

Model výroby papíru

Milan Kraitr, Jitka Štrofová

Doporučený ročník 7. – 9.

Časový rámec 2 – 3 × 45
(1 – 2 týdny na zpracování projektu – nepovinné)

Tematický celek Člověk a výroba v praxi

Cíle a rozvoj kompetencí

- ▶ Žák dokáže podle pracovního návodu zhotovit list papíru, který je všeobecně užívaným materiálem ve výuce předmětu technika i v běžné denní praxi.
- ▶ Je schopen porovnat vlastnosti různých vzorků papíru.
- ▶ Na základě zkušeností získaných řešením praktických úloh je schopen jednoduchým způsobem popsat základní fáze výroby papíru.
- ▶ Dokáže uvést příklady využití papíru v běžném životě.
- ▶ Zvládá jednoduché laboratorní operace (měření, vážení, filtrace), dodržuje zásady hygieny a bezpečnosti práce.

Mezipředmětové vztahy

- ▶ **MATEMATIKA** výpočet obsahu plochy, plošné hmotnosti
- ▶ **INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE** vyhledání a zpracování informací

Teoretický úvod

Papír a papírenské výrobky představují jeden z nejdůležitějších masově vyráběných spotřebních produktů. Ve světovém měřítku je předčí jen stavební hmoty, motorová paliva a ocel. Světová produkce papírenských výrobků je srovnatelná s produkcí plastů. Z toho důvodu je vhodné do výuky předmětu technika zařadit model výroby papíru, materiálu, s jehož využitím se žáci setkávají v běžné denní praxi.

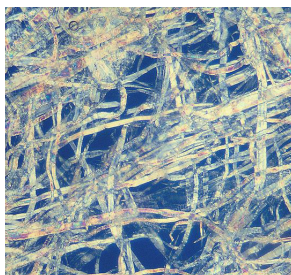
Současná světová produkce papíru a lepenky dosahuje 400 mil. tun, průměrná roční spotřeba na obyvatele planety činí asi 55 kg. Spotřeba papíru významně charakterizuje materiální i kulturní úroveň společnosti. Papíry a lepenky se mimo jiné užívají jako obaly, k hygienickým účelům a pro psaní a tisk („grafické papíry“).

Nedostatkem školní interpretace výroby papíru je absence názorné demonstrace výrobního principu, který je založen na mechanických operacích a žáci jej mohou pochopit již v 5. ročníku. Při složitosti a „neprůhlednosti“ moderních výrobních postupů a zařízení nebývá žáky dobře pochopena podstata výroby papíru ani při exkurzích do papíren.

Princip výroby papíru, na rozdíl od ostatních materiálů, s nimiž žáci přicházejí do styku, je velmi jednoduše přístupný modelové výrobě ve školním provedení, které se obejde bez zvláštního vybavení a materiálových nároků. Základní námět k praktickým úlohám modeluje průmyslovou výrobu založenou na mechanických procesech. V žákovské činnosti představuje manuální operace a vede žáky ke zvýšení zručnosti. Žáci mohou pracovat buď jednodušším postupem, který modeluje klasickou výrobu ručního papíru, nebo modelem strojní výroby, kde se rovněž neobejdou bez manuálních operací. Navržené rozšiřující úlohy jsou výběrové a doplňují základní úlohy zaměřené jen na mechanickou tvorbu papírového listu. Jedná se o modely výroby se speciálními vlastnostmi (barevný papír) a následné hodnocení vlastností papíru.

Metodická část pro učitele

CÍLE TÉMATU Prostřednictvím praktických úloh seznámit žáky s principem průmyslové výroby papíru.



Obr. 1 Buničina 200×
zvětšeno

zdroj: cs.wikipedia.org/wiki/
Soubor:Zellstoff_200_fach_
Polfilter.jpg

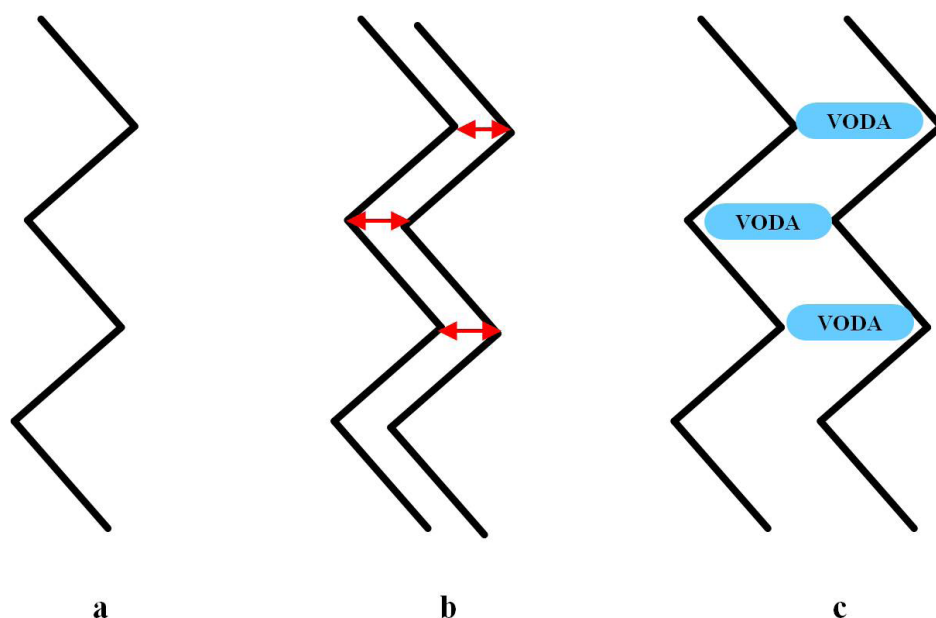
PRINCIP VÝROBY PAPÍRU Papír se vyrábí spojením (zplstěním), odvodněním a vysušením vláken z jejich vodné suspenze (vláknité kaše) zvané **papírovina**. Papírenské vláknité suroviny (buničiny – viz obr. 1) obsahují celulosu, látku s velkými molekulami. Papírovina vzniká mokřým rozvlákněním a mletím vláknitých surovin a případným přidáním přísad pro úpravu vlastností papíru.

