

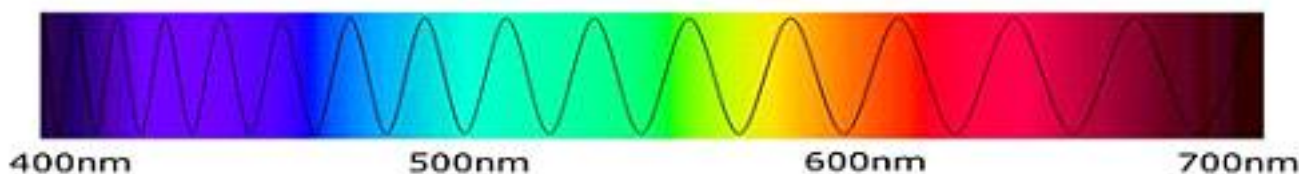
Pomiary oświetlenia

Możliwości percepcyjne, a przez to stan psychofizyczny człowieka zależą w bardzo dużym stopniu od środowiska, w jakim aktualnie przebywa. Czynniki wpływającymi na komfort psychiczny, a co za tym idzie zachowanie i możliwości, może być wszystko, co jest odbierane zmysłami: temperatura, poziom hałasu, odczucia zapachowe, ale przede wszystkim szeroko rozumiane bodźce świetlne. Medycyna udowodniła, że przebywanie w miejscach o nienaturalnym dla człowieka oświetleniu może nie tylko przyspieszać powstawanie uczucia zmęczenia czy spowodować powstanie wad wzroku, ale również wpłynąć na powstanie szeregu innych chorób, pozornie niezwiązanych z wpływem światła na organizm ludzki.

Możliwość negatywnego wpływu oświetlenia na człowieka jest szczególnie istotna w sensie bezpieczeństwa oraz wydajności pracy.

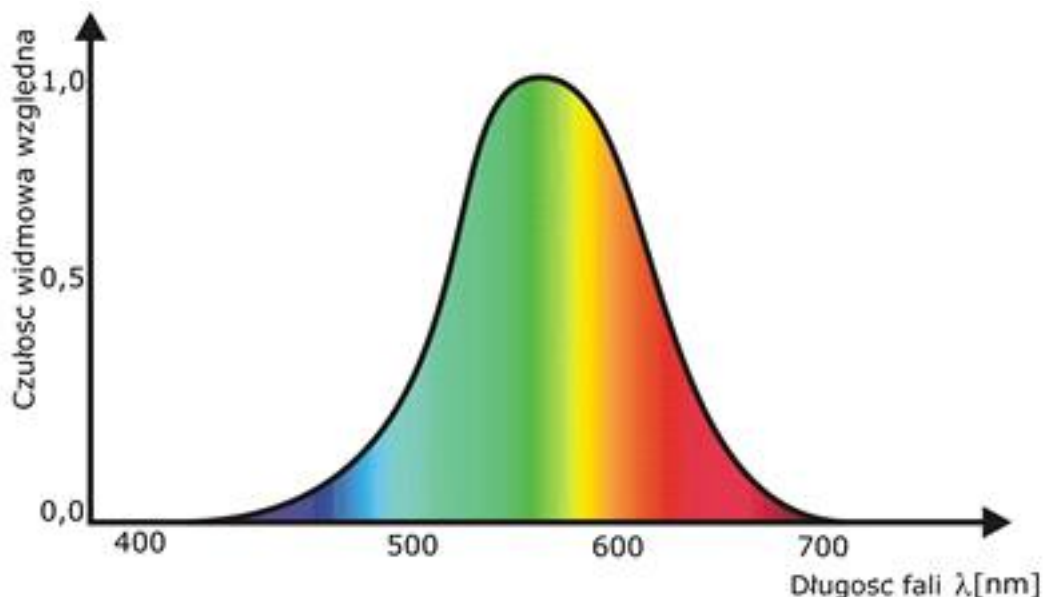
Zasadniczo, odbiór bodźców świetlnych zależy od indywidualnych cech danego człowieka, niemniej jednak jest zbliżony dla różnych ludzi (podobnie, jak ma się to z innymi odbieranymi bodźcami, np. odczuwaniem ciepła bądź chłodu); dlatego też powstały odpowiednie przepisy regulujące wymagane wartości i rodzaje oświetlenia w miejscach przebywania i pracy ludzi.

