

BIAŁA KSIĘGA BRAINLIT

# CZUJNOŚĆ


---

OŚWIETLENIE BIOCENTRYCZNE BIOCENTRIC LIGHTING™  
A CZUJNOŚĆ CZŁOWIEKA

 BRAINLIT

# OŚWIETLENIE BIOCENTRYCZNE BIOCENTRIC LIGHTING™ A CZUJNOŚĆ CZŁOWIEKA

Czułość to stan świadomości otoczenia oraz dużej czułości na bodźce docierające do człowieka<sup>1</sup>. Czułość jest ściśle związana z witalnością, czyli poczuciem bycia żywym i pełnym energii. Coraz więcej badań wskazuje na ostre oddziaływanie przebudzające światła – zarówno w nocy, jak i w dzień. Odpowiednie oświetlenie jest zatem elementem istotnym w otoczeniu i sytuacjach, w których czułość człowieka jest koniecznością – np. w pracy, szkole czy podczas prowadzenia pojazdów. W niniejszej księdze podsumowano badania naukowe nad oddziaływaniem przebudzającym światła.



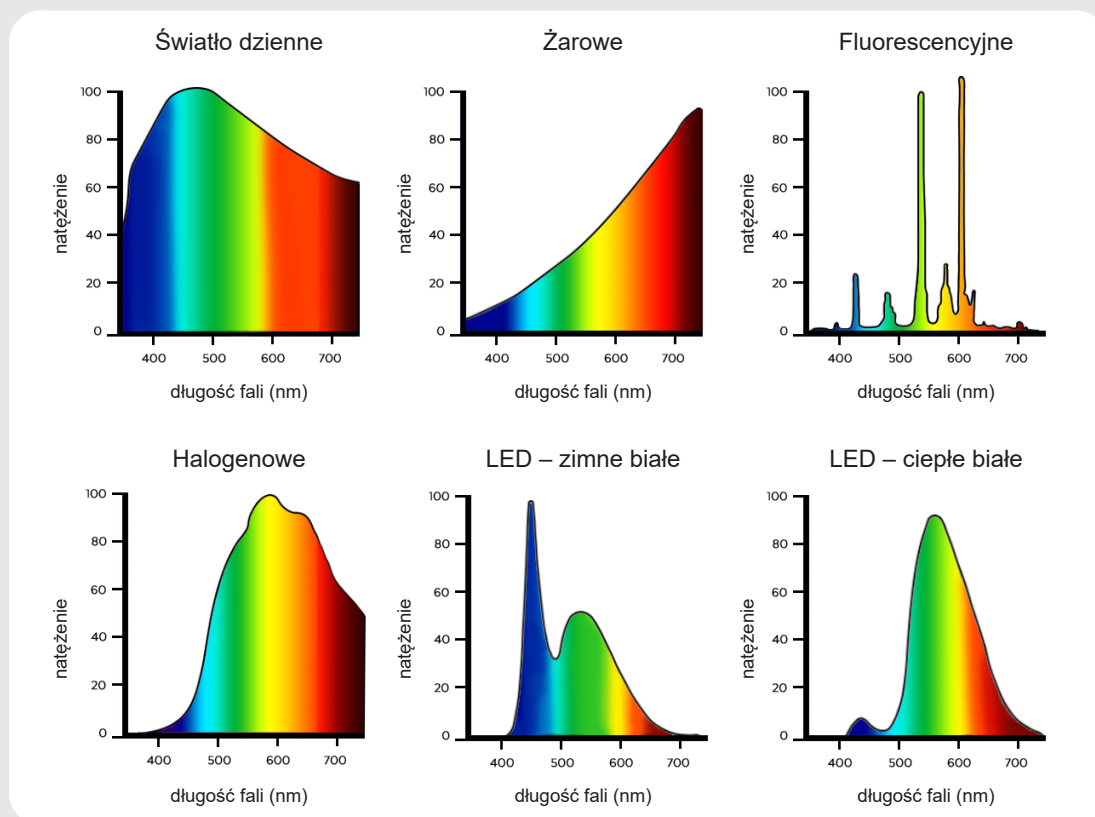
„Istnieje pozytywny związek między ekspozycją na światło a poczuciem witalności”.

