

# Przewodnik po sieciowych systemach telewizji dozorowej IP

Tłumaczenie „Technical guide to network video” AXIS COMMUNICATIONS



## 3. Generowanie obrazu

Elementy składające się na wysoką jakość obrazu w sieciowych systemach wizyjnych

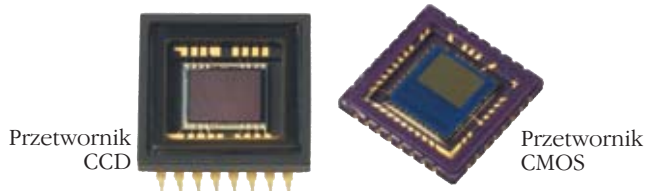
**J**akość obrazu jest jednym z ważniejszych parametrów każdej kamery, jeżeli nie najważniejszym. Jest to prawda szczególnie w przypadku dozoru i zdalnego monitoringu w miejscach, gdzie zagrożone może być czyjeś życie i mienie. Jak można zapewnić dobrą jakość obrazu? Jest to często zadawane pytanie w przypadku wyboru nowego systemu, wiążącego się z modyfikacją sieci i instalacją nowych kamer sieciowych. W przeciwieństwie do tradycyjnych kamer analogowych, kamery sieciowe mają moc obliczeniową wykorzystywaną nie tylko do rejestracji i wyświetlania obrazu, ale też do zarządzania obrazem i cyfrowego kompresowania go w celu przesyłania przez sieć. Jakość obrazu może być bardzo różna i zależy od wielu czynników, takich jak wybór układu optycznego i przetwornika obrazu, dostępna moc obliczeniowa oraz poziom złożoności algorytmów procesora.

W niniejszym rozdziale omówiono najważniejsze kwestie związane z doбором kamer sieciowych do konkretnych zastosowań dozorowych.

### 3.1. Przetworniki CCD i CMOS

Przetwornik obrazu kamery odpowiada za przekształcanie światła w sygnały elektryczne. Na etapie konstruowania kamery można wykorzystać jedną z dwóch technologii przetworników obrazu:

- CCD (*Charged Coupled Device* – urządzenie ze sprzężeniem ładunkowym),
- CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor* – półprzewodnik komplementarny z tlenków metali).



Przetworniki CCD są produkowane przy wykorzystaniu technologii opracowanej specjalnie dla branży kamer i aparatów cyfrowych, natomiast przetworniki CMOS – przy użyciu standardowej technologii już wcześniej powszechnie stosowanej w układach pamięci, np. w komputerach.

#### Technologia CCD

Przetworniki CCD są stosowane w kamerach od ponad dwudziestu lat; charakteryzują się wieloma zaletami, m.in. większą czułością na światło niż przetworniki CMOS. Ta wyższa czułość przekłada się na lepszą jakość obrazu w warunkach słabego oświetlenia. Przetworniki CCD są jednak droższe (ze względu na niestandardowy proces produkcji) i trudniejsze do wbudowania w kamerę. Poza tym w przypadku bardzo jasnego obiektu (np. lampy lub bezpośredniego nasłonecznienia) przetwornik CCD może powodować „rozlewanie” kolorów, tworząc pionowe pasy nad i pod obiektem. To zjawisko nazywane jest rozmazaniem.

#### Technologia CMOS

Postęp technologiczny w przetwornikach CMOS sprawił, że zbliżyły się do przetworników CCD pod względem jakości obrazu, nadal jednak nie nadają się do kamer, od których wymagana jest jak najwyższa jakość obrazu. Przetworniki CMOS zapewniają niższe koszty całkowite kamer, ponieważ zawierają wszystkie układy logiczne potrzebne w kamerze. Umożliwiają produkowanie kamer o mniejszych rozmiarach. Dostępne są

też duże przetworniki, zapewniające rozdzielczość liczoną w megapikselach, nadające się do różnych kamer sieciowych. Jednak największą wadą dzisiejszych przetworników CMOS jest ich mniejsza czułość na światło. Przy jasnym oświetleniu nie jest to problemem, ale w warunkach słabego oświetlenia ta wada jest istotna. W efekcie powstaje bardzo ciemny lub bardzo zaszumiony obraz.

## 3.2. Skanowanie progresywne a obraz z przeplotem

Obecnie dysponujemy dwiema technikami generowania obrazu: skanowaniem z przeplotem i skanowaniem progresywnym. Rodzaj wybranej techniki zależy od zastosowania i przeznaczenia systemu wizyjnego, a szczególnie od tego, czy system ma rejestrować poruszające się obiekty i umożliwiać wyświetlanie szczegółów ruchomego obrazu.