Rozvláknění a mletí suroviny spočívá hlavně ve štěpení svazků vláken celulosy. To lze přirovnat k rozplétání lana až na jemná vlákénka s velkým specifickým povrchem (obr. 2a), která jsou spolu v suchém papíru poměrně pevně vázaná (obr. 2b). Naproti tomu v mokřém papíru vstupuje mezi vlákna voda (obr. 2c). To vede ke snížení pevnosti vazeb mezi vlákny, protože voda se dobře váže na jejich povrch. Tím lze vysvětlit malou pevnost mokrého papíru.

Přísady do papíroviny se liší podle druhu papíru. Jejich současný sortiment je velmi rozmanitý. Většina papírů obsahuje **klíždla** na bázi přírodních pryskyřic či syntetických látek, která „olepí“ povrch vláken. Klížením se zvětšuje odolnost papíru proti vodě. Mnohé papíry, hlavně tiskové, obsahují **plnidla** (např. kaolin), která mění řadu vlastností, mj. zvyšují poréznost papíru. Pro výrobu barevných papírů se přidávají obvykle **roztoky barviv**, která se váží na povrch vláken. Do konce 18. století se papír vyráběl nabráním a odcezením vláken na ručně ovládaném síti (dodnes luxusní produkt „*ruční papír*“). Dnes se vyrábí téměř výlučně na kontinuálně pracujícím papírenském stroji.

Zředěná papírovina s obsahem přes 99 % vody natéká na mokrou část papírenského stroje. **Odvodnění papíroviny a zplstění vláken** zpravidla probíhá na nekonečném podélném síti (analogie pásového dopravníku) s příčnou vibrací, a to nejprve usazováním (cezením), potom podtlakem (odsáváním). Mokrý pás papíru se mezi válci ve styku s plstěnou tkaninou lisuje a potom suší na vyhřátých válcích při maximální teplotě asi 70 – 120 °C. V **sušící části** papírenského stroje se z papíru odstraní většina vody a vytvoří se zde zmíněný systém vazeb mezi vlákny, znázorněný na obr. 2b. V sušící části stroje se rovněž dokončuje proces klížení roztavením částeczek klíždla.

V úvodní části hodiny vede učitel se žáky rozhovor. Žáci uvádějí příklady užití papíru v běžném životě, jaké druhy papíru znají. V rámci rozhovoru učitel žáky stručně seznámí se základními fázemi výroby. Těžiště výuky spočívá v realizaci praktických aktivit, které by žákům měly pomoci v pochopení principu výroby papíru.



Obr. 2 Vazby v papíru
a – vlákno celulosy
b – vlákna celulosy v suchém papíru
c – vlákna celulosy v mokrém papíru

K tématu je navrženo celkem 8 aktivit. Aktivity č. 1 – 4 jsou varianty modelu výroby papíru, aktivita č. 5 je zaměřená na sledování vybraných vlastností papíru, zbývající aktivity jsou doplňkové.

Učitel vybírá aktivity s ohledem na materiální vybavení školy, hodinovou dotaci a věk žáků. Bez ohledu na uvedené podmínky by v rámci tématu měly být realizovány minimálně 2 aktivity – tvorba papírového listu a následné hodnocení jeho vlastností.

ŠTRUKTÚRA VYUČOVACÍ HODINY zařazení do výuky, požadavky na vybavení

AKTIVITY

- ▶ Aktivita 1 – Tvorba papírového listu
- ▶ Aktivita 2 – Tvorba barevného papírového listu
- ▶ Aktivita 3 – Model výroby „ručního papíru“
- ▶ Aktivita 4 – Model výroby barevného „ručního papíru“
- ▶ Aktivita 5 – Hodnocení vlastností papíru
- ▶ Aktivita 6 – Zjištění velikosti papírového listu
- ▶ Aktivita 7 – Zjištění plošné hmotnosti papíru
- ▶ Aktivita 8 – Projekt na téma „PAPÍR“

Aktivita 1 (45 min.)

- ▶ **TVORBA PAPIROVÉHO LISTU**
- ▶ **VÝUKOVÉ PROSTORY** běžná učebna vybavená vodovodem pro připojení vodní vývěvy
- ▶ **POMŮCKY** buničina (filtrační papír, zdravotnická buničina, bílý *celulosový* toaletní papír, Aqua Tube Zewa...), nůžky, kádinka (250 – 500 cm³), skleněná tyčinka, ponorný tyčový mixer, filtrační papír, Büchnerova nálevka (průměr 9 – 12,5 cm), odsávací baňka (500 – 1000 cm³), vodní vývěva, váleček

Aktivita 2 (45 min.)