Światło widzialne przez człowieka jest falą elektromagnetyczną o długości od ok. 380 do ok. 780nm (rys.1). Czułość oka ludzkiego nie jest jednakowa w każdych warunkach; wynika to z budowy i rozmieszczenia receptorów wewnątrz oka oraz natury samego światła.

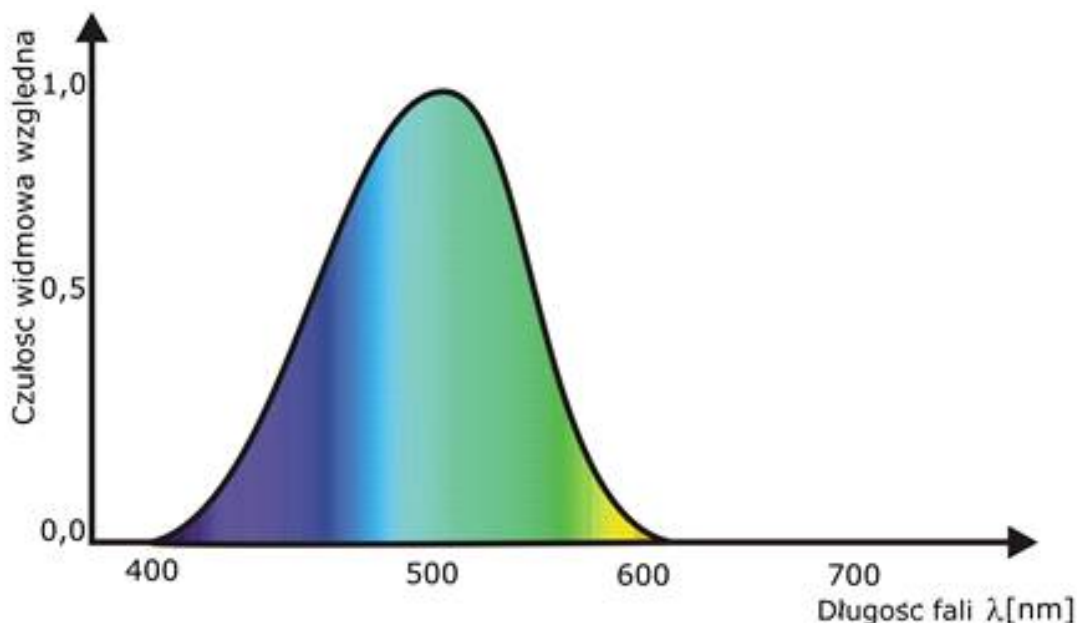


Rys. 1. Zakres widzialny fal elektromagnetycznych

W warunkach światła dziennego oko jest najbardziej czułe na barwy zielone (rys. 2), natomiast w nocy lub przy bardzo słabym oświetleniu czułość ta zmienia się w kierunku barw niebieskich (stąd subiektywne odczucie, że w nocy wszystko jest szare - rys. 3).



Rys. 2. Wykres czułości widmowej dla widzenia w dzień.



Rys. 3. Wykres czułości widmowej dla widzenia w nocy.

Oko przystosowane do światła dziennego ma największą czułość dla fali o długości ok. 555nm, zaś oko przystosowane do ciemności dla fali ok. 507nm. Adaptacja wzroku w zależności od oświetlenia następuje po jakimś czasie, dlatego podczas gwałtownej zmiany oświetlenia z dużego na słabe widzimy gorzej, i na odwrót – wejście z ciemności do oświetlonego pomieszczenia powoduje chwilowe „oślepienie”. Jednak podczas pomiarów oświetlenia wymaga się, aby charakterystyka przyrządu odpowiadała oku zaadaptowanemu do jasności. Krzywą widmową odpowiadającą takiej czułości nazywamy krzywą fotonową V_{λ} , jest ona przydatna do wyliczania wielkości fotometrycznych.

Ustalając kryteria doboru właściwości oświetlenia należy brać pod uwagę zarówno zalecenia Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej (CIE), określającą optymalne warunki dla oświetlenia pomieszczeń w zależności od sposobu ich wykorzystywania, jak i lokalne przepisy – w naszym wypadku Polskie Normy.

