

Oko kamery

Większość wykonawców systemów monitoringu (a nawet zaryzykowałbym twierdzenie, że każdy projektant i/lub wykonawca) spotkała się po wybudowaniu systemu z mniej lub bardziej okazanym rozczarowaniem z uzyskanych efektów. Oczywiście okazanym przez użytkownika lub inwestora. Ma ono źródło w trzech przyczynach. Pierwszą jest kształtowanie wyobrażenia o działaniu monitoringu na podstawie filmów, nieraz niewiele mających wspólnego z rzeczywistością. Druga przyczyna to nieprecyzyjne określenie oczekiwań przez użytkownika. Trzecia to traktowanie monitoringu kategoriami oka. Przeanalizujmy bliżej trzeci aspekt.

Waldemar Fiałka

Zazwyczaj użytkownik systemu odnosi jakość planu obserwowanego za pomocą urządzeń CCTV do jakości, jaką widzi bezpośrednio. Jest to poważny błąd, ponieważ próbujemy porównać zjawiska nieporównywalne. Głębsza analiza właściwości oka i mechanizmu postrzegania uświadamia nam, jak niedoskonała w porównaniu do wzroku jest technologia CCTV, i to niezależnie od rozwiązań technicznych.

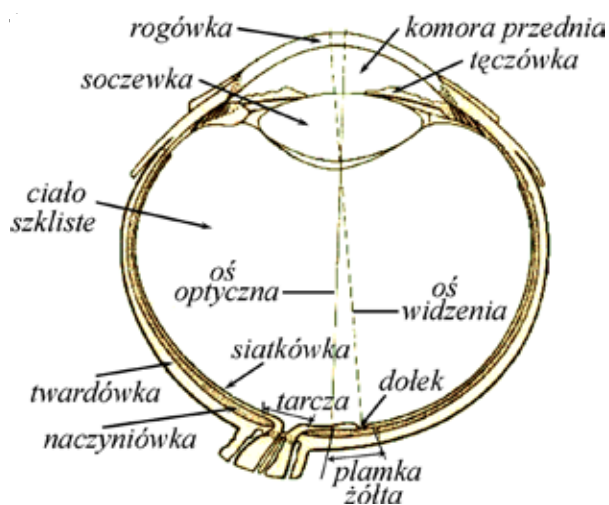
Zacznijmy od budowy oka. W trakcie ewolucji ukształtowało się ono w taki sposób, że ma przede wszystkim wykrywać ruch, będący źródłem potencjalnego zagrożenia (lub oznaczający ewentualną zdobycz). Następnie na wykryty ruch jest kierowany wzrok. Ruch jest poddawany analizie – dochodzi do porównania z wzorcami przechowywanymi w mózgu. W zależności od wyniku analizy podejmowana jest reakcja. Zatem nasze oko – z pominięciem fazy

analizy i reakcji – zachowuje się jak kamera PTZ z autotrackingiem.

Przeanalizujmy dokładniej budowę oka. Przedstawia ją rys. 1. Dno oka jest pokryte warstwą elementów światłoczułych – receptorów. Receptory dzielą się na pręciki odpowiedzialne za wykrywanie ruchu oraz czopki odpowiedzialne z widzenie kolorów i za ostrość. Liczbę receptorów w funkcji kąta osi widzenia przedstawia rys. 2. Za widzenie ostre i widzenie kolorów odpowiada przede wszystkim tzw. plamka żółta. Jest to fragment tylnej ściany oka o średnicy zaledwie 0,475 mm, pozbawiony całkowicie pręcików (czyli jednocześnie funkcji wykrywania ruchu). Rozmieszczenie pręcików umożliwia natomiast wykrycie ruchu (z różną skutecznością) w kącie 150°, oczywiście z wyłączeniem tzw. plamki ślepej pozbawionej całkowicie receptorów.

