

# Mała Historia Papieru

Opracował Dieter Freyer

**Papier**, m [łac. papyrus 'papyrus' z gr. pápyros 'jp.']: produkt w postaci najczęściej cienkich i gładkich arkuszy lub wstęg, otrzymywany w wyniku spłśnienia i sklejenia włókien pochodzenia roślinnego (z dodatkiem szmat i makulatury) używany przeważnie do pisania, drukowania lub pakowania.

**Poszukiwanie materiału, na którym można było zapisane informacje przekazywać i przechowywać, doprowadziło do wielu różnorodnych rozwiązań. W wielu starożytnych kulturach jako nośniki informacji służyły: kamień, metal, drewno, tabliczki z wosku i gliny. Te materiały były ciągle zastępowane takimi, które można było zginać, które były tańsze w produkcji, łatwiejsze do transportu.**

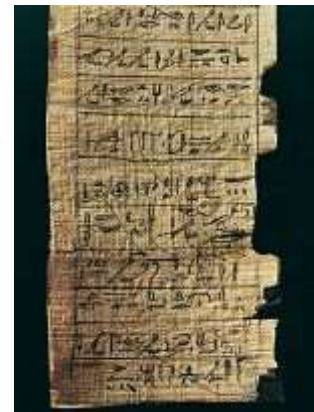
Najbardziej znanymi bezpośrednimi poprzednikami papieru są **papirus** i **pergamin**. Również za poprzedników papieru można uważać **tapę**, **amatl** i **huun**.

**Pergamin** to szczególnie spreparowana skóra zwierzęca. Papirus, tapa, amatl i huun (pseudopapiery) - wszystkie pochodzenia roślinnego - różnią się od papieru przede wszystkim techniką wytwarzania: włókna roślinne są poprzez zgniatanie wiązane ze sobą i formowane w arkusz a w przypadku papieru, arkusz tworzą włókna przetworzone, rozcieńczone wodą i czerpane formą.

## Papirus

Egipcjanie osiągnęli taki poziom umiejętności pisania jak ludy Mezopotamii a być może nawet go przekroczyli. Mieli oni do dyspozycji papirus, który łatwo zrobić i łatwo na nim pisać, podobnie jak na dzisiejszym papierze.

Materiał wyjściowy - cibora papirusowa (*Cyperus papyrus*) z rodziny turzycowatych - rośnie w tropikalnej Afryce i w rejonie Morza Śródziemnego przede wszystkim na błotach nad Nilem. Dolną część trójkątnej łodygi o grubości ręki i wysokości 4 - 5 m tną się na cienkie, około 1,5 cm szerokie paski i układa obok siebie na desce. Drugą warstwę takich pasków układa się poprzecznie do pierwszych. Przez ubijanie i ściskanie powstaje arkusz. Wypływający przy tym sok zawierający skrobię wiąże całość. Następnie arkusz prasuje się i suszy. Przez sklejenie pojedynczych arkuszy powstaje zwój. Takie papirusy znaleziono między innymi w grobowcach faraonów egipskich. Najstarsze zwoje papirusowe sięgają połowy 4 tysiąclecia przed naszą erą. Papirus produkowali Egipcjanie i przypuszczalnie mieszkańcy Palestyny, Mezopotamii i Sycylii.



Bez egipskiego papirusu byłby nie do pomyślenia kulturalny rozwój Greków i Rzymian, a tym samym całej Europy. Na papirusie pisano dzieła literackie, dokumenty urzędowe, podania, prywatne i urzędowe listy. Słowo papier wywodzi się z greckiego słowa *papyros*, które jest prawdopodobnie zapożyczeniem z egipskiego.

## Pergamin

Pergamin to alternatywa dla papirusu. Surowcem były skóry cielęce, owcze i kozie, które nacierano węglanem potasu lub wapnem, dokładnie oczyszczano i naciągano. Po wyschnięciu, wyskrobaniu i starannej obróbce zewnętrznej powierzchni można

było je obustronnie zapisywać. Usunięcie starego zapisu możliwe było przy użyciu pumeksu. W ten sposób pergamin używano wielokrotnie. Był on trwalszy i elastyczniejszy od papirusu. Pisano na nim dzieła literackie i religijne. Najstarsze znaleziska z zapisanym pergaminem wywodzą się z 4 dynastii egipskiej (około 2700 lat p.n.e.). Od około 800 roku p.n.e. używano pergaminu w Mezopotamii. Nazwa pergamin pochodzi przypuszczalnie od miasta Pergamon w Azji Mniejszej. Mieszkańcy tego miasta ulepszyli pergamin, przez co wyparł on papirus. Do końca średniowiecza używano pergaminu i został on wyparty dopiero przez tańszy w produkcji papier. Dziś pergamin używany jest na oprawę drogocennych książek i sporadycznie na dokumenty.

### **Tapa**

Prosty w produkcji papirus miał swe odpowiedniki w większości prymitywnych kultur. *Tapa* to polinezyjski materiał zrobiony z kory różnych drzew przede wszystkim z rodziny morwowatych (*Morus*, *Broussonetia*, *Ficus*). Drzewa i krzewy dostarczały łyka, które zwilżone ubijano młotkami na twardym podłożu tak długo, aż powstał trzymający się razem, mniej lub bardziej cienki podobny do filcu materiał.

Na wyspach Pacyfiku, w południowej i środkowej Ameryce, w Afryce i południowej Azji *tapa* służy do różnych celów - nie jest to w pierwszym rzędzie materiał do pisania, lecz używany jest też do malowania oraz na odzież.



### **Huun**

Był to materiał podobnie jak *tapa* z ubijanej kory, który został wynaleziony przez Majów. Służył jako nośnik pisma dla świętego kalendarza, przepowiedni, historycznych rysunków i procedur medycznych.

### **Amatl**

Amatl (*amate*) to również produkt z kory. Od dawna Aztekowie używali wewnętrznej części kory dziko rosnących figowców. W języku azteckim oznacza zarówno figowiec jak i "papier". By otrzymać *amatl* trzeba było gotować łyko w roztworze popiołu drzewnego.

Po wypłukaniu układało się je w kratkę na desce i ubijało. Dzięki temu włókna wypełniały wolne przestrzenie. Następnie *amatl* suszyło się na słońcu. Do dziś *amatl* jest produkowany przez Indian Otomi w południowym Meksyku.



Najważniejsza różnica między poprzednikami papieru (papirusem, *tapą*, ...) a prawdziwym papierem polega na procesie produkcyjnym oraz użytych materiałach.

Pierwszy papier przygotowywano w następujący sposób: przez ubijanie i gotowanie odpowiednio przygotowanych włókien, najczęściej z różnych roślin przygotowuje się z dodatkiem wody rzadką zawiesinę z włókien (tzw. zarobę), która jest następnie wybierana sitem. Osadzające się na sicie włókna tworzą arkusz papieru, który po wyschnięciu jest gotowy do użycia.

Sposób ten wynaleziono na Dalekim Wschodzie. Jeszcze dziś robi się ten najstarszy i najprymitywniejszy rodzaj papieru w Nepalu, Bhutanie i innych krajach himalajskich:

### **Papier lany**

Papiernicy w Nepalu do robienia papieru najczęściej używają łyka roślin z rodziny wawrzynkowatych. Łyko moczone i po usunięciu zewnętrznej ciemnej części gotowano w ługu z popiołu drzewnego. Wygotowane łyko ubijano młotkiem aż włókna się rozluźnią. W drewnianym korycie przygotowuje się z tego rozcieńczoną zawiesinę. Jej porcję nalewa się do pływającej po wodzie formy, która składa się z drewnianej ramy i grubej tkaniny. Zawiesinę rozprowadza się rękoma równomiernie po całym sicie. Ostrożnie, uważając na poziome ustawienie formy, podnosi się ją do góry, by woda mogła odpłynąć. Tworzy się w ten sposób warstwa włókien - arkusz papieru. Dopiero po wysuszeniu na słońcu lub w pobliżu ognia gotowy arkusz można łatwo zdjąć z sita.



