

Jak wybrać odpowiedni monitor - poradnik dla każdego.

Poniższy tekst jest mocnym skrótem podstawowych zagadnień związanych z wyborem monitora. Wiele aspektów można by opisać w osobnych artykułach, a i tak mogłoby być mało. Nie mniej jednak mam nadzieję, że będzie on choć trochę pomocny i będzie punktem zaczepnym do rozwijania swojego warsztatu, zdobywania wiedzy i świadomego wykorzystywania sprzętu.

Ponieważ obracamy się w branży foto-video, dlatego większość wytycznych tyczy się właśnie monitorów przeznaczonych głównie do edycji foto-video.

Jeśli pracujecie na laptopie, stary monitor już nie wystarczy albo tworzycie zupełnie nowe stanowisko robocze i szukacie dobrego monitora, to jesteście w dobrym miejscu. Tym bardziej, gdy zajmujecie się jakąkolwiek pracą z kolorem (webdesign, zdjęcia, wideo, DTP, druk, itp.). Poziom zaawansowania jest mniej istotny. Bywa nierzadko tak, że osoby "profesjonalnie" zajmujące się ww tematyką pracują na słabych i kiepskich ekranach.

Wybór nowego/kolejnego monitora nie zawsze jest taki prosty i oczywisty. Mnogość modeli i podobieństwa w specyfikacji nie ułatwiają zadania. Wiele aspektów związanych z użytkowaniem monitora LCD jest pomijanych w oficjalnych opisach, a ewentualne opinie i testy nie zawsze są obiektywne i mogą wprowadzić większe zamieszanie zamiast pomóc.

Zważywszy na szybki postęp w technologii wytwarzania coraz lepszych paneli LCD, warto być na bieżąco, co na pewno pozwoli podjąć bardziej świadomą i trafną decyzję przy zakupie monitora.

Podstawową kwestią jest rozważenie kilku czynników, mających zazwyczaj decydujące znaczenie przy wyborze monitora:

- 1) Docelowe przeznaczenie/zastosowanie monitora i jego ergonomia
- 2) Rozmiar i rozdzielczość monitora
- 3) Analiza potrzeb i oczekiwań w kontekście ceny (budżet)

Docelowe przeznaczenie monitora i jego ergonomia

Rozważając tę kwestię należy wziąć pod uwagę dodatkowe czynniki:

- miejsce i warunki pracy (wystrój pomieszczenia i oświetlenie stanowiska)
- częstotliwość korzystania (ile godzin w dzień/ ile w nocy; średnio w miesiącu)
- zakres wykorzystania (biuro, internet, gry, filmy, grafika, fotografia, inne)
- możliwość regulacji wysokości i kąta nachylenia, obracana stopka, pivot, możliwości regulacyjne podstawowych parametrów obrazu

Najbardziej znaczącym kryterium jest przeznaczenie monitora. Inne wymagania stawia się monitorom do gier, inne do pracy biurowej (tekst, arkusze kalkulacyjne, dokumenty, internet), jeszcze inne do edycji zdjęć (np. śluby, beauty&fashion, zdjęcia produktowe) czy do montażu wideo. Nie ma też monitorów 100% uniwersalnych dla wszystkich.

Monitory dla fotografów (niezależnie od gamutu) muszą mieć przede wszystkim stabilny i wierny obraz (wiarygodność reprodukcji koloru i przejść tonalnych) oraz jak najlepszą równomierność na całej powierzchni wyświetlacza. Warto zwrócić uwagę, czy wybierany monitor ma wbudowaną kompensację nierówności podświetlenia. Jest to bardzo istotne w przypadku problematycznych odcieni, np. koloru skóry, która może wyglądać różnie, zależnie od umiejscowienia zdjęcia na środku ekranu, lub przesunięcia w bok. Dodatkowo taki monitor powinien umożliwiać *sprzętową kalibrację*. Termin „sprzętowa kalibracja” bywa jednak często nadużywany i radzę upewnić się, co producent / dystrybutor miał na myśli wpisując tą cechę w danych monitora. Formalnie, nawet regulacja jaskrawości jako, że odbywa się w monitorze (sprzęcie) jest już „sprzętowa” a jej ustawienie na zadaną wartość jest jej „kalibracją”. Taki słowno-techniczny trick jest kluczem do powszechnej manipulacji w reklamach. W sensie użytkowym, z kalibracją sprzętową mamy do czynienia, jeśli jest możliwość korekcji w monitorze wszystkich ważnych parametrów, a nie wybiórczych. Jeśli taka możliwość istnieje, a realizuje się ją przez programowanie wykorzystanie wewnętrznej tablicy koloru (LUT), wówczas producenci z chęcią się nią chwają. Jeśli nie doszukamy się owego konkretnego, istnieje ryzyko, że „sprzętowa kalibracja” jest naciąganiem rzeczywistości, nie realną możliwością.

Zdecydowana większość modeli graficznych EIZO i NEC oferuje szeroki gamut z bardzo dobrym pokryciem przestrzeni Adobe RGB, lecz nie zawsze i nie każdemu będzie to do szczęścia potrzebne. O korzyściach płynących z wykorzystania szerszej przestrzeni barw, powiemy sobie w jednym z kolejnych artykułów. Wspomnę tylko, że kwestia wielkości gamutu wynika z rodzaju podświetlenia (W-LED, GB-r LED oraz inne pochodne). Najczęściej reklamowany gamut, przedstawiany jako „procenty pokrycia” nie jest istotny, gdyż wbrew użytej terminologii wcale nie oznacza pokrycie, tylko objętość przestrzeni barwnej. Ważniejsza jest część wspólna z danym standardem (przestrzenią edycyjną) wykorzystywaną w postprodukcji.

Każda przestrzeń barwna jest dokładnie określona przez koordynanty (współrzędne trójchromatyczne x i y) w przestrzeni barw CIE XYZ (poniżej), będącej zbiorem wszystkich barw możliwych do zarejestrowania przez ludzkie oko.

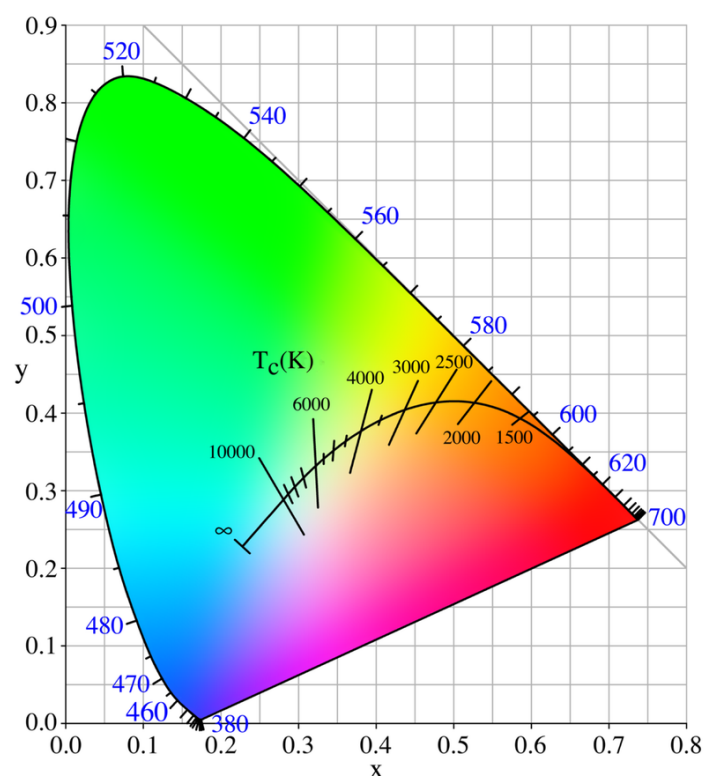
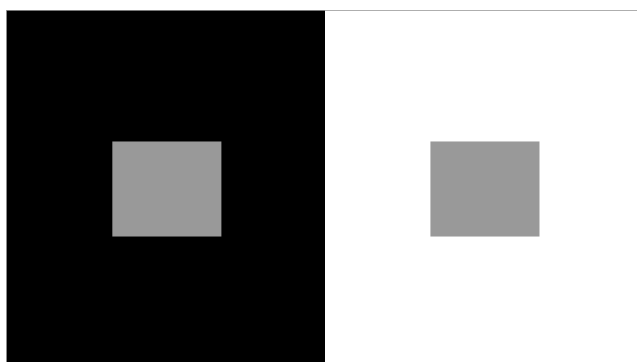


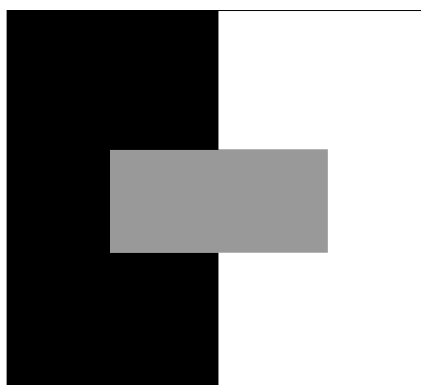
Diagram obok obrazuje przekrój przestrzeni CIE XYZ, której punkty reprezentują wszystkie istniejące barwy. Czarna krzywa to tak zwana krzywa Plancka, na której znajdują się barwy emitowane przez ciało doskonale czarne rozgrzane do określonej temperatury. Przecinające linię Plancka proste wskazują barwy o takiej samej temperaturze barwowej. Wynika z tego, że biel o określonej temperaturze barwowej (np. 4000 K) może mieć zarówno odcień żółtawy bądź lekko purpurowy. Niestety potwierdza to praktyka - bardzo wiele monitorów nie ma poprawnie ustawiony punktu bieli, a wartości deklarowane przez producenta potrafią mieć spore odchyłki, widoczne nawet gołym okiem.