- ▶ **TVORBA BAREVNÉHO PAPIROVÉHO LISTU**
- ▶ **VÝUKOVÉ PROSTORY** běžná učebna vybavená vodovodem pro připojení vodní vývěvy
- ▶ **POMŮCKY** stejné jako č. 1 + barvivo (inkoust, šťáva z borůvek, ostružin, ovocný čaj s ibiškem...)

Aktivita 3 (45 min.)

- ▶ **MODEL VÝROBY „RUČNÍHO PAPIRU“**
- ▶ **VÝUKOVÉ PROSTORY** běžná učebna
- ▶ **POMŮCKY** buničina (zdravotnická buničina, bílý *celulosový* toaletní papír, Aqua Tube Zewa...), nůžky, 2 kádinky nebo libovolné sklenice o objemu (250 – 400 cm³), čajová lžička, filtrační papír, plastové nebo kovové sítko na čaj (průměr 6 – 8 cm), libovolný zdroj tepla (sušárna, radiátor, horkovzdušná trouba, fén...)

Aktivita 4 (45 min.)

- ▶ **MODEL VÝROBY BAREVNÉHO „RUČNÍHO PAPÍRU“**
- ▶ **VÝUKOVÉ PROSTORY** běžná učebna
- ▶ **POMŮCKY** stejné jako č. 4 + barvivo (inkoust, šťáva z borůvek, ostružin, ovocný čaj s ibiškem...)

Aktivita 5 (15 – 20 min.)

- ▶ **HODNOCENÍ VLASTNOSTÍ PAPÍRU**
- ▶ **VÝUKOVÉ PROSTORY** běžná učebna
- ▶ **POMŮCKY** vzorky papíru připraveného v předchozích úlohách, modrý inkoust, redispero (hrot o průměru 0,5 – 2 mm), násadka, kádinka (250 – 500 cm³), filtrační papír

Aktivita 6 (10 – 15 min.)

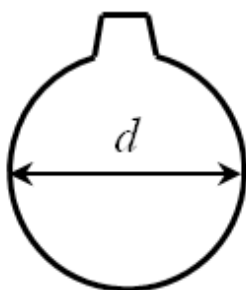
- ▶ **ZJIŠTĚNÍ VELIKOSTI PAPIROVÉHO LISTU** doplňková úloha
- ▶ **VÝUKOVÉ PROSTORY** běžná učebna
- ▶ **POMŮCKY** list papíru A4, pravítko (30 cm), kalkulačka

Aktivita 7 (10 – 15 min.)

- ▶ **ZJIŠTĚNÍ PLOŠNÉ HMOTNOSTI PAPÍRU** doplňková úloha
- ▶ **VÝUKOVÉ PROSTORY** běžná učebna
- ▶ **POMŮCKY** list papíru A4, pravítko (30 cm), kalkulačka

Aktivita 8 (1 – 2 týdne)

- ▶ **DLOUHODOBÝ DOMÁCÍ PROJEKT**



Obr. 3 Papírová podložka do Büchnerovy nálevky

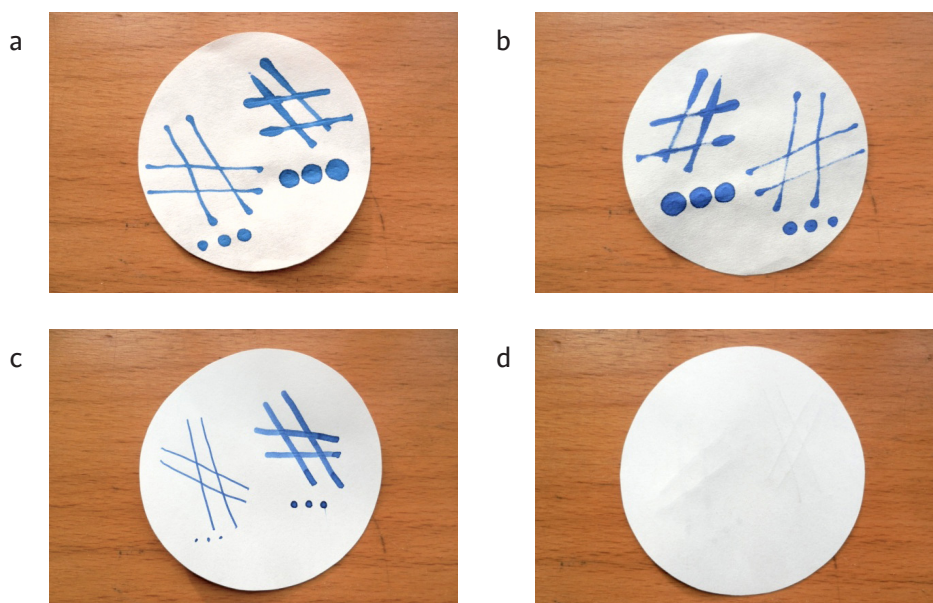
Alternativa s pomůckami

Alternativa pro lépe vybavené školy zahrnuje aktivity č. 1, 2, 5 – 8.

