

Agnieszka Wolska

Profilaktyka obniżonego poziomu czujności pracowników umysłowych z wykorzystaniem ekspozycji na światło o określonej barwie i intensywności

Zalecenia



dr hab. inż. Agnieszka Wolska, prof. nadzw. CIOP-PIB
2016 r.

Opracowano w ramach realizacji III etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” (2014-2016) finansowanego z zakresu badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt nr I.P.04 pn. *Metoda zapobiegania obniżonemu poziomowi czujności pracowników w wieku 55+ przez ekspozycję na różną barwę i intensywność światła*

Definicja czujności

Czujność jest to stan osoby charakteryzujący się:

- prawidłowym spostrzeganiem bodźców oraz szybkim i adekwatnym reagowaniem na nie
- zwiększonym zaangażowaniem i pobudzeniem,

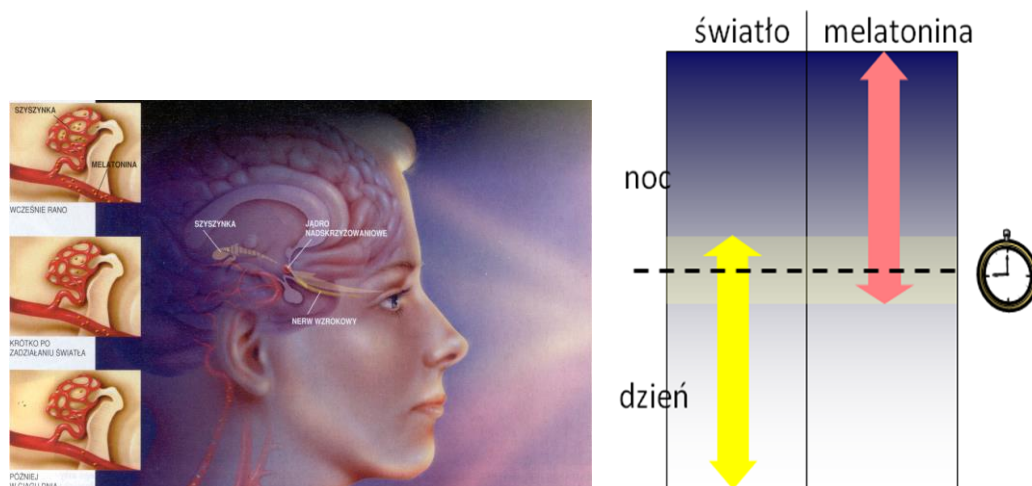
które wpływają pozytywnie na sprawność i jakość wykonania zadań.

Czujność jest traktowana jako przeciwieństwo senności.

Stąd najlepszym wyznacznikiem spadającego poziomu czujności jest odczuwana indywidualnie przez człowieka narastająca senność.

Okołodobowe wahania poziomu czujności

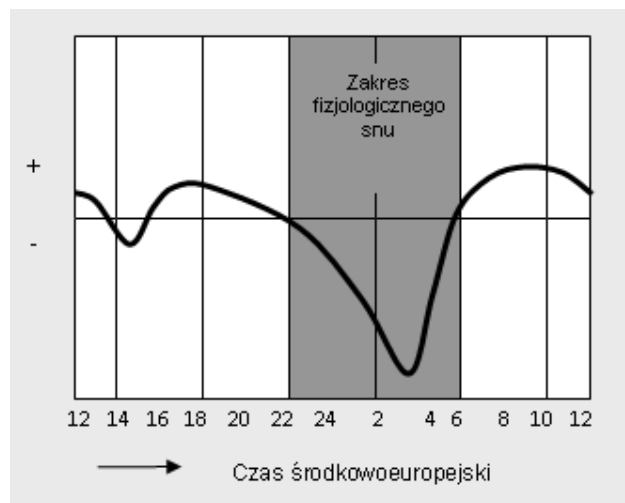
Poziom czujności człowieka podlega wahaniom okołodobowym sterowanym przez zegar biologiczny zlokalizowany w jądrach nadskrzyżowaniowych podwzgórza (SCN). W procesach regulacji okołodobowej bardzo ważną rolę odgrywa percepcja światła przez melanopsynę w komórkach zwojowych siatkówki i wydzielanie melatoniny w szyszynce. Im mniej światła dociera do siatkówki, tym więcej wydziela się w organizmie melatoniny, która nazywana jest hormonem ciemności. Im więcej melatoniny we krwi, tym bardziej człowiek staje się senny. Natomiast im więcej dociera do siatkówki oka światła, **zwłaszcza z zakresu niebieskiego**, tym bardziej hamowany jest proces wydzielania melatoniny w organizmie, a człowiek jest bardziej czujny. Zależność tę zaprezentowano na rysunku 1.



