

Nowe rozporządzenie o rejestracji imprez masowych – mimo licznych negatywnych opinii środowiska branży security – będzie najprawdopodobniej zgodne z ostatnim projektem.

Stadion (cz. 3)

z boiskiem do piłki nożnej

Głębina ostrości i oświetlenie – jak nie wpaść w pułapki rozporządzenia

Waldemar Fiałka

Przy projektowaniu monitoringu stadionu zajmowaliśmy się dotychczas analizą geometrii układu optycznego kamery ze względu na kategorie obrazu, gdzie determinantą był rozmiar obiektu testowego mierzony liniami lub pikselami. Jest jeszcze jeden parametr, który bardzo rzadko poddaje się analizie na etapie projektowania: głębina ostrości. Jest ona najczęściej definiowana jako obszar sceny, dla której ostrość obrazu wykazuje akceptowalną jakość. Przeanalizujemy, jak będzie się zachowywał ten parametr dla naszego obiektu.

Zacznijmy od optyki. Głębina ostrości (*depth of field* – DOF) określona jest następującą zależnością:

$$DOF \approx \frac{2Ncf^2s^2}{f^4 - N^2c^2s^2} \quad [1]$$

gdzie:

N – wartość przesłony

f – ogniskowa obiektywu

s – odległość obiektu będąca jednocześnie odległością nastawy ostrości

c – średnica krążka rozmycia.

Najbardziej tajemniczym parametrem w tym wzorze jest wielkość c. Jeżeli zdefiniujemy ją jako rozdzielczość elementu, na którym jest zapisywany obraz, to wszystko staje się jasne (no, może jaśniejsze). Jest kilka for-

muł określania tego parametru. Np. formuła Zeissa określa c z zależności $c = D/1730$, formuła stosowana przez Kodaka – $c = D/1720$, a formuła używana w aparatach Nikon definiuje c jako $c = D/1625$. W każdej z formuł D jest diagonalnym rozmiarem nośnika obrazu (dla kamer – przekątną przetwornika w mm).

Dla najczęściej spotykanych rozmiarów przetwornika wartość c przyjmuje następujące wartości:

D	D	c			
[,]	[mm]	Zeiss	Kodak	Nikon	Średnio
1/2	12,70	0,0073	0,0074	0,0078	0,0075
1/3	8,47	0,0049	0,0049	0,0052	0,0050
1/4	6,35	0,0037	0,0037	0,0039	0,0038

Co wynika z naszej zależności [1]? Spróbujmy przeanalizować zmiany DOF w zależności od zmiany odległości ogniskowania, zmiany ogniskowej oraz od zmiany przesłony. Analizy będziemy dokonywać dla przetwornika 1/3" dla $c = 0,005$. Zmiany DOF w zależności od parametru N przy pozostałych parametrach stałych przedstawiają dwa pierwsze wykresy na następnej stronie.

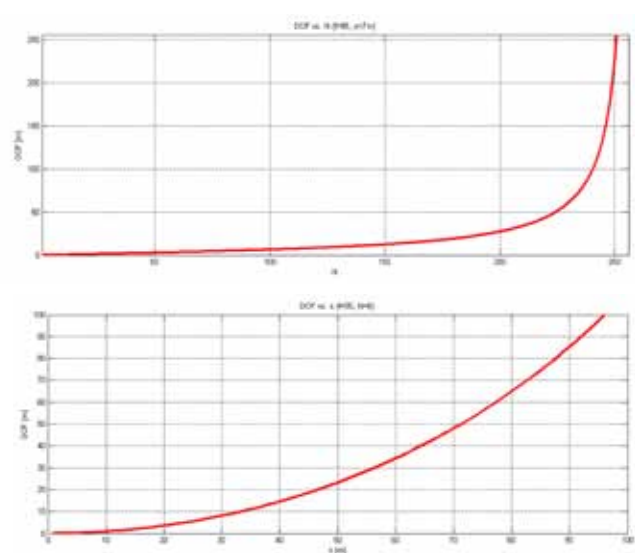
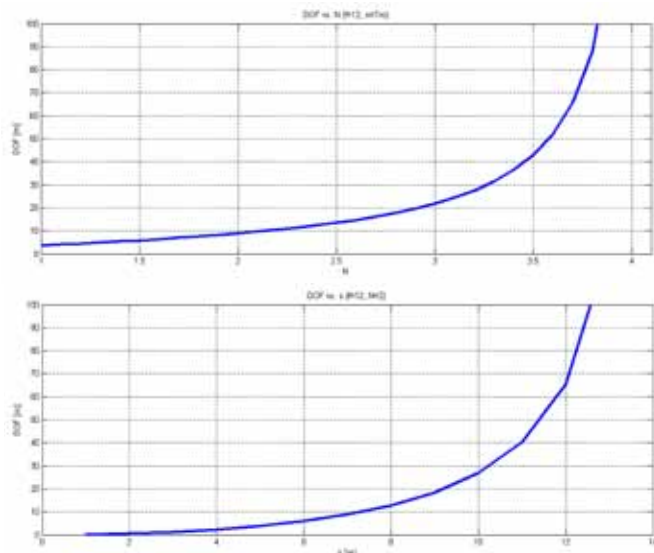
Z wykresów tych wynikają dwa wnioski. Po pierwsze – im większa liczba przesłony N, tym większa głębina ostrości. Jest to wniosek

