

# Sigurnost pri tehnološkim procesima proizvodnje papira

---

**Jurčević, Barbara**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:837636>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-09**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**BARBARA JURČEVIĆ**

**SIGURNOST PRI TEHNOLOŠKIM PROCESIMA PROIZVODNJE  
PAPIRA**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2015**

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Barbara Jurčević

**SIGURNOST PRI TEHNOLOŠKIM PROCESIMA  
PROIZVODNJE PAPIRA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Mr.sc. Kirin Snježana, viši pred.

Karlovac, srpanj, 2015.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

ZAVRŠNI ZADATAK

**Student: Barbara Jurčević**

Naslov završnog rada: Sigurnost pri tehnološkim procesima proizvodnje papira

**Opis zadatka:**

1. Uvod
2. Papir
3. Osnovne sirovine za proizvodnju papira
4. Postupci za proizvodnju sirovina za izradu papira
5. Tehnologija izrade papira
6. Papirni stroj
7. Zaštita na radu
8. Opasnosti i osobna zaštitna sredstva u proizvodnji papira
9. Zaključak

Literatura

Zadatak zadan:

/2015

Rok predaje:

/2015

Datum obrade rada:

/2015

Mentor:

Mr.sc. Snježana Kirin, viši pred.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Dr.sc. Nikola Trbojević, viši pred.

## PREDGOVOR:

Zahvaljujem se mentorici mr.sc. Snježani Kirin na potpori tijekom izrade ovog rada.

Dodatno se zahvaljujem kolegama koji su mi pružali moralnu potporu, ne samo tijekom izrade završnog rada, nego i tijekom studiranja, te prijateljima na nesebičnom razumijevanju i podršci.

Konačno, zahvaljujem se svojoj obitelji na potpori i razumijevanju u periodu izrade diplomskog rada i općenito na potpori tijekom studiranja.

## SAŽETAK:

Predmet rada je sigurnost pri tehnološkim procesima proizvodnje papira. U radu se opisuje papir i povijest razvoja papira. Nadalje, opisuju se osnovne sirovine za proizvodnju papira. Nakon toga su navedeni i objašnjeni postupci za proizvodnju sirovina za izradu papira. Sirovine su: drvenjača, celuloza, poluceluloza i polutvorevina.

Zatim je objašnjena tehnologija izrade papira na papirnom stroju. Na kraju su navedene opasnosti u proizvodnji kao i zaštita na radu te osobna zaštitna sredstva.

## SUMMARY:

Working subject is Safety for the production processes of paper. This work describes the history of development of paper and paper in general. Furthermore, there are provided basic raw material for the production of paper.

After that, there are explained processes for production of raw material for making paper. Raw materials are: wood pulp, cellulose, semi cellulose and semi creation.

Then there is explained technology of paper on a paper machine. At the end, there are explained specified risk in the production, as well as safety at work and personal protective equipment.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PAPIR.....	2
2.1. Povijest razvoja papira.....	2
2.1.1. Papirus.....	2
2.1.2. Pergament.....	3
2.2. Papir kakav danas poznajemo.....	4
3. OSNOVNE SIROVINE ZA PROIZVODNJU PAPIRA.....	7
3.1. Drvo.....	7
3.1.1. Četinjari.....	7
3.1.2. Lišćari.....	8
3.2. Kemijski sastav drva.....	8
4. POSTUPCI ZA PROIZVODNJU SIROVINA ZA IZRADU PAPIRA.....	9
4.1. Drvenjača.....	9
4.1.1. Procesi proizvodnje drvenjače.....	10
4.1.1.1. Skladištenje drva.....	10
4.1.1.2. Odkoravanje.....	11
4.1.1.3. Brušenje drva.....	12
4.1.1.4. Sortiranje.....	13
4.1.1.5. Bijeljenje drvenjače.....	13
4.2. Celuloza.....	14
4.2.1. Kiseli postupak: sulfitna celuloza.....	14
4.2.2. Lužnati ili sulfatni postupak.....	16
4.3. Poluceluloza.....	17
4.4. Polutvorevina.....	18
4.5. Reciklaža papira.....	19
5. TEHNOLOGIJA IZRADE PAPIRA.....	19
5.1. Mljevenje.....	20
5.2. Punila.....	20
5.3. Keljiva.....	21
5.4. Bojila i optička bjeljila.....	21
6. PAPIRNI STROJ.....	22
7. ZAŠTITA NA RADU.....	24

