

Stressforskningsrapport nr 323

Ljus i kontrollrummet vid Forsmark 3 anpassat till skiftschema för optimering av synergonomi, vakenhet och återhämtning.

Arne Lowden & Torbjorn Åkerstedt



Stressforskningsinstitutet



**Stockholms
universitet**

Ljus i kontrollrummet vid Forsmark 3
anpassat till skiftschema för optimering av
synergonomi, vakenhet och återhämtning

Arne Lowden och Torbjörn Åkerstedt

Stressforskningsinstitutet
Stockholms universitet

Stressforskningsinstitutet vid Stockholms universitet är ett kunskapscentrum inom området stressreaktioner och hälsa. Institutet bedriver grund- och tillämpad forskning utifrån tvärvetenskapliga och tvärmetodologiska ansatser.
Föreståndare: Professor Torbjörn Åkerstedt

Stress Research Institute at Stockholm University is a knowledge centre focusing on stress reactions and health. The Institute conducts basic and applied research on multidisciplinary and interdisciplinary methodological approaches.
Director: Professor Torbjörn Åkerstedt

Ansvarig utgivare: Torbjörn Åkerstedt
© 2012 Stressforskningsinstitutet och författarna
ISBN 978-91-978746-1-8
ISSN 0280-2783

E-post: info@stressforskning.su.se, Telefon: 08-16 20 00
Webbplats: www.stressforskning.su.se

Innehållsförteckning

Sammanfattning	6
----------------	---

Summary	7
---------	---

1. Introduktion 8

Fas-respons-kurvan	8
Ljusets styrka och längd för exponering	9
Spektralfördelning	9
Tidigare relevanta ljusförsök	9

2. Design 11

Försöksmiljö	11
Syfte med studien	11
Operatörer	13
Utformning av försök	13
Undersökningsprocedur	14
Ljuskälla och förväntade effekter	14
Hypoteser	14
Mätvariabler	15
Teknisk utformning	15
Statistik	17
Etiska frågor	17

3. Resultat 18

Sömnighet (KSS)	18
Sömn (aktigrafi)	19
Melatonin	21
Ljus (lux)	21
Utvärdering av ljuset och synergonomi	23

4. Diskussion 25

Ljusråd för skiftgående	27
-------------------------	----

5. Slutsatser 28

Referenser	29
------------	----

Sammanfattning

Ett nytt dynamiskt ljus som anpassats till nuvarande arbetstid har testats i syfte att förbättra vakenhet, sömn och anpassning till roterande skiftarbete. Den ordinarie belysningsstyrkan i kontrollrummet vid Forsmark 3 var cirka 200 lux vid rak horisontell vy. I en liten del av kontrollrummet ovanför reaktoroperatörernas arbetsplatser installerades ny ljusutrustning. De nya lamporna var till största delen avskärmd från de andra operatörerna som arbetade i samma rum. De nya lamporna var avsedda att ge tre olika ljusexponeringar:

1. *Vitt starkt ljus, 745 lux vid 90° horisontell vy, 6000K.*
2. *Svagt gult ljus, 650 lux, 3000K.*
3. *Gul måttlig belysning 700 lux, 4000K.*

Monteringen bestod av sex Savio™ armaturer, däribland Philips Lightning (AktiViva Natural, 54W, 16mm och TL5, 827, 54W, 16mm). I studiens cross-over design gavs både gammal och ny ljusexponering i samband med en sekvens av tre nattskift, en ledig dag, två förmiddagsskift och ett eftermiddagsskift (NNN + FFE). Sju veckor förflöt mellan mätveckorna. Operatörerna bestod av två grupper. Sju reaktoroperatörer från sju skiftlag utgjorde ljusgruppen och sexton andra operatörer användes som kontroller. Dessa studerades enbart med den gamla belysningen. Studien genomfördes under vintermånaderna då det inte fanns några möjligheter att få dagsljusexponering vid hemfärd efter nattarbete eller innan morgonarbete. Operatörerna bar aktigraf (rörelsemätare), fyllde i en sömn/vakenhetsdagbok och lämnade salivprov för bestämning av melatonin på arbetet. Ljusgruppens medelålder var 50 år (42 till 57 år) och kontrollgruppens medelålder var 46 år (30 till 62 år). ANOVA (Variationsanalys för repeterad mätning) beräknades i samband med nattarbete, dagarbete och med faktorerna Grupp (G; ljusgrupp/normalgrupp) och typ av ljus (L; nya/gamla ljuset).

Resultatet visade att sömnigheten minskade signifikant under andra nattskiftet ($p < 0.01$) men enbart marginellt under påföljande ledig dag och under förmiddagsskift. Resultaten från den aktigrafbestämda sömnen visade att ljusgruppen vaknade tidigare när de inte fick extraljus (GxL; $p < 0.05$). Detta gällde speciellt efter första och tredje nattskiftet. Vakenhet under sömn ökade dock efter det andra nattskiftet (GxL, $p < 0.05$). I övrigt påverkades sömnlängd, sovtider samt sömnkvalitet mycket lite. Ljusexponeringsdata visar att ljus som ges på arbetet vintertid dominerar det totala ljusintag som erhålls över dygnet i samband med dag- och nattarbete i fönsterlösa kontrollrum. En vetenskaplig publikation publiceras under år 2012 (Chronobiology International)¹. Sammanfattningsvis verkar det som att ett lämplig dynamisk ljus i fönsterlösa rum under den mörka nordiska säsongen kan främja vakenhet, sömn och bättre anpassning till snabbt roterande skiftarbete.

1) Lowden A, Åkerstedt T. 2012. Assessment of Dynamic light in a control room without windows in quickly rotating shiftwork – effects on health, wakefulness, and circadian alignment: A pilot study. Chronobiology International (in press).

Summary

To improve alertness, sleep and adaptation to rotating shiftwork, a new dynamic light regiment adjusted to current work hours was tested. The illumination level in a control room at a nuclear power station was about 200 lux at straight horizontal gaze. In a small part of the control room above the positions of the reactor operators new lightning equipment was installed. The new lights were in major part shielded from other operators also working in the same room. The new lights were designed to give three different light exposures:

1. *White strong light, 745 lux at 90° horizontal gaze, 6000K.*
2. *Weak yellow light, 650 lux, 3000K.*
3. *Yellow moderate light, 700 lux, 4000K.*

The fitting consisted of six Savio™ armatures including Philips lightning (AktiViva Natural, 54W, 16mm and TL5, 827, 54W, 16mm). In a cross-over design the old and new light exposures were given in connection to a sequence of three night shifts, one free day and two morning shifts (NNN+MM) and with seven weeks in-between sessions. The operators consisted of two groups, seven reactor operators from seven work teams were at one time exposed to the new equipment and sixteen other operators were used as controls.

The study was conducted during winter months with no opportunities to receive day light exposure after night work or before morning work. Operators were given actigraphs and filled in a sleep/wake diary. The exposure group had a mean age of 50 years ranging from 42-57 yrs, the control group had a mean age of 46 yrs ranging from 30-62 yrs. ANOVAs were calculated in connection to night work, free days and morning work using the factors group (exposed reactor operators/non-exposed other operators) and light (new/old exposure).

The results showed that sleepiness was significantly decreased during the second night shift ($p < 0.01$) but only marginally during the following day off and during the morning shifts. Results from actigraphy derived sleep data showed that the light group woke up earlier when they were not getting extra lights (GxL, $p < 0.05$), especially after the first and third night shift. Wakefulness during sleep increased after the second night shift (GxL, $p < 0.05$). Other variables such as sleep length and timing as well as sleep quality were very little affected. Light data demonstrates that light at work dominates the light influence given in winter, in windowless rooms and in connection to days that include day-work and nightwork. A scientific publication is in press in 2012 (Chronobiology International)¹.

In conclusion, it seems that an appropriate dynamic light system in a windowless room during the dark Nordic season may promote wakefulness, sleep and better adaptation to rapidly rotating shift work.

1) Lowden A, Åkerstedt T. 2012. Assessment of Dynamic light in a control room without windows in quickly rotating shiftwork – effects on health, wakefulness, and circadian alignment: A pilot study. Chronobiology International (in press).

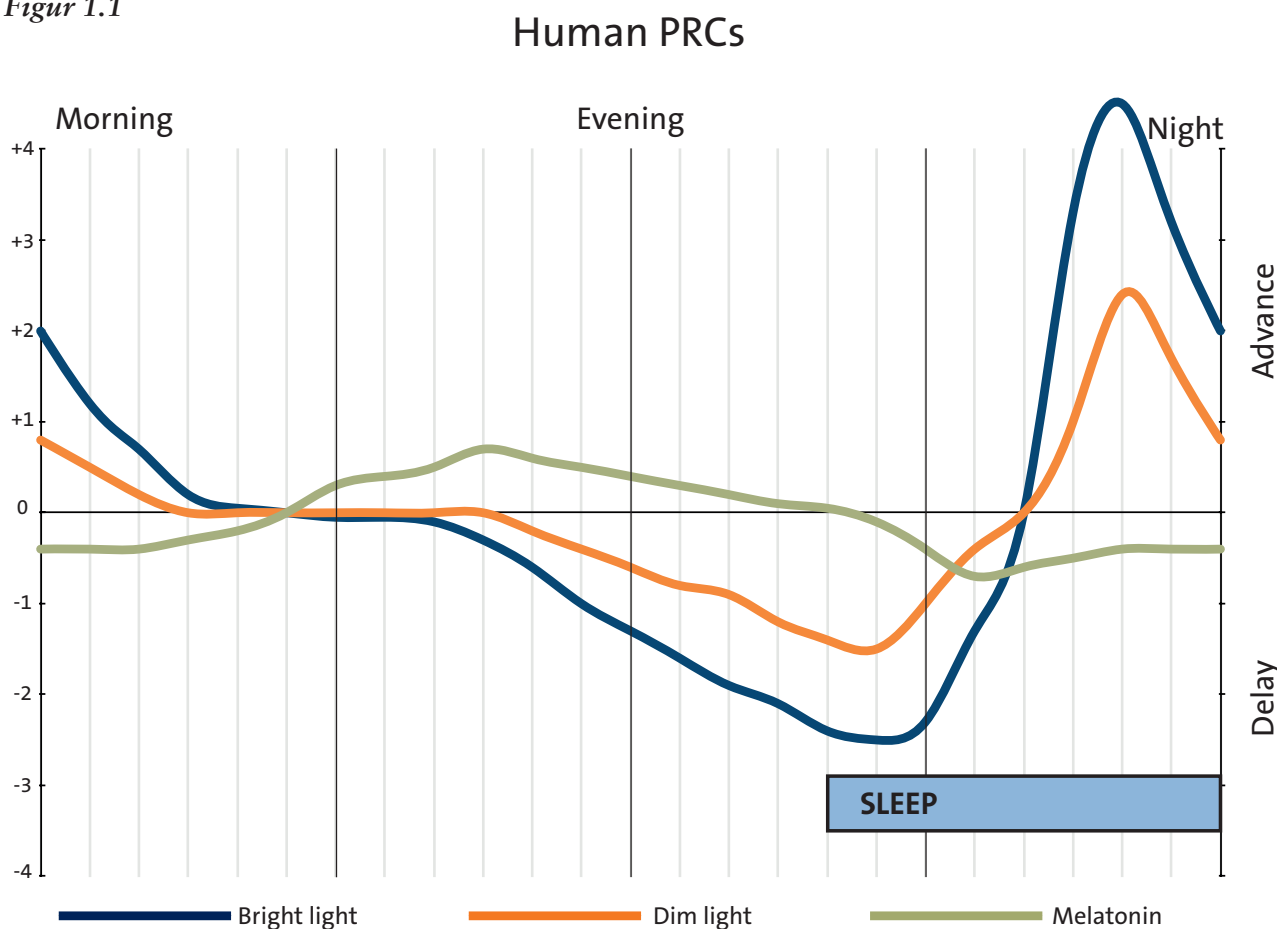
1. Introduktion

Flera faktorer förhindrar skiftgående att snabbt anpassa sin vakenhets- och sömnrytm till arbetstiderna. Det är bland annat frånvaro av naturligt dagsljus under arbetet samt en allmänt låg belysningsnivå i kontrollrummet som verkar hindrande. Denna situation riskerar periodvis att ge negativa effekter på vakenhet på arbetet och kan förhindra en god återhämtning. Den mörka årstiden i Skandinavien ger också begränsade möjligheter för dygnsrytmen att återställas efter exempelvis nattarbete. Syftet med studien var att med rätt utformad ljus teknik i kontrollrummet underlätta anpassningen till udda arbetstider, förhöja vakenheten och förbättra återhämtningen.