Ta metoda ma jedną wadę - na każdy arkusz potrzebna jest osobna forma, która może być użyta dopiero po wyschnięciu arkusza.

### **Papier czerpany**

Przy papierze czerpanym mocno rozrzedzona zawiesina z włókien znajduje się w wielkiej kadzi. Łapie się ją sitem, na którym poprzez równomierne potrząsanie osadzają się włókna. Po odkapaniu wody arkusz papieru wraz z ramką można odłożyć do suszenia. W późniejszej ulepszonej już metodzie wyjmuje się jeszcze mokry arkusz z sita, prasuje i w końcu suszy. Tym samym można przy tym sposobie natychmiast ponownie użyć sito.



Zasadniczo ta technika wytwarzania papieru pozostała niezmienną do dziś, chociaż mocno zmieniono metody przygotowania włókien, pozbywania się wody, prasowania i suszenia.

Kolebką papieru jest Daleki Wschód, Chiny. Tam już od dawna używano jedwabiu do pisania, był on jednak bardzo drogi. Podczas produkcji jedwabiu powstają podczas gotowania kokonów jedwabnika morwowego tzw. wyczeski jedwabne (zewnętrzna, poplątana warstwa nitek), które znalazły zastosowanie do produkcji odzieży. Pozostałą wodę cedzono, osadzony materiał prasowano, suszono i wykorzystywano do pisania. Była to jeszcze jedna forma ówczesnego papieru. Był to jednak produkt miękki i kiepskiej jakości. I dopiero odkrycie, że włókna konopne - wtedy tani i łatwy do uzyskania materiał na odzież - przygotowane wedle tej samej metody dają dobry papier.

W Chinach, w grobowcach ówczesnej dynastii Han (180-50 p.n.e.) znaleziono najstarszy dotąd papier z konopi. Z roku 105 n.e. pochodzi pierwsza pisemna wzmianka o sztuce robienia papieru. Chiński minister Cai (Ts'ai) Lun opisał sposób

produkcji papieru: z włókien łyka morwy, odpadów konopi, starych sieci rybackich i szmat przez ubijanie z dodatkiem wody w kamiennym młódku robiono papkę, rozcieńczano a następnie czerpano sitem, prasowano, suszono na słońcu i w końcu wygładzano kamieniem.

Ta informacja daje nam wskazówkę, jak ulepszano najstarsze procesy. Zastąpienie klepania tapy ubijaniem w wodzie umożliwiło ponowne użycie starych materiałów, co prowadziło do oszczędzania kosztownego surowca jakim było łyko - a więc już wtedy znano recykling! Sito z tkaniny zastąpiono sitem bambusowym. W starych metodach lania papieru każdy arkusz papieru "lano" do osobnego sita, a przy metodzie czerpania przy użyciu zwijanego sita bambusowego wystarczało jedno tylko sito, bo po czerpaniu każdy arkusz mógł być wyjęty i osobno suszony.

Ówczesna ręczna forma chińska do czerpania składała się z ramy, w której była luźno umocowana drobna bambusowa plecionka związana nićmi jedwabnymi lub włosiem. Na niej osadzano okładkę, aby nic nie mogło spłynąć na boki. Taką formą czerpano papier z kadzi wypełnionej zawiesiną. Podczas podnoszenia formy woda przepływa do dołu, a włókna odkładają się na macie bambusowej. Po zdjęciu okładki odwracało się formę z arkuszem papieru i układało na podłożu, a elastyczną plecionkę odwijano z arkusza papieru. Gotowe arkusze papieru układano potem jeden na drugim bez przekładek, po ustawieniu większego stosu prasowano a następnie suszono na słońcu lub w inny sposób.

Ta ulepszona technika pozwalała na produkcję bardzo delikatnego papieru, który zaliczał się do najlepszych. Dalsze chińskie ulepszenia przy wytwarzaniu papieru, to użycie skrobi jako środka zaklejającego oraz użycie specjalnych środków barwnych, które miały powstrzymać inwazję owadów.



Wysokie znaczenie wykształcenia i literatury w chińskiej kulturze doprowadziło do dużego popytu na materiał pisarski. Papier zadośćuczynił rosnącym potrzebom chińskiej administracji. Później został użyty też w formie pieniędzy papierowych. Papier odgrywał w Chinach ważną rolę również podczas obrzędów religijnych. Podczas pogrzebów palono symboliczne figurki wykonane z papieru. Początkowo mocno strzeżona sztuka wytwarzania papieru rozszerzała się z Chin przez Koreę do Japonii, gdzie się dalej rozwijała.

Z Chin sztuka czerpania papieru przeszła do Korei, gdzie w VI w. n.e. zaczęto wytwarzać papier z konopi, ratanu, łyka morw, słomy ryżowej i morszczyku. Według podania mnich koreański imieniem Don-cho zabrał tę sztukę w roku 610 na cesarski dwór w Japonii.

Produkcja papieru rozszerzała się szybko w Japonii i w VIII w. papier był już produkowany w 40 prowincjach. Ręcznie czerpany papier wciąż produkuje się w Japonii według starych przepisów. Przeważnie używa się świeżego łyka drzew morwowatych. (jap. *kozo*).

Wraz z ekspansją buddyzmu rósł szybko popyt na papier. Pod kierunkiem chińskich papierników zaczęto w Tybecie zamieniać tradycyjne materiały pisarskie na papier. Tybetańskie książki z papieru jeszcze przypominają formą długie, wąskie książki z liści palmowych.

Sztuka wytwarzania papieru rozszerzała się na centralną Azję, Indie i Persję.

Wpływy chińskie przenikały do Japonii z powodu jej geograficznego położenia poprzez półwysep Koreański. W IV i V w. dostarczano do Japonii najpierw zapisane kartki a później sam papier. Miało to zasadnicze znaczenie dla kulturalnego rozwoju Japonii. Wprowadzenie w VI w. buddyzmu też było czynnikiem decydującym.



By rozszerzyć buddyzm kazano przepisywać święte księgi Buddy, co miało znaczący wpływ na produkcję papieru. Lud został zmuszony do sadzenia drzew z rodziny morwowatych (*Broussonetia papyrifera*, *Broussonetia kazinoki*.) - jap. **kozo** (wym. *kozso*) - jako surowca do produkcji papieru. Zaproszono buddyjskich mnichów do uczenia sztuki wytwarzania papieru. W VIII w. w epoce Tempyo rozwinęła się technika wytwarzania i obróbki papieru i rozszerzyła na cały kraj.

Gdy popyt na papier rósł, papiernicy szukali nowych surowców i odkryli **gampi** (*Wikstroemia diplomorpha*, *Diplomorpha sikokiana*) rośliny miejscowe z rodziny wawrzynkowatych. Włókna *gampi* są miękkie i z natury lepkie. By je użyć do produkcji papieru trzeba było wymyślić inną technikę, ale produkt końcowy był piękny i trwały. W ten sposób powstał z podrobionego chińskiego papieru samodzielny japoński produkt - **washi** - papier japoński (z *wa* - Japonia i *shi* - papier; wym. łaśi). To określenie jest używane dziś do wszystkich rodzajów ręcznie czerpanego papieru japońskiego, niekiedy również dla szczególnych rodzajów papieru produkowanego maszynowo.



Na przełomie wieków VIII i IX zaczęto wytwarzać papier z konopi i *kozo* z dodatkiem **neri**. *Neri* służy jako środek pomocniczy do tworzenia arkusza i jest uzyskiwany z korzenia pewnego gatunku *ketmii* (*Hibiscus*; jap. *tororo-aoi*). Metoda ta jest znana jako **nagashizuki** (wym. *nagaśidzuki*).

W epoce Heian (794 do 1185 r.) utworzono w Heianko (obecnie Kioto) ówczesnej stolicy Japonii, państwowy zakład produkcji papieru do celów urzędowych. Tam barwiono też papier, poddawano dalszej przeróbce oraz uczono papierników.