7.1. Mjere zaštite na radu.....	24
7.2. Sustav provedbe zaštite na radu u tvrtki.....	25
7.3. Znakovi sigurnosti u radnom prostoru.....	26
8. OPASNOSTI I OSOBNA ZAŠTITNA SREDSTVA U PROIZVODNJI PAPIRA.....	27
8.1. Opasnosti i zaštita u šumarstvu.....	27
8.1.1. Osobna zaštitna sredstva u šumarstvu.....	28
8.2. Opasnosti pri obradi papira koji se dobiva od celuloze.....	30
8.2.1. Proizvodnja celuloze.....	30
8.2.2. Priprema papirne mase.....	32
8.2.3. Oblikovanje lista.....	33
8.2.4. Dorada papira.....	34
9. ZAKLJUČAK.....	35
LITERATURA	



## **1. UVOD**

Papir se definira kao tanka plošna tvorevina dobivena ispreplitanjem celuloznih vlakana, kojima su dodana punila, keljiva i boje. Sirovine od kojih se proizvode celulozna vlakana najčešće su drvo, jednogodišnje biljke, krpe i stari papir.

U završnom radu obrađujem papir koji se dobiva iz drva, povjest njegova nastanka te na kraju zaštitu na radu.

Proizvodnja papira nije složen proces jer se praktički sastoji samo od jednog velikog stroja koji radi glavne operacije dok su sve ostalo samo manji strojevi.

## **2. PAPIR**

Papir je materijal koji se upotrebljava za pisanje, crtanje, tisak, pakiranje, itd. Proizvodi se uglavnom od drveta ili celuloze [1].



Sl. 1. Papir

### **2.1. Povijest razvoja papira**

Oduvijek je čovjek imao potrebu da prenese i da zabilježi neku poruku. Poznato je da su se prvi crteži pojavili na stijenama u pećinama ili na alatima i oružjima tog davnog doba.

Razvoj podloga (materijala) na koje se "ispisivala" poruka, ovisilo je o materijalima koji su bili dostupni u određeno doba na određenom mjestu. Kao na primjer: kamena ploča i klinasto pismo, glinene pločice, papirus, pergament, koža, svila, vosak, metalne ploče i drugi materijali pogodni za zapisivanje.

#### **2.1.1.Papirus**

Prvi materijal pogodan za pisanje, prenošenje poruke i konzerviranje znanja a koji je donekle sličan današnjem papiru, otkriven je oko 2000. godine pr. Kr. u Egiptu. Ovaj materijal za pisanje koristio se kontinuirano čak pet tisuća godina. Izrađivao se od samonikle močvarne biljke iz doline Nila [2].

Papirus je neko vrijeme bio jedan od glavnih izvoznih proizvoda Egipta. U nekim su vremenskim razdobljima svi diplomatski dokumenti ispisivani na papirusu sve dok ga nije istisnuo pergament. Svaki komad papirusa obilježavan je posebnim pečatom kako bi se time potvrdila njegova vrijednost.



Sl. 2. Papyrus

Proces izrade papirusa bio je relativno jednostavan. Stabljika debljine ruke sječena je na dužinu od 15 do 40 cm, a zatim se s njih gulilo tvrdo liko. Vlasknasta srčika biljke rezana je na trake širine 2 do 3 cm. Ovako izrezane trake slagale su se u dva sloja na tvrdu podlogu (kamena ploča), i to tako da se djelomicno preklope. Sloj na sloj bio je slagan pod pravim kutem. Oba sloja su se zatim prešala, a sok i škrob koji se cijedio iz srčike medusobno je sljepljivao slojeve. Ovako dobijeni list sušio se na suncu a zatim peglao školjkom, kamenom ili kosti, te premazivao cedrovim uljem. Više tako izrađenih listova sastavljalo se u dugačku traku i namatalo oko štapa u svitke. Dobiveni svitci služili su za pisanje samo jednostrano.

### 2.1.2. Pergament

Ovo jedan od najstarijih materijala za pisanje koji se koristi i danas. Proizveden je u Pergamu, pa otuda i naziv pergament. Bio je trajniji i postojaniji na vlagu od papirusa. Sve do danas, smatra se jednim od najboljih materijala za pisanje perom i tintom [3].



Sl. 3. Pergament

Pergament se izrađivao preradom tankih koža najčešće mladih životinja: koza, ovaca, teladi, magaraca pa i zmija. Proces izrade bio je vrlo jednostavan: s oguljenih životinjskih koža odstranila se dlaka, zatim se koža tretirala vapnom. Depilirana koža napinjala se na drvene okvire i postupno sušila. Sljedeća faza bilo je brušenje pomoću vulkanskog pijeska i glačanje uz pomoć kosti ili glatkim kamenom. Što je pergament bio tanji to je bio cjenjeniji. Zadnja faza bila je natapanje ispeglane kože u ulju, i sušenje ulja s ciljem da se postigne odgovarajuća elastičnost.

Pergament je prirodno imao žućkasto bijelu boju, no za posebne prigode bojao se zemljanim bojama. Papirus se izrađivao u dva oblika: trake i svitci. Bio je osobito cjenjen zbog svoje finoće površine i vrlo male debljine. Između ostalog na pergamentu su se pisale i prve knjige i uvezivale se u korice izrađene od tankih dašćica presvučenih kožom.