### 3.2.1. Skanowanie z przeplotem

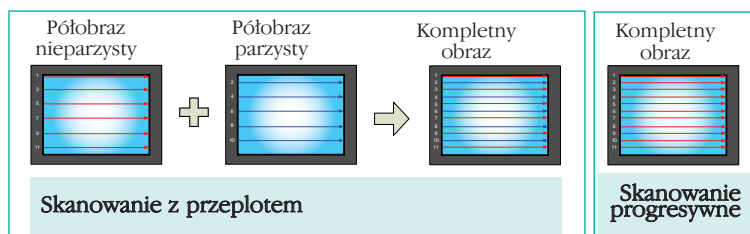
Skanowanie obrazu z przeplotem wykorzystuje technikę opracowaną dla odbiorników telewizyjnych opartych na lampie kineskopowej (*Cathode Ray Tube – CRT*), wyświetlającej 576 (PAL) lub 480 (NTSC) linii obrazu na standardowym ekranie telewizyjnym. Przeplot rozdziela linie na parzyste i nieparzyste, a następnie naprzemiennie odświeża je z częstotliwością 25/30 klatek na sekundę. Lekkie opóźnienie między odświeżaniem linii parzystych i nieparzystych powoduje powstanie zniekształceń lub „wyszczerbienia”. Jest to spowodowane tym, że tylko połowa linii nadąża za ruchomym obrazem, natomiast druga połowa „oczekuje” na odświeżenie.

Efekty przeplotu mogą być skompensowane przez zastosowanie metody usuwania przeplotu. Usuwanie przeplotu jest procesem przekształcania obrazu z przeplotem na obraz bez przeplotu, polegającym na wyeliminowaniu „wyszczerbienia” w celu uzyskania obrazu lepszej jakości. Proces ten jest też nazywany dublowaniem linii. Niektóre sieciowe produkty wizyjne, takie jak serwery wizyjne firmy Axis, mają filtr usuwający przeplot, co poprawia jakość obrazu wysokiej rozdzielczości (4CIF). Ta funkcja eliminuje problemy rozmycia obrazu powodowane przez analogowy sygnał wizyjny z kamery analogowej.

Technika skanowania z przeplotem była przez wiele lat stosowana z powodzeniem w analogowych kamerach, telewizorach i magnetowidach VHS, i nadal jest najbardziej odpowiednia w określonych zastosowaniach. W miarę rozwoju technologii LCD, TFT, DVD i kamer cyfrowych powstała jednak alternatywna metoda przenoszenia obrazu na ekran, znana jako skanowanie progresywne.

### 3.2.2. Skanowanie progresywne

Technika skanowania progresywnego, w przeciwieństwie do skanowania z przeplotem, polega na skanowaniu całego obrazu linia po linii co 1/25 lub



1/30 sekundy. Innymi słowy, obraz nie jest dzielony na osobne pola jak w przypadku skanowania z przeplotem. Monitory komputerowe nie potrzebują przeplotu do wyświetlania obrazu. Linie są wyświetlane dokładnie po kolei, tj. 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. itd. Praktycznie nie występuje więc zjawisko „migotania”. Dlatego też technika ta jest bardzo ważna w telewizji dozorowej, ponieważ umożliwia wyświetlanie szczegółów ruchomego obrazu, np. uciekającej osoby. Aby jednak w pełni wykorzystać jej zalety, wymagany jest monitor wysokiej jakości.

### 3.2.3. Przykład: Rejestracja obiektów ruchomych

Gdy kamera zarejestruje obiekt ruchomy, ostrość zatrzymanego obrazu będzie zależała od użytej technologii skanowania. Porównaj poniższe obrazy JPEG, zarejestrowane przez trzy różne kamery używające skanowania progresywnego, skanowania z przeplotem 4CIF oraz 2CIF.

Zwróć uwagę na następujące kwestie:

- Wszystkie systemy wizyjne zapewniają wyraźny obraz tła.
- „Wyszczerbione” krawędzie ruchomego obiektu przy skanowaniu z przeplotem.
- Rozmycie ruchomego obiektu spowodowane przez zbyt małą rozdzielczość w 2CIF.
- Tylko skanowanie progresywne umożliwia zidentyfikowanie kierowcy.



Porównanie technik: skanowania progresywnego (stosowane w kamerach sieciowych), z przeplotem (w kamerach analogowych) i opartej na 2CIF (w cyfrowych rejestratorach wizyjnych)

Uwaga: W tych przykładach wykorzystano kamery z identycznymi obiektywami. Samochód jechał z prędkością 20 km/h (15 mil/h)

### 3.3. Kompresja

#### Do wyboru jest wiele różnych standardów kompresji

Kompresja obrazu może odbywać się w sposób stratny lub bezstratny. W kompresji bezstratnej nie są zmieniane żadne piksele, dzięki czemu po dekompresji uzyskujemy identyczny obraz. Ceną tej metody jest ograniczenie współczynnika kompresji, np. zmniejszenie rozmiaru danych jest bardzo ograniczone. Dobrze znanym formatem kompresji bezstratnej jest GIF. Ze względu na ograniczenie współczynnika kompresji formaty te są nieprzydatne do sieciowych systemów wizyjnych, w których trzeba zapisywać i przysyłać dużą liczbę obrazów. Dlatego też opracowano wiele metod i standardów kompresji stratnej. Podstawową koncepcją jest redukcja tych elementów obrazu, które są niewidoczne dla oka ludzkiego; dzięki czemu można znacznie zwiększyć współczynnik kompresji. Metody kompresji wiążą się też z dwoma różnymi podejściami do standardów kompresji: kompresja zdjęć i kompresji wideo (ciągłego strumienia obrazów).

