



RAPPORT

Datum:
[Publish Date]

SSPA Rapport Nr.:
[Projektnummer]

Projektledare:
Lars Markström

Författare:
Lars Markström
Lars.markstrom@sspa.se
031-7729135

[Klicka här för att lägga till text. Tryck "enter" för fler rader]

Referens:

Stiftelsen Sveriges Sjömanshus
Christer Nordling

Fartyg, människa och ljusmiljö

[klicka här för att lägga till text]

SSPA Sweden AB

SSPA Sweden AB

Peter Grundevik
*VicePresident
Research*

Lars Markström
*Project Manager
Research*

SSPA SWEDEN AB – YOUR MARITIME SOLUTION PARTNER

HUVUDKONTOR: Box 24001 · 400 22 Göteborg · Sverige · Tel: 031-772 90 00 · Fax: 031-772 91 24

BESÖKSADRESS: Chalmers Tvärgata 10 · 412 58 Göteborg · Sverige

REGIONKONTOR: Fiskargatan 8 · 116 20 Stockholm · Sverige · Tel: 031-772 90 00 · Fax: 08-31 15 43

INTERNET: www.sspa.se · E-MAIL: postmaster@sspa.se · ORG NR/VAT NO: SE556224191801

Sammanfattning

Livet som sjöman innehåller flera hälsorisker och hör till de farligare yrkena. En av faktorerna som är värd att fokusera på är sömn, då den riskerar att påverkas extra negativt för sjömän på grund av skiftarbete, brutna frivakter och eventuella långa resor vid av- och påmönstring med påföljande jetlag. Sömnens betydelse för vårt långsiktiga välbefinnande än vad vi hittills trott och forskningen på området pågår alltjämt. Vad som är väldokumenterat och föga förvånande är betydelsen av god sömn för att kunna vara alert och utföra ett säkert arbete.

Dessbättre finns det möjligheter att förbättra sömnen med relativt enkla medel som till exempel hur man låter sig exponeras för ljus vid rätt tillfälle och kvalitet, vilket den här rapporten går djupare in på. Råden som presenteras är avsedda att kunna tas till vara av rederi, befäl och den enskilde besättningsmannen. Det är dock viktigt att förändringarna sker planerat, varsamt och kontrollerat i överenskommelse med rederi och befäl så att man säkerställer att i inga oönskade effekter uppstår eller att man kan hantera dessa utan att fara uppstår.

För att motivera att arbeta med ljuskvalitet ges en bakgrund där sömnen och dess betydelse beskrivs relativt ingående.

En ljuskälla med det önskvärda blå ljuset, vilket gynnar vår dygnsrytm, beskrivs och sätts i sitt sammanhang relativt hur våra vanligaste typer av belysning fungerar.

En god dygnsrytm beror inte bara av blått ljus vid rätt tillfälle, utan också att blått ljus före sänggående undviks. Detta beskrivs liksom tillgängliga medel för att klara detta utan behöva släcka ned totalt eller helt undvika exempelvis datorskärmar.

Sist, men inte minst, behandlas hur man praktiskt kan arbeta med personliga rutiner ombord för att använda ljuset till sin fördel för att komma in i rätt dygnsrytm även vid arbete nattetid.

1 Ordlista

cirkadisk rytm	Dygnsrytm.
CRI	Färgåtergivningsindex.
fluorescerande ljus	Ljuskälla av gasurladdningstyp, till exempel lysrör.
FSI	Fullspektrumindex
ganglieceller	Celler i ögat känsliga för blått ljus.
kortisol	Ett hormon relaterat till ämnesomsättning och stress.
ljusspektrum	Ljusets uppdelning i olika våglängder.
ljustemperatur	Ett mått på hur vitt ljus är. Anges i Kelvin.
lumen	SI-enheten för ljusflöde och har enhetssymbolen lm.
lux	Lux är SI-enheten för belysningsstyrka, eller illuminans, och är definierad som lm/m^2 .
melatonin	Ett hormon som påverkar dygnsrytm och sömn.
volfram	Metalliskt grundämne vanligt i glödlampor
zeitgeber	Stimuli som påverkar dygnsrytmen.



Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
1 Ordlista	3
2 Inledning	6
2.1 Påfrestningar som sjömän.....	6
2.1.1 Arbetssskador	6
2.1.2 Ohälsa.....	6
2.2 Arbete, vila & sömn	6
2.2.1 Ljusets betydelse för Sömn.....	6
3 Sömn	8
3.1 Introduktion	8
3.1.1 Sömnens funktion	8
3.1.2 Normal sömn.....	8
3.1.3 Akut sömnbrist.....	9
3.1.4 Kronisk sömnbrist	9
4 Cirkadiska rytmen	10
4.1 Den cirkadiska rytmen.....	10
4.1.1 Ljusets inverkan.....	10
4.1.2 Hormonet melatonin	11
4.1.3 En värld med störande ljus	11
4.2 Andra effekter av ljus	12
4.2.1 Sol och hälsa	12
4.2.2 Depression.....	12
5 Vanliga ljuskällor och ljuskvalitet	13
5.1 Introduktion	13
5.1.1 Färgåtergivning.....	13
5.1.2 Färgtemperatur.....	13
5.2 Ljuskällor	14
5.2.1 Glödlampor	14
5.2.2 Halogenlampor.....	15
5.2.3 Gasurladdningslampor, lysrör.....	15
5.2.4 Solid State Lighting, LED	16
6 Fullspektrumljuskällor	18
6.1 Blått ljus.....	18
6.2 Ljusstyrka	18

6.3	Specifikationer för fullspektrumljuskällor	18
6.3.1	UVA & UVB	19
6.3.2	Fullspektrumindex, FSI.....	20
7	Blåljusblockering	22
7.1	Blått ljus vid rätt tillfälle.....	22
7.2	Gula glasögon.....	22
7.2.1	Effekter på sömn.....	22
7.2.2	Varianter på glasögon	22
7.3	Reduktion av ljus från skärmar.....	23
7.4	Få naturligt solljus	23
8	Ljus för fartygsbesättningar	24
8.1	Bakgrund.....	24
8.2	Anpassning av dygnsrytm	24
8.3	Konflikt med mörkerseendet.....	25
9	Slutsatser och diskussion	27
10	References.....	28

2 Inledning

2.1 Påfrestningar som sjömän

Livet som sjöman innebär flera hälsorisker och är listat som det fjärde farligaste yrket när har AFA vägt samman fyra indikatorer på ohälsa (allvarlighetstal) för att få en samlad bild av den arbets- och sjukdomsrelaterade ohälsan (AFA Försäkring, 2004).

2.1.1 Arbetsskador

Bland de påfrestningar och faror som traditionellt uppmärksammas ser vi bland annat skador vid förtöjning, halkolyckor, arbete med handverktyg, fallolyckor, besvärliga arbetsställningar, buller, extrema temperaturer och, inte minst, de farliga och ofta dödliga olyckorna med giftiga gaser i slutna utrymmen (Arbetsmiljöupplysningen, u.d.).

2.1.2 Ohälsa

Utöver själva arbetet ombord finns det ohälsosfaktorer så som skiftarbete, sjösjuka och sociala aspekter. Skiftarbetet kan innebära stora belastningar på hälsan och risken för olyckor arbetsskador ökar också (Stressforskningsintitutet). Sjösjuka påverkar sjömannens förmåga och ökar risken för utmattning (Carlos & Pik, 2003) och utöver detta kommer de sociala aspekterna som involverar uppbrytande och frånvaro från familj och vänner (Neadic´, Drazen, & Krajnovic´, 2015).

2.2 Arbete, vila & sömn

Centralt för att kunna utföra ett säkert arbete är att man är alert och koncentrerad, vilket kräver att man har fått fullgod sömn och känner sig utvilad, vilket även är viktigt för det allmänna välbefinnandet. Något som definitivt hotar en god sömn är skiftarbete, vilket flera positioner ombord kräver.

Men en fullgod sömn är ingen självklarhet bara för att man inte arbetar skift, även buller och sjögång kan påverka sömnen. Dessutom är fullgod sömn inte självklart ens för gemene man, 30% av svenskarna sover mindre än rekommenderat och cirka 50% uppger att de inte känner sig utvilade efter deras vanliga sömnperiod (Benedict).

2.2.1 Ljusets betydelse för Sömn

Bland alla faktorer ombord som påverkar sömn och vakenhet kanske ljusets inverkan är mindre känd. I huvudsak handlar denna rapport om ljusets, och då speciellt ljusspektrumets, påverkan på sömnen och dess både kort- och långsiktiga effekter. Med större insikt om ljusets effekter kan den enskilde besättningsmedlemmen anpassa sina rutiner och på så sätt påverka sitt välbefinnande.

