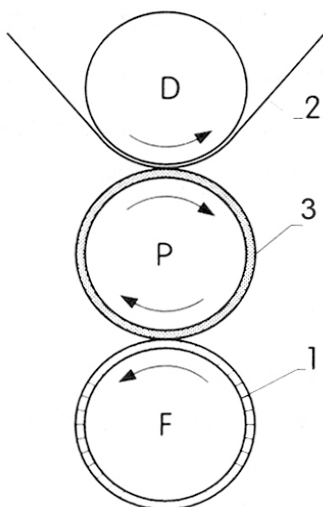


# Charakteryzowanie technik drukowania płaskiego

## Drukowanie offsetowe

Drukowanie offsetowe jest drukowaniem pośrednim rotacyjnym. Zespół drukujący stosowany w tym drukowaniu przedstawia rys. 13. Cylinder formowy ma odpowiedni mechanizm do umocowania form drukowych w postaci cienkich arkuszy, zwany naprężaczem formy. Cylinder pośredni ma mechanizm umożliwiający zakładanie obciążu offsetowego na jego powierzchni, zwany mocownikiem obciążu. Zarówno naprężacz, jak i mocownik obciążu umożliwiają odpowiednie naprężenie i unieruchomienie tych elementów na powierzchni cylindrów.



Rys. 13. Schematyczna budowa zespołu drukującego offsetowej maszyny drukującej  
1 – forma drukowa, 2 – zadrukowywane podłoże, 3 – obciąż, [11, s. 164].

Obciąż offsetowy ma postać arkusza o odpowiednich wymiarach. Grubość obciążu jest niewielka – ok. 2 mm. Jest wykonany najczęściej z gumy odpornej na składniki farb offsetowych, z wieloma przekładkami. Przekładki są wykonane z mocnej tkaniny. Dzięki temu obciąż ma dużą wytrzymałość mechaniczną, można go silnie naprężyć na powierzchni cylindra, bez obawy jego przerwania. Twardość obciążu offsetowego jest dość duża. Mimo dość małej grubości i dość dużej twardości uzyskuje się prawidłową jakość przenoszenia farby z formy na zadrukowywane podłoże, gdyż w zespole drukującym nie występują duże różnice grubości poszczególnych elementów. Cylinder dociskowy jest stalowy, bez żadnego obciążu.

Farby w drukowaniu offsetowym są farbami mazistymi, olejowymi o lepkości większej niż stosowane w drukowaniu typograficznym. Zespół farbowy stosowany w drukowaniu offsetowym pracuje więc na takiej samej zasadzie, jak w drukowaniu typograficznym. Ma tylko przeważnie więcej walców rozcierających.

W drukowaniu offsetowym na zadrukowywane podłoże jest nakładana bardzo cienka warstwa farby. Dlatego farba musi być bardzo intensywna, zawierać dużą ilość barwidła, a w związku z tym mieć bardzo dużą lepkość. Ponieważ w formie offsetowej powierzchnie drukujące i niedrukujące są położone na jednym poziomie, farba nie rozlewa się i powierzchnie zadrukowywane na podłożu są takie same pod względem wymiarów, jak i na formie drukowej. Jakość uzyskanych odbitek jest identyczna jak form drukowych, znacznie lepsza niż w drukowaniu typograficznym czy fleksograficznym.

W drukowaniu offsetowym oprócz farby konieczne jest nakładanie na formę drukową wody. Obecnie nie nakłada się na formę drukową czystej wody, ale roztwór wodny kilku substancji. Roztwór taki nazywany jest roztworem zwilżającym. Roztwór zwilżający daje znacznie lepsze rezultaty przy drukowaniu niż czysta woda. Zespół nakładający roztwór zwilżający nazywa się zespołem zwilżającym.

### **Zasady zwilżania w drukowaniu offsetowym**

Warunkiem selektywności klasycznej formy offsetowej jest obecność powłoki roztworu zwilżającego na powierzchni elementów niedrukujących, który tworzy cienką warstwę pośrednią, zapobiegającą przyjmowaniu farby drukarskiej przez te elementy. Funkcjonalność tej ochrony miejsc niedrukujących uzależniona jest od właściwości powierzchni formy w miejscach niedrukujących, od właściwości zastosowanego roztworu zwilżającego i od grubości oraz równomierności warstwy cieczy na miejscach niedrukujących.