Poznámky k aktivitám

Aktivita 1 – Tvorba papírového listu a **aktivita 2 – Tvorba barevného papírového listu** jsou určené pro mladší žáky a představují základní postup tvorby papírového listu. V první aktivitě žáci tvoří bílý list, ve druhé barevný. Žáci pracují ve dvou až tříčlenných skupinách. Je možné pro všechny žáky zvolit pouze jednu z obou aktivit, ale s ohledem na následné hodnocení vlastností papíru je vhodné zařadit obě varianty, přičemž každá skupina plní pouze jednu aktivitu. Podle velikosti použité Büchnerovy nálevky předem vypočtete potřebné množství buničiny. Na plochu o velikosti 1 dm^2 je třeba přibližně $0,8 \text{ g}$ buničiny, což odpovídá běžnému filtračnímu papíru o velikosti $8 \times 8 \text{ cm}$ nebo kousku zdravotnické buničiny (lze zakoupit v lékárně nebo prodejně zdravotnických potřeb) o velikosti $8 \times 5 \text{ cm}$. Množství toaletního papíru nebo roličku Aqua Tube od toaletního papíru Zewa je třeba předem zvážit. Před hodinou pro žáky připravte šablonu z tužšího papíru, podle níž žáci vystříhnou z filtračního papíru podložku do Büchnerovy nálevky (viz obr. 3). Na podložce ponechte výčnělek, který usnadní vyjmutí mokrého papírového listu z nálevky. Poslední fázi tvorby listu představuje sušení. Pokud nemáte k dispozici sušárnu nebo horkovzdušnou troubu nebo radiátor, můžete papír sušit volně na vzduchu do příští hodiny.

Tvorba papírového listu (bílý nebo barevný) tvoří náplň 1 vyučovací hodiny. V následující hodině je možné realizovat **aktivitu 5 – Hodnocení vlastností papíru**. Žáci porovnávají vlastnosti klíženého a neklíženého papíru, bílého a barevného papíru. Vzorky vlastnoručně vyrobeného neklíženého papíru srovnávají se vzorky klíženého papíru z obchodu. Je možné použít např. běžný papír psací nebo papír do kopírek a tiskáren. Srovnání vlastností klíženého a neklíženého papíru ukazuje obr. 4, slabší čáry odpovídají redisperu s hrotem $0,5 \text{ mm}$, silnější čáry hrotu $2,5 \text{ mm}$.



Obr. 4 Srovnání neklíženého a klíženého papíru
a – neklížený papír, líc;
b – neklížený papír, rub;
c – klížený papír, líc;
d – klížený papír, rub

Aktivity 6, 7, 8 řeší každý žák samostatně, pro zvládnutí tématu nejsou nezbytně nutné. Rozhodnutí, zda bude aktivita 8 (projekt) povinná nebo dobrovolná, stejně jako jeho zaměření a způsob zpracování, je zcela v kompetenci učitele.

Alternativa bez pomůcek

Alternativa pro špatně vybavené školy zahrnuje aktivity 3 – 8.

Poznámky k aktivitám

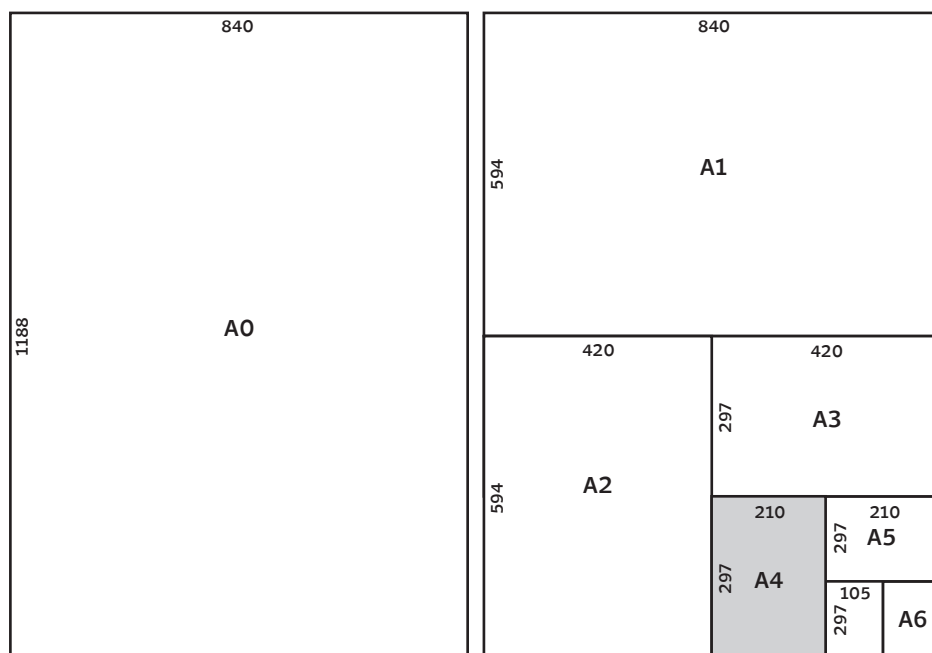
Aktivita 3 – Model výroby „ručního papíru“ je zjednodušenou variantou aktivity č. 1. Navržený postup lze realizovat v běžné učebně a s minimálním vybavením. V tomto případě není nutný ani tyčový mixér ani vývěva. Buničinu je třeba pečlivě natrhat na co nejmenší kousky. Ideální výchozí surovinou je rolička Aqua Tube od toaletního papíru Zewa, která se ve vodě rozpadne sama. Papírovina se nalévá přímo na sítko tak, aby bylo celé rovnoměrně zaplněno. Po odkapání se na papírovinu položí a přitisknou 2 – 3 papírové podložky (viz obr. 3), které usnadní vyjmutí mokrého papírového listu ze sítka.