Obok użycia na księgi religijne i oficjalne dokumenty, papier służył wtedy również do prywatnej korespondencji i poezji, i przyczyniał się tym samym do rozwoju literatury. Rozkwitała własna japońska kultura, wolna od panujących dotąd wpływów chińskich.

Użycie papieru jako świętego materiału znalazło miejsce w wielu religijnych ceremoniach. Papier był symbolem czystości. Miał on duchowe znaczenie nierozdzielnie powiązane z dniem codziennym. Papierowe ozdoby i wstążki papierowe uchodzą jeszcze dziś za przynoszące szczęście i są wieszane w świętych miejscach.

Gdy Edo (obecnie Tokio) zostało stolicą, zakłady papiernicze produkowały papier

charakterystyczny dla danego regionu. Również zwykli ludzie używali papieru i był on częścią ich dnia codziennego. Z mocnego, przeświecającego i giętkiego *washi* można było wytworzyć wiele praktycznych przedmiotów. Służył nie tylko do pisania, kaligrafii, na książki, lecz również jako materiał dla rzemiosła, na parasolki, parawany, teczki, chorągwie, maski, smoki, latarnie, origami, żagle, odzież, ścianki i żaluzje. Największy rozwój *washi* osiągnęło w XVII w.

Bogactwo lasów i czyste rzeki tworzyły w Japonii najlepsze warunki do produkcji papieru. Japończykom sprawiało i sprawia jeszcze dzisiaj radość wytwarzanie i używanie papieru delikatnego i pięknego.

Do pierwszej epoki wytwarzania papieru w chińskim kręgu kulturowym dołącza się druga arabsko-mauryjska epoka robienia papieru.

Przez wiele wieków udawało się Chińczykom strzec tajemnicy robienia papieru. W połowie VIII w. prowadzili oni wojnę z Arabami i zostali pobici w rejonie Turkiestanu. Podczas napadu na miasto Samarkanda w 751 r. n.e. wśród jeńców znaleźli się też papiernicy, którzy musieli wyjawić zwycięzcom swoje umiejętności.

Z Samarkandy szybko rozprzestrzeniło się robienie papieru na świat islamski. Otwierano wielkie manufaktury papiernicze. Już w 794 r. n.e. produkowano papier w Bagdadzie. Damaszek był przez wieki głównym dostawcą papieru do Bizancjum i do innych części Europy, skąd eksport zaczął się w X, XI w. Poprzez Kair wytwarzanie papieru przeniknęło do Maroka (około 1110 r. ). W końcu Maurowie przynieśli produkcję papieru do Hiszpanii.

Wiele materiałów używanych w Chinach do produkcji papieru było niedostępnych na Bliskim Wschodzie, dlatego przeważającym surowcem do produkcji papieru stał się len i odpadki tkanin (szmaty). Budowa specjalnych urządzeń do ubijania zamiast używanych w Chinach młódczy, umożliwiła produkcję papieru na wielką skalę. Arabowie dalej ulepszali technikę robienia papieru - by lepiej się pisało, powlekali obie strony papieru skrobią.

Bezsporną zasługą Arabów pozostaje fakt, że rozprzestrzerali oni sztukę wytwarzania papieru w swoim wielkim państwie aż po Hiszpanię. Niewątpliwie posiadanie papieru w państwie islamskim wyniosło kulturę pisania, szkolnictwo i literaturę na wyżyny. I to w tym czasie, gdy w Europie posługiwano się jeszcze drogiem pergaminem jako jedynym materiałem do pisania. Posiadanie papieru pozwoliło na rozkwit w państwie islamskim piśmiennictwa i produkcji książek oraz powstanie wielkiej liczby bibliotek.

# Produkcja papieru w Europie

## Zarys

Kilka wieków przed wyprodukowaniem w miejscowych papierniach papier był w Europie osiągalny tylko jako drogi arabski towar z importu. Wtedy Europejczycy używali przeważnie pergaminu, ale już wkrótce papier stał się towarem wytwarzanym na miejscu i zastąpił drogie materiały.

Europejska produkcja papieru - a tym samym trzecia epoka wytwarzania papieru - wzięła swój początek w Hiszpanii. Przez Włochy, południową Francję rozszerzało się nowe rzemiosło powoli na całą Europę. Ale papier wyzwał nie tylko zgodny zachwyt. Peter von Cluny pisze o swoich studiach w mauryjskim Toledo, że widział tam książki z pergaminu, papirusu i ze "starego płótna a możliwe, że z jeszcze gorszego materiału". Cesarz Fryderyk II wydał zakaz przygotowywania dokumentów notarialnych i rozporządzeń na papierze a w statutach miasta Padwa z 1236 r. zapisano, że dokumenty na papierze nie mają mocy prawnej. Obok niewielkiej trwałości w porównaniu z pergaminem również arabskie pochodzenie było odpowiedzialne za bardzo powolne rozprzestrzenianie się papieru w krajach chrześcijańskich.

Papier znalazł miejsce w biurach, kancelariach klasztorów i miast; służył początkowo w pierwszym rzędzie do celów sakralnych (chrześcijańskie pisma, obrazki wotywnie z żywota Jezusa, modlitwy odpustowe dla pielgrzymów). Papiernicy w średniowieczu pracowali już w pełni zorganizowanym zakładzie. Potrzebował on nawet jak na ówczesne warunki dużego kapitału i zatrudniał wielu czeladników oraz uczniów i służbę.

W trakcie rozwoju nowych technik druku, szczególnie po wynalezieniu druku ruchomymi czcionkami przez Gutenberga (Johannesa Gensfleischa vom Gutenberga) ok. 1446 r. papier zyskał na znaczeniu przy upowszechnianiu książek i czasopism, bo mogły być one wydawane teraz w większych ilościach. Nowe metody rysowania jak drzeworyt, akwaforta (sztych) i miedzioryt umożliwiały użycie papieru do drukowania obrazków. Z rozszerzeniem się handlu ogromnie wzrosło zapotrzebowanie na wartościowy papier; używano go na dokumenty, świadectwa, umowy, banknoty, dekrety i książki - tańsze natomiast gatunki znalazły zastosowanie do pakowania.

Różnorodność papierów dała się zauważyć w XVII i XVIII wieku w Anglii, gdy coraz więcej papierni zaczęło produkować najróżnorodniejsze rodzaje papieru, kartonu i lakierowane produkty np. karty do gry ze sklejonych razem warstw papieru.

Rosnący popyt i przekonanie, że robienie papieru to dochodowy interes, doprowadziły w końcu do powstania znaczącego przemysłu.

## Hiszpania

Podczas podboju północnej Afryki oraz Hiszpanii Arabowie przynieśli sztukę wytwarzania papieru aż do południowej Europy. Już w roku 1144 wytworzono w miejscowości Xativa koło Walencji pierwszy na europejskiej ziemi papier. Najnowsze badania wskazują na istnienie znaczących manufaktur w Kordobie i Sewilli

## **Włochy**

Pierwsze młyny papiernicze we Włoszech powstały w Fabriano koło Ankony (1268) i Amalfi.

## **Austria**

Najstarszy wyprodukowany w Austrii arkusz papieru, który znaleziony został w archiwum fundacji Świętego Krzyża, można zidentyfikować po znaku wodnym. Dzwon, który nosi wyklucza jakąkolwiek pomyłkę z ówczesnym importowanym z Włoch papierem. Można przyjąć, że był czerpany w tym samym młynie papierniczym, który miał założyć Jan der Turs von Rauhenegg około roku 1321 w Leesdorfie koło Baden.

Można udowodnić istnienie następujących najstarszych młynów papierniczych:

rok 1469 w Treisen koło St. Pölten,

rok 1498 w Neustadt koło Wiednia,

rok 1517 pod Grazem.

Ciągle powstawały dalsze młyny papiernicze, tak że w XVI wieku robienie papieru rozprzestrzeniło się na całą Austrię.