Warunki pracy też są bardzo istotne, gdyż mogą determinować wybór monitora o określonych cechach i własnościach. Do wielomonitorowej pracy biurowej lub projektowej pożądane będą monitory o możliwie cienkiej ramce. Dla kogoś innego istotna może być możliwość wykorzystania uchwyty w standardzie VESA. Ktoś inny może mieć zbyt małe biurko na monitor 27 cali lub więcej. Poza tym wystrój pomieszczenia i jego oświetlenie wpływa bezpośrednio na postrzeganie, a więc i odbiór treści cyfrowych. Im więcej różnych kolorowych elementów i rodzajów mieszanego światła, tym efekt może być gorszy. Dla przykładu byłem kiedyś u Klienta, który miał monitor w ciasnym pokoju córki, ściany żółto-zielone, obok pomarańczowa szafa, monitor na wprost okna i centralna lampa z żarówkami lub słabymi świetlówkami. Chcielibyście pracować na takim stanowisku?

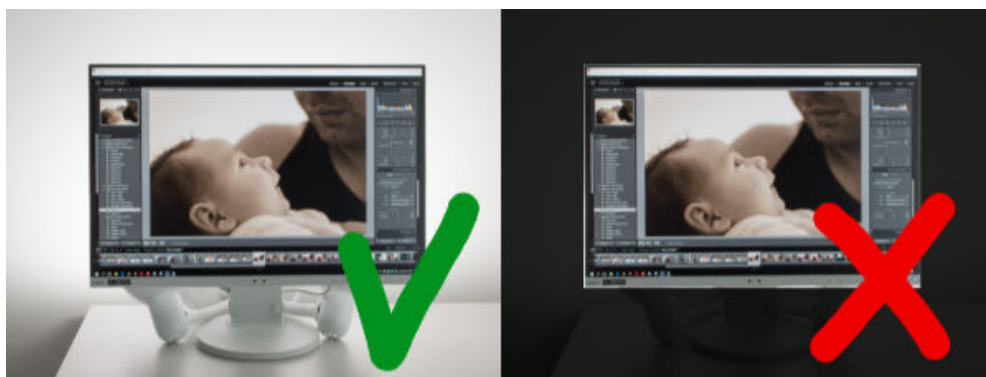
Trzeba mieć na uwadze, że układ i wystrój stanowiska też zależy od charakteru prowadzonych prac. W dużo lepszej sytuacji są osoby, które modyfikują lub tworzą nowe stanowisko. Mają większy wpływ na poprawne przygotowanie pomieszczenia, w którym będą pracowali. Aby stanowisko zapewniało minimum komfortu (poza dobrym fotelem) powinno mieć neutralny wpływ na postrzeganie wyświetlanego obrazu. Można to osiągnąć w różny sposób. Istotne by kolor ścian był jednolity (biały lub nawet szary) i w miarę możliwości stałe warunki oświetleniowe. Ani światło z okna ani sztuczne nie może (i nie powinno) padać na powierzchnię ekranu. Wszelkie refleksy i flary są niepożądane, szczególnie przy pracach z kolorem, gdyż potrafią mocno zredukować postrzegany kontrast. Dodatkowo kolorowe otoczenie będzie zaburzało postrzeganie właściwych barw, chociaż będzie nam się zdawało, że wszystko jest w porządku (to "zasługa" naszego mózgu, który szybko adoptuje widzenie do określonych warunków). Przykładem jest załączona grafika:



Wyobraźcie sobie, że szary kwadracik to monitor, a czarne/białe pole to jego otoczenie. W ciemnym ten kwadracik wydaje nam się jaśniejszy wskutek rozszerzania się źrenicy. Gdy jest za jasno, źrenica się zwęża i postrzegany obraz wydaje się ciemniejszy. Zapewne takie też było pierwsze wrażenie po zerknięciu na obrazek. Jednak gdy zestawimy je obok siebie, wrażenie znika i widzimy, że oba szare pola są takie same.



W kompozycji oświetleniowej pomieszczenia, najważniejsze jest światło wokół stanowiska, a szczególnie tła za monitorem. Jakość oświetlenia ma drugorzędne znaczenie, ale o tym następnym razem. Liczy się natężenie oświetlenia, relacja z jasnością samego ekranu, co również wpływa na komfort dla oczu.



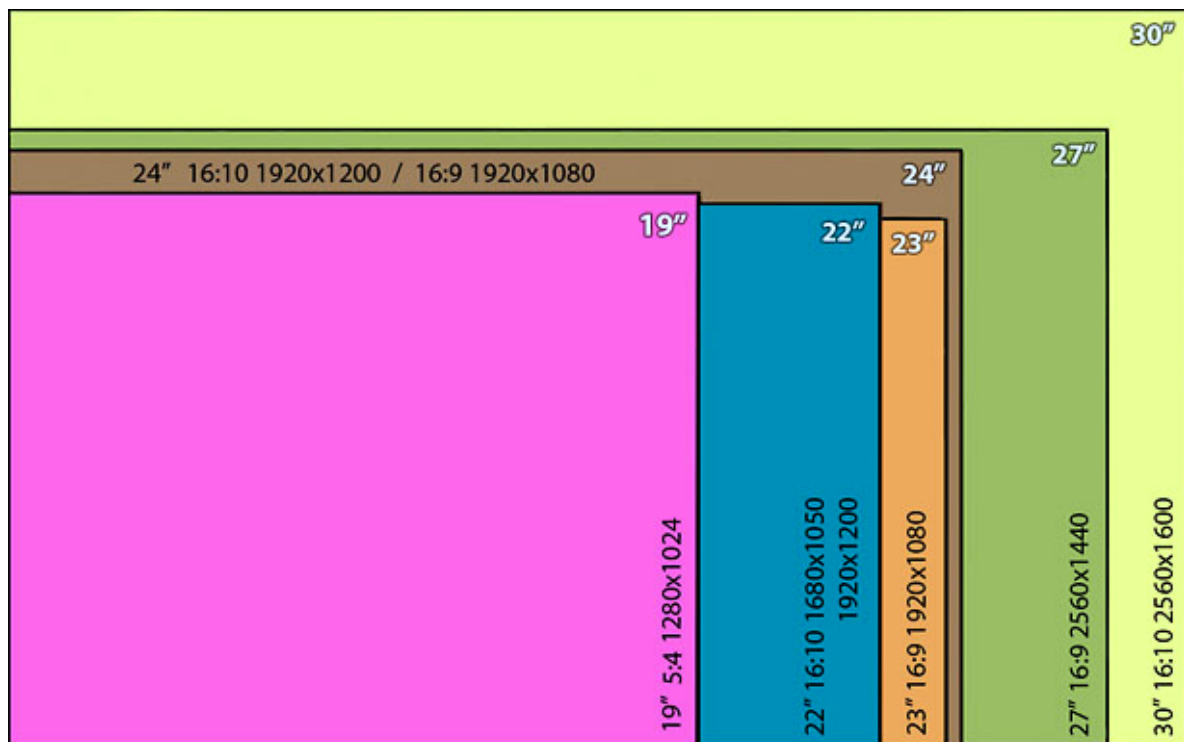
Jeśli chodzi o ergonomię to w sumie większość monitorów dedykowanych do pracy z kolorem (oraz modele biurowe) ma odpowiedni zakres regulacji wysokości, kąta pochylenia, umożliwia obrót na boki oraz do trybu portretowego (pivot). Także niezależnie od wybranego modelu nie powinno być problemu z właściwym ustawieniem monitora. Brak wspomnianych funkcjonalności szczególnie dotyczy tanich konstrukcji konsumenckich obecnych w marketach i dużych sieciach handlowych z elektroniką.