För att sätta ljusets betydelse i ett större sammanhang behandlas också sömnen och dess betydelse i en vidare mening och hur den kan förbättras med medel utöver och/eller i kombination med de ljus tekniker som beskrivs.

3 Sömn

3.1 Introduktion

Vi tillbringar cirka $\frac{1}{3}$ av vår tid sovande och det är ett livsviktigt tillstånd. God sömn är inte bara en förutsättning för att vara pigg och alert under vår vakna tid, utan även avgörande för vår hälsa och vårt välbefinnande i flera aspekter.

Det finns mycket som tyder på sömnen har en mycket fundamental betydelse som är djupt rotad i vår evolution. Alla däggdjur sover, men även fåglar sover och sömnmönstret är likartat med både djupsömn och drömsömn. På senare tid har även studier gjorts som tyder på att även den uråldriga reptilen kan ha liknande sömn. (Emily Underwood, 2016)

3.1.1 Sömnens funktion

Länge var det vetenskapliga intresset för ämnet sömn lågt och först under 1900-talets mitt skedde viktiga framsteg inom sömnforskningen. Även om det fortfarande finns kunskapsluckor inom området vet vi att sömnen är inblandad i en stor mängd psykologiska och biologiska processer i kroppen som är viktiga för vår återhämtning (Åkerstedt, 2004). Bland dessa effekter kan särskilt nämnas att sömn hjälper till att konsolidera nya minnen, hjälper till vid problemlösning när man är vaken och rensar hjärnan från skadliga ämnen (Benedict).

I vår vakna del av dygnet när vi är aktiva förbrukar vi energi och andra resurser i nedbrytande, så kallade katabola processer. Dessa katabola processer motverkas då vi sover av motsatta, uppbyggande, anabola processer. Detta sker främst vid djupsömn då en kraftig frisättning av det uppbyggande tillväxthormon samtidigt som det nedbrytande hormonet kortisol minskar. Under denna reparationsfas minskar även blodtryck, andningsfrekvens, kroppstemperatur och puls (FORTE, Forskningsrådet för hälsa, arbetsliv och välfärd, 2013). Det är också känt att tillväxthormon har en kraftig metabol effekt och är associerad med minskad övervikt (Scacchi, Pinecelli, & Cavagnini, 1999).

3.1.2 Normal sömn

Sömnen består av flera stadier, från vakenhet till djupsömn i stadie 4, där emellan kommer drömsömn (även kallad REM-sömn), stadie 1, 2 och 3. Det normala sömnbehovet för en vuxen är 6-8 timmar och minskar med stigande ålder. Under REM-sömnen har man huvuddelen av sina drömmar medan djupsömnen är den viktigaste fasen för återhämtning. Djupsömn sker mestadels i början av sömnperioden och därför räknas den som den viktigaste och kan vara tillräcklig för en enstaka natt (Nestor, 2015).

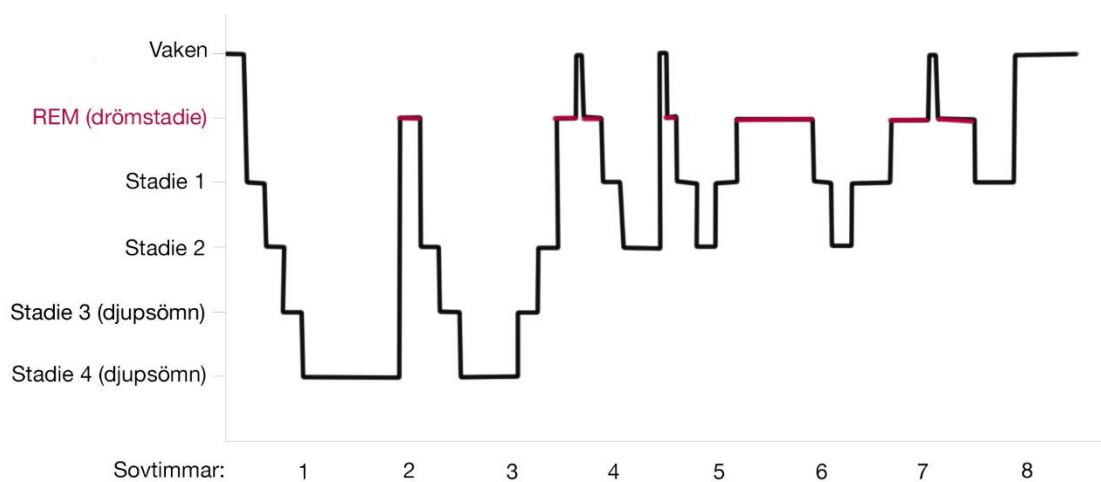


Figure 1 Sömnens olika stadier under natt. Källa sömn.se, Fakta om sömn <http://cdn.healthcare.se/xn--smn-sna/wp-content/uploads/sites/352/2014/03/dr%C3%B6mstadier.jpg><http://cdn.healthcare.se/xn--smn-sna/wp-content/uploads/sites/352/2014/03/dr%C3%B6mstadier.jpg>

3.1.3 Akut sömnbrist

Först 10 till 15 timmar efter utebliven sömn kommer besvär som okoncentration med mera. Om sömnbristen byggs på vidare uppkommer trötthet dagtid, omdömeslöshet, irritabilitet och humörsvingningar. Risken för olyckor ökar i trafiken och på arbetet (Three Doctors, 2015).

3.1.4 Kronisk sömnbrist

En störd eller för kort sömn under längre tid kan påverka vår hälsa negativt och är associerat med flera av de åkommor som är vanliga i dagens samhälle idag, som till exempel hjärt-kärlsjukdom, diabetes, depression och utmattningssyndrom (FORTE, Forskningsrådet för hälsa, arbetsliv och välfärd, 2013). Kronisk sömnstörning är även associerat med bland annat minnesstörningar, oro, ångest, minskad stresstolerans, sänkt smärttolerans och impotens/minskad sexlust (Three Doctors, 2015).

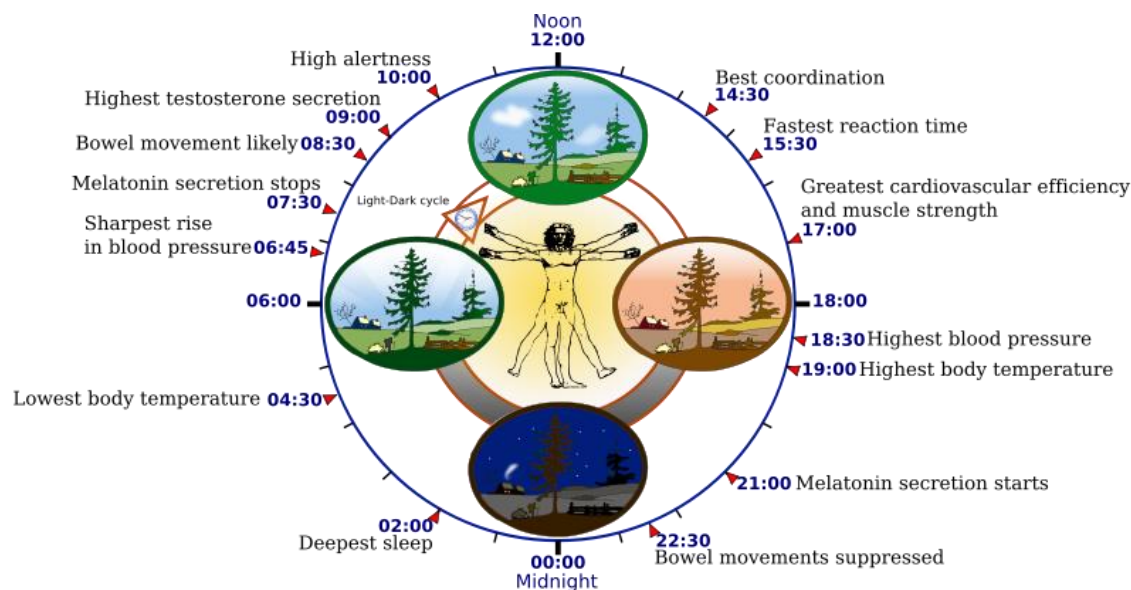
Till de vanligaste orsakerna till en störd sömn hör (Nestor, 2015):

- Barn
- Skiftarbete
- Oro
- Stress

4 Cirkadiska rytmen

4.1 Den cirkadiska rytmen

Vår dygnsrytm, den så kallade cirkadiska rytmen, styr många av våra viktiga kroppsfunktioner så som kroppstemperatur, hormonutsöndring, metabolism och inte minst vakenhet och sömn (National Institute of General Medical Sciences, 2016).