Z miejsc niedrukujących formy większość wody przenosi się przez wałki nadające do zespołu farbowego (od 40 do 60%). Część odparowuje, a część przenosi się na cylinder offsetowy. Reszta, 25–45% pozostaje na formie. Woda, która dostała się do zespołu farbowego, częściowo odparuje, ale większość emulguje się w farbie (ok. 70%). Wraz z nią powraca na formę i przez cylinder pośredni dociera aż na papier. Ilość wody przeniesionej na papier przez farbę jest większa niż ilość przenoszona bezpośrednio przez cylinder pośredni.

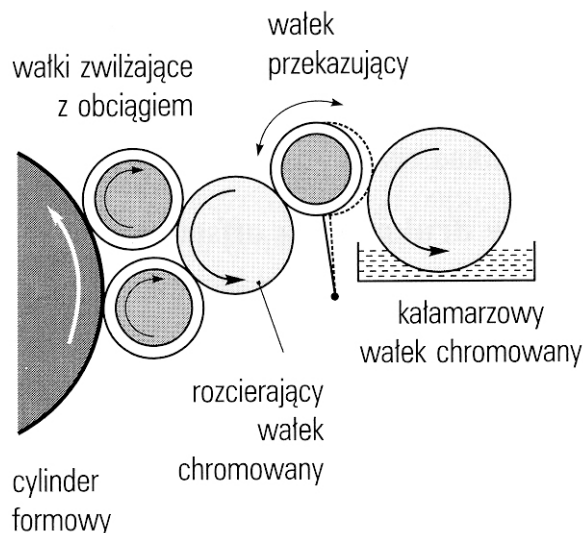
Skoro przy każdym obrocie strata wody wynosi ok. 65%, oczywiście jest, że bez jej uzupełniania po kilku obrotach warstwa wody zanikłaby, a niedrukujące miejsca formy przyjmowałyby farbę. Uzupełniana ilość powinna być równa traconej ilości, jeśli ma być zachowana równowaga farba/woda. Ustawienie równowagi farba/woda uzależnione jest od wzajemnych relacji pomiędzy powierzchniami drukującymi i niedrukującymi. Im mniejszy udział powierzchni drukującej, tym więcej wody należy doprowadzać i tym więcej jej przedostaje się do zespołu farbowego. Tylko niewiele wody przedostaje się z farby przez formę dalej, a zatem więcej gromadzi się jej w zespole farbowym. Dlatego należy zwilżać z minimalnym dopływem wody. Przy dużym udziale powierzchni drukujących pobór wody przez formę jest niewielki. Do zespołu farbowego dostaje się mało wody, ale większość jej przedostaje się w farbie przez formę na papier. Woda nie gromadzi się w zespole farbowym. Jej zawartość w farbie raczej spada. Dlatego należy dostarczać więcej wody na formę.

Woda w farbie jest zatem w klasycznym drukowaniu offsetowym zjawiskiem normalnym. Poprzez emulgowanie się wody w farbie (8–25% masy) zmieniają się w szczególności jej właściwości reologiczne, co znajduje wyraz przy przenoszeniu farby i zadrukowywaniu odbitek. Dlatego istotne jest, aby farba zawierała stałą, niezmienną w czasie ilość wody. Im szybciej osiągnie się równowagę poziomu wody w farbie, tym szybciej otrzyma się optymalną i standardową jakość odbitek.

### **Zespoły nawilżające**

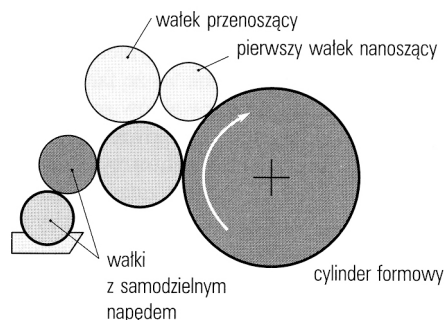
Zadaniem zespołu nawilżającego jest uzupełnianie strat i umożliwianie regulowania ilości roztworu zwilżającego na formie drukowej. Rozróżnia się zwilżanie bezpośrednie formy (kontaktowe, bezkontaktowe) i pośrednie przez zespół farbowy. W ramach systemów kontaktowych z dopływem roztworu zwilżającego bezpośrednio na formę najczęściej stosowane są konwencjonalne i bezobciążowe systemy zwilżające.