## **2.2. Papir kakav danas poznajemo**

Papir kao podloga za pisanje, u današnjem obliku, pojavio se u Kini oko 105. godine nove ere. Do tada, u Kini se pisalo na svili, no taj materijal je bio skup i složen za izradu.

Kinezi su papir izrađivali ručno od bambusove trske, rižine slame, lika, konoplje, starih ribarskih mreža, općenito od sirovina koje u osnovi imaju vlaknastu strukturu. Spomenuti materijali usitnjavali su se tucanjem u kamenim posudama ili mljeli u kamenim mlinovima s ciljem da se dobiju udrobljena sitna vlakna. Udrobljena vlakna su se zatim stavljala u posudu,

prelila vapnenom vodom i kuhala. Kuhanjem dobivena kašasta masa nalijevala se na drveno sito, čiju su mrežicu činila vlakna od svilenih niti ili tankih štapića, izrezanih od stabljika bambusa. Potresanjem sita dolazilo je do isprepletanja vlakanaca, a suvišna voda i nešto vlakanaca cijedila se kroz sito u podmetnutu posudu sa kašastom masom. Vlažan list, formiran na situ, pažljivo se odvojio od sita i stavljao na glatki kamen na sušenje. Odvajanje vode iz lista se obavljalo polaganjem mokrog lista na ravnu površinu (daska, kamen, glinena ploča) i isparavanjem vode na suncu.

Osušeni list papira uranjao se zatim u ljepljivu masu, dobijenu kuhanjem riže (škrob) i ponovno se sušio. Osušeni listovi, poslije faze lijepljenja i sušenja slagali su se u kupove, prešali u drvenim prešama, a zatim su se pojedinačni listovi glačali na mramornoj ploči pomoću slonove kosti ili glatkog kamena.

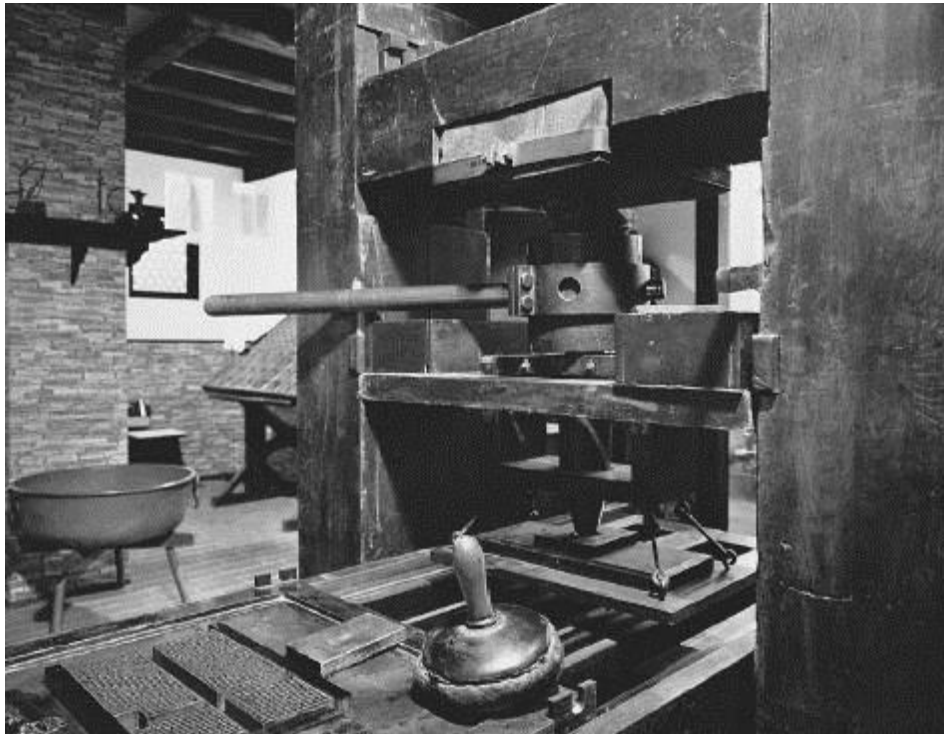
Na ovako izrađen papir moglo se sasvim dobro pisati tušem ili tintom biljnog, odnosno mineralnog porijekla. Kinezi su papir rezali u određeni format. Gotovo identično i danas se ručno proizvodi papir koji se upotrebljava za specijalne tiskanice i reprodukciju umjetničkih djela.

Dugo godina je proizvodnja papira u Kini bila strogo čuvana tajna. Tek 500 godina kasnije papir se počeo proizvoditi u Koreji oko 610 godine i nešto kasnije, u Japanu.

