

## VideoCAD wersja 5.0 (cz. 6)

# Monitoring miejski – mity i rzeczywistość

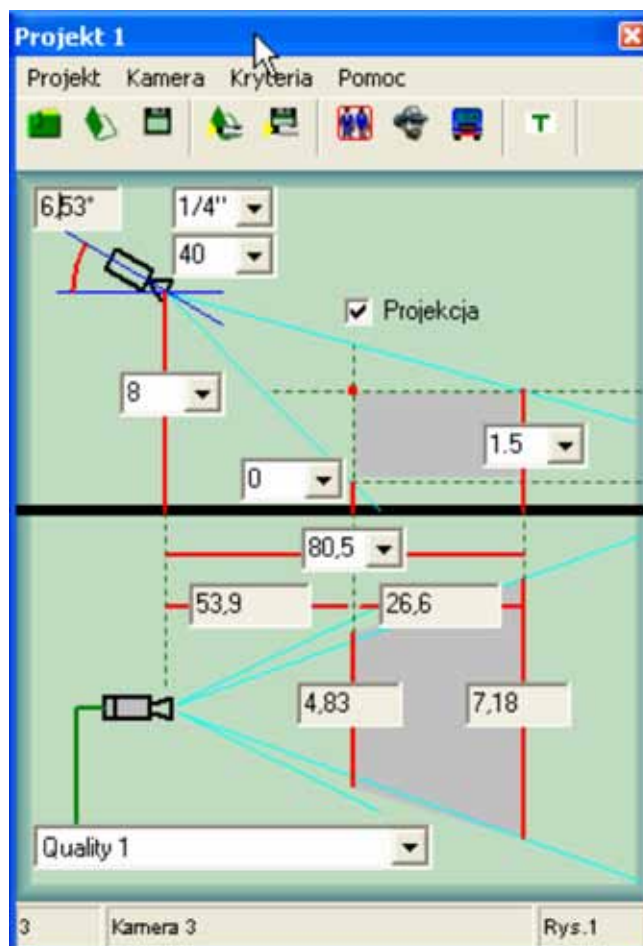
Waldemar Fiałka

**M**onitoring miejski to bardziej lub mniej manifestowane marzenie każdego prezydenta i burmistrza. Ta inwestycja jak żadna inna wykazuje bowiem troskę włodarzy o szeroko rozumiane bezpieczeństwo mieszkańców. O zakupie radiowozów czy finansowaniu dodatkowych etatów dla policji mieszkańcy szybko zapominają lub nawet nie mają świadomości realizacji takich działań. Kamery monitoringu zaś są widoczne na co dzień i przypominają zarówno o inwestorze, jak i o „wielkim bracie”, obserwującym nas okiem kamery.

