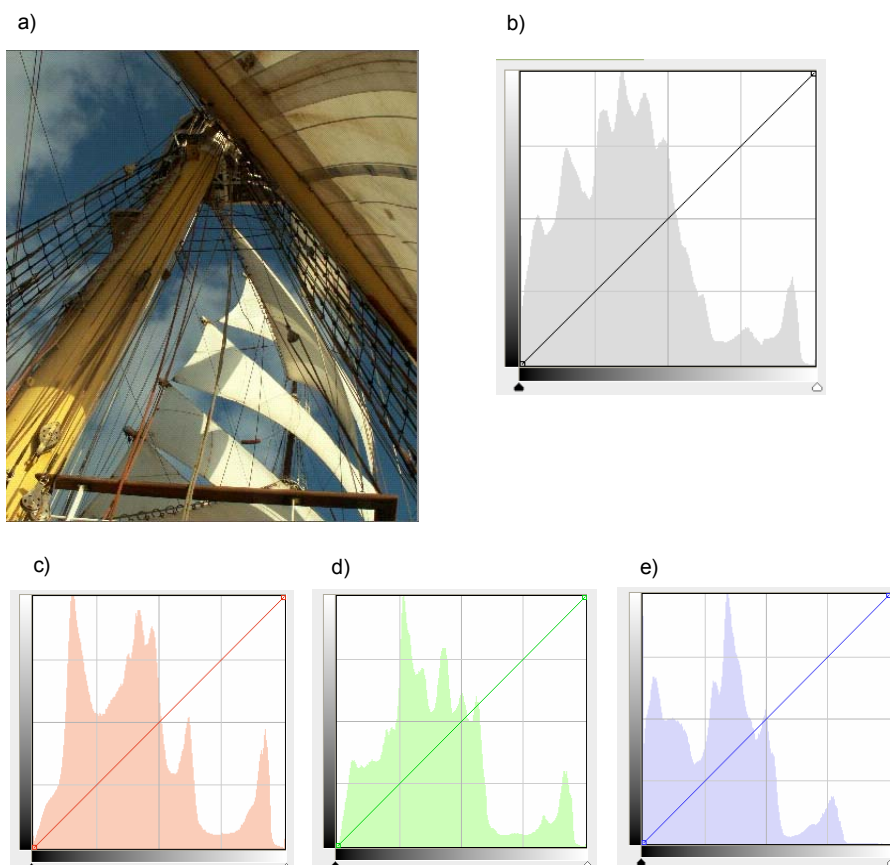


W przypadku obrazów cyfrowych histogram wyznacza się jako sumę wszystkich pikseli o danej jasności, znormalizowaną liczbą pikseli w matrycy. Przyjęto 256 przedziałów kwantyzacji w obrazach monochromatycznych, jak wyjaśniono w punkcie 2. Histogram jest zbudowany w taki sposób, że na osi odciętych najbliższej lewej strony znajduje się wartość 0, odpowiadająca barwie czarnej, a najbliższej prawej wartość 255 – odpowiadająca bieli obrazu monochromatycznego. Pomiędzy nimi, w środkowej części histogramu, znajdują się wszystkie pozostałe jasności zarejestrowane przez elementy światłoczułe matrycy. Analogicznie wykonywane są wykresy rozkładu odcieni barw czerwonej, zielonej i niebieskiej, oznaczone odpowiednimi kolorami na rysunku 5 c, d i e. Takie rozwiązanie jest technicznie możliwe dzięki zastosowaniu filtrów barwnych i przeprowadzeniu wcześniejszej interpolacji jasności pikseli przykrytych filtrami o innej barwie niż kolor analizowany w danym momencie. Zdjęcie przedstawione na rysunku 5a stanowi przykład opisaną histogramem ekspozycji bliskiej prawidłowej, czyli zbliżonym do krzywej Gaussa. Z histogramu widać, że kolor biały na zdjęciu nie występuje, a więc biel żagli jest efektem optycznym.