## **Francja**

Pierwszy zapisany dokument papierowy datuje się na połowę XIII wieku. Pierwsze miejsca gdzie produkowano papier to:

rok 1326 - Ambert, działa do dziś jako *młyn papierniczy Richard de Bas*,

rok 1348 - Troyes,

rok 1354 - Essones koło Paryża.

## **Niemcy**

Z pomocą wyuczonych we Włoszech rzemieślników kupiec i rajca Ullman Stromer przebudował około roku 1390 położony u bram miasta Norymberga młyn na młyn papierniczy. Jego zapisy w dzienniku to pierwsze pewne doniesienia o robieniu papieru na niemieckiej ziemi. Młyn ten przedstawiony w kronikach światowych przez Hartmanna Schedla był początkowo wyposażony w dwa koła wodne i 18 młotów do ubijania.

Dalsze młyny papiernicze powstawały kolejno w Ravensburgu, Chemnitz, Strasburgu (obecnie we Francji), Legnicy (obecnie w Polsce), Lubece, nad dolnym Renem, koło Lüneburga i w Metz (obecnie we Francji).

## **Szwajcaria**

Najstarsza pewna wiadomość o istnieniu młyna papierniczego w Szwajcarii pochodzi z roku

1432 i dotyczy młyna położonego w Belfaux nad rzeką Sonnaz koło Fryburga. Nie ma dowodów na to, że w młynie papierniczym w Marly również koło Fryburga już wcześniej wytwarzano papier. Krótko później we wszystkich rejonach Szwajcarii urządzono młyny papiernicze.

W roku 1440 w Bazylei,

w 1448 również w Bazylei,

w 1460 w Worblaufen w pobliżu Berna,

w 1472 w Zurychu,

w 1477 w Serrieres koło Neuenburga

i w wielu innych miejscach. Centrum wytwarzania papieru była Bazylea, gdzie w roku 1576 pracowało 7 różnych papierni. Ich papiery miały wspaniałą renomę i były sprzedawane w dużych ilościach do obszaru nad Renem.



## Anglia

Okolo roku 1490 John Tate zalozył młyn papierniczy w poblizu Stevenage w hrabstwie Hertfordshire. W 1588 sir John Spielman miał młyn papierniczy pod Dartford. Istnienie młyna pod Cannock Chase w hrabstwie Staffordshire też jest udowodnione. W połowie XVII wieku znajdowało się kilka młynów papierniczych w Buckinghamshire, Oxfordshire i Surrey.

## Ameryka

W roku 1688 osiedlił się urodzony w Niemczech w 1644 w poblizu Mülheim nad Ruhrą William Rittenhouse (Wilhelm Rittenhausen) w Germantown pod Filadelfią w stanie Pensylwania. Ten zasadniczo wykształcony w Holandii papiernik wybudował tam w 1690 roku ze swoimi synami, którzy też byli papiernikami, na brzegu Monoshone Creek pierwszy młyn papierniczy w ówczesnych koloniach północnoamerykańskich. W 1701 roku młyn ten został uszkodzony przez powódź a wkrótce po odbudowie również przez pożar. Po kolejnej odbudowie wytrzymał aż do XVIII wieku.

## Polska

Pierwsze młyny papiernicze powstały w Polsce dopiero w drugiej połowie XV w. Pierwszy powstał przypuszczalnie w miejscowości **Prądnik Wielki** (obecnie Kraków - Kleparz) a drugi niedługo później w miejscowości **Mogiła** (obecnie Kraków - Nowa Huta). Oba młyny zalozył przybysz z Zachodu Fryderyk Schidling. W tym samym czasie miały też powstać młyny papiernicze na Pomorzu Gdańskim. W XVI w. powstawały systematycznie nowe papiernie w wielu miastach a przede wszystkim w Poznaniu. Pod koniec tego wieku było już w Polsce kilkadziesiąt młynów papierniczych.

Z rozszerzaniem się papieru w Europie wchodziły do użycia nowe materiały a metody produkcji zmieniały się. Przez to dotrzymywano kroku popytowi i wymogom odbiorców końcowych.

Całkiem znaczny udział w powstaniu europejskich metod wytwarzania papieru mają włoscy papiernicy, którzy w najwcześniejszych centrach europejskiej produkcji papieru w miastach Fabriano i Amalfi na przełomie XII i XIII w. ulepszyli metodę arabską:

- Podczas gdy w metodach środkowoazjatyckich rozdrabnia się materiał ręcznie, w Europie do rozwłóknienia szmat po raz pierwszy wymyślono młotkowe ubijarki, napędzane wielkim kołem wodnym. I tak powstała nazwa młyn papierniczy.
- Pisanie w Europie piórem gęsim i żółcią wołu wymagało innej powierzchni niż na Wschodzie. By otrzymać gładki, trwalszy i mniej przezroczysty papier, wymyślono metodę zaklejania papieru klejem zwierzęcym (żelatyną), co dawało lepsze rezultaty niż przy stosowaniu roślinnej skrobi.
- Dalsze zmiany dotyczyły formy do czerpania. Wczesne hiszpańskie i włoskie papiery były przypuszczalnie czerpane formami podobnymi do tych ze Wschodu, jednak w Europie nie było żadnych naturalnych materiałów zastępczych dla używanych na Wschodzie, np. dla bambusa. Z początkiem XII w.



udało się wyciągnąć ręcznie metal na długie cienkie druty, które wkrótce zastąpiły wcześniejsze materiały. Ciasno ułożone obok siebie druty zostały połączone z poprzeczną "osnową". Aż do wprowadzenia w XVIII wieku form welinowych ta europejska wersja pozostała niezmienną i w przeciwieństwie do wschodnich wariantów sito było przymocowane trwale do formy.

- Przez wprowadzenie znaków wodnych, europejskie papiery otrzymały typowy znak, który dawał się zrobić tylko za pomocą formy do czerpania wykonanej z drutu. Najstarsze znaki wodne pochodzą z XII w. z Włoch. Chciano w ten sposób stworzyć znak towarowy przeciwko fałszerstwu. Jakościowe papiery rozpoznaje się jeszcze dziś po znaku wodnym.

Wszędzie w Europie powstawały wzdłuż rzek młyny papiernicze i w końcu XVII w. robienie papieru było znane w całej Europie.



W XVII w. w produkcji papieru przewodziła Holandia. Jakość holenderskich papierów była wysoko ceniona. Urządzenie do rozcierania, które pod koniec tego wieku zaprojektowano - nazwane na cześć kraju holendrem - przedstawiało znaczący postęp w mechanizacji przeróbki szmat. Holender został użyty w zastępstwie urządzeń do ubijania.

Podczas gdy te wynalazki prowadziły do uprzemysławienia produkcji i jej wzrostu, zaczęło

brakować szmat. Brak surowców spowodował intensywne poszukiwanie alternatywnych źródeł włókien, które doprowadziły w zachodnich papierniach w XIX w. do przestawienia się na inne surowce



Jedynym surowcem, którego początkowo używano w europejskich młynach papierowych, były szmaty bawełniane, lniane, konopne, dostarczane przez zbieraczy szmat. Obróbka szmat wymagała wielkiego wysiłku. Najpierw sortowano szmaty według rodzaju włókien, koloru i jakości, usuwano szwy, klamry i guziki. W końcu cięto szmaty na kosach. Te

prace wykonywały kobiety.

Po procesie maceracji szmaty zostawały rozwłókniane. Ten proces przez wieki przeprowadzano w ubijarkach. Młyny papiernicze leżały zawsze nad rzekami, bo potężne koła wodne napędzały **ubijarki**. Ubijarka składała się z szeregu koryt - początkowo z drewna a od XVII w. również ze stali - wypełnionych wodą i szmatami, w które uderzały w równomiernym rytmie ubijarki napędzane długim wałkiem krzywkowym. Dopiero po około 48 godzinach papka była gotowa do dalszej przeróbki.