Możliwości regulacyjne parametrów obrazu będą wynikać z klasy i jakości monitora. Im monitor bardziej zaawansowany, tym zakres regulacji i jej dokładność będzie większy. Monitory klasy biurowej zazwyczaj mają słabą linearyzację fabryczną, gdyż założenia nie są dedykowane do żadnych prac graficznych. Regulacja często ogranicza się do kilku fabrycznych trybów wyświetlania, które mają narzucone uśrednione parametry do wyświetlania obrazu w określony sposób. Zazwyczaj jest też obecny przynajmniej jeden *tryb Użytkownika*, pozwalający na ręczny dobór parametrów, m.in.: jasność, kontrast, punkt bieli (określony lub z regulacją w Kelvinach, gamma, wagi RGB. Oczywiście monitory graficzne oferują to samo tylko w znacznie rozszerzonym zakresie.

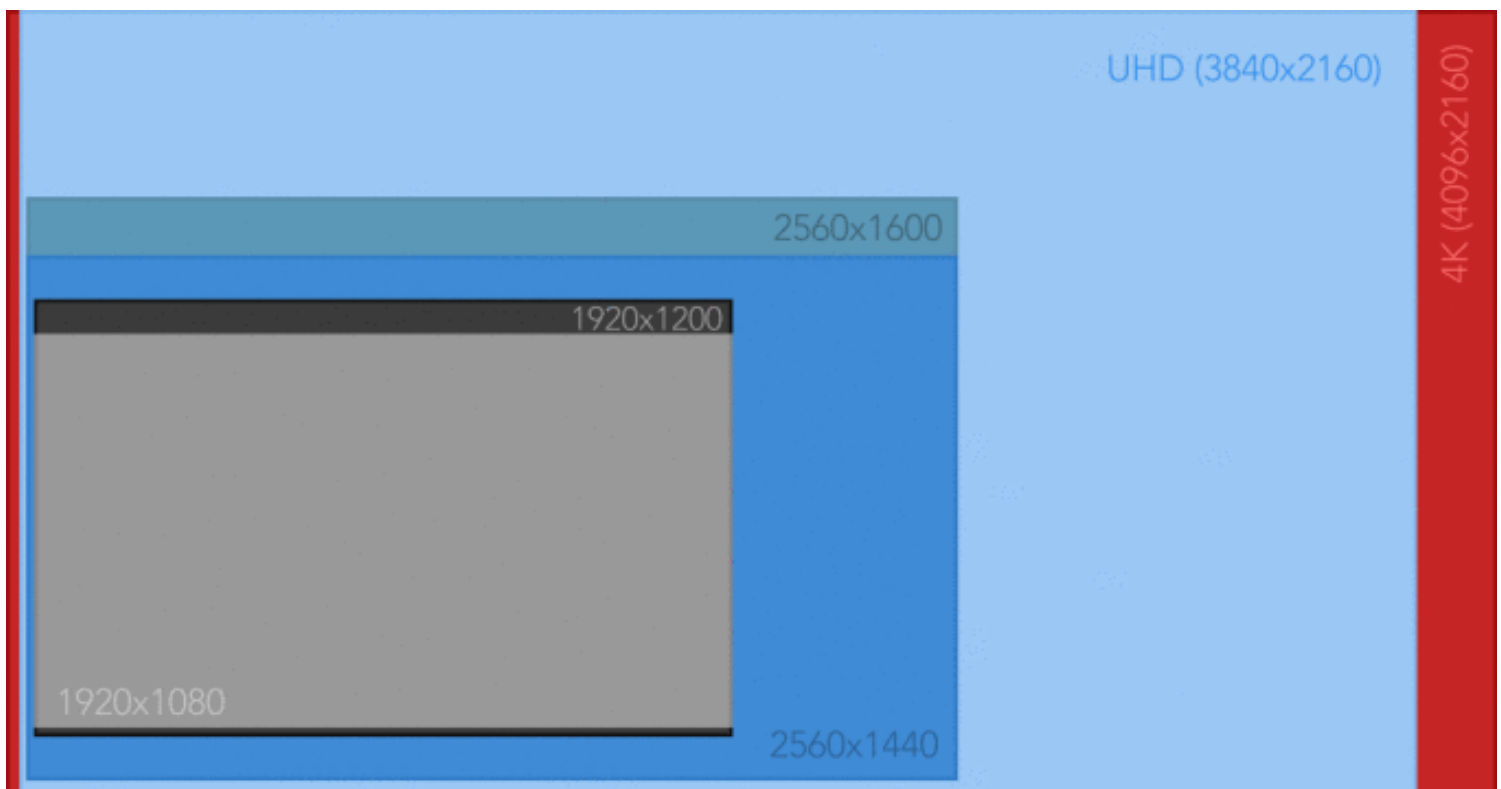
Rozmiar i rozdzielczość monitora

Fizyczną wielkość monitora określa się jest przez jego *przekątną* (liczona pomiędzy przeciwnymi narożnikami, wyrażona w calach) o *proporcje ekranu* (stosunek szerokości i wysokości matrycy). Wybór przekątnej również może być podyktowany przeznaczeniem, ale często to kwestia indywidualna.

Do niedawna najbardziej popularne były monitory o przekątnych 19"-24". Te mniejsze (nawet 17") do tej pory można spotkać w wielu instytucjach, bankach, sklepach i wszędzie tam, gdzie są obecne systemy informatyczne oraz sprzedażowe). Od kilku lat tendencje przesuwają się w stronę 24", 27" i więcej. Przy czym dominującym formatem jest 16:9, który sprawdza się szczególnie dobrze w zastosowaniach rozrywkowych (głównie monitory 23" i 27"). Monitory o przekątnej 24" (16:10) to dla wielu już zbyt mało i traktowane są jako "nieatrakcyjne", jednak wciąż są popularne ze względu na dobry stosunek cena/jakość. Szczególnie widać to po [monitorach graficznych](#).

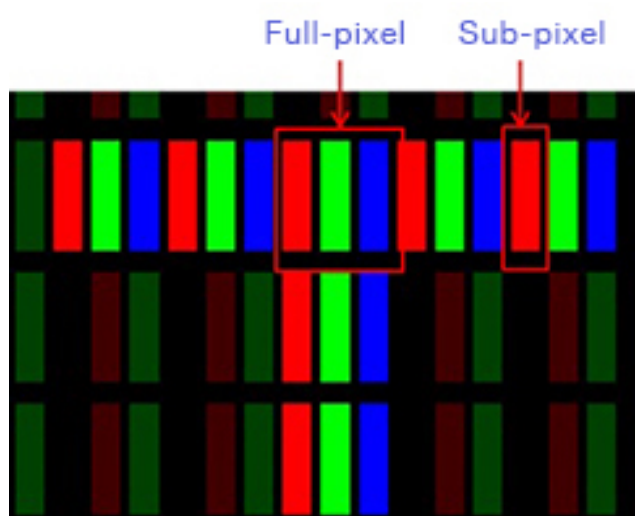


Kolejnym istotnym parametrem jest *rozdzielczość natywna (nominalna)* monitora, wyrażona w postaci rzeczywistej liczby pikseli w poziomie i w pionie. Jest to maksymalna rozdzielczość wyświetlanego obrazu (a nie samego ekranu), przy zachowaniu jego najlepszej jakości. Zmiana rozdzielczości ekranu wymusza przeskalowanie wyświetlanego obrazu, co bardzo często wiąże się z pogorszeniem jego jakości i spadkiem komfortu pracy. Należy to mieć na uwadze, rozważając zakup monitora rozdzielczości o rozdzielczości UHD/4K. Poza tym takie ekrany wymagają też odpowiedniej karty graficznej, która będzie w stanie obsłużyć obraz 3840x2160 pikseli dla 60Hz. W chwili obecnej tego typu standard oferują interfejsy DisplayPort 1.2, HDMI 2.0, USB-C, Thunderbolt 2 i 3.



Analiza potrzeb i oczekiwań w kontekście ceny (budżet)

Monitor lepszy technicznie i jakościowo, nie zawsze oznacza lepszą przydatność do wszystkich zastosowań. Jeśli ktoś projektuje (np. Corel, CAD) to na pewno przyda mu się monitor o dużej przekątnej i wysokiej rozdzielczości. Fizycznie duża przestrzeń wpłynie na komfort pracy, a dzięki małej plamce obraz będzie ostry i szczegółowy w całym obszarze roboczym. Przy czym zwracam uwagę, iż *plamka* oznacza odległość od początku jednego do początku drugiego piksela wraz z czarną przerwą między nimi. Natomiast *piksel* stanowi najmniejszą jednolitą część obrazu, wyświetlanego na ekranie monitora, drukowanego lub wyświetlanego przy użyciu specjalistycznych urządzeń (aparatów cyfrowych itp.). Jeden piksel wygląda jak małe kwadrat, prostokąt lub trójkąt o jednolitej barwie. Pojedynczy piksel składa się z trzech subpikseli, które dają światło w trzech kolorach: czerwonym, zielonym i niebieskim. Aby uzyskać końcową barwę jednego piksela, należy odpowiednio ustawić natężenie wszystkich składowych subpikseli.