Fas-respons-kurvan

Vägledande för hur ljuset utformades i kontrollrummet är baserad på den fas-respons-kurva som framtagits för ljuskänslighet hos människa, se figur 1.1. Figuren beskriver hur hjärnans känslighet för ljus varierar över dygnet. Via fotoreceptorer som är nedbäddade i ögats retina får hjärnan ljusinformation och känsligheten varierar med dygnsrytmens faser. Detta är en viktig kunskap som de senaste femton årens forskning visat (Duffy 2005, Beersma 1999). En dos ljus på kvällen senarelägger rytmen och ljus under dagtid tidigarelägger rytmen. Det verkar inte finnas någon period under dygnet då vi inte reagerar för ljus men när dygnsrytmen har sitt bottenläge (cirka klockan 04) är vi som mest ljuskänsliga.

Figur 1.1



Figur 1.1. Fas respons kurva för känslighet för ett svagt respektive starkt ljus beroende på när på dygnet exponeringen sker (x-axeln). Den andra axeln (y-axeln) representerar hur många timmar fasen i dygnsrytmen ändras (scienceblogs.com).

En praktisk tillämpning av kunskaperna kring ljuskänsligheten är utvecklingen av så kallad soluppgångssimulatorer där en gradvis ökad ljusstyrka på en sänglampa kan underlätta uppvaknandet. I normala fall brukar en person ha en belysning påslagen i stort sett hela den vakna delen av dygnet. Det intermittenta ljuset (tillfälliga toppar i exponering, exempelvis utomhusljus, oftast mindre än två timmar) som erhålls i samband med arbetsresor, lunchraster och fönsterinsläpp blir då avgörande för anpassningen till soldygnet. Utan intermittent ljus sker en gradvis avvikelse från soldygnet som oftast ger en förlängd fas i dygnsrytmen som närmar sig 25 timmar. Detta har visat sig i studier av försökspersoner som vistats i grottor eller i fönsterlösa rum liksom hos blinda personer (Lowden 1998). En variation förekommer dock då ungefär en fjärdedel av operatörer i försök uppvisar att de naturligt har en rytm som är kortare än 24 timmar (Wright 2001).

Ljusets styrka och längd för exponering

Ljusintensitet har stor betydelse för hur biologiska processer påverkas. I ett samhälle där utomhusvistelsen inskränks alltmer blir det sammantagna ljusintaget mycket spritt över den vakna delen av dygnet. Det påverkar oss då mindre än om vi skulle vistas ute.

En så låg intensitet som 80 lux har visserligen visat sig kunna påverka dygnsrytmens inställning. Likaså kan ljuset från en bildskärm som används länge kvällstid ge en dämpning av mörkerhormonet melatonin som är det hormon som reglerar dygnsrytmen (Harada 2004). Man kan betrakta ljuset som en viktig signal till hjärnan som ger kunskap om tiden på dygnet. Hjärnan kan bland annat styra olika organ via hormonet melatonin och säkra att organen under dygnet kan vara aktiva men också ges återhämtning. Ett vanligt kontorsljus (cirka 300-400 lux) brukar totalt sett ge en svag påverkan på rytmen. Ett svagt ljus bidrar till att rytmen gradvis avviker från ett önskat mönster och skapar en så kallad ”social jetlag” som inbegriper symtom av oönskad trötthet på dagen och sömnstörningar. Allmänna rekommendationer anger att ljusnivåer över 1000 lux bör eftersträvas för att få en tydlig biologisk effekt. På ett liknande sätt ger frånvaro av ljus, det vill säga mörker, ett signifikant bidrag till hjärnans signalsystem för dygnsrytmreglering.

Intressant nog varierar individer i såväl genuppsättning som i de klockgener som också är inblandade i reglering av dygnsrytm. Bland annat benägenhet till kvällspigghet/morgonpigghet har stor betydelse liksom ålder och eventuellt ljuskänslighet.

Spektralfördelning

Förutom styrkan i ljuset och tid på dygnet för exposition har senare forskning visat att även ljusets sammansättning eller spektralfördelning har stor betydelse för hur vi reagerar. Således uppvisar människan en högre känslighet för korta våglängder (maximerat vid blått ljus, $\approx 460\text{nm}$) vilket också förefaller mer effektivt än det vita bredspektrumljus som används i ljusterapibehandling. Färgtemperaturen på ljusrören bör generellt vara $>5500\text{K}$ för att ett brett spektrum ska kunna erhållas.

Tidigare relevanta ljusförsök

Laborativa experiment har visat att dygnsrytmen kan senareläggas med upp till elva timmar med ljusbehandling under fyra natters nattvaka. Detta medför en närmast total omställning av dygnsrytmen mot en fullständig nattanpassning. Detta resultat kan inte erhållas i fältförsök då dagsljuspåverkan motverkar nattanpassning. I fältförsök har ljusbehandling nattetid trots detta gett såväl en ökning av pigghet som förbättring av minneskapacitet på bland annat nattsjuksköterskor som arbetat två nätter

i sträck (Costa 1995). I ljusförsök på oljeplattformar i Nordsjön påverkades anpassning till nattarbete förhållandevis lite. Däremot påskyndades återgången till dagtid på ledighet med hjälp av ljusterapilampor som användes i hemmet (Bjorvatn 1999). Försök vid NASA har visat att självrapporterad sömnkvalitet, prestation och välbefinnande ökade då nattarbetare exponerades för ljus nattetid (Stewart 1995). Vi har själva visat att ljusbehandling under rasterna vid nattarbete ger en förbättrad nattanpassning med ökad pigghet och sänkt melatoninpåslag nattetid (Lowden 2004). Senare studier visar att effekten av ljusbehandling under raster verkar vara mer effektiv för nattanpassning vintertid än på våren. Troligtvis motverkar det tidiga vårljuset en nattanpassning (Lowden manuskript). Det verkar som att människan blir mer känslig för ljuspåverkan ju mindre ljus som personen utsatts för närmast tidigare veckor. Detta skulle förklara varför inomhusarbete ger mer känslighet för ljus än utomhusarbete (Rufiange 2007).

Ett skäl till varför nattarbetare inte reagerar lika kraftigt som andra försökspersoner i laboratorium är att det starka ljuset som de utsätts vid hemfärd efter natt motverkar ljusbehandlingen de fått under natten (Eastman 1994). Även några få minuters morgonljus kan motverka en nattanpassning och senareläggning av dygnsrytmen i samband med nattskift (Koller 1994).

2. Design

Försöksmiljö

I den nuvarande kontrollrumsutformningen vid Forsmark 3 sker arbetet i fönsterlösa utrymmen. Den belysningsnivå som förekommer vid de flesta arbetspulpeterna är cirka 150 lux. En ljusnivå som kan betraktas som ganska låg jämfört med normala kontorsutrymmen. Befintlig armatur ger ett ljusspektrum där framförallt de gula våglängderna dominerar. Reaktor- och turbinoperatörer är bundna till kontrollrummet och får inte mycket annan ljuspåverkan under arbetspassen. Miljön skulle därför vara väl lämpad för en ombyggnad med inslag av ett mer ”biologiskt” ljus.

Syfte med studien

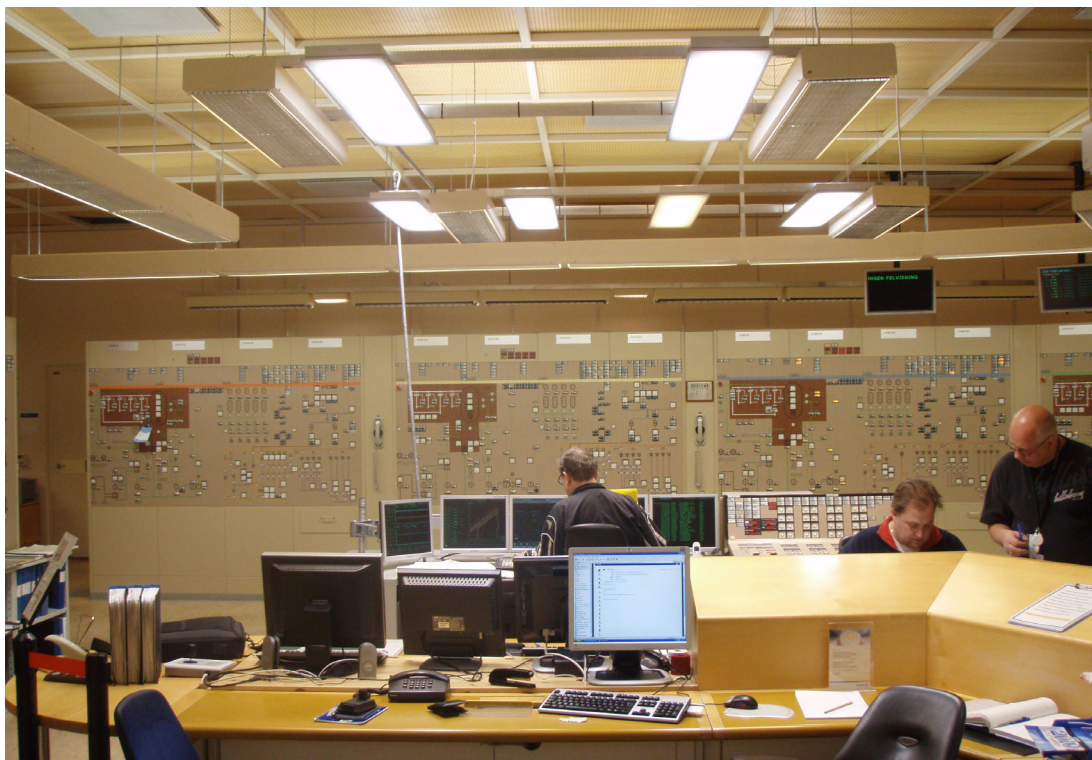
Syftet med studien var att samla in erfarenheter av en ny ljusutformning för att kunna vägleda kommande ljusutformningar vid Forsmark 3. En fullskalemodell bör senare kunna tas i bruk. SKI och övriga kraftproducenter har följt försöket med stort intresse. Vid positiva resultat fanns en förhoppning att försöket skulle kunna ge ett stort framtida inflytande på ljusförhållanden på arbetsplatser med fönsterlösa rum eller kontrollrumsliknande arbeten där verksamheten pågår under udda tider. Eftersom liknande ljuslösningar i fält är mycket litet utvärderade kan resultaten att få betydelse och genomslag också i omvärlden.