Polski Komitet Normalizacyjny stoi na stanowisku, iż nie można nakazywać, ani też zabraniać stosowania Polskich Norm, przy czym wycofanie normy nie oznacza jej unieważnienia i tym bardziej zakazu stosowania. Dlatego też, prowadząc badania oświetlenia, oprócz aktualnej normy PN EN 12464-1 „Technika świetlna – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy wewnątrz pomieszczeń” można również posiłkować się przepisami zawartymi w normach PN 84/E-02033 „Oświetlenie wewnątrz światłem elektrycznym” (gdzie zawarte są przepisy dotyczące najmniejszych wymaganych wartości natężenia oświetlenia typowych stanowisk pracy), oraz normach PN 71/E-02034 i PN 84/E-02035; przy czym należy zauważyć, że podawane wartości (również w normie aktualnej) odpowiadają minimalnym zaleceniom CIE. Niemniej, norma PN 84/E-02033 zalecała zwiększać wymagane wartości dla wszelkich sytuacji, kiedy błąd spowodowany złym postrzeganiem mógłby spowodować wypadek, lub większość pracowników stanowią osoby w wieku ponad 40 lat; albo zmniejszać te wartości, jeśli np. praca na danym miejscu ma charakter krótkotrwały.

Zalecenia CIE określają progowe wartości luminancji dla optymalnych warunków spostrzegania, ponieważ zaś łatwiej jest mierzyć wartości natężenia oświetlenia, wymogi podawane są właśnie dla tej wielkości. Dodatkowo, podaje się również zalecaną równomierność natężenia oświetlenia w polu widzenia, czyli jak może być eksponowane miejsce, gdzie znajduje się przedmiot pracy. Nadmierna nierównomierność oświetlenia (np. nieosłonięte źródła światła w polu widzenia) może powodować olśnienie, które może zmniejszyć zdolność rozpoznawania detali lub powodować odczucie niewygodny. Równomierność natężenia oświetlenia powinna być również zachowana w czasie, ze względu na określony czas adaptacji oka do zmian. Dlatego istotny jest poziom tętnienia, a co za tym idzie, migotania światła.

Barwa światła jest kolejnym czynnikiem, który ma istotny wpływ na samopoczucie osób przebywających w pomieszczeniu. Najoptymalniejsze oświetlenie to takie, którego skład widmowy jest najbardziej zbliżony do światła dziennego. Źródła światła dzieli się wg temperatury barwowej na światło ciepłe, białe oraz chłodne. Zaleca się, aby przy mniejszych natężeniach oświetlenia (do 300-500 lx) stosować źródła światła o barwie cieplej. Temperaturę barwową można określić na podstawie wskaźnika oddawania barw (Ra), który odzwierciedla różnicę barw przedmiotu oświetlonego światłem naturalnym oraz badanym. Źródła o względnie dużym współczynniku Ra to np. zwykłe żarówki. W większości pomieszczeń produkcyjnych można stosować świetlówki o wskaźniku powyżej 70. Źródła o wskaźniku poniżej 70 (lampy rtęciowe, sodowe) stosuje się wszędzie tam, gdzie rozróżnianie barw ma drugorzędne znaczenie (oświetlenie korytarzy, magazynów itp.).

Pomiary parametrów pozwalających na ocenę warunków oświetlenia powinny być wykonywane przy odbiorze nowych urządzeń oświetleniowych, podczas modernizacji istniejących, lub okresowo co 5 lat. Zaleca się prowadzenie badań nie rzadziej niż co 2 lata.

Ponieważ pomiary wykonywane są na określonych powierzchniach, należy wykonać szkice z zaznaczonymi obszarami, rozmieszczeniem źródeł światła, stanowiskami pracy, wysokościami pomieszczeń itp. Wykonywanie szkiców może być znacznie uproszczone przy zastosowaniu programu komputerowego Sonel Schematic; wydruki będą mogły być załączone do sporządzonych protokołów.

