Czy to światło niebieskie szkodzi, czy jest dodatkowy czynnik?

Od pewnego czasu można usłyszeć i przeczytać o szkodliwości niebieskiego światła. Ale przecież niebo jest niebieskie, oceany są niebieskie. Człowiek w całej swojej historii miał do czynienia z niebieskim światłem. Chromoterapeuci tak oceniają lecznicze własności światła niebieskiego [1]:

„Światło niebieskie aktywizuje działanie układu przywspółczulnego, obniża ciśnienie krwi, uspakaja pracę serca i układu oddechowego. Obniża napięcie mięśniowe. Pomaga w zwalczaniu migren i zaburzeń snu. Łagodzi też objawy oparzeń słonecznych i ukąszeń owadów. Działa bakteriobójczo, tonizująco i ściągająco, dlatego wskazane jest dla cery wrażliwej i trądzikowej. Znajduje zastosowanie w leczeniu stanów zapalnych m. in żył i stawów, ale też w przypadku nadciśnienia i otyłości."

A światło fioletowe:

„Światło fioletowe stanowi połączenie światła czerwonego i niebieskiego, w związku czym łączy w sobie działanie obu. Chroni skórę przed niekorzystnym działaniem wolnych rodników. Wspomaga pracę układu nerwowego, limfatycznego i śledziony. Co więcej, jego stosowanie ułatwia przyswajanie składników odżywczych i mineralnych. Może być pomocne w regulacji gospodarki wapniowo-potasowej organizmu i dzięki temu usprawniać procesy kościotwórcze."

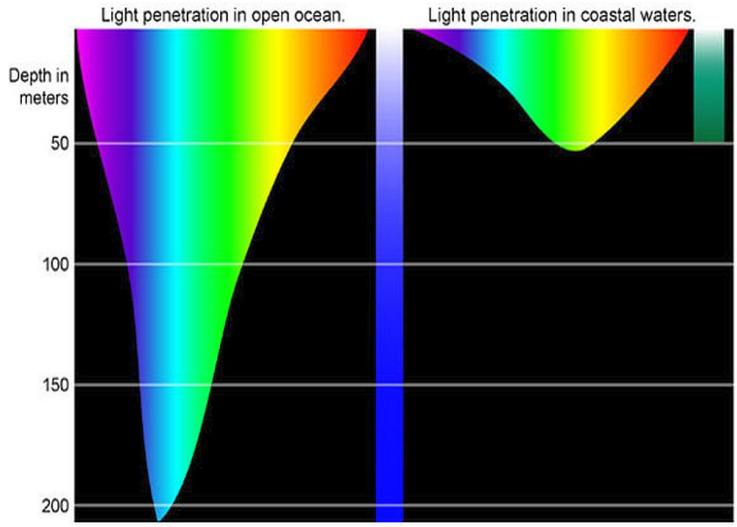
Inny artykuł informuje nas [2]:

„Światło niebieskie może być też pożyteczne, szczególnie jeśli mamy z nim kontakt w ciągu dnia. W jednym z badań oświetlenie miejsca pracy światłem białym z domieszką niebieskiego przynosiło większe korzyści niż oświetlenie tylko światłem białym. Ludzie deklarowali większą czujność, koncentrację i wydajność pracy, mniejszą senność."

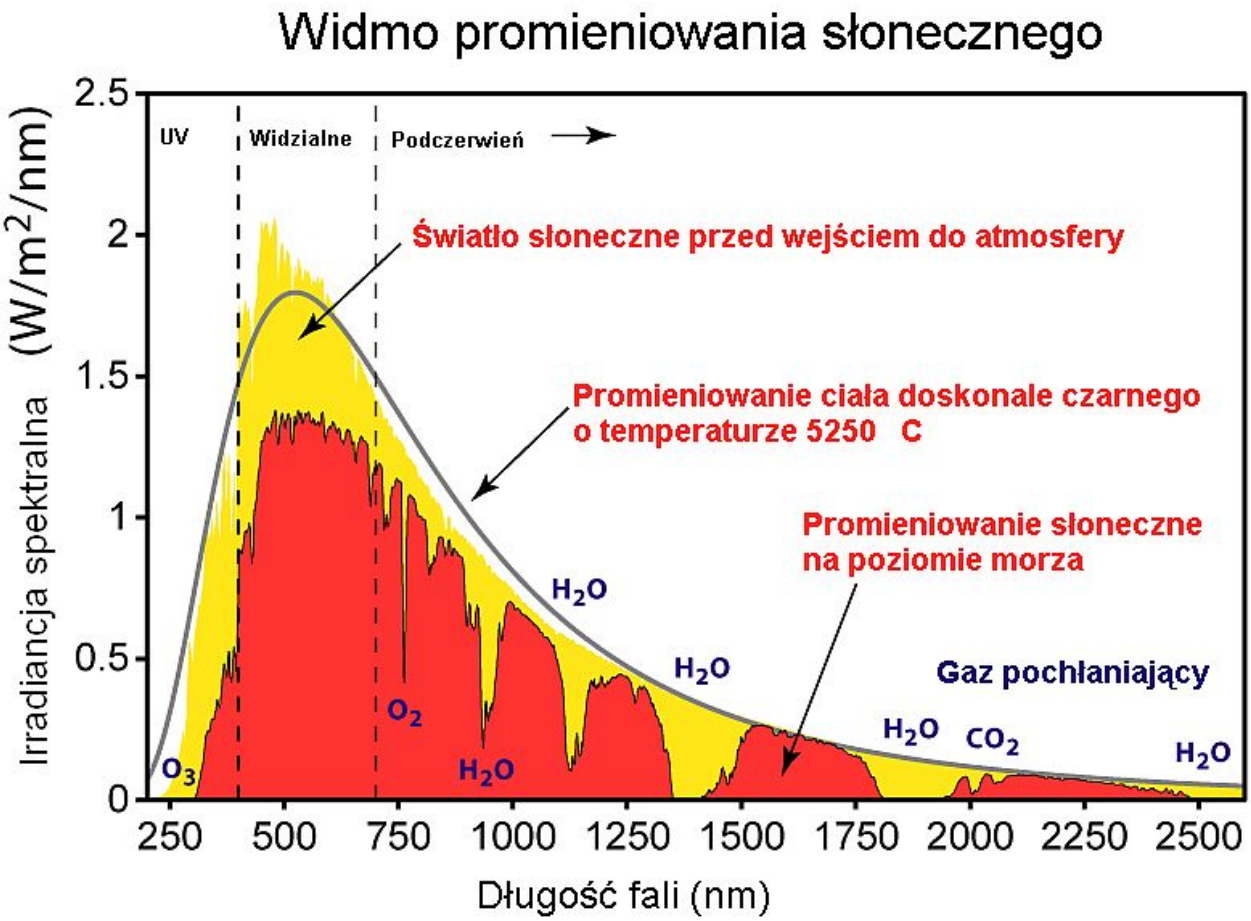
Życie ponoć wyszło z wody, a wcześniej rozwijało się w oceanach. A jak wiemy [3]:

„oceany pochłaniają różne długości fal światła w różnym tempie (rysunek 6.5.2). Długości fal na skrajnych krańcach widma widzialnego są tłumione szybciej niż te długości fal w środku. Dłuższe fale są pochłaniane jako pierwsze; czerwony jest pochłaniany w górnej 10 m, pomarańczowy o około 40 m, a żółty znika przed 100 m. Krótsze fale przenikają dalej, a niebieskie i zielone światło dociera do najgłębszych głębokości."