#### 3.3.1. Standardy kompresji zdjęć

Wszystkie standardy kompresji zdjęć skupiają się wyłącznie na jednym zdjęciu naraz. Najlepiej znanym i najpowszechniejszym standardem jest JPEG.

##### JPEG

JPEG, dobrze znana metoda kompresji obrazów, została unormowana w połowie lat 80. ub. wieku, w procesie zapoczątkowanym przez Joint Photographic Experts Group. Dekompresja i wyświetlanie obrazów JPEG mogą być dokonywane za pomocą zwykłej przeglądarki internetowej.

Kompresja JPEG może być wykonywana na różnych, określanych przez użytkownika poziomach, precyzujących stopień skompresowania obrazu. Wybrany stopień kompresji ma bezpośredni związek z jakością obrazu. Także sam obraz ma wpływ na wynikowy współczynnik kompresji. Na przykład biała ściana może dać w efekcie względnie mały plik obrazu (z wyższym współczynnikiem kompre-

sji), natomiast ten sam stopień kompresji zastosowany do bardzo zróżnicowanej sceny da w efekcie plik o większym rozmiarze i z mniejszym stopniem kompresji.

Dwa poniższe zdjęcia pokazują relację między współczynnikiem kompresji a jakością obrazu dla danej sceny, z dwoma różnymi stopniami kompresji.

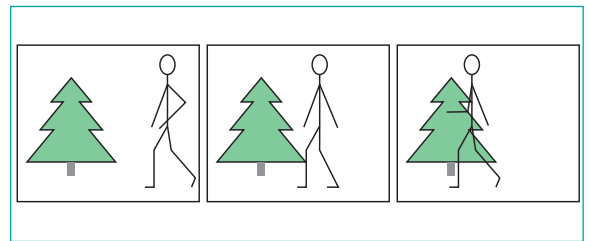
##### JPEG2000

Innym standardem kompresji zdjęć jest JPEG2000. Został opracowany przez tę samą grupę, która stworzyła standard JPEG. Jego głównym przeznaczeniem są zastosowania medyczne i zdjęcia fotograficzne. Przy niższych stopniach kompresji przypomina standard JPEG, ale przy wysokich współczynnikach kompresji jest nieco lepszy od tego standardu. Konieczność opłat za używanie standardu JPEG2000 powoduje, że jego wykorzystanie w przeglądarkach internetowych i aplikacjach wyświetlających i przetwarzających zdjęcia jest ciągle bardzo ograniczona.

#### 3.3.2. Standardy kompresji wideo

##### Wideo jako sekwencja obrazów JPEG

##### – Motion JPEG (M-JPEG)



Przykład sekwencji trzech pełnych obrazów JPEG

Motion JPEG jest standardem najpowszechniej stosowanym w sieciowych systemach dozoru wizyjnego. Kamera sieciowa, taka jak cyfrowa kamera fotograficzna, rejestruje pojedyncze obrazy i kompresuje je do formatu JPEG. Kamera sieciowa może np. rejestrować i kompresować 30 pojedynczych zdjęć na sekundę (30 fps – obrazów na sekundę), a następnie udostępniać je jako ciągły strumień obrazów w sieci lub stacji wyświetlającej. Przy szybkości około 16 fps i więcej obserwator ma wrażenie oglądania filmu. Metoda ta nazywana jest Motion JPEG lub M-JPEG.

Jako że poszczególne zdjęcia są pełnymi, skompresowanymi obrazami JPEG, mają tę samą gwarantowaną jakość, określoną przez stopień kompresji wybrany dla kamery sieciowej lub serwera wizyjnego.

##### H.263

Technika kompresji H.263 charakteryzuje się stałą szybkością transmisji materiału wizyjnego. Wadą stałej szybkości transmisji jest spadek jakości obrazu w sytuacji, gdy obiekt się porusza. H.263 została początkowo opracowana na potrzeby telekonferencji, a nie na potrzeby dozoru wizyjnego, gdzie szczególnie ważne są ważniejsze od stałej szybkości transmisji.



Niski stopień kompresji  
Współczynnik kompresji 1:16  
6% rozmiaru pliku oryginalnego  
Brak widocznych strat jakości obrazu



Wysoki stopień kompresji  
Współczynnik kompresji 1:96  
1% rozmiaru pliku oryginalnego  
Jakość obrazu wyraźnie niższa

## MPEG

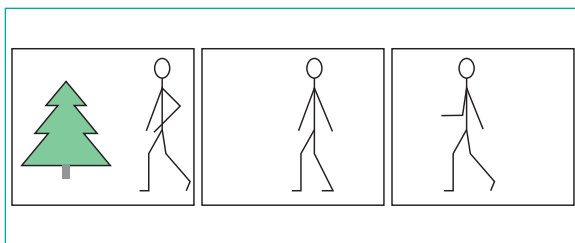
Jest jedną z najbardziej znanych technik kompresji przesyłanego strumienia fonii i wizji (opracowana przez *Motion Picture Experts Group* pod koniec lat 80. ub. wieku). Ten rozdział skupia się na części wizyjnej standardów MPEG.

