> Det förändrade neurala mönstret beror på att hjärnan hos en sömnberövad individ försätter delar av flera neurala nät i ett vilolikhande stadium även om individen är medvetet vaken.<sup>78</sup> Denna mekanism medför att hela neurala kluster kan skäras av från det kognitiva arbetet om de neurala noder som förbinder det aktuella klustret med övriga delar som normalt hanterar den aktuella kognitiva processen drabbas. Effekten blir att individens mentala resurser begränsas och för att bibehålla ”normal” kognitiv kapacitet, måste andra delar av hjärnan mobiliseras - resulterande i en ökad metabolisk kostnad och att andra kognitiva processer nedprioriteras.<sup>79</sup> Med ökande symptom på utmattning, ökar såväl frekvens som omfattning på hjärnans ”nedsläckning” av neurala kluster vilket till slut leder till att individen inte längre kan kontrollera sin vakenhet utan faller ofrivilligt i kortvarig sömn. Denna effekt visar sig tydligast i PFC<sup>80, 81</sup>

### 3.2.4. Kognitiv kapacitetsbegränsning

Med ökad grad av sömnbrist minskar de kognitiva resurserna, vilket leder till att individen måste fokusera kvarvarande resurser på den/de uppgifter som prioriterats. Antingen nedgår prestationen generellt, eller så vidmakthålls normal prestation för primära uppgifter och sekundära uppgifter prioriteras ned eller negligeras helt.<sup>82</sup> Detta innebär att individen riskerar att öka sin felfrekvens beroende på att den mentala kapaciteten inte längre räcker till att hantera all information som behöver analyseras och bedömas. Samtidigt som risken föreligger att ofrivillig ”micro-sömn” inträffar när uppgiftsrelevant information uppkommer.<sup>83</sup>

### 3.2.5. PFC styr moral och konsekvensförståelse

Påverkan på PFC innebär att en beslutsfattare - särskilt en som ställs inför moraliska beslut - riskerar att inte kunna hantera all relevant information och har

---

<sup>77</sup> Massar, A, 2019, s. 4-6

<sup>78</sup> Ibid, s. 16-18

<sup>79</sup> Massar, A, 2019, s. 17-18 samt Kusztor, A, 2019, s. 9

<sup>80</sup> Prefrontal cortex - PFC - den del av hjärnan som reglerar moral, riskhantering och konsekvensanalys

<sup>81</sup> Whitney, P, 2019, s. 19

<sup>82</sup> Massar, A, 2019, s. 6-8

<sup>83</sup> Kusztor, A, 2019. s. 9

inte tillgång till sina normala neurala kluster som reglerar risk och konsekvensanalys och moraliska ställningstaganden.<sup>84</sup> Aktiviteter som kräver hög insats av moraliskt övervägande, snabb riskanalys, konsekvensanalys och beslut styrs i hög grad av PFC. Dessutom accentueras påverkan när individen utsätts för ökande tidspress eller hotande förhållanden.<sup>85</sup> Produkten av det kan innebära att en militär beslutsfattare, kan fungera rent motoriskt, men kommer att begränsas i sitt beslutsfattande.<sup>86</sup>

### 3.2.6. Störning av cirkadisk rytm

Individens motivationskraft för att upprätthålla prestationsnivåerna sjunker kontinuerligt med tiden som spenderas på prestationen.<sup>87</sup> Vid nattarbete förtydligas detta ytterligare, när de cirkadiskt styrda prestationstopparna inträffar ökar individens motivationskraft och när inaktivitetsmaxima inträffar ökar upplevelsen av ansträngning. Detta förhållande har inverkan på prestationen under första natten och ännu tydligare under den andra natten. Men om arbetet vidmakthålls till en tredje natt, återgår upplevelsen av ansträngning och motivationskraften mot mer normala nivåer.<sup>88</sup>

## 3.3. Beslutsfattande

Mänskligt beslutsfattande är både en medveten och omedveten process, som alltid genomförs i ett antal delsteg, från varseblivning om ett stimuli till dess att beslutet är fattat.<sup>89</sup> Detta arbete fokuserar på den beslutsmodell som benämns RPD.<sup>90</sup>

---

<sup>84</sup> Whitney, P, 2019, s. 121-122

<sup>85</sup> Gunzelmann, G, 2019, s. 182-184 samt Whitney, P, 2019, s. 121-122

<sup>86</sup> Gunzelmann, G, 2019, s. 183-184

<sup>87</sup> En beredskapsuppgift är en uppgift som kräver att individen ägnar ständig uppmärksamhet åt den och att individen vidtar nödvändiga åtgärder utifrån situationens utveckling. Till skillnad från en statisk uppgift där individen ska utföra en fastställd aktivitet vid fastställd tidpunkter.

<sup>88</sup> Massar, A, 2019, s. 7

<sup>89</sup> Larsson, G, 2006, s. 255 samt Shortland, Neil D, m.fl., 2019. *Conflict - how soldiers make impossible decisions*, s. 4-5, 12

<sup>90</sup> Thunholm, Peter, 2017, *Hur fattar erfarna chefer beslut?*, s. 9-18

### 3.3.1. Initiering

RPD baseras på individens förmåga att hitta faktorer i en situation som kan associeras till tidigare erfarenheter och utifrån beslutsfattarens kompetens och erfarenhet kan beslut om handling formuleras.<sup>91</sup> Beslutsprocessen initieras och utgår från individen varse blir en uppgift som analyseras och tolkas.<sup>92</sup> När uppgiften väl är klarlagd fortsätter processen med att individen måste analysera sin situation.<sup>93</sup> Vad som ingår i situationsanalysen beror på vad uppgiften avser och i vilken miljö beslutsfattaren befinner sig.

Denna situationsorientering är giltig oavsett vilken ledningsnivå som avses, det är likartade processer för den enskilde individen i den akuta stridsituationen som för högre ledningsnivå som planerar och genomför en större operation.<sup>94</sup> Skillnaden kan återfinnas i att val av aktivitet och omsättande av beslut är närmare kopplade till händelsernas direkta utveckling med lägre ledningsnivå.<sup>95</sup>

### 3.3.2. Informationsbearbetning

Allteftersom individen framskrider genom beslutsprocessen kommer denne till flera brytpunkter där extern information behöver bearbetas.<sup>96</sup> Dessutom måste beslutsfattaren orka/våga backa i processen om det upptäcks att felaktiga analyser eller antaganden har medfört att beslutsunderlaget inte längre är relevant. Allt detta konsumerar tid och mentalt utrymme.<sup>97</sup>

RPD är icke-linjär,<sup>98</sup> vilket innebär att beslutsfattaren inte måste följa ett specifikt flöde genom beslutsprocessen.<sup>99</sup> Det är individens associationsflöde som styr den kognitiva processen vilket gör att fullt fokus kan ägnas åt aktuellt delsteg eftersom det är just den informationen som hjärnan undermedvetet själv har bedömt som mest akut att behandla. Analysprocesser hanteras parallellt och repetition eller revision av redan genomfört delsteg kan ske sömlöst med övriga informationshanteringsprocesser.<sup>100</sup>

---

<sup>91</sup> Ross, Karol G, m.fl., 2004. *The Recognition-Primed Decision Model*. Military Review, s. 6-7 samt Larsson, 2006, s. 273

<sup>92</sup> Shortland, N, 2019, s. 4, 12

<sup>93</sup> Larsson, G, 2006, s. 255 samt R FM MSR, 2013, *Markstridsreglemente 1:2 Ledning*. s. 21

<sup>94</sup> Larsson, G, 2006, s. 253 samt R FM MSR, 2013, s. 10, 21

<sup>95</sup> Ross, K, 2004, s. 6-8

<sup>96</sup> Ross, K, 2004, s. 4-6

<sup>97</sup> Larsson, G, 2006, s. 256-263 samt Shortland, N, 2019, s. 5-7

<sup>98</sup> Ross, K, 2004, s. 8-9

<sup>99</sup> Shortland, N, 2019, s. 12-14

<sup>100</sup> Larsson, G, 2006, s. 267-268

### 3.3.3. Konceptuellt beslut styr processen

Informationsbehovet kopplat till beslutet kan begränsas genom att beslutsfattaren formulerar ett konceptuellt beslut direkt efter situationsanalysen.<sup>101</sup> Beslutsprocessen inriktas därefter mot att validera och förtydliga denna plan.<sup>102</sup> Den övergripande planen initieras samtidigt som detaljanalysen pågår, vilket medför att handlingar initialt är mer övergripande och menade till att skapa möjligheter för den färdiga planen.<sup>103</sup> Det innebär dock samtidigt att beslutsfattaren begränsar möjliga handlingsalternativ längre fram i processen - detta endast baserat på erfarenhet, intuition och den initiala bedömningen av situationen.<sup>104</sup> Det är alltså av yttersta vikt att beslutsfattaren kan inhämta och tolka så mycket information som möjligt tidigt i processen samt att associationsmönstret mot tidigare erfarenheter kan fungera optimalt. Pågående aktiviteter ständigt utvärderas så att beslutsfattaren kan kontrollera händelseförloppet och eventuellt revidera åtgärderna efter förändrade förutsättningar.<sup>105</sup> Genom att repetitivt loopa respektive processteg i en sådan process ökar kontinuerligt förståelsen för situationen och planen förfinas allt mer fram till slutligt beslut.<sup>106</sup>

### 3.3.4. Sårbarheter

RPD är en snabb process, samtidigt som den är mycket känslig för beslutsfattarens erfarenhet och kompetens eftersom den konceptuella planen till stor del baseras på dennes intuition och förmåga att hitta likheter i situationen till tidigare erfarenheter.<sup>107</sup> Centralt är också beslutsfattarens förmåga att inhämta och bearbeta information för att dels förstå uppgiften och situationen eftersom dessa delsteg formar resten av beslutsprocessen men också för att hantera information som tillkommer under genomförandet.<sup>108</sup> Det mänskliga sinnet försöker förenkla komplexa strukturer för att underlätta och sammanfatta. Utifrån en sådan förenkling av verkligheten strävar hjärnan efter ”fylla” kunskapsluckorna med intuitiv information - vi fyller helt enkelt kunskapsluckorna med sådant som vi ”tror oss veta”. Detta påverkas av erfarenhet, attityder och åsikter och

---

<sup>101</sup> Larsson, G, 2006, s. 266-268

<sup>102</sup> Thunholm, P, 2017, s. 13-15 samt Ross, K, 2004, s. 9-10

<sup>103</sup> Shortland, N, 2019, s. 11-12

<sup>104</sup> Larsson, G, 2006, s. 272

<sup>105</sup> Larsson, G, 2006, s. 272-273 samt Thunholm, P, 2017, s. 15-17

<sup>106</sup> Ross, K, 2004, s. 9

<sup>107</sup> Shortland, N, 2019, s. 16-17

<sup>108</sup> Thunholm, P, 2017, s. 18



önsknings.<sup>109</sup> Här ställs höga krav på beslutsfattarens förmåga att flexibelt kunna anpassa sitt tankemönster utifrån insamlad data och inte heller ta genomvägar i form av att gissa eller anta i de fall där information faktisk finns tillgänglig.<sup>110</sup>

### 3.3.5. Sammanfattning

Människans sömn styrs av två 24h-cykler som påverkar aktivitetsmaxima och vilomaxima och en regulator som ökar behovet av sömn vid vaket tillstånd och som återstartas vid vila. Sömncyklerna kan förskjutas med ungefär 1h/dygn. Sömnkvaliteten är beroende av bl.a. en sömnbehovsregulator, vilket medför att en individ kan uppnå ett fortvarigt stadium av vakenhet/utmattning trots att normalt sömnbehov inte kan tillgodogöras dock med nedsatt vakenhet.

