

BIAŁA KSIĘGA

Czerwiec 2025

Spis treści

1	Wprowadzenie	3
2	Wiedza w zakresie kart SD	3
2.1	Cykle P/E	3
2.2	Rodzaje technologii pamięci NAND	3
2.3	Współczynnik wzmocnienia zapisu	4
3	Karty do systemów dozoru firmy Axis	4
3.1	Zastosowania	5
3.1.1	Pamięć podstawowa	5
3.1.2	Nadmiarowa pamięć masowa	5
3.1.3	Rozwiązanie hybrydowe	5
3.1.4	Narzędzia analityczne	5
3.2	Trwałość	6
3.3	Czas przechowywania materiału wizyjnego	7
3.4	Monitorowanie stanu	7
3.5	System plików zmniejszający ryzyko utraty danych	7
3.6	Szyfrowanie	7
3.7	Gwarancja	8

1 Wprowadzenie

Karty do systemów dozoru firmy Axis to karty SD klasy przemysłowej opracowane specjalnie na potrzeby optymalizacji działania systemów dozoru wizyjnego. W porównaniu ze zwykłymi kartami SD klasy konsumenckiej z karty do systemów dozoru można korzystać znacznie dłużej, gdyż jest ona zoptymalizowana do ciągłego zapisu. Karty do systemów dozoru firmy Axis są weryfikowane pod kątem zastosowań w dozorze wizyjnym i wyposażone w funkcje monitorowania stanu firmy Axis. Podlegają również bezpłatnym zwrotom w ramach gwarancji.

Niniejszy artykuł zawiera zestawienie korzyści i typowych przypadków użycia kart do systemów dozoru firmy Axis. Wyjaśnia również, dlaczego są one niezawodnym i opłacalnym rozwiązaniem.

2 Wiedza w zakresie kart SD

Karty pamięci SD (w tym SD/SDHC/SDXC) to nieulotne pamięci flash oparte na technologii NAND i zaprojektowane z myślą o zapewnieniu dużej pojemności zapisu danych w urządzeniach przenośnych. Żywotność karty SD zależy od wielu czynników, takich jak:

- Rodzaj technologii pamięci NAND (liczba gwarantowanych cykli P/E)
- Pojemność karty
- Ustawienia zapisu i wydajność kodowania urządzenia
- Współczynnik wzmocnienia zapisu

2.1 Cykle P/E

Karty SD organizują dane w bloki; każdy blok jest podzielony na mniejsze sekcje zwane stronami. Kontroler pamięci obsługuje zapis i odczyt stron, ale usuwać może tylko całe bloki danych jednocześnie. Przy pierwszym użyciu karty SD zapis danych jest szybki i prosty, ponieważ wszystkie strony są puste.

Jednak w miarę zapełniania się karty kontroler musi alokować dane i usuwać całe bloki, aby zrobić miejsce na nowe informacje. Ten proces zapisu i kasowania danych określany jest skrótem P/E (ang. program/erase, tj. programowanie/kasowanie). Każdy cykl powoduje niewielkie fizyczne uszkodzenie komórek danych karty, co z czasem może prowadzić do błędów i ostatecznie powodować bezużyteczność bloku.

Trwałość karty SD, czyli jej żywotność lub liczba cykli P/E, które może obsłużyć, zanim zacznie wykazywać błędy, zależy od rodzaju zastosowanych komórek pamięci, ich rozmiaru i liczby bitów w każdej komórce. Karty, które przechowują więcej bitów w komórce, wytrzymują zwykle mniej cykli P/E.

Wybór karty SD o większej pojemności zrekompensuje wady wynikające z mniejszej liczby cykli P/E. Wynika to z faktu, że przy większej ilości miejsca każdy cykl trwa dłużej, co wydłuża żywotność karty.

2.2 Rodzaje technologii pamięci NAND

Technologia NAND to rodzaj pamięci nieulotnej wykorzystywanej w wielu urządzeniach pamięci masowej flash. Swoją nazwę zawdzięcza bramce logicznej NOT-AND, będącej podstawą elektroniki cyfrowej.

Istnieje wiele rodzajów technologii pamięci NAND stosowanych w kartach SD, różniących się ceną, pojemnością i trwałością. Różnice wynikają w dużej mierze z tego, ile bitów informacji może przechowywać każda komórka pamięci. Popularne typy technologii pamięci NAND obejmują układy typu SLC, MLC, TLC i QLC.