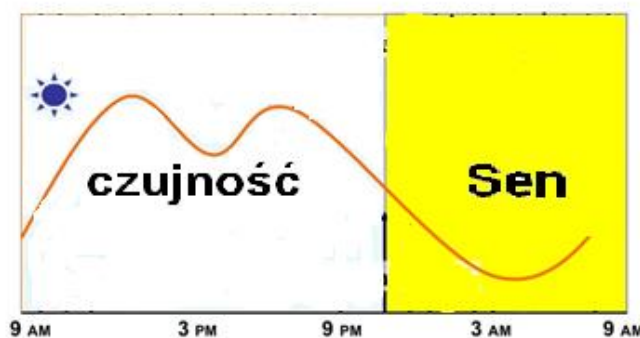
Rys. 1. Poziom melatoniny a światło (Świat Nauki, maj 2000)

Zgodnie z fizjologiczną krzywą zdolności do pracy fizycznej i umysłowej Lehmana (rys. 2) poziom czujności człowieka ulega obniżeniu w okresie wczesnopołudniowym (godz. 13-15) oraz znacznemu obniżeniu w okresie nocnym (24-5 rano). Na rysunku 3 przedstawiono wykres poziomu

czujności/senności w ciągu doby. Wyraźnie widać pewien spadek czujności wczesnopołudniowej oraz duży spadek w godzinach nocnych.



Rys. 2. Fizjologiczna krzywa gotowości do pracy fizycznej i umysłowej wg Lehmann'a



Rys. 3. Przebieg dobowy poziomu czujności / senności

Kogo szczególnie dotyczy problem obniżonej czujności?

Problem obniżonej czujności człowieka dotyczy w szczególności osób, które:

- wykonują pracę w porze nocy
- w porze dziennej pracują przy braku dostępu do światła dziennego lub ograniczonym dostępie do światła dziennego
- są w wieku powyżej 55 roku życia
- źle śpią w nocy.

Dla kogo przeznaczone są opracowane zalecenia?

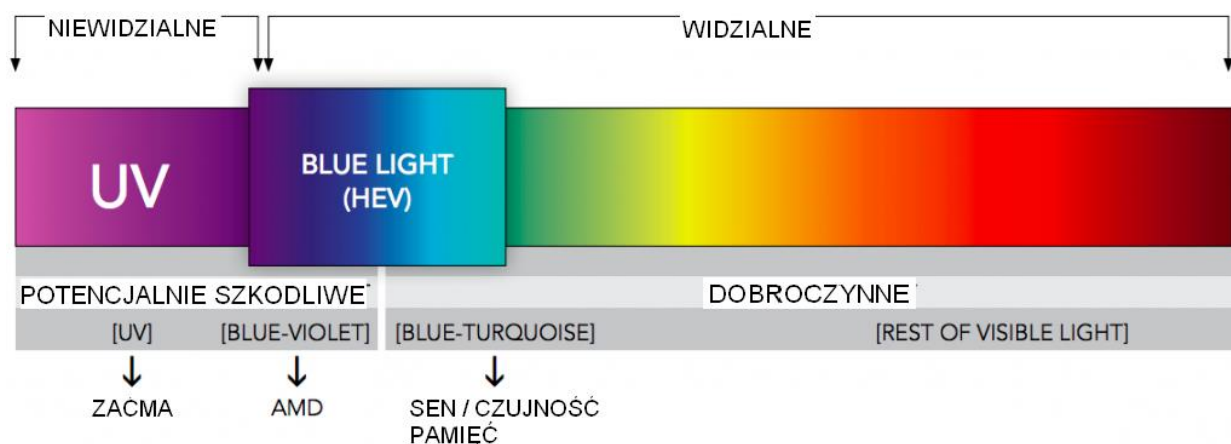
Dla pracowników umysłowych, operatorów, kontrolerów, szczególnie w wieku 55+, którzy odczuwają w okresie między godziną 13 a 15 wzmożone odczucie senności lub wykonują pracę wymagającą wzmożonego poziomu czujności (np. w sterownikach).