Sammantaget påverkas en sömnberövad individ neurologiskt genom att de normala neurologiska nätverken förändras när neurala nätverk försätts i ett sömnlignande tillstånd resulterande i att tillgänglig kognitiv kapacitet begränsas. Inför en aktivitets inledande, görs en både medveten och omedveten analys av värdet i utfallet och kostnaden för densamma. I denna process kan externa belönings/bestrafningsfaktorer påverka till del under ett inledande skede. Vid sömnbrist minskar den kognitiva förmågan att bedöma utfall och kostnader, risker och konsekvenser samt ny information hur situationen förändras.<sup>111</sup> När upplevd ansträngning ökar för bibehållen prestationsnivå försöker individen balansera prestationens utfall med ansträngningen för prestation genom att välja att antingen sänka målsättningen eller förenkla aktiviteten. Utmattade individer blir egentligen inte mer riskbenägna utan ökar risken genom sin förenkling av genomförandet i strävan att minska kostnaderna för aktiviteten.

Även förmågan att hantera ny information och feedback på egna genomförda åtgärder påverkas.<sup>112</sup> Med stegrande sömnbrist prioriteras stabilitet kring målsättning och uppgiftsrelevant information framför kognitiva processer som hanterar analys av förutsättningar, och val av strategi.<sup>113</sup> En sömnberövad får svårare att tolka förändringar i situationen och svårare att utvärdera effekten av de aktiviteter som utförs på situationens utveckling<sup>114</sup> och väljer därför undermedvetet att fokusera på att bibehålla målsättningen och tidigare kända framgångsrika strategier.<sup>115</sup> När individens förmåga till moraliskt ställningstagande, risk- och konsekvensanalys och förmåga till att flexibelt

---

<sup>109</sup> Shortland, N, 2019, s. 7-8

<sup>110</sup> Larsson, G, 2006, s. 257, 260 samt Ross, K, 2004, s. 7-8

<sup>111</sup> Whitney, P, 2019, s. 119-121

<sup>112</sup> Hursh, S, 2004, s. 49

<sup>113</sup> Massar, A, 2019, s. 17 samt Whitney, P, 2019, s. 119-120

<sup>114</sup> Whitney, P, 2019, s. 115-116

<sup>115</sup> Massar, P, 2019, s. 18

anpassa sig efter en dynamisk situation nedsätts begränsas individens vilja och möjligheter att bibehålla normal prestation, beslutsfattande och ledarskap.<sup>116</sup>

Initialt i beslutsprocessen ställs höga kognitiva krav på att förstå uppgiften och förstå situationen, vidare måste individen kunna korrekt bedöma vilka resurser som står till förfogande och vilka av dessa som är relevanta.<sup>117</sup> Löpande, efter att ett konceptuellt beslut har skapat förutsättningarna för fortsatt agerande, måste individen analysera hur situationen förändras och vilka effekter egna åtgärder har.<sup>118</sup> Det är alltså helt centralt för beslutsprocessen att individen kan nyttja så stor del av sitt kognitiva fält som möjligt.

Under beslutsprocessen värderas respektive handlingsalternativ mot förväntad ansträngning/motstånd mot verkställandet innan beslut om åtgärd fattas - i denna "kostnadskalkyl" måste effektens värde överstiga kostnaden om beslut om åtgärd ska fattas. Kostnadskalkylen utgår från individens förförståelse, tolkning av situationen, uppgiften och de förväntningar beslutsfattaren uppfattar sig behöva uppfylla.<sup>119</sup> Om inget identifierat handlingsalternativ kan generera ett positivt utfall i kostnadsanalysen, strävar beslutsfattaren efter att revidera tillvägagångssätt för att minska kostnaderna och samtidigt bibehålla effektens värde. Denne tar helt enkelt genvägar i processen - både avseende alternativgenerering och genomförande.<sup>120</sup> Detta kan ske genom förenklingar i åtgärd, överdrift av effekter, förringande av "hot" vilka rättfärdigar en mindre ansträngning och i sig minskar den mentala påfrestningen i beslutsprocessen.<sup>121</sup>

En beslutsfattare utsatt för sömnbrist utsätts således för en stor risk att både att felaktigt värdera kostnad och effekt och för att inte kunna hantera informationen som finns tillgänglig inför beslut, eller att hänfalla åt antaganden eller gissningar i kostnadsminimerande syften.<sup>122</sup> Det blir därför tydligt att, genom att beslutsprocessen är beroende av många av de kognitiva processer som påverkas av sömnbristens effekter, så har sömnbrist en tydlig koppling till begränsningar i människans förmåga att fatta väl genomtänkta och ändamålsenliga beslut.

---

<sup>116</sup> Gunzelmann, G, 2019, s. 182-183

<sup>117</sup> Thunholm, P, 2017, s. 16-18

<sup>118</sup> Shortland, N, 2019, s. 15-18

<sup>119</sup> Larsson, G, 2006, s. 259-260

<sup>120</sup> Larsson, G, 2006, s. 250-260

<sup>121</sup> Larsson, G, 2006, s. 260

<sup>122</sup> Gunzelmann, G, 2019, s. 184

## 4. Sömnundersökning

### 4.1. Basvärden

Enkätsvaren har sammanställts och presenteras i diagrammen i tre nivåer. I den första nivån undersöks variablerna *antal timmars sömn*, *sömnkvalité* samt *upplevd vakenhet*. I den andra nivån undersöks samvariation mellan olika variabler samt i den tredje nivå undersöks samband mellan de olika oberoende variablerna och den beroende variabeln.

I vissa diagram är dygnsskiften till dygn 2, 3 och 4 särskilt markerade med en tjockare linje samt att normal solljusnivå har överlagrats i respektive basdatadiagram. Diagrammen är uppdelade så att svarsvärdena kopplade till respektive vaktlag framgår. Fortsättningsvis används benämningarna *vaktlag 1* och *vaktlag 2*. Här avses att vaktlag 1 arbetar mellan kl. 04.00-12.00 samt mellan kl. 16.00-20.00 och vaktlag 2 arbetar mellan kl. 12.00-16.00 samt mellan kl. 20.00-04.00. I tolkningen av diagrammen i följande avsnitt menas att ”normal” vila genomförs mellan kl. 22.00-06.00 och att övrig tid på det ”normala” dygnet tillbringas vaken - oavsett aktivitetsnivå.

#### 4.1.1. Antal timmar sömn

I diagram 1 framgår att vaktlag 1 inleder sin längre viloperiod under dygnets mörka period, de har dessutom förskjutit den huvudsakliga viloperioden 2h bakåt. Vaktlag 1 uppnår aldrig en sömnperiod om 7h, utan spenderar i genomsnitt 5h 45min till sömn under den längre viloperioden, men försöker kompensera denna kortare viloperiod med ett högre vilouttag under den kortare frivakten där medelvärdet är 1h 35min, vilket resulterar i en sammanlagd vila om 7h 20min per dygn.

Vaktlag 2, som visas i diagram 2, förlägger generellt en större andel av sitt totala sömnuttag till den långa frivakten, men den huvudsakliga viloperioden förskjuts 6h framåt jämfört med normal sömn. Medelvärdet för vaktlag 2 är 6h 20min för den långa sammanhållna viloperioden. De inleder sin sömn när dagsljusnivåerna är på uppåtgående. Vaktlag 2 nyttjar den korta frivakten generellt mindre till sömn, medelvärdet här är 1h 10min vilket skapar ett totalvärde om 7h 30min. De båda vaktlagen spenderar alltså likvärdigt med tid för sömn, men vaktlag 1 uppvisar en större uppdelning av sina sömnperioder över dygnet. Båda vaktlagens totala värde är generellt stabilt, när den längre vilan förkortas, kompenseras detta genom en motsvarande ökning av den kortare vilan.

Sammanfattningsvis för respektive vaktlag:

	Vaktlag 1:	Vaktlag 2:
Total vila:	7h 20min	7h 30min
Huvudsaklig viloperiod:	5h 45min	6h 20min
Förskjutning:	-2h	+6h

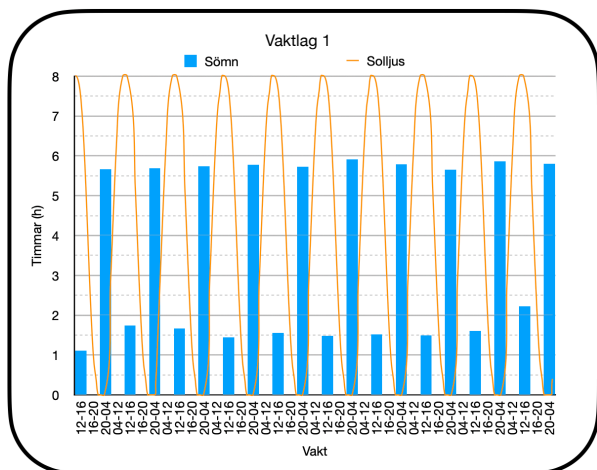


Diagram 1 - Sömnuttag vaktlag 1

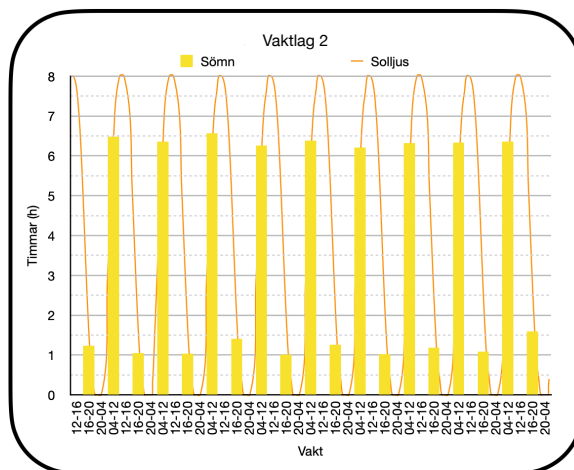


Diagram 2 - Sömnuttag vaktlag 2

#### 4.1.2. Sömnkvalité

I diagram 3 visas utvecklingen av sömnkvalitén för båda vaktlagen. Dessutom framgår normal solljusnivå av diagrammet vilket medger att utvecklingen av sömnkvalitén både kan utläsas enskilt över tid men också hur tillgången till normalt solljus påverkar sömnkvalitén. Medelvärdena för vaktlag 1 under lång- respektive kort viloperiod är 6,85 och 6,41, och för vaktlag 2 är medelvärdena 7,58 och 7,05. Sammantaget är sömnkvalitén bedömd till ungefär 0,5 mätenheter lägre under den korta frivakten.