Aktivita 4 – Model výroby barevného „ručního papíru“ je zjednodušenou variantou aktivity č. 2. Dále platí stejná doporučení jako u předchozí aktivity. Stejně jako v případě aktivit č. 1 a 2 je vhodné, aby část žáků připravovala bílý papír a část barevný.

Pokyny k **aktivitám 5 – 8** jsou shodné u obou alternativ (pro lépe i hůře vybavené školy).

Řešení aktivity 6



Vhodným doplněním tématu je **exkurze** do výroby ručního papíru, kde je výrobní postup a zařízení velmi jednoduché a rezonuje s našimi praktickými aktivitami.

Ve středoevropském regionu jsou roztroušeny některé manufaktury na ruční papír, které jsou zpravidla chráněnými technickými památkami. Často mají charakter živých muzejních expozic a jsou většinou orientovány i na školní exkurze. To vytváří ideální podmínky pro školy z blízkého okolí dané lokality. Školy ze vzdálených oblastí mohou exkurzi zařadit do programu školních výletů.

Vybrané příklady výroben ručního papíru

- ▶ **Česká republika** Ruční papírna Velké Losiny – <http://www.rpvl.cz/en>
- ▶ **Slovenská republika** PETRUS papier, Prietrž, okres Senica
<http://www.rucnypapier.sk/index.php?lang=en&op=exkurzie>
- ▶ **Spolková republika Německo** Technisches Museum Papiermühle Niederzwonitz (Sachsen)
<http://www.zwoenitz.de/stadtleben/kultur-freizeit/museen/papiermuehle/>

Použité materiály a odkazy

[1] https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Zellstoff_200_fach_Polfilter.jpg

[2] Blažej, A., Krkoška, P.:
Technológia výroby papiera.
Alfa, Bratislava 1989.

[3] Hnětkovský, V.:
Zkoušení papíru. SNTL, Praha
1977.

Papír a jeho výroba

Papír tvoří vlákna celulosy. **Celulosa** je přírodní látka, která je hlavním stavebním prvkem rostlinných buněk. Je tvořena velkými molekulami, které jsou pospojovány do jemných svazečků a jejich spojením vznikají celulosová vlákna.

Základní surovinou na výrobu papíru je tzv. **buničina**, která kromě celulosy obsahuje ještě menší množství dalších látek. Buničiny se získávají kombinací mechanických a chemických postupů ze dřeva nebo z jednoletých rostlin (travin apod.).

Do konce 18. století se papír vyráběl ručně, dnes je ruční papír luxusním produktem. V současnosti se papír vyrábí v průmyslovém měřítku na kontinuálně pracujícím papírenském stroji.

Výrobu lze rozdělit do čtyř fází.

1. příprava a úprava papíroviny
2. odvodnění
3. lisování
4. sušení

PŘÍPRAVA A ÚPRAVA PAPIROVINY V první fázi vznikne **rozvlákněním** a **rozemletím buničiny** suspenze (kaše) ve vodě, tzv. papírovina. Podle druhu papíru se k papírovině přidávají různé přísady. Mohou to být např. **klíždla**, která mimo jiné zvyšují odolnost papíru vůči vodě, **barviva** v případě výroby barevných papírů nebo **plnidla** (např. kaolin), která usnadňují potiskování papíru.

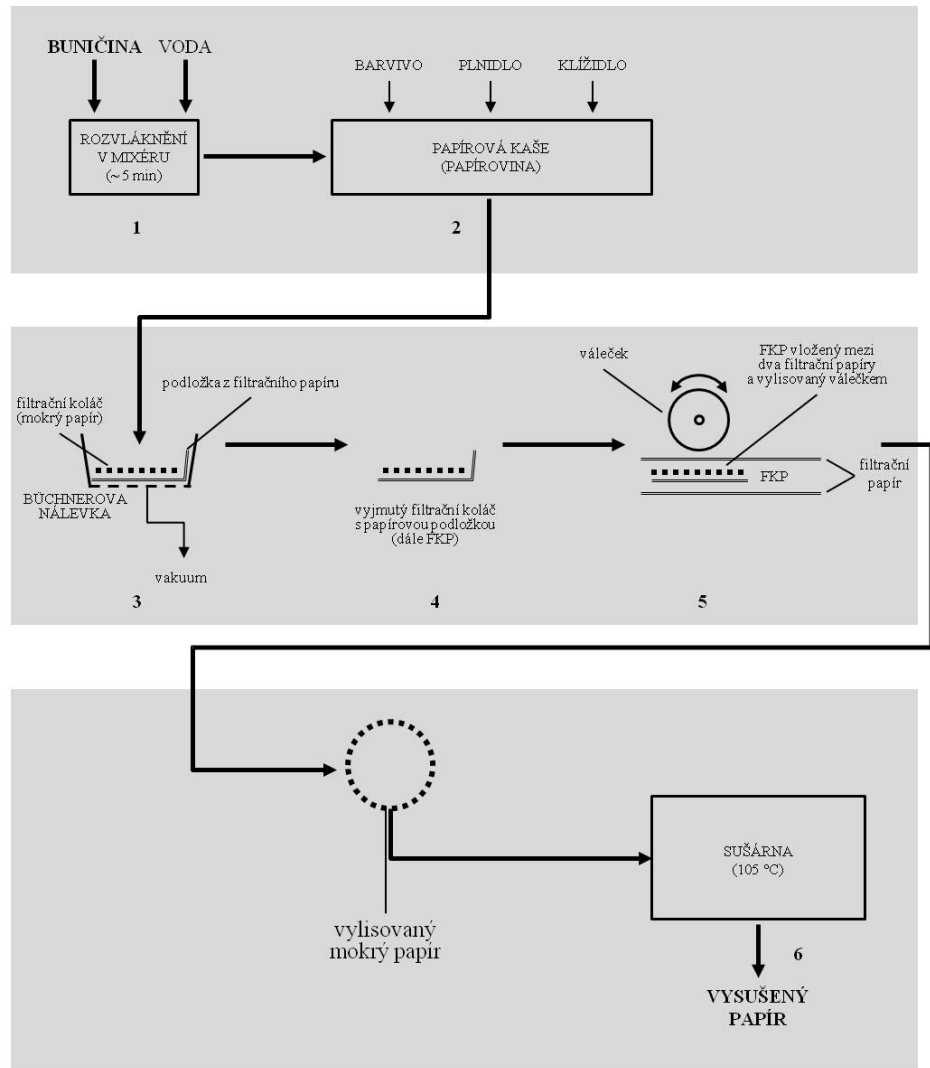
ODVODNĚNÍ Papírovina se zředí vodou a natéká na vibrující síto papírenského stroje, kde se zbavuje vody. Působením gravitační síly nejprve voda volně odtéká, poté se další část vody odsaje pomocí vakua.