Jakiego okresu obniżonej czujności dotyczą zalecenia?

Pracownicy umysłowi zwykle nie pracują w cyklu zmianowym i wykonują pracę w okresie od porannego do popołudniowego – w godzinach między 7 a 18. Z tego względu zalecenia profilaktyki obniżonej czujności dotyczą zapobiegania obniżeniu czujności w okresie wczesnopołudniowym, tj. między godziną 13 a 15.

Jakie światło jest najbardziej skuteczne do podniesienia poziomu czujności?

Promieniowanie optyczne emitowane przez źródła światła oprócz promieniowania widzialnego (światła) może zawierać promieniowanie nadfioletowe (UV), które jest niewidzialne dla oczu człowieka. Zarówno promieniowanie nadfioletowe, jak i widzialne do długości fal ok. 490 nm (od fioletu do barwy zielononiebieskiej) może stanowić o potencjalnej szkodliwości dla zdrowia człowieka, jeśli występuje w nadmiarze i jest nieodpowiednio stosowane. Pomimo, iż pewna ilość tego promieniowania jest niezbędna człowiekowi do życia, to może przyczyniać się do powstawania takich chorób oczu, jak: zaćma, zapalenie spojówki i rogówki, zwyrodnienie plamki żółtej – AMD, stany zapalne lub uszkodzenia siatkówki. Natomiast promieniowanie widzialne o dłuższych falach (powyżej 500 nm) uważane jest za dobroczynne dla człowieka, gdyż stymuluje cykl cyrkadiany (sen/czuwanie) bez potencjalnych skutków szkodliwych dla siatkówki oraz wspomaga procesy poznawcze i pamięć (rysunek 4).



Rys. 4. Widmo promieniowania optycznego z podziałem na zakres potencjalnie szkodliwy i dobroczynny dla człowieka (na podstawie: <http://www.bluelightexposed.com/#what-is-bue-light>)

Przyjmuje się, że maksimum skuteczności hamowania wydzielania melatoniny występuje przy promieniowaniu o długościach fal między 460 a 480 nm (w zależności od źródła bibliograficznego). Z tego względu najbardziej skuteczne byłoby stosowanie światła o barwie niebieskiej z tego właśnie zakresu. Wyniki badań prowadzonych w CIOP-PIB potwierdziły, że światło białe wzbogacone światłem niebieskim (przez dodanie źródeł ledowych o barwie niebieskiej z maksimum emisji 470 nm – rys. 5b) wpływa istotnie na podwyższenie poziomu czujności w godzinach wczesnopołudniowych, zwłaszcza u osób starszych. Jest ono skuteczniejsze do podniesienia czujności niż światło białe wzbogacone światłem czerwonym (rys. 5c) oraz światło białe – referencyjne (typowe oświetlenie biurowe z wykorzystaniem świetlówek białych o temperaturze barwowej 4000 K – rys. 5a). Jednak porównując światło białe i białe wzbogacone światłem czerwonym to dodanie składowej czerwonej do światła białego wpłynęło istotnie na podwyższenie czujności, zwłaszcza u osób młodych, z grupy wiekowej 22-34 lata. Można zatem stwierdzić, że występuje w tym przypadku również pobudzenie organizmu człowieka i wzrost poziomu czujności, bez hamowania wydzielania melatoniny w organizmie i zbytej ingerencji w cykl okołodobowy.