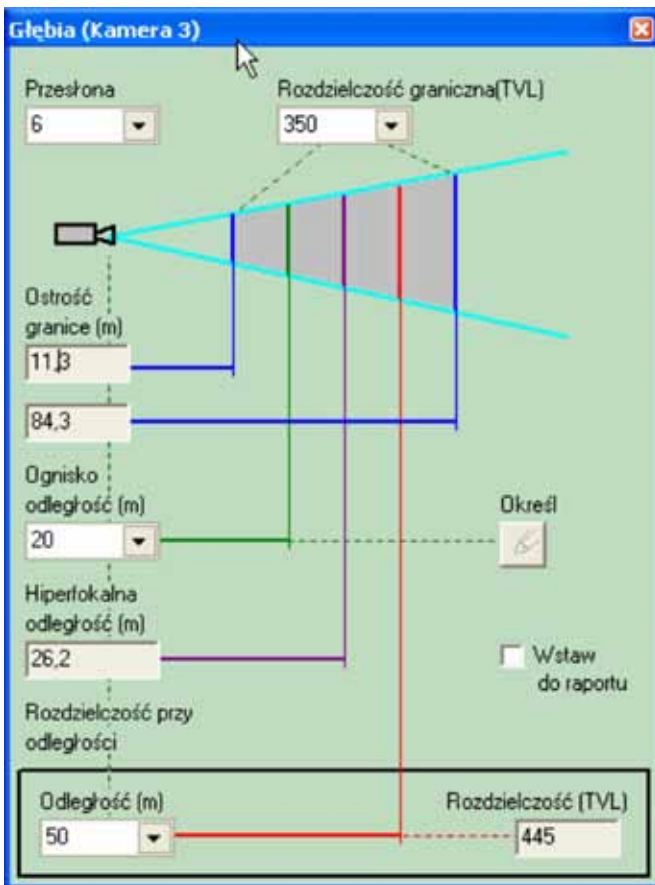
Często istotnym argumentem przy decyzji o budowie monitoringu jest prestiż miasta, na którego rogatkach pojawia się tablica „Miasto monitorowane”, nawet gdyby monitoring miejski składał się z trzech kamer wokół ratusza. Z mniejszym entuzjazmem podchodzą do monitoringu potencjalni użytkownicy – policja lub straż miejska. Obsługa monitoringu wiąże się zazwyczaj z dodatkowymi obowiązkami, wymaga nowych kwalifikacji i umiejętności umożliwiających biegle posługiwanie się nowym narzędziem. Niezmiernie rzadko przekazaniu monitoringu do eksploatacji towarzyszą profesjonalne szkolenia lub warsztaty z jego obsługi. Silnie stresujące jest również to, że inwestor oczekuje od służb porządkowych natychmiastowego wzrostu efektywności w zwalczaniu przestępczości – najlepiej, gdyby liczby uzasadniły celowość inwestycji. Również reakcje mieszkańców obszaru objętego monitoringiem bywają skrajnie odmienne – od pełnej akceptacji, aż po historyczny sprzeciw, spowodowany jakoby naruszeniem prawa do prywatności. Celowo użyłem sformułowania „jakoby”, ponieważ mówienie o prywatności w miejscach publicznych jest co najmniej nieporozumieniem. Skrajne oceny monitoringu miejskiego wynikają przede wszystkim z różnej oceny jego efektywności. Jest ona wypadkową umiejętności w posługiwaniu się nim oraz możliwości technicznych zastosowanych urządzeń. Zajmiemy się oceną efektywności monitoringu w zależności od zastosowanych rozwiązań technicznych z wykorzystaniem programu VideoCAD.

### Odrobina rachunku prawdopodobieństwa

Przeanalizujemy efektywność kamery obrotowej zamocowanej na wysokości 8 m. Analizie poddamy kamerę o przetworniku 1/4" z obiektywem ustawionym na ogniskową 40 mm. Obszar obserwacji dla takiej kamery przy założonej wysokości obserwowanego obiektu od 0 do 150 cm obliczony przez program VideoCAD wygląda jak na rys. 1.



Rys. 1. Projekcja obszaru obserwacji analizowanej kamery



Rys. 2. Głębia ostrości dla analizowanej kamery

Analiza głębi ostrości dla kamery wygenerowana za pomocą programu VideoCAD wygląda jak na rys. 2. Zakładając graniczną rozdzielczość 350 TVL oraz warunki oświetleniowe powodujące domknięcie przysłony na wartość 6, dla ogniskowej ustawionej na 20 m otrzymujemy głębię ostrości w obszarze od 11,9 do 84,3 m. Oznacza to, że obiekty znajdujące się w przestrzeni ograniczonej tymi granicami obserwowane będą z rozdzielczością nie gorszą niż 350 TVL.



Rys. 3. Graficzna interpretacja sprawności kamery obrotowej

Co wynika z otrzymanych danych? Zielony torus przedstawiony na rys. 3 prezentuje przestrzeń obserwacji z założoną rozdzielczością graniczną 350 TVL. Przedstawia on potencjalne możliwości kamery obrotowej dla ustawionych poprzednio parametrów optycznych oraz różnych kątów elewacji i azymutu. Brązowy ostrosłup przedstawia przestrzeń aktualnej projekcji na ekranie. Jeżeli efektywność kamery zdefiniujemy jako stosunek aktualnej projekcji (objętość ostrosłupa) do przestrzeni potencjalnych możliwości (objętość torusa) dochodzimy do paradoksalnego wniosku, że kamera obrotowa