Pomiary urządzeń oświetleniowych w pomieszczeniach powinno wykonywać się przy braku oświetlenia zewnętrznego – przy całkowicie zasłoniętych oknach, a jeśli jest to niemożliwe, w nocy. Sylwetka pomiarowca nie może mieć wpływu na wyniki, dlatego osoba wykonująca pomiary powinna mieć ciemne ubranie, zaś podczas pomiarów ustawiać się jak najdalej od punktu wykonywania pomiarów. Dlatego też optymalnym miernikiem jest przyrząd, który ma możliwość jak najdalszego oddalenia czujnika. Rozwiązanie takie zastosowane jest m. in. w luksomierzu LXP-1 produkcji Sonel S.A.

Pomiary powinny być wykonywane w płaszczyźnie zadania (np. powierzchnia biurka), umieszczając czujnik bezpośrednio na płaszczyźnie pod kątem, pod jakim jest ona umieszczona. Jeśli jako źródła światła zastosowane są lampy wyładowcze, powinny być włączone przynajmniej pół godziny przed

pomiarem. Lampy wyładowcze nie mogą być nowe, powinny pracować co najmniej 100 godzin przed pomiarami (dla żarówek i oświetlenia halogenowego jest to tylko godzina, zaś pomiary można wykonywać od razu po załączeniu oświetlenia).

Ponieważ norma PN-EN 12464-1 określa jedynie zakres procedur weryfikacyjnych, przy ustalaniu szczegółów pomiaru można posłużyć się wycofanymi normami PN-84/E-02033 oraz PN-84/E04040.03.

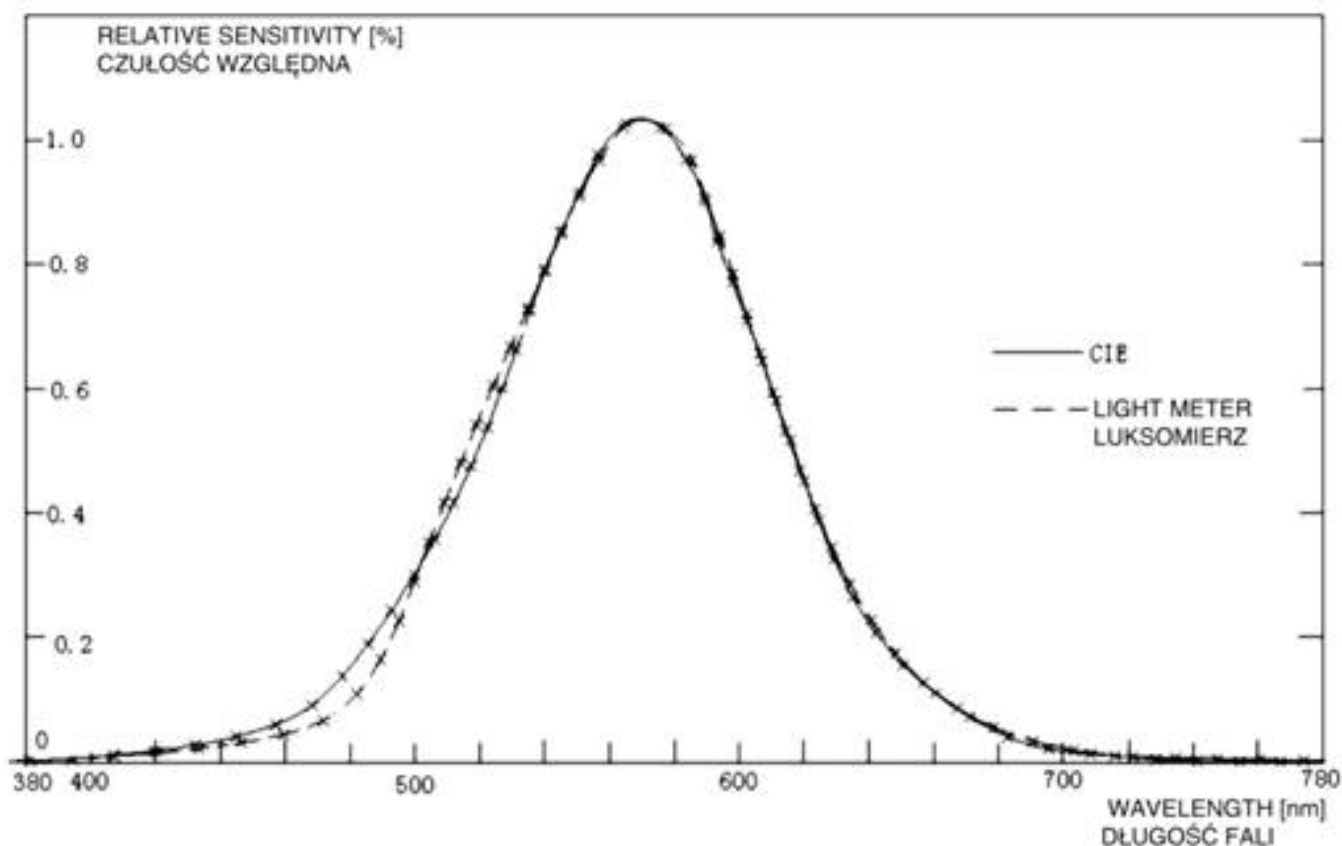
W pomieszczeniach z konkretnymi stanowiskami pracy punkty pomiarowe ustala się bezpośrednio na każdym stanowisku (przeważnie 4-9 punktów). W pomieszczeniach małych pomiary wykonuje się co 1m (można nanieść na szkic siatkę pomocniczą). Dla większych pomieszczeń przydatne będzie zastosowanie wzoru z normy PN-84/E-02033, pozwalającego wyliczyć minimalną ilość punktów pomiarowych dla danego pomieszczenia, w zależności od wymiarów oraz wysokości zawieszenia źródeł światła.