W 1670 r. holenderscy papiernicy dokonali ważnego odkrycia: był to **holender**, który pracował szybciej. W maszynie tej papka krąży w owalnej wannie, w której środku znajduje się napędzany wał z poprzecznymi nożami - podobny do koła łopatkowego parowca. W wyniku ruchu wału papka jest dociskana do płyty umieszczonej na dnie

wanny a włókna są przy tym cięte i rozdrabniane. Jeszcze do niedawna holendry - wprowadzicie w udoskonalonej formie - były używane w fabrykach papieru delikatnego i specjalnego. Dziś holendry pracujące w sposób przerywany zastąpiono maszynami pracującymi w sposób ciągły.

Aż do początku XIX w. metody produkcji papieru pierwszych europejskich papierników pozostawały prawie niezmienione. Robienie papieru nie było zwykłym rzemiosłem, lecz "białą sztuką" w przeciwieństwie do drukowania, które określano "czarną sztuką". Papiernicy średniowieczni pracowali w dobrze zorganizowanym zakładzie. W młynie papierniczym był mistrz, który tę sztukę opanował od a do z. Czerpacze (siciarze), nakładacze, układacze, zaklejacze to specjalne zawody, w których pracowali czeladnicy lub uczniowie.

Po rozdrobnieniu włókien papkę przelewano do wielkiej okrągłej **kadzi** i tak długo rozcieńczano wodą aż udział włókien wynosił tylko kilka procent. Przypuszczalnie pierwsze kadzie zrobiono z beczek na wino. Później przygotowywano je z kamienia lub z żelaza wyłożonego ołowiem, który miał chronić przed rdzą. Z biegiem czasu odkryto, że w wyniku ogrzania masy można osiągnąć szybszy odpływ wody w procesie czerpania a tym samym wzrost produkcji. Przez to później robiono kadzie ogrzewane. Papier czerpano ręczną formą, kwadratową ramą z drewna z przytwierdzonym metalowym sitem. Sito było delikatną metalową plecionką, która pozwalała przepłynąć wodzie ale zatrzymywała włókna, przez co na sicie tworzył się mokry arkusz papieru. Sito i pokrywa (ramka) to najważniejsze narzędzia papiernika. Najwcześniejsza forma składała się przypuszczalnie z prostej ramy z rozpiętym rzadko tkanym sukniem.



Istnieją dwa europejskie typy form: żeberkowa (**vergé**) i welinowa (**velin**). Forma żeberkowa przypomina japońską *sugetę*, z tym że sito jest trwale przymocowane do formy i zrobione z cienkich drutów. Gęsto leżące obok siebie poziome druty są utrzymywane poprzez druty poprzeczne. Również drewniane poprzeczki podtrzymują to sito, tylko pokrywa (ramka) nie jest przytwierdzona do formy zawiasami. Papier czerpany taką formą można rozpoznać po pionowych i poziomych rowkach będących odciskiem górnej części sita. Do form welinowych należą wszystkie typy posiadające siatkę

drucianą o gęstych oczkach. Papier z formy welinowej ma zwykle gładszą powierzchnię niż papier z formy żeberkowej. Ten typ wszedł do użycia w XVIII wieku.

### Zaczyna się praca

**Czerpacz** brał sito, nakładał ramkę i najpierw zwilżał wszystko w stojącej obok beczce z wodą. Sito chwycił oburącz, zanurzał w zawieszynie i na koniec płynnym ruchem wyciągał z kadzi. Trzymając wypełnioną po brzegi formę zaczynał ostrożnie przechylać ją na wszystkie strony. Przez to zawieszyna rozdzielała się równomiernie a osadzające się włókna spletały wzajemnie. Często trochę masy dostawało się między



ramę a sito i tworzyła się obwódka. Uzyskanie arkusza o równomiernej grubości wymagało dużo zgrabności i wiele praktyki. Potem rzemieślnik stawiał sito na brzegu kadzi lub na założonym na niej stojaku (tzw. koźle), by odkapała woda. W końcu zdejmował pokrywę i sito można było użyć ponownie. Pokrywę zakładał na drugie sito i zaczynało się czerpanie następnego arkusza.

**Nakładacz** przejmował formę, odwracał ją i kładł kołyszając nią przy tym, by arkusz wypadł na mokry filc. Nakładacz zwracał formę do czerpacza i przykrywał arkusz drugim filcem. Tymczasem czerpacz miał już gotowy następny arkusz, który przekazywał do nakładacza itd. W ten sposób powstawał stos składający się na przemian z mokrego filcu i arkuszy papieru; kolejne warstwy układano dopóty, dopóki można było sięgnąć. Osiągano to najczęściej przy 6 tzw. składkach po 24 arkusze każda.

Gdy stos był gotowy, prasowano go w wielkiej drewnianej prasie śrubowej. W starych młynach papierniczych często biciem w dzwon oznajmiano ustawienie stosu.

Pracownicy opuszczali wtedy swoje stanowiska i pomagali kręcić wielkim wrzecionem. Przez silny nacisk starano się wycisnąć możliwie jak najwięcej wody. Dokładne prasowanie przyczyniało się do lepszego powiązania włókien.

Następnie stos wyjmowano z prasy i zaczynała się praca **układacza**. Ostrożnie zdejmował on z filcu ciągle jeszcze mokre arkusze i starannie układał w paczkach na pochyłych podstawkach a filc oddawał do nakładacza. Często arkusze prasowano

jeszcze raz, przekładając suchym filcem.



Po procesie prasowania wciąż mokre jeszcze arkusze bierze się do suszarni i wiesza na końskim lub krowim włosiu, które jest pociągnięte woskiem pszczelim. Na starych papierach można jeszcze zobaczyć odcisk włosia. Aby zmniejszyć marszczenie i krzywienie się arkuszy często suszono po 4, 5 arkuszy razem. Okienka w suszarni, otwierane stosownie do pogody, dawały odpowiednią cyrkulację powietrza i po około 1 dniu papier był suchy.

Jeśli chodzi o papier do pisania, to musiał on być jeszcze po wysuszeniu zaklejony. Do **zaklejania** używano żelatyny, często wymieszanej z alunem. Arkusze zanurzano paczkami w kadzi z roztworem żelatyny, krótko prasowano i ponownie suszono. Przez to papier stawał się gotowy do pisania, w przeciwnym razie byłby jak bibuła.

Suche arkusze są nierówne i muszą być wygładzone. Gładzenie (**satynowanie**) wierzchniej warstwy papieru odbywało się aż do wprowadzenia napędzanych wodą młotów (podobnych do młota kowalskiego) w XVI w. ręcznie przy użyciu agatu.

Dopiero w XVIII w. wymyślono do gładzenia mechaniczne walce (kalandry).

Jeszcze w pierwszej połowie XIX w. produkowano w młynie papierniczym dziennie (około 13 godzin pracy) 3000 do 4500 arkuszy ręcznie czerpanego papieru. Papier ten powinien być biały, cienki i równy. Zależało to od dobrej pracy papierników oraz od surowców i od wody. Młyny papiernicze mogły zyskać uznanie dobrym papierem.

Jeszcze dziś rozpoznaje się takie papiery po znaku wodnym.

Znak wodny (inaczej filigran) to jasny obszar na arkuszu, najczęściej obrazek lub napis, który tylko wtedy jest widoczny, gdy się patrzy pod światło. Chodzi przy tym o odcisk wzoru umieszczonego na sicie. Prowadzi to do zmniejszenia grubości papieru, co jest widoczne jako jasna linia.

Pierwotne znaczenie znaku wodnego nie jest znane. Jedna z wielu teorii mówi, że służył on przypuszczalnie do oznaczania form dla nieznanających pisma papierników. Znaki wodne miały w średniowieczu wielostronne znaczenie: służyły do

rozpoznawania poszczególnych papierni, były również znakiem formy i znakiem cechowym. Pierwszy udowodniony znak wodny pochodzi z Bolonii z roku 1282. Jeszcze dzisiaj używa się znaków wodnych na ekskluzywnych papierach do pisania i jako zabezpieczenie w banknotach, akcjach i paszportach.