Det var av vikt att förändringen av ljuset i kontrollrummet beaktade allmän god synergonomi för arbetet men även tid på dygnet, skiftschema och vilket stöd de skiftgående behöver för dygnsrytmisk anpassning. Det innebar att ljuset tidvis skulle efterlikna dagsljusexponering men ibland också minimeras för att kunna underlätta en anpassning. Följande mål uppställdes för det ljus som användes i försöket:

- Ljuset bör optimera vakenhet och reducera trötthetsrelaterade misstag.
- Ljuset bör ge en bättre allmän belysning såväl som arbetsbelysning.
- Ge ett simulerat dagsljus som ersättning för fönster.
- Hjälpa kroppen med dygnsomställningen genom ett varierande ljus.
- Säkerställa de krav som gäller för kontorsutrymmen.

En bild på utformningen av det nya ljuset visas i figur 2.1. Den nya belysningen är här tänd men den gamla belysningen finns fortfarande kvar då denna användes i kontrollbetingelsen. Som kontrast finns även en bild på arbetsplatsen med svag belysning för turbinoperatörer, se figur 2.2. Ljusstyrkan i kontrollrummet uppmättes med luxmätare. Vid horisontell vy i sittande ställning erhöles olika ljusstyrkor beroende på arbetsplats och betingelse, se tabell 2.1. Det experimentella ljuset tillät tre olika ljusnivåer. Den starkaste nivån kan beskrivas som ett starkt blå/vitt ljus som framförallt användes under dagtid. På natten gavs det starkaste ljuset en timme vid första nattskiftet (fredag), två timmar andra nattskiftet (lördag) men inget starkt ljus på tredje nattskiftet (söndag).

Figur 2.1



Figur 2.1. Ny ljusutformning i Forsmark 3 för reaktoroperatörer. De sex nya armaturerna samsas med de äldre i taket.

Figur 2.2



Figur 2.2. Ljusutformning i Forsmark 3 för turbinoperatörer som ger en svag belysningsnivå (<200 lux) för normalbetingelsen.

	Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4
Karaktär	Starkt blå/vit	Moderat gul	Svagt gul	Svagt gul
Färgtemperatur (Kelvin)	6000K ^a	4000K ^b	4000K ^b	3000K ^c
Ljusstyrka (lux)	745 ^d	700 ^d	650 ^d	200 ^d

Tabell 2.1. Ljusstyrka uppmätt i lux för horisontell vy, sittande ställning, vid tre betingelser samt kontrollbetingelse.

a Philips Activiva Natural, Equipment: Savio™

b Philips TL5 827, Equipment: Savio™

c Philips Master TLD 36W 830

d Horisontell vy vid sittande ställning

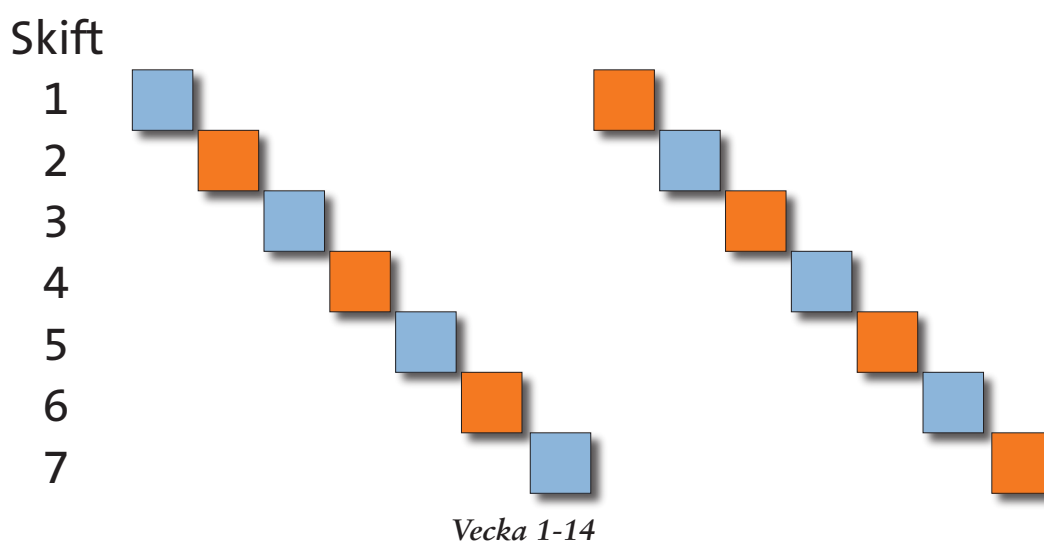
Operatörer

Installationen av ljuset i Forsmark 3 berörde i första hand reaktoroperatörerna. I alla sju skiftlag som ombads delta fanns minst en reaktoroperatör, övriga arbetade som turbinoperatör eller stationstekniker. Totalt ingick 28 personer i studien varav sju var reaktoroperatörer och 21 hade övriga befattningar. Sju reaktoroperatörer och sexton övriga operatörer i kontrollgruppen fullföljde hela studien. Två kvinnliga deltagare rekryterades från kontrollgruppen. Reaktoroperatörernas medelålder var 50,3 år som varierade mellan 42-57 år. Kontrollgruppens medelålder var 45,9 år som varierade mellan 30-62 år.

Utformning av försök

Den design som används var en så kallad cross-over design med upprepade mätningar som inbegrep två betingelser. Operatörerna deltog vid två mättillfällen och betingelserna genomgicks i olika turordning för operatörerna. Den första betingelsen bestod av befintligt ljusförhållande (normal) och den andra betingelsen bestod av den nya dynamiska ljusutformningen (ljus). Kontrollgruppen följdes under normal belysning vid två tillfällen. I figur 2.3 nedan anges schematiskt hur de olika skiftlagen testades under fjorton försöksveckor (skiftlag sju startade först). Försöket påbörjas i november 2009 och pågick tills samtliga skiftlag genomgått två cykler (=14 veckor) och avslutades i februari 2010.

Figur 2.3



Figur 2.3. Försöksdesign. Varje skiftlag deltog vid två tillfällen med sju veckors mellanrum. Skiftlagen startade med en ljusbetingelse (orange vecka) eller en normal vecka (blå).

Undersökningsprocedur

Kontrollrumsarbetet organiseras med hjälp av fasta skiftlag och arbetstiderna regleras via ett skiftschema med startiderna 07-15-23. Skiftschemat har följande utseende, se figur 2.4 nedan:

Figur 2.4

DDDDFFF / EENN+++ / FFEENNN / ++FFEEEN / N++++++ / ++++++ / DDDDD++

Figur 2.4. Skiftschemat vid Forsmark 3. D = utbildningsdag, F = förmiddagsskift, E = eftermiddagsskift, N = nattsikt, + = ledig dag, / = övergång måndag - söndag

En tidsperiod valdes ut i schemat där det nya ljuset kunde antas vara speciellt gynnsamt (understruken period i schemat, se figur 2.4). I denna sekvens förekommer anpassningsproblematik i form av otillräcklig sömn och sömnighet då en sekvens av nattarbete följs av 48 timmars ledigt innan påföljande förmiddagsskift.

Ljuskälla och förväntade effekter

Det nya dynamiska ljuset bestod av tre ljusnivåer som producerades av två typer av lysrör. Detta ljus har inslag av blå våglängder vilket ger en biologisk signal till de ljusreceptorer i retina som är inblandade i dygnsrytmreglering. Det starka ljuset hämmar insöndringen av det dygnsrytmreglerande hormonet melatonin samt ger en förskjutning av toppen av insöndringsmönstret som normalt inträffar på förnatten. Det starka ljuset ger också en senareläggning av rytmen om det ges under kväll/natt (ger kvällspigghet). Starkt ljus på morgonen/dagen ger omvänd effekt och därmed tidigareläggning av rytmen (ger morgonpigghet). Huvudregeln som används är att följa den dos/responskurva som framtagits i laboratorieförsök (figur 1.1). Huvudkaraktären på det ljus som administreras uppdelat på varje heltimme redovisas i figur 2.5.

Hypoteser

Ljuskurvan antogs ge följande effekter (hypoteser):

Nattarbete

- Melatoninhalten bör minska under nattarbete.
- Vakenheten bör öka under nattarbete.
- Omställning till nattsömn bör inte försämrats.

Förmiddagsskift

- Melatoninhalten bör minska under dagarbete.
- Vakenheten bör öka under dagarbete.
- Omställning till nattsömn bör förbättras (ökad sömnlängd och sömnkvalitet).

Eftermiddagsskift

- Nattsömn bör förbättras (ökad sömnlängd och sömnkvalitet).

Mätvariabler

Initialt fick operatörerna fylla i en *enkät* om bakgrundsförhållanden som ålder, restid till arbetet etcetera samt om eventuellt förekommande sömnstörningar, hälsa och arbetstrivsel. Operatörer som använde sömnmedel eller besvärades/behandlades för sömnstörningar uteslöts för medverkan i studien.

Operatörerna fick bära en *aktigraf* (rörelsemätare) på handleden under de åtta dagar som valdes ut i schemat (NNN+FFE). Rörelsemönstret ger en god bild av omfattning och kvalitet på sovperioderna. Under ett dygn av varje skifttyp (N,F) fick operatörerna även bära en ljussensor för bestämning av det sammantagna ljusintaget under varje timme på dygnet. Under samma period fick operatörer fylla i en *sömn/vakenhetsdagbok*. Dagboken innehöll frågor där operatörerna fick skatta sin sömnkvalitet samt ange mellan vilka klockslag de sov. Vakenhetsdagboken innehöll frågor om vakenhetsnivå (angavs varannan timme), konsumtion av kaffe/cola/te, antal timmar av utomhusvistelse samt självskattad prestation under arbete.