## Silne natężenie światła wywołuje czułość za dnia

W szeregu badań wykazano wpływ światła o silnym natężeniu na czułość. Większość badań wskazuje na poprawę subiektywnej czułości wraz ze wzrostem natężenia światła<sup>1,2</sup>. Pozytywny wpływ na czułość można osiągnąć zwiększając natężenie światła wewnątrz biur i innych pomieszczeń zamkniętych. W porównaniu z natężeniem światła rzędu 200 luksów, jasne światło poranka o natężeniu 1000 luksów może zmniejszyć subiektywnie odczuwaną senność, zwiększyć witalność oraz poprawić czas reakcji<sup>3</sup>. W analogiczny sposób, jeszcze jaśniejsze światło o poranku (5000 luksów) o wysokiej wartości skorelowanej temperatury barw (CCT) równej 6500 K poprawia subiektywną czułość w porównaniu ze standardowym światłem białym o natężeniu 400 luksów i temperaturze 4000 K<sup>4</sup>. Ponadto istnieje pozytywny związek między ekspozycją na światło a poczuciem witalności<sup>5</sup>.

## Rozkład widmowy światła

Oddziaływanie przebudzające światła nie jest wyłącznie funkcją jego natężenia, lecz także składu barwnego, zwanego rozkładem widmowym źródła światła. Dwa pozornie podobne do siebie źródła światła białego mogą całkowicie różnić się rozkładem widmowym (patrz ilustracja). Należy o tym pamiętać, ponieważ światłoczułe fotoreceptory w oku reagują na różne barwy światła.



Światłoczułe komórki zwojowe siatkówki reagują na światło niebieskie, sygnalizując to obszarom mózgu odpowiedzialnym za regulację czynności niezwiązanych ze wzrokiem – między innymi cykl snu i czuwania oraz nastroj. Idąc tym tropem, naukowcy postanowili sprawdzić, czy niebieskie światło ma większy wpływ na poziom czujności ludzkiej niż inne barwy.

Chcąc ustalić w jaki sposób wpływają na nas różne kolory światła, rozpatrzono oddziaływanie światła fioletowego (420 nm), niebieskiego (470 nm) i pomarańczowego (600 nm) na subiektywne poczucie czujności. Uczestnicy badania przebywali w świetle przygaszonym, po czym wystawiano ich na działanie porannego światła przez cztery godziny. Wyniki pokazały, że krótsze fale światła miały silniejszy wpływ na czujność<sup>6</sup>. Zważywszy na to odkrycie, odpowiednim wyborem dla biur i podobnych pomieszczeń mogą być źródła światła białego rozszerzonego o widmo niebieskie, które poprawiają czujność.

Szereg badań poświęcono porównaniu oddziaływania światła rozszerzonego o widmo niebieskie (17 000 K) z typowym światłem białym (ok. 4 000 K) na czujność człowieka. Badania te przeprowadzono na różnych grupach osób, np. pracownikach biurowych<sup>7</sup> czy członkach załogi stacji podbiegunowej Concordia podczas arktycznej zimy<sup>8</sup>. W badaniach potwierdzono, że światło rozszerzone o widmo niebieskie poprawia subiektywną miarę czujności<sup>7-9</sup>. Sugerują one również poprawę wydolności i koncentracji<sup>7,9</sup> oraz spadek zmęczenia i senności w ciągu dnia<sup>9</sup> podczas korzystania ze światła rozszerzonego o widmo niebieskie.