powszechnie znany każdemu użytkownikowi aparatów fotograficznych. Wniosek drugi jest już mniej oczywisty. Dla tej samej liczby przesłony N obiektyw o dłuższej ogniskowej ma znacznie mniejszą głębinię ostrości. Oznacza to możliwość pojawienia się problemów z ostrością w całym obserwowanym obszarze przy słabych warunkach oświetleniowych.

Następne wykresy przedstawiają zależność DOF od ustawionej odległości ostrości (parametr s we wzorze [1]).

I ponownie pojawia się wniosek, który powinien wyhamować entuzjastów stosowania obiektywów o długiej ogniskowej. Dla tej samej odległości ustawienia ostrości (np. 10 m) obiektyw z dłuższą ogniskową ma znacznie mniejszą głębinię ostrości niż obiektyw o krótszej ogniskowej. Nawet mimo większej wartości N. Z przedstawionych wykresów wynika wniosek ogólny: stosowanie obiektywów o długich ogniskowych do obserwacji obszaru o dużych długościach może w szczególnych warunkach doprowadzić do utraty wymaganej ostrości na granicach tego obszaru. Czy projektując system CCTV musimy stosować dość uciążliwe obliczenia? W czym pomoże nam VideoCAD? Spróbujmy przeprowadzić analizę głębi ostrości na stadionie za jego pomocą.

Przypomnijmy sobie sytuację obserwacji terenu boiska i trybun z obrazem kategorii IV jak na rys. 1. Obiekt testowy 50 x 50 cm nie po-



winiem mieć mniejszego rozmiaru na ekranie niż 12 pikseli. Dla toru wizyjnego zapewniającego transmisję z rozdzielczością D1, dla kamery o przetworniku 1/3" i dla obiektywu o ogniskowej 20 mm obiekt testowy umieszczony w odległości 130 m od kamery (koniec trybun) będzie miał rozmiar 12,3 piksela. Warunek obserwacji z obrazem kategorii IV został spełniony. A co z głębią ostrości?

Okno dialogowe głębi ostrości przedstawione na rys. 2 – nawet dla przesłony $N=2$ – dostarcza optymistycznych danych. Dla odległości ogniskowej 25 m (odległość bliska odległości ogniskowej hiperfokalnej wynoszącej 22,9 m) uzyskujemy głębię ostrości w zakresie od 12 m (ok. połowa ogniskowej hiperfokalnej) do nieskończoności. Jest to zakres znacznie przekraczający nasz oczekiwany obszar obserwacji zawierający się w granicach od 35 do 130 m od kamery. Sytuację tę możemy natychmiast ocenić na rzucie pionowym na rys. 1, gdzie linią oliwkową oznaczono obszar obserwacji (na rzucie poziomym i pionowym), a linią granatową obszar głębi ostrości (tylko na rzucie pionowym).

Przeanalizujmy sytuację dla obrazu kategorii I. Do obserwacji trybun z kategorią I użyjemy toru wizyjnego o rozdzielczości 1600 x 1200 pikseli. Kamera o przetworniku 1/2" i obiektywie o $f=550$ mm pozwoli uzyskać rozmiar obiektu testowego rzędu 528 pikseli. Formalny warunek obrazu kategorii I został spełniony – zgodnie z wynikami z rys. 3.