jest kamerą nieefektywną. Wykorzystuje ona zaledwie ułamek swoich potencjalnych możliwości, i to niezależnie od trybu pracy. Do zagadnienia możemy również podejść w kategoriach prawdopodobieństwa wykrycia zdarzenia. Interesujące nas zdarzenie może wystąpić w całej przestrzeni obserwacji kamery (zielony torus). Wykryć możemy je jedynie w przestrzeni aktualnej obserwacji kamery (brązowy ostrosłup).

Czy zatem powszechna praktyka budowania miejskiego monitoringu wizyjnego opartego wyłącznie na kamerach obrotowych jest błędem? Niestety tak. Sytuację możemy poprawić, uzupełniając punkty kamerowe zbudowane na kamerach obrotowych o kamery stacjonarne. Kamery te mogą pracować w trybie obserwacji sektorowej lub obiektowej. Dla wcześniej przyjętej definicji kamery stacjonarna ma efektywność na poziomie 100%, ponieważ jej przestrzeń projekcji pokrywa się z przestrzenią potencjalnych możliwości.

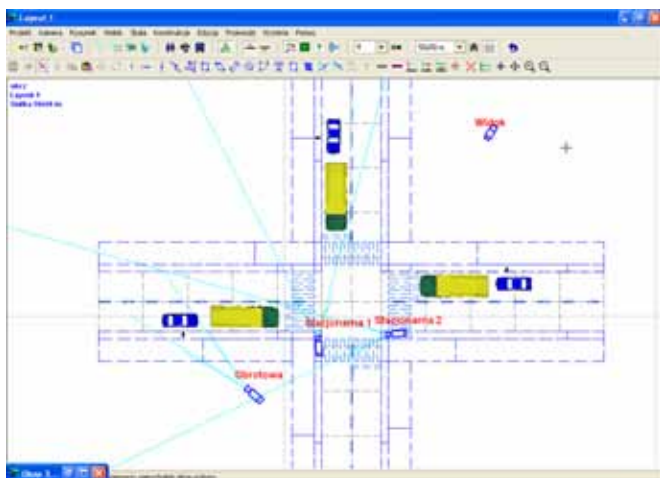
Zastosowanie kamer stacjonarnych pozwala na wykorzystanie aplikacji automatycznej analizy obrazu zaimplementowanych w większości rejestratorów. Proste wykorzystanie detekcji ruchu w obszarze obserwacji kamer stacjonarnych wraz z wcześniej zdefiniowanymi presetami kamer obrotowych daje nowe możliwości, nieosiągalne w monitoringu opartym wyłącznie na kamerach obrotowych lub wyłącznie na kamerach stacjonarnych. Przeanalizujmy taką konfigurację na przykładzie prostego skrzyżowania drogowego.

## Problem 1

Załóżmy, że na skrzyżowaniu odnotowano liczne przypadki kradzieży z samochodów zatrzymujących się na światłach. Napady przeprowadzono na wszystkich kierunkach ruchu. Napastnik (lub grupa napastników) przemieszcza się po skrzyżowaniu, nie zwracając na siebie uwagi. W sprzyjających okolicznościach napastnik przeskakuje przez pas zieleni pomiędzy chodnikiem a jezdnią i okrada samochód oczekujący na światłach. Na skrzyżowaniu zainstalowano jedną kamerę obrotową. Czy poradzi ona sobie z tym problemem?



Rys. 4. Widok analizowanego skrzyżowania



Rys. 5. Rysunek analizowanego skrzyżowania w programie VideoCAD

Dla uproszczenia przyjmujemy, że na każdym pasie występuje identyczna sytuacja. Przed przejściem dla pieszych zatrzymuje się ciężarówka, za nią luksusowy samochód, będący celem napastnika. Napastnik znajduje się na pasie zieleni pomiędzy jezdnią a chodnikiem.