Podstawową zasadą MPEG jest porównywanie dwóch skompresowanych obrazów, które mają być przesłane przez sieć.

Pierwszy skompresowany obraz jest używany jako obraz referencyjny (odniesienia); a następnie przesyłane są tylko te fragmenty kolejnych obrazów, które różnią się od obrazu referencyjnego. Siećowa stacja wyświetlania rekonstruuje wszystkie obrazy na podstawie obrazu referencyjnego oraz „danych różnicowych”.

Pomimo większej złożoności MPEG pozwala na przesyłanie siecią mniejszej ilości danych niż Motion JPEG. Zilustrowano to na poniższych rysunkach – przesyłane są tylko informacje o różnicach w drugiej i trzeciej klatce.

Oczywiście standard MPEG jest dużo bardziej skomplikowany niż to opisano; często wykorzystuje dodatkowe techniki lub narzędzia dla takich parametrów, jak przewidywanie ruchu w danej scenie



Przykład sekwencji trzech pełnych obrazów MPEG

lub identyfikowania obiektów. Istnieje kilka różnych standardów MPEG:

■ **MPEG-1** miał swoją premierę w 1993 r., przeznaczony był do cyfrowego zapisu wideo na płyty CD. Dlatego też większość koderów i dekodek MPEG-1 jest opracowana do pracy z szybkością transmisji około 1,5 Mb/s w rozdzielczości CIF. W standardzie MPEG-1 skupiono się na utrzymaniu względnie stałej szybkości transmisji kosztem zmiennej jakości obrazu, porównywalnej z jakością VHS. Liczba ramek (obrazów) na sekundę w standardzie MPEG-1 jest ustawiona na 25 (PAL) / 30 (NTSC).

■ **MPEG-2** został przyjęty jako standard w 1994 r. i jest przeznaczony do wysokiej jakości wideo cyfrowego (DVD), telewizji cyfrowej wysokiej rozdzielczości (HDTV), interaktywnych nośników danych (*Interactive Storage Media – ISM*), sygnału wizyjnego transmitowanego cyfrowo (*Digital Broadcast Video – DBV*) oraz telewizji kablowej (CATV). Standard MPEG-2 stanowi rozszerzenie techniki kompresji MPEG-1, z uwzględnieniem większych obrazów i wyższej jakości kosztem mniejszego współczynnika kompresji i wyższej szybkości transmisji. Prędkość jest ustawiona na 25 (PAL)/30 (NTSC) fps, tak jak w przypadku standardu MPEG-1.

■ **MPEG-4** stanowi duży skok jakościowy w stosunku do MPEG-2. W standardzie MPEG-4 jest o wiele więcej narzędzi obniżających szybkość transmisji potrzebną do osiągnięcia określonej jakości obrazu dla danego zastosowania lub scenarii obrazu. Ponadto liczba klatek na sekundę nie jest ustalona na 25/30 fps. Większość narzędzi obniżających szybkość transmisji nadaje się jednak obecnie tylko do zastosowań „nie w czasie rzeczywistym”. Dzieje się tak dlatego, że niektóre z tych nowych narzędzi wymagają tak dużej mocy obliczeniowej, że ogólny czas kodowania i dekodowania (tj. opóźnienie) sprawia, że nie sprawdzają się w zastosowaniach innych niż kodowanie filmów studyjnych, animowanych itp. W rzeczywistości większość narzędzi MPEG-4, których można używać w zastosowaniach „w czasie rzeczywistym” to te same narzędzia, które są dostępne w MPEG-1 i MPEG-2.

Kwestią podstawową jest wybranie powszechnie stosowanego standardu kompresji sygnałów wizyjnych, zapewniającego wysoką jakość obrazu, np. M-JPEG lub MPEG-4.

### MPEG-4 (Part 10)

Dwie grupy – H.263 i MPEG-4 – połączyły się w celu stworzenia standardu kompresji wideo następnej generacji. Jest to standard AVC (*Advanced Video Coding* – zaawansowane kodowanie sygnałów wizyjnych), nazywany też H.264 lub MPEG-4 Part 10. Jego zadaniem jest uzyskiwanie bardzo dużej kompresji danych. Ten standard jest w stanie zapewnić dobrą jakość obrazów przy szybkościach transmisji znacznie mniejszych niż wymagane we wcześniejszych standardach, i to bez zwiększania złożoności standardu, co uczyniłoby go niepraktycznym lub zbyt kosztownym.