### Znaki wodne prawdziwe



Są dwa rodzaje tych znaków:

Liniovne składają się z cienkich linii, może to być np: monogram, herb, mały symbol. Wzór będący lustrzanym odbiciem oryginału robiono z cienkiego nierdzewnego drutu przyszytego do sita metalową nicią. W tych miejscach osadzało się mniej włókien i te minimalnie cieńsze miejsca na papierze tworzyły znak wodny.



Światłocieniowe są znacznie trudniejsze do przygotowania. Najpierw trzeba wyrzeźbić motyw na płytce wosku oświetlonej od tyłu. Miejsca odpowiadające powierzchniom, liniom, częściom oświetlonym i ciemnym rzeźbi się na różną głębokość. Z tego woskowego reliefu wykonuje się odlew a z niego znowu przez galwanizację relief negatywowy i pozytywowo z brązu. Między oba te reliefy wkłada się drobną siatkę miedzianą. Przez silne zgniecenie wzór przenosi się na siatkę, którą następnie przyszywa się do sita czerpalnego. Podczas czerpania papieru na wypukłych miejscach osadza się mniej włókien, a na wklęsłych za to więcej.

Wynalezienie maszyny papierniczej wymagało nowej techniki nanoszenia znaku wodnego na bardzo długą wstęgę papieru. W roku 1827 T.G. Marshall wynalazł w Londynie walec do znaków wodnych (tzw. eguter). Znak wodny jest robiony w części sitowej maszyny papierniczej za pomocą egutera pokrytego metalowym sitem. Napis lub obrazek jest przylutowany do sita egutera lub sito jest odpowiednio wytłoczone. W wyniku tego tworzą się na papierze cieńsze miejsca. Przez odpowiedni kształt egutera można osiągnąć takie efekty jak przy czerpaniu papieru formą żebrowaną.

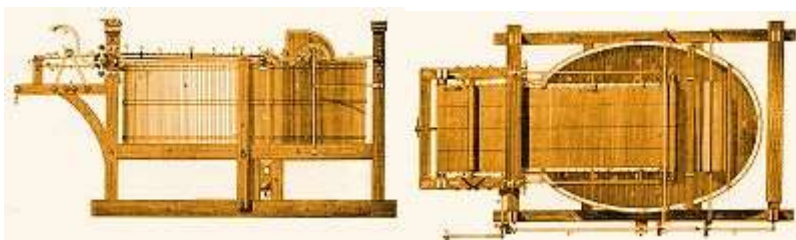
### Falszywy znak wodny

Ponieważ przygotowanie egutera jest bardzo pracochłonne i drogie znaleziono korzystniejszą alternatywę w postaci techniki molette. Chodzi jednak przy tym o zgniecenie mokrej wstęgi papieru, już po tym jak opuściła ona sito. Z pomocą gumowych pierścieni, na których - jak na pieczęcie - przedstawiony jest jakiś obrazek, są wytłaczane na papierze znaki. Te znaki daje się usunąć przez zwilżenie.

Dalsze fałszywe znaki wodne powstają poza maszyną papierniczą przez nadruk bezbarwnym lakierem, specjalnymi chemikaliami lub przez wytłaczanie powierzchniowe.

Do końca XVIII w. produkowano ręcznie taki sam papier. Jakość jego była bardzo wysoka, jednak zdolności produkcyjne młynów papierniczych za małe, aby móc sprostać ciągle rosnącemu zapotrzebowaniu. Zasadniczą zmianę przyniósł wynalazek Francuza **Nicholas-Louis Roberta** (1761-1828), który zbudował pierwszą maszynę papierniczą o długim sicie i przez to otworzył epokę maszynowej produkcji papieru. Dawna rękodzielnicza tradycja zamieniła się w ciągu kilku wieków w nowoczesny przemysł.

Po zwolnieniu z armii francuskiej N.-L. Robert pracował dla drukarza Pierre-Francois Didota i został księgowym w młynie papierniczym jego syna Saint Léger Didota w Essones pod Paryżem. Tam zaczął wcielać w życie pomysł maszyny, która zastąpiłaby czerpanie pojedynczych arkuszy i umożliwiłaby produkcję długiej wstęgi papieru. W 1798 r. był gotowy projekt takiej maszyny. Na ten wynalazek otrzymał on w 18 stycznia 1799 r. patent. To nie była doskonała maszyna, jednak był to pierwszy krok w kierunku mechanizacji produkcji papieru.

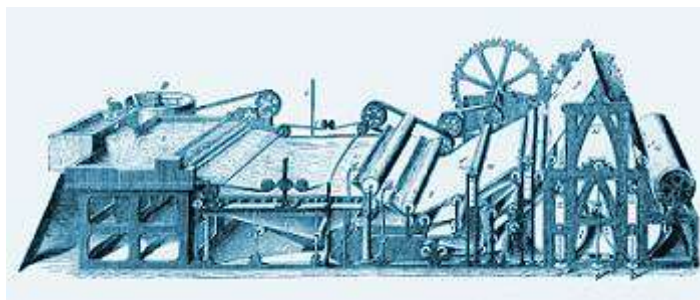


Pierwsza maszyna papiernicza Nicolas-Louis Roberta 1798

Maszyna ta składała się zasadniczo z dwóch wałów obracających się w tym samym kierunku, na których biegnie sito bez końca. Mechanizm ten umieszczono nad owalną kadzią. Gdy się pokręci korbą, zaczyna poruszać się sito, za pomocą cylindra wyposażonego w miedziane łopatki podawana jest na sito w sposób ciągły zawieszona ze zbiornika. Mokra wstęga papieru jest nawijana na jednym wale i co jakiś czas odbierana. Robert osiągnął wynik około 100 kg papieru dziennie przy szerokości sita 64 cm i prędkości roboczej sita 5m/min.

Tą maszyną można było po raz pierwszy robić dowolnie długie wstęgi papieru a tym samym produkować papier szybciej i taniej. Model maszyny Roberta, protoplasty naszych obecnych maszyn papierniczych, znajduje się w Muzeum Nauki w Londynie a działająca wierna kopia w Niemieckim Muzeum Techniki w Berlinie i w Austriackim Muzeum Papiernictwa w Laakirchen-Steyrermühl.

Stosunki polityczne i trudności finansowe udaremniały dalszy rozwój tej maszyny we Francji. Szwagier Didota, Anglik John Gamble otrzymał w kwietniu 1801 r. angielski patent na ulepszoną wersję maszyny Roberta. Na tej udoskonalonej maszynie uczyli się bracia **Henry i Sealy Fourdrinier** (londyńscy hurtownicy papieru). Zaangażowali inżyniera **Bryana Donkina** z firmy Donkin and Hall z Dartford. Dzięki współpracy zespołu, w którym bracia dawali pieniądze, J. Gamble był specjalistą od ochrony patentowej a Donkin znakomitym konstruktorem, można było uruchomić w 1804 roku w Frogmore znacznie ulepszoną maszynę papierniczą. W 1819 roku udało się Donkinowi zbudować pierwszy cylinder suszący.



Maszyna papiernicza Bryana Donkina, po roku 1820

**Maszyna Fourdrinierów** wytwarzała papier w następujący sposób: masa papiernicza była podawana na ciągle poruszające się druciane sito bez końca. Większa część wody spływała natychmiast. Warstwa włókien przemieszcza się na warstwie filcu i dostaje się między kilka walców, które usuwają wodę. Potem papier dostaje się do rozgrzanego cylindra suszącego. Walce gładzące wygładzają papier nim zostaje nawinięty na rolkę. Maszyna ta miała już wszystkie zasadnicze elementy naszych nowoczesnych maszyn papierniczych: zbiornik materiału, część sitowa, prasująca, susząca, zwijająca. Tym samym wszystkie dotychczasowe czynności jak czerpanie, odkładanie, prasowanie, suszenie, wygładzanie mogły być przeprowadzane w jednym procesie produkcyjnym. W 1827 r. taka maszyna produkowała z pomocą tylko trzech mężczyzn i dwóch młodocianych już taką ilość papieru, do której wyprodukowania według starych sposobów trzeba było 50 do 60 ludzi.