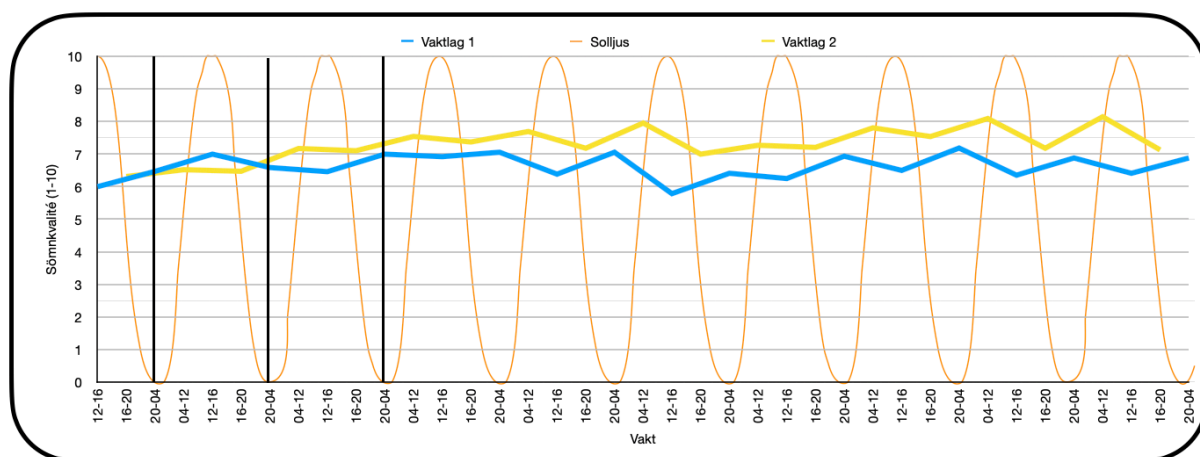


Diagram 3 - Sömnkvalité och solljusnivå

Vidare kan utläsas att vaktlag 1 upplever en tämligen begränsad sömnkvalité inledningsvis, men att sömnkvalitén gradvis förbättras under dygn 1-2. Vaktlag 2 uppvisar en långsammare, men längre positiv trend inledningsvis. Initialt upplever

vaktlag 2 en begränsad sömnkvalité, men den positiva trenden går att observera fram t.o.m. det femte dygnet.

Gemensamt för båda vaktlagen - särskilt efter synkroniseringsfasen - upplevs sömnkvalitén lägre med ökad exponering för dagsljus. Dessutom uppvisar båda vaktlagen en generell positiv trend över hela perioden med långsamt ökande värden.

#### 4.1.3. Bedömd vakenhet

Bedömd vakenhet som visas i diagram 4 skiljer de båda vaktlagen åt något, generellt bedömer sig vaktlag 2 något mer vakna, men de uppvisar även en tydligare koppling till tillgången till dagsljus. Vaktlag 2 uppvisar en större variation över dygnet än vaktlag 1 som har en jämnare utveckling.

Vaktlag 2 uppvisar en positiv trend från första sömnperioden till fjärde dygnet då deras kurva stabiliseras på en nivå som sedan bibehålls fram till dygn nio när den fortsätter med en ytterligare positiv trend. Vaktlag 1 har en mycket flackare graf, deras acklimatiseringsperiod är inte alls lika tydlig och kurvan är stabil fram till fjärde dygn 3-5 då upplevd vakenhet sjunker något, innan kurvan återigen stabiliseras, här kan jämförelser mot sömnkvalitédiagrammet indikera att vakenheten nedgår samband med och efter viloperioder med lägre sömnkvalité. Slutligen framgår en tydlig positiv trend som påbörjas dygn åtta och först då närmar sig vakenheten för vaktlag 1 de nivåer som vaktlag 2 upplever.

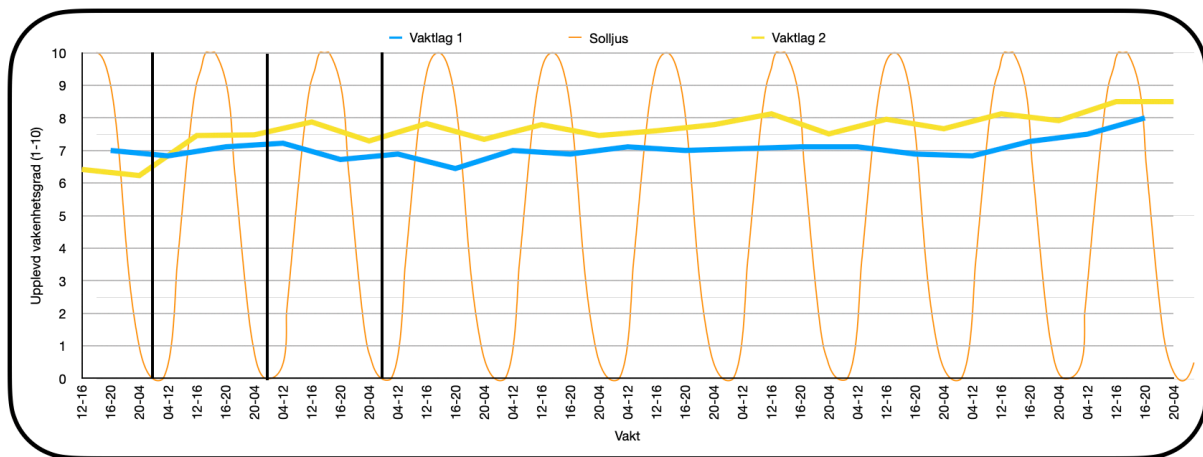


Diagram 4 - Bedömd vakenhet och solljusnivå

Generellt upplever vaktlagen en vakenhetsnivå som är i likhet med ”normal” vakenhet - detta grundas på utgångsvärdena och ett antagande om att under första dygnets korta arbetspass bör besättningen uppleva en vakenhet som är i likhet med normal dygnsrytm, detta för att påverkan på respektive vaktlags sömnmönster ännu inte har påbörjats.

## 5. Analys

### 5.1. Sömnundersökningens resultat

#### 5.1.1. Variation av sömnkvalité

Som framgår ur diagram 3, upplever båda vaktlagen en högre sömnkvalité under den längre sömnperioden. Detta kan bero på såväl att viloperioden är de facto längre, men här kan möjligen effekten av generell ljusnivå identifieras. En annan förklaring kan vara att den längre sömnperiodens erbjudna återhämtningseffekt återställer sömnregulatorn så att sömnbehovet under den korta frivakten är för lågt.

#### 5.1.2. Skillnader under den korta arbetsvakten

Nästan utan undantag bedömer sig vaktlag 2 mer vakna under dygnets ljusa timmar, detta kan bero på att de har sin längre sömnperiod just före den korta dagvakten - ett kortare arbetspass tillsammans med en längre återhämtningsperiod kan medföra att de upplever sig mer vakna under dagvakten än vad vaktlag 1 bedömer sin vakenhet. Detta kan bero på de har sin korta dagvakt efterföljande den kortare frivakten, som inte erbjuder samma återhämtning och att de då har en betydligt längre vaken period bakom sig.

#### 5.1.3. Initial sömnskuld

Under acklimatiseringsfasen uppvisar vaktlag 2 en större omställningseffekt som sträcker sig över de tre första dygnen där de initialt bedömer sig ha en tydligt lägre vakenhet än under resten av undersökningsperioden. Detta kan bero på att deras första sömnperiod inte erbjuds förrän kl. 04.00 dygn 2, innebärande att de snabbt ackumulerar en sömnskuld som sedan måste hanteras.

#### 5.1.4. Synkronisering av cirkadisk rytm

Generellt upplever vaktlag 1 en lägre grad av vakenhet, detta kan bero på det kortare sömnuttaget under återhämtningsperioden. Det kan också bero på att båda deras arbetspass inträffar nära normal dygnsrytms cirkadiska aktivitetsminima. Vaktlag 2 uppvisar tydligare påverkan under sin acklimatiseringsfas, då deras

interna rytmer ska synkroniseras mot viloperioderna. Deras omställning är betydligt mer omfattande än vaktlag 1 med en omställning om +6h, vilket bör generera en acklimatiseringsperiod om 4-6dygn mot vaktlag 1 som bör genomgå en acklimatiseringsfas om 2 dygn.

#### 5.1.5. Sammanfattning av basvärden

Vaktlag 2 ackumulerar direkt en viss sömnskuld, vilket genererar något lägre vakenhetsnivåer. Men efter acklimatiseringsfasen uppvisar de en god uthållighet avseende sin upplevda vakenhet. Den positiva trenden från nionde dygnet kan bero på att vaktlaget har helt synkroniserats till den nya dygnsrytmen, de interna cirkadiska processerna har anpassats och aktivitetsmaxima och -minima inträffar i samverkan med arbetspass och sömnperioder vilket medför att återhämtningseffekten maximeras och att vakenhetsnivåer kan stiga.

För vaktlag 1 kan en liknande bedömning göras. De acklimatiseras snabbare till sin nya dygnsrytm och exponeras mindre för cirkadisk disruption vilket kan förklara den mindre tydliga variationen mellan den långa och den korta arbetsvakten. Den positiva trenden från dygn åtta kan ha motsvarande förklaringar som för vaktlag 2, men eftersom den är något starkare och dessutom fortsätter över mer än ett dygn så bör detta betyda en faktisk ökning av vakenhetsnivåerna och inte bara en temporär variation.