Rys. 6. Widok z kamery obrotowej dla zestawu pojazdów naprzeciw kamery obrotowej

Dla sytuacji jak na rys. 6 obraz z kamery obrotowej nie wykazuje żadnej sytuacji niebezpiecznej. Samochód osobowy jest częściowo zasłonięty przez ciężarówkę. Napastnik jest częściowo widoczny spoza ciężarówki, lecz równie dobrze może to być przechodzień. Ocena sytuacji nie jest zatem jednoznaczna, o ile w ogóle będziemy mogli ją zaobserwować lub zarejestrować. Kamera obrotowa może być przecież w momencie napadu skierowana w zupełnie innym kierunku. Poza tym kamera taka będzie również obserwowana przez napastnika.

Sytuacja znacznie się poprawia, jeżeli kamerę obrotową uzupełnimy kamerami stacjonarnymi. W naszym przypadku będą to kamery „Stacjonarna 1” i „Stacjonarna 2”. Kamery te mają uaktywnioną strefę wykrywania ruchu w obszarze pasa zieleni pomiędzy jezdnią a chodnikiem. Pojawienie się ruchu w tej strefie powoduje ustawienie kamery obroto-

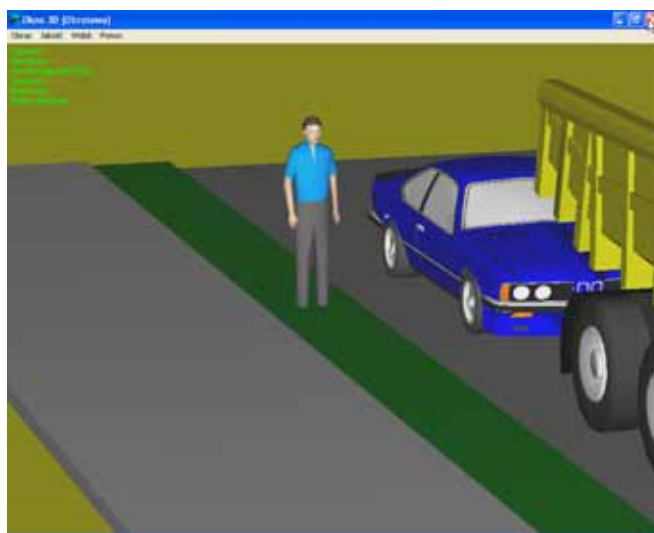
wej na wcześniej zdefiniowanym presecie. Obraz z zestawu kamer obserwowany na quadzie wygląda jak na rys. 7.



Rys. 7. Widok dla zestawu kamer – preset na kamerze obrotowej uaktywniony detekcją ruchu w kamerze „Stacjonarna 2”

Jak widać z analizowanego przypadku, dla pełnego rozwiązania zaledwie jednego problemu na prostym skrzyżowaniu konieczne jest zastosowanie układu dwóch kamer obrotowych i czterech stacjonarnych. Dla rozbudowanych układów skrzyżowań liczba ta będzie jeszcze większa. Oczywiście wielokamerowy system obserwacji skrzyżowania dodatkowo pomaga w rozwiązywaniu innych problemów – analiza kolizji, rejestracja ruchu pieszego przez przejścia itp. Najważniejszą zaletą takiego rozwiązania jest automatyzacja procesów decyzyjnych i zdolność do powiadomiania obserwatora o sytuacji niebezpiecznej.

Przedstawiona koncepcja nie jest czymś abstrakcyjnym. Przykładem może być konstrukcja pod nazwą „Bug eye”, składająca się z kilku kamer stacjonarnych i jednej głowicy obrotowej we wspólnej obudowie. Podobne właściwości ma megapikselowa kamera IP AV8360 wyprodukowana przez firmę Arecont, umożliwiająca panoramiczną obserwację za pomocą czterech zintegrowanych kamer we wspólnej głowicy „dome”.