Czujność można rozumieć jako gotowość do reagowania na bodźce od otoczenia, co jest ważne podczas prowadzenia pojazdów. Obowiązki życiowe czasami wymagają od nas kierowania samochodem lub wykonywania innych zadań w porach dnia, w których nasza czujność jest mniejsza. Osoby nazywane „sowami”, aktywne wieczorem, zwykle odczuwają senność i spadek czujności w godzinach porannych — i na odwrót. W symulowanym zadaniu prowadzenia pojazdu mechanicznego, białe światło rozszerzone o widmo niebieskie ograniczyło pogorszenie czasu reakcji u „sów” podczas badania w godzinach porannych<sup>10</sup>.



Mimo że społeczność naukowa zainteresowała się światłem niebieskim ze względu na jego pozawzrokowy wpływ na sen i czujność, warto zauważyć, że niektóre badania wykazały również przebudzające oddziaływanie światła czerwonego. W jednym z badań porównano wpływ światła o krótkich i długich falach z ciemnością na przebieg elektroencefalogramu (EEG) wczesnym rankiem. Moc EEG alfa była niższa po 30 minutach ekspozycji na światło w obu warunkach oświetleniowych w porównaniu z ciemnością, co sugeruje pozytywny wpływ badanego światła na czujność<sup>11</sup>.

Słabe natężenie (40 luksów) niebieskiego i czerwonego światła przebadano również w godzinach popołudniowych (w porze po lunchu), uzyskując podobne wyniki, lecz w tym przypadku jedynie światło czerwone dało znaczące oddziaływanie<sup>12</sup>.

## Światło zwiększa czujność w nocy

W porze nocnej występuje wyraźna zależność dawka-odpowiedź między natężeniem światła a czujnością<sup>13</sup>. Białe światło o niebieskich długościach fal hamuje również wydzielanie hormonu snu — melatoniny, co może wywołać niepożądany skutek uboczny w postaci przesunięcia faz naszego rytmu dobowego. W badaniach wykazano, że czerwone światło w nocy może wpływać na aktywność naszego mózgu, mierzoną za pomocą EEG, skutkując pobudzeniem, nie tłumiąc wydzielania melatoniny<sup>14,15</sup>.

Ponadto wykazano, że czerwone światło skraca czas reakcji w nocy w porównaniu ze słabym oświetleniem<sup>14</sup>. Oddziaływanie czerwonego światła na czujność może mieć ogromne znaczenie, ponieważ pozwala nam utrzymać tę cechę funkcjonalną nie zakłócając rytmu dobowego.

## Światło po deprivacji snu

Można wykorzystać światło do zwalczania wpływu deprivacji (niedoboru lub pozbawienia) snu na czujność. Trzydziestominutowa terapia światłem w komorze oświetleniowej (10 000 luksów) lub za pomocą okularów LED do emisji światła z widmem niebieskim (2 000 luksów) zmniejsza senność we wczesnych godzinach porannych (od 5 do 7 rano) po jednej nocy bez snu<sup>16</sup>. W innym badaniu wykazano, że jasne światło o natężeniu 1000 luksów może zmniejszyć wpływ senności po dwóch nocach niedoboru snu, w porównaniu ze słabym światłem<sup>17</sup>.

Badania te podkreślają przydatność światła dla osób pracujących na nocne zmiany albo cierpiących na niedobory snu z innych przyczyn. Co ważne, światło białe i rozszerzone o widmo niebieskie może wywoływać reakcję przebudzenia po deprivacji snu zarówno u osób starszych, jak i młodszych dorosłych<sup>18</sup>, co dowodzi, że światło może wywołać przebudzenie i czujność u dużej części populacji.



# Naturalne światło dzienne a oświetlenie dynamiczne

Naturalne światło dzienne wewnątrz pomieszczeń wydaje się utrzymywać czujność człowieka w godzinach popołudniowych skuteczniej niż światło sztuczne-elektryczne<sup>19</sup>. Gdy naturalne światło dzienne nie jest dostępne, ważne jest, aby uzupełnić je odpowiednim oświetleniem elektrycznym, umożliwiającym przebywanie w świetle wystarczającym do zachowania czujności. Jednym z rozwiązań problemu jest oświetlenie dynamiczne, którego natężenie i barwę zmienia się w ciągu pory dziennej. W trwającym cztery miesiące badaniu wykazano, że oświetlenie dynamiczne (do maksymalnie 700 luksów przy temp. 3500–6000 K) zwiększyło czujność o godzinie 13:00 w porównaniu z oświetleniem statycznym (500 lx, 5000 K), co sugeruje, że oświetlenie dynamiczne może posłużyć w profilaktyce spadku czujności po lunchu<sup>20</sup>.