Duża rozdzielczość i obszar roboczy na pewno też przyda się wszelkim fotografom, grafikom i projektantom. Z tym, że głównym priorytetem wciąż będzie jakość obrazu. I tu zazwyczaj często jest dylemat czy wybrać 24" (1920x1200) czy 27" (2560x1440) lub jeszcze inaczej. Oczywiście chodzi o koszty. Pomimo tego, że modele 24" potrafią dużo kosztować to zawsze będą tańsze od swoich większych odpowiedników. Rynek monitorów graficznych jest od wielu lat ściśle zdefiniowany. Zarówno EIZO jak i NEC mają w ofercie [profesjonalne monitory](#) pokrywające większość zróżnicowanych zastosowań. Pomimo różnic (wynikających głównie z polityki obu firm) potencjalny użytkownik jest w stanie dobrać odpowiedni model uwzględniając własne preferencje. Trzeba jednak mieć świadomość, co dany sprzęt oferuje i czego możemy od niego oczekiwać, a czego nie. Bardzo często ludzie łączą ze sobą sprzeczne wymagania i oczekują, że uda im się kupić "idealny" sprzęt jak najtaniej. Niestety tak się nie da! Sprawa jest prosta, przynajmniej teoretycznie. Mamy określony "problem" i szukamy odpowiedniego rozwiązania. Trzeba się w pierwszej kolejności skupić na doborze najbardziej zgodnego z naszymi potrzebami. Ponieważ wybór jest zawężony, może okazać się, że to czego potrzebujemy jest droższe, niż wstępnie zakładano. Niezależnie od zastosowań, zakup monitora wiąże się z użytkowaniem co najmniej 3-5 lat. Dobry monitor w dobrych rękach posłuży nawet 10-15 lat. Zatem warto kupić możliwie najlepszy monitor, na jaki nas stać, nawet dokładając znacznie. Być może budżet ucierpi, ale tylko raz. Decydując się na kompromis i pozorną oszczędność potencjalnie wyrządzimy sobie krzywdę. Ucierpi warsztat pracy, finalny efekt starań, a czasami też ogólny komfort. Pracując na

lepszym sprzęcie zmniejsza się ryzyko, że przygotowywany materiał będzie "wadliwy". W określonych sytuacjach mogłoby to przysporzyć dodatkową stratę czasu i energii, poświęconych na ewentualne poprawki i niedoróbki. Monitor jest dla wielu jednym z podstawowych narzędzi pracy, a często niestety bagatelizowanym, zwłaszcza w obiegu pracy fotografów i grafików. To na nim oglądamy i obrabiamy cenny materiał cyfrowy z drogich korpusów i szkieł. Dlatego szkoda tracić energię na super ujęcia i gigabajty kadrów, skoro najważniejszy element będzie jednocześnie najslabszy.

Przed ostateczną decyzją warto jeszcze raz na spokojnie przejrzeć specyfikację wybranych modeli i ocenić, które funkcjonalności rzeczywiście będą przydatne oraz wykorzystywane, a które można ewentualnie pominąć. Bardziej dociekliwym polecam lekturę forum MVA.pl, które skupia informacje i opinie specjalistów oraz różnych użytkowników głównie nt. monitorów graficznych i tematów powiązanych.

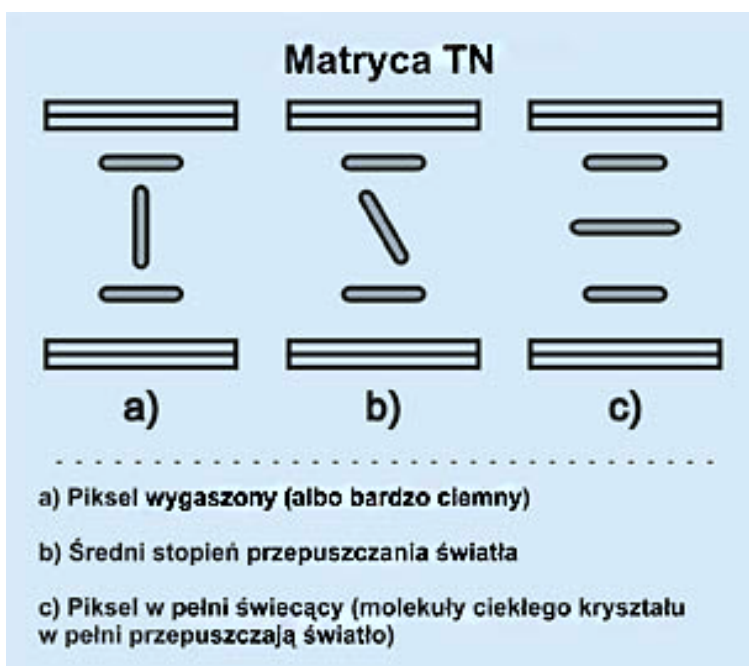
* * * * * **Technikalia** * * * * *

Technologia LCD wniosła sporo zmian względem CRT. Ma sporo zalet (np. rozmiar, waga, energooszczędność, brak problemów z geometrią obrazu), ale też obarczona jest wadami, których nie było w monitorach kineskopowych. Jedną z głównych jest różna jakość obrazu, zależna od rodzaju i matrycy i jej podświetlenia. Kolejną jest rozdzielczość natywna każdego ekranu, a także potencjalne ryzyko wystąpienia wad pikseli.

Rodzaje matryc

1) TN (Twisted Nematic) / TN+FILM / STN

Ze względu na niskie koszty i uniwersalność, były (i są) to do tej pory najczęściej stosowane (ok. 60-80%) typy matryc w produkcji masowej. Do tej pory bardzo często można je jeszcze spotkać w laptopach. Pomimo ulepszeń na przestrzeni ostatnich lat, wciąż ten typ matrycy ustępuje znacznie technologii IPS, która obecnie jest najbardziej rozwijana. Znajdują zastosowanie głównie w biurach oraz, z uwagi na szybkość, do gier i multimediiów.



PLUSY:

- bardzo tanie
- krótki czas reakcji (~ 2-5 ms)
- zazwyczaj znikomy efekt smużenia

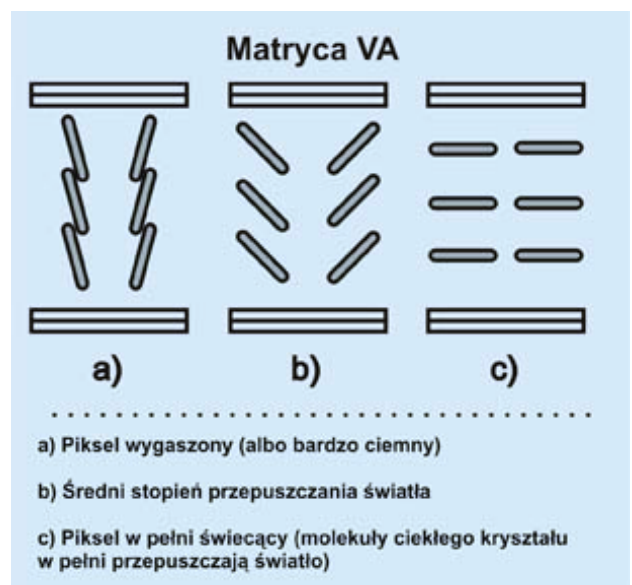
MINUSY:

- słabe odwzorowanie barw: najczęściej 6-bitowe sterowanie, co przekłada się na ok. 262 tys. rzeczywiście wyświetlanych kolorów; reszta uzyskiwana jest przez *dithering* (tworzenie koloru poprzez kompozycję kilku barw z dostępnej palety) lub jest symulowana przez *układ FRC* (Frame Rate Control)
- wąskie kąty widzenia (szczególnie w pionie)
- brak stałości koloru i jednorodności na całej powierzchni matrycy
- słabe przejścia tonalne i nierównomierność podświetlenia
- czasami efekt martwych pikseli

2) VA (Vertical Alignment)

Ten typ matrycy jest już w zasadzie prawie nie używany. Występował swego czasu w dwóch zasadniczych odmianach, wynikających z różnych producentów i licencji:

MVA (Multi-domain Vertical Alignment): stworzona przez Fujitsu-Siemens, miała stanowić kompromis pomiędzy szybkimi ekranami TN, a doskonałymi pod względem reprodukcji kolorów IPS



PLUSY:

- średni koszt produkcji / niewygórowana cena
- szerokie kąty widzenia
- dobra lub bardzo dobra jakość obrazu
- zadowalający czas reakcji / znikome smużenie
- wysoki kontrast / dobre nasycenie czerni
- małe prawdopodobieństwo wystąpienia martwych pikseli