Rys. 8. Widok zdefiniowanego wcześniej presetu na kamerze „Obrotowa” po uaktywnieniu przez detekcję ruchu w kamerze „Stacjonarna 1”



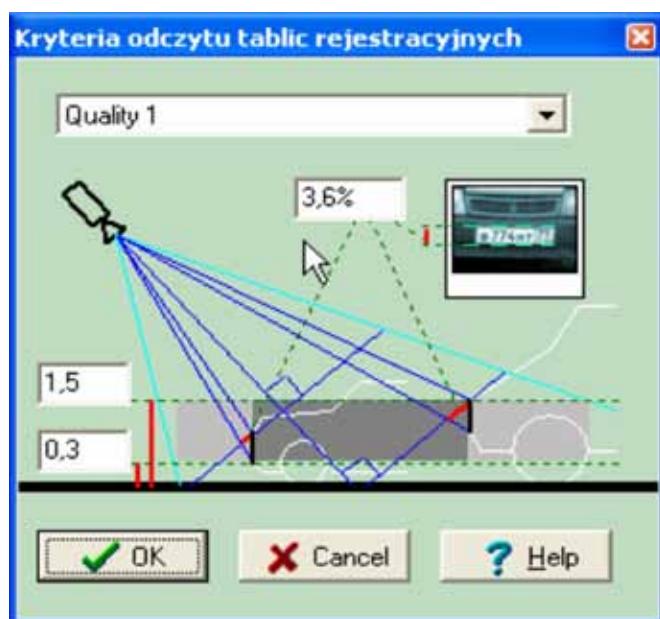
## Problem 2

Jednym z oczekiwań użytkownika monitoringu miejskiego – policji lub straży miejskiej – jest identyfikacja pojazdów. Dokonuje się jej przede wszystkim poprzez jednoznaczny odczyt tablicy rejestracyjnej. Przykładowe widoki tablicy rejestracyjnej w zależności od liczby linii analizowanego obrazu przedstawiono na rys. 9.



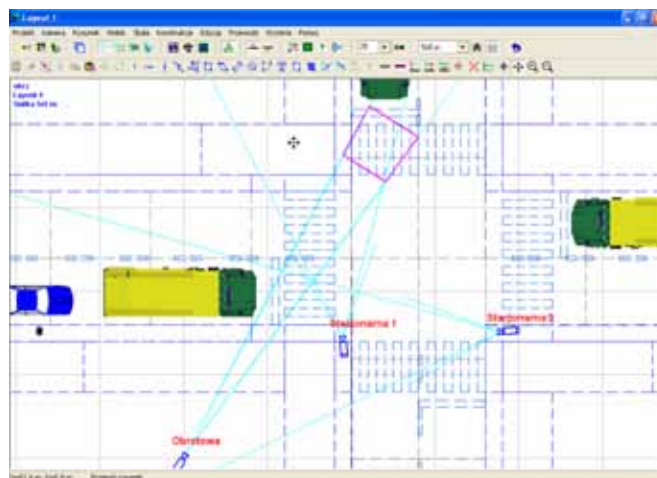
Rys. 9. Widok tablicy rejestracyjnej w zależności od liczby linii telewizyjnych

Dla prostopadłego ułożenia tablicy rejestracyjnej w stosunku do osi optycznej kamery (co praktycznie nie występuje w rzeczywistości) prawidłowe i jednoznaczne rozpoznanie tablicy mieści się pomiędzy 12 a 24 TVL. Uwzględniając odchylenia od prostopadłego ułożenia tablicy i osi optycznej kamery, należy przyjąć, że wystarczające do identyfikacji pojazdu jest 20 TVL. Oznacza to dla systemu PAL z efektywną liczbą linii rzędu 580 określenie kryterium identyfikacji tablicy rejestracyjnej pojazdu w programie VideoCAD jako 3,6% wielkości ekranu.