### Zalety i wady standardów Motion JPEG, MPEG-2 i MPEG-4

Powszechnie stosowany, standardowy w wielu systemach Motion JPEG ze względu na swoją prostotę stanowi najczęściej dobry wybór. Występuje w nim jedynie niewielkie opóźnienie między rejestracją obrazu przez kamerę, kodowaniem, przesyłaniem przez sieć i wreszcie wyświetlaniem w stacji monitorowania. Innymi słowy, Motion JPEG zapewnia małe opóźnienie dzięki swojej prostocie (kompresja obrazu i kompletowanie pojedynczych zdjęć), jest więc użyteczny do przetwarzania obrazu, np. wykrywania ruchu lub śledzenia obiektów. W standardzie Motion JPEG dostępne są wszelkie stosowane w praktyce rozdzielczości obrazu: od rozmiaru wyświetlacza w telefonie komórkowym (QVGA), aż po rozmiar obrazu pełnego (4CIF) i ponad (megapikselowe).

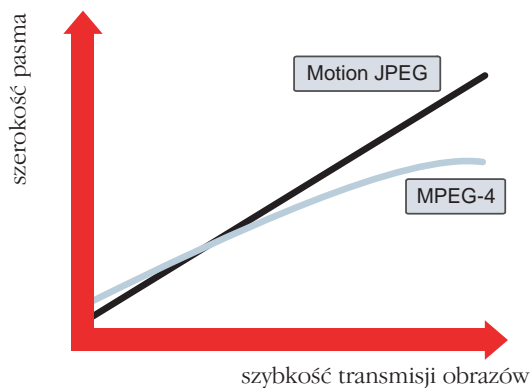
System ten zapewnia jakość obrazu niezależną od ruchu lub złożoności obrazu, a zarazem możliwość wyboru wysokiej (z niską kompresją) lub niskiej (z wysoką kompresją) jakości obrazu, z mniejszymi rozmiarami plików obrazu, a więc mniejszą szybkością transmisji i mniejszym wykorzystaniem pasma.

Liczbę obrazów na sekundę można łatwo dobrać do ograniczenia zajętości pasma, bez utraty jakości obrazu.

Standard Motion JPEG generuje jednak dość dużą ilość danych obrazów przesyłanych przez sieć. Pod tym względem zaletą MPEG jest przesyłanie przez sieć mniejszej ilości danych w jednostce czasu (szybkość transmisji) w porównaniu z Motion JPEG; wyjątkiem jest mniejsza liczba obrazów na sekundę, jak to opisano poniżej. Jeżeli przepustowość sieci jest ograniczona lub film ma być nagrany z dużą liczbą obrazów na sekundę przy występujących ograniczeniach miejsca na zapis danych, MPEG może stanowić najlepsze rozwiązanie. Standard ten zapewnia względnie wysoką jakość obrazu przy mniejszej szybkości transmisji (wykorzystania przepustowości). Mniejsza przepustowość wymaga jednak większej złożoności kodowania i dekodowania, co z kolei przyczynia się do większego opóźnienia w porównaniu z Motion JPEG.

Jeszcze jedna rzecz warta zapamiętania: MPEG-2 i MPEG-4 podlegają opłatom licencyjnym.

Na poniższym wykresie przedstawiono porównanie zajętości pasma przez Motion JPEG i MPEG-4 z daną scenérią obrazu ruchomego. Oczywiście, że przy mniejszych liczbach obrazów na sekundę, gdy kompresja MPEG-4 nie może wykorzystać w większym stopniu podobieństw między sąsiednimi klatkami, jak też z powodu obciążenia powodowanego przez format przesyłania strumieniowego, wykorzystanie przepustowości przez MPEG jest porównywalne z Motion JPEG. Przy większych liczbach klatek na sekundę MPEG-4 wymaga znacznie mniejszej przepustowości niż Motion JPEG.



*Od red.: Skala na tym wykresie zależy od wielu czynników, np. rozdzielczości przesyłanego obrazu, stopnia kompresji, scenerii, dynamiki itp.)*

Czy jeden standard kompresji może spełniać wszystkie wymagania? Podczas rozważania tej kwestii i projektowania sieciowej aplikacji wideo należy rozważyć następujące pytania:

- Jaka liczba obrazów na sekundę jest wymagana?
- Czy przez cały czas potrzebna jest taka sama liczba obrazów na sekundę?

## Obsługa standardu MPEG-4 przez produkty Axis

Większość sieciowych produktów wizyjnych firmy Axis charakteryzuje się zaawansowanym kodowaniem sygnałów wizyjnych w czasie rzeczywistym, zapewniając jednocześnie przesyłanie strumieni MPEG-4 i Motion JPEG. Dzięki temu użytkownicy mają możliwość zmaksymalizowania jakości obrazu do nagrania i zmniejszenia wykorzystania przepustowości podczas wyświetlania obrazu „na żywo”.

Wdrożenie standardu kompresji obrazu MPEG-4 przez firmę Axis odbyło się zgodnie z normą ISO/IEC 14496-2 (znaną także jako MPEG-4 Visual i MPEG-4 Part 2). Sieciowe produkty wizyjne firmy obsługują profil Advanced Simple Profile (ASP) do poziomu 5 oraz zapewniają możliwość obsługi profilu Simple Profile (SP). Dzięki szerokiemu zakresowi ustawień można konfigurować strumienie w celu optymalizacji pod kątem przepustowości i jakości obrazu. Program Axis Media Control (AMC) z dekoderym MPEG-4 umożliwia wyświetlanie strumieni i łatwą integrację z aplikacjami.