W innym badaniu uczestnicy mogli wybrać własne ustawienia światła lub byli wystawiani na stałe jasne światło (1000 luksów) albo światło o słabym natężeniu. Zarówno jasne światło, jak i samodzielnie dobrane oświetlenie znacząco poprawiły czujność u osób będących „sowami”, natomiast samo jasne światło znacząco poprawiło czujność u osób będących „skowronkami”<sup>21</sup>.

# Podsumowanie

- **Czułość to stan świadomości i wysokiej wrażliwości na bodźce zewnętrzne. Jest on istotny podczas pracy i wykonywania innych codziennych zadań**
- **Jasne światło o niebieskim zabarwieniu zwiększa czułość**
- **Światło bliższe długości fali czerwieni może wywoływać czułość nie tłumiąc wydzielania melatoniny, hormonu snu, w porze nocnej**
- **Można za pomocą oświetlenia dynamicznego unikać spadku czułości w porze poobiedniej (po lunchu)**

Stan czułości jest pożądanym dla optymalnej wydajności w pracy i podczas innych codziennych zadań. Poziom czułości zmienia się w sposób naturalny w ciągu dnia i ulega pogorszeniu na skutek niedoboru snu. Białe światło rozszerzone o widmo niebieskie jest lepsze od typowego światła białego w porze dziennej, natomiast światło o czerwonym zabarwieniu może być skuteczniejsze w nocy.

Najnowsze badania poszerzają wiedzę o dobroczynnym oddziaływaniu światła na stymulowanie czułości, a także o sposobach dostosowania światła w otoczeniu dających optymalną skuteczność utrzymania czułości. System oświetlenia biocentrycznego BioCentric Lighting™ (BCL™) można łatwo dostosować do najnowszych osiągnięć naukowych i specyficznych potrzeb danego miejsca pracy.