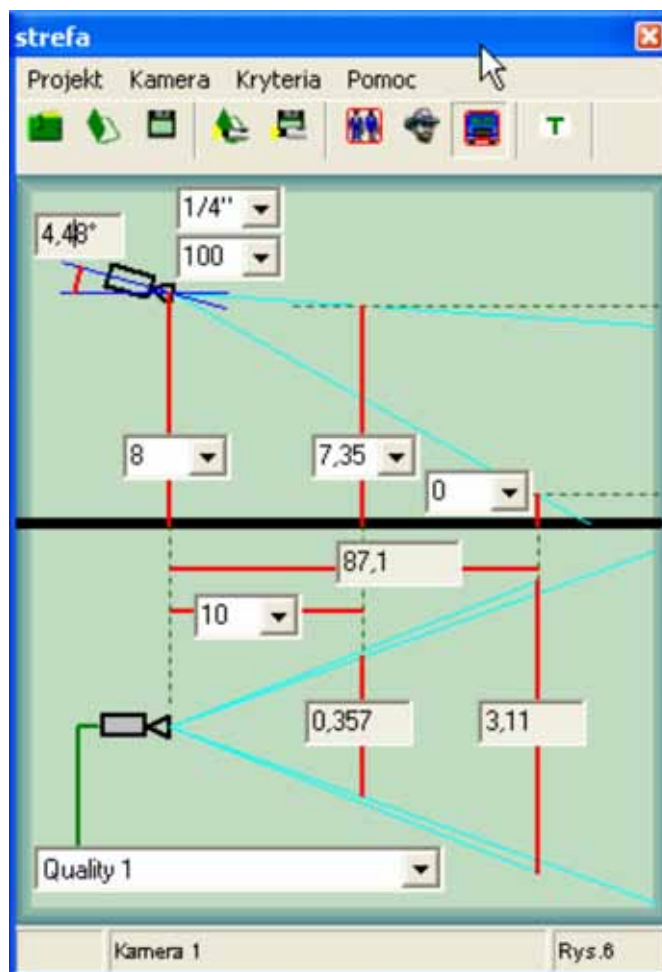
Rys. 10. Widok okna ustalania kryterium rozpoznawania tablic rejestracyjnych

Dla tak przyjętego kryterium dla skrzyżowania przedstawionego i analizowanego poprzednio strefa identyfikacji tablic rejestracyjnych z zastosowaniem kamery obrotowej wygląda jak na rys. 11.

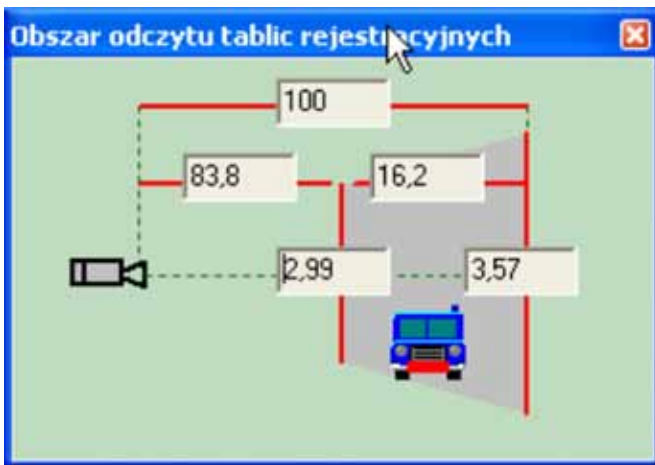


Rys. 11. Strefa rozpoznawania tablic rejestracyjnych dla kamery obrotowej –  $f = 25$  mm

Jeżeli ogniskowa kamery obrotowej zostanie zwiększona do 100 mm granica rozpoznawania tablic rejestracyjnych przesunie się do 100 m. Przedstawiono to na rys. 12.



Rys. 12 a.



Rys. 12 b. Strefa rozpoznawania tablic rejestracyjnych dla kamery obrotowej –  $f = 100$  mm

Z analizy tej wynika, że aby zapewnić ciągłość realizacji kryterium rozpoznania tablic rejestracyjnych dla kamer o przetworniku  $\frac{1}{4}$ " i maksymalnej ogniskowej 100 mm należy rozmieścić je w odległości nie większej niż 200 m od siebie. Należy zauważyć, że kryterium rozpoznania tablic rejestracyjnych jest najmniej wymagające. Kryterium rozpoznania osób wynosi dla takiej samej kamery 67 m, co przy zapewnieniu szczelności rozpoznawania osób na całym obszarze wymaga rozmieszczenia kamer co 134 m. Dla celów identyfikacji osób maksymalny zasięg wyniesie zaledwie 32 m, co wymusza rozmieszczenie kamer co 64 m. Aby zapewnić pełną szczelność obszaru dla spełnienia kryterium identyfikacji, musimy użyć ok. 10-krotnie więcej kamer niż dla spełnienia warunku rozpoznania tablic rejestracyjnych i pojazdów.