Porównując nasze oko do urządzeń

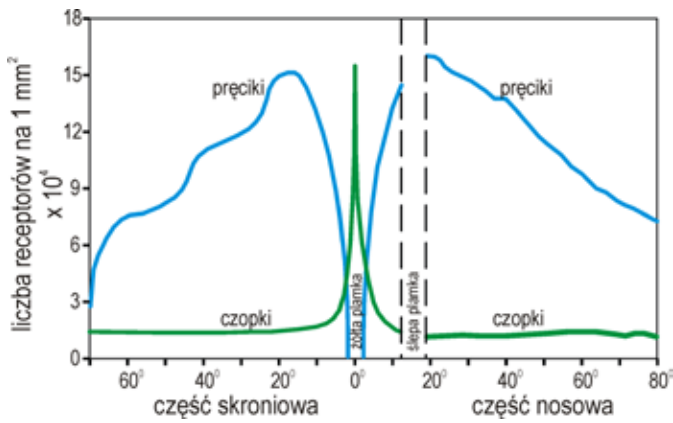
„ Porównywanie rozdzielczości jakiegokolwiek systemu CCTV z naszym organem wzroku jest na obecnym poziomie techniki nieporozumieniem ”



Rys. 1. Przekrój oka ludzkiego

CCTV, możemy stwierdzić, że jest to połączenie szerokokątnej kamery monochromatycznej (z funkcją detekcji ruchu) z wąskokątną kamerą kolorową. Ponieważ po zmroku w oku jest wyłączana zdolność widzenia kolorowego, nasza wirtualna kamera kolorowa ma oczywiście funkcję dzień/noc oraz mechanizmy autoiris i autofocus. Obie kamery (mające wspólny obiekt) są sprzężone w jednym mechanizmie PTZ z funkcją autotrackingu. Czy ktoś zna tak złożone rozwiązanie techniczne?

Idźmy dalej. Dla półcalowego przetwornika kamery megapikselowej o budowie 1600 x 1200 mamy powierzchnię przetwornika 77,4 mm² i 1 920 000 elementów światłoczułych matrycy, co oznacza 24 800 pix/mm²



Rys. 2. Gęstość receptorów w oku w funkcji kąta osi widzenia

(lub $2,48 \times 10^4 \text{ pix/mm}^2$). Oznacza to, że rozdzielczość kamery megapikselowej 2M jest około 5 razy niższa niż maksymalna rozdzielczość plamki żółtej oka. Dla kamer standardowych o rozdzielczości VGA porównanie jest jeszcze gorsze – nawet dla kamer z przetwornikiem $\frac{1}{4}$ ".

Oczywiście się staje zatem, że porównywanie rozdzielczości jakiegokolwiek systemu CCTV z naszym organem wzroku jest na obecnym poziomie techniki nieporozumieniem. Tezę tę potwierdza analiza rozdzielczości oka. Zdefiniujemy tor obserwacji następująco: obiekt – system CCTV – obserwator. System CCTV rozpoczyna się kamerą, a kończy się monitorem obserwowanym bezpośrednio przez obserwatora. Jak sprawuje się nasz organ wzroku przy rozróżnianiu szczegółów już na monitorze?

Dla oka definiuje się następujące pojęcia:

- Rozdzielczość oka – najmniejsza odległość między dwoma punktami, które można odróżnić jako dwa oddzielne punkty. Dla oka odległość ta wyrażona miarą kątową wynosi 1 minutę.
- Normalna wartość progowa percepcji wzrokowej – kąt widzenia, przy którym można rozróżnić szczegóły przedmiotów.

Dla oka odległość ta wyrażona miarą kątową wynosi 5 minut.

Takie ujęcie powoduje, że zdolność do rozróżniania szczegółów jest funkcją odległości od obserwowanego obiektu. Poddajmy analizie obserwację prowadzoną na dwóch standardowych monitorach 4:3:

- przekątna 20", rozdzielczość 1600 x 1200, wysokość 304,8, wysokość linii 0,254 mm
- przekątna 15", rozdzielczość 1024 x 768, wysokość 228,6, wysokość linii 0,297 mm.