LISOVÁNÍ Mokrý pás papíru se lisuje mezi válci s plstěnou tkaninou.

SUŠENÍ Papír se suší na vyhřátých válcích při teplotě až přes 100 °C. Kromě odstranění přebytečné vody se v této fázi dokončí také klížení, protože při vyšší teplotě se taví částičky klíždla.

Činnosti modelující jednotlivé fáze výroby papíru jsou schematicky znázorněny na obr. 5. Následující praktické úlohy jsou modelem výroby papíru. Jejich prostřednictvím se seznámíte s jednotlivými fázemi výroby, vyrobíte list papíru a budete zkoumat jeho vlastnosti.

Obr. 5 Schéma demonstrace výroby papíru
1–2 příprava papíroviny,
3–5 mokrá část papírenského stroje, 6 sušicí část papírenského stroje





Aktivita 1 – Tvorba papírového listu (základní postup)

POMŮCKY buničina (filtrační papír, zdravotnická buničina, bílý *celulosový* toaletní papír, Aqua Tube Zewa...), nůžky, kádinka (250 – 400 cm³), skleněná tyčinka, ponorný tyčový mixer, filtrační papír, Büchnerova nálevka (průměr 9 – 12,5 cm), odsávací baňka (500 – 1 000 cm³), vodní vývěva, váleček.

POSTUP

1. Buničinu natrhejte nebo nastříhejte na malé kousky, nasypete do kádinky a zalijte 70 – 100 cm³ vody.
2. Podle šablony vystříhnete z filtračního papíru vložku do Büchnerovy nálevky.
3. Mixerem důkladně rozvlákněte buničinu v kádince s vodou. Vzniklou kaši (suspenzi) naředte vodou na konečný objem 100 – 150 cm³.
4. Büchnerovu nálevku s papírovou vložkou nasadte na odsávací baňku. Suspenzi tyčinkou promíchejte a nalijte na Büchnerovu nálevku. Potřásáním suspenzi rovnoměrně rozvrstvěte po celé ploše nálevky.
5. Připojte vodní vývěvu a postupným zvyšováním podtlaku vodu odsajte.
6. Společně s vložkou opatrně vyjměte mokrý list papíru, vložte jej mezi 2 listy filtračního papíru a vylisujte válečkem.
7. Odvodněný a vylisovaný list mokrého papíru opatrně oddělte od papírové podložky, položte na suchou papírovou podložku a vložte do sušárny (teplota nastavená na 105 °C). Nemáte-li k dispozici sušárnu, můžete papír sušit na radiátoru nebo volně na vzduchu do druhého dne.

2

PRACOVNÍ LIST

Aktivita 2 – Tvorba barevného papírového listu

POMŮCKY buničina (filtrační papír, zdravotnická buničina, bílý *celulosový* toaletní papír, Aqua Tube Zewa...), barvivo (inkoust, šťáva z borůvek, ostružin, ovocný čaj s ibiškem ibiškový...), nůžky, kádinka (250 – 400 cm³), skleněná tyčinka, ponorný tyčový mixer, filtrační papír, Büchnerova nálevka (průměr 9 – 12,5 cm), odsávací baňka (500 – 1 000 cm³), vodní vývěva, váleček