Na podstawie pomiarów można wyliczyć równomierność oświetlenia dla danego miejsca (płaszczyzny roboczej, ciągu komunikacyjnego).

Dla pomiaru oświetlenia wewnątrz światłem dziennym należy przeprowadzić pomiary, które pozwolą określić współczynnik światła dziennego. W tym celu, posługując się dwoma luksomierzami, wykonujemy pomiary jednocześnie na zewnątrz oraz wewnątrz pomieszczeń oświetlonych przez okna lub świetliki (ułatwieniem będzie tu zegar czasu rzeczywistego zastosowany w luksomierzach, np. w modelu LXP-1).

Z kolei podczas pomiarów oświetlenia awaryjnego mamy do czynienia z bardzo małymi wartościami natężenia oświetlenia, użyty przyrząd musi mieć możliwość mierzenia takich wartości (od 0,1lx). Podobnie w strefach wysokiego ryzyka, gdzie konieczne jest sprawdzenie równomierności natężenia oświetlenia z bardzo dużą rozdzielczością.

Na rynku dostępnych jest wiele urządzeń do pomiarów natężenia oświetlenia, od bardzo prostych do takich, które posiadają dużo więcej możliwości niż jest to wymagane. Dobierając przyrząd należy zwrócić uwagę przede wszystkim na posiadanie przez przyrząd świadectwa wzorcowania, gdyż ogniwo fotoelektryczne będące czujnikiem starzeje się w czasie, dlatego powinno być poddawane okresowej kontroli metrologicznej. Zdecydowanie lepszym wyborem będzie przyrząd z zastosowanym ogniwnem krzemowym, które wymaga wzorcowania co 2 lata (ogniwa selenowe - co pół roku). Należy zwrócić uwagę również na dokładność przyrządu, oraz na jego charakterystykę czułości widmowej $V\lambda$ - musi być dopasowana do wymogów krzywej CIE (rys. 4). Czujnik musi mieć korekcję na ukośne padanie światła (charakterystyka cosinus).



Rys. 4. Charakterystyka czułości widmowej LXP-1.

Miernik do badania natężenia oświetlenia LXP-1

Wprowadzony na rynek przez firmę SONEL S.A. miernik do badania natężenia oświetlenia LXP-1 jest narzędziem spełniającym wszystkie wymagania pozwalające na wykonywanie badań oświetlenia, w tym stanowisk pracy. Elementem światłoczułym jest tu fotodioda krzemowa, zaś filtr czułości widmowej zapewnia odpowiednią charakterystykę widmową (rys. 4). Fotoogniwo jest skorygowane kierunkowo do krzywej cosinus i umieszczone w zewnętrznej sondzie połączonej z miernikiem półtorametrowym przewodem, co ułatwia pomiary w miejscach trudno dostępnych i pozwala na oddalenie osoby wykonującej pomiary od badanego obiektu.