Co dzieje się z głębią ostrości? Dla kamery o parametrach jak powyżej odległość ogniskowej hiperfokalnej wynosi 13 500 m. Interesujący nas obszar obserwacji jest umieszczony znacznie bliżej – do 130 m. Konsekwencją takiej pracy obiektywu jest mały obszar głębi ostrości. Dla naszego przykładu dla przesłony $N=2,8$ i ostrości ustawionej na $s=120$ m głębia ostrości zawiera się w przedziale 119 do 121 m. Czyli wynosi zaledwie 2 m. Na rzucie pionowym na rys. 3 jest on trudny do zauważenia. Jeżeli zwiększymy przesłonę do wartości $N=22$ uzyskamy poprawę sytuacji.

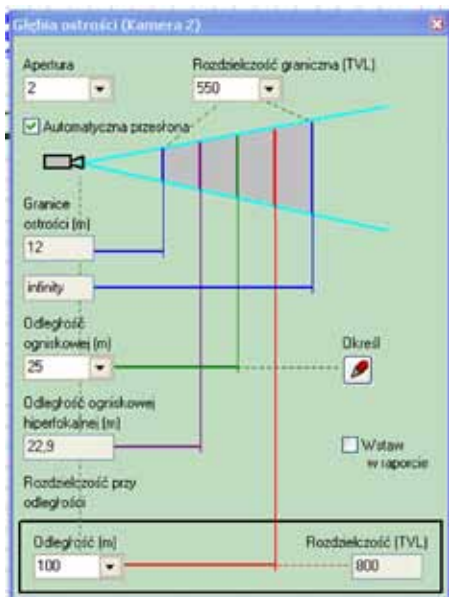
Dla przesłony $N=22$ i ostrości ustawionej na $s=120$ m głębia ostrości zawiera się w przedziale 112 do 129 m. Głębokość strefy ostrości wynosi 17 m. Dla naszego obiektu odpowiada

to rozmiarowi trybun. Powinniśmy zatem być usatysfakcjonowani takim wynikiem. Jedynym problemem jest zapewnienie poprawnej pracy kamery przy tak dużej przesłonie.

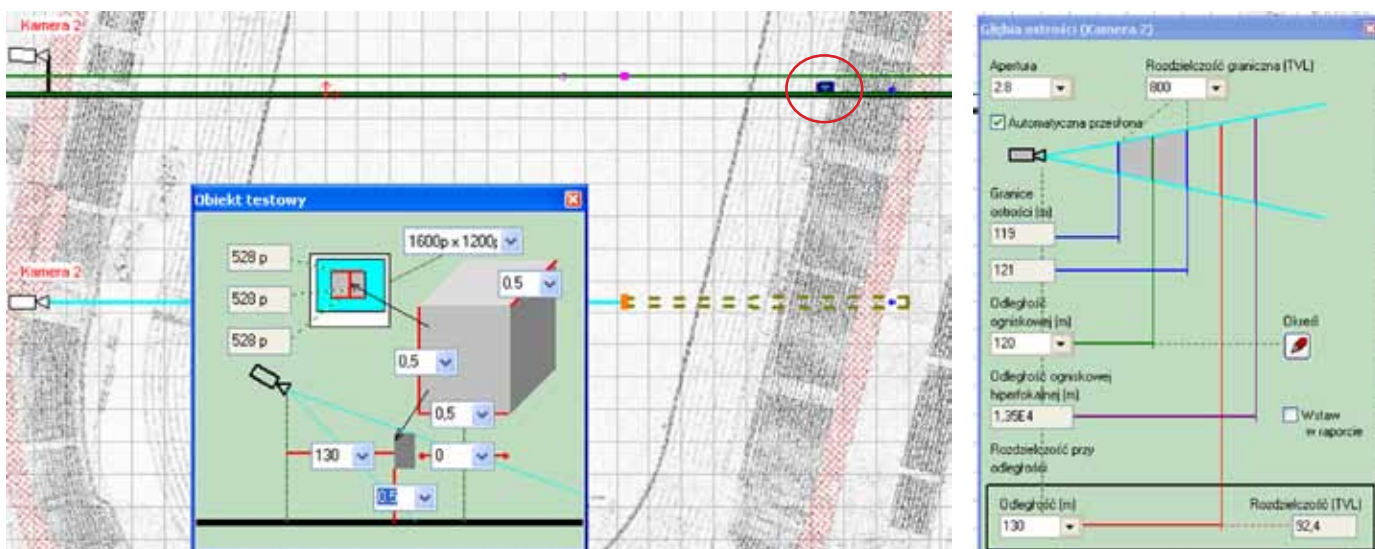
Między przesłonami 2,8 a 22 mamy 6 stopni przesłony. Oznacza to, że dla przesłony 22 do przetwornika dociera $2^6 = 64$ razy mniej światła niż dla przesłony 2,8. O ile dla oświetlenia dziennego możemy uzyskać bez problemu odpowiednie natężenie na przetworniku kamery, o tyle dla oświetlenia światłem sztucznym mogą pojawić się problemy. Natężenie oświetlenia w słoneczny dzień może osiągać wartość 100 000 lx. Natężenie oświetlenia wymagane dla ciągów komunikacyjnych (a tak możemy traktować trybuny) nie przekracza 100 lx. Dla skrajnego przypadku oznacza to 1000-krotne zmniejszenie natężenie oświetlenia między porą dzienną i nocną. Wielkość taka odpowiada 10 stopniom przesłony. Obiektyw o ogniskowej 30-750 mm ma zakres przesłony 4,6-720 (14 stopni). Dla przesłony 4,6 (w pełni otwarty obiektyw) mamy głębię ostrości rzędu zaledwie 4 m. Na rys. 7 widzimy okno dialogowe kalkulatora głębi ostrości oraz rzut