#### 5.1.6. Ackumulerad sömnskuld

I syfte att visualisera respektive vaktlags sömnmönster och avvikelser från normal dygnsrytm samt när de ackumulerar samt återhämtar sömnskuld har diagram 5 och 6 utformats. Kurvan för avvikelse från normalsömn visar hur respektive vaktlag avviker från normalt sömnuttag beräknat över de senaste två dyggen. Sammanräkning över två dygn valdes för att dämpa effekten av temporära variationer och för att symptom på sömnbrist bör vara hanterbara då avvikelser sker och hanteras inom samma dygn.

Kurvan för ackumulerad sömnskuld ska endast ses som en representation för när sömnskuld ackumuleras respektive hanteras. Det går inte att med säkerhet bestämma en formel för beräkning av faktisk sömnskuld då många av parametrarna är såväl individuella som situationsberoende. De faktorer som har tillåtits påverka grafens utveckling är: avvikelse från normalsömn, bedömd sömnkvalité, genomförd sömnperiod samt sömnperiodens position i den cirkadiska rytmen, dvs. om sömn genomförs under den långa eller den korta frivakten. Här har sömn som genomförs under den kortare vakten - alltså på dagen - endast beräknats kunna tillgodogöra 70% av normal sömneffekt. Detta baserat på det faktum att om sömnregulatorn inte är fylld och att intern cirkadisk rytm medför att sömn som genomförs avvikande från aktivitetsminima inte erbjuder samma effekt. Detta värde valdes dock endast för att representera att effekten är lägre för denna typ av sömn - värdet i sig har ingen vetenskaplig förankring och

därför kan grafen endast ses som en visualisering och inte ett faktum, i grafen är inte de faktiska värdena av störst intresse utan grafens syfte är att visualisera trend och utveckling över tid för att försöka stödja analysen av hur upplevd vakenhet utvecklas och kan tolkas. Formeln bakom grafen ser ut enligt följande<sup>123</sup>:

$$\left\{ (\text{Sömn lång sömnperiod } 1 \cdot 1) \times \frac{\text{Sömnkvalité}}{m\text{Sömnkvalité}} + (\text{Sömn kort sömnperiod } 1 \cdot 0,7) \times \frac{\text{Sömnkvalité}}{m\text{Sömnkvalité}} + (\text{Sömn lång sömnperiod } 2 \cdot 1) \times \frac{\text{Sömnkvalité}}{m\text{Sömnkvalité}} + (\text{Sömn kort sömnperiod } 2 \cdot 0,7) \times \frac{\text{Sömnkvalité}}{m\text{Sömnkvalité}} \right\} - 16$$

Båda vaktlagen uppvisar ett inledande skede där de ackumulerar ett visst sömnbehov, som förväntat ackumulerar vaktlag 2 en betydligt större sömnskuld vilket bör bero på att de förskjuter sin första sömnperiod 6h framåt och därmed genomför en onormalt lång vaken period dessförinnan samt drabbas av en större synkroniseringseffekt. Vaktlagen anger inledningsvis en hög sömnkvalité, vilket kan bero på den ackumulerade sömnskulden. Detta leder även till att sömnskulden börjar hanteras redan under dygn 2 och efter en snabb återhämtning kan en ny variationsperiod uttydas. Vaktlag 1 uppnår ett fortvarigt stadium under tredje dygnet då sömnmönstret har stabiliserats, sömnkvaliteten har normaliserats vilket leder till att mängden ackumulerad sömnskuld långsamt minskar. Under synkroniseringsfasen varierar sömnkvaliteten och mängden tillgodogjord sömn - vilket är enligt förväntan, vilket medför att mängden ackumulerad sömnskuld under hela synkroniseringsfasen kan anses öka till sitt maxima under tredje dygnet. I takt med att avvikelsen från normalsömn minskar och sömnkvaliteten normaliseras minskar sömnskulden, vilket indikeras från åttonde dygnet.

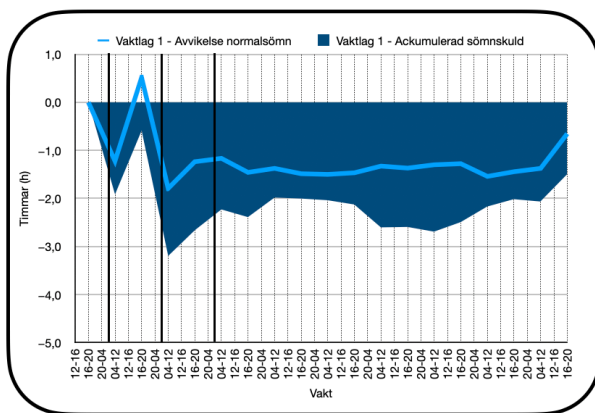


Diagram 5 - Ackumulerad sömnskuld vaktlag 1

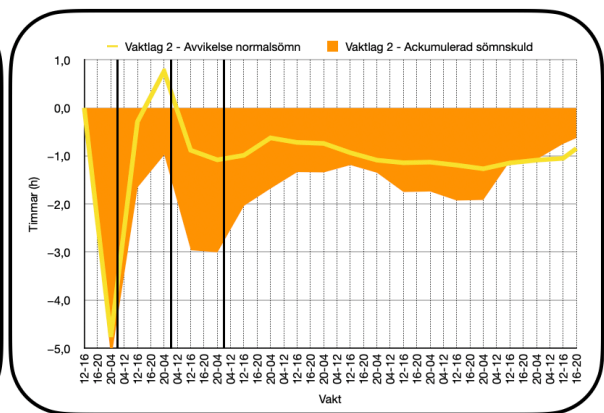


Diagram 6 - Ackumulerad sömnskuld vaktlag 2

Vaktlag 2, som nyttjar den längre sömnperioden till en större andel av sin totala vila, ackumulerar en mindre total sömnskuld. Under anpassningsfasen (dygn 1-4) uppvisar de motsvarande variation som vaktlag 1. Efter synkronisering visar de en större resiliens mot en ökande avvikelse från normalsömn, detta

<sup>123</sup> Sömn för lång sömnperiod multipliceras med 1 samt med kvoten för sömnperiodens sömnkvalité dividerat med medelvärdet för sömnkvaliteten för de långa sömnperioderna till en produkt som anses representera sömnperiodens återhämtningseffekt. Sömn för kort sömnperiod multipliceras med 0,7 samt med kvoten för sömnperiodens sömnkvalité dividerat med medelvärdet för sömnkvaliteten för de korta sömnperioderna till en produkt som anses representera sömnperiodens återhämtningseffekt. De fyra senaste sömnperiodernas återhämtning adderas ihop och därefter subtraheras 16h; vilket motsvarar normalsömnen; resulterande i en faktor som används för att representera ackumulerad sömnskuld.



förklaras av deras högre upplevda sömnkvalité samt att deras faktiska avvikelse är mindre. Liksom för vaktlag 1, uppvisar vaktlag 2 en positiv trend från nionde dygnet där sömnskulden minskar till följd av en minskande sömnavvikelse. Båda graferna visualiserar synkroniseringsfasen (dygn 1-3/4), en stabiliseringsfas dygn 3/4-7/8) samt en positiv trend (dygn 8/9-). Skillnaden mellan diagrammen förtydligar även den positiva effekt som kan uppnås med ett effektivare nyttjande av den längre frivakten för sömn.

### 5.1.7. Ackumulerad sömnskuld och sömnkvalité

Diagram 7 och 8 visar hur upplevd sömnkvalité samvarierar med ackumulerad sömnskuld. Färgskalan i diagrammets underkant visualiserar avvikelsen där tillgodogjord sömn inte längre kan motverka sömnskuldsackumulering, oavsett sömnkvalité och symptomen på utmattning når kritiska nivåer om inte mängden sömn tillåts kompensera detta. Under den inledande synkroniseringsfasen ökar sömnskulden, vilket genererar en ökande sömnkvalité, vilket är i enlighet med förväntad utveckling. Därefter kan utläsas att med en stabiliserad sömnkvalité följer en återhämtning av sömnskulden. Under dyn 5-6 upplevde båda vaktlagen en sänkning av sömnkvalitén, vilket påverkar hur sömnskuld ackumuleras. Trendlinjerna som har infogats i diagrammen förtydligar visualiseringen av hur graferna samvarierar och från dygn 8 har båda vaktlagen en positiv trend avseende ackumulerad sömnskuld samtidigt som sömnkvalitén har stabiliserats, indikerande att båda vaktlagen har synkroniserats mot sina respektive dygnsrytmer och att sömnuttaget som erbjuds medger en uthållig nivå av ackumulerad sömnskuld. Symptom på sömnbrist bör vara tydliga under synkroniseringsfasen, för att efter det mildras mot allt bättre nivåer. Detta bör innebära att vakenhetsnivåerna kan hållas på goda nivåer över tid.