- **SLC** (Single-Level Cell) przechowuje tylko jeden bit na komórkę, 0 lub 1. Tak prosta konstrukcja pozwala na szybki zapis i odczyt danych, czyli zapewnia najlepszą wydajność i najwyższą trwałość wynoszącą około 100 000 cykli P/E. Jednak w związku z niewielką ilością danych na komórkę układ ten jest stosunkowo drogi, jeśli wymagana jest większa ilość pamięci.
- **MLC** (Multi-Level Cell) przechowuje 2 bity na komórkę. Większa pojemność umożliwia konstruowanie większych nośników w bardziej przystępnych cenach w porównaniu z SLC. Wadą układu MLC jest jednak większa podatność na błędy danych i niższa trwałość wynosząca około 10 000 cykli P/E.

- **TLC** (Triple-Level Cell) przechowuje 3 bity na komórkę, co zwiększa pojemność pamięci i dodatkowo wpływa na obniżenie kosztów w porównaniu z układami MLC. Jest chętnie stosowany dzięki lepszym stosunkowi kosztów do pojemności, zaś jego trwałość wynosi około 3000 cykli P/E.
- **QLC** (Quad-Level Cell) przechowuje 4 bity na komórkę, co zapewnia jeszcze większą pojemność pamięci. Upakowanie większej liczby bitów w każdej komórce sprawia jednak, że układ QLC jest bardziej podatny na błędy danych i ma niższą trwałość wynoszącą około 1000 cykli P/E.

Każdy rodzaj technologii pamięci NAND oferuje inny stosunek kosztów do pojemności i trwałości. Wybór odpowiedniego rozwiązania zależy od potrzeb związanych z konkretnym zastosowaniem.

2.3 Współczynnik wzmocnienia zapisu

Współczynnik wzmocnienia zapisu (Write Amplification Factor, WAF) to wskaźnik stosowany w komputerowych systemach pamięci masowej do ilościowego określenia wydajności zapisu danych. Wyraża on stosunek ilości danych zapisanych na nośniku danych do ilości danych, które host zamierzał zapisać.

W idealnym przypadku współczynnik WAF powinien być jak najbliższy 1, co oznacza, że na nośniku flash zostały zapisane tylko te dane, których zażądał host, a więc nie przeprowadzono żadnych dodatkowych operacji zapisu. Jednak w praktyce wartość WAF jest zwykle większa niż 1 ze względu na różne czynniki związane z optymalizacją nośnika flash i zarządzaniem nim, takie jak zbieranie tzw. śmieci, poziom zużycia nośnika czy niedopasowanie do strony wielokrotne zapisy. Ponieważ pamięć musi zostać wyczyszczona przed ponownym zapisaniem, ponowny zapis danych powoduje ich przeniesienie więcej niż jeden raz. Ze względu na sposób działania pamięci flash muszą zostać skasowane i ponownie zapisane znacznie większe jej części niż wymaga tego ilość nowych danych. Ten zwielokrotniony efekt powoduje zwiększenie liczby wymaganych operacji zapisu w całym okresie eksploatacji nośnika flash, co skraca czas jego niezawodnej pracy.

Wysokie wzmocnienie zapisu może mieć negatywny wpływ na wydajność i żywotność nośników flash, ponieważ zwiększa liczbę operacji zapisu i przyspiesza zużycie komórek pamięci flash NAND. Dlatego też minimalizacja wzmocnienia zapisu jest czynnikiem istotnym przy projektowaniu i użytkowaniu nośników flash.

3 Karty do systemów dozoru firmy Axis



Karty do systemów dozoru firmy Axis to karty microSDXC™ o wysokiej trwałości, przeznaczone do typowego zastosowania jakim jest ciągły zapis obrazu w kamerze dozorowej. Dane na tych kartach mogą być zapisywane i nadpisywane znacznie więcej razy niż na kartach SD klasy konsumenckiej. Ta sama karta pozostaje zatem w kamerze przez dłuższy czas, nie wykazując oznak zużycia. Karty do systemów dozoru firmy Axis objęte są 5-letnią gwarancją, przy czym wersje o pojemności 256 GB działają zwykle nawet ponad 10 lat lub tak długo, jak pozostaje w eksploatacji dana kamera.

Karty do systemów dozoru firmy Axis to karty klasy przemysłowej odporne na wpływ ekstremalnych warunków środowiskowych. Wyższy koszt zakupu kart do systemów dozoru jest równoważony faktem, że zapewniają one ekonomiczne rozwiązanie do zapisu o niższych kosztach utrzymania oraz wysokiej odporności na zużycie i niezawodności.