**Do podstawowych cech przyrządu należą:**

- maksymalna rozdzielczości pomiaru natężenia światła 0,1Lx,
- funkcja Data-hold służąca zatrzymywaniu wyświetlanych wartości pomiarowych na ekranie,
- krótkie czasy reakcji na zmianę natężenia oświetlenia,
- cztery zakresy pomiarowe,
- funkcja zatrzymania wartości szczytowej (Peak-hold) pozwalająca na pomiar sygnału szczytowego impulsu świetlnego o czasie trwania dłuższym niż 10 μ s,
- możliwość wyboru jednostek pomiarowych Lx (luksy) lub Fc (stopokandele),
- pomiary wartości maksymalnych i minimalnych,
- odczyty względne,
- duży i łatwy w odczycie podświetlany wyświetlacz,

-
- zapis 99 wartości w pamięci, które mogą zostać odczytane w mierniku,
 - złącze USB pozwalające na połączenie urządzenia z komputerem,
 - rejestrator danych o możliwości zapisu ponad 16000 wartości,

Dla niestandardowych źródeł światła współczynnik korekty nie musi być obliczany ręcznie, nie trzeba też przełączać miernika w określony tryb w zależności od źródła światła.

Niewątpliwą zaletą przyrządu jest możliwość współpracy z programem do tworzenia protokołów z badania oświetlenia „FOTON 12464”. Wyniki pomiarów, zgromadzone w pamięci LXP-1 można przesłać do komputera i wykorzystać w sposób automatyczny w protokołach tworzonych programem FOTON.

Obsługa miernika LXP-1 jest bardzo prosta. Aby wykonać pomiar, wystarczy włączyć zasilanie miernika, zdjąć pokrywę sondy i skierować sondę w kierunku źródła światła. Miernik wskazuje aktualną wartość natężenia oświetlenia na wyświetlaczu. Ze względu na dużą czułość fotoogniwa wyświetlana wartość może się nieznacznie wahać, dlatego należy zapewnić niezmienną warunków pomiarowych (brak ruchu osób w otoczeniu, nieruchoma sonda). Ustaloną wartość możemy wpisać do pamięci miernika przyciskiem REC/SETUP. Jeżeli wartość się waha, użytkownik może wyznaczyć, w zależności od potrzeby, minimalną lub maksymalną wartość, jaka została zarejestrowana przez miernik (naciskając podczas pomiaru przycisk „MAX” lub „MIN”) i taką wprowadzić do pamięci.

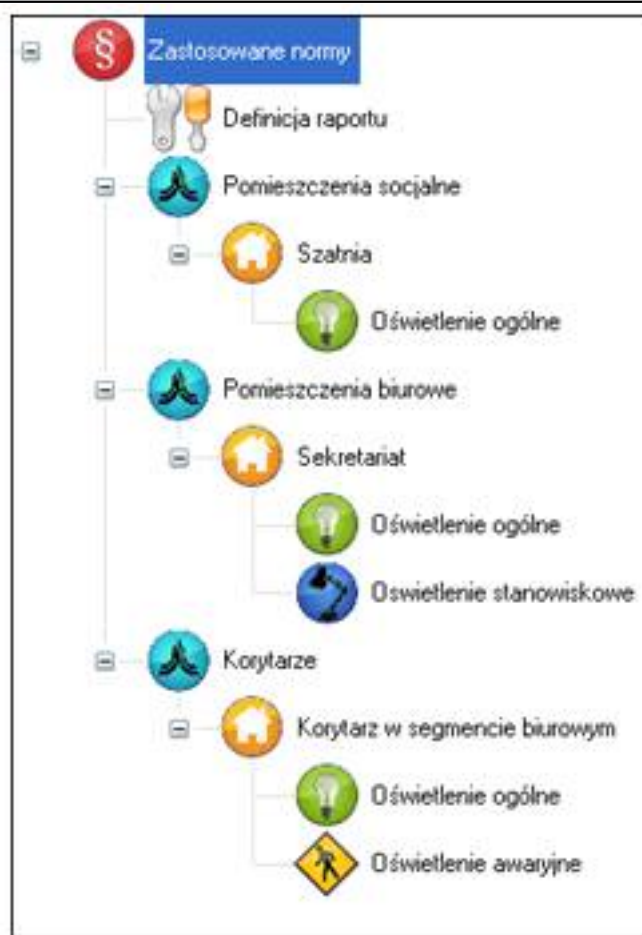
Przyrząd pozwala zmierzyć również krótkie impulsy światła (o czasie dłuższym niż 10µs); po naciśnięciu przycisku PEAK wybieramy tryb rejestracji Pmin lub Pmax.