Ponadto funkcja rozsyłania zbiorowego (*multicasting*) firmy Axis dopuszcza nieograniczoną liczbę obserwatorów, bez pogorszenia wydajności systemu sieciowego.

Więcej informacji na temat rozsyłania zbiorowego znajduje się w rozdziale 5.4.4.

- Czy nagrywanie/monitorowanie obrazu jest konieczne przez cały czas, czy tylko w przypadku ruchu/zdarzenia?
- Jak długo obraz musi być przechowywany?
- Jaka jest wymagana rozdzielczość?
- Jaka jest wymagana jakość obrazu?
- Jakie opóźnienie (czas całkowity kodowania i dekodowania) jest dopuszczalne?
- Jak niezawodny/bezpieczny musi być system?
- Jaka jest przepustowość sieci?
- Jaki jest budżet na cały system?

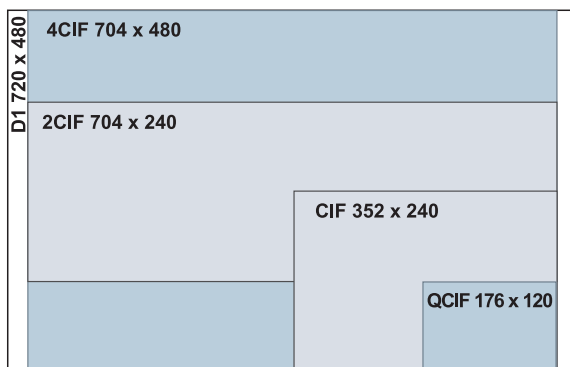
Informacje szczegółowe na temat technik kompresji obrazu cyfrowego znajdują się w dokumentacji firmy Axis na stronie internetowej: [www.axis.com/corporate/corp/tech\\_papers.htm](http://www.axis.com/corporate/corp/tech_papers.htm).

## 3.4. Rozdzielczość

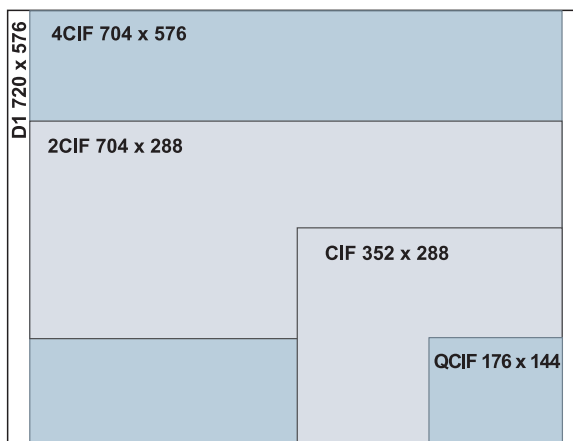
Rozdzielczość w systemach analogowych i cyfrowych jest pojęciem podobnym, występują jednak ważne różnice w sposobach jej definiowania. Obraz analogowy składa się z linii lub też linii telewizyjnych, ponieważ technologia obrazu analogowego wywodzi się z branży telewizyjnej. W systemie cyfrowym obraz składa się z pikseli (elementów obrazu).

### 3.4.1. Rozdzielczości systemów NTSC i PAL

W Ameryce Północnej i Japonii NTSC (*National Television System Committee*) jest dominującym systemem obrazu analogowego, natomiast w Europie



Różne rozdzielczości dla NTSC



Różne rozdzielczości dla PAL

stosowany jest system PAL (*Phase Alternation by Line*). Oba systemy wywodzą się z branży telewizyjnej. NTSC ma rozdzielczość 480 linii i częstotliwość odświeżania 60 półobrazów z przeplotem na sekundę (lub 30 pełnych obrazów na sekundę). PAL ma rozdzielczość 576 linii i częstotliwość odświeżania 50 półobrazów z przeplotem na sekundę (lub 25 pełnych obrazów na sekundę). Ogólna liczba danych na sekundę jest taka sama w obu systemach.

Po przekształceniu obrazu analogowego do postaci cyfrowej (tzw. digitalizacji) maksymalna liczba możliwych do utworzenia pikseli opiera się na liczbie linii telewizyjnych, które można przekształcić do postaci cyfrowej. W systemie NTSC maksymalny rozmiar obrazu zdigitalizowanego wynosi  $720 \times 480$  pikseli. W systemie PAL jest to  $720 \times 576$  pikseli (D1).

Najczęściej stosowaną rozdzielczością jest 4CIF:  $704 \times 576$  (PAL) lub  $704 \times 480$  (NTSC). Rozdzielczość 2CIF to  $704 \times 240$  (NTSC) lub  $704 \times 288$  (PAL) pikseli; uzyskiwana jest przez podzielenie liczby linii poziomych przez 2.