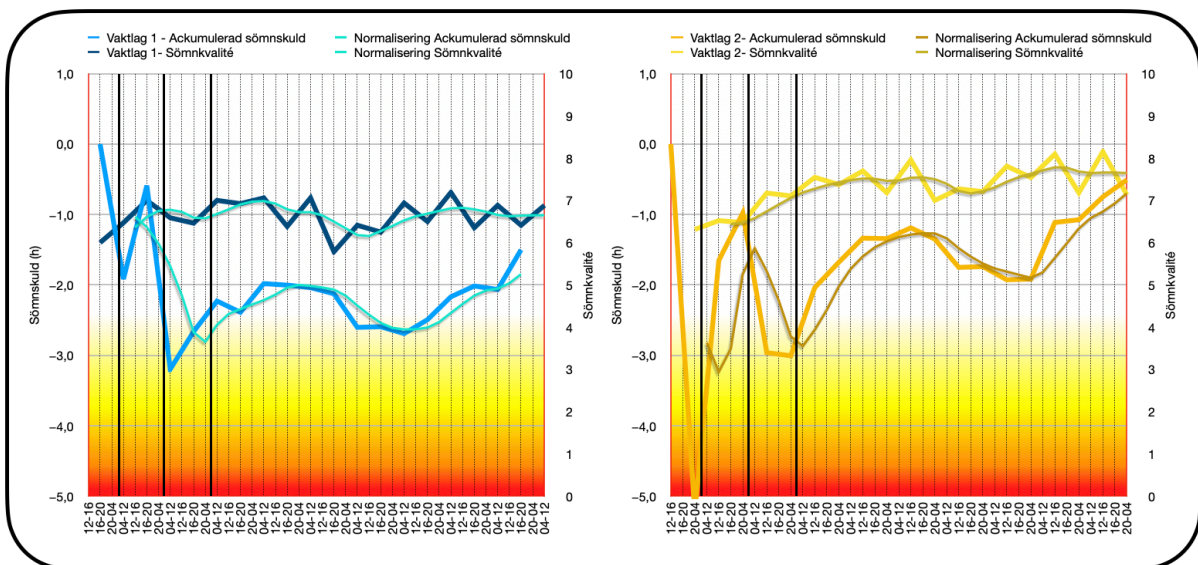


Diagram 7 och 8 - Ackumulerad sömnskuld och sömnkvalité

### 5.1.8. Ackumulerad sömnskuld och upplevd vakenhet

De avslutande diagrammen - diagram 9 och 10 - visar sambandet mellan utvecklingen av ackumulerad sömnskuld och bedömd vakenhet. Som tidigare konstaterats genomgår båda vaktlagen en synkroniseringsperiod fram till och med dygn 3 (vaktlag 1) och dygn 4 (vaktlag 2). Under synkroniseringsperioden är de upplevda vakenhetsnivåerna något lägre, vaktlag 1 påverkas något mer negativt än vaktlag 2, detta kan bero på att sömnskuldmaxima inträffar ett dygn efter vaktlag 2. Den mjukare övergången till ny dygnsrytm kan medföra att vaktlag 1 förlänger sin akklimatisering genom att inte nyttja sömnperioderna lika effektivt som kollegorna på vaktlag 2, som direkt "tvingas" in i en situation med en akut sömnskuld som omgående måste hanteras. Efter stabiliseringsfasen (fram till dygn sju) visar båda vaktlagen en positiv trend med ökande upplevda vakenhetsnivåer. Detta kan, som tidigare nämnt, bero på att vaktlagen har akklimatiserats in i nya cirkadiska rytmer efter sjätte dygnet. Oavsett upplever båda vakterna en ökad motståndskraft mot utmattning och visar ett uthålligt förhållande avseende återhämtning och beredskap. Den avslutande positiva trenden bedöms som faktisk och ihållande och inte vara en avvikelse, detta pga den tidsmässiga utdragningen och samvariationen mellan flertalet parametrar.

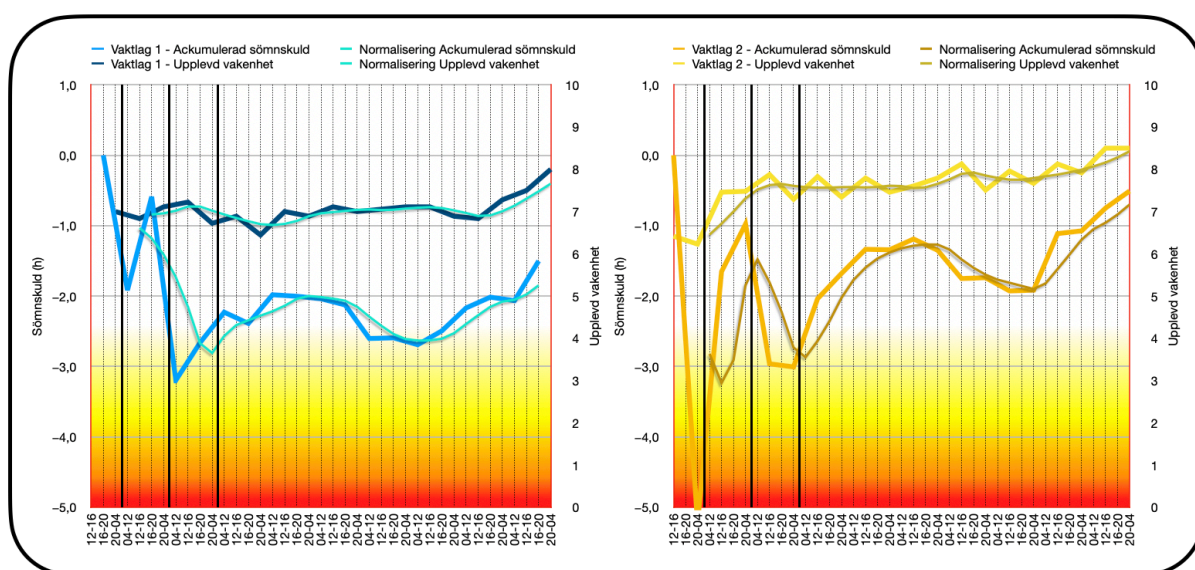


Diagram 9 och 10 - Ackumulerad sömnskuld och vakenhet

### 5.1.9. Jämförelse med Kanada

#### Synkroniseringsperiod

Här framkommer stora likheter när resultaten jämfördes med de kanadensiska studierna. Båda vaktlagens synkroniseringsperioder överensstämmer med 4 respektive 6 dygn. Under akklimatiseringen nedgår vakenhetsnivåerna och ackumulerad sömnskuld är initialt hög för att långsamt absorberas med effektivt nyttjande av den längre frivakten och kompenserande nivåer avseende sömnkvalité.

### Kognitiv beredskap

Eftersom den kanadensiska studien nyttjade medicinsk mätutrustning och SAFTE<sup>124</sup> för prediktering och mätning kunde mätvärden för kognitiv beredskap ansättas. En godtagbar motsvarighet i den svenska undersökningen anses bedömd vakenhet vara. Även här kan liknande resultat spåras. Efter synkroniseringsfasen stabiliseras vakenhetsnivåerna. Angivna värden i båda studierna indikerar en uthållighet och en sådan nivå av vakenhet och beredskap att symptom på sömnbrist efter synkroniseringsfasen inte bör vara synbara.

### Sammanfattning

Med bakgrund i samvariationen och hur väl de båda studiernas resultat följer varandra kan resultaten i den svenska studien vara styrkta och därför kan mer generellt applicerbara slutsatser kunna dras i detta arbete.

#### 5.1.10. Skillnader mellan vakterna

Visserligen uppvisar vaktlagen vissa nivåmässigt skillnader i angivna värden. Generellt bedömer vaktlag 1 sig något mindre utvilade och ha något sämre sömnkvalité. Den tydligaste skillnaden mellan vaktlagen återfinns i synkroniseringsperioden som är betydligt mer dramatisk för vaktlag 2, men för vaktlag 1 inträffar sömnskuldsmaxima senare, resulterande i att generellt är besättningen som helhet mest sårbara för effekterna av sömnbrist under de två till tre första dygnen. Efter synkroniseringsfasen följer båda vaktens samma trender avseende samtliga parametrar, vilket i sig styrker att efter acklimatisering så har de interna cirkadiska rytmerna synkroniserats och erbjuder sömnperiod är tillräcklig för att återställa sömnbehovsregulatorn. Undersökningen omfattade endast de 10 första dygnen av respektive sjöexpedition. De avslutande dygnens trendlinjer för samtliga parametrar indikerar en viss konvergens mellan vaktlagen, vilket skulle kunna innebära att skillnaderna dem emellan minskar därefter.

## 5.2. Hypotes 1: Längre sammanhållen vila sällan bättre än kortare vila ofta

Sjövaktssystemet som detta arbete undersöker är ett 2-skiftsystem. Det betyder av hela arbetsstyrkan - häri benämnd *besättningen* - delas i två lika delar. Dessa två delar benämns *vakter*. Varje vakt tillförs personal i den omfattning och med den kompetens som krävs för att säkert kunna framför ett fartyg och genomföra normal verksamhet ombord samt även vid behov kunna inleda strid eller hantera haverier. När den ena vakten är aktiv och arbetar, är den andra ledig. Under ledig tid intages måltider, hygienbestyr ombesörjs, social samvaro utförs och fysisk träning samt utbildning kan genomföras. Det är även under den lediga tiden som

---

<sup>124</sup> En sömn-/vakenhetsprediktionsmodell

vakten kan sova. Dygnsrytmen i detta sjövaktsystem följer en 24h cykel som delas in i fyra delar, jämnt fördelade mellan vakterna. Båda vakterna arbetar (och därmed även vilar) under ett 8h-skift och ett 4h-skift resulterande i att för vaktlag 1 ser dygnet ut enligt följande: 8h arbete, 4h vila, 4h arbete och 8h vila. För vaktlag 2 ser dygnsrytmen det motsatta: 8h vila, 4h arbete, 4h vila och 8h arbete. I syfte att maximera återhämtningseffekten av den längre viloperioden är vaktsschemat förlagt så över dygnet att båda vakterna delar så lika som möjligt på dygnets mörka och ljusa timmar som möjligt. Vaktavlösningarna sker kl. 12.00, kl. 16.00, kl. 20.00 och 04.00. Detta innebär att vaktssystemet erbjuder teoretiskt en sömnperiod om 8h för respektive vakt under delar av dygnets mörka timmar. I realiteten kan rimligen besättningsmedlemmen inte tillgodogöra sig mer än 7h av dessa då måltider måste intas under samma tidsfönster. Vaktssystemet medger alltså en sammanhållen vila om 7h samt en kompletterande viloperiod om upp till 3h senare under dagen. I jämförelse mot de två cirkadiska rytmerna som styr aktivitetsmaxima och aktivitetsminima bör effekten av genomförd vila vara störst under de längre sömnperioderna. Med bakgrund i att människan behöver i genomsnitt 8h sammanhållen vila för normal prestation framstår vaktssystemet som en suboptimal lösning, men det har ändå möjlighet att tillgodose individens totala vilobehov. Med ökande sömnbrist ökar även sömnkvalitén, vilket bör medge att återhämtningseffekten av de sammanhållna 7h leder till ett fortvarigt stadium inom de första dygnen där möjligheterna att hantera sömnbehovsregulatorn bör vara rimliga.

### 5.2.1. Undersökningens resultat

Arbetet bedömer att hypotes 1 inte med säkerhet kan styrkas eftersom en jämförelse mellan långa respektive korta sömnperioder har genomförts. Däremot menar arbetet, indikerar skillnaderna mellan vakternas upplevda vakenhet och sömnkvalité samt skillnaderna i hur de fördelar sina sömnperioder över dygnet att det finns en positiv effekt i längre sammanhållen vila vid få tillfällen. Belyst teoriunderlag i arbetet överensstämmer med denna iakttagelse. Det arbetet däremot anser sig kunna fastställa är att sömnmönstret som erbjuds inom 8-4-4-8 systemet medger en uthållig hög vakenhetsgrad och en begränsad ackumulering av sömnskuld.

### 5.3. Hypotes 2: 8-4-4-8 systemet har förutsättningar för att minimera mängden ackumulerad sömnbrist

Vaktlag 1 arbetar mellan kl. 04.00-12.00 samt mellan kl. 16.00-20.00 och vaktlag 2 arbetar mellan kl. 12.00-16.00 samt mellan kl. 20.00-04.00.