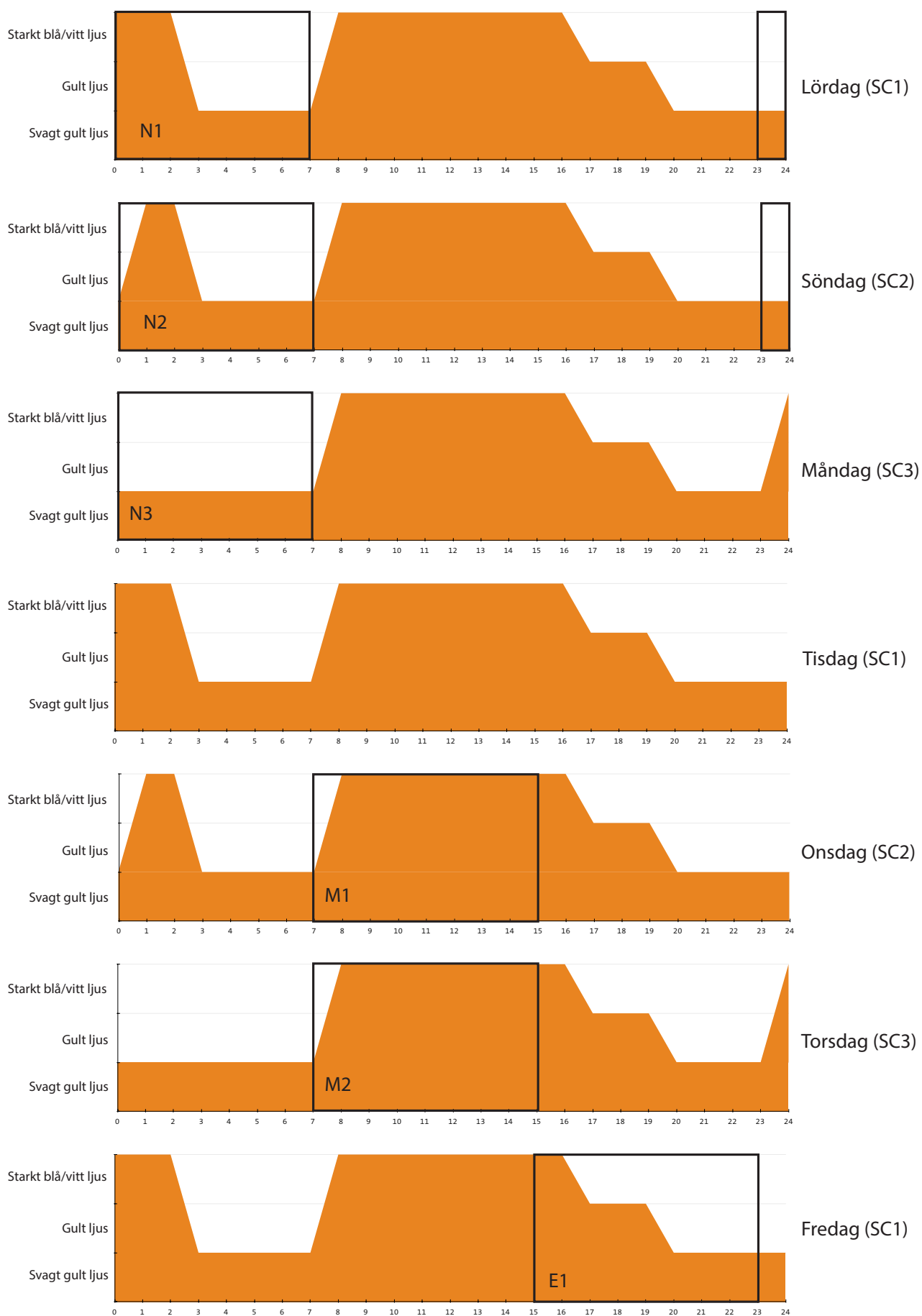
Under vissa skift ombads operatörerna att lämna *salivprov* för bestämning av melatonin. Under mätperioden lämnades salivprov under understrukna dagar NNN+FF. Salivprov lämnades klockan 24, 02, 04, 06 på N-skift och klockan 07, 08, 09 på F-skift. Slutligen delades en *synergonomisk enkät* ut i slutet av studien där synpunkter på det nya ljuset inhämtades och frågor om bland annat läsbarhet, bländning utvärderas.

Teknisk utformning

Några smärre förändringar av det befintliga utrymmet för operatörerna som medverkade i försöket genomfördes. Sex nya armaturer installerades av Philips jämte den gamla belysningen. Ljuställning mellan det gamla och nya ljuset gjordes sedan av en ljusansvarig i varje skiftlag. En dator under reaktoroperatörens bord kopplades till den nya armaturen och en programvara från Philips användes för ljusstyrningen. Programmeringen tillät fyra dygnsscenarioer. Eftersom skiftschemat var anpassat till veckodag (till exempel inleds alltid tre nattskift i följd på en fredagskväll) gjordes en ljusplanering över veckan med hjälp av dessa fyra mönster, se figur 2.5.

Det experimentella ljuset använde tre nivåer. Den starkaste nivån kan beskrivas som ett starkt blå/vitt ljus som framförallt var påslagen under dagtid. På natten (lördag) gavs samma ljus två timmar vid första nattskiftet samt en timme andra nattskiftet (söndag). Under det tredje nattskiftet (måndag) gavs enbart det svagt gula ljuset. På eftermiddagsskiftet minskade gradvis ljuset för att efterlikna solens nedgång.

Figur 2.5



Figur 2.5. Genomförd fördelning av ljus i kontrollrummet anpassat till arbetsveckan i kontrollrummet. Sc1-4=ljusscenario 1-3, N=Natt, M=Förmiddag, E=Eftermiddag.

Statistik

Variabler presenteras i form av medelvärden och medelfel i figurer och tabeller. Variansanalys med upprepad mätning (ANOVA) och korrektion för sneda och olika medelvärdesfördelningar genomfördes. En signifikansnivå valdes där signifikanta effekter är sannolika med mer än 95 procent säkerhet. Ett p-värde under 0.05 är signifikant och p-värde under 0.5–0.1 betraktas som ett svagare samband (tendens, 90-95 procents säkerhet).

Etiska frågor

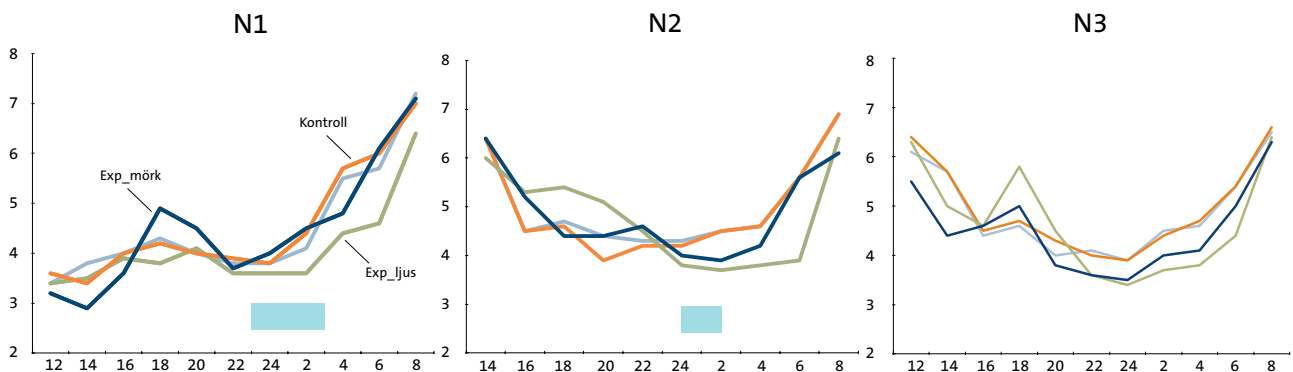
Försöket har granskats och godkänts av den regionala etikprövningsnämnden i Stockholm.

3. Resultat

Sömnighet (KSS)

Sömnighetsskattningar gjordes varannan timme under vakenhet på sömnighetsskalan KSS. Utvecklingen i samband med nattskift visas i figur 3.1. Effekterna av det nya ljuset märktes speciellt den andra natten och på sennatten. Skillnaden mellan grupper är signifikant den andra natten (interaktion grupp x ljus x tid, $F=2,64$; $p=0.0079$, klockan 14-08). En närmare illustration till vakenhet på jobbet under nattskift ges i figur 3.3 där medelvärden för tre nätter lagts in. Här syns att det finns en tendens att experimentgruppen generellt är piggare än kontrollgruppen under nattarbetet (tendens grupp, se tabell 3.1).

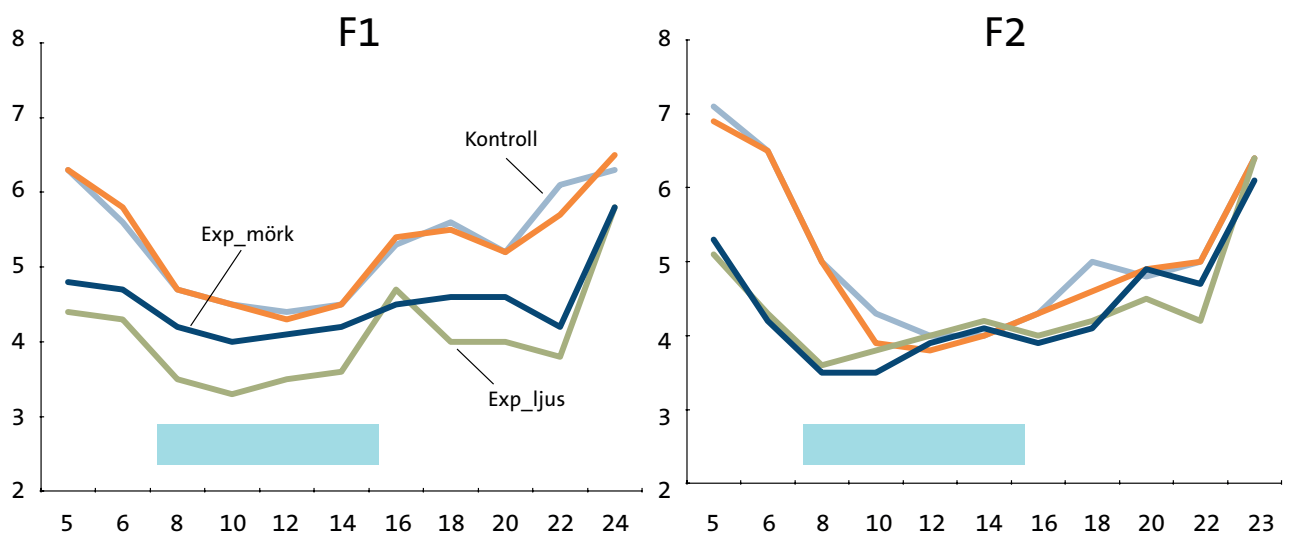
Figur 3.1



Figur 3.1. Sömnighet (KSS) i samband med nattskift för experiment- och kontrollgrupp. Ljusblå fält = max exponering.

Under den lediga dagen erhöles inga eftereffekter av att ha olika ljusnivåer i kontrollrummet. Likaså erhöles mycket få skillnader i upplevd sömnighet i samband med förmiddagsskift, se figur 3.2. För de flesta dagar fanns en tydlig skillnad mellan början och slutet av arbetsperioden där en ökning av sömnigheten sker under arbetsskiftet (effekt av tid, se tabell 3.1).

Figur 3.2



Figur 3.2. Sömnighet (KSS) i samband med förmiddagsskift för experiment- och kontrollgrupp. Ljusblå fält = max exponering.