MINUSY:

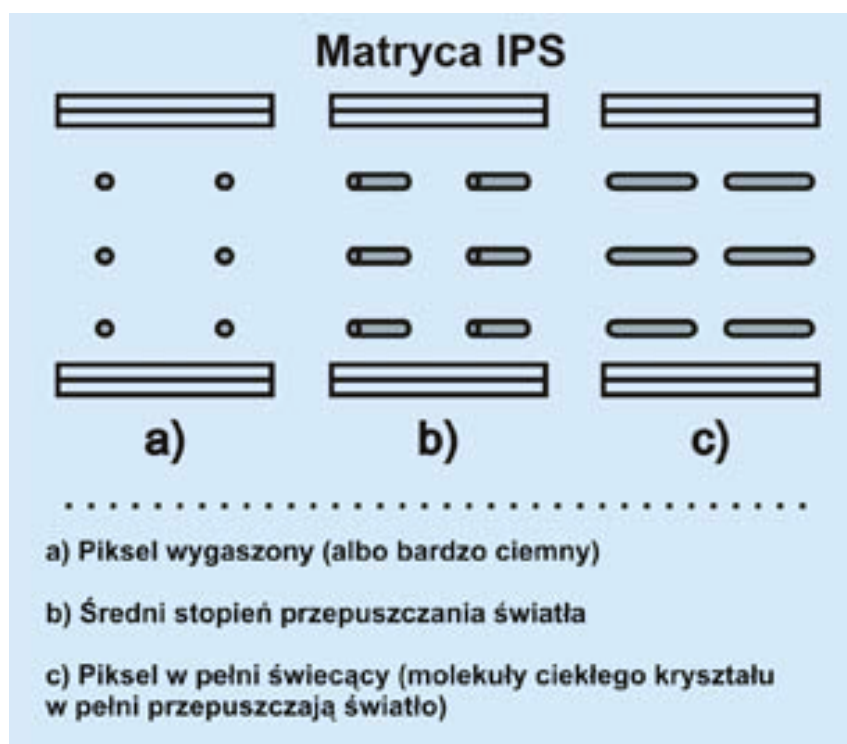
- dużo droższe niż panele TN
- niedoskonałości odwzorowania koloru (wynikają z ułożenia kryształów)

PVA (Patterned Vertical Alignment) / S-PVA: technologia opracowana przez Samsunga; parametry zbliżone do MVA (z pewnymi modyfikacjami)

- większy kontrast (nawet do 3000:1)
- tańsze panele PVA często używają metody *ditheringu i FRC (tylko 6 bitów na kolor)
- wersje S-PVA oferują przynajmniej 8 bitów na każdy kolor bez symulowania barw, zapewniając tym samym jeszcze lepsze odwzorowanie barw

3) IPS (In-plane switching)/S-IPS: patent Hitachi (1996r.)

Na początku były bardzo drogie i stosowane są przede wszystkim w wysokiej klasy monitorach przeznaczonych do profesjonalnych grafików. W 1998 r. pojawiła się odmiana S-IPS z poprawionym czasem reakcji piksela. Potem pojawiły się dwie odmiany: AS-IPS i E-IPS (produkcji LG Display), które wniosły poprawiony kontrast oraz reprodukcję kolorów. Oba parametry jeszcze bardziej poprawiono w kolejnej generacji oznaczonej H-IPS. Tutaj pojawia się jeszcze ekonomiczna wersja e-IPS, która miała słabszy kontrast, mniejsze kąty widzenia i operowała tylko 6 bitami na kanał ze wsparciem ulepszonego modułu FRC (6-bit + AFRC). Taki zabieg pozwalał stworzyć w miarę tani ekran z poprawną (ale nie najlepszą) reprodukcją kolorów.



Najnowsza odmiana (od 2011 r.) to panele oznaczone AH-IPS. Termin wprowadziła do obiegu firma LG Display, a pierwsze matryce montowano w tabletach i urządzeniach mobilnych. Oferowały one zwiększoną rozdzielczość i zagęszczenie pikseli PPI (w tym słynna "Retina"), a także niższe zużycie energii dzięki lepszej przepuszczalności światła. Ekspansja wśród monitorów biurkowych przypadła na rok 2014/2015 i trwa do dzisiaj wraz z rozwojem pod kątem obsługi coraz wyższych rozdzielczości (UHD/4K DCI/5K), włączając w to również ekrany typu 21:9 oraz te zakrzywione.

Podstawowe zalety IPS-ów to szerokie kąty widzenia oraz bardzo dobra reprodukcja barw. Do głównych wad należy efekt "srebrzenia" (IPS glow) oraz "cieknienie światła" (light leakage). Kolejną negatywną cechą IPS-ów jest niezbyt dobra czerń, a na pewno daleka od ideału. Dodatkowo monitorom z matrycami IPS zarzucano na początku brak klarowności obrazu. Widoczne linie pomiędzy pikselami sprawiały, że obraz wydawał się "szorstki", a biel lekko "brudna". Obecnie ten problem został zredukowany przez stosowanie odpowiednich powłok AG (Anti-Glare).

3.1) PLS (Plane to Line Switching) /Super PLS

Nowy rodzaj matryc LCD wprowadzony przez Samsunga na przełomie 2010/2011 roku. Miał on stanowić rozwinięcie standardu IPS, ale ze względów licencyjnych użyto nowego oznaczenia. Względem IPS nowe panele PLS wyróżniają się lepszymi kątami widzenia, obrazem jaśniejszym o ok. 10% oraz niższymi kosztami produkcji (ok. 15%). Pierwsze partie takich matryc trafiły najpierw do high-endowych smartfonów i tabletów, potem dopiero do monitorów LCD. Taki panel trafił też do EIZO w słynnym (i już nieprodukowanym) modelu CX240/CG246. Dzięki dodatkowemu filtrowi ćwierćfalowemu, (OCF - Optical Compensation Film) zredukowano efekt srebrzenia, co przełożyło się wizualnie na bardzo dobre wrażenie czerni, zwłaszcza pod kątem (z czym ma problemy większość monitorów IPS). Ponieważ ogólne własności są zbliżone do klasycznego IPS, w specyfikacjach różnych producentów może widnieć IPS, podczas gdy faktycznie monitor będzie miał matrycę PLS. W niektórych przypadkach da się to sprawdzić, ale nie zawsze.

3.2) AHVA (Advanced Hyper-Viewing Angle)

Kolejny wariant IPS/PLS opracowany przez AU Optronics w 2012 roku. Oczywiście nie można tego pomylić z technologią VA. Parametry zbliżone do IPS/PLS, chociaż niektórzy przyrównują obraz do tego z ekranów typu AMOLED. Podobnie jak u konkurencji, pojawiają się ekrany powyżej 30" i z rozdzielczością do UHD. Część paneli AHVA obsługuje 144Hz odświeżanie. Większość paneli ma matowe wykończenie. Oprócz monitorów LCD można je spotkać również w laptopach i tabletach.

Przetwarzanie koloru / głębia koloru

Każdy monitor LCD wyświetla określoną liczbę kolorów wyrażonych w bitach, określaną jako głębia koloru. Typowa wartość to ok. 16,77 miliona kolorów (*True Color). W wyniku ograniczeń percepcji oka ludzkiego taka wartość jest wystarczająca do prawidłowej reprodukcji. Samo podanie maksymalnej ilości odcieni, jakie może wyświetlić monitor LCD, nie jest pełnowartościową informacją. Trzeba rozdzielić ilość rzeczywiście wyświetlanych kolorów od tych dorabianych sztucznie (układy FRC). Wspomniane True color wynika z użycia ośmiu bitów na każdą składową RGB (razem 24 bity) generowanych przez komputer. Pełny sygnał 8-bitowy daje właśnie ok. 16,77 mln rzeczywiście wyświetlanych barw.