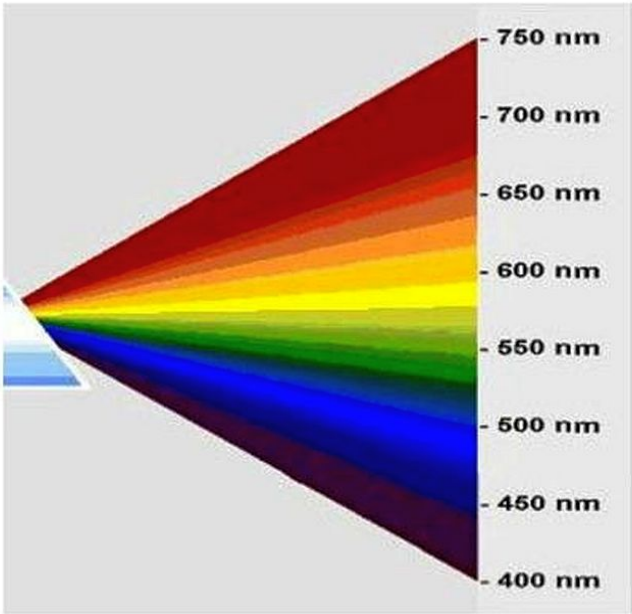
Poniżej wcześniej wspomniany rysunek 6.5.2:



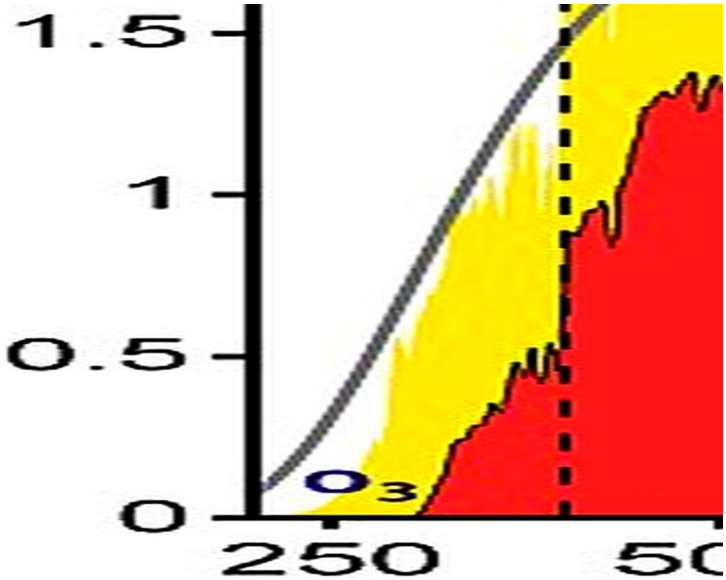
A teraz przyglądnijmy się jak to jest ze światłem słonecznym na lądzie. Poniżej przedstawiony jest rysunek zaczerpnięty z Wikipedii [4] gdzie kolorem żółtym zaznaczone jest światło wchodzące w ziemska atmosferę, a czerwonym – światło na poziomie morza.



Fala o długości 500 nm i mniej jest światłem niebieskim co pokazane jest na rysunku poniżej[5].



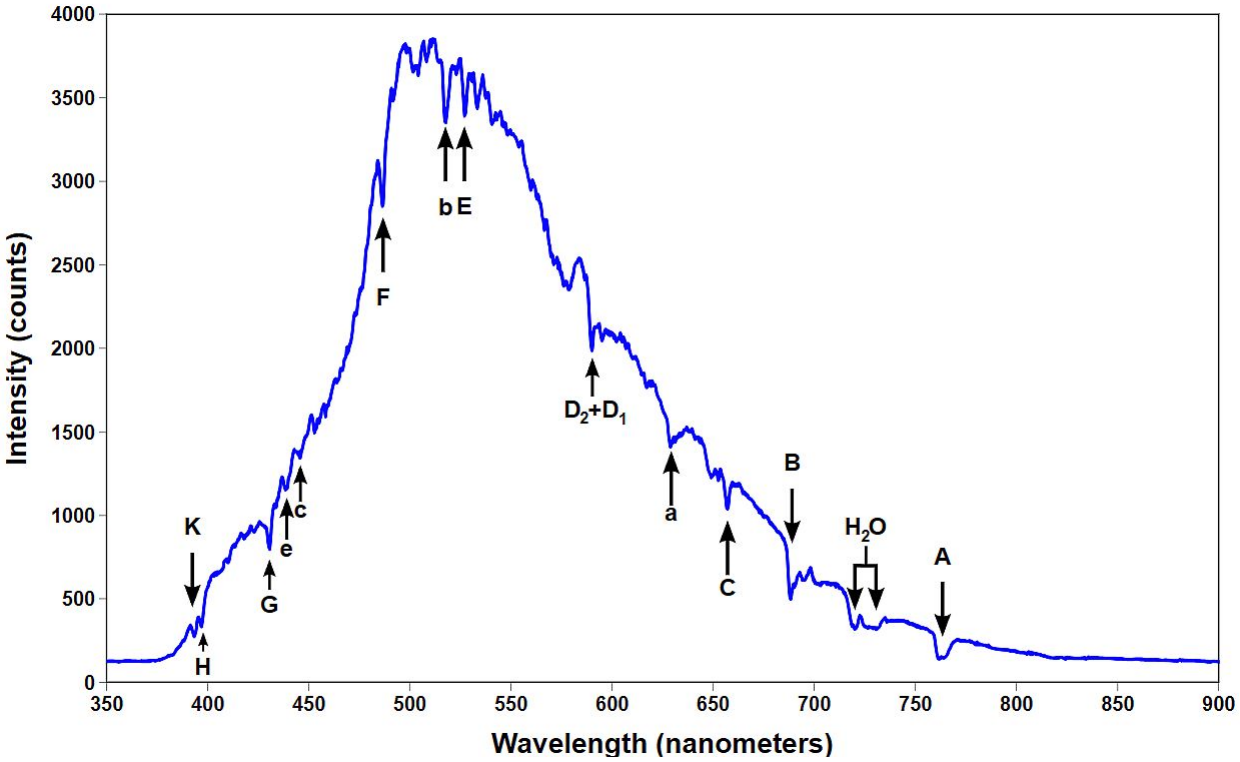
Analizując obie powyższe ilustracje łatwo można zauważyć, że w świetle słonecznym dochodzącym do atmosfery ziemskiej jest przewaga koloru niebieskiego, a w świetle na poziomie morza niebieski również występuje i to w dość dużym natężeniu. Można to zobaczyć na wycinku widma słonecznego, gdzie pokazany jest fragment z długościami fal poniżej 500 nm na poziomie morza. Pionowa przerywana linia pokazuje granicę dla światła widzialnego w zakresie fal krótkich.



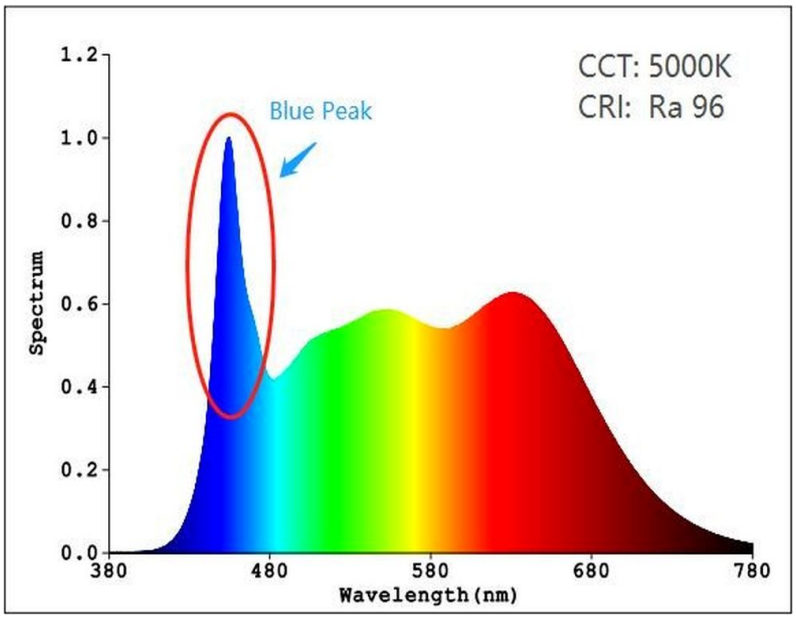
Oprócz światła padającego bezpośrednio w atmosferze widzimy światło rozproszone [6]:

„Promieniowanie rozproszone (promieniowanie nieba; promieniowanie słoneczne rozproszone; ang. diffuse solar radiation) – termin określający w optyce atmosfery promieniowanie słoneczne dochodzące do powierzchni Ziemi z hemisfery nieba, z wyłączeniem promieniowania bezpośredniego.
Skład widmowy promieniowania rozproszonego zależy od stanu zachmurzenia, zamglenia i czystości atmosfery. Przy bezchmurnej pogodzie widmo tego promieniowania jest ściśle określone. Jego charakterystyczną cechą jest wyraźna dominacja światła niebieskiego nad czerwonym, co nadaje temu promieniowaniu charakterystyczny błękitny kolor (kolor nieba). Z powodu rozpraszania głównie światła niebieskiego, światło docierające bezpośrednio ma zabarwienie żółte (spowodowane niedoborem światła niebieskiego).”