Oko 750. godine Arapi su doznali tajnu izrade papira od ratnih zarobljenika i počeli proizvodnju papira iz lanenih krpa i lana, koje su mljeli u kamenim mlinovima i tako dobijali potrebna vlakanca. Daljnji postupak bio je isti kao u Kini. No, Arapi su upotrebljavali sita sa mrežicom ispletenom iz metalnih niti, a kao ljepilo koristili su škrob dobijen iz prosijanog pšeničnog brašna. Arapi su prvi počeli bojiti i izrezivati papir u više određenih formata i pakirati ih u pakete od po 500 araka.

Izumom pomičnih slova i drvene preše za tisak, započinje era "modernog" tiskarstva koja ubrzo uzrokuje znatno povećanje potrošnje papira i konstantan nedostatak već tada važnog strateškog materijala.

Johann Gutenberg je njemački izumitelj, poznat po tome što je prvi stampao knjige pomoću pomičnih slova i tako omogućio veću pristupačnost pisane riječi i brži protok znanja u renesansnoj Europi.



Sl. 4. Štamparska presa

Gutenberg je bio prvi Europljanin koji koristiti štampanje pokretnim tipkama, a među njegovim mnogim doprinosima za štampu su: pronalazak procesa za masovnu proizvodnju pokretnog tipa, korištenje mastila na bazi nafte i korištenje drvene štamparske prese slične poljoprivrednoj presi na zavrtnj iz tog perioda.

Francuz Luis Robert 1799. godine uvodi u proizvodnju prvi parni stroj pomoću kojeg se mogla proizvoditi "beskonačna" papirna traka uz primjenu beskonačnog sita iz krpa kao osnovne sirovine, a nje je bilo nedovoljno da se zadovolje sve veće potrebe za papirom.

Njemac Keller 1843 godine brušenjem drveta između brusnih kamena dobio je drvena vlakna, odnosno gusta vlaknasta tijesta koja su, pomiješana s vlaknima od krpa i lana, davala sasvim dobru osnovnu sirovinu za izradu papira. Na ovaj način se zapravo dobila drvenjača kao osnovna sirovina za izradu papira (koja se i danas koristi za izradu raznih omotnih i novinskih papira uz dodatak recikliranog starog papira). Pravi tehnološki napredak za masovnu industrijsku proizvodnju papira i upotrebu drveta kao baze za osnovnu sirovinu počeo je tek u prvoj polovici dvadesetog stoljeća.

### **3. OSNOVNE SIROVINE ZA PROIZVODNJU PAPIRA**

#### **3.1. Drvo**

Drvo je najvažnija sirovina za proizvodnju drvenjače i celuloze. Ukupno 90% svjetske proizvodnje celuloze dobiva se iz drveta. Za proizvodnju papira potrebno je iz drvene mase razčinjavanjem dobiti vlakanca.

Za dobivanje povoljne strukture vlakanca odlučujući su sljedeći faktori:

- a) morfološka građa vlaknaste sirovine
- b) mogućnost industrijskog raščinjavanja sirovine
- c) pogodnost poluproizvoda dobivenog iz određene sirovine za proces daljnje prerade.

U papirnoj industriji se isključivo upotrebljavaju vlakna dobivena preradom drva. Uglavnom su to višegodišnje biljke četinjara i lišćara. Građa tih biljaka izrazito je vlaknasta, što je zapravo rezultat vlaknaste strukture molekule celuloze.

Za izradu papira i kartona odnosno celuloze i drvenjače koristi se drvo, i to najčešće:

1. četinjari: smreka, bor i jela
2. lišćari: bukva, breza, topola i eukaliptus

#### **3.1.2. Četinjari**

Smreka je jedan od najraširenijih četinjara. Najveća staništa šuma su u Rusiji, Finskoj, Švedskoj, Norveškoj, Kanadi i u SAD-u. Smreka sazrijeva za sječu za 60 do 80 godina. Drvo smreke ima pogodan odnos širine naprama duljini vlakanca, te ima mali sadržaj smole, što joj daje gotovo idealne karakteristike sirovine za izradu papira. Drvo smreke može se rasčiniti svim kemijskim i mehaničkim postupcima.

Bor kao i smreka rasprostranjen je gotovo po čitavoj Europi, Rusiji, Americi i Kanadi. Bor raste brže od smreke, ali ne doseže njenu visinu i starost. On ima relativno slične karakteristike kao i smreka, no visok sadržaj smole u drvu bora otežava njegovu preradu za potrebe industrije papira. Prerađuje se mehaničkim postupkom u drvenjaču, a kemijskim postupkom u celulozu.

Jela ima gotovo iste karakteristike za preradu u industriji proizvodnje papira kao i bor.