3.1 Zastosowania

3.1.1 Pamięć podstawowa

Karty do systemów dozoru firmy Axis można wykorzystać w urządzeniach brzegowych jako pamięć podstawową na potrzeby bezpośredniego zapisu obrazu o wysokiej rozdzielczości. Maleje wtedy zarówno zapotrzebowanie na dodatkowe serwery i rejestratory, jak też całkowity koszt posiadania systemu dozoru.

W razie konieczności przechowywania materiałów wizyjnych o wysokiej częstotliwości odświeżania przez bardzo długi czas, na przykład na potrzeby badania incydentu lub ze względu na wymogi prawne, konieczne może być przeniesienie danych do pamięci masowej opartej na serwerze lub chmurze.

3.1.2 Nadmiarowa pamięć masowa

Karty do systemów dozoru firmy Axis można wykorzystać jako nadmiarową pamięć masową do przechowywania materiału wizyjnego o wysokiej rozdzielczości. Pamięć masowa w urządzeniu brzegowym stanowi uzupełnienie centralnej pamięci masowej. Pozwala ona na zapis lokalny obrazu w sytuacji, gdy system centralny jest niedostępny, lub na zapis ciągły równoległe z oprogramowaniem do zarządzania obrazem (VMS).

Pamięć masowa w urządzeniu brzegowym zapewnia zapis awaryjny. Oznacza to, że podczas zakłóceń łączności sieciowej lub niedostępności systemu na czas konserwacji materiał wizyjny jest tymczasowo zapisywany na karcie. Po przywróceniu połączenia sieciowego i powrocie systemu do normalnego działania centralne oprogramowanie VMS jest w stanie automatycznie pobrać z kamery brakujące nagrania i płynnie scalić je z zapisanym już materiałem wizyjnym. Dzięki temu użytkownik otrzymuje nieprzerwane nagrania nawet w przypadku awarii łączności sieciowej. Takie rozwiązanie zwiększa niezawodność systemu i zabezpiecza jego działanie.

3.1.3 Rozwiązanie hybrydowe

Możliwe jest zastosowanie rozwiązania hybrydowego, w którym karta do systemów dozoru jest wykorzystywana jako uzupełnienie pamięci masowej w chmurze lub na serwerze. Jest ono szczególnie przydatne w instalacjach, w których przepustowość sieci jest ograniczona lub nie ma z nią połączenia, np. w pociągach i autobusach. Obraz jest zapisywany na karcie podczas pracy pojazdu, a po zjeździe pojazdu do zajezdni zostaje przesłany do systemu centralnego. Korzystanie z rozwiązania hybrydowego jest elastyczne i tanie, ponieważ pamięć dzielona jest pomiędzy karty do systemów dozoru, serwery i chmurę. Można również korzystać z narzędzi analitycznych w chmurze, a obraz przechowywać lokalnie, na karcie.

3.1.4 Narzędzia analityczne

Przechowywanie danych w urządzeniu brzegowym, możliwe dzięki kartom do systemów dozoru, jest szczególnie cenne w przypadku analizy obrazu. Narzędzia analityczne działające w kamerze analizują nieskompresowane wideo, tak więc żadne informacje nie zostaną utracone podczas kompresji lub transmisji. Dzięki temu wyniki analizy są dokładniejsze.

Gdy kluczowe znaczenie ma szybka reakcja na wyniki analizy, rozwiązanie oparte na urządzeniu brzegowym ma przewagę nad tradycyjnymi serwerami lokalnymi lub rozwiązaniami chmurowymi. Przetwarzanie brzegowe

zmniejsza ryzyko opóźnień występujących w scentralizowanych systemach, dzięki czemu możliwe jest podejmowanie decyzji i działań w odpowiednim czasie.

Zastosowanie narzędzi analitycznych w urządzeniu brzegowym umożliwia transmisję obrazu tylko wtedy, gdy wystąpią określone zdarzenia, co pozwala zmniejszyć obciążenie sieci. Takie efektywne wykorzystanie przepustowości jest szczególnie przydatne w przypadkach, gdy jest ona ograniczona lub droga.

Analizy materiału wizyjnego w urządzeniu brzegowym pozwalają również na wysyłanie tylko zanonimizowanych danych lub alarmów przez sieć. Dzięki temu zachowana zostaje zgodność z przepisami dotyczącymi ochrony prywatności osób i danych.