POSTUP

1. Buničinu natrhejte nebo nastříhejte na malé kousky, nasype do kádinky a zalijte 70 – 100 cm³ vody.
2. Podle šablony vystříhnete z filtračního papíru vložku do Büchnerovy nálevky.
3. Tyčovým mixerem důkladně rozvlákněte buničinu v kádince s vodou.
4. Ke vzniklé kaši (suspenzi) přidejte roztok barviva podle požadovaného odstínu, naředte vodou na konečný objem 100 – 150 cm³.
5. Büchnerovu nálevku s papírovou vložkou nasadte na odsávací baňku. Suspenzi tyčinkou promíchejte a nalijte na Büchnerovu nálevku. Potřásáním suspenzi rovnoměrně rozvrstvěte po celé ploše nálevky.
6. Připojte vodní vývěvu a postupným zvyšováním podtlaku vodu odsajte.
7. Společně s vložkou opatrně vyjměte mokrý list papíru, vložte jej mezi 2 listy filtračního papíru a vylisujte válečkem.
8. Odvodněný a vylisovaný list mokrého papíru opatrně oddělte od papírové podložky, položte na suchou papírovou podložku a vložte do sušárny (s nastavenou teplotou 105 °C). Nemáte-li k dispozici sušárnu, můžete papír sušit na radiátoru nebo volně na vzduchu do druhého dne.

Aktivita 3 – Model výroby „ručního papíru“



POMŮCKY buničina (zdravotnická buničina, bílý *celulosový* toaletní papír, Aqua Tube Zewa...), nůžky, 2 kádinky nebo libovolné sklenice o objemu (250 – 400 cm³), čajová lžička, filtrační papír, plastové nebo kovové sítko na čaj (průměr 6 – 8 cm), libovolný zdroj tepla (sušárna, radiátor, horkovzdušná trouba, fén...)

POSTUP

1. Množství buničiny zvolte podle velikosti sítka. Průměr sítka 6 cm odpovídá přibližně ½ roličky Aqua Tube od toaletního papíru Zewa, průměr 8 cm celé roličce. V případě použití jiných surovin (zdravotnická buničina, toaletní papír) vám dávkování upřesní učitel.
2. Buničinu natrhejte nebo nastříhejte na malé kousky, nasypete do kádinky o objemu 250 cm³ a zalijte 40 – 50 cm³ vody. Roličku Aqua Tube Zewa nemusíte trhat, po chvíli se ve vodě rozpadne sama. Směs promíchejte lžičkou. Při užití toaletního papíru musí být míchání shluků vláken intenzivní po dobu asi 2 – 3 minut
3. Z filtračního papíru vystříhnete 2 – 3 kruhové podložky s výčnělkem. Velikost podložky musí odpovídat průměru sítka.
4. Směs naředte vodou na konečný objem 100 – 150 cm³, znovu promíchejte a za stálého potřásání nalijte nad větší kádinkou nebo jinou nádobou o objemu asi 400 cm³ na sítko.
5. Sítko s papírovinou položte přes kádinku a nechte odkapat.
6. Po chvíli položte na zplstěnou vrstvu papíroviny na sítku připravené podložky z filtračního papíru, jemně přitlačte rukou a opatrně ze sítka vyjměte podložky i s vytvořeným listem papíru.
7. Vše několikrát vysušte mezi archy filtračního papíru.
8. Nakonec vyrobený list papíru opatrně oddělte od papírových podložek a dejte sušit.
9. Papír můžete sušit v sušárně nebo horkovzdušné troubě (s nastavenou teplotou 105 °C), na radiátoru, fénem nebo volně na vzduchu do druhého dne.

4

PRACOVNÍ LIST

Aktivita 4 – Model výroby barevného „ručního papíru“

POMŮCKY buničina (zdravotnická buničina, bílý „celuloseový“ toaletní papír, Aqua Tube Zewa...), barvivo (inkoust, šťáva z borůvek, ostružin, ovocný čaj s ibiškem...), nůžky, 2 kádinky nebo libovolné sklenice o objemu 250 – 400 cm³, čajová lžička, filtrační papír, plastové sítko na čaj (průměr 6 – 8 cm), libovolný zdroj tepla (sušárna, radiátor, horkovzdušná trouba, fén...)

POSTUP

1. Množství buničiny zvolte podle velikosti sítka. Průměr sítka 6 cm odpovídá přibližně ½ roličky Aqua Tube od toaletního papíru Zewa, průměr 8 cm celé roličce. V případě použití jiných surovin (zdravotnická buničina, toaletní papír) vám dávkování upřesní učitel.
2. Buničinu natrhejte nebo nastříhejte na malé kousky, nasypete do kádinky o objemu 250 cm³ a zalijte 40 – 50 cm³ vody. Roličku Aqua Tube Zewa nemusíte trhat, po chvíli se ve vodě rozpadne sama. Směs promíchejte lžičkou. Při užití toaletního či filtračního papíru musí být míchání shluků vláken intenzivní po dobu asi 2 – 3 minut.
3. Z filtračního papíru vystříhnete 2 – 3 kruhové podložky s výčnělkem. Velikost podložky musí odpovídat průměru sítka.
4. Ke vzniklé kaši (suspenzi) přidejte roztok barviva podle požadovaného odstínu, naředěte vodou na konečný objem 100 – 150 cm³, znovu promíchejte a za stálého potřásání nalijte nad větší kádinkou nebo jinou nádobou o objemu asi 400 cm³ na sítko.
5. Sítko s papírovinou položte přes kádinku a nechte odkapat.
6. Po chvíli položte na zplstěnou vrstvu papíroviny na sítku připravené podložky z filtračního papíru, jemně přitlačte rukou a opatrně ze sítka vyjměte podložky i s vytvořeným listem papíru.
7. Vše několikrát vysušte mezi archy filtračního papíru.
8. Nakonec vyrobený list papíru opatrně oddělte od papírových podložek a dejte sušit.
9. Papír můžete sušit v sušárně nebo horkovzdušné troubě (s nastavenou teplotou 105 °C), na radiátoru, fénem nebo volně na vzduchu do druhého dne.