Załóżmy, że obserwujemy nasze monitory z odległości 1 m. Oznacza to, że rozdzielczość oka wyrażona miarą liniową na ekranie wynosi 0,29 mm i koresponduje z rozmiarem linii (lub plamki) na monitorze. Dla tej samej odległości wartość progowa percepcji wynosi 1,45 mm. Oznacza to, że dla odległości obserwacji 1 m na ekranie jesteśmy w stanie odróżnić szczegóły nie mniejsze niż 5 TVL.

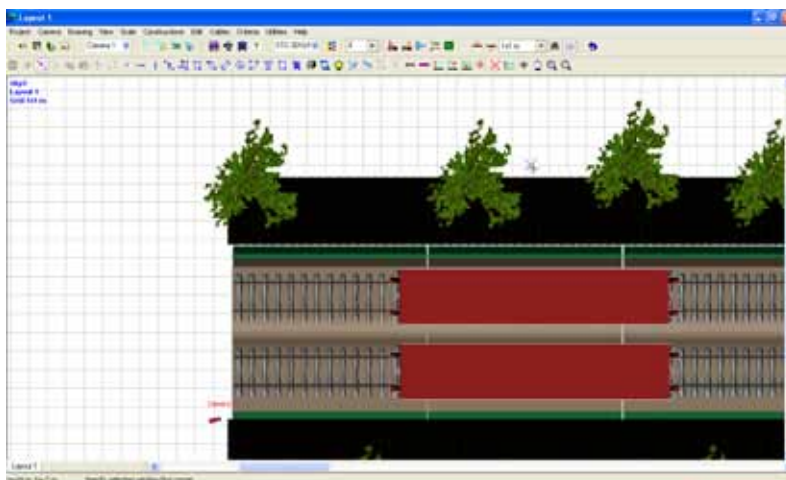
Jakie wnioski z tego wynikają? Oko ludzkie jest w stanie rozróżnić obiekt o rozmiarach 20 x 20 cm z odległości 137 m. Odbyna się to przy jednoczesnej obserwacji obiektu za pomocą plamki żółtej oraz panoramicznej obserwacji ruchu za pomocą pręcików. Po wykryciu ruchu (lub kolejnego

obiektu do obserwacji) następuje zmiana położenia gałki ocznej i „regulacja” ostrości na kolejnym obiekcie. Dla systemu CCTV, jeżeli nieszczęśliwie dobierzemy parametry toru i uzyskamy mniejszy rozmiar obiektu niż 5 TVL, utracimy zdolność rozróżniania jego szczegółów (i to niezależnie od jakości kamery lub monitora).

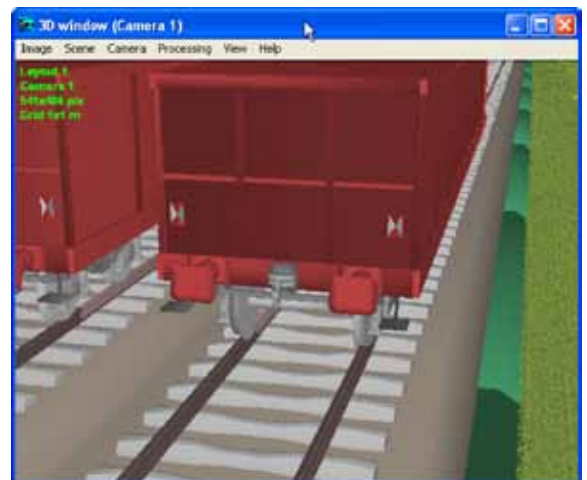
Oczywiście nie należy zjawiska tego rozumieć jako np. zdolność do identyfikacji osoby, jeżeli ta osoba ma rozmiar 5 TVL. Interpretujemy je jako jednoznaczne stwierdzenie obecności szczegółu, jeżeli rozmiar tego szczegółu wynosi co najmniej 5 TVL. Na ulicy stwierdzimy obecność samochodu, jeżeli samochód na monitorze ma wysokość co najmniej 5 TVL. Stwierdzimy posiadanie kota przez samochód, jeżeli szczegół – kota – ma rozmiar co najmniej 5 TVL (wysokość całego samochodu wynosi wtedy ok. 20 TVL). Stwierdzimy obecność śrub w kole, jeżeli każda z nich będzie mieć rozmiar co najmniej 5 TVL (cały samochód może już nie mieścić się w kadrze).