Dla tak określonych zależności liczba kamer przypadająca na 1 km kwadratowy obszaru miejskiego o gęstej sieci dróg i gęstej zabudowie powinna zatem zawierać się w granicach od 25 (dla zapewnienia szczelności rozpoznawania tablic rejestracyjnych) do 250 (dla zapewnienia szczelności identyfikacji osób). Druga liczba wydaje się nieco absurdalna, jednak biorąc pod uwagę zarówno kamery monitoringu miejskiego, jak i kamery monitoringu obiektowych, nie jest to całkowita abstrakcja. Dla przykładu na przeciętnej wielkości stacji benzynowej o powierzchni rzędu zaledwie  $\frac{1}{400}$  km kwadratowego (obszar o rozmiarach  $50 \times 50$  m) może znajdować się kilka kamer (załóżmy dla prostoty obliczeń 5). Monitoring miejski dorównujący skutecznością tak wykonanemu monitoringowi stacji benzynowej musiałby

posiadać gęstość rzędu 2000 kamer na 1 km kw. Należy zadać sobie pytanie, czy monitoring miejski o takiej skuteczności jest rzeczywiście potrzebny?

Oczywiście podane wcześniej wielkości nie są obligatoryjne, a dokładna liczba kamer wynika z lokalnych uwarunkowań, przyjętych kryteriów funkcjonalnych oraz założonego stopnia szczelności systemu.

## Dobry, czyli skuteczny

We wstępie postawiłem tezę, że niska społeczna ocena skuteczności monitoringu wynika z małej efektywności realizowanych monitoringów. Efektywność z kolei jest pochodną możliwości technicznych zastosowanych urządzeń oraz umiejętności w posługiwaniu się nimi. Przedstawione analizy problemów w kontekście użytej techniki i wynikające z nich wnioski potwierdzają tę tezę. Niska efektywność realizowanych monitoringów wynika przede wszystkim z niewielkiej liczby kamer pracujących w systemie. Najczęściej inwestycja taka obejmuje obszar kilku kilometrów kwadratowych, a realizowana jest za pomocą kilku lub kilkunastu kamer – najczęściej wyłącznie obrotowych. W świetle przytoczonych analiz funkcjonalnych jest oczywiste, że monitoring taki nie może być efektywny. Jeżeli za jego pomocą osiągnie się jakiś spektakularny sukces, jest to raczej dzieło przypadku niż planowanego działania. Zaprojektowany metodą intuicyjną monitoring, bez weryfikacji, może okazać się nieefektywnym na etapie eksploatacji. Niska efektywność monitoringu zniechęca do dalszego inwestowania. W zasadzie sytuacja patowa.

W czym pomoże VideoCAD? Pokaże słabe i mocne strony przyjętych rozwiązań. Zapobiegnie rozczarowaniu skutecznością monitoringu na etapie eksploatacji przez wyeliminowanie na etapie projektu nie trafnych lokalizacji, zaoszczędzi czas i środki przeznaczone na ewentualną rozbudowę lub przebudowę. W przypadku monitoringu miejskiego jest to często poważny problem – ewentualna zmiana położenia kamery może wiązać się ze zmianą projektu budowlanego i uzyskaniem nowego pozwolenia na budowę. Poza długotrwałą procedurą mamy jeszcze do czynienia z dodatkowymi kosztami – niezależnie od tego, kto je ponosi. Rada dla inwestorów i projektantów brzmi: „na początek dużo kamer, a następnie jeszcze trochę”. I niekoniecznie obrotowych.

Bezpośredni kontakt do autora: [wfialka@hot.pl](mailto:wfialka@hot.pl)

R E K L A M A