Uzyskanie pełnokolorowej palety 16.7M kolorów przy użyciu 8 bitów na każdą składową RGB

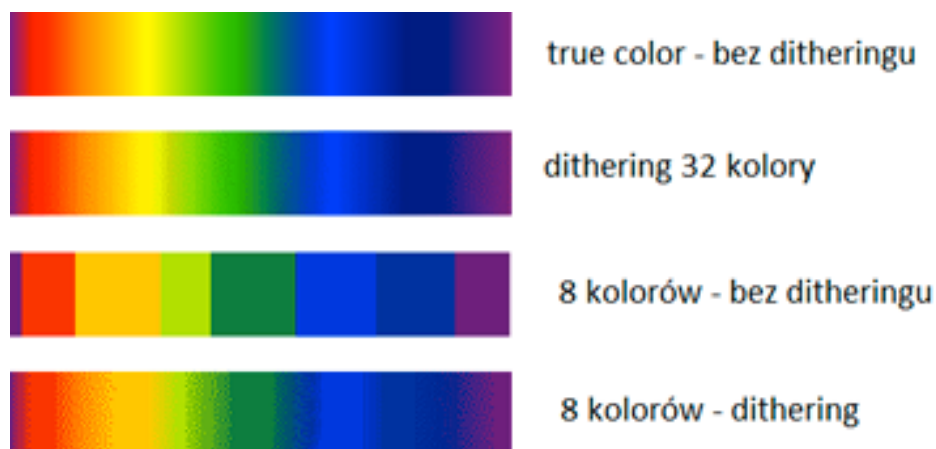
8 bitów (2^8) = 256 odcieni

256 odcieni (R) * 256 odcieni (G) * 256 odcieni (B) = 16 777 216 kolorów

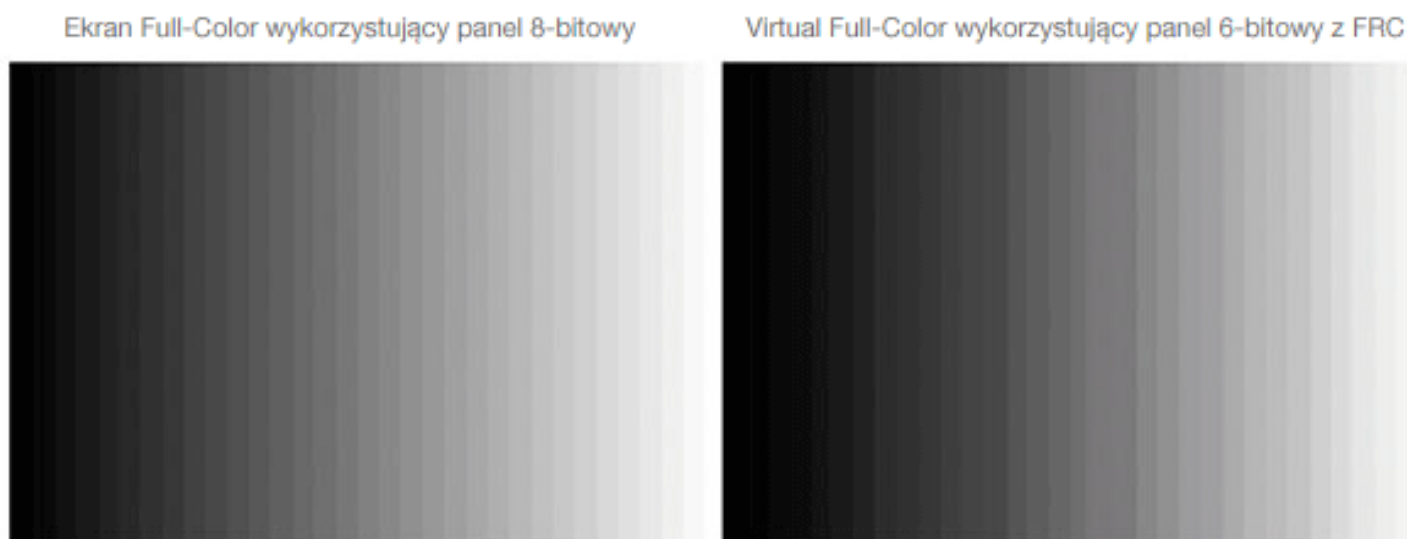
16 777 216 kolorów \approx 16,77 milionów kolorów

Nie trudno się domyślić, że stopień przetwarzania koloru kształtuje ilość możliwych do wyświetlenia barw. Im więcej tym lepiej – płynne przejścia tonalne i szarości bez gradientów oraz lepsza wyrazistość. Paleta wyświetlanych barw będzie zależać od rodzaju panelu i metody reprodukcji.

***dithering** – sztuczna emulacja (reprodukcja) barw poprzez układ FRC (Frame Rate Control - kontrola częstotliwości wyświetlania), który tworząc odpowiednią kompozycję barwy wynikowej, daje złudzenie lepszego wyświetlanego koloru. Im lepszej klasy panel, tym układy FRC mogą być bardziej zaawansowane, dając odpowiednio lepsze rezultaty.



Obecnie najczęściej stosuje się panele z przetwarzaniem:
6-bit / 6-bit + FRC / 8-bit / 8-bit + FRC / 10-bit



Ilustracja obrazuje uwypuklone różnice podczas wyświetlania gradientu szarości na ekranie w pełni 8-bitowym i na ekranie 6-bitowym z FRC. Ośmiobitowe przetwarzanie daje lepsze możliwości odtwarzania gradientów.

Jaskrawość

Jaskrawość, luminancja, wielkość fotometryczna, w układzie układu SI wyrażona w kandelach na metr kwadratowy (cd/m^2). Jest to natężenie światła, jaką jest w stanie wyemitować ekran monitora wyświetlając czystą biel. Wysoka jasność jest szczególnie przydatna przy oglądaniu filmów, zdjęć oraz w grach. Przy biurowej pracy jej duża wartość potrafi szybko zmęczyć wzrok. Dlatego też w tym przypadku najbardziej ergonomiczną wartością jest około $60\text{-}120 \text{ cd}/\text{m}^2$.

Kontrast (statyczny)

Parametr znacznie wpływający na jakość obrazu i odwzorowanie kolorów. Podawany w formie liczbowej jako stosunek natężenia światła w elementach o maksymalnej i minimalnej jasności np. iloraz bieli i czerni na wyświetlanym obrazie. Jego wartość zależy głównie od rodzaju matrycy danego monitora. Powszechnie przyjęto, że im większy kontrast, tym lepiej.

- Kontrast dynamiczny: nie odzwierciedla faktycznego kontrastu dla pojedynczej sceny, gdyż może być osiągalny przy pewnych założeniach w danym czasie; Realizowany jest poprzez odpowiedni układ w monitorze, który analizuje bieżący obraz i automatycznie chwilowo zwiększa lub obniża moc lamp podświetlających ekran.

Wartość kontrastu dynamicznego jest dużo wyższa niż *statycznego*. Dlatego częściej producenci (zwłaszcza tańszych monitorów) podają właśnie ten parametr jako robiący „większe wrażenie”. Niestety kontrast dynamiczny zazwyczaj sprawdza się tylko w grach i filmach.

Czas reakcji/smużenie

Czas reakcji – czas, który upływa pomiędzy momentem wysłania sygnału wzbudzającego do określonego stanu a jego reakcją (wykonaniem działania) na ten sygnał.

Czas reakcji matrycy [ms] decyduje o ostrości ruchomych obiektów wyświetlanych przez monitor. Najczęściej opisywany jest przez dwa parametry:

- *czas reakcji całkowitej* – oznacza sumę czasu przejścia piksela ze stanu zapalonego (biel) do zgaszonego (czern), i ponownie zapalonego (biel) / ten parametr jest bardziej istotny
- *czas reakcji pośrednich (GtG)* – Gray-to-Gray : suma czasu przejścia piksela pomiędzy kolejnymi wyższymi poziomami szarości (zapalony „pośredni” - zgaszony czarny – zapalony „pośredni”)

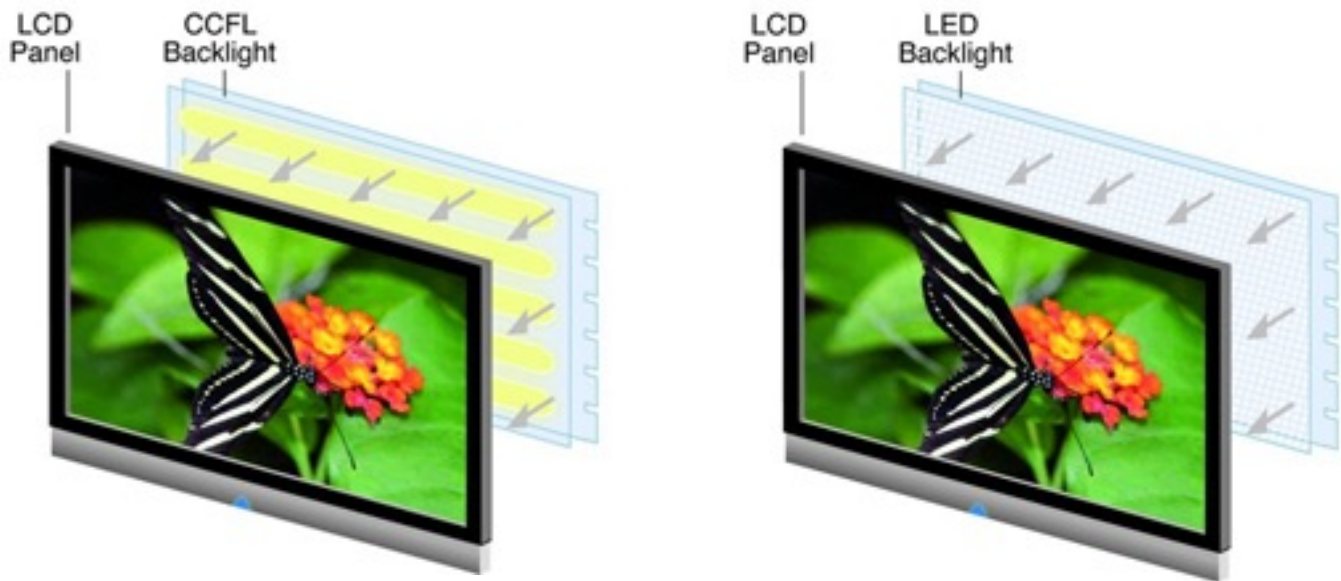
Zazwyczaj czasy reakcji pośrednich są sporo dłuższe od czasów reakcji całkowitej. Dlatego też w wielu monitorach zaczęto stosować „dopalacze” kryształów w postaci układów RTC (np. „overdrive” - EIZO, NEC).