### 3.1.3. Lišćari

Bukva je važna sirovina za proizvodnju vlaknaste materije iz koje se proizvodi celuloza. Drvo bukve ima relativno kratka vlakna u odnosu na drvo četinjara, što ima za posljedicu slabija svojstva celuloze obzirom na čvrstoću.

Breza ima slične karakteristike kao i bukva.

Topola je dosta rasprostranjeno drvo, a postoji i više vrsta. Najbolja za preradu u industriji papira je topola dobijena križanjem crne i kanadske topole. Karakteristična je po tome što ima malo tankih grana i veliko deblo. Brzo raste, pa za sječu i preradu dopijeva već za otprilike 10 do 15 godina. Zbog tih povoljnih karakteristika uzgaja se i plantažno. Drvo topole pogodno je za preradu mehaničkim i kemijskim postupkom.

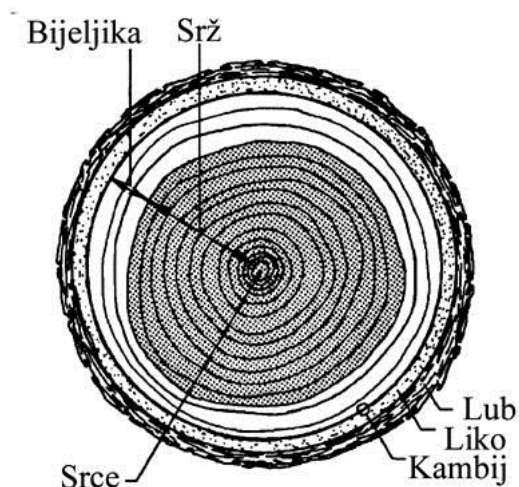
## 3.2. Kemijski sastav drva

Glavni kemijski sastojci drva su: celuloza, kemiceluloza, lignin, ekstrakti i anorganske tvari.

Količina pojedinih sastojaka se razlikuje u vrstama drveta.

Gledajući općenito četinjare i lišćare, taj je sastav otprilike ovakav:

1. Celuloza : u drvu četinjara je ima 45 %, a kod lišćara 42%
2. Kemiceluloza : kod četinjara 24%, a kod lišćara 32%
3. Lignin: kod četinjara 27%, a kod lišćara 20%
4. Ekstrakti: kod četinjara 6%, a kod lišćara 4%



Sl. 5. Biološke osobine drveta



## **4. POSTUPCI ZA PROIZVODNJU SIROVINA ZA IZRADU PAPIRA**

Osnovne sirovine za izradu papira i kartona su razne vlaknaste sirovine biljnog porijekla.

Vlaknaste sirovine za proizvodnju papira:

1. drvenjača
2. celuloza
3. poluceluloza
4. polutvorevina
5. reciklirani stari papir

### **4.1. Drvenjača**

Proces dobivanja drvenjače, kao sirovine za izradu papira, podrazumijeva mehaničko raščinjavanje drvene mase na vlakanca. To znači da se tim postupkom ne mijenja kemijski sastav u odnosu na drvo. U drvenjači ostaje ista količina celuloze, kemiceluloze, lignina i ostalih komponenata kao u drvetu.

Drvenjača ima manju čvrstoću od celuloze, no to ne znači da se papiri za tisak gdje je potrebna velika čvrstoća vlakna i pritisak ne mogu raditi iz te sirovine. Danas se gotovo svi novinski i srednje fini papiri rade iz mješavine vlaknastog materijala drvenjače i starog papira.

No ovi papiri su kraćeg vijeka trajanja. Zbog lignina, koji je sastavni dio drva, ti papiri stajanjem i izloženosti svjetlu mijenjaju boju i čvrstoću, kao posljedicu fotokemijskog djelovanja svjetla.

Prema načinu pripreme drvenjaču dijelimo na:

- a) Bijela drvenjača - dobivena je čisto mehaničkim postupkom
- b) Smeđa drvenjača - dobivena je mehaničko - termičkim postupkom
- c) Kemijska drvenjača - dobivena je mehaničko-termičko-kemijski postupkom

## 4.1.1. Procesi proizvodnje drvenjače

### 4.1.1.1. Skladištenje drveta

Prva faza u proizvodnji drvenjače je rezanje drvenih trupaca na određenu dužinu cjepanice i skladištenje drvene mase. Ova faza u tehnološkom procesu je vrlo važna. Drvo prvo mora odležati najmanje šest mjeseci poslije sječe, a prije prerade. Razlozi dužeg skladištenja su potreba da se kod četinjara izluči nepoželjna smola, te da se drvena masa do upotrebe sačuva od gljivica i plijesni.