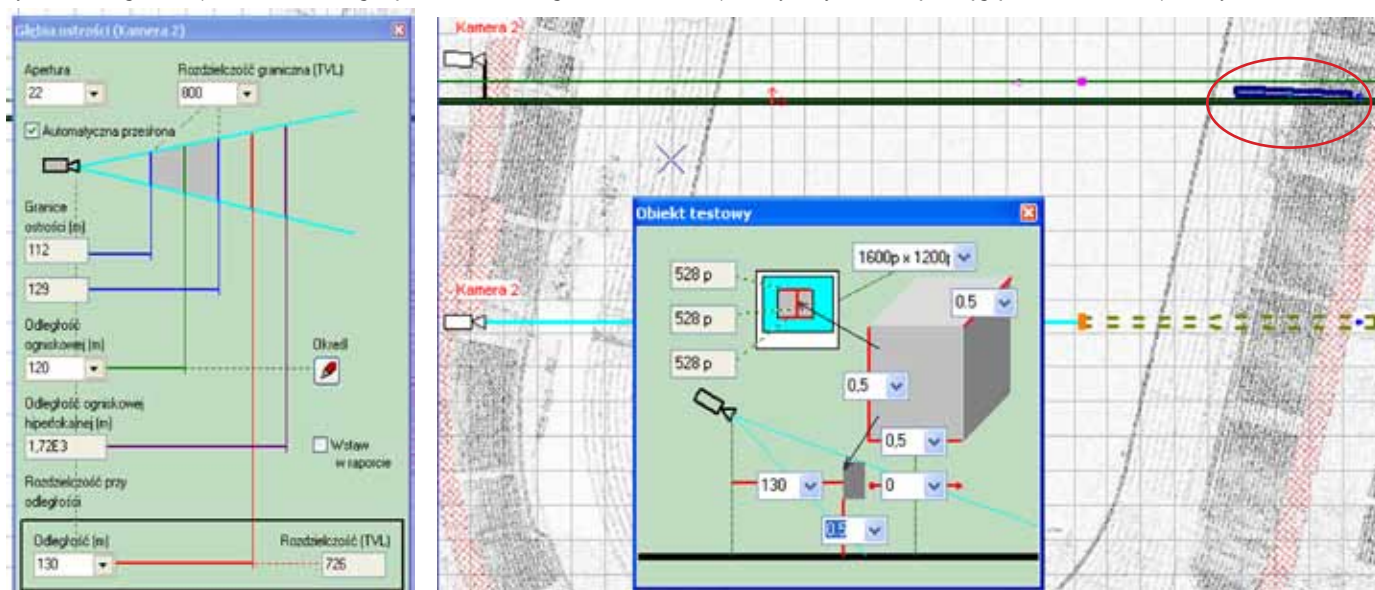
Rys. 1. Ocena zgodności pola widzenia z kategorią IV dla obserwowanego obszaru (w rzucie poziomym) z jednoczesną oceną głębi ostrości (w rzucie pionowym)