Wyższemu czasowi reakcji matrycy często towarzyszy efekt **smużenia**, który występuje przy czasie rzędu 16-20 ms i dłuższym. Smużenie zachodzi w sytuacji, gdy prędkość danego obiektu na ekranie jest większa, niż czas reakcji matrycy. Za fakt smużenia odpowiada także ludzki mózg, którego percepcja nie jest w stanie rozpoznać szybszego czasu reakcji niż 5-8 ms.

Podświetlanie matrycy

Bardzo popularnym sposobem podświetlania matrycy było do niedawna używanie świetlówek (CCFL). Przy mniejszych matrycach stosowane było podświetlanie krawędziowe (kilka katod), zaś większe i bardziej profesjonalne były podświetlane

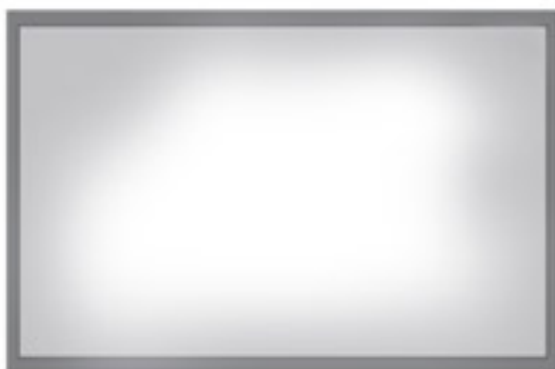
bezpośrednio nawet trzydziestoma sześcioma świetlówkami. Niekiedy, dla poprawienia jakości odwzorowania barw świetlówki emitowały światło właściwe dla barw składowych RGB.



Od kilku lat stosuje się konsekwentnie podświetlenie oparte o różne kombinacje diod LED. Monitory z **podświetleniem diodowym LED** posiadają szereg zalet względem monitorów świetlówkowych. Podświetlenie diodami jest bardziej energooszczędne (zajmuje mniej miejsca, więc monitor jest "chudszy"), a także trwalsze - diody LED świecą z równą jasnością przez bardzo długi okres czasu.

Świetlówki zaś, szczególnie przy ustawionej przez nas maksymalnej jasności obrazu, po dłuższym czasie tracą swe właściwości. Oświetlenie matrycy kilkudziesięcioma diodami LED pozwala także uzyskać nieporównywalnie lepszą **równomierność podświetlenia matrycy*, trudną do uzyskania w przypadku lamp CCFL. Przyszłość należy głównie do technologii LED/OLED i pochodnych, które są coraz bardziej udoskonalane i rozpowszechniane.

*) W monitorach (EIZO, NEC) do zaawansowanych prac z kolorem, stosuje się elektroniczne układy, które czuwają nad poprawnym odwzorowaniem barw i sterowaniem ciekłymi krysztalami. Dla Eizo jest to funkcja **DUE** (Digital Uniformity Equalizer) stosowana w monitorach ColorEdge. W monitorach NEC funkcja ta oznaczona jest jako **DUC** (Digital Uniformity Compensation) i obecna jest w serii PA i SpectraView Reference oraz w wybranych modelach serii EA (układy uproszczone).



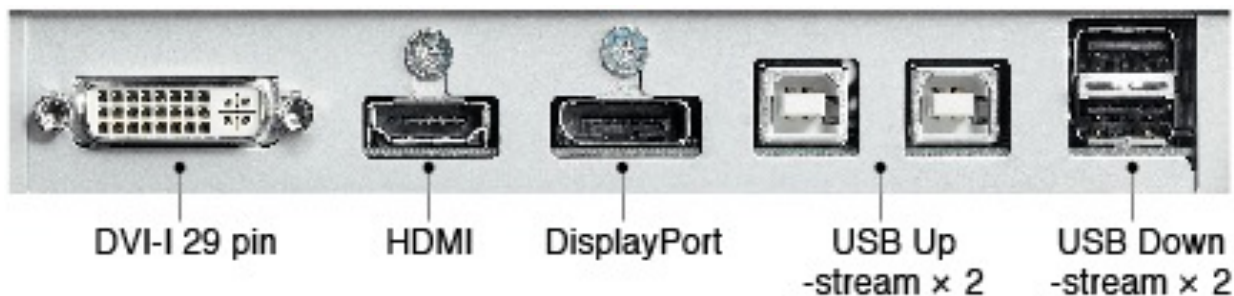
Brak DUE: nierównomierne rozłożenie podświetlenia i koloru



Z użyciem DUE: równomierne rozłożenie podświetlenia i koloru na całej powierzchni matrycy

Złącza (interfejs)

Zasada jest generalnie bardzo prosta: im więcej złącz tym lepiej, gdyż zwiększa się w ten sposób możliwości zastosowania monitora. Przez ostatnie kilka lat liczba nowych złączy wideo znacznie się powiększyła. Wiąże się to głównie z coraz to nowszymi technologiami wyświetlania obrazów o wyższych rozdzielczościach. Wyższe rozdzielczości umożliwiają szersze pasmo transferu danych. Obecnie najpopularniejszymi złączami służącymi do podłączenia monitora LCD z dowolnym źródłem sygnału, przeważnie z komputerem są: VGA, DVI, HDMI oraz Display Port.



Ostatnio zaczęło się również pojawiać złącze typu USB-C (widoczne powyżej na przykładzie BenQ SW271). Służy do transmisji danych i sygnału wideo za pomocą jednego kabla, a w niektórych przypadkach także do ładowania.

Poza złączami cyfrowymi związanymi z wyświetlaniem obrazu możemy jeszcze mieć do czynienia z hubem (koncentratorem) USB (porty upstream i downstream) oraz złączem audio (mini jack). Porty USB zazwyczaj służą podłączenia głównych peryferiów (np. klawiatura, myszka, czytnik kart). W monitorach graficznych (i nie tylko) dodatkowo można podłączyć zewnętrzny kalibrator. W starszych konstrukcjach zazwyczaj występuje złącze USB 2.0, ale obecnie coraz powszechniejsze jest już stosowanie USB 3.0 (charakterystyczne niebieskie gniazdo/wtyczka).

Wybierając monitor warto zwrócić uwagę, jakimi złączami dysponuje nasz komputer/laptop (wyjścia karty graficznej zewnętrznej/zintegrowanej) i jak będziemy wykorzystywać monitor. Może się okazać, że interesujący nas model nie ma w zestawie odpowiedniego kabla albo nie będziemy mogli wykorzystać optymalnej rozdzielczości (szczególnie istotne dla monitorów UHD / 4K DCI).

VGA

Analogowy standard przesyłu danych ze złączem D-Sub 15 pin; Maksymalna rozdzielczość obrazu ograniczona jest przez przepustowość złącza oraz jakość i długość kabla. VGA nie wspiera możliwości przesyłania dźwięku oraz żadnego protokołu chroniącego przekazywaną treść.



DVI

Standard cyfrowy z szerszym pasmem przenoszenia, kompatybilny wstecz z analogowymi złączami D-Sub za pomocą jednego 29-pinowego złącza; Dostępny zarówno w wersji z pojedynczym i podwójnym kanałem transmisji (Single Link, Dual Link) oraz w dwóch zasadniczych odmianach:

DVI-I (transfer analogowo-cyfrowy) lub *DVI-D* (transfer tylko cyfrowy).

Standard DVI nie posiada dedykowanego kanału do przenoszenia dźwięku. DVI jest kompatybilne ze standardem HDMI łącznie z protokołem kodowania HDCP.