Dobrym porównaniem właściwości oka i kamery jest jedno ze szczególnych zastosowań CCTV – stwierdzenia obecności końca pociągu. Wydawałoby się, że nie ma rzeczy prostszej – będziemy przecież obserwować obiekty o znacznych rozmiarach. Jak zwykle problem tkwi w szczegółach. Koniec pociągu oznacza się m.in. tarczą Pc 5 – prostokątną tarczą pomalowaną w białoczerwone lub żółtoczerwone trójkąty. Ma wymiary ok. 25 x 15 cm i dwa trójkąty czerwone – u góry i dołu – oraz dwa trójkąty białe – po prawej i lewej stronie. Obecność tej tarczy na przejeżdżającym wagonie wskazuje, że obok nas przejechał ostatni wagon. Proste i skuteczne stwierdzenie obecności końca pociągu.

Właściwości naszego wzroku pozwalają nam dostrzec taką tarczę nawet z odległości 137 m. Jeżeli nasz pociąg jedzie z prę-



Rys. 3. Plan sytuacyjny systemu CCTV do obserwacji końca pociągu z rozmieszczonymi modelami 3D



Rys. 4. Widok na monitorze obserwacyjnym dla odległości wagonu ok. 10 m od masztu kamery

kością 40 km/h, na stwierdzenie obecności tarczy mamy ok. 12 sekund. Dla 80 km/h mamy na tę czynność ok. 6 s, dla 120 km/h – ok. 4 s. Nawet dla mało sprytnego obserwatora są to czasy wystarczająco długie do stwierdzenia obecności lub braku tarczy Pc 5.

Przeprowadźmy symulację obserwacji takiego znaku za pomocą CCTV. Budujemy za pomocą modeli widok linii dwutorowej z dwoma węglarkami oznaczonymi znakiem Pc 5. Wagony znajdują się na obu torach, ponieważ w szczególnych warunkach możliwy jest ruch pociągów po tzw. torze niewłaściwym.

Zastosujemy kamerę STC3010 o rozdzielczości 572 x 582 500 TVL z obiektywem 8 mm. Obraz na monitorze dla wagonów ułożonych jak na rys. 3, tj. w odległości ok. 10 m od kamery, wygląda jak na rys. 4.

Wyraźnie widzimy tarcze Pc 5 zarówno na jednym, jak i na drugim wagonie. Na tzw. torze właściwym możliwa jest obserwacja obecności tarczy od ok. 5 m