W większości przypadków każda linia pozioma jest wyświetlana na ekranie dwukrotnie (tzw. dublowanie linii) w celu zachowania prawidłowych proporcji obrazu. Jest to sposób radzenia sobie z rozmyciem ruchu w skanowaniu z przeplotem.

Czasem stosowana jest ćwiartka obrazu CIF – wielkość ta jest określana skrótem QCIF (*Quarter CIF*).

### 3.4.2. Rozdzielczość VGA

Wraz z wprowadzeniem na rynek kamer sieciowych można projektować systemy w 100% cyfrowe. Dzięki temu ograniczenia systemów NTSC i PAL przestały mieć znaczenie. Wprowadzono wiele nowych rozdzielczości wywodzących się z branży komputerowej, nie tylko zapewniających większą elastyczność, ale będących standardami ogólnosiwiatowymi.

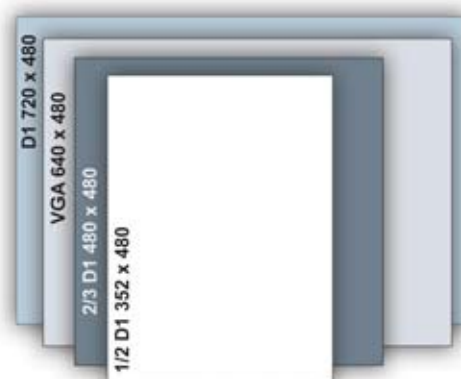
VGA to skrót od *Video Graphics Array* – systemu wyświetlania grafiki do komputerów opracowanego przez firmę IBM. Rozdzielczość tego systemu jest zdefiniowana na  $640 \times 480$  pikseli. Rozdzielczość VGA zwykle odpowiedniejsza dla kamer sieciowych, ponieważ obraz w większości przypadków będzie wyświetlany na ekranach komputerów o rozdzielczości VGA lub wielokrotności VGA.

Powszechnie stosowanym formatem jest też Quarter VGA (QVGA) z rozdzielczością  $320 \times 240$  pikseli, bardzo podobną do CIF. QVGA jest też czasem nazywana rozdzielczością SIF (*Standard Interchange Format*), przez co łatwo ją pomylić z CIF. Inne rozdzielczości oparte na VGA to XVGA ( $1024 \times 768$  pikseli) i  $1280 \times 960$  pikseli – 4 razy VGA, zapewniająca rozdzielczość jednego megapiksela. Patrz rozdział 3.4.4.

### 3.4.3. Rozdzielczość MPEG

Rozdzielczość MPEG oznacza zazwyczaj jedną z poniższych rozdzielczości:

- $704 \times 576$  pikseli (PAL 4CIF),
- $704 \times 480$  pikseli (NTSC 4CIF),
- $720 \times 576$  pikseli (PAL lub D1),
- $720 \times 480$  pikseli (NTSC lub D1).



Rozdzielczości używane w MPEG

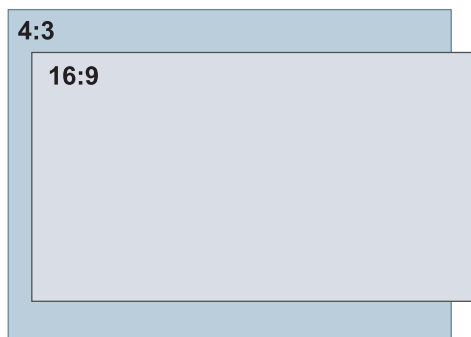
### 3.4.4. Rozdzielczość megapikselowa

Im wyższa jest rozdzielczość, tym więcej szczegółów można zobaczyć na obrazie. Jest to bardzo ważne w systemach dozoru wizyjnego, w których obraz o wysokiej rozdzielczości może umożliwić identyfikację przestępcy. Maksymalna rozdzielczość w systemach NTSC i PAL w kamerach analogowych,

po przekształceniu sygnału wizyjnego do postaci cyfrowej w rejestratorze DVR lub serwerze wizyjnym, wynosi 400 000 pikseli ( $704 \times 576 = 405\,504$ ). 400 000 pikseli = 0,4 megapiksela.

Chociaż branża telewizji dozorowej zawsze jakoś radziła sobie z tymi ograniczeniami, nowa technologia kamer sieciowych umożliwia obecnie uzyskanie większej rozdzielczości. Wspólny format megapikselowy to  $1280 \times 1024$ , co daje rozdzielczość 1,3 megapiksela – 3 razy większą niż w kamerach analogowych. Dostępne są już kamery o rozdzielczości 2 i 3 megapiksele, a nawet większej.

Megapikselowe kamery sieciowe umożliwiają też uzyskiwanie różnych proporcji obrazu. W typowej telewizji dozorowej CCTV stosowane są proporcje obrazu 4:3, natomiast w kinach i telewizorach szerokoekranowych – 16:9. Zaletą takiej proporcji jest fakt, że w większości obrazów ich części górna i dolna nie mają znaczenia, a przecież zajmują cenne piksele, a więc również zajmują pasmo i miejsce podczas zapisu. W kamerach sieciowych można stosować dowolne proporcje obrazu.