3.2 Trwałość

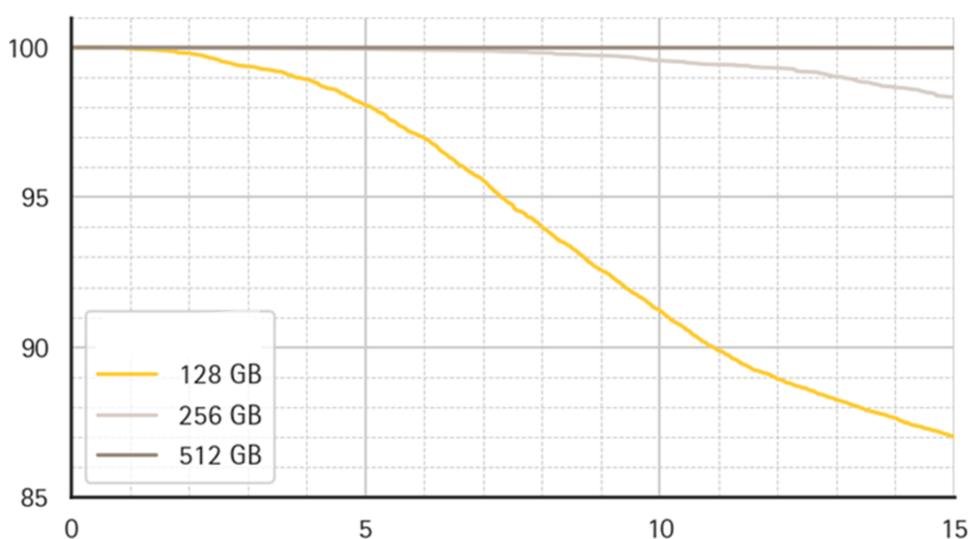
Karty do systemów dozoru firmy Axis projektowane są tak, by wytrzymały lata ciągłego zapisu. Wykorzystują technologie pamięci TLC i QLC NAND. Cechują się niskim współczynnikiem WAF, co oznacza utrzymanie niskiej liczby zakończonych cykli P/E.

W zależności od ilości zapisywanych danych (na którą wpływa rozdzielczość obrazu i przepływność danych) oraz pojemności pamięci karta może pracować 5–10 lat lub dłużej. Oznacza to, że można używać tej samej karty przez cały okres eksploatacji kamery. Poniższa tabela przedstawia przybliżoną oczekiwaną żywotność karty.

Tabela 3.1 Żywotność kart do systemów dozoru firmy Axis w kamerach Axis w zależności od rozdzielczości obrazu i przepływności danych na podstawie symulacji.

Pojemność karty	Rozdzielczość, przepływność		
	2 MP, 2,5 Mb/s	5 MP, 3,5 Mb/s	8 MP, 4,5 Mb/s
128 GB	ok. 10 lat	ok. 7 lat	ok. 5 lat
256 GB	ok. 20 lat	ok. 14 lat	ok. 11 lat
512 GB	ok. 26 lat	ok. 19 lat	ok. 15 lat
1 TB	ok. 53 lata	ok. 38 lat	ok. 29 lat

Rzeczywiste dane urządzeń oparte na miliardach godzin pracy potwierdzają trwałość kart do systemów dozoru firmy Axis. Rysunek przedstawia skumulowany percentylowy wykres żywotności karty w oparciu o rzeczywiste dane i szacowanie sposobu użytkowania. Wynika z niego, że zdecydowana większość kart do systemów dozoru Axis nadal działa prawidłowo po pięciu latach pracy (98,0% kart o pojemności 128 GB, 99,9% kart o pojemności 256 GB i >99,9% kart o pojemności 512 GB). Ponad 90% kart działa nadal nawet po 10 latach.



Skumulowany percentylowy wykres żywotności kart do systemów dozoru przedstawiający procent kart działających po 0–15 latach. Symulacja oparta na rzeczywistych danych i szacowaniu.

3.3 Czas przechowywania materiału wizyjnego

Czas przechowywania danych na karcie SD jest definiowany jako liczba dni, przez które karta przechowuje dane, zanim zacznie je usuwać i zapisywać nowe. W niektórych krajach wymaga się, aby dane wykorzystywane do celów dowodowych były przechowywane przez okres od 30 do 180 dni, tak więc maksymalny czas przechowywania jest ważnym czynnikiem przy wyborze rozwiązania do zapisu.

Karty do systemów dozoru firmy Axis oferują długi maksymalny czas przechowywania nawet przy wysokiej częstotliwości odświeżania i rozdzielczości bez pogorszenia jakości zapisu. Maksymalny czas przechowywania zależy od konfiguracji kamery (częstotliwość odświeżania i rozdzielczość), ustawionej funkcji detekcji ruchu, zdarzeń alarmowych i pory dnia.