Robert nie mógł zebrać owoców swojej pracy. Bryan Donkin był jedynym, któremu udało się osiągnąć sukces finansowy. Do 1851 roku wyprodukował on ogółem 191 maszyn papierniczych: 83 dla brytyjskich papierni, 105 dla innych krajów europejskich, 1 dla Indii i 2 dla USA. Pierwszą importowaną z Anglii maszynę ustawiono w USA w 1827 w Saugerties (stan Nowy Jork).

Pierwszą niemiecką maszynę papierniczą skonstruował mechanik Johann Jakob Widmann z miejscowości Heilbronn, została ona ustawiona w fabryce Gustawa Schaeuffelena i uruchomiona w 1830 roku. Drugą zbudował Widmann z pomocą ślusarza z Heidenheimu Johanna Matthäusa Voitha dla papierni Rau und Voelter w Heidenheim.

Od około 1825 r. rozwija się w Europie w olbrzymim tempie uprzemysłowienie produkcji papieru. W 1850 r. w Anglii było na przykład 300 maszyn papierniczych a 250 we Francji. Do połowy XIX w. zmechanizowano wszystkie kroki produkcyjne od przeróbki szmat po pakowanie gotowego papieru.

Dalszy przełomowy wynalazek dokonał się w 1806 r. Niemiecki papiernik Moritz Friedrich Illig wynalazł zaklejanie materiału papierniczego w masie z użyciem żywicy i alunu zamiast zaklejania powierzchniowego żelatyną. Ten wynalazek miał duże znaczenie dla maszynowej produkcji papieru do pisania.

Do około połowy XIX w. papiernicy w Europie znali jedyny materiał dający włókna: szmaty oraz odpady konopne i lniane. Występujący już w XVIII w. brak surowców dla młynów papierniczych zaostrzył się znacznie z początkiem XIX w. i był dla papierników ogromnym problemem. Przez wprowadzenie maszyn papierniczych,

wytwarzanie papieru znacznie wzrosło i odpowiedniemu zapotrzebowaniu na surowiec nie pozwalała o wiele za mała podaż szmat.

Najpierw próbowano wykorzystywać również szmaty grube i kolorowe wybielając je. Wybielające właściwości chloru odkrył w roku 1774 niemiecki chemik K. U. Scheele. Metodę tę zastosował francuski hrabia **C. L. Berthollet** po raz pierwszy w roku 1789 do bielenia szmat gorszej jakości.

Przełom w poszukiwaniu nowego surowca udało się w końcu osiągnąć tkaczowi **Friedrichowi Gottlobowi Kellerowi** z Saksonii, który w 1843/44 r. uzyskał masę papierniczą z zeszlifowanego na kamieniu szlifierskim drewna i wytworzył z niej kawałeczek papieru. Tym samym wynaleziono mechaniczny przerób drewna na tzw. **ścier drzewny**. Proces ten wkrótce osiągnął wielkie znaczenie. Jeszcze dzisiaj ścier drzewny służy jako zasadniczy surowiec do wytwarzania papieru gazetowego.



Rosnący brak surowca został wprawdzie przez użycie ścieru drzewnego zmniejszony, jednak ze szmat w całości zrezygnować nie można było. Papier wyprodukowany z czystego ścieru drzewnego staje się z biegiem czasu łamliwy i żółknie pod wpływem światła. Przyczyną tego jest lignina, która otacza włókna komórkowe. Stąd trzeba było znaleźć sposób na oddzielenie ligniny.

**Chemiczna przeróbka** drewna na masę celulozową sodową udała się w roku 1854 Anglikowi **Wattowi** i Amerykanowi **Burgessowi**. W tej metodzie włókna gotowano z chemikaliami w wielkich zbiornikach pod ciśnieniem.

Szczególne znaczenie zyskała masa celulozowa siarczynowa opracowana w USA w latach 1863/67 przez **Benjamina Chew Tilghmana** powstająca przez gotowanie z **wodorosiarczynem** wapnia. Metoda ta została wprowadzona do Europy w latach 1872/74 przez **C.D.Ekmana** i **A.Mitscherlicha**. Celuloza siarczynowa używana jest przede wszystkim na papier do pisania i drukowania.

W 1884 **C. F. Dahl** ogłosił o sposobie użycia siarczanu sodu. Powstająca przy tym **celuloza siarczanowa** znalazła zastosowanie z powodu jej wielkiej wytrzymałości szczególnie na papiery mechanicznie obciążone.

Ścier drzewny i celuloza - do dziś główne surowce do produkcji papieru - spowodowały rewolucję w produkcji papieru i doprowadziły wraz z wynalazkiem i ulepszeniem maszyny papierniczej do ogromnego rozkwitu przemysłu papierniczego. Umożliwiło to zmianę rzemiosła papierniczego w wielki przemysł, który może zaspokoić olbrzymi popyt.



Po tym jak w pierwszej połowie XIX w. zmechanizowano wszystkie dotąd ręcznie wykonywane prace, w drugiej połowie tego wieku rozwinęła się przemysłowa produkcja surowców w oddzielnych celulozowniach. Tym samym rozdzielono wytwarzanie surowców od produkcji papieru.

Przestrzeń czasową od początku drugiej połowy XIX w. aż do połowy XX w. wypełniono zwiększaniem szerokości i szybkości maszyn papierniczych oraz niezliczonymi ulepszeniami tych maszyn. Napęd elektryczny zastąpił parowy i wodny. Skonstruowano dalsze typy maszyn papierniczych przeznaczonych specjalnie do produkcji określonych wyrobów, i tak maszynę papierniczą z sitem okrągłym, która jest zasadniczo używana do produkcji kartonu, maszynę do produkcji lekkich papierów w tym również toaletowego, maszynę papierniczą



samoodbierającą. Do wytwarzania kartonu



skonstruowano też maszyny mające kilka długich sit lub sita długie i okrągłe, przez co możliwe jest produkowanie wielowarstwowych wyrobów. Szerokość robocza maszyn rosła z 85 cm w 1830 r. do 770 cm w 1930 r., szybkość wzrosła z 5

m/min do 500 m/min.

Obok postępu w maszynach przemysł celulozowo-papierniczy po 2 wojnie światowej otrzymał też znaczny impuls w postaci techniki pomiarowej i sterującej. Rozwój ten doprowadził do stworzenia systemów elektronicznego przetwarzania danych oraz sterowania procesem, które z początkiem lat 60-tych znalazły zastosowanie również w przemyśle celulozowo-papierniczym. Nowoczesna technika pomiarowo-sterująca daje papiernikowi coraz większą możliwość automatyzacji procesu produkcyjnego a tym samym zapewnienia wyrobom jednolitości. Monitoring nie ogranicza się tylko do procesu produkcyjnego, lecz obejmuje też same maszyny papiernicze.

W dążeniu do polepszenia tworzenia się wstęgi papieru szczególnie przy wysokiej szybkości roboczej powstał w 2 połowie XX wieku cały szereg nowoczesnych maszyn, które pracują według nowych zasad tworzenia arkusza. Należą tu między innymi maszyny z podwójnym sitem do produkcji papieru i kartonu, hydrauliczny zespół formujący dla długowłóknistych materiałów. Maszyny papiernicze, ich prędkości robocze a tym samym też zdolności produkcyjne są coraz większe. Szerokość robocza sięga teraz 10 m, prędkość robocza dochodzi do 2000 m/min. Dotąd najbardziej wydajna maszyna papiernicza została uruchomiona w 1997 roku w Austrii (produkcja roczna 500000 ton papieru).