Poniżej pokazane jest widmo światła rozproszonego dla czystego nieba zaczerpnięte z powyższego źródła.

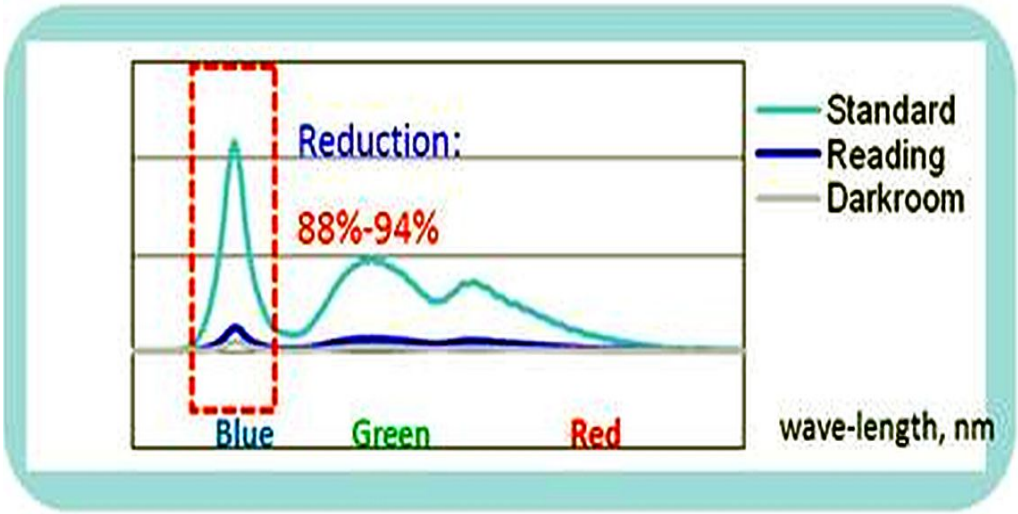


Z powyższego rysunku można wysnuć wniosek, że skoro nasi przodkowie żyli w wodzie i widzieli głównie kolor niebieski i zielony, następnie wyszli z wody i widzieli błękitne niebo, to jesteśmy bardzo dobrze przygotowani do odbioru światła niebieskiego.
Ale okazuje się, że nic z tych rzeczy. Eksperci uznali, że niebieskie światło szkodzi.
Światło niebieskie emitują smartfony, ekrany LED komputerów, tabletów i telewizorów, żarówki LED.
Poniższy rysunek pokazuje widmo przeciętnej żarówki LED [7].



Widzimy znaczący pik światła niebieskiego. Następnie przyjrzyjmy się monitorowi LED telewizora

[8]. Linia jasnoniebieska pokazuje standardowy rozkład widmowy telewizora.



Tu również widać wysoki pik oznaczający natężenie niebieskiego koloru.

A teraz spójrzmy, co piszą eksperci w temacie szkodliwego wpływu niebieskiego światła na zdrowie [9]:

„Negatywne skutki ekspozycji na światło niebieskie dotykają głównie naszych oczu. Są to np. zaburzenia procesów metabolicznych w siatkówce oraz stopniowe uszkadzanie wzroku. Podczas długiej pracy przy komputerze lub smartfonie wzrok także się męczy i pojawia się dyskomfort, nieostre widzenie i bóle głowy. Często też oczy mogą piec, łzawić i pojawia się uczucie suchości.”

„Światło hamuje wydzielanie melatoniny, czyli hormonu, który jest odpowiedzialny za regulację rytmu domowego. Obniża on temperaturę ciała oraz ciśnienie krwi i zapewnia możliwość zaśnięcia. Jednak korzystanie ze sztucznych źródeł światła wieczorem sprawia, że zaburza się wydzielanie tego hormonu, a tym samym wpływa to na jakość naszego snu.”

I kolejny ekspert [10]:

„Wiele osób uważa, że nadmierna ekspozycja na niebieskie światło może powodować obumieranie komórek siatkówki i być przyczyną zmian zwyrodnieniowych plamki żółtej u osób w zaawansowanym wieku (AMD). Podczas wczesnych badań tego zjawiska prowadzonych przez zespół Ham, Ruffolo, Mueller oraz Guerry (w 1980 r.), u małp rezusów poddanych działaniu niebieskiego światła o wysokiej intensywności stwierdzono zmiany nabłonka barwnikowego siatkówki (RPE) spowodowane tą ekspozycją. Ponieważ melanina, będąca powszechnym pigmentem będącym składnikiem nabłonka barwnikowego siatkówki, silnie absorbuje światło niebieskie, istnieją powody do obaw o szkodliwość niebieskiego światła dla siatkówki naszego oka.”

Tylko w artykule nie podano, czy w doświadczeniach na rezusach użyto ciągłego czy migoczącego światła niebieskiego i czy były tam domieszki np. składowej nadfioletowej. Jest to ważne ponieważ nasze urządzenia elektroniczne jak laptopy czy smarfony nie świecą ciągłym światłem, ale migotają z częstotliwością 50 lub 60 herców w zależności od ustawionej częstotliwości odświeżania ekranu. To jest o tyle ważne, że gdy do naszych oczu dociera światło ciągłe, to nasze źrenice się kurczą dostosowując się do intensywności światła. Gdy światło migocze, to gdy światła nie ma źrenice

powiększają się, gdy się pojawia, to źrenice kurczą się. Oczywiście oko zawsze reaguje z pewnym opóźnieniem i część intensywnego światła zdąży dotrzeć do siatkówki zanim źrenice się skurczą. Gdy to się dzieje 50 lub 60 razy na sekundę, to faktycznie mogą powstać poważne uszkodzenia dna oka.
I czytajmy dalej, co jest napisane w powyższym artykule:

„Niebieskie światło sprawia, że wiele osób podczas pracy z urządzeniami cyfrowymi skarży się na zmęczenie wzroku, bóle głowy czy nieostre widzenie. Jest ono również odpowiedzialne za nieprzyjemne uczucie suchości, pieczenia oczu, a także za ich łzawienie."

Powyższe dolegliwości mogą być wywołane migotaniem światła.

Kolejna ekspertka idzie jeszcze dalej [11]:

„Ekspertka kampanii, specjalistka chorób oczu dr n. med. Anna Groblewska wyjaśnia, że światło niebieskie, a tak naprawdę jego fragment niebiesko-fioletowy, gdy dociera do naszych oczu w nadmiarze przyspiesza degenerację siatkówki przede wszystkim w obszarze plamki, czyli miejsca w oku odpowiedzialnego za najlepsze widzenie. „Wpływa bowiem niekorzystnie na barwnik wzrokowy melanopsynę, powodując powstawanie wolnych rodników i nieodwracalne uszkodzenie fotoreceptorów" – zaznacza w informacji przekazanej PAP".