Przykładowo maksymalny czas przechowywania danych na karcie do systemów dozoru firmy Axis o pojemności 128 GB może wynosić od 20 do ponad 215 dni w zależności od konfiguracji kamery i wymaganej rozdzielczości. W przypadku większych kart o pojemności 256 GB i większej maksymalny czas przechowywania będzie oczywiście znacznie dłuższy.

Wymagany czas przechowywania konfiguruje się w interfejsie sieciowym kamery. W przypadku wybrania, przykładowo, czasu przechowywania wynoszącego jeden tydzień operacja kasowania usunie wszystkie zapisy starsze niż 7 dni. Operacja ta jest wykonywana co 60 minut. Dostępna jest również operacja automatycznego kasowania działająca w sposób ciągły na potrzeby sprawdzania, czy na karcie jest wystarczająco dużo miejsca na zapis.

3.4 Monitorowanie stanu

Karty do systemów dozoru firmy Axis są dostarczane z funkcją monitorowania stanu, która kontroluje zużycie karty. Dzięki zaawansowanemu monitorowaniu danych opartemu na sposobie korzystania z karty możliwe jest powiadomienie użytkownika o konieczności wymiany karty z wielomiesięcznym wyprzedzeniem.

3.5 System plików zmniejszający ryzyko utraty danych

Axis zaleca stosowanie w kartach do systemów dozoru systemu plików ext4. Jest to system plików z rejestracją wykorzystujący dziennik – określony typ struktury danych – do zapisu zachodzących zmian. Jeżeli wystąpi awaria systemu bądź przerwa w zasilaniu, ten rodzaj systemu plików można przywrócić szybciej. Jest on też mniej podatny na uszkodzenie danych, co przekłada się na zmniejszenie ryzyka ich utraty. Jest to szczególnie ważne, gdy system jest wykorzystywany w miejscach, w których czasami dochodzi do awarii zasilania, na przykład w autobusach czy pociągach, jak też w regionach o niestabilnych dostawach energii elektrycznej.

3.6 Szyfrowanie

Ochrona przechowywanych danych przed nieautoryzowanym dostępem jest kluczowym czynnikiem zachowania bezpieczeństwa danych i zabezpieczenia poufnych informacji. Kamery Axis zapewniają funkcję szyfrowania, którą można zastosować do kart do systemów dozoru zainstalowanych w urządzeniu. Dzięki włączeniu funkcji szyfrowania osoby nieupoważnione, które wyjmą kartę do systemów dozoru z kamery, nie uzyskają dostępu do danych.

Funkcja szyfrowania obsługuje następujące rodzaje szyfrowania:

- AES-CBC 128-bitowe dla wszystkich urządzeń z systemem operacyjnym AXIS OS 5.80.1 lub nowszym,
- AES-CBC 256-bitowe dla wszystkich urządzeń z systemem operacyjnym AXIS OS 8.40.1 lub nowszym,
- AES-XTS-Plain64 (AES-XTS-512 256-bitowe) dla nowszych urządzeń z systemem operacyjnym AXIS OS 8.30.1.

3.7 Gwarancja

Karty SD posiadają gwarancję, która w pewnych przypadkach nie obejmuje zastosowań w systemach dozoru. Karty do systemów dozoru firmy Axis są jednak produkowane na zamówienie i weryfikowane pod kątem zastosowań w systemach dozoru. Objęte są 5-letnią gwarancją, a w tym okresie bezpłatnym wsparciem, naprawą i wymianą wadliwych egzemplarzy.

O firmie Axis Communications

Axis wspiera rozwój inteligentnego oraz bezpiecznego świata przez poprawę bezpieczeństwa, ochrony, efektywności działania i wiedzy biznesowej. Jako firma zajmująca się technologiami sieciowymi oraz lider branży, Axis oferuje rozwiązania z zakresu dozoru wizyjnego, kontroli dostępu, systemów domofonowych i systemów audio. Ich rozszerzeniem i uzupełnieniem są inteligentne aplikacje analityczne oraz wysokiej jakości szkolenia.

Axis zatrudnia około 5000 pracowników w ponad 50 krajach oraz współpracuje z partnerami z obszaru technologii i integracji systemów na całym świecie w celu dostarczania swoich rozwiązań klientom. Firma została założona w 1984 roku i ma swoją siedzibę w Lund w Szwecji.