Figur 2. Den cirkadiska rytmen. Bild av Yassine Mrabet "Overview of biological circadian clock in humans"

4.1.1 Ljusets inverkan

En av de viktigaste yttre faktorerna, så kallade *zeitgeber* (tyska för tidgivare), som styr den cirkadiska rytmen för människan är ljus. Men det finns även andra *zeitgebers* som till exempel temperaturförändringar och sociala stimuli (SK Elmore, 1994).

Mekanismen för hur ljuset påverkar människans cirkadiska rytm har inte varit känd särskilt länge. I 150 år har vi däremot haft en förhärskande modell över ögats funktion med tappar och stavar som utgör receptorer för ljus och bildandet av synen. Först sent 1990-tal upptäcktes en ny typ av ljusreceptorer, speciella ganglioceller (pRGCs) som är känsliga för företrädesvis den blå delen av ljusspektret med våglängd $\lambda_{max} \sim 480\text{nm}$ (Foster, 2012).

4.1.2 Hormonet melatonin

Ett av de mer intressanta hormonerna vilket är direkt förknippat med sömn är melatonin som först kunde isoleras från oxens tallkottkörtel 1958. I människan producerar det också i tallkottkörteln i en process som innefattar bland annat tryptofan och serotonin och har förmåga att nå ut till större delen av alla cellmembran och kan även passera blod-hjärnbarriären. Melatonin utsöndras i huvudsak under natten. Den dagliga sömn-vakenhetscykeln påverkas i huvudsak av två faktorer, kroppens klocka via den cirkadiska rytmen och det undertryckta behovet av sömn, det vill säga om vi fått tillräckligt med sömn (Khullar, 2012). Utsöndringen styrs i sin tur av dygnsrytmskärnan (kallas även suprachiasmatiska kärnan och förkortas ibland SCN) som är belägen i hypotalamus cirka tre centimeter bakom ögonen (Jensen, 2002). Den mest potentia yttre påverkan på dygnsrytmskärnan kommer från ljus via gangliocellerna i ögat (Paul, Saafir, & Tosini, 2009)

Melatonin finns även som medicin under namnet Cirkadin och kan intas i tablettform. Då har den samma effekt som om det produceras i kroppen. Eftersom det inte går att patentera och därmed öka möjligheterna att tjäna pengar på det, är intresset från industrin att göra studier på det mycket lågt, varför effekterna av det på befolkningsnivå är osäkert. Det är receptbelagt i Sverige, men i vissa europeiska länder och i USA räknas det som kosttillskott och säljs fritt i mataffärer eller hälsokostbutiker (Brodda, 2014).

Utöver det handikapp som förknippas med att vara blind kan ytterligare en besvärande faktor yttra sig genom att ljuset inte når in till den cirkadiska klockan via näthinnan, vilket i sin tur kan ge upphov till sömnproblem nattetid och trötthet under dagtid. Detta kan behandlas med tillskott av melatonin och då är tidpunkten för när det intas mycket viktigt för att återställa en normal dygnsrytm (Skene & Arendt, 2007).

Det är någorlunda väldokumenterat att tillförsel av melatonin även kan minska besvären av jetlag, det vill säga en rubbad dygnsrytm till följd av förflyttning över flera tidszoner, även om man kanske inte blir helt besvärsfri (Läkemedelsverket, 1998). Detta kanske kan vara intressant att studera vidare för att hjälpa sjöpersonal att komma in i en bra dygnsrytm efter långa resor ihop med på- och avmönstring. Risker, som till exempel dåsighet om melatonin tas vid feltillfälle, måste dock beaktas noga. (förf. kom.).

4.1.3 En värld med störande ljus

99% av den amerikanska och europeiska befolkningen lever under ljusförorenade himlavalv. Även om detta sken är relativt svagt ger det en indikation om hur mycket ljuskällor som existerar i vår utomhusmiljö och mer direkt kan påverka människan (Fabio Falchi, 2016). Detta gäller ju på våra tätbefolkade kontinenter medan haven är närmast totalt befriade från

ljusföroreningar, vilket borde ge sjömän en fantastisk möjlighet att uppleva naturligt mörker och även skåda stjärnhimlen om sådant intresse finns.

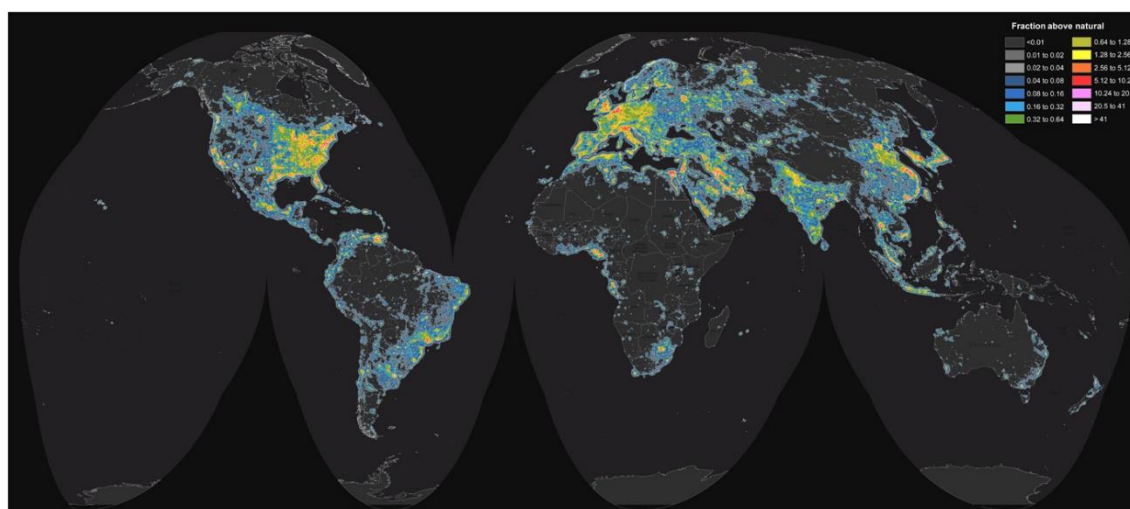


Figure 3. World map of artificial sky brightness. Fabio Falchi et al. Sci Adv 2016;2:e1600377

4.2 Andra effekter av ljus

4.2.1 Sol och hälsa

I en nyligen publicerad svensk studie har man tittat inte bara på risken för att dö i cancer, utan även på den totala dödligheten för de som vistats mycket i solen. Till skillnad från vad man skulle kunna tro är deras förväntade livslängd 0,6-2,1 år *längre* än de som undviker solljus. Förklaringen ligger i att de som vistas mer i solen har minskad risk för hjärt- kärlsjukdom och andra icke cancersjukdomar och då ökar den relativa förekomsten av cancer i och med att livslängden ökar. Studien ger inte svar på varför ökad solexponering är gynnsam, men ökade d-vitaminnivåer anges som en trolig förklaring (Lindqvist, o.a., 2016). Åtminstone 1000 olika gener styr och reglerar i stort sett all vävnad i kroppen och är beroende av vitamin D3, den aktiva formen av vitamin d, och påverkar så skilda saker som kalciummetabolismen, immunsystemet och musklerna (Mead, 2008).

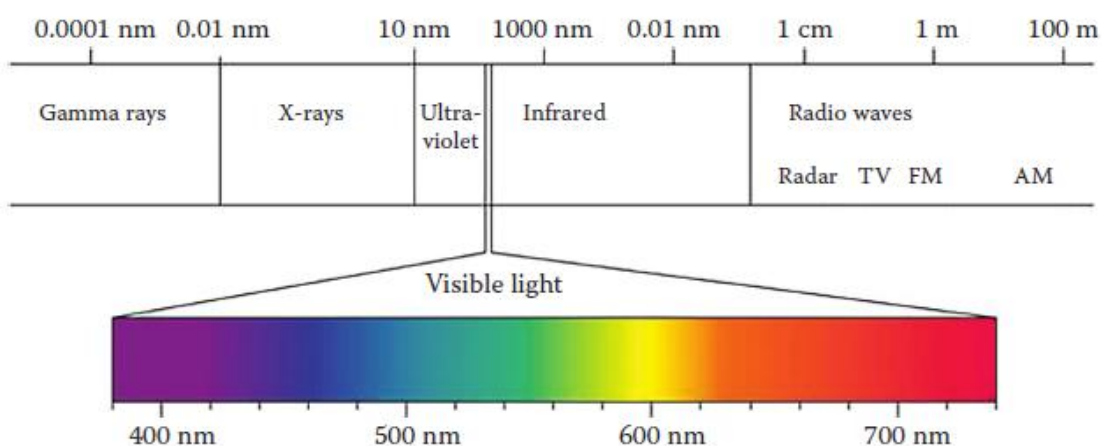
4.2.2 Depression

Det finns en diagnos som benämns Seasonal Affective Disorder (SAD) eller på svenska, årstidsbunden depression, som man misstänker påverkas av brist på dagsljus (Chahal & Mardon, 2009). SAD är vanligast på vintern och studien visade att människor bosatta på Grönland hade mer förekomst av denna åkomma ju längre norrut de bodde. En vanlig behandling är ljusterapi med fullspektrumljus.