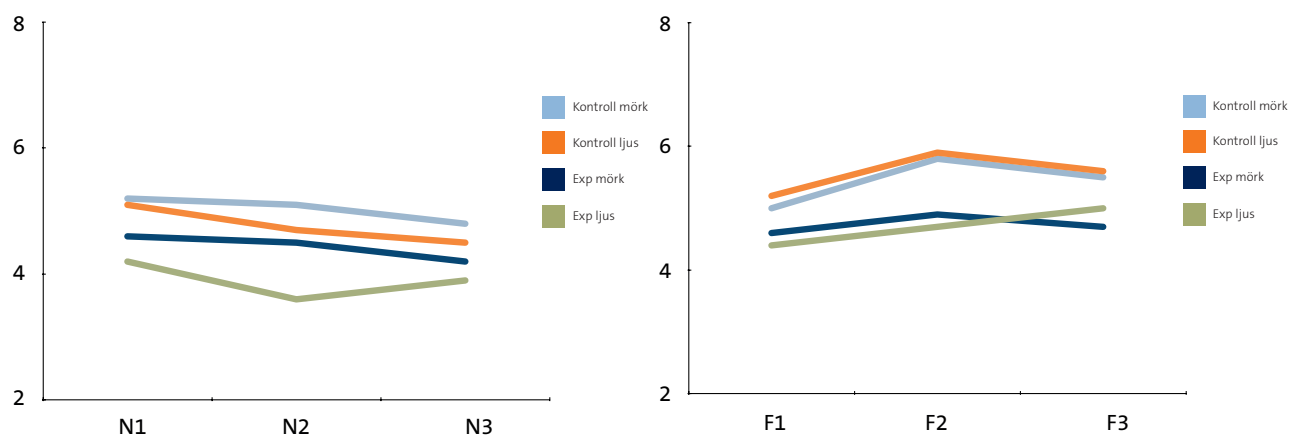
	Grupp	Ljus	Tid	GxL	GxT	LxT	GxLxT
N1	3,92	e.s.	29,6	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.
kl 23-07	0,0609		0,0000				
N2	6,30	7,51	16,0	e.s.	e.s.	e.s.	3,49
kl 23-07	0,0609	0,0130	0,0000				0,0221
N3	4,23	e.s.	30,6	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.
kl 23-07	0,0525		0,0000				
X (Ledig dag)	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.
kl 12-23							
F1	e.s.	e.s.	3,05	e.s.	3,35	2,48	e.s.
kl 07-15			0,368		0,0259	0,0797	
F2	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.
kl 07-15							
E1	e.s.	e.s.	3,01	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.
kl 15-23			0,0369				

e.s. = ej signifikant

Tabell 3.1. Sömnighet under nattarbete (N1-N3), ledig dag (x), förmiddagsskift (F1-F2) samt eftermiddagsskift (E1). ANOVA med faktorer Grupp (experimentell/kontroll), Ljus (ljus/mörk) och Tid (KSS varannan timme, 4 gånger per skift). F-värde och signifikansnivå.

För att tydligare kunna se effekterna för själva arbetet gjordes medelvärden för upplevd sömnighet för hela skiftet. Resultatet beskrivs i figur 3.3 nedan (vänster bild) där medelvärden för tre nätter lagts in.

Figur 3.3



Figur 3.3. Medelvärden för sömnighet (KSS) vid fyra tidpunkter på varje skift.

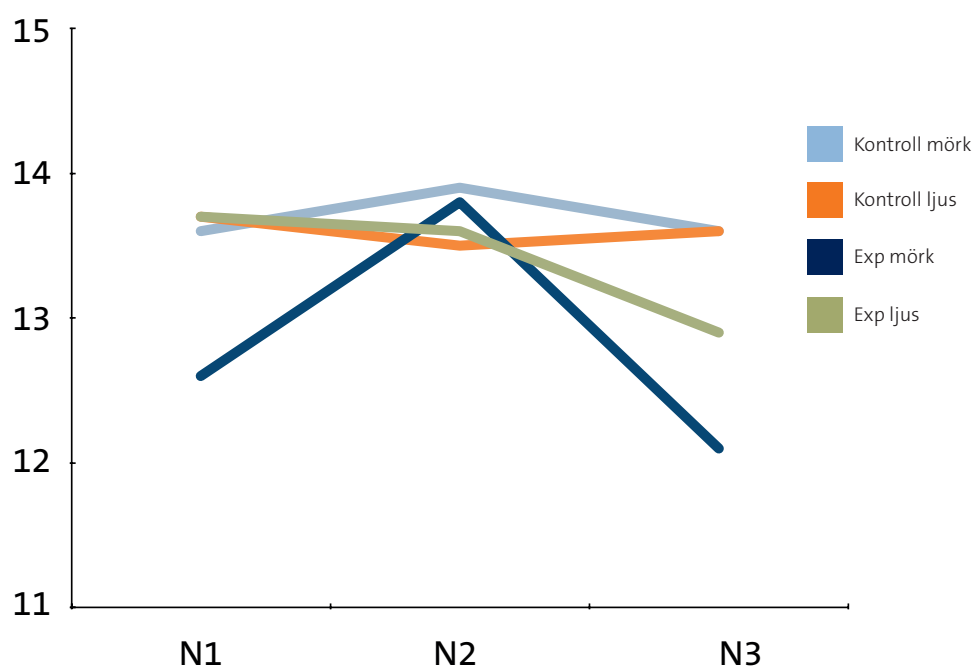
Sömn (aktigrafi)

Operatörer bar aktigraf under en veckas tid inklusive under sömn. I tabell 3.2 ges en översikt över sömnens förlopp under mätveckan. Vi kan se att operatörerna somnade strax efter klockan 08 på morgonen efter N-skift och strax före klockan 23 före F-skift. Uppvaknandet skedde efter klockan 13 efter dagsömn och närmare klockan 05 före F-skift.

	N1	N2	N3	X	F1	F2	F3
Somnade (h)	08,10	08,19	09,08	22,48	22,52	22,53	23,43
Vaknade (h)	13,45	13,17	13,31	08,48	05,10	04,98	07,77
Sömnlängd (h)	4,76	4,78	4,19	7,05	5,24	5,53	7,31
Vakenhet (h)	0,59	0,73	0,58	1,17	0,82	0,89	1,01
Aktivitet (medel/minut)	13,4	14,6	13,7	16,7	16,4	16,1	14,0
Fragmentering	30,4	32,0	33,5	36,1	35,0	35,2	32,0
Sömneffektivitet (%)	88,7	86,4	87,8	86,4	86,6	86,3	87,8

Tabell 3.2. Aktigrafbestämd sömn (medelvärden) i samband med dagsömn efter nattarbete (N1-N3), nattsömn före ledig dag (x), sömn före förmiddagsskift (F1-F2) samt eftermiddagsskift (E1).

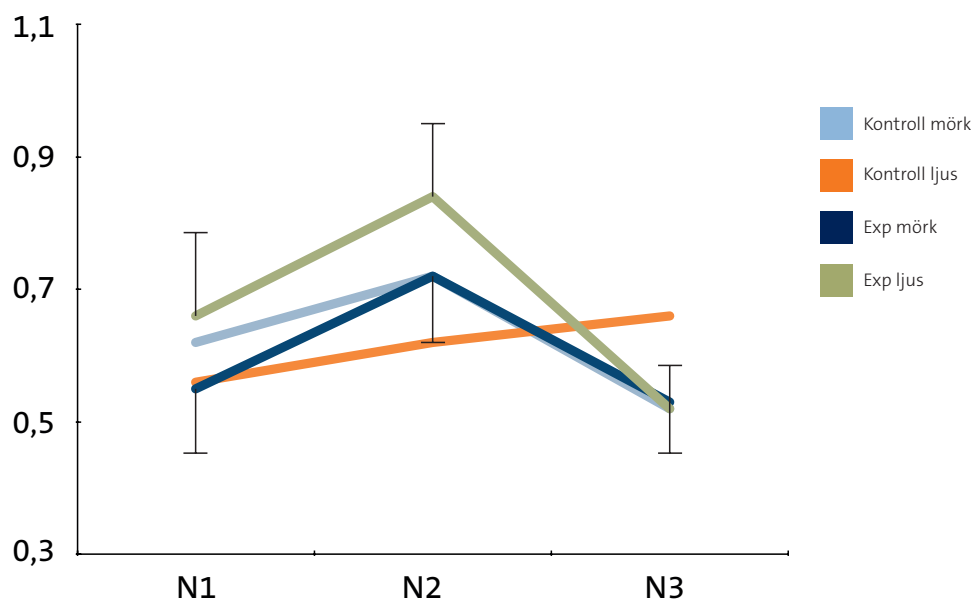
Figur 3.4



Figur 3.4 Uppvaknande (klockslag) i samband med nattskift.

Enbart för några få sovperioder erhöles en effekt av ljus och då enbart för dagsömnerna. I figur 3.4 visas tid för uppvaknande i alla betingelser. För N3 fanns en skillnad då ljusgruppen vaknade tidigare när de inte fick extraljus (GxL; $F=4,79$; $p=0.0414$). I figur 3.5 visas att andelen vakenhet förlängdes för den ljusgruppen när de fick ljus, med närmare 0,9 timmar under sömn efter N2 (GxL; $F=6,03$; $p=0.0233$). Även för sömneffektivitet tenderade mönstret att se ut på ett liknande sätt (GxL; $F=3,79$; $p=0.0656$).

Figur 3.5

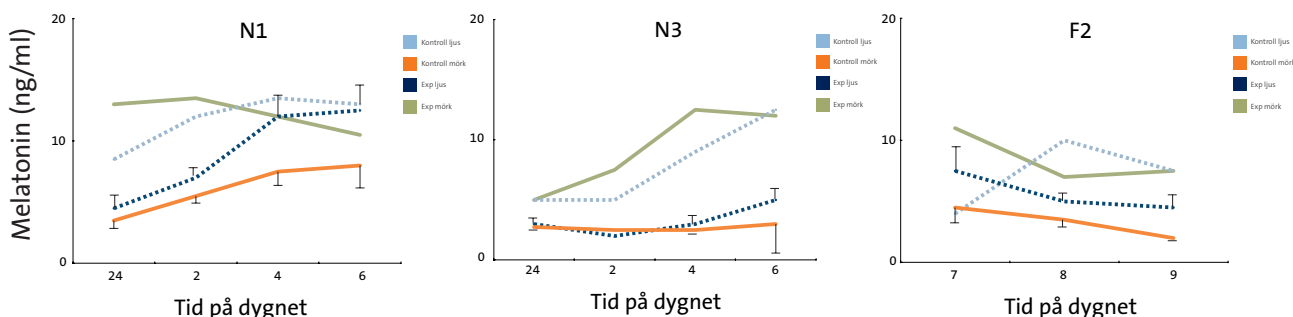


Figur 3.5. Vakenhet under sömn (timmar) i samband med nattskift.

Melatonin

Melatonin mätt genom salivprov (Figur 3.6) visade en gradvis ökning under nattskiften (N1, $p < 0.0001$; N3, $p < 0.001$) och en minskning under de tre första timmarna på förmiddagsskiftet (F2, $p < 0.0001$). Experimentgruppen hade generellt lägre medelvärden under N3 och F2 ($p < 0.05$). Men eftersom ingen interaktionseffekt mellan grupp, ljus och tid erhöles för melatonin kan man konstatera att det nya ljuset i sig inte signifikant bidrog till att påverka melatoninnivåerna.