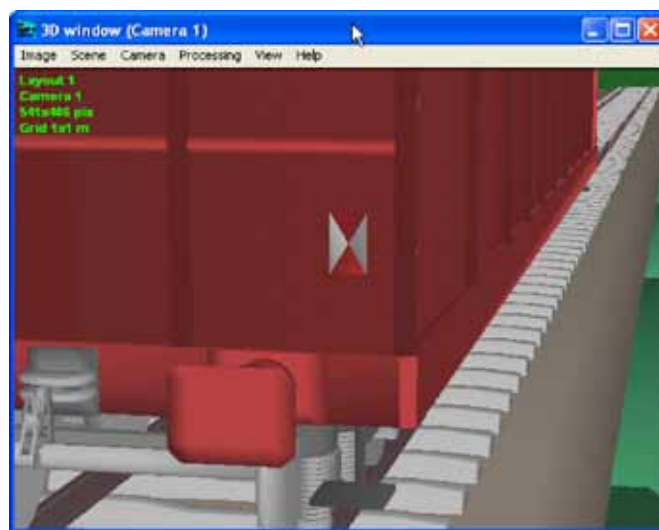
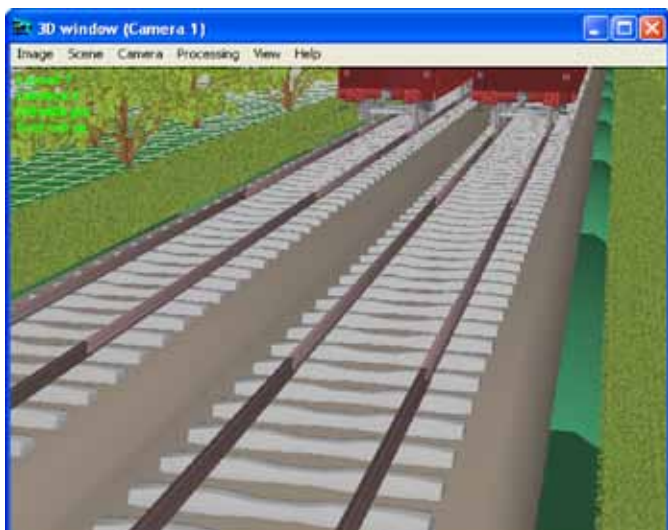
od masztu kamery. Jeżeli wagony oddalimy na odległość 30 m, obraz na ekranie będzie wyglądał jak na rys. 5.

Jeżeli nasz obiekt kontrolny o rozmiarach 25 x 15 cm będziemy oglądać na monitorze 15", jego rozmiar wyniesie 4,41 x 2,54 mm. Oznacza to, że normalna wartość progowa percepcji wzrokowej zostanie zapewniona, jeżeli obserwacja będzie prowadzona z odległości mniejszej niż $2,54/1,45 = 1,75$ m. Na pozór wszystko jest OK. Należy zwrócić uwagę, że dla takich warunków obserwacji percepcja możliwa jest na odległości 30 m – 5 m = 25 m. Dla prędkości 40 km/h czas percepcji zaledwie 2,25 sekundy, a dla prędkości 80 km/h – 1,12 sekundy.

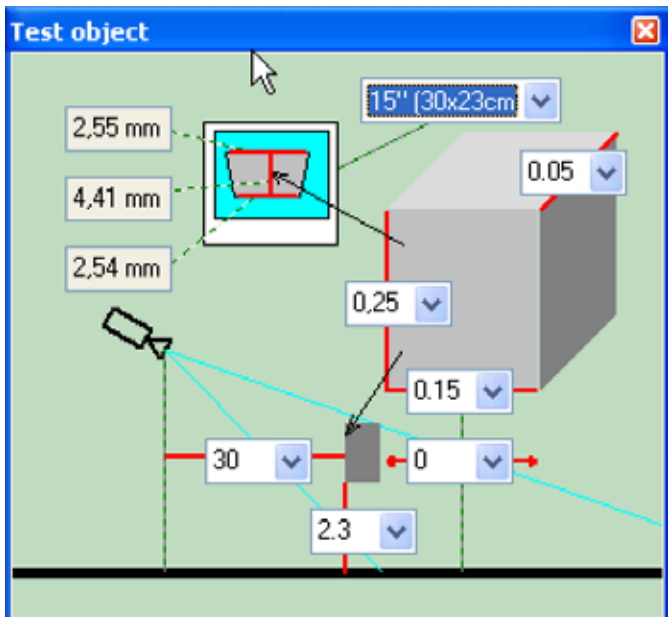
Dla porównania: przy bezpośredniej obserwacji uzyskaliśmy odległość 137 m i czas obserwacji 12 i 6 sekund. Dla obserwacji za pomocą CCTV należy zatem wykazać się niezłym refleksem. Określenie „czujny

jak kolejarz” nabiera nowego wymiaru. Spróbujmy zmodyfikować lokalizację kamery i jej układ optyczny. Zawiesimy kamerę 1,5 m niżej i zastosujemy obiektyw o ogniskowej 12 mm. Dla lokalizacji wagonów w odległości 7 m od masztu uzyskaliśmy widok jak na rys. 6.