Nie wiem czy pani ekspertka dr n. med. Anna Groblewska nie zagalopowała się twierdząc, że niebiesko – fioletowe światło powoduje powstawanie wolnych rodników. Najpierw przytoczmy za Wikipedią definicje wolnych rodników i sposobów ich powstawania [12]:

„Rodniki (dawniej wolne rodniki) – atomy lub cząsteczki zawierające niesparowane elektrony, czyli charakteryzujące się spinem elektronowym różnym od 0. Niektóre układy o całkowitym spinie równym 0, lecz wykazujące tzw. polaryzację spinową (np. niektóre stany przejściowe) czasem traktowane są jako dwurodniki.
Określenia „rodniki" i „wolne rodniki" są obecnie tożsame"

„Rodniki powstają np. na skutek homolitycznego rozpadu wiązań chemicznych, tj. takiego, w wyniku którego przy obu częściach rozerwanej cząsteczki zostaje po jednym z elektronów, które wcześniej tworzyły wiązanie. Może ono następować pod wpływem naświetlania promieniowaniem ultrafioletowym, promieniowaniem rentgenowskim, przez bombardowanie elektronami, w wyniku niektórych reakcji redoks, a także w wyniku termicznego rozpadu (tzw. dysocjacji termicznej) takich związków jak np. nadtlenki lub sole diazoniowe."

Przeanalizujmy potencjalne drogi powstawania wolnych rodników w oku. Rozpad termiczny raczej odpada, bo gdyby substancje chemiczne biorące udział w widzeniu rozpadały się pod wpływem temperatury ciała, to nic nie zobaczylibyśmy.

Przeanalizujmy powstawanie wolnych rodników pod wpływem promieniowania jonizującego.
Aby powstały wolne rodniki promieniowanie musi mieć odpowiednią energię, a co za tym idzie długość fali [13]:

„Jonizacja zachodzi wówczas, gdy energia promieniowania jest wystarczająco wysoka, by przenikając przez materię (ciała stałe, ciecze, gazy lub tkankę żywą) spowodować oderwanie elektronu od atomu. W wyniku tego procesu powstają ujemne elektrony i dodatnie jony."

A taką energię posiada dopiero światło nadfioletowe i krótsze [14]:

„Chociaż niskoenergetyczny koniec promieniowania UV zazwyczaj tylko wzbudza, reszta promieniowania UV (większość) jonizuje. Z tego powodu promieniowanie UV nazywamy promieniowaniem jonizującym. Jest to najłagodniejsza wersja promieniowania jonizującego, ale nadal ma tendencję do jonizacji."

Prześledźmy teraz możliwość powstawania wolnych rodników na drodze reakcji fotochemicznych oks redoks, czyli zachodzących pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego reakcji w której dochodzi zarówno do redukcji, jak i utleniania . Przeglądnąłem kilka artykułów dotyczących reakcji chemicznych zachodzących w oku i nie znalazłem w nich informacji, aby po cyklu foton – reakcje chemiczne – elektryczny impuls nerwowy pozostawały jakieś wolne rodniki [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25].
Niewykluczone, że to ja jestem w błędzie, bo być może zachodzą tam jakieś reakcje chemiczne powodujące powstawanie wolnych rodników. Chociaż na zdrowy rozum biorąc, jeśli to nie zewnętrzny czynnik powoduje powstawanie wolnych rodników, a jakieś wewnętrzne przemiany w oku, to gdy jest nadmiar wolnych rodników, organizm włącza swoje systemy regulacyjne i zwyczajnie powinien wyłączyć widzenie koloru niebieskiego do czasu usunięcia nadmiaru szkodliwych jonów.

Kolejny artykuł dotyczący szkodliwości światła niebieskiego tak opisuje mechanizm destrukcji oka [26]:

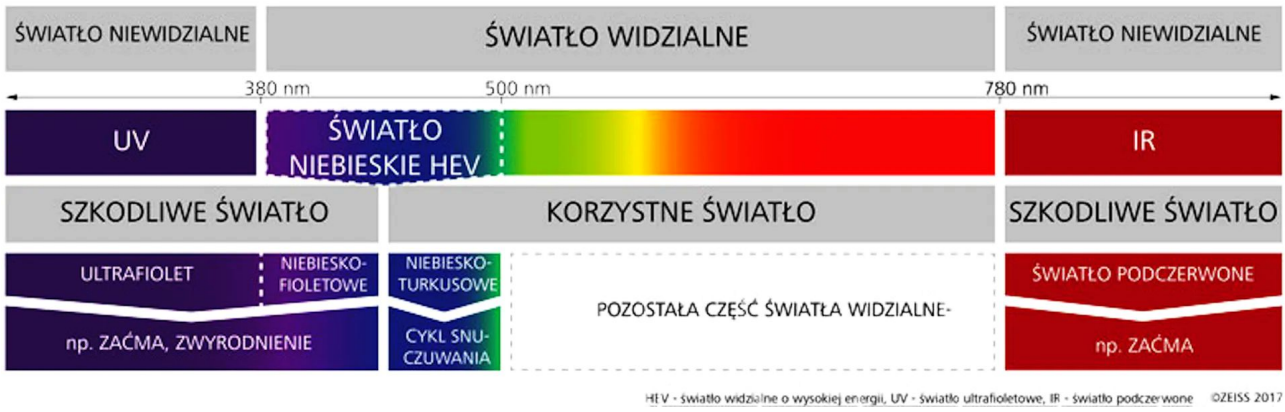
„Wysokoenergetyczne promieniowanie niebieskie, a w zasadzie jego pasmo niebieskofioletowe, ogniskuje się w centralnej części siatkówki, czyli plamce żółtej. Tam oddziałuje na barwnik wzrokowy nazywany melanopsyną. Choć nie bierze ona udziału w procesie widzenia, oddziaływanie na nią światłem niebieskofioletowym powoduje powstawanie wolnych rodników, które uszkadzają komórki plamki. Co ważne, nie ulegają one regeneracji."

Sprawdziłem co to jest melanopsyna [27, 28]. Można ją tak określić [29]:

„Melanopsyna jest rodzajem światłoczułego pigmentu obecnego w fotoreceptorach, należącego do większej rodziny wrażliwych na światło białek siatkówki zwanych opsynami, a które kodowane jest przez gen Opn4."

W powyższych artykułach nie było słowa o tym, że w wyniku fotochemicznej przemiany melanopsyny powstają wolne rodniki, a tym bardziej, że jest ich tyle, aby zniszczyć komórki plamki.

W kolejnej publikacji możemy nawet zobaczyć grafikę jakie światło jest dla nas szkodliwe, a jakie nie [30].



Przykładów straszących nas szkodliwością niebieskiego światła można mnożyć. Portal MSN [31] posuwa się nawet do przedstawienia następujących schorzeń wywołanych światłem niebieskim:

„Tematem zajęli się badacze z Hiszpanii, pracujący w Institute for Global Health w Barcelonie. Najpierw wykazali związek pomiędzy ekspozycją na niebieskie światło w nocy a zwiększonym ryzykiem zachorowania na raka piersi i prostaty. Z uwagi na to, że nie wyczerpali tematu, w kolejnej analizie skupili się na wpływie sztucznego światła nocnego na zachorowania na raka jelita grubego. Analizę przeprowadzono na podstawie danych pozyskanych od 2 tysięcy mieszkańców Barcelony i Madrytu, z których 660 osób chorowało na raka jelita grubego, a pozostali zostali wybrani losowo.
Wnioski z raportu opublikowano na łamach „Epidemiology". Są one następujące: uczestnicy z największą ekspozycją na światło niebieskie byli o 60 procent bardziej narażeni na ryzyko zachorowania na raka jelita grubego. Prawdopodobnie chodzi o to, że niebieskie światło wywołuje stres oksydacyjny oraz uszkadza DNA komórek, w konsekwencji prowadząc do rozwoju nowotworu. Naukowcy wykazali również, że ekspozycja na HEV przyczynia się do chorób tarczycy i płuc oraz rozwoju nadwagi i otyłości."