Schemat konwencjonalnego zespołu nawilżającego znajduje się na rys. 14. Regulacja zwilżania dokonywana jest za pomocą regulowania czasu kontaktu wałka przekazującego (przybieraka wodnego) z wałkiem kałamarzowym (duktorem wodnym). Wałki nawilżające nie tylko doprowadzają wodę do formy, ale czyszczą ją z kurzu i włókien papieru, ewentualnie też z resztek farby. Przez to jednak same ulegają zanieczyszczeniu.



Rys. 14. Schemat klasycznego zespołu nawilżającego [14, s. 206].

Bezobciążowe systemy nawilżające nie mają wałków z tekstylnym lub papierowym obciążeniem. Cały system składa się z trzech – sześciu wałków. Elastyczną powierzchnię wałków nawilżających i dozujących tworzy warstwa gumy lub tworzywa, co ułatwia ich mycie. Wałek nawilżający jest zawsze napędzany przez cylinder formowy. Pozostałe wałki mają samodzielny napęd. Dopływ wody reguluje się poprzez zmianę docisku wałka dozującego lub zmianę relacji obrotów wałka pobierającego wodę z duktora ewentualnie w inny sposób. Często jest połączenie zespołu nawilżającego i zespołu farbowego. Celem tego jest przyspieszenie osiągnięcia równowagi zawartości wody w farbie i skrócenie w ten sposób czasu przygotowania do drukowania.



Rys. 15. Schemat bezobciążowego systemu nawilżającego [14, s. 207].

Ubytek wody w kałamarzu z zanurzanym wałkiem należy uzupełniać. Dlatego częścią zespołu przy bardziej wydajnych i wielokolorowych maszynach jest zasobnik o dużej pojemności i pompa, zapewniająca cyrkulację. Częścią systemu są filtry i ewentualnie system termostatowo-chłodzący oraz system do stałej regulacji roztworu zwilżającego podczas drukowania.

### Roztwory zwilżające i komponenty zwilżające

Woda, jako ciecz o wysokim napięciu powierzchniowym, w normalnych warunkach nie miesza się z farbą i nie zwilża powierzchni elementów drukujących. Jej właściwości, w szczególności twardość, są jednak zmienne – uzależnione od jej pochodzenia. Korzystniejsze jest stosowanie wody uzupełnionej o inne komponenty, które regulują nie tylko jej twardość, ale też wiele innych właściwości, co ma pozytywny wpływ na proces

drukowania i jakość odbitek. Do przygotowania roztworów zwilżających coraz częściej stosuje się wodę poddaną demineralizacji lub procesowi odwróconej osmozy.

Zadanie dodatków może być różne. Regulują i stabilizują pH na poziomie najkorzystniejszym dla selektywności formy i zapewniają utrzymanie jego stałej wartości. Wartość pH roztworu zwilżającego powinno zazwyczaj wynosić od 4,8 do 5,5. Taka wartość jest kompromisem. Im niższa wartość pH, tym lepsza selektywność formy, stabilność, właściwości hydrofilowe. Spowalnia to jednak proces wysychania farb poprzez oksydacyjną polimeryzację i wzrasta korozja. Im wyższe pH, tym większa też ilość emulgowanej wody w farbie. Dodatki antybakteryjne i grzybobójcze zapobiegają mnożeniu się mikroorganizmów i glonów. Przez obniżenie napięcia powierzchniowego poprawia się równomierność nanoszenia roztworu zwilżającego oraz stabilność i równomierność powłoki wody na formie drukowej. Dotychczas najczęstszym dodatkiem stosowanym dla obniżenia napięcia powierzchniowego jest izopropanol (5–20% objętości). W ostatnich czasach z przyczyn ekonomicznych i ekologicznych zastępowany jest innymi substancjami (3–5% objętości). Inne dodatki zapobiegają korozyjnemu oddziaływaniu roztworu zwilżającego na formę i części zespołu drukującego.