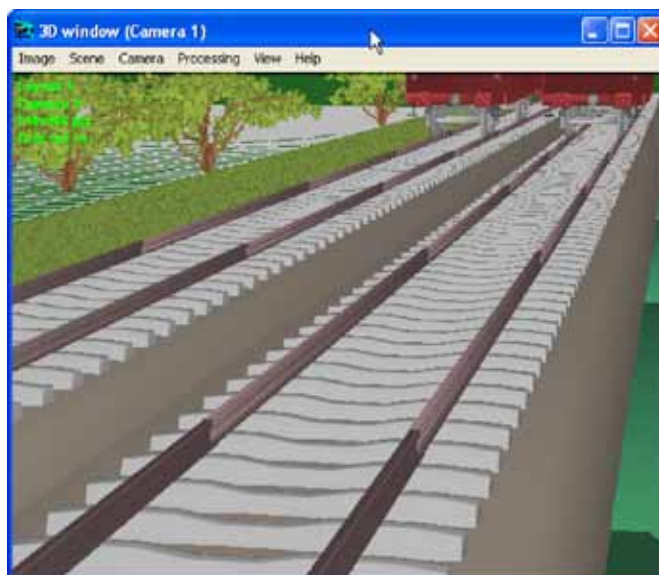
Jeżeli nasz obiekt kontrolny o rozmiarach 25 x 15 cm będziemy oglądać na monitorze 15", jego rozmiar wyniesie 4,16 x 2,42 mm. Oznacza to, że normalna wartość progowa percepcji wzrokowej zostanie zapewniona, jeżeli obserwacja prowadzona będzie z odległości mniejszej niż $2,42 / 1,45 = 1,66$ m. Uległa zatem nieznacznie pogorszeniu. Należy zwrócić uwagę, że dla takich warunków obserwacji percepcja możliwa jest na odległości 47 m – 7 m = 40 m. Dla prędkości 40 km/h czas percepcji wynosi nadal zaledwie 3,6 sekundy, ale wzrost o 1,35 sekundy w porównaniu z poprzednim wynikiem. Dla prędkości 80 km/h



Rys. 6. Widok na monitorze obserwacyjnym dla odległości wagonu ok. 7 m od masztu kamery ze zmienioną lokalizacją kamery i obiektywem 12 mm



Rys. 5. Widok na monitorze obserwacyjnym dla odległości wagonu ok. 30 m od masztu kamery oraz rozmiary obiektu testowego na monitorze 15"



Rys. 7. Widok na monitorze obserwacyjnym dla odległości wagonu ok. 47 m od masztu kamery oraz rozmiary obiektu testowego na monitorze 15"

mamy 1,8 sekundy. Jednak dla prędkości 120 km/h na zauważenie i analizę sytuacji mamy zaledwie 1,2 sekundy.

Wnioski, jakie wynikają z powyższej analizy, nie są zbyt korzystne dla systemów CCTV do obserwacji ruchu pociągów przy dużych prędkościach. Wynika z nich jednoznacznie, że dla zastosowań on-line są one znacznie mniej efektywne niż bezpośrednia obserwacja i nie dorównują sprawności oka. Co prawda, koleje dużych prędkości i PKP to pojęcia niekoniecznie idące w parze, jednak nieumiejętne zastosowanie systemów CCTV może czasami zamiast rozwiązać problem przysporzyć kłopotów, zwłaszcza jeżeli system CCTV eliminuje obsługę przez obserwatora.