HDMI (High-Definition Multimedia Interface)

Licencjonowany cyfrowy interfejs służący do przesyłu nieskompresowanego obrazu oraz dźwięku; dedykowany głównie do zastosowań multimedialnych (m.in.: telewizory, odtwarzacze DVD, konsole, projektory). Złącze HDMI (kabel HDMI – HDMI) jest najmniej polecane do podłączenia monitora ze względu na inny sposób kodowania koloru.



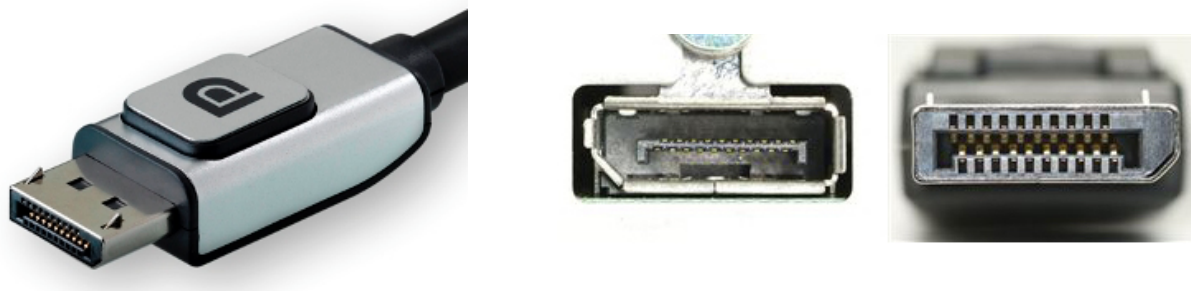
Monitor przy takim podłączeniu może być rozpoznawany przez sterownik karty graficznej jako telewizor i kolor kodowany jest jako YUV a nie RGB. Wiąże się to z węższym zakresem tonalności i na ekran wysyłane są odcienie z zakresu 16-235 zamiast 0-255. W efekcie skrajne cienie i biele na wyświetlanym obrazie będą się "zlewać".

Największą funkcjonalność i jakość zapewnia wersja HDMI 1.4 i 2.0, która umożliwia jednoczesną dwukierunkową wymianę informacji (wymagany kabel wysokiej jakości w tej samej specyfikacji).

Wersja HDMI	1.0	1.1	1.2 1.2a	1.3	1.3a 1.3b 1.3b1 1.3c	1.4 1.4a 1.4b	2.0 2.0a
Maksymalna częstotliwość pikselowa (MHz)	165		340			600	
Maksymalna przepływność TMDS (Gbit/s)	4.95		10.20			18.00	
Maksymalna przepływność video (Gbit/s)	3.96		8.16			14.40	
Maksymalna przepływność audio (Mbit/s)	36.86						
Maksymalna głębokość koloru (Color Depth) (bit/px)	24			48			
Maksymalna rozdzielczość złącza przy 24-bit/px	1920x1200p60		2560x1600p75		4096x2160p24		4096x2160p60
Maksymalna rozdzielczość złącza przy 30-bit/px	Niedostępne		2560x1600p60				
Maksymalna rozdzielczość złącza przy 36-bit/px	Niedostępne		1920x1200p75				
Maksymalna rozdzielczość złącza przy 48-bit/px	Niedostępne		1920x1200p60				
sRGB	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
YCbCr	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Dźwięk 8 kanałowy LPCM/192 kHz/24-bit	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Płyty Blu-ray w pełnej jakości audio i video	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Consumer Electronic Control (CEC)	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Obsługa DVD-Audio	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Obsługa Super Audio CD (DSD)	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Deep Color	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
xvYCC	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Synchronizacja audio wideo (AV-sync)	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Zgodny z Dolby TrueHD	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Zgodny z DTS-HD Master Audio	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Zaktualizowana lista poleceń CEC	Nie	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak
Kanał Ethernet	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak
Zwrotny kanał audio	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak
3D Przez HDMI	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak
Obsługa rozdzielczości 4K x 2K	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak

DisplayPort

Uniwersalne złącze cyfrowe (standard VESA - bez licencji) obecne na rynku od 10 lat. Standard ten wprowadza wyższą wydajność pasma przenoszenia dla obrazu i dźwięku, a także zapewnia jednoczesną dwukierunkową wymianę informacji. DisplayPort posiada charakterystyczne 20-pinowe złącze z opcjonalnymi zatrzaskami, obsługiwane w trybie Plug&Play. Wspiera nowoczesne wyświetlacze dysponujące szeroką paletą barw, wysokim odświeżaniem oraz rozdzielczościami. DisplayPort zapewnia wsteczne wsparcie z VGA/HDMI/DVI oraz wsparcie dla technologii ochrony treści takich jak HDCP 2.2 (wykorzystywane przez HDMI) oraz VESA Display Stream Compression.



Obecnie najczęściej można trafić na złącza w wersji 1.1a oraz nowsze 1.2, które jest kompatybilne z poprzednią wersją i wspiera obsługę wielu urządzeń i Internetu. Do tego zapewnia większą przepustowość danych, niż wersja 1.1 oraz możliwość przesyłania danych interfejsu USB 2.0. Obsługuje też w pełni format 3D.

15 września 2014 r. wprowadzono wersję 1.3 o zwiększonej przepustowości (aż do 32,4Gbit/s), co pozwoli na przesyłanie obrazu w rozdzielczości 8K (8192x4320).

mini DisplayPort - odmiana "mobilna" stosowana m.in. standardowo w komputerach Apple, a potem także w notebookach, laptopach i mini komputerach innych producentów.



Defekty pikseli

Piksel - jest to najmniejsza składowa część obrazu, która wyświetlana jest na ekranie. Rozmiar piksela podawany jest w milimetrach np. 0.264 mm. Im mniejszy rozmiar piksela tym obraz wyświetlany na ekranie będzie bardziej wyrazisty, ostry i bardziej kontrastowy. *Martwe piksele* (wypalone, błędne) oraz *subpiksele* - to punkty na ekranie LCD, które zawsze są zgaszone lub zapalone.

Z reguły dzielimy martwe piksele i subpiksele na następujące grupy:

- Typ 1 - Jasny piksel (trzy subpiksele) stale zapalony
- Typ 2 - Czarny piksel (trzy subpiksele) stale zgaszony
- Typ 3 - Czerwony, zielony lub niebieski subpiksel stale zapalony albo zgaszony

Defekt ten może być widoczny na czarnym lub białym tle. Wyjątkiem są tutaj matryce PVA oraz MVA, na których defekt ten jest niezauważalny. Technologia produkcji paneli LCD jest obecnie mocno rozwinięta. Mimo to wciąż nie może zagwarantować w 100% produktu bez ryzyka wystąpienia defektów pikseli. Nabywając monitor LCD musimy brać pod uwagę możliwość wystąpienia takiej "wady" - może ona istnieć już w momencie opuszczania fabryki lub ujawnić się podczas użytkowania.

Uwaga: Sformułowania dotyczące martwych pikseli nie oznaczają, że wystąpią one w twoim monitorze. Regulują tylko postępowanie w razie ich wystąpienia.

Norma ISO 13406-2 a błędne piksele w panelach monitorów LCD

Norma ISO 13406-2 określa między innymi typ i liczbę możliwych do wystąpienia błędnych pikseli na 1 milion pikseli. Dzieli ona panele TFT LCD na klasy określające liczbę i rodzaj defektów matrycy. **Defekty te mogą ale nie muszą wystąpić** w danym panelu. Ich liczba i położenie są podstawą przy określaniu warunków gwarancji na monitory LCD.

Zdecydowana większość monitorów na rynku należy do **klasy II**. Podane poniżej wartości są **wartościami maksymalnymi** w danej klasie.

Liczba błędów na 1 milion pikseli	Typy błędów		
	Typ 1	Typ 2	Typ 3
Klasa panela	Typ 1	Typ 2	Typ 3
I	0	0	0
II	2	2	5
III	5	15	50
IV	50	150	500

Liczbę błędów dla naszego monitora można bardzo łatwo wyliczyć. Wystarczy przemnożyć przez siebie ilość błędów wg normy ISO 13406-2 dla 1 mln pikseli i ilość pikseli na monitorze (rozdzielczość natywna), a następnie otrzymany wynik podzielić przez 1 000 000. Należy pamiętać, że zaokrągla się go w górę.

Od 2001 roku obowiązywała norma ISO 13406-2, do której dopisano kolejny standard – ISO 9241-307:2008, wprowadzający inną klasyfikację.

Wg **normy ISO 9241-307**, monitor LCD klasy I może posiadać jednocześnie:

- 1 martwy piksel (zawsze świecący) widoczny na ciemnym tle
- 1 martwy piksel (zawsze nieświecący) widoczny na jasnym tle
- Do 5 martwych subpikseli w odpowiedniej konfiguracji

Opracowanie: Dominik Nowak (Foto-Plus)

Konsultacja merytoryczna: monitory.mastiff.pl