Widać ktoś na poważnie zabrał się za zwalczanie niebieskiego światła, które jest wszechobecne jak dwutlenek węgla. Artykuły są z reguły pisane na zamówienie firm optycznych produkujących jakieś super okulary blokujące światło niebieskie lub firmy produkujące żarówki LED lub wyświetlacze, które mają ograniczoną emisję światła niebieskiego. Podobne schorzenia opisuje Janusz Niemier w swojej książce „Falowe eldorado, beneficjenci i nieświadome ofiary" ale choroby przypisywane są działaniu pól elektromagnetycznych emitowanych przez laptopy, telefony komórkowe czy routery, a nie światłu niebieskiemu.
Na koniec prezentacji literatury tematu zacytuję jeszcze jeden ciekawy artykuł [32]:

„Przytoczone badanie zostało przeprowadzone na muszce owocówce, która jest organizmem modelowym ze względu na budowę komórkową odpowiadającą wielu innym zwierzętom oraz ludziom. Muszki owocówki użyte w eksperymencie były wystawiane na działanie świtała LED przez 12 godzin dziennie, co pozwoliło stwierdzić, że takie warunki przyspieszyły procesy starzenia się. Zwierzęta żyjące w trybie 12 godzin w świetle LED i 12 w ciemnościach żyły krócej od tych, trzymanych w całkowitych ciemnościach oraz przetrzymywanych w normalnych warunkach świetlnych, w których nie miały dostępu do niebieskich fal świetlnych.
U owadów wystawionych na działanie światła LED zauważono przede wszystkim zniszczenia komórek siatkówki oraz neuronów mózgowych, co objawiało się zaburzeniami mobilności. Muszki nie były w stanie między innymi wspinać się na ściany, choć normalnie nie mają z tym żadnego problemu. Część much biorących udział w eksperymencie poddano modyfikacjom genetycznym, które sprawiły, że nie miały oczu. Mimo to świtało LED nadal prowadziło do uszkodzeń neuronalnych w ich organizmach. Oznacza to, że nie musimy być świadomi ekspozycji na światło lub go widzieć, by ponosić jego konsekwencje."

I dalej:

„Owady podczas eksperymentu instynktownie starały się uniknąć światła LED, co można poczytywać jako reakcję obronną organizmu w obliczu szkodliwego czynnika zewnętrznego.”

Ciekawa rzecz, światła nie widziały, a jednak im szkodziło. Być może w świetle LED jest dodatkowy czynnik, który nie jest brany pod uwagę przez naukowców, który szkodzi owadom, jak na przykład jakieś dodatkowe promieniowanie lub dźwięk wydawany przez żarówki.

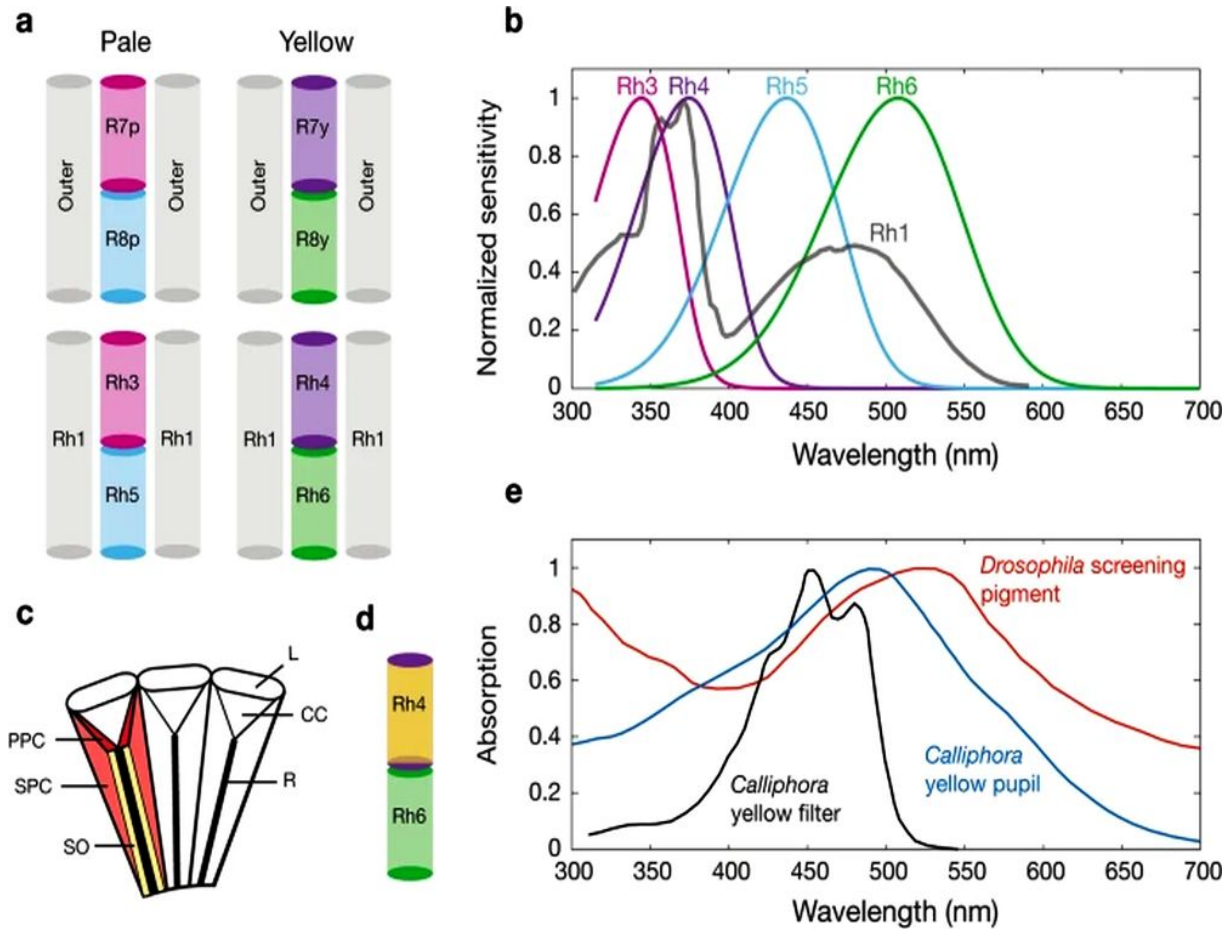
Należy jeszcze wziąć pod uwagę, że ludzie, to nie owady i pewnie inaczej reagują na te czynniki, W jednym z artykułów możemy przeczytać [33]:

„Z początkiem lat 90. wykryto barwniki absorbujące światło w roślinach, nazwano je kryptochromami. Szczegółowo opisano geny i generowane przez nie białka absorbujące światło niebieskie i wyróżniono kryptochromy l i 2 (CRY l i CRY2). Pełnym zaskoczeniem było odkrycie identycznego barwnika absorbującego światło niebieskie u ssaków (myszy). Ekspresję CRY l i CRY2 wykazano w siatkówce, dokładnie w komórkach zwojowych, z których część wyprowadza swoje włókna osiowe do drogi siatkówkowo-podwzgórzowej, a stąd do podwzgórza. Obecność CRY l i CRY2 wykazano także w płucach, sercu, wątrobie, mięśniach, nerkach, jądrach i mózgu. Jeżeli założyć, że CRY l i CRY2 obecne w podwzgórzu odpowiadają za synchronizację całego układu okołodobowego, to ich rola w pozostałych narządach nie jest ostatecznie jasna, choć może również być związana z synchronizacją rytmiki tych narządów.”

Światło niebieskie raczej nie przeniknie z zewnątrz do płuc, serca czy wątroby. Prawdopodobnie komórki lub całe narządy komunikują się między sobą za pomocą światła niebieskiego. Ale jeżeli kryptochromy są w różnych narządach u ssaków, to tak samo może być i u muszek owocowych u których, być może, znajdują się również w bardziej zewnętrznych narządach, dokąd może dotrzeć światło żarówki LED.

Ale może inny czynnik jest głównym winowajcą chorób?

Sprawdźmy na jakie długości fali reagują jeszcze muszki owocowe. Poniższy rysunek z czasopisma Nature [34] pokazuje jakie długości fal widzi muszka owocowa.