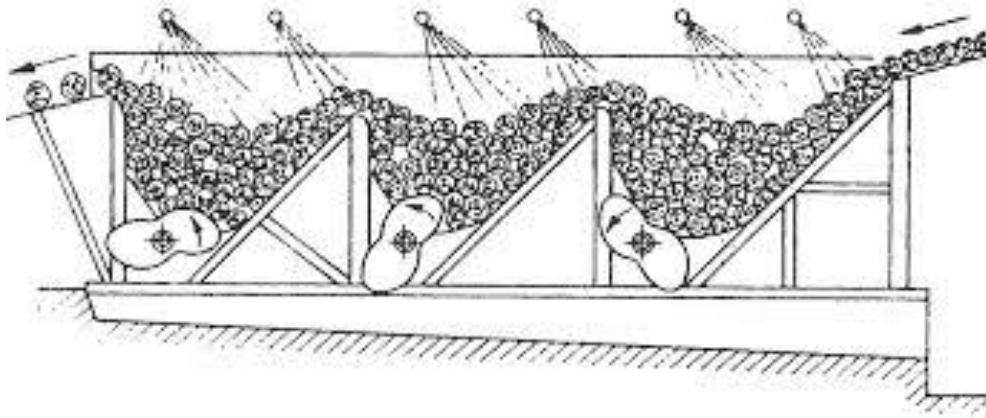
Skladištenje drvene mase provodi se prema dostupnim mogućnostima na tri moguća načina:

1. složene hrpe, provjetravanje
2. nabacano drvo u hrpe
3. mokro skladištenje, potapanjem u vodu ili plivanjem na vodi



Sl. 6. Skladištenje trupaca

#### 4.1.1.2. Odkoravanje

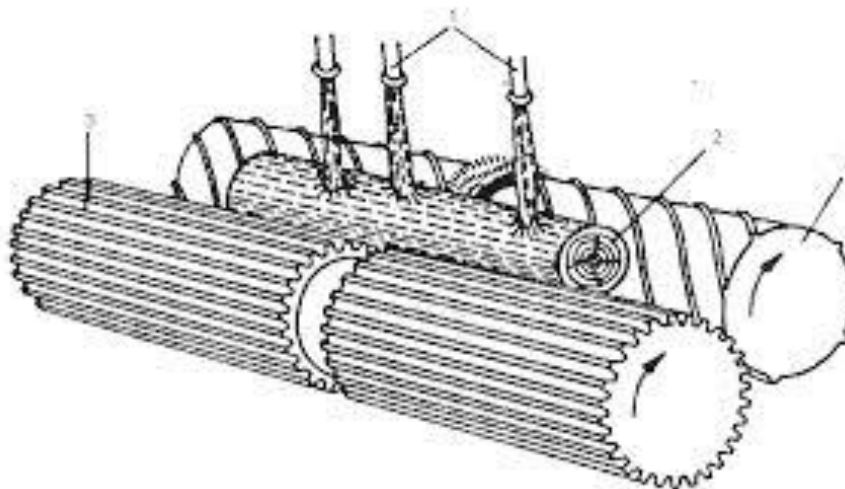


Sl. 7. Stroj za odkoravanje drva

Drvo na daljnu obradu odnosno brušenje, može ići tek kad mu je uklonjena sva kora. Važno je, da se drvo što bolje očisti, jer ostaci kore na drvetu uzrokuju slabiju kvalitetu i bjelinu drvenjače. Iskorištenje drvne mase je oko 95%. U ovoj fazi cilj je odkoriti drvo sa što manje gubitaka drvne mase.

Prema godišnjem dobu u kojem je drvo posječeno, odkoravanje je lakše ili teže provedivo. Lakše se odkoravaju drva koja su posječena u proljeće, a teže ona koja su posječena u ostala godišnja doba. Proces odkoravanja provodi se na tri načina:

1. odkoravanje trenjem (suho odkoravanje)
2. odkoravanje vodenim mlazom
3. kombinirano odkoravanje



Sl. 8. Otkoravanje drva

### 4.1.1.3. Brušenje drveta

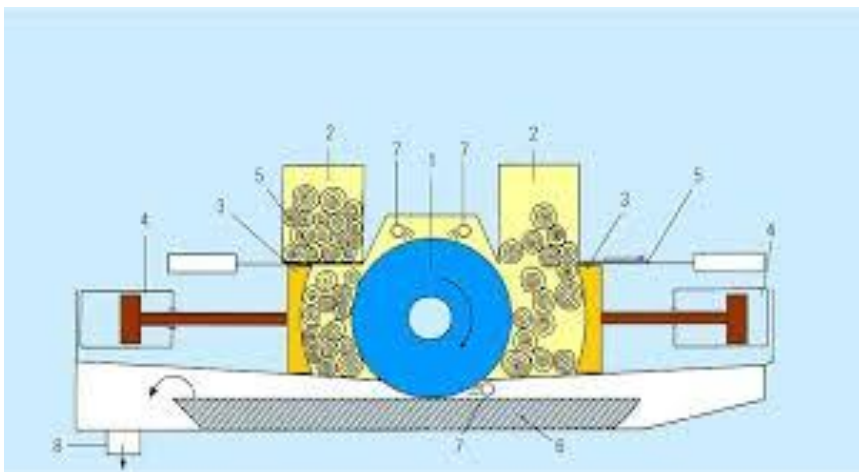
Brušenje drveta izvodi se u strojevima za brušenje čiji su glavni dijelovi teška preša i brusni kamen. Drvo se brusi poprečnim načinom gdje je smjer djelovanja sile brusnog kamena okomit na os drveta. Kvaliteta brušenja drvenjače uvjetovana je izborom i kvalitetom brusnog kamena. U upotrebi je više vrsta brusnih kamena.