Miernik może być uruchomiony również w trybie rejestratora danych. Funkcja ta jest pomocna w sytuacji, gdy użytkownik chce zarejestrować zmienność oświetlenia w określonym czasie. Rejestrator można też wykorzystać przy badaniu bardzo długich odcinków przy założeniu, że przemieszczanie sondy odbywać się będzie w ruchu w miarę jednostajnym. Częstotliwość rejestracji można ustawić z zakresu 1-99s.

Programowalny zegar czasu rzeczywistego umożliwia pracę urządzenia w sytuacjach, kiedy konieczna jest synchronizacja czasu (np. podczas pomiarów oświetlenia pomieszczeń światłem dziennym).

Atutem miernika są jego niewielkie wymiary i ergonomiczny kształt obudowy, co sprawia, że przyrząd jest wygodny w użytkowaniu. Standardowe wyposażenie stanowi miernik, sonda z przewodem, instrukcja obsługi, przewód USB oraz płyta CD z programem „Light Meter”, umożliwiającym odczyt danych do komputera a także pracę przyrządu jako rejestratora on-line. Cały zestaw dostarczony jest w wygodnej, plastikowej walizce.

Oprogramowanie FOTON 12464



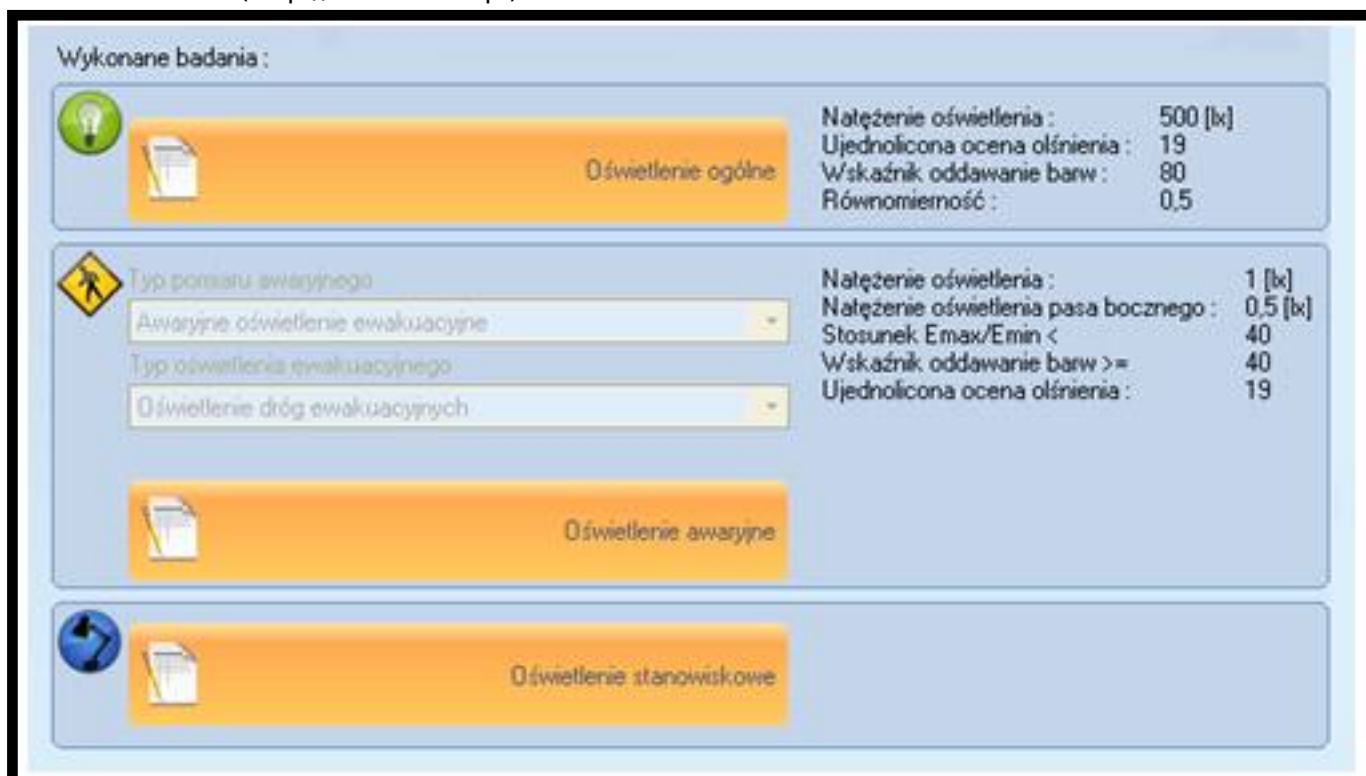
Rys. 6. Struktura obiektu w protokole

Dobrym uzupełnieniem miernika jest oprogramowanie FOTON 12464 do wykonywania protokołów z badania oświetlenia. Program ten komunikuje się z miernikiem LXP-1, pobiera dane i pozwala użytkownikowi poddać je analizie w specjalnie do tego przygotowanych tabelach. Program dokonuje analizy wyników w oparciu o normę „PN-EN 12464 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach” – dla badania oświetlenia stanowisk pracy oraz „PN-EN 1838:2005 Zastosowanie oświetlenia. Oświetlenie awaryjne” – dla badania oświetlenia awaryjnego.

Protokół ma strukturę drzewiastą, dzięki czemu użytkownik może odzwierciedlić strukturę rozkładu pomieszczeń w budynku. Do każdego pomieszczenia można przypisać trzy rodzaje badań (ogólne, awaryjne, stanowisk pracy).