5 Vanliga ljuskällor och ljuskvalitet

5.1 Introduktion

Det skiljer rätt mycket i ljusegenskaper för olika ljuskällor och följande orientering i ämnet behandlar de vanligaste typerna på marknaden och som förekommer frekvent i olika installationer. Innehållet i detta kapitel är i flera delar hämtat från boken Spyridon Kitsinelis, *Light Sources, Second Edition Basics of Lighting Technologies and Applications* och är utmärkt läsning för den som vill förkovra sig mer i ämnet.



Figur 4 Det synliga ljusets spektrum. Källa: Spyridon Kitsinelis, *Light Sources, Second Edition Basics of Lighting Technologies and Applications*

Redan 1661 kunde Isaac Newton visa att vitt ljus består av flera färger, från de kortaste våglängderna av lila, indigo, blå över till grön och gult och vidare till de längre våglängderna med orange och röd (Breslin & Montwill, 2013).

5.1.1 Färgåtergivning

Även om naturligt dagsljus består av ett kontinuerligt ljusspektrum av alla färger är detta inte nödvändigt för att ett ljus skall uppfattas som vitt. Det räcker nämligen med ljusinhåll från varje färgområde för rött, grönt och blått. Detta kan dock ge upphov till att färgåtergivningen från en sådan ljuskälla upplevs som dålig. Color Rendering Index (CRI) är ett mått på färgåtergivningsförmåga och ett värde på 100 motsvarar vitt ljus. (Kitsinelis, 2015).

5.1.2 Färgtemperatur

För att beskriva hur vitt ett ljus upplevs brukar man använda de engelska termerna *warm white* och *cool white* vilka motsvaras av de svenska termerna varmvit och kallvit. Tillverkarna av ljuskällor använder sig av dessa benämningar också även om innebörden av dem kan skilja sig något åt, men följande definition är ändå användbar:

- Varmvit < 3500 K
- Neutral = 3500-5000 K
- Kallvit > 5000 K

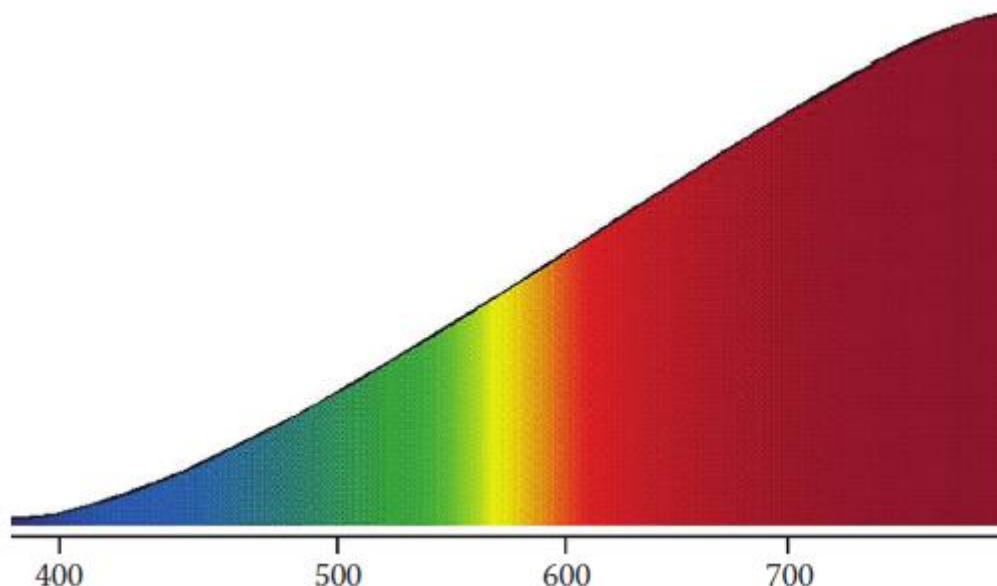
K, det vill säga Kelvin, är måttet på hur vitt ljuset är och kallas färgtemperatur och ju vitare ljuset är desto högre färgtemperatur har det. Benämningen temperatur kommer från den ljuston en svartkropp utstrålar vid en viss temperatur.

5.2 Ljuskällor

Vissa ljuskällor, där ljuset kommer från upphettning av ett material, ofta elektrisk ström, ger ett ljus som är vitare ju högre temperatur tråden har och har ett färgspektra som är kontinuerligt och komplett, det vill säga ett CRI på 100. Flera andra typer av ljuskällor bygger annan teknik än upphettning av ett material, varför färgspektrat kan vara långt ifrån kontinuerligt eller neutralt och kan därför ha ett CRI långt under 100 (Kitsinelis, 2015).

5.2.1 Glödlampor

Glödlampor har funnits länge och 1879 räknas som glödlampans tillkomst av Alva Edison, även om flera andra var inblandade ännu tidigare. Ljuset kommer från den elektriskt upphettade glödande metalltråden. Glödlampan har flera viktiga fördelar som lågt pris, kan drivas av både växelström eller likström och har ett kontinuerligt spektrum och täcker hela det synliga området.



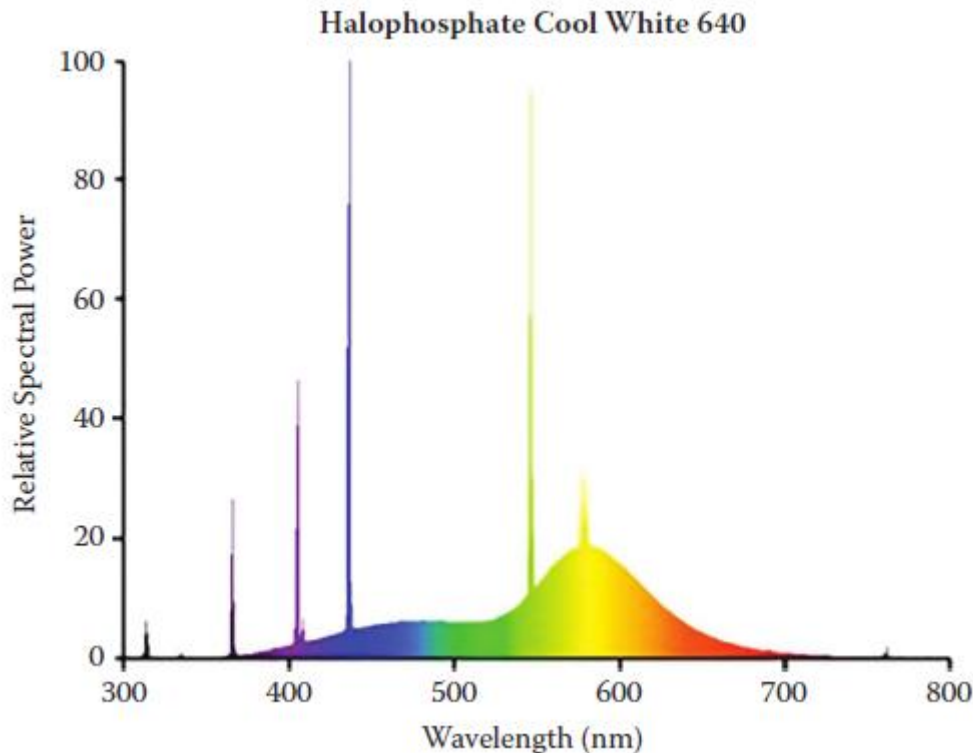
Figur 5 Ljuspektrat från glödlampor är kontinuerligt. Källa: Spyridon Kitsinelis, Light Sources, Second Edition Basics of Lighting Technologies and Applications

5.2.2 Halogenlampor

Halogenlampor fungerar enligt samma princip som glödlampor, men där glödtråden omges av någon halogen. När glödtråden är het släpper den ifrån sig volframatomer som binder till halogenatomer. Denna förening fastnar inte på kallare ytor av lampan (som volfram gör i en glödlampa) utan cirkulerar runt tills den åter träffar glödtråden där värmen gör att volframatomer återförs till glödtråden. Detta ger normalt den dubbla livslängden för halogenlampor som också kan avge ett vitare ljus då glödtråden kan drivas vid högre temperatur, vilket då ger en färgtemperatur på ca 3500 K mot en glödlampas ca 2800 K. Precis som en vanlig glödlampa minskar livslängden om spänning är för hög. Men till skillnad från en vanlig glödlampa kan livslängden även minska vid för låg spänning då den ovan beskrivna volfram/halogen-reaktion inte fungerar optimalt. Färgåtergivningen är, precis som för glödlampan, exceptionellt bra med ett CRI på 100.