Muszki owocowe widzą promieniowanie nadfioletowe i to ten krótszy zakres B (280–315 nm) widma nadfioletowego [34]. Być może żarówki wykorzystane w opisanym powyżej eksperymencie emitują te długości fal, ale nikt tego nie sprawdził, bo nikt się nie spodziewał, że takie długości mogą wystąpić. Muszki owocowe, niekoniecznie tylko oczami, mogą odbierać promieniowanie nadfioletowe i stąd reakcje ślepych muszek na światło żarówki LED.

Zapoznajmy się z działaniem światła ultrafioletowego i jego i skutkami na ludzkie oczy i nie tylko [35]. Zacznijmy od oczu:

„Ekspozycja oka na promieniowanie nadfioletowe związana jest z uszkodzeniem powiek, rogówki, spojówki, soczewki, a także siatkówki. W odróżnieniu od skóry, powierzchnia oka jest w naturalny sposób chroniona przed ekspozycją na naturalne promieniowanie nadfioletowe, ponieważ jest głęboko osadzona w oczodole oraz jest w znacznej części zakryta powieką. W związku z tym oko ludzkie może być eksponowane w głównej mierze na promieniowanie padające na nie bezpośrednio z kierunku pokrywającego się z jego osią optyczną. Promieniowanie nadfioletowe może być przez gałkę oczną częściowo transmitowane, a także załamywane (refrakcja). Zjawisko refrakcji powoduje, że wchodzące do gałki ocznej promieniowanie skupiane jest w pewnym miejscu wewnątrz niej, co wiąże się ze wzrostem natężenia napromienienia w tym miejscu. Promieniowanie nadfioletowe, które wniknęło do gałki ocznej penetruje ją do głębokości ściśle uzależnionej od długości fali. Promieniowanie o fali mniejszej niż 280 nm jest prawie całkowicie absorbowane w rogówce oka, natomiast promieniowanie z zakresu 300-370 nm jest pochłaniane dopiero w soczewce. Część promieniowania UV-A z zakresu 380-400 nm, które pokrywa się z początkiem zakresu promieniowania widzialnego, dochodzi do siatkówki oka. W przypadku gdy soczewka naturalna została chirurgicznie zastąpiona implantem, który przepuszcza promieniowanie

nadfioletowe o fali większej niż 290 nm, do siatkówki oka dociera znacząca ilość promieniowania z zakresu fal od 290 do 400 nm.

Najczęściej spotykanym, ostrym objawem narażenia oka na nadfiolet jest stan zapalny rogówki i spojówki wywołany przez pochłanianie przez nie promieniowania o długości fali mniejszej niż 290 nm. Skutki tej absorpcji to światłowstręt, wzmożone łzawienie, uczucie obcego ciała („piasku”) w oku, spazm powiek, niekiedy upośledzenie widzenia. Objawy zapalenia pojawiają się po okresie utajenia zależnego od widma promieniowania i wielkości pochłoniętej dawki nadfioletu. Działanie promieni należących do pasma UV-C charakteryzuje krótki okres utajenia – nawet poniżej 30 minut – w przypadku dużych dawek promieniowania, a objawy zapalenia ustępują po około 14 godzinach od ekspozycji. W przypadku pasma UV-B okres utajenia jest dłuższy i wynosi od 6 do 24 godzin, a objawy zapalenia ustępują po około 24 ÷ 48 godzinach od ekspozycji. Z badań wpływu UV na rogówkę oka ludzkiego wynika, że maksymalną skuteczność wywoływania zapalenia rogówki mają fale o długości 270 nm, a wartość progowa napromienienia powstania tego objawu wynosi 40 J/m2. Zapalenie spojówek wywołane nadfioletem powstaje po okresie utajenia około 5 ÷ 10 godzin i objawia się ich zaczerwienieniem, swędzeniem, pieczeniem, łzawieniem, czasami występuje światłowstręt, a w przypadku większej dawki dochodzi do bólu i zakłócenia prawidłowego widzenia. Objawy ustępują od 10 godzin do kilku dni, zależnie od wielkości ekspozycji i intensywności powstałych zmian. Maksymalną skutecznością wywoływania zapalenia spojówek charakteryzują się fale o długości 260 nm, a wartość progowa napromienienia tego objawu wynosi 50 J/m2. Promieniowanie nadfioletowe większe niż 290 nm jest przepuszczane przez rogówkę i ciecz wodnistą i dociera do soczewki oka. W soczewce jest silnie pochłaniane, co może doprowadzić do powstawania zjawiska fluorescencji przeszkadzającego w procesie widzenia. Natomiast długotrwała ekspozycja soczewki na intensywne promieniowanie UV prowadzi do powstania zaćmy (fotochemicznej) czyli trwałego zmętnienia soczewki. Rozwój zaćmy jest powolny i trwa wiele lat. Najprawdopodobniej największą skuteczność wywoływania zaćmy posiadają fale o długości 300 ÷ 320 nm. Promieniowanie UV powyżej 300 nm docierające do siatkówki oka może być przyczyną powstawania schorzeń lub uszkodzeń siatkówki o charakterze fotochemicznym. Oprócz wymienionych schorzeń, promieniowanie nadfioletowe jest przyczyną powstawania również takich chorób oczu, jak łączne zapalenie spojówki i rogówki, skrzydlik, a także rak oka.”.

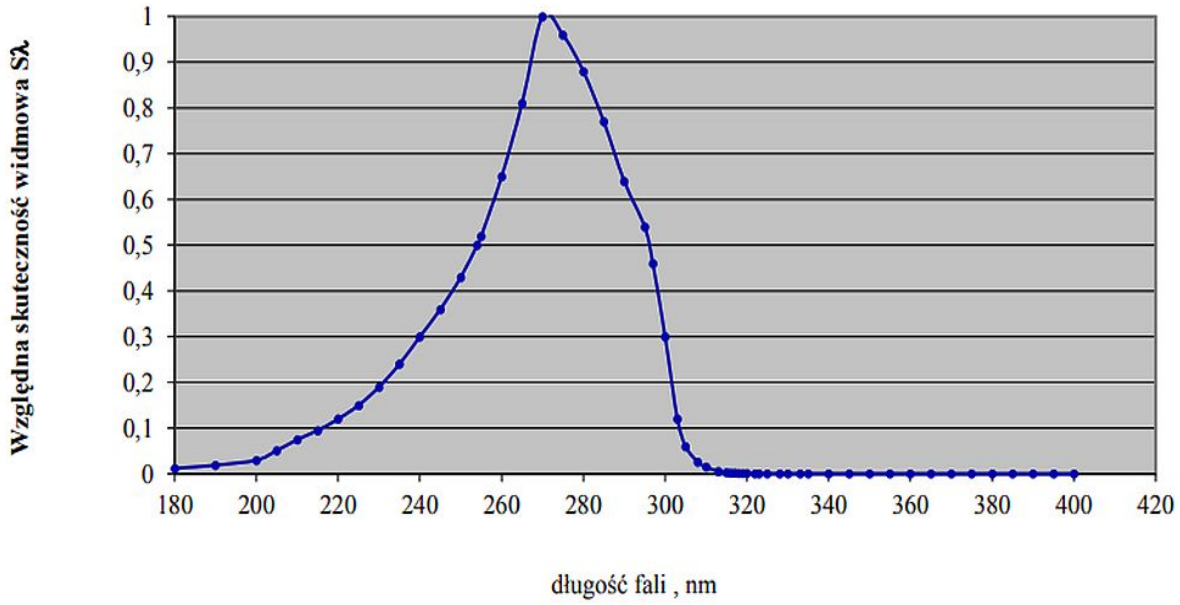
A jak promieniowanie nadfioletowe działa na skórę?

„Odległe, niekorzystne zjawiska skumulowanego działania promieniowania nadfioletowego to przede wszystkim przyspieszenie procesu starzenia się skóry (tzw. fotostarzenie, ang. photoaging) oraz stymulacja rozwoju nowotworów.”

„Ostatnio podkreśla się jednak, że promieniowanie UV-A ma znaczne działanie kancerogenne. Proces kancerogenezy jest wieloetapowy i dopiero przejście wszystkich jego etapów prowadzi do rozwoju nowotworu złośliwego.”