Rys. 2. Analityczna ocena głębi ostrości

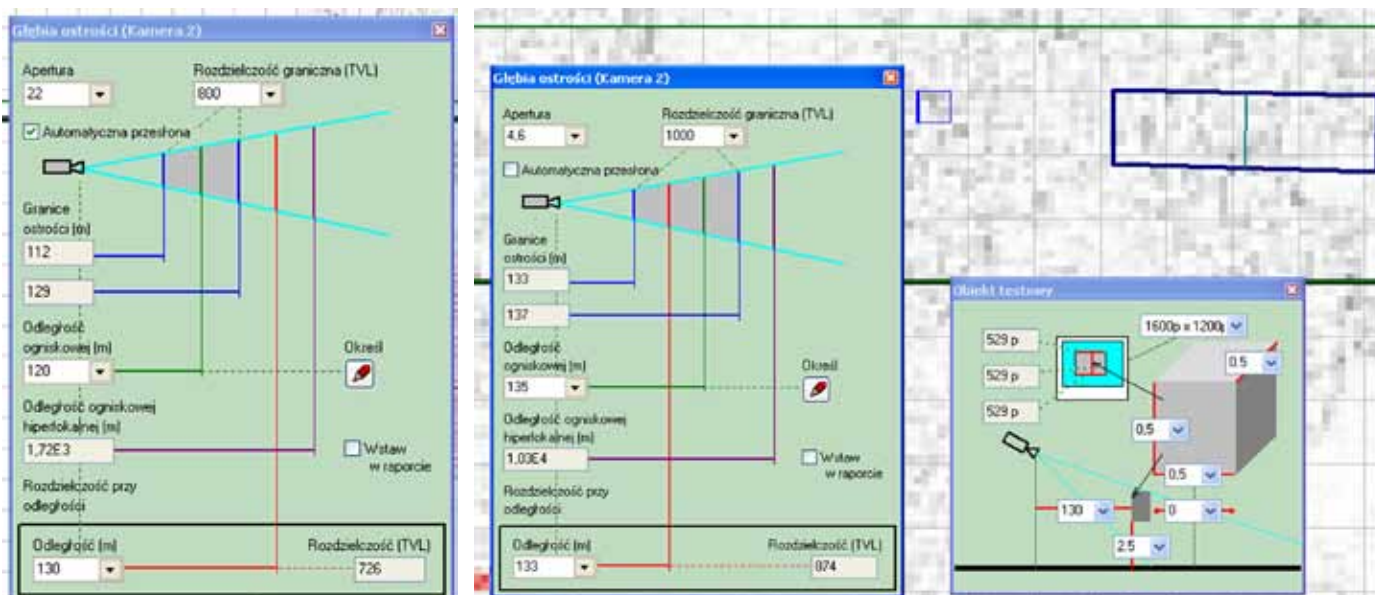


Rys. 3. Ocena zgodności pola widzenia z kategorią I dla obserwowanego obszaru (w rzucie poziomym) z jednoczesną oceną głębi ostrości (w rzucie pionowym)



Rys. 4. Analityczna ocena głębi ostrości dla obrazu kategorii I

Rys. 5. Ocena zgodności pola widzenia z kategorią I dla obserwowanego obszaru (w rzucie poziomym) z jednoczesną oceną głębi ostrości (w rzucie pionowym) dla N=22



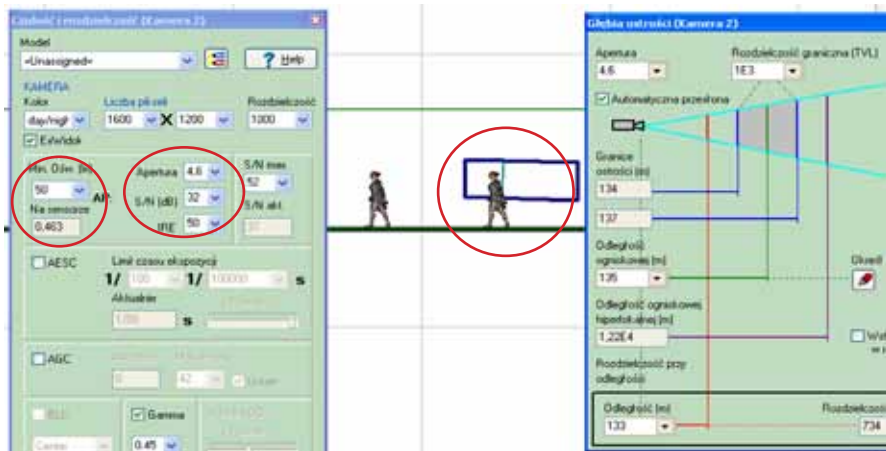
Rys. 6. Analityczna ocena głębi ostrości dla obrazu kategorii I przy N=22

Rys. 7. Analityczna ocena głębi ostrości dla obrazu kategorii I przy N=4,6 dla obiektywu MZ f=30-75 mm