### **Drukowanie wielokolorowe i wielobarwne**

W drukowaniu wielokolorowym stosuje się farby o różnych barwach i odcieniach, w zależności od projektu. Tych barw i odcieni jest bardzo dużo. Niemożliwe jest, aby fabryki farb drukowych produkowały farby o tak dużej liczbie odcieni. Wobec tego farby trzeba w drukarni mieszać ze sobą w celu uzyskania odpowiednich odcieni. Dla ułatwienia fabryki farb drukowych opracowują wzorniki, podając w nich odcienie jakie można otrzymać z produkowanych przez nie farb. Mimo to, otrzymanie żądanego odcienia jest czasem bardzo trudne.

Aby ułatwić mieszanie farb i uzyskanie żądanego odcienia, opracowano różne systemy barw farb. Najczęściej stosowany system jest system Pantone.

W systemie Pantone 1000 produkuje się trzynaście farb kolorowych o różnych barwach oraz białą i czarną. Z tych farb przez mieszanie można uzyskać tysiąc odcieni do drukowania wielokolorowego.

Obecnie, w coraz większym stopniu zaczyna stosować się tzw. mieszalnie farb. W mieszalni farb określa się komputerowo potrzebny odcień i ilości poszczególnych farb potrzebnych do uzyskania danego odcienia. Farby potrzebne do zmieszania są automatycznie odważane i dostarczane do mieszalnika. Po wymieszaniu otrzymuje się farbę o żądanym odcieniu. W mieszalni farb mogą być wykorzystywane pozostałości farb po wykonanym nakładzie. Bez mieszalni wykorzystanie takich farb jest bardzo trudne.

Farby przeznaczone do drukowania wielokolorowego powinny charakteryzować się nieprzezroczystością. Kolejność nakładania tych farb zależy od projektu graficznego nadruku. Najpierw nakłada się tło, potem przeważnie kolory jaśniejsze, później ciemniejsze. Przy drukowaniu spodniej strony podłoży przezroczystych kolejność jest odwrotna.

W drukowaniu wielobarwnym stosuje się powszechnie drukowanie czterema farbami triadowymi: żółtą, purpurową, niebiesko-zieloną i czarną. Farby triadowe różnych producentów różniły się nieco odcieniami. Powodowało to, że druki wielobarwne wykonane różnymi triadami różniły się barwami. Obecnie najczęściej produkuje się triady znormalizowane wg tzw. skali europejskiej. Kolory wg skali europejskiej nazywa się są następująco: żółty, magenta, cyjan, czarny. Dzięki zastosowaniu triad w skali europejskiej, mimo różnych producentów, uzyskuje się takie same rezultaty. Rzadko produkuje się inne farby triadowe. Odcienie wyprodukowanych farb triadowych nie ulegają zmianom w drukarni.

Farby triadowe są częściowo przezroczyste, choć teoretycznie powinny być całkowicie przezroczyste.

W drukowaniu wielobarwnym powszechnie stosuje się zadrukowywanie tego samego miejsca podłoża czterema zrastrowanymi formami drukowymi.

W drukowaniu wielobarwnym należy stosować odpowiednią, zalecaną przez producenta triadę, kolejność drukowania farbami. Najczęściej stosuje się kolejność: żółta, magenta, cyjan, czarna.