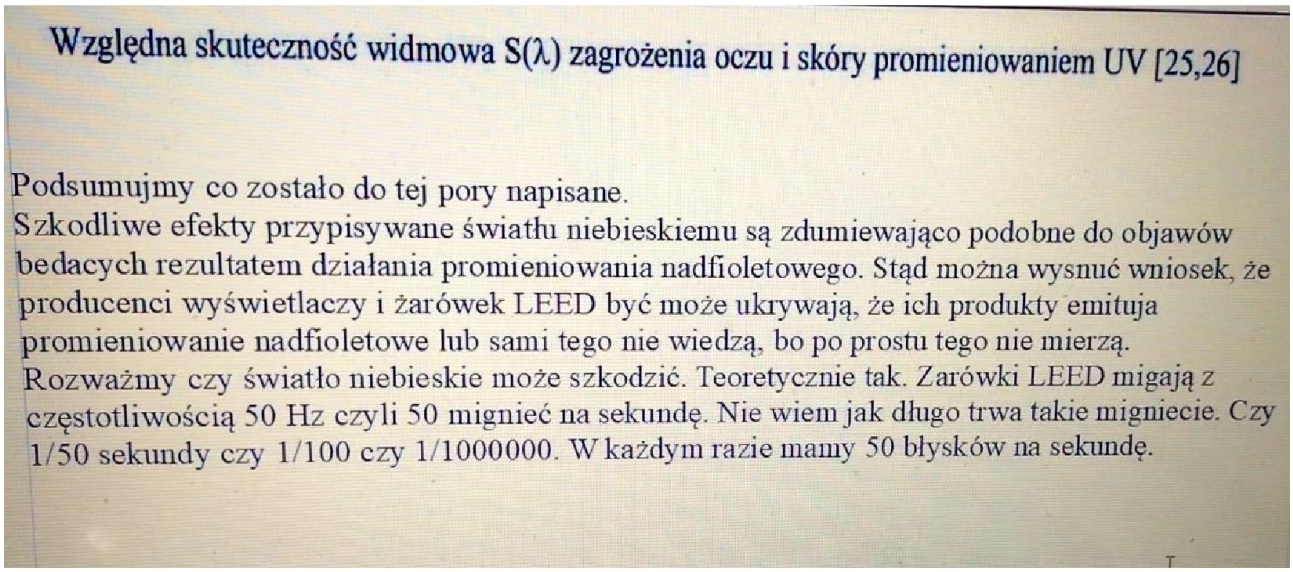
Jakże skutki działania promieniowania nadfioletowego są podobne do schorzeń, które przypisuje się promieniowaniu fioletowemu.

Poniżej przedstawiony jest wykres szkodliwości promieniowania nadfioletowego dla oczu i skóry w zależności od długości fali [36].



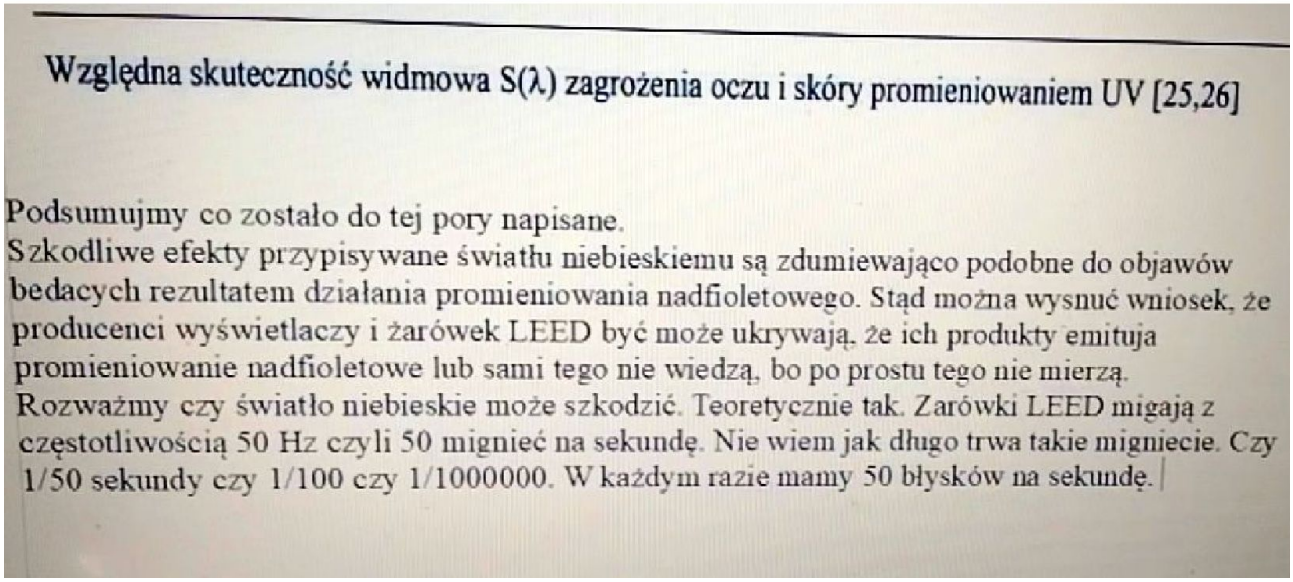
Względna skuteczność widmowa S(λ) zagrożenia oczu i skóry promieniowaniem UV [25,26]

Podsumujmy co zostało do tej pory napisane.
Szkodliwe efekty przypisywane światłu niebieskiemu są zdumiewająco podobne do objawów będących rezultatem działania promieniowania nadfioletowego. Stąd można wysnuć wniosek, że producenci wyświetlaczy i żarówek LED być może ukrywają, że ich produkty emitują promieniowanie nadfioletowe lub sami tego nie wiedzą, bo po prostu tego nie mierzą.
Rozważmy, czy światło niebieskie może szkodzić. Teoretycznie tak. Żarówki LED migają z częstotliwością 50 Hz czyli 50 mignięć na sekundę. Nie wiem jak długo trwa takie migniecie. Czy 1/50 sekundy czy 1/100 czy 1/1000000. W każdym razie mamy 50 błysków na sekundę.
Wyświetlacze LED w telewizorach, monitorach komputerowych czy smartfonach maja czas odświeżania ekranu 1/50 lub 1/60 sekundy w zależności od ustawienia. Zrobiłem nawet pewien eksperyment. Nagrałem ekran telefonem w normalnym tempie i w zwolnionym tempie (slow motion). W trybie zwolnionego tempa telefon rejestruje więcej klatek na sekundę niż w trybie normalnym. Dla różnych telefonów jest różnie, ale z reguły jest to 120 lub 240 klatek na sekundę [37]. Wybrałem po jednej klatce z każdego filmu i rezultat przedstawiam poniżej. Górny obraz jest rejestrowany w trybie normalnym, a dolny w trybie slow motion.



Względna skuteczność widmowa S(λ) zagrożenia oczu i skóry promieniowaniem UV [25,26]

Podsumujmy co zostało do tej pory napisane.
Szkodliwe efekty przypisywane światłu niebieskiemu są zdumiewająco podobne do objawów bedacych rezultatem działania promieniowania nadfioletowego. Stąd można wysnuć wniosek, że producenci wyświetlaczy i żarówek LEED być może ukrywają, że ich produkty emituja promieniowanie nadfioletowe lub sami tego nie wiedzą, bo po prostu tego nie mierzą.
Rozważmy czy światło niebieskie może szkodzić. Teoretycznie tak. Zarówki LEED migają z częstotliwością 50 Hz czyli 50 mignieć na sekundę. Nie wiem jak długo trwa takie migniecie. Czy 1/50 sekundy czy 1/100 czy 1/1000000. W każdym razie mamy 50 błysków na sekundę.