5.2.3 Gasurladdningslampor, lysrör

Det finns flera varianter av gasurladdningslampor (eng. Electric Discharge Lamps). Vanliga ljuskällor är lysrör i olika former och de har varit tillgängliga i över ett halvt sekel. Vanligtvis är den aktiva komponenten kvicksilver som förångas av den elektricitet som passerar igenom röret. Elektriciteten gör också att elektroner krockar med kvicksilveratomer och de avger sedan ljus inom det ultravioletta området (UV-ljus), vilket dock inte är synligt för det mänskliga ögat. Insidan av röret är belagt med fosfor som konverterar UV-ljuset till synligt ljus. Det finns även en liten mängd argon i röret för att förbättra flera egenskaper. Lysrör är cirka 4 gånger effektivare än halogenlampor, trots att en del energi förloras i omvandlingen från UV-ljus till synligt ljus. Färgåtergivningen är tillfredställande, men inte jättebra, även om det finns produkter på marknaden med nära fullgod färgåtergivning så kommer det till priset av lägre effektivitet.



Figur 6 Ljuspektrat från ett kallvitt lysrör. Källa: Spyridon Kitsinelis, *Light Sources, Second Edition Basics of Lighting Technologies and Applications*

5.2.4 Solid State Lighting, LED

En de mest intressanta typerna av ljuskällor är lysdioder eller Light Emitting Diodes (LED), som tillhör en kategori som benämns Solid-State Lighting (SSL) = halvledarljus. Till denna kategori hör även Organic LED (OLED) och polymer LED (POLED) som ännu inte har samma mognadsstatus som LED, men som de närmaste årtionden kanske kommer visa sig vara ännu betydelsefullare än LED. Utvecklingen av LED startade redan i början av 1900-talet och bland de viktigare genombrotten kan nämnas den första massstillverkningen 1968 och uppfinnandet av den blå lysdioden 1993 (som senare gav uppfinnarna Nobelpriset 2014), vilket var förutsättningen för skapandet av vitt lysdiodljus. Fortfarande utvecklas LED-tekniken snabbt och de senaste 40 åren har ljusutbytet fördubblats var tjugofjärde månad.

Ljuset från en LED skapas då ström flödar genom ett specifikt material eller att det utsätts för elektriskt fält. Ljuset från dioden beror på vilket material det är och spänner över ett relativt snävt spektrumintervall. För att skapa ett vitt ljus krävs det att blått- eller UV-ljus kombineras med ett skikt av fosfor, på liknande sätt som i lysrör, som gör en omvandling till vitt ljus. Precis som för lysrör så går det att få god färgåtergivning, men det kommer till priset av lägre effektivitet i huvudsak på grund av Stokes förluster. En annan metod är exempelvis att kombinera flera lysdioder med respektive rött, blått och grönt ljus och på så sett generera vitt ljus. Det går att använda fler eller färre

färger också, till exempel endast blått och gult kan fås att uppfattas som vitt, men färgåtergivningsegenskaperna blir begränsade.
LED slutar normalt inte att fungera tvärt utan deras prestanda minskar succesivt.
Livslängden är cirka 50 000 timmar för LED och då har de cirka 70% av ljusflödet kvar.

6 Fullspektrumljuskällor

6.1 Blått ljus

Det går att beskriva innehållet av cirkadiskt ljus, det vill säga det blå ljuset som påverkar dygnsrytmen, i förhållande till synligt ljus för olika ljuskällor. För att kunna jämföra ljuskällor med varandra har man ansatt ett relativt förhållande där ett vanligt lysrör på med en färgtemperatur på 3000 K, varmvitt, har ett värde på 1 och ett högre värde ger då mer cirkadiskt ljus. Tabellen nedan visar några exempel över våra vanligaste ljuskällor (Rea, Figueiro, & Bullough, 2002).

Lysrör

3000 K	1.00
4100 K	1.85
7500 K	2.56
Glödlampa	1.25
Vit LED	2.91
Dagsljus 6500K	2.78

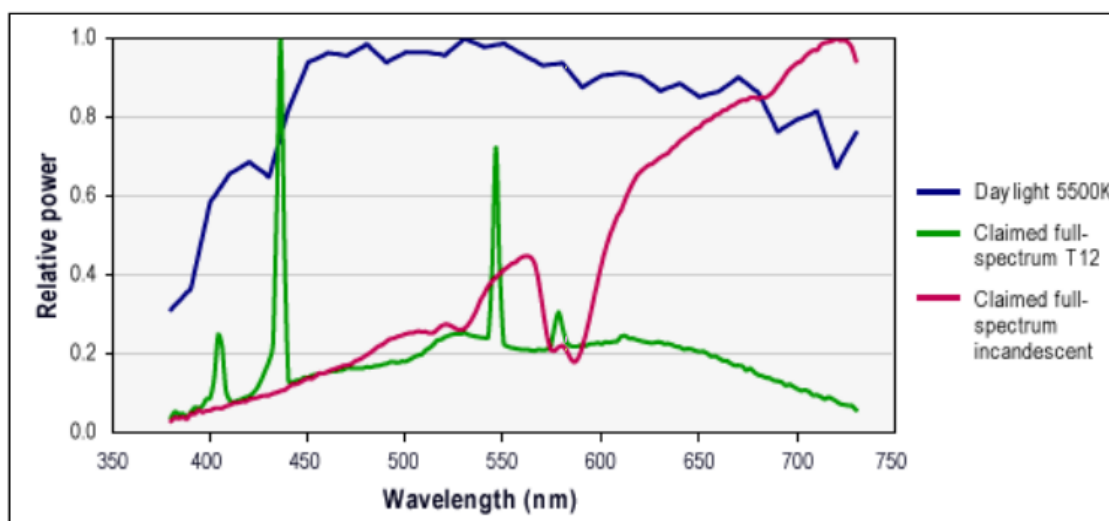
6.2 Ljusstyrka

Hur mycket cirkadiskt ljus man exponeras för bestäms inte bara av förhållandet i ljusspektrat utan även ljusstyrkan. För att anpassa sin cirkadiska rytm behövs riktigt dagsljus eller åtminstone 1000 lux av artificiellt ljus (Carlos & Pik, 2003). Lux är SI-enheten för belysningsstyrka, eller illuminans, och är definierad som lumen/m². Elektrisk belysning i bostäder, kontor, skolor och fabriker med mera överskrider sällan 1000 lux, utan är tyvärr ofta betydligt lägre. Utomhus är belysningsstyrkan redan från soluppgång mellan 2000 till 10'000 lux, även en molnig dag (Rea, Figueiro, & Bullough, 2002). För vanligt kontorsarbete rekommenderas 500 lux och för arbete med högre krav på seende gäller 750 lux (Arbetsmiljöverket, 2016). Vill man på ett enkelt sätt skaffa sig en uppfattning om ljuset på sin arbetsplats har Arbetsmiljöverket en app att göra egna mätningar att ladda ner på sin hemsida (eller direkt via app store), dock bara för iphone i nuläget.

6.3 Specifikationer för fullspektrumljuskällor

Med vetskap om att ögats ganglioceller, vilka till stor del styr vår cirkadiska rytm är känsliga för den blå våglängden runt 440 nanometer, bör man sikta

mot att säkerställa att ljuskällans andel av denna våglängd är tillfredställande. Bland de termer som används av tillverkarna finner vi fullspektrumljus eller dagljusstyp med flera, men detta garanterar inte att andelen blått ljus är tillfredställande, då det verkar saknas en enhetlig överenskommen definition för detta. Dessa benämningar är snarare att betrakta som marknadsföringstermer (Rensselaer Polytech Institute, 2005). För att kunna avgöra om en ljuskälla avger extra stor andel blått ljus behöver man granska tillverkarnas specifikationer.



Figur 7 Jämförelse av ljusspektra mellan dagsljus (blå), fullspektrumlysrör (grön) och fullspektrumglödlampa (röd). Källa: Rensselaer Polytech Institute, Full-Spectrum Light Sources.

Figuren ovan visar spektralfördelningen för dagsljus respektive två ljuskällor där tillverkarna gör anspråk att de är av fullspektrumtyp – ett lysrör och en glödlampa.

6.3.1 UVA & UVB

Det är dock inte av nödvändigt att leta efter ljuskällor som efterliknar solens innehåll av UVA och UVB, det vill säga våglängderna 315-400 och 290-315 nanometer då de inte är viktiga för den cirkadiska rytmen och det är okänt om de tillför nytta i artificiell form. Dessutom är intensiteten från en artificiell belysningskälla normalt många gånger lägre än från solsken. Man bör också vara observant på att effektiviteten ofta kan vara lägre i fullspektrumlampor, det vill säga antal lumen per watt är mindre och att man kan behöva kompensera för detta för att uppnå tillräcklig ljusmängd vid ett eventuellt byte av ljuskällor.