W drukowaniu wielobarwnym uzyskuje się na odbitce barwy wypadkowe o różnych odcieniach. Oko ludzkie widzi barwy za pośrednictwem tzw. czopków. Oko ma trzy rodzaje czopków: czułe na promieniowanie fioletowo-niebieskie o długości fali 400–500 nm, czułe na promieniowanie zielone o długości fali 500–600 nm oraz czułe na promieniowanie czerwone o długości fali 600–700 nm. Jeżeli na czopki pada promieniowanie czerwone, reagują na nie tylko czopki wrażliwe na promieniowanie czerwone i uzyskuje się wrażenie koloru czerwonego. Jeżeli na czopki pada promieniowanie czerwone i zielone, uzyskuje się wrażenie koloru żółtego. Jeżeli światła czerwonego będzie więcej niż zielonego, uzyska się wrażenie barwy żółtej z odcieniem czerwonym lub inaczej żółtej ciepłej lub pomarańczowej. Gdy promieniowania zielonego będzie więcej niż czerwonego, uzyska się wrażenie barwy żółtej z odcieniem zielonym. W ten sposób oko ludzkie uzyskuje wrażenie wielu barw i odcieni.

Gdy do oka dotrze jednakowa ilość promieniowania czerwonego, zielonego i niebiesko-fioletowego, to uzyska się wrażenie światła białego. Jeżeli ilości tego promieniowania będą małe, uzyska się wrażenie szarości, a przy bardzo małych jego ilościach lub jego braku – wrażenie czerni. Takie mieszanie światła o różnej długości fali, jakie zachodzi w oku ludzkim nazywa się addytywnym mieszaniem barw.

Taki sam mechanizm widzenia występuje przy drukowaniu wielobarwnym, gdy punkty rastrowe są małe. Wtedy poszczególne punkty rastrowe wszystkich czterech barw nie stykają się ze sobą. Jeżeli raster, który zastosowano ma dużą gęstość linii, wtedy nie rozróżnia się ich i widzimy tylko jednolite pole. Gdy na białym podłożu, np. papierze, pojawią się bardzo małe punkciki farby żółtej, uzyska się wrażenie, że dane pole jest białe z odcieniem żółtawym. Intensywność odcienia żółtego będzie wzrastała w miarę zwiększania punktów rastrowych.

Farba żółta charakteryzuje się tym, że pochłania światło niebiesko-fioletowe, przepuszcza lub odbija światło zielone i czerwone.

Farba magenta pochłania światło zielone, przepuszcza lub odbija światło czerwone i niebiesko-fioletowe.

Farba cyjan pochłania światło czerwone, przepuszcza lub odbija światło niebiesko-fioletowe i zielone.

Farba czarna nie przepuszcza i nie odbija światła, całe światło pochłania.

Jeżeli obok punktów żółtych znajdują się na białym podłożu np. takie same punkty farby magenta, to oko ludzkie dostrzeże: biel papieru, 1 część światła czerwonego i 1 część światła zielonego z farby żółtej oraz 1 część światła czerwonego i 1 część światła niebiesko-fioletowego z farby magenta. Suma: 1 części światła czerwonego, 1 części zielonego i 1 części niebiesko-fioletowego dadzą wrażenie światła białego. Pozostanie więc 1 część światła czerwonego – a więc uzyskamy wrażenie nadruku barwą czerwoną.

W ten sposób można uzyskać wszystkie jasne odcienie barw. Gdy pojawią się trzy takie same punkty farb żółtej, magenta i cyjanu, uzyska się wrażenie szarości.

Inaczej wygląda tworzenie różnych barw, gdy punkty rastrowe są duże. Wtedy punkty różnych barw są nakładane na siebie. Jeżeli na farbę żółtą nałożymy farbę magenta, wtedy farba magenta przepuści światło czerwone i niebiesko-fioletowe, farba żółta pochłonie światło niebiesko-fioletowe i uzyskamy wrażenie barwy czerwonej. Jeżeli na powierzchnię tę nałożymy farbę cyjan, pochłonie ona światło czerwone i uzyskamy wrażenie czerni.

Taki mechanizm tworzenia barw wypadkowych nazywamy subtraktywnym. Warstwy farb działają jak filtry optyczne – następuje odejmowanie promieniowania.

Tak powinno być, gdyby farby triadowe były idealne pod względem pochłaniania i przepuszczania lub odbijania światła. Ponieważ tak nie jest, nie uzyskuje się prawidłowej czerni i konieczne jest stosowanie dodatkowo farby czarnej.