## Literatura

1. Lok, R., Smolders, K., Beersma, D. G. M. & de Kort, Y. A. W. Light, Alertness, and Alerting Effects of White Light: A Literature Overview. *J Biol Rhythms* 33, 589-601, doi:10.1177/0748730418796443 (2018).
2. Souman, J. L., Tinga, A. M., Te Pas, S. F., van Ee, R. & Vlaskamp, B. N. S. Acute alerting effects of light: A systematic literature review. *Behav Brain Res* 337, 228-239, doi:10.1016/j.bbr.2017.09.016 (2018).
3. Smolders, K. C., de Kort, Y. A. & Cluitmans, P. J. A higher illuminance induces alertness even during office hours: findings on subjective measures, task performance and heart rate measures. *Physiol Behav* 107, 7-16, doi:10.1016/j.physbeh.2012.04.028 (2012).
4. Leichtfried, V. et al. Intense illumination in the morning hours improved mood and alertness but not mental performance. *Appl Ergon* 46 Pt A, 54-59, doi:10.1016/j.apergo.2014.07.001 (2015).
5. Smolders, K. C. H. J. d. K., Y.A.W.; van den Berg, S.M. Daytime light exposure and feelings of vitality: Results of a field study during regular weekdays. *Journal of Environmental Psychology* 36, 270-279, doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.09.004 (2013).
6. Revell, V. L., Arendt, J., Fogg, L. F. & Skene, D. J. Alerting effects of light are sensitive to very short wavelengths. *Neurosci Lett* 399, 96-100, doi:10.1016/j.neulet.2006.01.032 (2006).
7. Viola, A. U., James, L. M., Schlangen, L. J. & Dijk, D. J. Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scand J Work Environ Health* 34, 297-306, doi:10.5271/sjweh.1268 (2008).
8. Najjar, R. P. et al. Chronic artificial blue-enriched white light is an effective countermeasure to delayed circadian phase and neurobehavioral decrements. *PLoS One* 9, e102827, doi:10.1371/journal.pone.0102827 (2014).
9. Mills, P. R., Tomkins, S. C. & Schlangen, L. J. The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance. *J Circadian Rhythms* 5, 2, doi:10.1186/1740-3391-5-2 (2007).
10. Rodriguez-Morilla, B., Madrid, J. A., Molina, E., Perez-Navarro, J. & Correa, A. Blue-Enriched Light Enhances Alertness but Impairs Accurate Performance in Evening Chronotypes Driving in the Morning. *Front Psychol* 9, 688, doi:10.3389/fpsyg.2018.00688 (2018).
11. Okamoto, Y., Rea, M. S. & Figueiro, M. G. Temporal dynamics of EEG activity during short- and long-wavelength light exposures in the early morning. *BMC Res Notes* 7, 113, doi:10.1186/1756-0500-7-113 (2014).
12. Sahin, L. & Figueiro, M. G. Alerting effects of short-wavelength (blue) and long-wavelength (red) lights in the afternoon. *Physiol Behav* 116-117, 1-7, doi:10.1016/j.physbeh.2013.03.014 (2013).
13. Cajochen, C., Zeitzer, J. M., Czeisler, C. A. & Dijk, D. J. Dose-response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human alertness. *Behav Brain Res* 115, 75-83, doi:10.1016/s0166-4328(00)00236-9 (2000).
14. Figueiro, M. G., Sahin, L., Wood, B. & Plitnick, B. Light at Night and Measures of Alertness and Performance: Implications for Shift Workers. *Biol Res Nurs* 18, 90-100, doi:10.1177/1099800415572873 (2016).
15. Figueiro, M. G., Bierman, A., Plitnick, B. & Rea, M. S. Preliminary evidence that both blue and red light can induce alertness at night. *BMC Neurosci* 10, 105, doi:10.1186/1471-2202-10-105 (2009).
16. Comtet, H. et al. Light therapy with boxes or glasses to counteract effects of acute sleep deprivation. *Sci Rep* 9, 18073, doi:10.1038/s41598-019-54311-x (2019).
17. Phipps-Nelson, J., Redman, J. R., Dijk, D. J. & Rajaratnam, S. M. Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance. *Sleep* 26, 695-700, doi:10.1093/sleep/26.6.695 (2003).
18. Gabel, V. et al. Differential impact in young and older individuals of blue-enriched white light on circadian physiology and alertness during sustained wakefulness. *Sci Rep* 7, 7620, doi:10.1038/s41598-017-07060-8 (2017).
19. Borisuit, A. L., F.; Scartezzini, J.-L.; Münch, M. Effects of realistic office daylighting and electric lighting conditions on visual comfort, alertness and mood. *Lighting Res. Technol.* 47, 192-209, doi:https://doi.org/10.1177/1477153514531518 (2015).
20. Zhang, R. et al. Impacts of Dynamic LED Lighting on the Well-Being and Experience of Office Occupants. *Int J Environ Res Public Health* 17, doi:10.3390/ijerph17197217 (2020)
21. Maierova, L. et al. Diurnal variations of hormonal secretion, alertness and cognition in extreme chronotypes under different lighting conditions. *Sci Rep* 6, 33591, doi:10.1038/srep33591 (2016).

**BrainLit AB**

Scheelevägen 34  
223 63 Lund  
SZWECJA  
+46 46 37 26 00

**BrainLit North America Inc**

900 Third Avenue, 29th Floor  
New York, NY 10022  
USA  
+1 800 868-8961

**BrainLit Finland Oy**

Innovation House  
Hämeentie 135 A  
00560 Helsinki  
FINLANDIA  
+358 44 243 4951