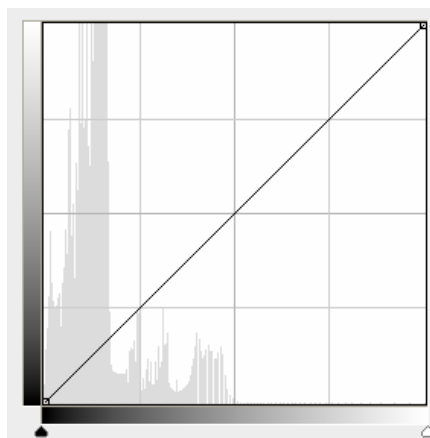
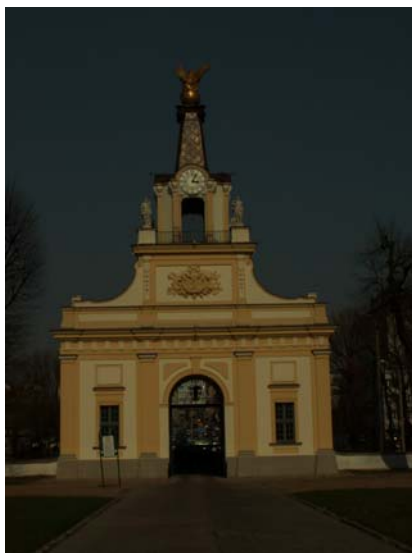


**Rys. 5.** a) Zdjęcie żagli „Dar Młodzieży”, b) histogram wynikowy, c), d), e) rozkłady jasności poszczególnych barw: c) czerwony, d) zielony, e) niebieski [fot. A. Waszkiel]

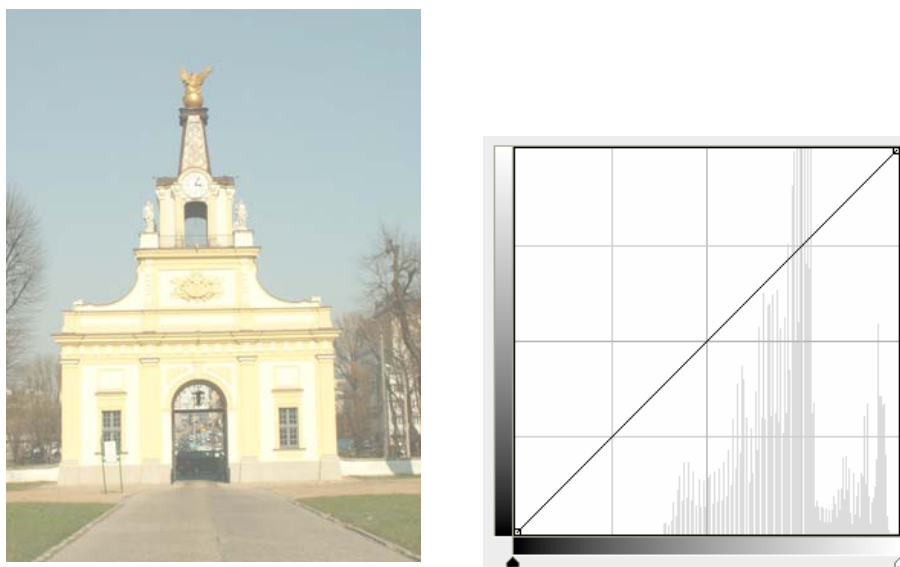
Szczyty w histogramie przedstawiają odcienie, które występują w większym natężeniu niż pozostałe, a doliny – jasności, których brakuje dla pełnej rozpiętości tonalnej obrazu [5]. Syntetyczne przedstawienie właściwości obrazu umożliwia szybką ocenę poprawności rejestracji (rys. 5b). Dodatkowym atutem jest możliwość stworzenia histogramów odpowiadających intensywności poszczególnych barw (czerwonej, zielonej i niebieskiej) w obrazie (rys. 5c).

#### 4. KOREKTA OBRAZU JAKO WYNIK PRZEKSZTAŁCEŃ HISTOGRAMU

Porównując histogramy różnych obrazów, łatwo zauważyć, że są one unikatowe. Dzieje się tak, ponieważ każdy obraz jest *de facto* inny i charakteryzuje się innym rozkładem jasności poszczególnych pikseli. Nawet ta sama scena fotografowana w krótkim odstępie czasu, gdy zostanie dodany do niej jeden, nawet niewielkich rozmiarów obiekt, będzie charakteryzować się różnymi histogramami. Skutek będzie zależny od koloru i jasności oraz oświetlenia obiektu, który został dodany do kadru. Histogram, poza możliwością odróżniania obrazów od siebie, daje możliwość oceny naświetlenia i kontrastu kadru. Będzie on wyglądał zupełnie inaczej w przypadku obrazu zbyt ciemnego – przesunięty w skrajne lewe położenie (rys. 6), a inaczej w przypadku obrazu zbyt jasnego – przesunięty maksymalnie w prawą stronę (rys. 7).