6.3.2 Fullspektrumindex, FSI

Det har också föreslagits ett index, benämnt full-spectrum index och förkortat FSI, för att värdera hur bra en fullspektrumljuskälla är och värdet på FSI skall då vara under 2.0 (Rensselaer Polytech Institute, 2005). Tyvärr verkar inte denna metod ha fått ett allmänt genomslag.

I figuren nedan visas uppmätta värden för flera ljuskällor, varav de markerade i rött är vad fabrikanter hävdar är av fullspektrumtyp eller motsvarande. Av de 8 uppmätta fullspektrumljuskällorna är 4 att betrakta som godkända med ett FSI under 2.0 och de är alla av lysrörstyp. Man kan också notera att de finns ett par ljuskällor som inte påstås vara av fullspektrumtyp, men ändå håller ett FSI-värde under 2.0 (Rensselaer Polytech Institute, 2005).

I de fall FSI inte är angivet, och det är nog tyvärr inte ovanligt, får man själv använda sig av de specifikationer som finns, eller kontakta leverantör eller tillverkare för att få kompletterande upplysningar om spektrum innehållet.

Light Source	CCT	CRI	FSI	Efficacy (lm/W)
Equal Energy Spectrum	5457	95	0	N/A
Daylight				
5500K	5500	100	0.35	N/A
11000K	11000	100	2.0	N/A
Xenon				
1000W	5900	96	1.2	22
Incandescent				
60-100W A-lamp	2800	100	5.3	17
60W GE Reveal A-lamp	2789	78	5.6	11
Light-Emitting Diode (LED)				
White LED	5000	78	5.2	13
RGB (615nm/525nm/470nm) LED mix*	4400	65	9.8	22
RGB (640nm/525nm/470nm) LED mix*	4200	26	8.2	22
Compact Fluorescent				
15-20W 2700-3000K	2800	82	11	61**
15-20W 5000K	5000	85	5.9	47**
15W Verilux CFS15VLX	5777	78	5.6	60**
T8 Fluorescent				
32W 3500K	3300	84	8.3	92
32W 5000K	4800	87	6.4	88
32W Lumiram Lumichrome 1XX	5960	93	4.7	73
32W Verilux F32T8VLX	6369	85	6.2	88
T12 Fluorescent				
40W 5000K	4900	91	1.8	56
40W Duro-Test Daylight 65	6588	93	1.8	53
40W Duro-Test Vita-Lite 5500	5159	88	1.4	55
40W Lumiram Lumichrome 1XC	5207	92	1.6	59
40W Verilux F40T12VLX	5833	94	1.4	53
Metal Halide				
320-400W / Warm color	3600	68	5.0	92
175-400W / Cool color	4300	61	4.3	90
Ceramic Metal Halide				
35-70W / Warm color	2900	84	6.5	79
100W / Warm color	3100	81	5.1	93
100-150W / Cool color	4100	93	1.5	90
Mercury Vapor				
175-400W / Coated lamp	3900	43	5.5	54
400W / Clear lamp	5900	15	9.6	53
High Pressure Sodium				
200-400W	2000	12	22	120
Low Pressure Sodium				
180W	1800	0	52	180

Figure 8 Ljuskällor markerade med röd text är vad fabrikanter hävdar fullspektrumtyp, vilket bör innebära ett värde på FSI under 2.0. Källa: Rensselaer Polytech Institute, Full-Spectrum Light Sources.

7 Blåljusblockering

7.1 Blått ljus vid rätt tillfälle

I tidigare kapitel är det beskrivet hur viktigt ljus, och då specifikt det blå ljuset, är för den cirkadiska rytmen under förutsättning att man exponeras för ljuset vid rätt tillfälle, det vill säga normalt under dagtid. Men det omvända gäller också.

Melatonin, hormonet som är viktigt för sömnen och den cirkadiska rytmen, undertrycks av bara små mängder ljus, och då speciellt blått ljus. Så låga nivåer som 8 lux, något som lätt överskrids av en vanlig bordslampa har en påverkan. Några tips för att reducera blått ljus kan vara (Harward Health Letter, 2015):

- Om möjligt, använd neddimmad rött ljus.
- Undvik att titta på elektroniska skärmar 2-3 timmar före sänggående.
- Använd glasögon som blockerar blått ljus om du ändå skall titta på skärmar innan läggdags.
- Det finns även appar att använda som minskar blåljusinnehållet till PC och andra apparater.

7.2 Gula glasögon

Ett sätt att minska den oönskade exponeringen kan vara bära glasögon som blockerar det blå ljuset. Vanliga billiga solglasögon med gula eller orangefärgade linser blockerar blått ljus, men har den oönskade effekten att färgseendet reduceras också, vilket inte passar alla arbetsuppgifter (De Fez, Luque, & Viqueira, 2002). Det finns särskilda glasögon som blockerar endast det blå ljuset, men är betydligt dyrare och kanske inte lika effektiva.

7.2.1 Effekter på sömn

Ett försök utfört på ungdomar visade att blåljusblockerande glasögon kan vara ett användbart hjälpmedel för att motverka sömnstörande effekter av att använda till exempel LED-skärmar (van der Lely, o.a., 2014). Melatoninnivåer under natten, insomningstid och sömnkvalitet är signifikant bättre för de som använde blåljusblockerande glasögon. De tyckte också att glasögonen medgav acceptabel synkvalitet (Ayaki, o.a., 2016).

7.2.2 Varianter på glasögon

På liknande sätt som för fullspektrumljuskällor verkar det inte finnas någon enhetlig definition för vad som utgör 'blåljusblockerande glasögon'. Consumer reports, en icke vinstdrivande organisation i USA som utför oberoende

provning har dock testat tre modeller i avsikt att se om de blockerar blått ljus som påverkar sömnen. Av de tre, så är det bara ett par glasögon (Uvex Skyper safety eyewear) som utestänger nästan allt blått ljus. De är orangefärgade och billigast i testet. Ett annat par (Gunnar Intercept gaming glasses), blockerar ungefär hälften av det blå ljuset. De har gula glas och är dyrast i testet. Det tredje paret (Spektrum Pro Blue Light Blocking Glasses), blockerar bara en tredjedel av det blå ljuset. De har ljusgula glas och hade ett pris nära de dyraste glasögonen (Consumer Reports, 2016).

Även om testet var litet kan man ändå inte låta bli att notera att ju gulare glasögon var desto effektiva var de på att stänga ute blått ljus. Detta stöds av en studie som visade att gulorange glasögon hade en större positiv effekt på sömnen än gula. (Burkhart & Phelps, 2009). Vanliga gula skyddsglasögon är lätt tillgängliga och kan vara värda att prova. De har ju också fördelen att de är billiga och brukar vara tillgängliga i varianter som går att ha över sina vanliga glasögon. Då avsikten med dessa glasögon är att främja sömn skall de inte användas vid uppgifter som kräver god vakenhet (förf. kom.).

7.3 Reduktion av ljus från skärmar

Det finns också appar eller program för PC och smartphones som skall minska det blå ljuset från skärmen kvällstid. Även om det skrivs mycket om dessa i tidningar och bloggar e.t.c. verkar specifik forskningen på området hittills närmast obefintlig.

7.4 Få naturligt solljus

Ett annat alternativ är att få exponering för starkt solljus (obs! titta aldrig in i solen) under dagen, då det verkar hjälpa till att motverka de sömnstörningar som annars kan komma av att utsättas för ljus från elektroniska skärmar under kvällstid (F Rångtell, 2016).

8 Ljus för fartygsbesättningar

8.1 Bakgrund

I tidigare kapitel har vi kunnat läsa om hur ljus, och då speciellt ljus med blå våglängder som liknar vanligt dagsljus har en förmåga öka vår vakenhet när vi utsätts för det. När vi sedan inte utsätts för det, t. ex. på kvällen, tar produktionen av melatonin över vilket gör oss naturligt trötta och ger en god sömn. Arbetar man utomhus blir detta en del av den vanliga dygnsrytmen att få ljus och mörker vid rätt tillfälle. Vid inomhusarbete finns det ju speciella ljuskällor att tillgå för att möta behovet av dagsljus under dagen. Betydligt mer komplext blir det att anpassa det här till ett mönster som involverar arbete och vila som inte följer den normala dygnsrytmen, som t. ex. flera arbetsuppgifter ombord på fartyg.

Vi behöver dock inte famla helt i mörker då United States Coast Guard (USCG) Research and Development Center har utarbetat en guide för hur man kan arbeta för att förbättra besättningskapacitet och säkerhet ombord på handelsfartyg (Carlos & Pik, 2003). Guiden heter CREW ENDURANCE MANAGEMENT PRACTICES: A GUIDE FOR MARITIME OPERATIONS och finns tillgänglig att ladda ner från USCG's hemsida. Guiden riktar sig till alla rederier och ombordanställda som är intresserade av säkerhet och hälsa och gör det möjligt för dem att identifiera specifika faktorer som påverkar förmågan och metoder för att hantera detta optimalt.