Figur 3.6

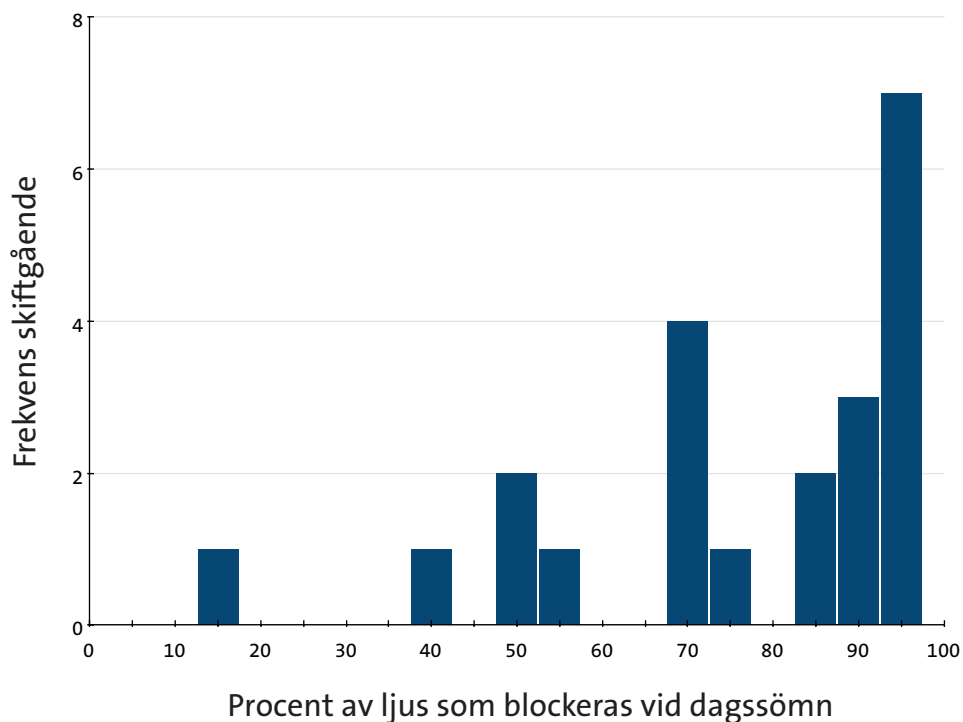


Figur 3.6 Melatoninnivå (salivprov) under nattskift (N1 och N3) och förmiddagsskift (F2).

Ljus (lux)

En stor andel (95 procent) av de som besvarade frågebatteriet i början av studien rapporterade att de kunde sova ostört hemma utan störningar från buller, familj etcetera. I nästa fråga fick man uppskatta hur mycket ljus som blockerades bort med exempelvis gardiner under dagsömn, se figur 3.7. Här ser vi att det finns en stor variation i hur man väljer att utforma ljusintaget under dagsömn.

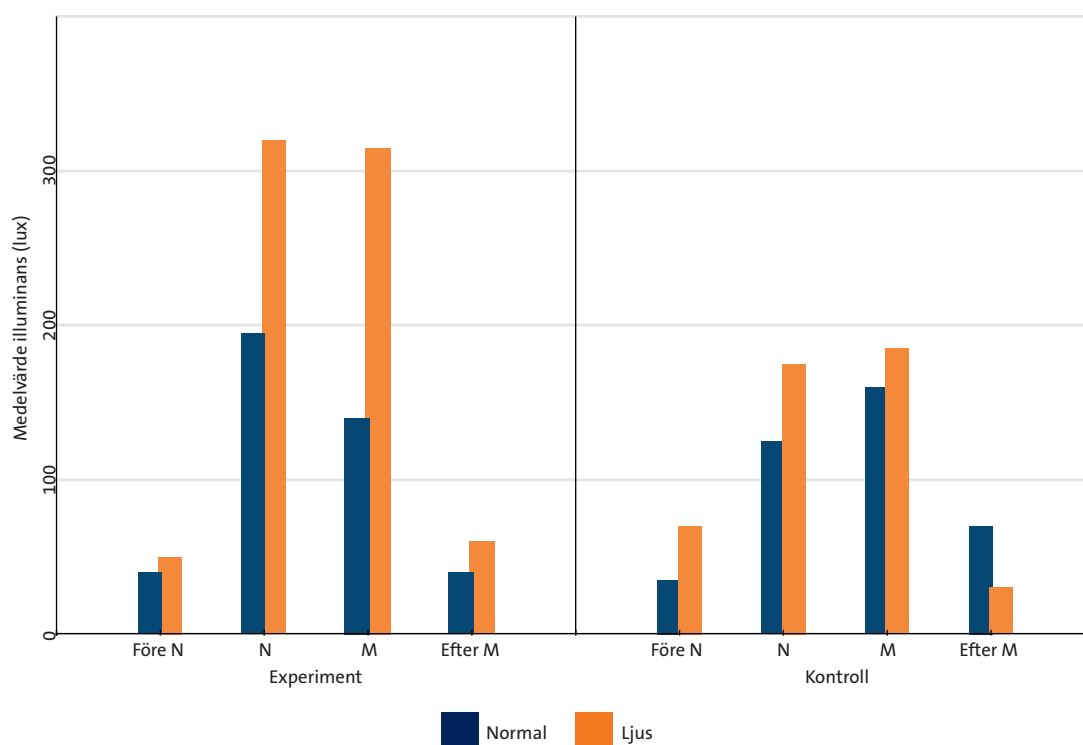
Figur 3.7



Figur 3.7. Fördelning av operatörer utifrån hur mycket ljus som blockeras av mörkläggnings vid dagsömn.

Medelvärden för illuminans, eller ljusstyrka, som operatörerna erhöll under ljusförsöket varierade. De ljusmätare som operatörerna bar angav att den genomsnittliga ljusnivån under normala förhållanden var mycket låg före ankomst till natt- resp förmiddagsskift. Ljusstyrkan ökade på arbetet men översteg inte 200 lux. Under ljusförsöket ökade ljusstyrkan till strax över 300 lux (figur 3.8).

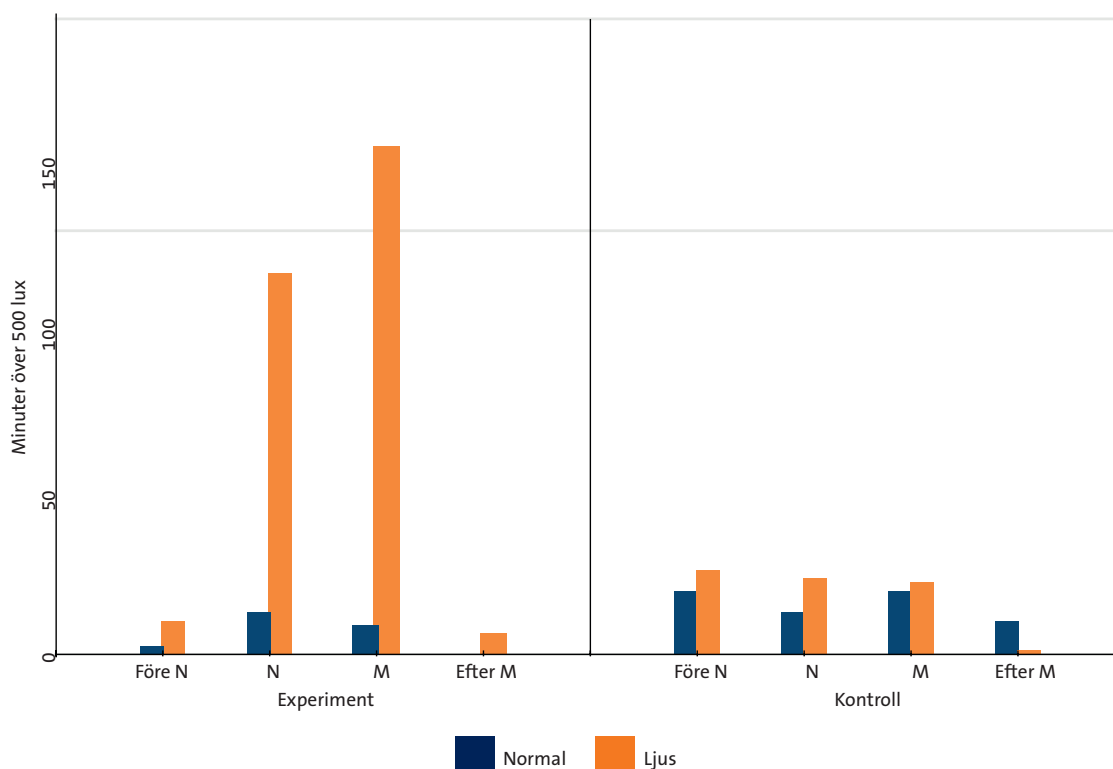
Figur 3.8



Figur 3.8. Medelnivå för ljusstyrka (lux) för ljusexponering före nattskift (N) under natt- respektive förmiddagsskift (M) samt efter förmiddagsskift.

Ett annat sätt att beskriva ljusintaget var att räkna de minuter operatörerna exponerades för mer än 500 lux. Här blev skillnaderna tydligare mellan de olika betingelserna, ljusförsöket ökade ljusstarka antal minuter från omkring cirka tio till nittio minuter (N) eller 120 (M), se figur 3.9.

Figur 3.9

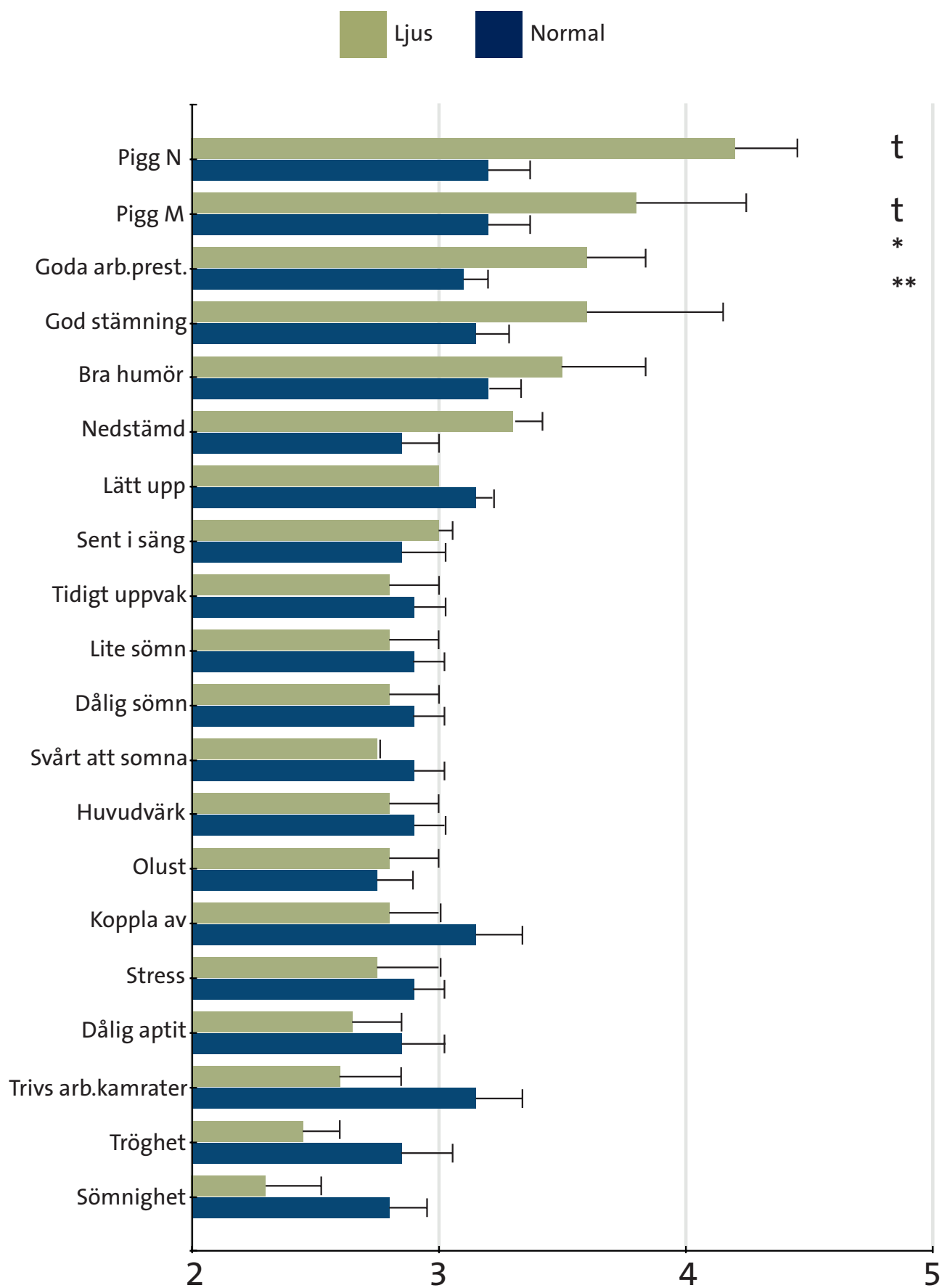


Figur 3.9. Genomsnittligt antal minuter som överstiger 500 lux före nattsift (N) under natt- respektive förmiddagssift samt efter förmiddagssift.