**Rys. 6.** Obraz zbyt ciemny i jego histogram [fot. A. Waszkiel]



**Rys. 7.** Obraz zbyt jasny i jego histogram [fot. A. Waszkiel]

W procesie cyfrowej rejestracji obrazu (jedną z metod jest użycie aparatu fotograficznego) w urządzeniach nowej generacji histogram jest jedynie formułowany i nie dokonuje się żadnych przekształceń na jego podstawie. W szczególności w warunkach pełnego słońca oraz gdy wyświetlacz aparatu jest mały, a przez to podgląd zdjęcia mało czytelny, histogram w sposób niezakłócony i rzeczywisty przedstawia nasycenie barw. Jest on niezbędny do kontroli poprawności ekspozycji.

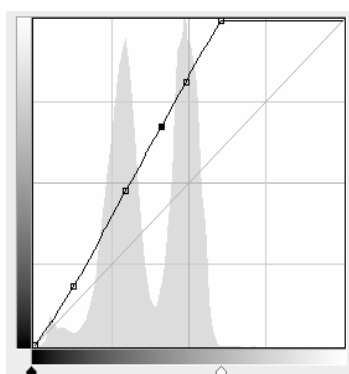
Korekta histogramu, a przez to zmiana parametrów (jakości) zarejestrowanego obrazu jest możliwa poprzez użycie specjalistycznego oprogramowania komputerowego i nie jest realizowana w procesorach sygnałowych urządzeń rejestrujących (aparatów fotograficznych). Możliwość ingerencji w jakość obrazu poprzez korektę jego histogramu wynika stąd, że zapis cyfrowy zawiera pełną informację o zapisanym obrazie, tylko „źle rozmieszczoną” na osi jasności. Poprawa tego rozmieszczenia – korekta przebiegu histogramu daje możliwość poprawy kontrastu, wydobywania szczegółów, a przez to uzyskania efektu obrazu poprawnie naświetlonego. Taka korekta jest skuteczniejsza w przypadku obrazów nieoświetlonych (ciemnych) niż prześwietlonych. Obraz z nadmiarem bieli nie zawiera informacji o elementach ciemnych, a przez to ich odtworzenie staje się niemożliwe. Należy powiedzieć, że taka możliwość poprawy jakości obrazu jest jedną z podstawowych zalet rejestracji cyfrowej, zupełnie nieosiągalną w technologii zapisu analogowego.

Istnieją dwa podstawowe **sposoby modyfikacji histogramu**. Są to: rozciąganie histogramu wzdłuż zadanej krzywej i wyrównywanie histogramu. Operacja **rozciągania histogramu** powoduje zmianę jasności pikseli wzdłuż zadanej funkcji, np. liniowej, poprzez zmianę ich przyporządkowania do poszczególnych przedziałów histogramu. Rozciąganie histogramu stosuje się wtedy, gdy nie występują w nim skrajne jasności, czyli tony ciemne i/lub jasne. Taka modyfikacja pozwala

na wyraźniejsze ukazanie różnic pomiędzy poszczególnymi pikselami, co przenosi się na wzrost rozróżnialności elementów obrazu. Przebieg rozciągania histogramu przedstawiają rysunki 8–10. Na rysunku 8 przedstawiono obraz zbyt ciemny, na którym z powodu zbyt małego kontrastu nie widać szczegółów (histogram wyraźnie przesunięty w lewo). Jego histogram został zmodyfikowany według krzywej pokazanej na rysunku 9. Dzięki temu otrzymano obraz rozjaśniony, o poprawionym kontraście (rys. 10), w którego histogramie widać wyraźnie występowanie pikseli o jasnościach z całego zakresu.



**Rys. 8.** Obraz zbyt ciemny i o zbyt małym kontraście i jego histogram [fot. A. Waszkiel]



**Rys. 9.** Krzywa, według której dokonano rozciągnięcia histogramu z rysunku 8