Aktivita 5 – Hodnocení vlastností papíru

- a) Porovnejte vlastnosti klíženého a neklíženého papíru.
- b) Vyzkoušejte, jak pevně je zachyceno barvivo na papíru.

POMŮCKY vzorky papíru připraveného v předchozích úlohách, list psacího papíru, modrý inkoust, redispero (hrot o průměru 0,5 – 2 mm), násadka, kádinka (250 – 400 cm³), filtrační papír

POSTUP

a) Srovnání klíženého a neklíženého papíru

Rozdíl mezi klíženým a neklíženým papírem zjistíte velmi snadno. Na vzorek klíženého papíru napište redisperem namočeným v modrém inkoustu několik rovnoběžných a příčných čar. Stejným způsobem popište i vzorek neklíženého papíru. Oba vzorky porovnejte.

b) Zachycení barviva na papíru

Vzorek vysušeného barevného papíru krátce namočte do vody, vytáhněte a položte na čistý filtrační papír. Do jaké míry došlo k vyluhování barviva do vody? Zůstala na bílém filtračním papíru barevná stopa?

6

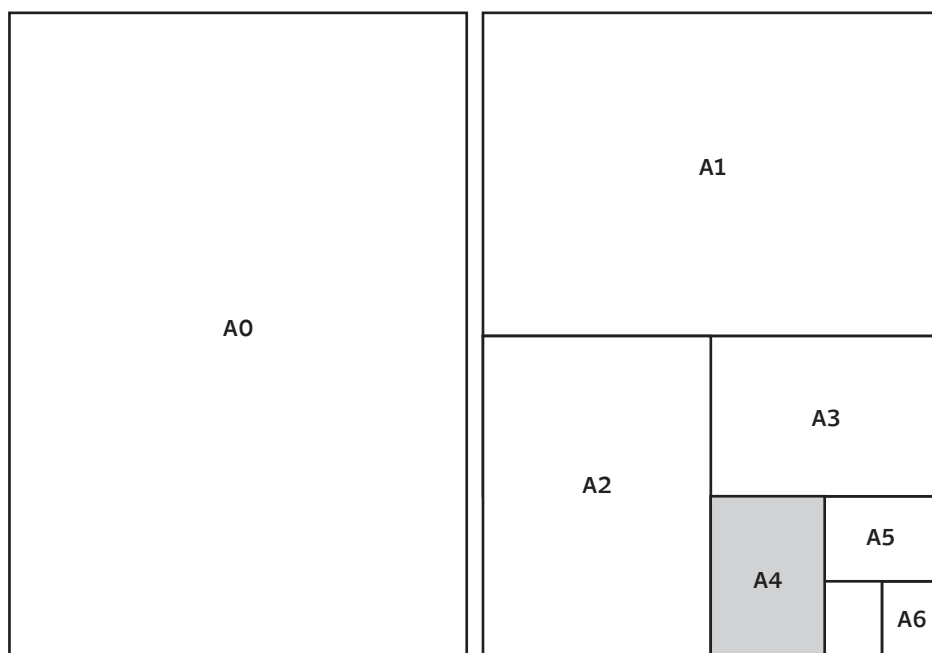
PRACOVNÍ LIST

Aktivita 6 – Zjistění velikosti papírového listu

Listy papíru mohou mít různou velikost, kterou udává tzv. formát papíru. Označují se velkým písmenem a číslem, např. A4, A5, B2, C2. Základní je formátová řada A, ve které jsou délky stran v poměru $1 : \sqrt{2}$. Základním formátem je A0, který má plochu 1 m^2 . Formát A1 a všechny následující vzniknou půlením delší strany, jak ukazuje obrázek. Délky stran se zaokrouhlují na celé milimetry.



Změřte délky stran listu papíru formátu A4, vypočtěte rozměry zbývajících formátů a doplňte je do obrázku (rozměry uvádějte v mm).



Aktivita 7 – Zjištění plošné hmotnosti papíru aneb kolik váží papír

Listy papíru mohou mít nejen různou velikost, ale také různou tloušťku. U jednotlivých druhů papíru se uvádí jejich gramáž, tedy plošná hmotnost, která udává hmotnost 1 m² papíru. Čím vyšší gramáž, tím silnější papír.

Připravte si vzorky různých druhů papíru – obyčejný tiskový, kreslicí karton, lepenku apod. U každého vzorku změřte jeho rozměry a vypočtěte plochu. Poté vzorek zvažte a vypočtěte plošnou hmotnost (vyjádřete v g/m²). Zjištěné údaje запиšte do následující tabulky:



Druh papíru	Rozměry, cm × cm	Plocha, cm ²	Plocha, m ²	Hmotnost, g	Gramáž, g/m ²
tiskový papír					
kreslicí karton					

Aktivita 8 – Projekt na téma PAPÍR



V literatuře a na internetu vyhledejte dostupné informace o výrobě papíru, jeho druzích a využití v běžném životě. Informace uspořádejte, text doplňte obrázky a vzorky různých papírových produktů. Projekt zpracujte formou plakátu (kreslicí karton A3 a větší).