Rys. 5. Widok stanowisk pracy biurowej przy ekspozycji na światło o różnej barwie przy oświetleniu
 a) światłem białym – referencyjnym, b) światłem białym wzbogaconym światłem niebieskim,
 c) światłem białym wzbogaconym światłem czerwonym

Jakie światło stosować do dodatkowego oświetlenia miejsca pracy w celu zapobiegania obniżenia czujności popołudniowej?

Uwzględniając wyniki badań CIOP-PIB oraz aktualne doniesienia literaturowe dotyczące negatywnych skutków chronicznego oddziaływania światła niebieskiego na organizm człowieka oraz na siatkówkę oka i ryzyko zachorowań na AMD można przyjąć, że do celów profilaktyki obniżonej czujności można zastosować:

- **światło białe wzbogacone światłem czerwonym** (np. przez dodanie źródeł ledowych o barwie czerwonej z maksimum emisji 600-630 nm). **Dotyczy to przede wszystkim osób młodych oraz starszych wykonujących pracę nie wymagającą ciągłego skupienia uwagi.**
- **światło białe wzbogacone światłem zielononiebieskim** (np. przez dodanie źródeł ledowych o maksimum emisji 500 nm). **Dotyczy to przede wszystkim osób starszych powyżej 55 roku życia i wykonujących pracę wymagającą ciągłego skupienia uwagi.**

W przypadku zastosowania barwy światła zielononiebieskiej będzie ograniczone zagrożenie siatkówki oka, a jednocześnie mogą być wykorzystane mechanizmy hamowania wydzielania melatoniny wpływające na podniesienie czujności. Przy zachowaniu wartości natężenia napromienienia skutecznego w hamowaniu wydzielania melatoniny ok. $0,6 \text{ W/m}^2$ w płaszczyźnie pionowej na wysokości oczu pracownika po okresie ok. 40 minut ekspozycji można będzie uzyskać efekt podniesienia poziomu czujności na podobnym poziomie jak przy świetle niebieskim – 470 nm.

Należy unikać chronicznego stosowania doświetlenia ze światłem zielononiebieskim. Stosować tę barwę światła tylko w sytuacjach, gdy jest to niezbędne i inne środki nie pomagają.

W przypadku zastosowania światła czerwonego unika się zagrożenia siatkówki oka oraz nie ingeruje się w cykl okołodobowy człowieka, a jednocześnie podwyższa się poziom czujności. Przy zachowaniu wartości natężenia oświetlenia światłem czerwonym na poziomie 250 lx w płaszczyźnie pionowej na wysokości oczu pracownika po okresie ok. 40 minut ekspozycji można uzyskać efekt podniesienia poziomu czujności.

Należy wziąć pod uwagę preferencje pracowników co do stosowanej barwy światła jako czasowe doświetlenie stanowiska. Niektóre osoby mogą nie tolerować doświetlenia światłem czerwonym, a inne światłem zielononiebieskim.

Jak doświetlać stanowisko pracy w celu zapobiegania obniżenia czujności popołudniowej?

- Oświetlenie dedykowane zapobieganiu obniżonej czujności powinno być realizowane przez dodatkowe oprawy tak zlokalizowane nad stanowiskiem pracy, aby nie powodowały oślnienia pracownika (tak jak przedstawiono na rys. 5.).
- Oprawa powinna być włączana indywidualnie przez pracownika i dawać możliwość wyboru barwy doświetlenia: zielononiebieskiej lub czerwonej.
- Zaleca się stosowanie oprawy ledowej składającej się z trzech sekcji, każda z diodami elektroluminescencyjnymi (LED) o innej barwie: ZN – diody zielononiebieskie 500 nm, CZ – diody czerwone 630 nm, B – diody białe 4000 K.