### **Drukowanie światłodrukowe**

Światłodruk jest techniką drukowania płaskiego, której cechą charakterystyczną jest możliwość uzyskiwania druku wielotonalnego bez stosowania rastra. Technika ta pozwala na maksymalnie wierne odtworzenie oryginałów wielotonalnych. Z tego względu stosuje się ją głównie do reprodukcji dzieł sztuki – obrazów olejnych, akwarel, grafiki, oryginałów o wartości historycznej, jak rękopisy, starodruki, fotografie, w celach artystycznych itp..

Formą drukową w światłodruku jest płyta szklana lub aluminiowa pokryta światłoczułą warstwą żelatynowo-dwuchromianową, którą naświetla się przez wielotonalny negatyw fotograficzny. Warstwa kopiowa ulega fotoutwardzeniu, w zależności od przepuszczonej przez dane miejsce negatywu ilości promieniowania aktywnego. Po nawilżeniu wodą naświetlonej warstwy żelatynowej powstaje na jej powierzchni obraz, tworzący się na skutek różnej zdolności pęcznienia w wodzie utwardzonych i nie utwardzonych elementów warstwy. Miejsca fotoutwardzone, odpowiadające elementom negatywu o najmniejszej gęstości optycznej (cieniom oryginału), nie pęcznią pod wpływem wilgoci lub pęcznią w minimalnym stopniu, natomiast w procesie drukowania wykazują właściwości oleofilowe. Miejsca nie utwardzone, będące odpowiednikami elementów negatywu o największej gęstości optycznej (świecieł oryginału), ulegają pęcznieniu w wodzie, przyjmując właściwości hydrofilowe.

Elementem drukującym formy drukowej jest delikatne, mikroskopijnie małe ziarno żelatynowe, występujące na powierzchni warstwy kopiowej w postaci drobnych zmarszczeń i spękań, powstające podczas procesu wytwarzania formy. Dzięki temu rozbijanie obrazu oryginału na punkty rastrowe nie jest potrzebne.

Proces wykonania światłoczułej formy drukowej jest nieskomplikowany technologicznie oraz stosunkowo tani. Dzięki wyeliminowaniu wielu procesów pośrednich, koniecznych przy wytwarzaniu form drukowych do innych technik drukowania, uzyskuje się wierność odwzorowania niedostępną w pozostałych metodach reprodukcji oryginałów ilustracyjnych.

Wadą światłodruku jest mała wytrzymałość i niewielka trwałość form drukowych oraz duża wrażliwość warstwy kopiowej na zmiany temperatury i wilgotności, występujące w procesie drukowania. Powoduje to znaczne wydłużenie czasu drukowania nakładu, ze względu na zmianę właściwości warstwy światłodrukowej, oraz zmusza do ciągłej kontroli parametrów procesu drukowania.

Z jednej formy uzyskuje się przeciętnie ok. 1 tysiąca odbitek. Przez zastosowanie do produkcji warstwy kopiowej właściwego rodzaju żelatyny oraz zachowując optymalne warunki wilgotności i temperatury można uzyskać nawet trzykrotnie większą wytrzymałość formy, co pozwala na uzyskanie około 3 tysięcy odbitek.

### **Drukowanie litograficzne**

Kamienie litograficzne są wapieniami warstwicowymi. Do drukowania używa się kamieni w postaci płyt grubości 5–10 cm o gładkiej, przeszlifowanej powierzchni, o właściwościach hydrofilowych.

Wykonanie ręczne formy na kamieniu litograficznym polega na narysowaniu na powierzchni kamienia rysunku lewo czytelnego tłustymi substancjami, jakimi są tusze lub kredki. Rysunki tuszowe wykonuje się pędzlem, piórkiem lub innymi przyrządami, rysunki

kredkowe zaś specjalnymi kredkami litograficznymi. Wykonanie rysunku kredkowego uznaje się za trudniejsze.