Względna skuteczność widmowa S(λ) zagrożenia oczu i skóry promieniowaniem UV [25,26]

Podsumujmy co zostało do tej pory napisane.
Szkodliwe efekty przypisywane światłu niebieskiemu są zdumiewająco podobne do objawów bedacych rezultatem działania promieniowania nadfioletowego. Stąd można wysnuć wniosek, że producenci wyświetlaczy i żarówek LEED być może ukrywają, że ich produkty emituja promieniowanie nadfioletowe lub sami tego nie wiedzą, bo po prostu tego nie mierzą.
Rozważmy czy światło niebieskie może szkodzić. Teoretycznie tak. Zarówki LEED migają z częstotliwością 50 Hz czyli 50 mignieć na sekundę. Nie wiem jak długo trwa takie migniecie. Czy 1/50 sekundy czy 1/100 czy 1/1000000. W każdym razie mamy 50 błysków na sekundę.

Litery na górnym zdjęciu jakby były ostrzejsze niż na dolnym. Stąd można wysnuć hipotezę, że dolny obraz powstał w trakcie odświeżania ekranu. Mimo, że większość ekspertów uważa, że migotanie z częstotliwością 60 Hz jest niezauważalne dla większości ludzi, to badania wykazują co innego [38]:

„Na przykład autorzy badanie 2014 z Massachusetts Institute of Technology odkrył, że mózg może przetwarzać obraz, który widzi twoje oko, tylko przez 13 milisekund — bardzo duża szybkość przetwarzania.
Jest to szczególnie szybkie w porównaniu z przyjętymi 100 milisekundami, które pojawiają się we wcześniejszych badaniach. Trzynaście milisekund przekłada się na około 75 klatek na sekundę.”

Inne obserwacje idą jeszcze dalej [39]:

„Podczas testu pilota myśliwca jest mu wyświetlany obraz z prędkością 250 klatek na sekundę, a tylko na jednej z nich znajduje się obraz samolotu, którego model ma podać wojskowy. Większość sobie z tym radzi.”

Może świadomie nie widzimy migotania ekranów czy lamp, ale jednak nasze oczy i mózg

podświadomie rejestrują zmiany natężenia światła i źrenice kurczą się gwałtownie w czasie błysku i rozszerzają, gdy jest ciemno. I tak 50 razy na sekundę w przypadku żarówek LED i 60 razy w przypadku wyświetlaczy. Może migotanie ekranów i żarówek LED powoduje stany chorobowe? W drodze ewolucji przyzwyczailiśmy się do ciągłego światła niebieskiego wokół nas i migotającego innych barw, bo światło niebieskie jest rozproszone i nas otacza, a inne kolory płyną ze słońca lub odbijają się od przedmiotów i są ściśle ukierunkowane, więc gdy przenosimy wzrok z miejsca na miejsce migają nam.
Na koniec zastanówmy się czy nagonka na światło niebieskie w monitorach i żarówkach LED jest tylko chwytem marketingowym, żeby sprzedać specjalne filtry, okulary, monitory i żarówki? Czy może ma to głębsze dno? Wyeliminowanie światła niebieskiego z urządzeń elektronicznych jest o wiele łatwiejsze i tańsze niż wyeliminowanie migotania. A może sprawa jest o wiele poważniejsza? Być może niedługo okaże się, że niebieskie światło jest groźne dla ludzi, zwierząt i roślin co najmniej jak dwutlenek węgla, a może i gorsze. Całej planecie grozi totalną zagładą. Zostanie wprowadzany ślad niebieski, jak już jest wprowadzany ślad węglowy [40] i planowany ślad wodny [41].

Literatura

[1] https://bonavita.pl/chromoterapia-koncepcja-zastosowanie-i-efekty-terapii-barwnym-swiatlem
[2] https://zdrowie.sfd.pl/art/Zdrowie/Wp%C5%82yw_%C5%9Bwiat%C5%82a_niebieskiego_z_telefonu_i_monitora_na_zdrowie_-a5622.html
[3] https://racem.org/pl/wprowadzenie-do-oceanografii
[4] https://pl.wikipedia.org/wiki/Promieniowanie_słoneczne
[5] https:///kknews.cc/science/3y8kngg.html
[6] https:///pl.wikipedia.org/wiki/Promieniowanie_rozproszone
[7] http://www.yujiintl.com/blog-255.html
[8] https://www.asus.com/pl/support/faq/1009742
[9] https://visionoptyk.pl/porady/niebieskie-swiatlo/
[10] https://stylzycia.polki.pl/oczy,niebieskie-swiatlo-negatywny-wplyw-na-zdrowie,10417979,artykul.html
[11] https://opoka.org.pl/News/Polska/2022/ekspert-nadmiar-swiatla-niebieskiego-jest-szkodliwy-dla-oczu
[12] https://pl.wikipedia.org/wiki/Rodniki
[13] https://www.gov.pl/web/polski-atom/promieniowanie-jonizujace#:~:text=Jonizacja%20zachodzi%20wów%C2%ADczas%2C%20gdy%20energia%20promienio%C2%ADwania%20jest%20wystarczająco,tego%20procesu%20powstają%20ujemne%20elektrony%20i%20dodatnie%20jony.
[14] chembook.org/page-nonav.php?chnum=3&sect=4
[15] https://pl.wikipedia.org/wiki/Rodopsyna
[16] https://pl.wikipedia.org/wiki/Jodopsyna
[17] Anna Juwan „Fotoreceptory siatkówki i chemizm widzenia”
[18] https://szkolnictwo.pl/szukaj,rodopsyna
[19] https://onyxframework.org/pl/rodopsyna-i-oko
[20] htpps://www.wikiwand.com/pl/Barwnik_wzrokowy
[21] https//pl.wikipedia.org/wiki/Opsyny
[22] https://www.bioinfo.imdik.pan.pl/wiki/Rodopsyna
[23] https://www.studocu.com/pl/document/uniwersytet-szczecinski/fizjologia-czlowieka/2-fizjologia-narzadow-zmyslow/6837707
[24] https://portal.abczdrowie.pl/rodopsyna-charakterystyka-i-rola

[25] https://zdrowietvn.pl/a/rodopsyna-purpura-wzrokowa-i-jej-rola-w-procesie-widzenia
[26] https:// zdrowie.radiozet.pl/choroby/okulistyka/Jak-niebieskie-swiatlo-wplywa-na-wzrok-Wyjasnia-prof.-Szaflik
[27] https://pl.wikipedia.org/wiki/Melanopsyna
[28] https://zwierzetawdomu.pl/melanopsyna-u-kregowcow-funkcje/
[29] https://www.wikiwand.com/pl/Melanopsyna
[30] https//www.zeiss.pl/vision-care/lepszy-wzrok/zrozumiec-widzenie/niebieskie-swiatto-wady-i-zalety.html
[31] https://www.msn.com/pl-pl/zdrowie/nasze-zdrowie/niebieskie-światło-ekranu-szkodzi-nie-tylko-oczom-może-wywołać-raka-i-inne-groźne-choroby/ar-AA1jZfU6?ocid=msedgntp&pc=EDGEDB&cvid=e074b66a258b4c5e90bb34293ef09a3c&ei=53
[32] https://www.doz.pl/czytelnia/a14781-Niebieskie_swiatlo_monitora_moze_przyspieszac_procesy_starzenia_sie
[33] https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P30001831335539182278&html_tresc_root_id=27450&html_tresc_id=27472&html_klucz=19558
[34] https://www.nature.com/articles/s41598-020-74742-1
[35] https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/;3962661#:~:text=obszar%20promieniowania%20nadfioletowego%20dzieli%20się%20umownie%20na%204,mu%20długościach%20są%20bardzo%20silnie%20pochłaniane%20przez%20powietrze.
[36] https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/92195/Ocena-zagrozenia-prom-nadfioletowym-2021-A-Pawlaka.pdf
[37] https://dailyweb.pl/kto-na-prawde-ma-slow-motion-960fps-a-kto-tylko-oszukuje/
[38] https://presspassblog.com/pl/articles/28415-human-eye-fps-how-much-can-we-see-and-process-visually
[39] https://www.tylkogranie.pl/297/ile-klatek-na-sekunde-moze-zobaczyc-ludzkie-oko
[40] https://pl.wikipedia.org/wiki/Ślad_węglowy
[41] https://klimada2.ios.gov.pl/slad-wodny/