Utvärdering av ljuset och synergonomi

I slutet av försöket fick operatörerna gradera vilken skillnad som upplevts i de två situationerna; 2=något mer under normalt ljus, 3=ingen skillnad, 4=något mer med nytt ljus, se figur 3.10. Svaren anger att kontrollgruppen för de operatörer som studerats under två lika förhållanden inte upplevde några skillnader. Ljusgruppen däremot angav signifikant mer pigghet på nattsift, mer pigghet på morgonsift samt tenderade att uppleva något mer goda arbetsprestationer och god stämning på arbetsplatsen. Ljusgruppen tenderade dock att uppleva mer sömnhet totalt sett med det gamla ljuset på tider som även inbegrep fritiden.

Figur 3.10



Figur 3.10. Utvärdering av ljusförsöket efter genomförande. ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, $t < 0,10$.

4. Diskussion

Resultaten visar tydligt att sömnhet minskar på natten som en följd av en förändring av ljuset på arbetet men att nivåerna av melatonin inte påverkas enligt mätningarna av saliv. Enligt rörelsemätning påverkas sömnen i begränsad omfattning liksom uppfattningen om hälsa, humör och stress. Ljusdata visar att ljuset på arbetet (vid arbete i fönsterlösa rum och i anslutning till dygn som inkluderar arbete dagtid och nattarbete) dominerar ljusintaget över dygnet under vintertid. Den nya utformningen av ljus kan vara en lösning som ger en god ljusstrategi för snabbt roterande skiftarbete. Den kan med fördel även användas i scheman med långsamt roterande skift eller för permanenta skift, särskilt i en miljö med mycket lite yttre ljuspåverkan såsom på fönsterlösa arbetsplatser och under mörka årstider.

Studien visar att ett nytt val av ljusstrategi med ett dynamiskt ljus främjar dygnsrytmens anpassning till oregelbundna arbetstider och samtidigt ökar vakenheten på arbetet. Det starka blå/vita ljuset utnyttjades lite på natten - bara under tre timmar totalt i anslutning till nattsiftet jämfört med fjorton timmar i anslutning till morgonskift. Det ganska svaga inflytandet nattetid gavs för att inte ge för stor senareläggning av rytmen. Detta eftersom återanpassning till dag utgjorde ett besvär i nuvarande schemaläggning. Dessutom har International Agency for Research on Cancer (IARC) bildat arbetsgrupper som anger att det finns tillräckliga bevis i djurstudier som visar att ljus på natten är cancerframkallande och att människor i skiftarbete kan vara i riskzonen (Stevens 2009). Samtidigt har dock kraven höjts för att säkerställa vakenhet och säkerheten i kontrollrummet och då kan den nya ljusdesignen ses som en kompromiss mellan säkerheten, de anställdas möjlighet att anpassa sig till arbetstiderna och den långsiktiga hälsan.

Även om ljusets intensitet minskade drastiskt under nattsift så ökade inte sömnheten därefter. Särskilt tydligt var detta under N2 vilket sannolikt har en positiv inverkan på prestation och säkerhet. Vakenhetsgraden mättes inte under hemfärd efter natt men detta kan mycket väl vara viktigt ur ett trötthetsperspektiv. Kaffekonsumtion tycks inte ha påverkat resultaten då intaget inte skiljde sig mellan grupper eller mätveckor.

Sömnen var mycket litet påverkad i studien. Ökningen av vakenhet under sömn efter N2 samt den sämre sömneffektiviteten var oväntad och skulle kunna ha ett samband med sömnens förlopp ett dygn tidigare. Sömlängden var reducerad i samband med nattsift och i jämförelse med morgon- och eftermiddagsskift. Speciellt den sista dagsömnen var förkortad vilket bör betraktas som del i en strategi att underlätta insomning senare på kvällen. En risk med alltför stark belysning nattetid kan vara att akuteffekten leder till en vakenhetshöjning som negativt påverkar insomning. Mätningar av sömnhet gjordes inte tillräckligt tätt för att dessa effekter skulle kunna följas. Sömnen i samband med förmiddagsskift verkade opåverkad och likaså vakenhetsgraden under förmiddagen. En rimlig slutsats är att ett ökat ljusintag på förmiddagen i alla fall inte försämrar vakenhet eller sömn liksom inte heller återanpassning efter nattsift.

Trötthet och sömnhet var vanligt förekommande efter nattsift och under den korta ledigheten efter nattsift. Orsaken kan förklaras av en ofullständig rytmisk anpassning till arbetstiderna och utveckling av sömnskuld. Det experimentella ljuset verkar försena uppvaknandet under dagsömn medan sömnförkortningen bestod. En starkare ljuspåverkan bör ha kunnat förlänga dagsömnen yt-

terligare. En ljuskompromiss bör av hälsoskäl ändå rekommenderas i snabbroterade skiftarbete med tanke på nuvarande kunskapsläge kring ljus och hälsa.

En stor skillnad märktes i upplevd sömnighet på och utanför arbetet. Detta var speciellt tydligt vid F1. Man kan se i figur 3.2 att sömnigheten minskar markant den första arbetstimmen och ökar den sista arbetstimmen. Denna typ av ”energimobilisering” på arbetet har observerats i flera studier (Söderström 2004).

Det är möjligt att operatörerna var exponerade för naturligt dagsljus före sänggående efter nattskift. Några av operatörerna gick till sängs ganska sent på morgonen. Däremot var troligtvis ljusintaget begränsat vid resa hem från nattskift och före förmiddagsskift vid denna årstid. Under den Skandinaviska vintern verkar det artificiella ljuset som ges i samband med kontrollrumsarbetet helt dominera det totala ljusintaget under dygnet. Det visar på betydelsen av ljusutformningen på arbetsplatsen som under dessa dagar utgör den primära tidgivaren för inställning av dygnsrytm. Tyvärr gjordes för få mätningar av melatonin i studien för att kunna följa eventuella förskjutningar i dygnsrytmen.

Ur ett hälsoperspektiv verkar det nya ljuset inte signifikant reducera melatoninnivån nattetid eller på morgonen. Detta kan betraktas som ett positivt resultat då en alltför stor dämpning av melatonin ses som en riskfaktor för utveckling av cancer (Stevens 2011). Det vore dock värdefullt att i framtiden erhålla en komplett 24-timmarsprofil av melatonin vid liknande ljusförsök. Dessutom bör även melatonininsöndring mätas i samband med dagsömn (kan mätas i urin). Den milda dämpningen av melatonin som kunde skönjas under det första nattskiftet var mer uttalad under det tredje nattskiftet även om det starkaste ljuset då inte användes. Detta är ett tecken på att en anpassning till natt verkligen skedde under perioden med tre nattskift.

Ett par faktorer kan menligt ha inverkat på resultatet av studien. Den grupp som fick prova den nya belysningen var liten och bestod av enbart sju operatörer. Detta bidrog till att den statistiska bearbetningen blev svag med avseende på så kallad ”power”. Ursprungligen hoppades försöksledningen på att ett antal skiftingenjörer skulle kunnat delta om de hade flyttat sitt arbete till reaktoroperatörmiljön. Detta var emellertid inte praktiskt möjligt. Speciellt variabler där spridningen var stor, som vakenhetsskattningar och melatoninvärden, påverkades av den mindre storleken på ljusgruppen. I vissa fall kunde en större grupp ha förändrat resultatet. Det förutspåddes exempelvis att melatonin skulle dämpas runt midnatt (Lowden 2004). Som framgår i figur 3.6 var detta nästan fallet men på grund av brist på power blev resultatet osignifikant. Intressant var att dämpningen vid N1 inte nådde samma nivåer som uppmättes vid N3 så även utan det starka vita ljuset tycks en anpassning ha ägt rum.

En annan faktor är att samtliga operatörer var medvetna om det nya ljuset. Denna avsaknad av en så kallad placebobetingelse utgör en svaghet i studien. Positiva resultat kan ha påverkats av förväntanseffekter om operatörerna redan på förhand hade en uppfattning klar om effekterna. Å andra sidan var det en styrka att operatörerna sedan minst ett halvår innan studien startade hade vant sig vid den nya belysningen varför mätningen gjordes under normala invanda förhållanden.

Mot bakgrund av de data som erhållits kan konstateras att vi fann väldigt få indikationer på att det nya dynamiska ljuset försämrade situationen för operatörer i ett snabbroterande 3-skiftssystem. Tvärtom observerades flera fördelar för vakenhet och återhämtning. Där föreslår vi följande strategier som kan vara vägledande för hur ljus bör utformas för skiftgående.

Ljusråd för skiftgående

Nattarbete

Att ge ett fullspektrum, dagsljusliknande ljus under de inledande timmarna (före klockan 03) första nattskeften förväntas ge en sänkning av hormonet melatonin som inducerar sömnhet vilket ger ökad vakenhet. Samtidigt senareläggs dygnsrytmen och de skiftgående blir mer nattanpassade. Anpassningen till nattskeft påskyndas vilket förutom ökad vakenhet på natten också innebär förbättrad dagssömn. Observera att det bör ges ett svagare ljus vid det sista nattskeftet för att minska den biologiska påverkan om en återställning till dagtid eftersträvas. Solglasögon vid hemfärd efter nattarbete underlättar dagsömnen och ökar sömnheten (varför bilförare bör vara extra försiktiga om de känner sömnhet).