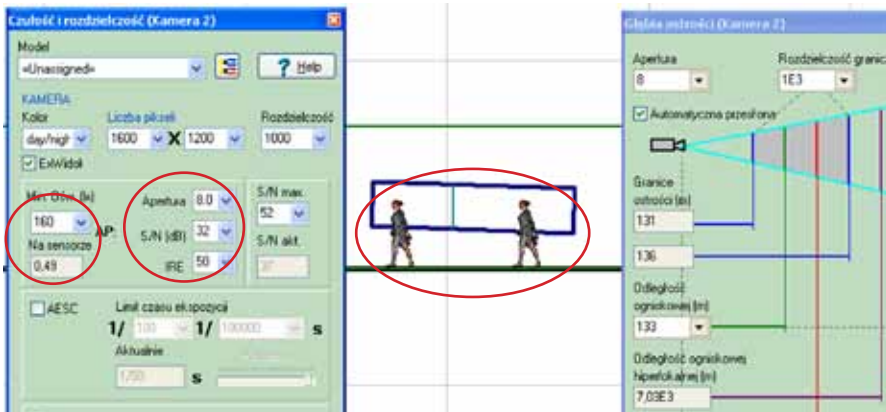


tel. 71 78 73 900

ZAOPATRZENIE FIRM INSTALATORSKICH



Rys. 8. Analiza natężenia oświetlenia na przetworniku kamery w zależności od warunków oświetlenia planu i przesłony



Rys. 9. Analiza natężenia oświetlenia na przetworniku kamery po zwiększeniu głębi ostrości do wartości obejmującej obserwowany obszar (DOF=5 m, N=8)

pienowy obszaru głębi ostrości (granatowa ranka) z zaznaczoną nastawioną ostrością na 135 m. Widoczny jest również obiekt testowy umieszczony w odległości 130 m od kamery.

Pytaniem podstawowym jest czy dla natężenia 100 lx na powierzchni odległej o 130 m uzyskamy dla przesłony 4,6 odpowiednie natężenie na przetworniku. Pomaga w tym następną funkcjonalność VideoCAD-a.

Załóżmy, że zastosowaliśmy kamerę wymagającą na przetworniku natężenia 0,5 lx. Jeżeli satysfakcjonującą nas głębią ostrości jest wielkość 3 m, to zgodnie z rys. 8 wymagane minimalne oświetlenie sceny dla przesłony $N=4,6$, pozwalającej na uzyskanie takiej głębi, wynosi 50 lx. Na sensorze uzyskamy natężenie oświetlenia rzędu 0,463lx.

Jeżeli będzie nam zależało na objęciu strefą głębi ostrości obu osób widocznych na rzucie przedstawionym na rys. 8, musimy głębię ostrości zwiększyć do 5 m (zaledwie). Oznacza to jednak zwiększenie przesłony do $N=8$, co z kolei pociąga za sobą zwiększenie minimalnego oświetlenia planu do 160 lx (co pozwoli uzyskać na przetworniku 0,49 lx). Sytuację tę przedstawiono na rys 9.

Aby uzyskać oświetlenie wymagane przez system CCTV do obserwacji trybun z obrazem kategorii I za pomocą kamer megapikselowych

z obiektywami o długich ogniskowych musimy zapewnić warunki oświetlenia znacznie przekraczające wartości wynikające z norm. Szczególnie w przypadku wymagania dużej głębi ostrości.

Przedstawiona procedura może być pomocna przy koordynacji projektów systemu zabezpieczenia obiektu oraz systemu oświetlenia obiektu. Projekt oświetlenia obiektu powstaje zazwyczaj jako jeden z pierwszych. Ze względu na oszczędność energii źródła oświetlenia są obliczane dla wymagań minimalnych określonych normami, z zapasem na cykl konserwacyjny i starzenie źródeł światła. Najczęściej faza projektu systemu CCTV jest ostatnią, a projektant takiego systemu musi dopasować rozwiązania techniczne do rozwiązań innych branż – począwszy od problemu braku przestrzeni na centrum monitoringu po niedostateczne lub nierównomierne oświetlenie obszarów podlegających obowiązkowej obserwacji. Wyniki dostarczane przez VideoCAD na etapie tworzenia programu funkcjonalno-użytkowego pozwalają zminimalizować lub wyeliminować takie problemy.

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



MIKROFONY



WZMACNIACZE



GŁOŚNIKI



KABLE