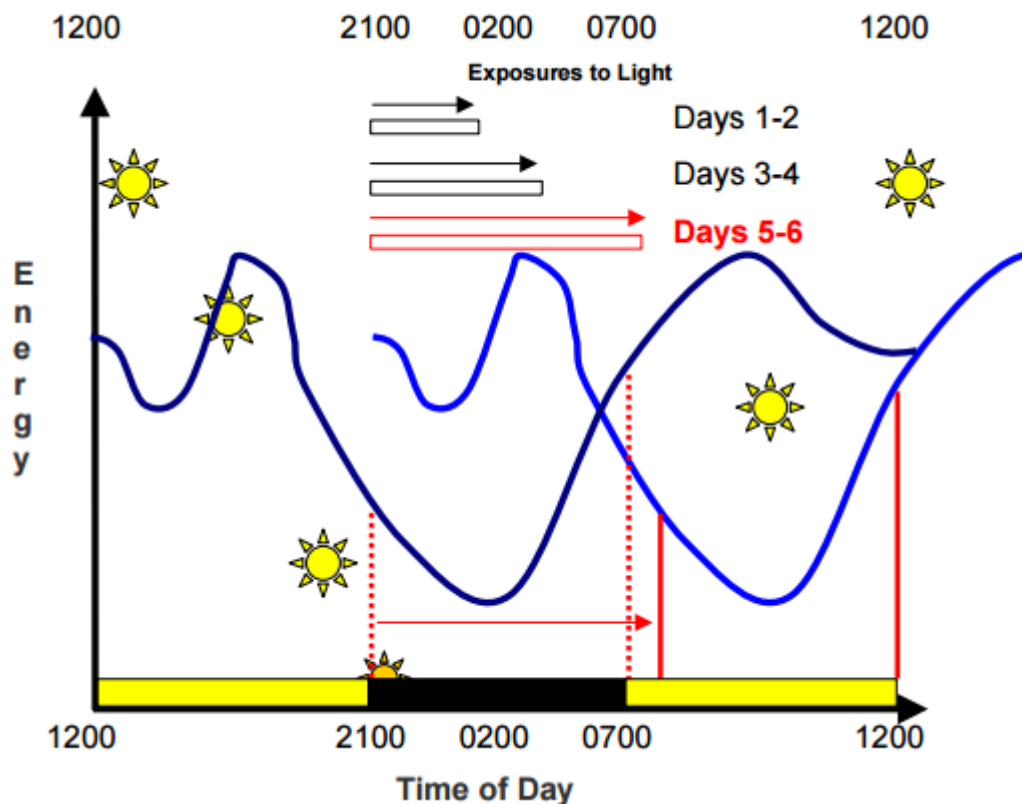
Ämnen som tas upp i guiden spänner över ett relativt brett område och är värt att läsa, medan det som tas upp här begränsar sig i huvudsak till sektion III, som behandlar ljushanteringstekniker för att matcha besättningsmedlarnas energinivå med dennes arbetsperioder.

USCG använder åtminstone två beskrivningar för artificiellt ljus, så som dagljusliknande källor eller bara 'fluorescens light' och då avses vanliga lysrör (i olika former) eller motsvarande teknik, vilket inte garanterar tillräckligt innehåll av de blå våglängderna som behövs för att få önskvärd verkan på sömn och vakenhet. Texten bör snarast läsas så att alla artificiella alternativ till dagsljus skall vara av en typ som är tillräckligt väl innehåller ljus av relevanta våglängder, vilket beskrivs tidigare i denna rapport (förf. kom.).

8.2 Anpassning av dygnsrytm

Strategiskt användande av ljushanteringstekniker kan hjälpa besättningsmedlemmar att anpassa sig till att arbeta bättre nattetid i stället för dagtid. Det tar cirka 5-6 dagar med hjälp av ljushanteringsteknik för att fullständig anpassning till nattarbete. Genom att exponera ögat för artificiellt dagsljus (man skall inte stirra direkt in i ljuskällan) efter solnedgången och fram

till 0200 under dag 1-2 och sedan förlänga denna tid ytterligare under dag 3-4 för att dag 5-6 utsätts för ljus ända fram till 0700. I figur 3 visar den mörkblå kurvan hur man normalt har sin dygnsrytm med låg vakenhet (eng. energy) under de mörka timmarna under natten. Den klarblå kurvan visar hur det går att förskjuta sin period med låg vakenhet till förmiddagen för att istället ha hög vakenhet vid ett arbetspass på natten.



Figur 9 Aktiv förskjutning av dygnsrytmen för anpassning till nattarbete. I bilden visar den mörkblå kurvan hur man normalt har sin dygnsrytm med låg vakenhet (energy) under de mörka timmarna under natten. Den klarblå kurvan visar hur det går att förskjuta sin period med låg vakenhet till förmiddagen för att istället ha hög vakenhet vid ett arbetspass på natten. Carlos, C. A., & Pik, K. R. (2003). CREW ENDURANCE MANAGEMENT PRACTICES: A GUIDE FOR MARITIME OPERATIONS. Groton: United States Coast Guard Research and Development Center.

8.3 Konflikt med mörkerseendet

Tyvärr fungerar inte ljushanteringsteknik i kombination med ett fullgott mörkerseende, varför detta inte direkt kan tillämpas av bryggjtjänstgörande personal så som till exempel styrman och utkik. Det finns dock några rekommendationer man kan överväga:

- Reducera vaktens längd för att minimera tröttheten. Uppmuntra träning kvällstid.
- Tillåt personal som avslutar sin vakt på morgontimmarna att gå och lägga sig före soluppgången med möjlighet till minst 7-8 timmars sömn utan avbrott. Övertid skall förläggas efter denna period och fritidsaktiviteter till kvällen.
- Ett alternativ är att låta en person ta större delen av mörkerpasset, 5—6 timmar. För att det skall kunna fungera måste personen kunna avsluta och gå och lägga sig innan soluppgången med möjlighet till minst 7-8 timmars sömn utan avbrott. Detta minskar då behovet för övrig personal att anpassa sig till nattarbete.
Den som utsätts för nattarbete måste få tillfälle till att se dagsljus eller kraftigt artificiellt ljus på åtminstone 1000 lux från tiden att de vaknat tills dess deras nattarbetspass börjar igen. Exponering för dagsljus är en avgörande faktor för att anpassa den biologiska klockan till ett schema för god sömn som medger god vakenhet vid arbetspassen.

9 Slutsatser och diskussion

Det är ingen tvekan om sömnens betydelse för att kunna arbeta utvilad och säkert. Det vi ser är nu också att forskningen ger ett tydligt stöd för att god sömn också är viktigt för vår långsiktiga hälsa och välbefinnande. Även forskningen kring ljusets betydelse för sömn och dygnsrytm är nu så omfattande att det är värt att beakta inte bara för liv och arbete ombord på fartyg, utan som en del av en hälsosam livsstil i sin helhet.

Råden som presenteras är avsedda att kunna tas till vara av rederi, befäl och den enskilde besättningsmannen. Det är dock viktigt att förändringarna sker planerat, varsamt och kontrollerat i överenskommelse med rederi och befäl så att man säkerställer att i inga oönskade effekter uppstår samt att man kan hantera dessa utan att fara uppstår.

Det som behöver ytterligare bearbetas är detaljer kring hur en lämplig ljusmiljö kan upprättas ombord på fartyg. Detta borde kunna ske i samarbete mellan reder/landorganisation och besättning och då i första hand befälet. Eventuellt är det lämpligt att bjuda in en expert på ljusfrågor och/eller en ljusleverantör man har förtroende för.

Det som behöver gås igenom är till exempel vilka utrymmen som bör ha fullspektrumljuskällor. Det är speciellt lämpligt att beakta arbetsplatser där stor tid spenderas så som maskinkontrollrum, lastkontrollrum, byssa med flera. Även uppehållsplatser som matsal och dagrum kan vara lämpliga kandidater. Vid besök på utrymmen med fullspektrumljuskällor kan de som inte vill utsättas för ljuset stänga ute detta med gula glasögon.

I hytterna borde det finnas tillgång till fullspektrumljus och även kanske det motsatta alternativt med rött ljus för att kunna anpassa ljusmiljön till den personliga arbetssituationen.

Korridorer, förråd, tvättutrymmen med mera, där man bara vistas kortvarigt, borde inte behöva särskilt beaktande med avseende på ljusmiljön.

Bryggan, som normalt är släckt nattetid för att inte störa mörkerseendet behöver antagligen inte fullspektrumljuskällor, om inte mycket arbete utförs där till exempel i hamn eller motsvarande.