Prema porijeklu brusne kamene dijelimo :

- a) prirodni pješčani kamen (nije više u upotrebi)
- b) umjetni brusni kameni, izrađeni od sitnog kvarca ili korunda
- c) keramički vezani brusni kamen

Umjetni brusni kamen se izrađuje na način da se prvo izradi armirana valjkasta noseća betonska jezgra, a zatim se na površinu tog valjka specijalnim cementom povežu zrnca kvarca ili korunda. Ovaj brusni kamen osjetljiv je na nagle promjene temperature, i to je razlog da se zbog zagrijavanja prilikom trenja u procesu brušenja, puno opterećenje postiže tek nakon 24 sata. Hladna voda koja je u procesu brušenja može djelomično ohladiti brusni kamen što usljed naprezanja može dovesti do pucanja.

Keramički brusni kamen sastavljen je od jezgre na koju se pomoću vijaka učvršćuju keramičke pločice i kasnije se zapeku. Ovaj brusni kamen je dobro otporan na promjenu temperature, te ima veliku trajnost zbog otpornosti na trenje.



Sl. 9. Brušenje drveta

#### **4.1.1.4. Sortiranje**

Poslije procesa brušenja drvenjača se odvodi na sortiranje. Zadatak sortiranja je odvajanje treskica i krupnijih komadića drveta iz mase.

Proces sortiranja odvija se u dvije faze:

- a) grubo sortiranje, gdje se odvajaju krupniji komadići, i vraćaju se ponovno u proces na doradu.
- b) fino sortiranje i uklanjanje grubih komadića.

Zatim slijedi ugušćivanje mase na cilindričnom valjku. Odvajanjem vode iz mase dosegne se koncentracija 4-5%. Takva se drvenjača potom vodi na bijeljenje ili na daljnje stiskanje u prešama do 40% suhoće.

#### **4.1.1.5. Bijeljenje drvenjače**

Po potrebi drvenjača se podvrgava bijeljenju, zavisno o vrsti papira za koju se priprema.

Sredstva za izbjeljivanje:

- a) natrijev hidrosulfit: kojim se bjelina drvenjače povisi za približno 10 stupnjeva
- b) vodikov peroksid: kojim je moguće dići bjelinu drvenjače za 22 stupnja

Proizvedena drvenjača transportira se do strojeva za izradu papira, i to na dva načina, koji zavise o udaljenosti tvornice papira od pogona za proizvodnju drvenjače. Ako je tvornica papira neposredno uz tvornicu drvenjače, drvenjača se transportira pumpama do holendera za mješanje sa ostalim dodacima potrebnim za izradu papira, a na veće udaljenosti, drvenjača se prvo dehidrira, pakira u bale i odvozi transportnim sredstvima do tvornice papira.

Drvenjača se kao vlaknasta sirovina koristi za izradu različitih vrsta papira. Za novinski papir mora se koristiti drvenjača sa većim sadržajem dugih vlakanaca, jer su ona odgovorna za mehanička svojstva papira. Za srednjefine tiskovne papire, te za dodatak bezdrvnim papirima se koristi drvenjača sa većim postotkom finoga materijala. Drvenjača za izradu kartona mora biti grublja, da bi karton dobio željeni volumen.

## **4.2. Celuloza**

Celuloza je najčešći organski spoj koji nalazimo u prirodi. To je zapravo vlaknasta tvar od koje se sastoje stanične stijenke svake biljke. U drvetu je celuloza povezana sa ligninom i drugim stavnim djelovima staničnih stjenki.

Celulozno vlakno je vlakno dobiveno kemijskom razgradnjom različitih vrsta drveta ili jednogodišnjih biljaka ( trstika, slama i druge ). Vlakna sadrže celulozu, te druge primjese kao hemicelulozu, u nebjeljenom stanju i lignin, ekstraktne tvari te anorganske komponente.

Celuloza je kristalinična tvorevina, a njene se molekule udružuju u poluduguljaste štapičaste tvorevine, koje zovemo micele.

Micele su u obliku snopića – fibrila – linearno povezane međusobno, što daje celuloznom vlaknu mehaničku tvrdoću.