Utgående från en "normal" dygnsrytm med sömnperiod mellan kl. 22.00-06.00 innebär detta att vaktlag 1 förskjuter sin interna cirkadiska rytm 2h

bakåt (vila inleds kl. 20.00) och vaktlag 2 förskjuter sin rytm 6h framåt (vila inleds kl. 04.00). Under det första dygnet ombord bör vaktlag 1 endast ha begränsade möjligheter att nyttja viloperioden mellan kl. 20.00-04.00 då sömnbehovet inte är tillräckligt stort förrän en bit in i vakten och därmed ackumulerar de tidigt under sjöexpeditionen en viss sömnskuld som de inte har möjlighet att hantera förrän kl. 20.00 dygn 2, detta innebär dock att effekten av deras då genomförda sömn bör vara tämligen hög. Anpassningen av deras interna cirkadiska rytm bör omfatta en omställningsfas som sträcker sig fram till dygn 3 om anpassningshastigheten följer den normala hastigheten om 1h per 1-1,5 dygn. Detta innebär att för vaktlag 1 bör de två första dyggen uppvisa en period med ökande sömnskuld, minskad sömnkvalité och sänkt vakenhetsgrad för att under tredje dygnet normaliseras med en ökande sömnkvalité, en något minskande sömnskuld samt en viss återhämtning avseende vakenhetsgraden. Vaktlag 1 bör alltså acklimatiseras till sin dygnsrytm under dygn 3, i enlighet med resultaten från liknande undersökningar som har utförts i Kanada.<sup>125</sup> För vaktlag 2 är situationen annorlunda, deras omställningsfas innebär en genomsnittlig omställningsperiod om 6-9 dygn, dessutom innebär det första dygnet att den vakna perioden förlängs med 6h. Detta bör dock innebära att effekten av deras sömn under första sömnperioden bör vara mycket hög och kan till del kompensera för acklimatiseringsperiodens utdragna omfattning. Detta innebär att för vaktlag 2 bör de två första dyggen uppvisa en period med mycket ökande sömnskuld, minskad sömnkvalité och sänkt vakenhetsgrad. Under tredje dygnet bör sömnkvalitén ha börjat kompensera för den något mer omfattande sömnskulden och för den större omställningen av cirkadisk rytm och under 4-6 bör nivåerna även för vaktlag 2 normaliseras med en avtagande sömnkvalité, en något minskande sömnskuld samt återhämtning avseende vakenhetsgraden. Vaktlag 2 bör alltså acklimatiseras till sin dygnsrytm under dygn 4-6, utgående från resultaten i tidigare nämnd studie från Kanada.<sup>126</sup>

Om denna sömnbalans rubbas efter detta stadium är uppnått bör effekten initialt bli att sömnskulden ökar, resulterande i en minskad vakenhetsgrad fram till dess att sömnkvalitén börjar öka och genomförd vila återgår till utgångsläget. Eftersläpningseffekten av ett stort sovpass bör vara att vakenheten direkt efter störningen nedgår, sömnskulden ökar direkt men att sömnkvalitén ökar först sovpasset därefter. Det betyder att normaliseringen inte kan ske förrän efter nästa sömnperiod samt att höjningen i sömnkvalité kvarstår tills dess att sömnskulden är hanterad. Vid undersökningen bör därmed mätningar indikera en 24h eftersläpning avseende höjd sömnkvalité vid en störning samt att vakenhetsnivåerna och sömnkvalitén normaliseras med 8h förskjutning med vakenheten som efterföljande. Däremot bör vaktsystemet inneha resiliens mot sådana störningar eftersom nära normalt behov av återhämtning kan möjliggöras under 7h-viloperioderna. Ju närmare normalt behov som tillgodoses, desto

---

<sup>125</sup> Paul, M, 2010, s. 35-38

<sup>126</sup> Paul, M, 2010, s. 39-42

snabbare kan återgången till fortvarighetsstadiet gå och desto bättre rustade är besättningen för att uthärda temporära störningar.

### 5.3.1. Undersökningens resultat

Arbetet bedömer att hypotes 2 kan styrkas. Då resultaten överensstämmer väl med den kanadensiska studien anses validiteten styrkt. Arbetet menar att belyst teoriunderlag i arbetet överensstämmer med analysen av utförd enkätundersökning. Över dygnet erbjuder 8-4-4-8 systemet mer än normalt sömnbehov om båda frivakterna nyttjas för sömn. Normalt under studien har varit en längre sömnperiod under den längre frivakten och en kortare, om ens någon, sömnperiod under den korta frivakten. Sammantaget har sömnavvikelsen varit tämligen begränsad mot normalt sömnbehov och de angivna nivåerna av sömnkvalité och upplevd vakenhet indikerar att ackumulerad sömnskuld maximeras under synkroniseringsfasen, för att därefter plana ut så länge normalt sömnbehov inte tillgodoses. När sömnavvikelsen minskar, absorberas allt mer av sömnskulden, vilket medger hög nivå av vakenhet och god uthållighet att hantera störningar av sömnrytmen. Under studien genomfördes ingen avsiktlig störning av den långa sömnperioden, vilket därför inte med säkerhet kan kommenteras. Arbetet bedömer dock att de vakenhetsnivåer och den mängd ackumulerad sömnskuld som indikerats medför en tämligen stor grad av motståndskraft mot kortvarigare och enstaka störningar av sömnrytmen.

## 5.4. Hypotes 3: Sömnbrist och utmattning hos en beslutsfattare påverkar dennes beslutsfattande negativt

Beslutprocessen RPD, som är en naturlig kognitiv process, är beroende av individens förmåga att insamla och hantera information. Initialt måste individen tolka uppgiften för att förstå vad den innebär. Detta kan ske i form av att individen tilldelas en uppgift av någon, eller att situationen utvecklas på ett sådant sätt att individen måste påbörjar någon form av agerande. Därefter måste individen insamla en mängd information avseende situationens förutsättningar - vilken typ av beslut krävs? Vilka resurser står till förfogande, inom vilka tidsramar är förutsättningarna giltiga? osv, när så aktivitet påbörjas måste individen kontinuerligt följa upp effekterna av eget agerande, om agerande utförs enligt plan, hur situationen fortsätter att utvecklas och om ytterligare beslut måste fattas. Vidare måste beslutsfattaren fortsätta att övervaka alla andra aspekter av rådande situation - all information är inte direkt kopplad till det som skapade beslutsbehovet. Under genereringen av handlingsalternativ och i konsekvensanalysen behöver felbedömningar och kortsiktiga analyser minimeras för att beslutad åtgärd ska vara tillräcklig men samtidigt rimlig. Därför ställs höga

krav på individens kognitiva utrymme. Under det fortsatta arbetet med att utvärdera egna handlingar och situationsutvecklingen måste individen vilja bibehålla arbetsinsatsen och inte gradvis minska analysinsatsen till förmån för antagande, gissningar eller önsketänkande. Eftersom all information oftast inte kan bearbetas, föreligger således alltid risken att uppgiftskritisk information initialt har missats och därför behöver beslutsfattaren genom hela förloppet ha tillgång till så stort kognitivt utrymme som möjligt för att ständigt ha beredskap för att bevaka oförutsedda händelseutvecklingar.

Sömnbristen påverkar människan genom att förvränga upplevelsen av hur ansträngande en aktivitet är, samt värdet i den uppnådda effekten. Genom att motivationskraften minskar med ökande utmattning minskar så beslutsfattarens vilja att agera. Uppgiftens tidsmässiga utdragning påverkar också, så att även om individen initialt har valt att påbörja en handling, så kan utmattning medför en högre sannolikhet för att individen inte väljer att slutföra uppgiften utan avbryter sitt agerande i förtid. I takt med att sömnbristen begränsar individens kognitiva förmåga, minskas beslutsfattarens möjligheter att, för det första, inse och tolka uppgiften, för det andra, att bedöma rimliga handlingsalternativ samt för det tredje att följa upp och utvärdera egna handlingars effekt och situationens händelseutveckling. Alltså blir beslutsfattaren mer ovillig att fatta beslut och beslut som fattas kommer att eftersträva handlingsalternativ som innehåller större risk för felaktigheter eftersom beslutet sannolikt fattas på ett sämre och mindre bearbetat informationsunderlag och anpassas efter en minskad investering avseende ansträngning - här riskerar beslutsfattaren att hamna i en ond spiral av för sena beslut och för små handlingar som kumulativt medför att individen stegvis förlorar kontrollen över sin situation. När fokus mot tidigare framgångsrika strategier och bibehållen ursprunglig målsättning ökar och förmågan att flexibelt kunna anpassa sig efter förändrade förhållanden och kunna formulera nya målsättningar efter händelseutvecklingen löper beslutsfattaren stor risk att bli statisk i sitt agerande och därmed förloras initiativet.

#### 5.4.1. Undersökningens resultat

Arbetet bedömer att hypotes 3 kan styrkas. Visserligen har denna faktor inte direkt undersökts inom ramen för varken den svenska eller de kanadensiska undersökningarna. Men med underlag från rådande kunskapsläge från relevanta forskningsfält anser arbetet att en teoretisk slutsats kan dras. De kognitiva processerna som inbegrips i mänskligt beslutsfattande kan tydligt påverkas av effekterna som uppkommer vid sömnbrist och utmattning. Detta innebär att sömnbrist och utmattning har en negativ på förmågan att fatta beslut.

## 6. Slutsatser

### 6.1. Vad är medför vaktsystemet?

#### 6.1.1. Uthållighet / upplevd vakenhet över tid

8-4-4-8 systemet medger en sammanhållen sömnperiod om 8h i teorin, men i realiteten begränsas denna till ungefär 7h, beroende på att hygienbestyr och måltider måste kunna intas under samma tidsrymd. Detta medför ett underskott om 1h jämfört mot normalt sömnbehov. Denna brist kan kompenseras av en kortare sömnperiod under den korta frivakten. Dessutom visar undersökningen att återhämtningseffekten av erhållen vila motverkar en ackumulering av sömnbehov. Undersökningens iakttagelser avseende trendutvecklingen för bedömd vakenhet, tillgodogjord sömn och sömnkvalité indikerar en robust uthållighet där höga vakenhetsnivåer kan genereras genom hela sjöexpeditionen, men visst undantag för den inledande synkroniseringsfasen. Arbetet bedömer vidare att 8-4-4-8 systemet är tillräckligt robust för att kunna hantera enstaka störningar av sömnrytmen. En sådan störning bör rimligen generera en ackumulering av sömnskuld och därmed sänkta vakenhetsnivåer. Dock visar undersökningen att sättet som ackumulerad sömnskuld absorberas genom ökad sömnkvalité under den längre sömnperioden att effekterna av en sådan störning skulle kunna hanteras inom 1-2 dygn beroende på störningens omfattning.