- Każda sekcja diod o określonej barwie powinna być włączana osobno.
- W celu uniknięcia zniekształceń barw przedmiotów oświetlanych barwą zielononiebieską (ZN) lub czerwoną (CZ) zaleca się dodatkowo włączać sekcję białych diod (B). Zaleca się aby wskaźnik oddawania barw pochodzący zarówno od oświetlenia ogólnego, jak i zlokalizowanego wynosił co najmniej 70. Preferowana wartość to co najmniej 80.
- Naprzemienne rozłożenie diod o różnej barwie w oprawie oraz wyposażenie oprawy w klosz rozpraszający umożliwi lepsze wymieszanie barw światła wychodzącego z oprawy i mniejsze postrzeganie przez użytkowników wyraźnego światła czerwonego lub zielononiebieskiego. Dzięki temu można uzyskać oświetlenie bardziej akceptowane przez użytkowników.

Zestawienie parametrów oświetlenia przeznaczonego do stosowania w celu podniesienia czujności

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie parametrów oświetlenia przy dwóch wariantach światła emitowanego przez dodatkową oprawę z diodami elektroluminescencyjnymi do stosowania w celu podniesienia czujności.

Tabela 1. Zalecane parametry oświetleniowe przy poszczególnych sekcjach diod w oprawie do doświetlania

| Parametr | diody białe (4000 K) | diody czerwone (630 nm) | diody zielononiebieskie (500 nm) |
|---|--------------------------|----------------------------|--|
| Natężenie oświetlenia przy oku | ok. 400 lx | ok. 250 lx | ok. 250 lx |
| Natężenie napromienienia skuteczne w hamowaniu wydzielania melatoniny | ok. 0,3 W/m ² | - | 0,6 W/m ² |

Zaleca się włączać dodatkowe oświetlenie na około 40 minut. W tym czasie pracownik może wykonywać normalne czynności pracy.

Zapobieganie senności podczas pracy – porady dla pracownika krok po kroku

Zwykle pierwsze objawy senności pojawiają się w porze ok. godz. 12-15, nazywanej też porą „poobiednią” (post-lunch). Czasami trudno powstrzymać zamykające się oczy i przezwyciężyć chęć zrobienia sobie drzemki. Jak można sobie z tym radzić? Oto 5 kroków radzenia sobie z sennością podczas pracy.

Krok 1. Wstań, podejdz do okna otwórz je i popatrz przez chwilę na horyzont lub wyjdź na krótką 5-minutową przerwę na zewnątrz budynku.

Krok 2. Zrób kilka ćwiczeń rozciągających kręgosłup i kończyny.

Krok 3. Załóż słuchawki i słuchaj podczas pracy muzyki, która sprawia, że czujesz się pełny energii i wigoru. Nastaw małą głośność, aby muzyka Cię nie rozpraszała. Dotyczy to sytuacji, gdy warunki w pracy umożliwiają słuchanie muzyki podczas pracy.

Krok 4. Przemyj twarz zimną wodą.

Krok 5. Jeśli to nie pomoże – włącz na ok. 40 minut dodatkowe oświetlenie o barwie:

- białej wzbogaconej światłem zielononiebieskim jeśli jesteś w wieku 55+ i wykonujesz odpowiedzialne zadania wymagające utrzymania wysokiej czujności lub
- białej wzbogaconej światłem czerwonym jeśli jesteś w wieku 55+ i nie wykonujesz odpowiedzialnych zadań wymagających utrzymania wysokiej czujności.

W czasie świecenia oprawy wykonuj normalne czynności pracy.

Pamiętaj, że codzienne włączanie światła zielononiebieskiego może spowodować u Ciebie zaburzenia snu. Stosuj go z umiarem i tylko wtedy, gdy jest to konieczne i inne środki nie pomagają.