Ale rozwój nie ogranicza się tylko do względów ilościowych, lecz również jakościowych. Wymagania stawiane papierowi rosną. Porównując dzisiejszy papier ze swymi poprzednikami widzimy ogromny wzrost jakości. Trzeba to tym bardziej cenić nie tylko dlatego, że dzisiejsze papiery są produkowane ze znacznie większą

szybkością, lecz że dzisiejsza sytuacja surowcowa zmusza do tego, by wykorzystywać też gorszej jakości drewno i odpady. Nacisk ekologów doprowadził w końcu lat osiemdziesiątych do wprowadzenia w stu procentach bezchlorowego wybielania celulozy. Po 200 latach tlen i nadtlenek wodoru zastąpiły silnie trujący chlor.

Rozwój produkcji papieru od swych początków do dnia dzisiejszego jest odbiciem wynalazczości ludzkości na drodze od papirusu do papieru XXI w. Również w czasach nowych mediów elektronicznych, papier nie stracił na znaczeniu - wprost przeciwnie! Wymagania co do ilości i jakości będą jeszcze przez długi czas rosnąć. Być może zechcą Państwo wydrukować sobie tę lub jakąś inną stronę tej publikacji.....



## Tabela chronologiczna

- 3500 p.n.e. użycie papirusu w Egipcie
- 2700 p.n.e. najstarsze znalezisko z zapisanym pergaminem (Egipt)
- 180-50 p.n.e. znaleziska z wczesnej dynastii Han w różnych miejscach Chin dokumentują użycie papieru
- 150 n.e. chiński minister Cai Lun (?-121) opisuje produkcję papieru
- 610 wprowadzenie papierni do Japonii
- 751 Arabowie zdobywają od chińskich jeńców wojennych wiedzę na temat produkcji papieru 794 wybudowanie młyna papierniczego w Bagdadzie
- 1109 najstarszy dokument papierowy (archiwum w Palermo)
- 1110 wytwarzanie papieru dotarło do Maroka
- 1144 pierwszy młyn papierniczy w Hiszpanii (Xativa = San Felipe koło Walencji)
- 1268 produkcja papieru we Włoszech (Fabriano)
- 1270 pierwszy papier z lnu i konopi we Francji
- 1282 najstarszy znak wodny 1294 wprowadzenie zaklejania żelatyną we Fabriano (Włochy) 1321 Jan der Turs von Rauhenegg zakłada w Leersdorfie pod Baden (Austria) młyn papierniczy
- 1326 młyn papierniczy koło Ambert (Francja) - pracuje do dziś jako papiernia Richard de Bas 1348 młyn papierniczy w Troyes (Francja)
- 1354 młyn papierniczy w Essones koło Paryża
- 1390 pierwszy młyn papierniczy w Niemczech (koło Nürnbergu) wybudowany przez kupca i rajcę Ulmana Stromera
- 1432 pierwszy młyn papierniczy w Szwajcarii (Belfaux pod Fryburgiem)
- 1446 pierwsze dzieło wydrukowane ruchomymi czcionkami przez Gutenberga (Johannes Gensfleisch zum Gutenberg)
- 1490 pierwszy młyn papierniczy w Anglii wybudowany przez Johna Tate w Stevenage
- 1573 pierwszy młyn papierniczy w Szwecji w Klippan koło Helsingborgu

- 1670/72 wynalezienie holendra (urządzenie do cięcia i mielenia szmat zastępujące wcześniejsze ubijarki)
- 1690 pierwszy młyn papierniczy w Ameryce wybudowany przez Williama Rittenhouse'a koło Germantown (stan Pensylwania)
- 1698 produkcja papieru w Norwegii
- 1720 wynalezienie mechanicznego rębaka szmat w Niemczech
- 1774 odkrycie bielących właściwości chloru przez chemika Karla Wilhelma Scheele'go
- 1783 wyprodukowanie pierwszego papieru welinowego - Niemcy
- 1785 wyprodukowanie pierwszego papieru welinowego ze znakiem wodnym przez Anglika Whatmanna
- 1789 zastosowanie chloru do wybielania szmat gorszej jakości - francuski chemik C.L. Berthollet
- 1798 wynalezienie maszyny papierniczej o długim sicie - Nicolas-Louis Robert, patent 1799
- 1803/4 Anglik Bryan Donkin ulepsza maszynę Roberta (szerokość robocza 0,76 m)
- 1805 wynalezienie maszyny papierniczej o okrągłym sicie - Bramah
- 1806 wynalezienie zaklejania w masie żywicą - M.F. Illig
- 1811 wynalezienie prasy drukarskiej cylindrycznej - Friedrich König
- 1819 Bryan Donkin buduje pierwszy cylinder suszący
- 1824 w Niemczech istniało 360 młynów papierniczych z 750 kadziami i dwiema maszynami papierniczymi; wydajność jednej maszyny odpowiadała pracy na czterech kadziach
- 1827 maszyna papiernicza samoodbierająca - J. Oechelhäuser  
wynalezienie egutera - T.J. Marshall w Londynie
- 1843/4 zastosowanie ściuru drzewnego - F.G. Keller, Saksonia
- 1850 w Niemczech istnieje 145 maszyn papierniczych i 1000 kadzi; w Anglii 300 maszyn papierniczych i 250 we Francji wynalezienie młyna rozbijającego stożkowego - Jordan, USA
- 1854 wynalezienie masy celulozowej sodowej - Anglik Watt i Amerykanin Burgess
- 1860 wynalezienie kalandrów wielowalcowych, wynalezienie prasy drukarskiej rotacyjnej
- 1863 patent na wytwarzanie masy celulozowej siarczynowej dla Amerykanina Benjamina Chew Tilghmana
- 1866 wynalezienie maszyny do pisania - Peter Mitterhofer
- 1873 wynalezienie przewijarki z przekrawaniem do przewijania i cięcia bel papieru - K.Th. Bischof w Schlöglmühl (Austria)
- 1874 wynalezienie pośredniego procesu gotowania w produkcji masy celulozowej siarczynowej - prof. A. Mitscherlich; pierwsze urządzenie do produkcji masy celulozowej siarczynowej - Szwed Ekman w Bervig
- 1878 wynalezienie bezpośredniego procesu gotowania w produkcji masy celulozowej siarczynowej - Ritter i Kellner
- 1884 wynalezienie masy celulozowej siarczanowej - C.F.Dahl
- 1889 wynalezienie i wprowadzenie sterowania za pomocą kart dziurkowanych - Herman Hollerith
- 1900 na świecie istnieje około 5200 fabryk papieru i tektury w tym około 1300 w Niemczech i 512 we Francji
- 1904 wynalezienie druku offsetowego - William Rubel
- 1909 wynalezienie walca ssącego - Amerykanin Millspaugh

- 1910 wynalezienie wkleśłodruku 1919 pierwsze użycie wielosilnikowego napędu maszyny papierniczej - firma Westinghouse Electric Co
- 1935 wynalezienie metody powlekania papieru drukarskiego na maszynie papierniczej - amerykański inżynier Massey
- 1936 wynalezienie odbierania próżniowego (pick up), co umożliwia dalszy wzrost prędkości maszyny papierniczej
- 1939 użycie słomy do produkcji celulozy
- 1945 konstruowanie maszyn do przeróbki surowców - holender wychodzi z użycia
- 1948 początek produkcji papierów z warstwą tworzywa sztucznego do celów pakunkowych - USA
- 1955 udoskonalenie produkcji celulozy - Kamy, Szwecja
- 1960 początek tworzenia systemów sterowania procesem dla przemysłu celulozowo papierniczego
- 1966 początek konstruowania zespołów sitowych z podwójnym sitem
- 1978 opracowanie nowoczesnego papieru do użytku biurowego
- 1989 pierwszy papier do kopiarek wybielany w 100% metodą bezchlorową
- 1997 uruchomienie maszyny papierniczej o największej wydajności wynoszącej prawie 500000 ton rocznie w Gratkom koło Grazu (Austria)