#### 6.1.2. Acklimatiseringstid - vad innebär det för verksamheten?

Undersökningens resultat följer förutsägelseerna som kan göras utifrån rådande forskningsläge. Synkroniseringstiden om 2-3 dygn för vaktlag 1 och 4-6 dygn för vaktlag 2 visar på en anpassningshastighet om 1-1,5h/dygn. Under synkroniseringsfasen nedgår vakenheten något och en icke obetydlig sömnskuld ackumuleras, särskilt för vaktlag 2. Detta innebär att förmågan att fatta taktiska beslut och genomföra normal ubåtsverksamhet är som mest utsatt för påverkan av utmattningssymptom under denna del av sjöexpeditionen. Detta bör medvetandegöras för såväl besättningar som för de som planerar ubåtars verksamhet då vaktsystemet avses nyttjas så att verksamheten kan anpassas efter detta.



### 6.1.3. Vad innebär 8-4-4-8 systemets genererade vakenhetsnivåer över tid avseende beslutsfattande i en taktisk miljö?

Detta arbete har kunnat påvisa en koppling mellan nedsättning av förmåga i att fatta beslut och utmattning. För sjöfarten har utmattning kommit allt mer i fokus, då haverier och tillbud har kunnat kopplas mot den mänskliga faktorn. Avseende militär verksamhet i allmänhet och ubåtsmilitär verksamhet i synnerhet finns en ytterligare tydligare riskbild kopplad till normal verksamhet då komplexiteten i verksamheten kan anses högre. Genom de vakenhetsnivåer som kan åstadkommas och bibehållas inom 8-4-4-8 systemet kan arbetet dra slutsatsen att vaktsystemet medger goda förutsättningar för att risken för negativ påverkan på beslutsprocessen kan minimeras. Generella vakenhetsnivåer är i nivå med normal dygnsrytm, medförande att kognitiv förmåga bör vara i paritet med den som råder normalt. Besättningens förmåga att genomföra ubåtsverksamhet och fatta taktiskt riktiga beslut uthålligt över hela sjöexpeditionen ges genom 8-4-4-8 systemet goda förutsättningar. Härmed konstaterar arbetet att 8-4-4-8 systemet är operativt relevant då det kan anses minska rådande risker för sjöfart och sjömilitär verksamhet, detta utan att enheten tillförs ytterligare resurser.

## 6.2. Rekommendationer

Utifrån arbetets resultat och slutsatser rekommenderar arbetet att ytterligare strukturerade undersökningar genomförs för att ytterligare stärka arbetets slutsatser för generell tillämpning. Här bör fortsatta undersökningar ombord ubåt prioriteras för att skapa möjligheter till jämförelse med detta arbete. Om sådan undersöknings resultat uppvisar likheter med detta arbete, bör andra plattformar som nyttjar 2-skiftsystem omfattas i det fortsatta undersökningsarbetet. Vidare bör även motsvarande undersökning av traditionellt sjövaktsystem genomföras för att ge möjlighet till analys av skillnaderna dem emellan och för att undersöka om 8-4-4-8-systemet leder till en förbättring, försämring eller en oförändrad situation.

Vidare bör 8-4-4-8 systemet omsättas i normal verksamhet ombord för att generera en bredare erfarenhetsbas avseende styrkor och svagheter och applicerbarhet.

Arbetet ser ett värde i att fortsatta studier även omfattar mätutrustning för mätning av fysiologiska faktorer såsom kroppstemperatur, pupilldilation samt reaktionstid som objektivt komplement till de subjektiva bedömningar som denna undersökning analyserat.

Som komplement både till undersökningar av 8-4-4-8 systemet som generell ombordverksamhet kan verktyget SAFTE, som nyttjats i de kanadensiska undersökningarna nyttjas för att modellera och prediktera besättningens beredskap, sömnskuld och vakenhet under olika verksamhetsformer.

## 7. Referenser

- Angstrom, J & J J Widén, 2015. *Contemporary military theory - the dynamics of war*. New York: Routledge
- Esaiasson, Peter, m.fl., 2017. *Metodpraktikan - Konsten att studera samhälle, individ och marknad*. Stockholm: Wolters Kluwer Sverige AB
- Gillberg, Mats, 2007. *Rekommendationer kring vaktsystem ombord på Marinens fartyg*, Stockholm: Karolinska Institutet
- Gunzelmann, Glenn, m.fl., 2019. "Basic and applied science interactions in fatigue understanding and risk mitigation" i van Dongen, Hans P A (red.) *Progress in Brain Research*, Volume 246, ISSN 0079-6123, <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2019.03.007>. Hämtdatum: 2020-02-25
- H Mål Förb. 2011. *Handbok Målsättningsarbete - Förband*. Stockholm: Försvarsmakten
- Heikkilä, Mikko, 2016. *Designing the optimum watch keeping schedule for a passenger vessel bridge team*. Turku: Yrkehögskolan Novia
- Hursh, Steven R, m.fl., 2004. *Fatigue models for Applied Research in Warfighting*. Aerospace medical association: Aviation, Space and Environmental medicine, vol 75, Nr 3, Section 2. Tillgänglig: <https://www.saftefast.com/downloads/Hursh-Redmond-Johnson-Thorne-Belenky-Balkin-Storm-Miller-Eddy-2004-pub.pdf>. Hämtdatum: 2020-03-23
- Ingesson, Tony, 2016. *The politics of combat; The political and Strategic Impact of Tactical-level Subcultures, 1939-1995*. Lund: Lund University
- Kusztor, Anikó, m.fl., 2019, *Sleep deprivation differentially affects subcomponents of cognitive control*. Oxford: Sleep Research society, Tillgänglig: doi: 10.1093/sleep/zsz016. Hämtdatum: 2020-02-25
- Larsson, Gerry, m.fl., 2006, *Direkt ledarskap*. Stockholm: Försvarsmakten
- Massar, Stijn A A, m.fl. 2019. "Sleep deprivation, effort allocation and performance" i van Dongen, Hans P A (red.) *Progress in Brain Research*, Volume 246, ISSN 0079-6123, Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2019.03.007>. Hämtdatum: 2020-02-25
- Paul, Michel A, m.fl., 2008. *An assessment of the CF submarine watch schedule variants for impact on modeled crew performance*. Toronto: Defense R&D Canada
- Paul, Michel A, m.fl., 2010. *Alternate Submarine Watch Systems: Recommendation for a new CF submarine watch schedule*. Toronto: Defense R&D Canada
- R FM MSR 1:2 Ledn FU 2013. 2013. *Markstridsreglemente 1:2 Ledning*. Stockholm: Försvarsmakten
- Ross, Karol G, m.fl., 2004. *The Recognition-Primed Decision Model*. Military Review: Tillgänglig: <https://eds-a-ebshost-com.ludwig.lub.lu.se/eds/>

- pdfviewer/pdf...id=0&sid=1e81b83d-85a6-4d8c-90c3-7c89854c08e5%  
40sessionmgr4008 Hämtdatum: 2020-03-25
- Russ, Andrew, 2018. *The human element - the effects of fatigue on ship safety*.  
Tillgänglig: <https://safety4sea.com/the-human-element-the-effects-of-fatigue-on-ship-safety/>. Hämtdatum: 2020-02-25
- NTSB, 2017, *Marine Accident Report: Collision between US Navy Destroyer John S McCain and Tanker Alnic MC Singapore Strait, 5 Miles Northeast of Horsburgh Lighthouse*, Washington: National Transportation Safety Board
- Shortland, Neil D, m.fl., 2019. *Conflict - how soldiers make impossible descisions*. Oxford scholarship online
- Skoog Haslum, Ewa, 2020. ”Hon leder Marinen”. *Försvarets Forum*, Artikel. Nr 1/2020
- Speller, Ian, 2014. *Understanding naval warfare*. New York: Routledge
- Strauch, Barry, 2015. *Investigating fatigue in marine accident investigations*,  
Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978915008604>. Hämtdatum: 2020-02-25
- Swift, A J, 2000. *Bridge team management*. London: The Nautical Institute
- Thunholm, Peter, 2017, *Hur fattar erfarna chefer beslut?*. Nr1 Januari/Mars 2017.  
Tillgänglig: [https://kkrva.se/hot/2017%3A1/thunholm\\_hurfattarerfarna.pdf](https://kkrva.se/hot/2017%3A1/thunholm_hurfattarerfarna.pdf)  
Hämtdatum: 2020-04-09
- Thurén, Thorsten, 2013. *Källkritik*. Stockholm: Liber
- Thurén, Thorsten, 2019. *Vetenskapsteori för nybörjare*. Stockholm: Liber AB
- Ub R M, 2014. *Ubåtsreglemente för marinen*, Stockholm: Försvarsmakten
- Westrin, T H (red.), 1919. *Nordisk familjebok; Konversationslexikon och realencyklopedi, tjugooåttonde bandet*. Stockholm: Nordisk familjeboks förlags aktiebolag
- Whitney, Paul, m.fl. 2019. ”A dynamic attentional control framework for understanding sleep deprivation effects on cognition” i van Dongen, Hans P A (red.) *Progress in Brain Research*, Volume 246, ISSN 0079-6123, Tillgänglig: <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2019.03.007>. Hämtdatum: 2020-02-25

# Bilaga 1 - Sömnenkät

Summera dina tankar om det nya vaktsystemet. Hur den påverkat din sömn och vakenhet under köret:

## Undersökning av sömn och vakenhet

Vaktssystem:  8-4-4-8  6-6-6-6

Vakt:  SB  BB  Vaktfri

Tjgr:

Namn(friv.):

Ålder(friv.):

Målet med undersökningen är att på ett systematiskt sätt dokumentera hur besättningen påverkas av vaktsystemet beträffande sömn och vakenhet.

Syftet med undersökningen är att ge beslutunderlag för hur återhämtningen ska optimeras ombord. Detta skall leda till att optimera förmågan för varje enskild individ till prestation och inlärning.

För att undersökning ska ge önskad effekt är ett högt deltagande av besättningen ett måste. Det ligger i varje individs ansvar att dokumentera sin sömn och vakenhet. För att dokumentationen reabilitet är det viktigt att den sker i direkt anslutning till varje vakt.