Pocieszające jest natomiast to, że umiejętnie symulując pracę układu systemu CCTV (np. za pomocą programu VideoCAD) możemy tak dobrać warunki jego pracy w dzień i w nocy, aby zagrożenia wynikające z niedoskonałości urządzeń zredukować do minimum. Dla oszacowania korzyści płynących z zastosowania symulacji pracy systemu CCTV za pomocą programu VideoCAD przedstawiam orientacyjne nakłady pracy:

- przygotowanie modelu torowiska w 3D Max	6 h
- przygotowanie modelu wagonu w 3D Max	7 h
- przygotowanie planu sytuacyjnego z gotowych modeli na podstawie mapy	0,5 h
- przygotowanie i analiza 10 opcji (10 x 0,25 h = 2,5 h)	2,5 h
Razem	16 h

Analiza 10 konfiguracji sprzętowych, oświetleniowych, lokalizacyjnych itd. zajmuje ok. dwóch dni pracy projektanta. A przecież pomijamy konieczność zakupu sprzętu do testów, wyjazdu w teren, rejestrację wyników, analizę zarejestrowanych wyników w warunkach dziennych (i nocnych) i tym podobne kosztowne operacje. Wnioski nasuwają się same. ■

***W czym pomoże VideoCAD?** Pokaże słabe i mocne strony przyjętych rozwiązań na etapie projektu: najszybciej i najczytelniej. Polska wersja językowa programu powstała w wyniku współpracy firmy PPHU Tenal z CCTVCAD Software, producentem oprogramowania VideoCAD. Najnowsza wersja programu VideoCAD 6.0 została rozszerzona o dodatkowe narzędzia zaawansowanej analizy warunków oświetleniowych.

Autor pod adresem wfialka@hot.pl udzieli więcej informacji o programie.

Nowe wymagania akustyczne względem budynków

8 lipca br. weszła w życie nowelizacja warunków technicznych, jakim muszą odpowiadać budynki i ich usytuowanie z 12 marca 2009 r. (Dz.U. nr 56 poz. 461, rok 2009). Wymagania ochrony przed hałasem poszerzono o ochronę przed nadmiernym pogłosem. W zakresie tym ujęto również wymaganie uzyskania odpowiedniej zrozumiałości informacji, w tym szczególnie ważne – zrozumiałości akustycznych systemów bezpieczeństwa.

Jacek Danielewski/Fabryka Ciszy

Nowelizacja przewiduje w paragrafie 323 konieczność ochrony przed hałasem pogłosowym w pomieszczeniach, będącej elementem kompleksowej ochrony użytkowników budynków przed hałasem. Ustawodawca wymienił obiekty i pomieszczenia, w których jest wymagana ochrona użytkowników przed hałasem pogłosowym w celu eliminacji jego wpływu na komunikację z wykorzystaniem dźwięku. W pomieszczeniach budynków użyteczności publicznej, których funkcja jest związana z odbiorem mowy lub innych pożądaných sygnałów akustycznych, należy stosować odpowiednie rozwiązania budowlane i dodatkowe adaptacje akustyczne.

W zakresie bezpieczeństwa akustycznego obiektami podlegającymi ochronie przed hałasem pogłosowym są obiekty wymienione w rozdziale 6 rozporządzenia ministra spraw wewnętrznych i administracji z 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków i innych obiektów budowlanych i terenów. Chodzi o uzyskanie w pomieszczeniach odpowiednich warunków akustycznych

– wyeliminowanie wpływu hałasu, w tym hałasu pogłosowego, na przekazywany dźwięk i zawartą w nim informację. Sposób wypełnienia tego zapisu, w postaci wskazania konkretnych wymagań parametrycznych, znalazł się w paragrafie 326 p. 5. W pomieszczeniach należy stosować materiały o potwierdzonych własnościach pochłaniania dźwięku, wyznaczonych zgodnie z Polską Normą.

Niestety, co do zdefiniowania parametrów użytkowych zapisy rozporządzenia są ogólnikowe. Nie wskazują konkretnych wartości czasu pogłosu czy wskaźnika zrozumiałości w powiązaniu z rodzajem budynku i funkcją pomieszczenia oraz przeznaczeniem systemu rozgłoszeniowego, jak ma to miejsce np. w zakresie wymagań co do izolacyjności cieplnej, odporności ogniowej czy izolacyjności akustycznej. Ustawodawca odsyła do odrębnych przepisów, w których należy poszukiwać konkretnych wymagań względem parametru użytkowego. Ale obecnie nie ma wskazań co do wymagań ►