Lastutrymmen på till exempel rorofartyg skulle kunna vara aktuella för fullspektrumljuskällor, men här kanske den ekonomiska uppoffringen är för stor för att motivera ett byte av ljuskällor.

10 References

- AFA Försäkring. (den 09 juni 2004). *mynewsdesk*. Hämtat från Sveriges farligaste jobb - hela listan: <http://www.mynewsdesk.com/se/pressreleases/sveriges-farligaste-jobb-hela-listan-92871>
- Arbetsmiljöupplysningen. (u.d.). *Sjöfartsarbete*. Hämtat från arbetsmiljöupplysningen.se: <http://www.arbetsmiljoupplysningen.se/Yrken/Sjofartsarbete/>
- Arbetsmiljöverket. (den 1 juli 2016). *Vilka krav kan man ställa på kontorsbelysning?* Hämtat från Arbetsmiljöverket: <https://www.av.se/inomhusmiljo/ljus-och-belysning/belysning-pa-kontor/#1>
- Ayaki, M., Hattori, A., Maruyama, Y., Nakano, M., Yoshimura, M., Kitazawa, M., . . . Tsubota, K. (2016). Protective effect of blue-light shield eyewear for adults against light pollution from self-luminous devices used at night. *Chronobiology International*.
- Benedict, C. (u.d.). *Samband mellan sömn, yrke och stress*. Department of Neuroscience, Uppsala University. Hämtat från Department of Neuroscience, Uppsala University: https://www.afaforsakring.se/globalassets/nyhetsrum/seminarier/afa_christian-benedict.pdf
- Breslin, A., & Montwill, A. (2013). *Let There Be Light*. World Scientific Publishing Company.
- Brodde, H. (den 10 december 2014). *Dina mediciner*. Hämtat från Melatonin - en het fråga bland läkare: dinamediciner.se
- Burkhart, K., & Phelps, J. (2009). Amber lenses to block blue light and improve sleep: a randomized trial. *Chronobiology International*.
- Carlos, C. A., & Pik, K. R. (2003). *CREW ENDURANCE MANAGEMENT PRACTICES: A GUIDE FOR MARITIME OPERATIONS*. Groton: United States Coast Guard Research and Development Center.
- Chahal, R., & Mardon, A. (2009). SOME MENTAL HEALTH PROBLEMS AND LONG TERM MANNED SPACE MISSIONS. *LEAG*. Edmonton: Antarctic Institute of Canada.
- Consumer Reports. (den 5 juli 2016). *Consumer Reports*. Hämtat från 3 Blue Blockers Put to the Test: <http://www.consumerreports.org/eyeglass-stores/3-blue-blockers-put-to-the-test/>
- De Fez, D., Luque, J., & Viqueira, V. (2002). Enhancement of contrast sensitivity and losses of chromatic discrimination with tinted lenses. *Opometry and vision science*.
- Emily Underwood. (den 28 04 2016). *Do sleeping dragons dream?* Hämtat från Science: <http://www.sciencemag.org/news/2016/04/do-sleeping-dragons-dream>
- F Rångtell, E. E. (den 16 juni 2016). *Two hours of evening reading on a self-luminous tablet vs. reading a physical book does not alter sleep after daytime bright light exposure*. Hämtat från Sleep Journal: [http://www.sleep-journal.com/article/S1389-9457\(16\)30081-8/abstract?cc=y](http://www.sleep-journal.com/article/S1389-9457(16)30081-8/abstract?cc=y)
- Fabio Falchi, P. C. (den 10 06 2016). The new world atlas of artificial night sky brightness. *Science Advances*.
- FORTE, Forskningsrådet för hälsa, arbetsliv och välfärd. (den 29 01 2013). För lite sömn gör oss sjuka. Sweden.
- Foster, P. R. (den 01 06 2012). *Light and Time: The Discovery of a New Photoreceptor System within the Eye*. Hämtat från BrainFacts.org: <http://www.brainfacts.org/sensing-thinking-behaving/senses-and-perception/articles/2012/light-and-time-the-discovery-of-a-new-photoreceptor-system-within-the-eye/>
- Harvard Health Letter. (den 02 september 2015). *Harvard Health Publications*. Hämtat från Blue light has a dark side: <http://www.health.harvard.edu/staying-healthy/blue-light-has-a-dark-side>
- Jensen, S. E. (den 13 juli 2002). *10 000 nervceller i hjärnan styr vår dygnsrytm*. Hämtat från Läkemedelvärlden: <http://www.lakemedelsvarlden.se/nyheter/10-000-nervceller-i-hj%C3%A4rnan-styr-v%C3%A5r-dygnsrytm-1695>
- Khullar, A. (den 9 juli 2012). *The Role of Melatonin in the Circadian Rhythm Sleep-Wake Cycle*. Hämtat från Psychiatric Times: <http://www.psychiatrictimes.com/sleep-disorders/role-melatonin-circadian-rhythm-sleep-wake-cycle>

- Kitsinelis, S. (2015). *Light Sources, Second Edition, Basics of Lighting Technologies and Applications*.
- Lindqvist, P. G., Epstein, E., Nielsen, K., Landin-Olsson, M., Ingavr, C., & Olsson, H. (den 16 03 2016). *Avoidance of sun exposure as a risk factor for major causes of death: a competing risk analysis of the Melanoma in Southern Sweden cohort*. Hämtat från Journal of Internal Medicine: <http://onlinelibrary.wiley.com/wol1/doi/10.1111/joim.12496/abstract>
- Läkemedelsverket. (den 15 juli 1998). *Läkemedelsverket*. Hämtat från Förskrivning av melatonin - ett exempel på irrationell läkemedelsanvändning: <https://lakemedelsverket.se/Alla-nyheter/NYHETER---1998/Forskrivning-av-melatonin---ett-exempel-pa-irrationell-lakemedelsanvandning/>
- Mead, N. M. (2008). Benefits of Sunlight: A Bright Spot for Human Health. *Environmental Health Perspectives*, A160-A167.
- National Institute of General Medical Sciences. (den 06 04 2016). *Circadian Rhythms Fact Sheet*. Hämtat från NIH, National Institute of General Medical Sciences: https://www.nigms.nih.gov/Education/Pages/Factsheet_CircadianRhythms.aspx
- Nationalencyklopedin. (den 27 04 2016). *Nationalencyklopedin*. Hämtat från Sömn: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/s%C3%B6mn>
- Neadic', A., Drazen, J., & Krajnovic', A. (den 27 04 2015). SOCIOLOGICAL ASPECTS OF SEAFARERS' LIFE AND WORK AND MANAGEMENT STYLES IN SHIPPING. *Journal of economic and politics of Transition*, ss. 25-40.
- Nestor, L. (den 21 09 2015). *Sömn.se*. Hämtat från Fakta om sömn: <http://xn--smn-sna.se/fakta-om-somn/http://xn--smn-sna.se/fakta-om-somn/>
- Paul, K. N., Saafir, T. B., & Tosini, G. (december 2009). The role of retinal photoreceptors in the regulation of circadian rhythms. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, ss. 271-278.
- Rea, M., Figueiro, M., & Bullough, J. (den 17 mars 2002). Circadian photobiology: an emerging framework. *Lighting Res. Technol.*, ss. 177-190.
- Rensselaer Polytech Institute. (mars 2005). *RFull-Spectrum Light Sources*. Hämtat från Lighting Research Center: <http://www.lrc.rpi.edu/programs/NLPIP/lightinganswers/pdf/PRINT/fullSpectrum.pdf>
- Scacchi, M., Pinecelli, A., & Cavagnini, F. (1999). Growth hormone in obesity. Milan, Italy.
- SK Elmore, P. B. (den 17 12 1994). Light, social zeitgebers, and the sleep-wake cycle in the entrainment of human circadian rhythms. *Research in nursing & health*.
- Skene, D., & Arendt, J. (September 2007). Circadian rhythm sleep disorders in the blind and their treatment with melatonin. *Sleep Medicine*, 651-655.
- Stressforskningsinstitutet. (u.d.). *Skiftarbete, hälsa och säkerhet*. Stockholm: Stockholms universitet.
- Three Doctors. (2015). *Praktisk Medicin*. Hämtat från Sömnbesvär. Sömnproblem. Sömnrubbing. Sömnstörning. – Kroniska: <http://www.praktiskmedicin.se/sjukdomar/somnbesvar-kroniska/>
- van der Lely, S., Frey, S., Garbaza, C., Wirz-Justice, A., Jenni, O. G., Steiner, R., . . . Schmidt, C. (2014). Blue Blocker Glasses as a Countermeasure for Alerting Effects of Evening. *Light-Emitting Diode Screen Exposure in Male Teenagers*, 1-7.
- Åkerstedt, T. (den 01 03 2004). Ge sömnen tid!