Dodając pomieszczenie do struktury, użytkownik definiuje rodzaj tego pomieszczenia zgodnie z klasyfikacją określoną w normie PN-EN-12464-1. Program automatycznie wyświetla kryteria oceny dla wybranego rodzaju pomieszczenia.

Wyniki wprowadzane przez użytkownika z klawiatury lub odczytane z miernika są automatycznie poddane analizie i ocenie. Na bieżąco wyliczana jest średnia natężenia oświetlenia i równomierność oraz inne niezbędne współczynniki.



Rys. 7. Definicja pomieszczenia



Rys. 8. Import danych z miernika

Program zawiera szereg funkcji przyspieszających tworzenie dokumentacji takich jak:

- klonowanie pomieszczeń,
- wpis wielu punktów pomiarowych za jednym kliknięciem,
- obliczenie minimalnej ilości punktów w danym pomieszczeniu,
- seryjne wypełnianie nazw punktów pomiarowych.

Wydruk protokołu składa się z kilku części:

- strona tytułowa, gdzie podane są informacje o wykonawcy, miejscu pomiarów, rodzajach badań, warunkach pomiarów,
- spis treści wraz ze spisem wszystkich pomieszczeń,
- teoria pomiarów, gdzie podane są podstawowe definicje związane z pomiarami oświetlenia oraz wyjaśnione są oznaczenia użyte w programie,
- podsumowanie, gdzie podane są informacje o osobach wykonujących badania, użytych miernikach oraz podane jest orzeczenie o pozytywnym lub negatywnym rezultacie badań.

Dane przechowywane są w plikach (dokumentach), dzięki czemu łatwo mogą być archiwizowane na dowolnym nośniku i przesyłane np. pocztą internetową. Istnieje również możliwość wydrukowania dokumentu w postaci pliku PDF.

Program jest na bieżąco aktualizowany (również automatyczna aktualizacja online poprzez internet) a wersja demonstracyjna dostępna jest na stronie producenta.

Grzegorz Jasiński, SONEL S.A.
Witold Ślirz, DASL SYSTEMS

Nie

Adres URL źródła: <http://www.sonel.pl/pl/teoria-pomiarow/pomiary-oswietlenia.html>