### Instruktioner

I detta undersökningsunderlag finner du en matris som du dagligen ska fylla i. Matrisen innehåller sex kolumner:

**Dygn och vaken period**- Skriv dygn räknad från LK och antal timmar du varit vaken sedan senaste sömntillfället.

**Vakenhet 1-10**- Bedöm din vakenhet under vakten. 1 är mycket låg och 10 är mycket hög.

**Vila/sömn innan vakten(h)**- Skriv antal timmars vila samt sömn innan vakten.

**Sömn/vila 1-10**- Bedöm din sömn/vila innan vakten. 1 är mycket låg och 10 är mycket hög.

**Kommentar**- Fritext. Vad du tror kan ha påverkat din vila/sömn eller vakenhet inför/under denna vakt.

Dygn och vaken period	Vakenhet 1-10	Vila/sömn (h) innan vakten	Sömn/vila 1-10	Kommentar

Dygn och vaken period	Vakenhet 1-10	Vila/ sömn (h) innan vakten	Sömn/ vila 1-10	Kommentar

Dygn och vaken period	Vakenhet 1-10	Vila/ sömn (h) innan vakten	Sömn/ vila 1-10	Kommentar

Dygn och vaken period	Vakenhet 1-10	Vila/ sömn (h) innan vakten	Sömn/ vila 1-10	Kommentar

Dygn och vaken period	Vakenhet 1-10	Vila/ sömn (h) innan vakten	Sömn/ vila 1-10	Kommentar

# Bilaga 2 - Sammanställning enkätsvar

Denna bilaga redovisar enskilda enkätsvar för respektive basdatakategori som enkäten undersökte. Vidare redovisas den sammanställning och medelräkning av inkomna enkätsvar som nyttjats i arbetet.

## Vaken period innan vila (h)

Grönmarkerade enkätsvar har följt vaktlag 1 och rödmarkerade enkätsvar har följt vaktlag 2

		Vaken period innan vila (h)																			
År	Mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2018	10-16	0	0	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	10-20	4	4	4	4	13	3	3	4	24	4	4	4	4	1	3	0	3	1	1	4
2019	10-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10-20	1	3	0	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabell 1 - vaken period innan vila

## Viloperiod (h)

Grönmarkerade enkätsvar har följt vaktlag 1 och rödmarkerade enkätsvar har följt vaktlag 2

		Viloperiod (h)																			
År	Mån	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2018	10-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	10-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 2 - viloperiod



# Diagramunderlag

Medelvärdesberäkning av respektive basdatakategori uppdelat för respektive vaktlag.

Formel för tabell 9 - medelvärde avvikelse normalsöm och ackumulerad sömnskuld:

Avvikelse normalsöm:

$$\left\{ \sum \text{Sömnpriod } \mathbf{1-4} \right\} - 16$$

Akkumulerad sömnskuld:

$$\left\{ (\text{Sömnlång sömnpriod } 1 \cdot 1) \times \frac{\text{Sömnskvalité}}{m\text{Sömnskvalité}} + (\text{Sömnlång kort sömnpriod } 1 \cdot 0,7) \times \frac{\text{Sömnskvalité}}{m\text{Sömnskvalité}} + (\text{Sömnlång sömnpriod } 2 \cdot 1) \times \frac{\text{Sömnskvalité}}{m\text{Sömnskvalité}} + (\text{Sömnlång kort sömnpriod } 2 \cdot 0,7) \times \frac{\text{Sömnskvalité}}{m\text{Sömnskvalité}} \right\} - 16$$

Vaken period	Vaktlag 1	Vaktlag 2
12-16	2,88	4,00
16-20	4,00	2,19
20-04	2,25	6,00
04-12	8,00	3,00
12-16	2,26	4,00
16-20	4,00	2,21
20-04	2,27	6,00
04-12	8,00	3,05
12-16	2,28	4,00
16-20	4,00	2,32
20-04	2,28	6,00
04-12	8,00	3,08
12-16	2,26	4,00
16-20	4,00	2,30
20-04	2,28	6,00
04-12	8,00	3,04
12-16	2,44	4,00
16-20	4,00	2,34
20-04	2,28	6,00
04-12	8,00	3,07
12-16	2,52	4,00
16-20	4,00	2,35
20-04	2,28	6,00
04-12	8,00	3,02
12-16	2,48	4,00
16-20	4,00	2,30
20-04	2,21	6,00
04-12	8,00	3,08
12-16	2,50	4,00
16-20	4,00	2,38
20-04	2,28	6,00
04-12	8,00	3,08
12-16	2,38	4,00
16-20	4,00	2,48
20-04	2,19	6,00
04-12	8,00	3,00
Medelvärde	2,42	4,00
Medelvärde	4,00	2,30
Medelvärde	2,24	6,00
Medelvärde	8,00	3,01
Vaken period/ Öppn	16,00	16,30

Tabell 5 - Medelvärde vaken period

Viloperiod	Vaktlag 1	Vaktlag 2
12-16	1,11	1,23
16-20	6,00	6,48
20-04	6,00	6,48
04-12	6,00	6,48
12-16	1,11	1,09
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,38
12-16	1,07	1,03
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,07
12-16	1,04	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,04	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
12-16	1,03	1,01
16-20	6,00	6,00
20-04	6,00	6,00
04-12	6,00	6,06
Medelvärde	1,58	1,19
Medelvärde	6,78	6,38
Sömnskvalité dag	7,25	7,52
Sömnskvalité natt	7,25	7,52

Tabell 6 - Medelvärde viloperiod

Viloperiod	Vaktlag 1	Vaktlag 2	Bed
12-16	6,00	100,00	6,42
16-20	6,31	50,00	6,42
20-04	6,31	50,00	6,42
04-12	6,31	50,00	6,42
12-16	7,00	100,00	7,46
16-20	6,47	50,00	7,46
20-04	6,47	50,00	7,46
04-12	6,47	50,00	7,46
12-16	6,48	100,00	7,48
16-20	7,11	50,00	7,48
20-04	7,11	50,00	7,48
04-12	7,11	50,00	7,48
12-16	6,80	100,00	7,83
16-20	7,38	50,00	7,83
20-04	7,38	50,00	7,83
04-12	7,38	50,00	7,83
12-16	6,38	100,00	7,79
16-20	7,18	50,00	7,79
20-04	7,18	50,00	7,79
04-12	7,18	50,00	7,79
12-16	5,79	100,00	7,65
16-20	7,00	50,00	7,65
20-04	7,00	50,00	7,65
04-12	7,00	50,00	7,65
12-16	6,25	100,00	6,13
16-20	7,21	50,00	6,13
20-04	7,21	50,00	6,13
04-12	7,21	50,00	6,13
12-16	6,50	100,00	6,06
16-20	7,54	50,00	6,06
20-04	7,54	50,00	6,06
04-12	7,54	50,00	6,06
12-16	6,30	100,00	6,10
16-20	7,18	50,00	6,10
20-04	7,18	50,00	6,10
04-12	7,18	50,00	6,10
12-16	6,00	100,00	6,00
16-20	7,18	50,00	6,00
20-04	7,18	50,00	6,00
04-12	7,18	50,00	6,00
12-16	6,41	100,00	6,41
16-20	7,05	50,00	6,41
20-04	7,05	50,00	6,41
04-12	7,05	50,00	6,41
Medelvärde	6,85	7,55	7,21
Sömnskvalité dag	6,75	7,55	7,21
Sömnskvalité natt	7,21	7,21	7,21

Tabell 7 - Medelvärde Sömnskvalité

Vakenhet	Vaktlag 1	Vaktlag 2
12-16	7,20	6,42
16-20	6,31	6,31
20-04	6,31	6,31
04-12	6,31	6,31
12-16	7,46	7,46
16-20	7,11	7,11
20-04	7,11	7,11
04-12	7,11	7,11
12-16	7,48	7,48
16-20	6,72	6,72
20-04	6,72	6,72
04-12	6,72	6,72
12-16	7,83	7,83
16-20	7,38	7,38
20-04	7,38	7,38
04-12	7,38	7,38
12-16	7,79	7,79
16-20	7,18	7,18
20-04	7,18	7,18
04-12	7,18	7,18
12-16	7,65	7,65
16-20	7,00	7,00
20-04	7,00	7,00
04-12	7,00	7,00
12-16	6,13	6,13
16-20	7,11	7,11
20-04	7,11	7,11
04-12	7,11	7,11
12-16	6,06	6,06
16-20	7,21	7,21
20-04	7,21	7,21
04-12	7,21	7,21
12-16	6,10	6,10
16-20	7,18	7,18
20-04	7,18	7,18
04-12	7,18	7,18
12-16	6,00	6,00
16-20	7,18	7,18
20-04	7,18	7,18
04-12	7,18	7,18
12-16	6,00	6,00
16-20	7,18	7,18
20-04	7,18	7,18
04-12	7,18	7,18
Medelvärde	7,04	7,52
Medelvärde	7,21	7,21
Vakenhet dag	7,41	7,29
Vakenhet natt	7,29	7,29

Tabell 8 - Medelvärde bedömd vakenhet

Vaken period	Vaktlag 1 - Avvikelse normalsöm	Vaktlag 1 - Akkumulerad sömnskuld	Vaktlag 2 - Avvikelse normalsöm	Vaktlag 2 - Akkumulerad sömnskuld
12-16	0,0	0,0	0,0	0,0
16-20	-1,2	-1,8	-0,3	-1,7
20-04	0,0	-0,8	0,0	-1,2
04-12	-1,2	-2,0	-0,3	-2,3
12-16	0,0	-0,3	0,0	-0,3
16-20	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
20-04	0,0	-0,8	0,0	-1,2
04-12	-1,2	-2,0	-0,3	-2,3
12-16	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
16-20	0,0	-0,3	0,0	-0,3
20-04	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
04-12	-1,2	-2,0	-0,3	-2,3
12-16	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
16-20	0,0	-0,3	0,0	-0,3
20-04	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
04-12	-1,2	-2,0	-0,3	-2,3
12-16	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
16-20	0,0	-0,3	0,0	-0,3
20-04	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
04-12	-1,2	-2,0	-0,3	-2,3
12-16	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
16-20	0,0	-0,3	0,0	-0,3
20-04	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
04-12	-1,2	-2,0	-0,3	-2,3
12-16	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
16-20	0,0	-0,3	0,0	-0,3
20-04	-1,2	-1,8	-0,3	-2,1
04-12	-1,2	-2,0	-0,3	-2,3

Tabell 9 - Medelvärde avvikelse normalsöm och ackumulerad sömnskuld