Po naniesieniu rysunku kamień podlega preparacji, w czasie której kamień i rysunek uzyskują odpowiednie właściwości. Po naniesieniu rysunku kamień przeciera się lekko talkiem i pokrywa roztworem gumy arabskiej za pomocą gąbki, a następnie pozostawia się go na co najmniej kilkanaście godzin. Guma arabska wnika na powierzchniach bez rysunku w głąb porów kamienia. Zawarta w gumie substancja – kwas arabinowy tworzy na tych powierzchniach nierozpuszczalną w wodzie warstewkę odpychającą tłuszcz, a więc i farbę litograficzną. Następnie zmywa się gumę arabską pozostałą na kamieniu. Można też wykonać wtedy korektę minusową, przez zmycie rysunku terpentyną i specjalną tynkturą asfaltową oraz korektę plusową, przez naniesienie dodatkowego rysunku tuszem lub kredkami litograficznymi.

Tak otrzymana forma drukowa jest mało wytrzymała i niekiedy przeprowadza się dodatkowe wzmocnienie rysunku formy. W tym celu na kamień litograficzny nakłada się farbę litograficzną, a następnie posypuje sproszkowaną kalafonią. Proszek ten przyczepia się do powierzchni farby o właściwościach przylepnych. W celu utwardzenia warstwy kamień podgrzewa się. W efekcie tego kalafonia topi się i miesza z farbą, tworząc twardą warstewkę.

W kolejnym etapie powierzchnię kamienia poddaje się niewielkiemu trawieniu za pomocą rozcieńzonego roztworu kwasu, w wyniku czego tworzy się niewielki relief wypukły powierzchni drukujących. Następnie kamień pokrywa się powtórnie, na co najmniej kilkanaście godzin, roztworem gumy arabskiej i po zmyciu stanowi on formę drukową, tzw. kamień oryginalowy.

Z formy na kamieniu litograficznym można bezpośrednio drukować bądź przenieść rysunek z kamienia oryginalowego, za pomocą papieru przedrukowego, na inny kamień litograficzny lub płytę metalową. Możliwe jest także wykonanie rysunku na papierze przedrukowym, a następnie przeniesienie go na kamień litograficzny.

## **Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonywania ćwiczeń.

1. Czym charakteryzuje się druk offsetowy?
2. Jak zbudowany jest obciąż offsetowy?
3. Jakie właściwości powinien posiadać obciąż offsetowy?
4. Jakie właściwości powinien posiadać roztwór zwilżający w drukowaniu offsetowym?
5. Czym charakteryzują się farby do drukowania offsetowego?
6. Jak zbudowany jest zespół zwilżający?
7. Jakie znasz rodzaje roztworów zwilżających do drukowania offsetowego?
8. Czym charakteryzuje się drukowanie wielobarwne techniką offsetową?
9. Czym charakteryzuje się drukowanie światłodrukowe?
10. Czym charakteryzuje się drukowanie litograficzne?

# LITERATURA

1. Cichocki L., Pawlicki T., Ruczka I.: Poligraficzny słownik terminologiczny. Polska Izba Druku, Warszawa 1999
2. Ciupalski S.: Maszyny drukujące konwencjonalne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
3. Czichon H., Czichon M.: Technologia form offsetowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002
4. Czichon H., Magdzik S., Jakucewicz S.: Formy drukowe. WSiP, Warszawa 1996
5. Druździel M., Fijałkowski T.: Maszyny i urządzenia typograficzne. WSiP, Warszawa 1978
6. Gruin I.: Materiały polimerowe. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2003
7. Gruszczyński Cz.: Farby graficzne. WSiP, Warszawa 1990
8. Jakucewicz S., Magdzik S.: Materiałoznawstwo dla szkół poligraficznych. WSiP, Warszawa 2001
9. Jakucewicz S., Czichon M., Czichon H.: Materiałoznawstwo poligraficzne. Wydawnictwa PW, Warszawa 1992
10. Jakucewicz S.: Materiałoznawstwo poligraficzne. Wydawnictwa PW, Warszawa 1993
11. Jakucewicz S., Magdzik S.: Podstawy poligrafii. WSiP, Warszawa 1997
12. Kołak J., Ostrowski J.: Maszyny i urządzenia – Maszyny drukujące. WSiP, Warszawa 1979
13. Poligrafia ogólna. WSiP, Warszawa 1982
14. Poligrafia procesy i technika. Tłumaczenie ze słowackiego. COBRPP, Warszawa 2005