Dodatkowo można realizować funkcje przesunięcia, nachylenia i zbliżenia (PTZ) bez utraty rozdzielczości, gdy operator wybierze, którą część obrazu megapikselowego należy wyświetlić. Takie operacje nie wymagają mechanicznego ruchu kamery, co zapewnia znacznie większą niezawodność.

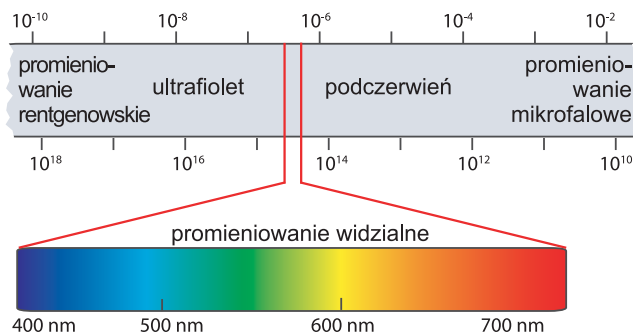
## 3.5. Funkcjonalność w dzień i w nocy

Niektóre środowiska lub sytuacje ograniczają możliwości stosowania sztucznego oświetlenia, a wówczas szczególnie przydatne stają się kamery na podczerwień (IR). Dotyczy to zastosowań dozoru telewizyjnego, w których warunki oświetleniowe nie są optymalne, jak też sytuacji dozoru dyskretnego i tajnego. Kamery na podczerwień, wykorzystujące niewidzialne światło podczerwone, mogą być stosowane np. późną nocą w dzielnicach mieszkalnych, nie przeszkadzając mieszkańcom. Są też przydatne w sytuacjach, gdy kamery nie powinny być widoczne.

### ► Percepcja światła

Światło jest formą promieniowania stanowiącą część widma elektromagnetycznego. Ludzkie oko może widzieć jedynie jego część (w zakresie długości fali 400 ... 700 nanometrów [nm]). Powyżej światła niebieskiego, poza zakresem widzialnym, jest światło ultrafioletowe, a poniżej – podczerwone.

Długość fali ( $\lambda$ ) w metrach

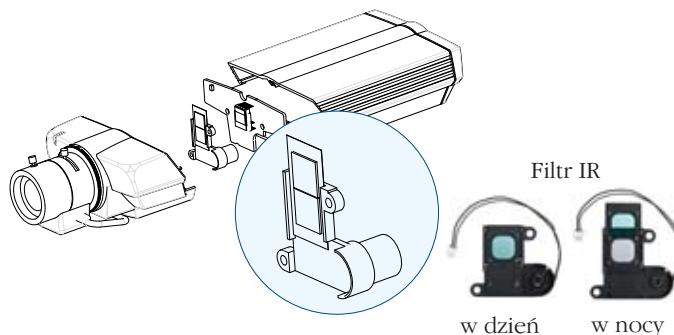


Promieniowanie (światło) podczerwone emitowane jest przez wszystkie obiekty, np. ludzi, zwierzęta czy trawę. Obiekty cieplejsze, takie jak ludzie czy zwierzęta, wyróżniają się na zwykle zimniejszym tle. W warunkach słabego oświetlenia, np. w nocy, ludzkie oko nie rozpoznaje kolorów i ich odcieni, a jedynie czerń, biel i odcienie szarości.

### ► Jak działa funkcjonalność dzień/noc lub filtr odcinający promieniowanie IR?

Podczas gdy ludzkie oko rejestruje tylko światło z zakresu błękitu i czerwieni, przetwornik obrazu kamery kolorowej może wykryć więcej. Może rejestrować promieniowanie podczerwone o dużej długości fali, a więc „widzieć” światło podczerwone długofalowe do 1000 nm.

Dopuszczenie promieniowania podczerwonego do przetwornika w czasie oświetlenia dziennego doprowadzi jednak do zniekształcenia kolorów (jakie widzą ludzie). Dlatego też kamery kolorowe są wyposażone w filtr odcinający promieniowanie IR – szklany element optyczny umieszczony między obiektywem a przetwornikiem obrazu – usuwający promieniowanie podczerwone i pozwalający uchwycić kolory tak, jak odbiera je oko ludzkie.



Gdy oświetlenie jest słabsze a obraz przyciemnia się, filtr odcinający promieniowanie podczerwone może być usunięty automatycznie\*, tak aby kamera do obserwacji w dzień i w nocy mogła odbierać promieniowanie podczerwone i „widzieć” nawet w bardzo ciemnym otoczeniu. W celu uniknięcia zniekształcenia kolorów kamera często przełącza się w tryb czarno-biały, może więc generować obrazy czarno-białe wysokiej jakości.

Filtr odcinający promieniowanie podczerwone w kamerach do obserwacji w dzień i w nocy firmy Axis może też być usunięty ręcznie poprzez interfejs kamery. ■

\*Możliwość automatycznego umieszczania lub usuwania filtra odcinającego promieniowanie podczerwone sprzed przetwornika obrazu zależy od modelu kamery.