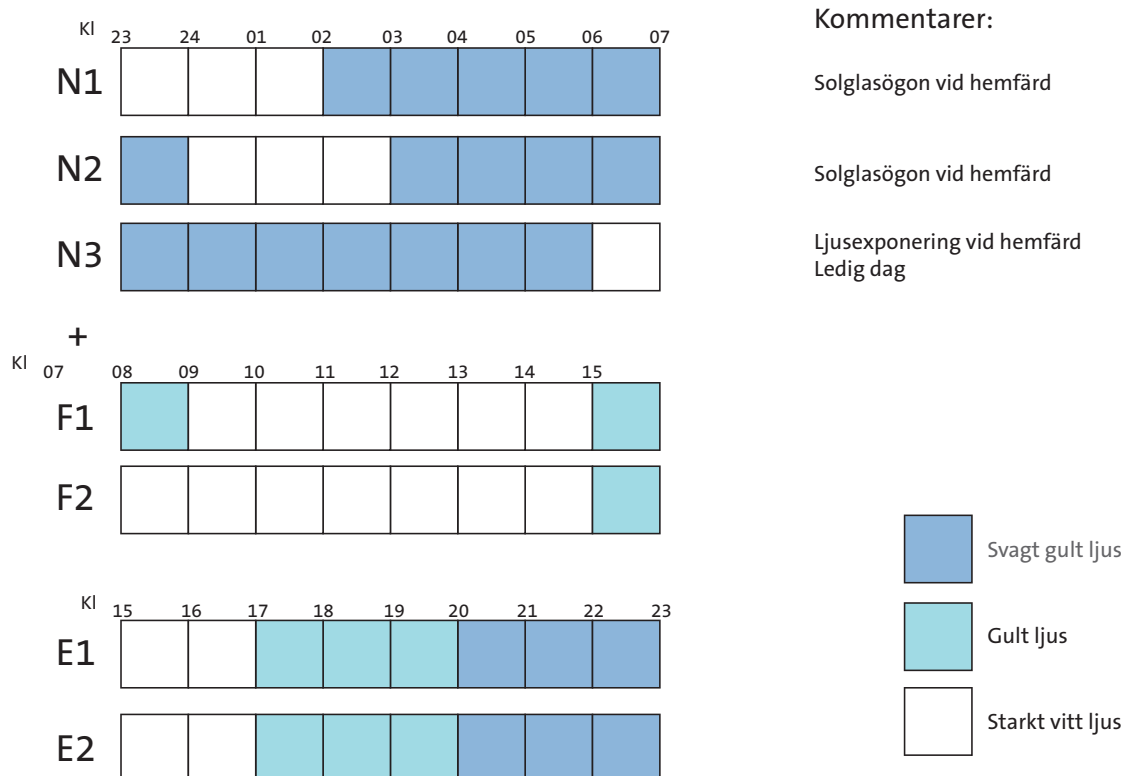
Förmiddagsskeft

Morgonljuset ger en god möjlighet att tidigarelägga rytmen och återställa rytmen till dagtid då denna blivit senarelagd av tidigare arbetade natt/eftermiddagsskeft. Morgonljus ger mer pigghet på förmiddagen eftersom melatoninnivån dämpas. Dessutom blir effekten att sänggåendet på kvällen underlättas och nattsömnen blir bättre genom ett tidigare melatoninpåslag på kvällen. Observera att det starka ljuset inte bör vara påslaget den första timmen (före klockan 08) på det första förmiddagsskeftet då det finns risk för att enstaka operatörer fortfarande är alltför nattanpassade.

Eftermiddagsskeft

Ljushållanden under eftermiddagsskeftet bör efterlikna det naturliga dagsljuset som inbegriper en minskning av det starka dagsljuset under skiftet. Observera att en gradvis sänkning sker av ljuset under kvällen.

Figur 4.1



Figur 4.1. Tänkt fördelning av ljus i kontrollrummet i samband med tre nattskeft (N), ledigt (+) och övergång till förmiddagsskeft (F) och eftermiddagsskeft (E).

5. Slutsatser

Sammanfattningsvis verkar det som att lämpligt dynamiskt ljus i fönsterlösa rum under den mörka nordiska säsongen kan främja vakenhet, sömn och bättre anpassning till snabbt roterande skiftarbete. Resultaten visade att det dynamiska ljuset ledde till att:

- Vakenheten ökade, speciellt det andra nattskiftet, även på sennatten samt tenderade att vara högre under det första förmiddagsskiftet så länge det starkaste ljuset gavs.
- Inga negativa effekter på vakenhet och sömn upplevdes på ledig dag efter nattskift.
- Uppvaknandet efter dagsömn senarelades, speciellt första och tredje dagen.
- Sömneffektivitet minskade och uppvaknande ökade vid andra dagsömnen.
- Melatonin mätt under arbete förblev opåverkat både nattetid och dagtid.
- Ljusintaget under arbete dominerade det totala ljusintaget över dygnet i samband med natt- och förmiddagsarbete.
- I skattningar efter försöket angav operatörer att en ökad pigghet på N-skift och F-skift var märkbar samt att arbetsprestation och en god stämning på arbetet tenderade att öka. Under försöksperioden upplevdes även en minskad sömnighet totalt sett.

Tack

Ett stort tack riktas till Vattenfall AB, BU Nuclear Power i Sverige samt Forsmarks kraftgrupp som fonderat medel för genomförande av studien. Författarna vill också tacka Philips för programmering, installation och sponsring av ljusutrustning. Vi är varmt tacksamma för de operatörer som deltagit i studien och för det fortlöpande stöd som gavs av Driftvakt/Reaktoroperatör Jan Hallqvist vid Forsmark 3.

Referenser

Beersma DG, Spoelstra K, Daan S. Accuracy of human circadian entrainment under natural light conditions: model simulations. *J Biol Rhythms*. 1999, 14(6):524-531.

Bjorvatn B, Kecklund G, Åkerstedt T. Bright light treatment used for adaptation to night work and re-adaptation back to day life. A field study at an oil platform in the North Sea. *J Sleep Res*. 1999, 8(2):105-112.

Costa G, Ghirlanda G, Minors DS, Waterhouse JM. Effect of bright light on tolerance to night work. *Scand J Work Environ Health*. 1993, 19(6):414-420.

Duffy JF & Wright KP Jr (2005). Entrainment of the human circadian system by light. *J Biol Rhythms*. 20, 326-238.

Eastman CI, Stewart KT, Mahoney MP, Liu L, Fogg LF. Dark goggles and bright light improve circadian rhythm adaptation to night-shift work. *Sleep*. 1994, 17(6):535-543.

Harada T. Effects of evening light conditions on salivary melatonin of Japanese junior high school students. *J of Circadian Rhythms* 2004, 2:4.

Koller M, Härmä M, Laitinen JT, Kundi M, Piegler B, Haider M. Different patterns of light exposure in relation to melatonin and cortisol rhythms and sleep of night workers. *J Pineal Res*. 1994, 16(3):127-35.

Lowden A (1998). Jet lag and shiftwork – their effects on sleep & sleepiness. Doctoral dissertation. Dep. of Psychology, Stockholm University. Stockholm, pp97.

Lowden A, Åkerstedt T, Wibom R. (2004). Suppression of sleepiness and melatonin by bright light exposure during breaks in night work. *Journal of Sleep Research* 13, 37-43.

Rufiange M, Beaulieu C, Lachapelle P, Dumont M. Circadian light sensitivity and rate of retinal dark adaptation in indoor and outdoor workers. *J Biol Rhythms*. 2007, 22(5):454-457.

Smith KA, Schoen MW, Czeisler CA. Adaptation of human pineal melatonin suppression by recent photic history. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004, 89(7):3610-3614.

Stevens RG. Testing the light-at-night (LAN) theory for breast cancer causation. *Chronobiol Int*. 2011, 28: 653–656.

Stevens RG, Hansen J, Costa G, Haus E, Kauppinen T, Aronson KJ, Castaño-Vinyals G, Davis S, Frings-Dresen MH, Fritschi L, Kogevinas M, Kogi K, Lie JA, Lowden A, Peplonska B, Pesch B, Pukkala E, Schernhammer E, Travis RC, Vermeulen R, Zheng T, Coglianò V, Straif K. Considerations of circadian impact for defining 'shift work' in cancer studies: IARC Working Group Report. *Occup Environ Med*. 2011, 68(2):154-162.

Stewart KT, Hayes BC, Eastman CI. Light treatment for NASA shiftworkers. *Chronobiol Int*. 1995, 12(2):141-151.

Scienceblogs.com se länk; http://scienceblogs.com/clock/2006/08/clock_tutorial_13_using_the_ph.php.

Söderström M, Ekstedt M, Åkerstedt T, Nilsson J, Axelsson J. Sleep and sleepiness in young individuals with high burnout scores. *Sleep* 2004, 27:1369-1377.

Wright KP Jr, Hughes RJ, Kronauer RE, Dijk DJ, Czeisler CA. Intrinsic near-24-h pacemaker period determines limits of circadian entrainment to a weak synchronizer in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2001, 98, 14027-14032.

Stressforskningsrapporter 2003-2013

- 325 *Tucker P, Bejerot E, Kecklund G, Aronsson G & Åkerstedt T (2013)* Doctors' work hours in Sweden: Their impact on sleep, health, work-family balance, patient care and thoughts about work.
- 324 *Åkerstedt T, Ingre M, Kecklund G (2012)* Vad kännetecknar bra och dåliga skiftscheman?
- 323 *Lowden A, Åkerstedt T (2012)* Ljus i kontrollrummet vid Forsmark 3 anpassat till skiftschema för optimering av synergonomi, vakenhet och återhämtning.
- 322 *Kecklund G, Ingre M, Åkerstedt T (2010)* Arbetstider, hälsa och säkerhet – en uppdatering av aktuell forskning.
- 321 *Kinsten A, Magnusson Hanson L, Hyde M, Oxenstierna G, Westerlund H, Theorell T (2007)* SLOSH – Swedish Longitudinal Occupational Survey of Health: a nationally representative psychosocial survey of the Swedish working population.
- 320 *Oxenstierna G, Widmark M, Finnholm K, Elofsson S (2008)* Psykosociala faktorer i dagens arbetsliv och hur man mäter och beskriver dem.
- 319 *Kecklund G, Eriksen CA, Åkerstedt T (2006)* Hälsa, arbetstider och säkerhet inom polisen.
- 318 *Thulin Skantze E (2006)* Organisationsstrukturens betydelse för de anställdas hälsa. En explorativ studie baserad på fokusgruppsintervjuer bland chefer.
- 317 *Söndergaard HP (2006)* Hälsoeffekter av rån och övriga traumatiska händelser bland handelsanställda. Delstudie I och II.
- 316 *Holmén-Isaksson M (2005)* Rehabilitering. En förhandling mellan individer och organisationer.
- 315 *Widmark M (2005)* Det nya arbetslivet. En explorativ studie som jämför två dominerande psykosociala arbetsmiljömodeller med aktuell arbetsmiljöproblematik i organisationsförhållanden.
- 314 *Hasselhorn HM, Theorell T, Hammar N, Alfredsson L, Westerholm P and the WOLF Study Group (2004)* Occupational health care team ratings and self reports of demands and decision latitude – results from the Swedish WOLF Study.
- 313 *Bernin P, Theorell T (2004)* Mönster för framgångsrikt ledarskap i vården.
- 312 *Söderström M, Jeding K, Ekstedt M, Kecklund G, Åkerstedt T (2003)* Arbetsmiljö, stress och utbrändhet inom ett företag i IT-branschen.
- 311 *Hansen Egon (2003)* Stress, Stream of Affect, Emotions, and Background Variables: Exploratory Experiment with Poetry Reading II.
- 310 *Pernler H, Gillberg M (2003)* Sömnvanor och sömnproblem hos barn i förskoleåldern.

Stressforskningsinstitutet

Stockholms universitet 106 91 Stockholm www.stressforskning.su.se

ISBN 978-91-978746-1-8



9 789197 874618 >



Stockholms
universitet