Celuloza je potpuno netopiva u vodi i drugim običnim topilima. U svojoj molekuli sadrži tri slobodne hidroksilne skupine, te je zbog toga sposobna za razne kemijske reakcije, što je osnova za njenu svestranu upotrebu. Najviše celuloze se proizvodi iz drveta. Za proizvodnju se koriste dva postupka: kiseli postupak i lužnati postupak.

Raščinjavanje se vrši potpunom kemijskom obradom. Osnova tih postupaka je delignifikacija drvene mase. Cilj delignifikacije je razdijeliti vlakna međusobno tako da se celuloza i kemi-celuloze što manje oštete.

### **4.2.1. Kiseli postupak: sulfitna celuloza**

Sulfitna celuloza nastaje kuhanjem smrekovog i bjelogiričnog drveta izrezanog u sječku u otopini kalcijeveg i magnezijeveg bisulfita uz dodatak sumporaste kiseline.

Osnova ovih postupaka je sulfoniranje lignina i njegovo uklanjanje iz drva u obliku ligninsulfonske kiseline. Usporedno sa uklanjanjem lignina dolazi i do hidrolize kemi-celuloze, što je ovisno o kiselosti, pri kojoj se odvija proces raspada drveta. Od svih sulfitnih postupaka je najzanimljiviji magnefitni s kojim u kraćem vremenu kuhanja dobijemo jaču celulozu. Posebna prednost ovog postupka je u mogućnosti da se kemikalije iz procesa mogu regenerirati, te se na taj način znatno smanjuje negativan utjecaj sulfitnog postupka na okolinu.

Poslije faze skladištenja, drvo ide na odkoravanje, a zatim na usitnjavanje u sjekirostroju. Potrebna debljina sječke kreće se oko 10 mm, a visina između 30 i 40 mm. U slijedećoj fazi iz sječke se uklanja prašina i sortira se po veličini. Kvalitetna sječka se ostavlja u velikim hrapama da odstoji 2-3 mjeseca, kako bi smole i ekstrakti oksidirali, te na taj način što manje smetali u procesu proizvodnje celuloze.

Kemijski postupak razvankjivanja drveta se temelji na delignifikaciji drvene mase. Glavni cilj delignifikacije je razdvojiti vlakna međusobno tako da se celuloza i hemiceluloze što manje oštete. Time se ne ukloni sav lignin, zapravo se postupak zaustavlja na približno 5% preostalog lignina. On se kasnije odstrani postupkom bjeljenja.

Proces delignifikacije drveta se odvija u velikim reaktorima (kuhačima) zapremnine 100 do 130 m<sup>3</sup>. Sortiranom i odstajalom sječikom se pune kuhači. Slijedi faza uparavanja sječke sa niskotlačnom parom, a zatim se kuhač puni kiselinom. Postupak se odvija u vrlo kiseloj sredini. Kiselina ulazi u reaktor sa temperaturom 70°C, a u reaktoru se još zagrijava do 117°C. Taj dio procesa se naziva impregnacija sječke sa kiselinom. Da bi došlo do delignifikacije drveta, kiselina se zagrije na temperaturu 154°-159°C. Kuhanje traje 150-180 minuta. Slijedi faza otplinjavanja kuhača, te pražnjenje u ekspanzijski rezervoar, odakle se celuloza vodi na pranje i sortiranje.

Pranje celuloze se izvodi u nekoliko stupnjeva. Pred pranjem celuloza prolazi kroz čistače, da se iz nje uklone neraskuhane kvrge drveta. Oprana i sortirana celuloza odlazi potom u proces bjeljenja. Bjeljenje je proces dodatne delignifikacije, koji uključuje odstranjivanje, odnosno modifikaciju nekih komponenata u nebjeljenoj celulozi zajedno sa ligninom i njegovim raspadnutim produktima i smolama. Proces bjeljenja mora teći tako da se celulozna vlakna ne oštete. Odvija se u nekoliko stupnjeva.

Kemikalije koje se koriste za izbjeljivanje često sadrže klor u nekim slučajevima i elementarni klor. U procesu izbjeljivanja nastaju organski spojevi klora. Iz strogih ekoloških propisa danas se celuloza, a naročito sulfitna, izbjeljuje kao bezklorna, a samo iz nekih tehničkih razloga izbjeljuje se s malo klora.

Po završenom bjeljenju slijedi naknadno čišćenje, da bi se uklonile i najmanje nečistoće. Nakon toga se celulozna masa vodi u zbirne bazene, odakle se vodi na daljnje odvodnjavanje.

Sulfitna celuloza ima u odnosu na sulfatnu celulozu kraća vlakna što znači da će papir imati manju čvrstoću ali se ona u procesu bjeljenja lakše izbjeljuje.

U ovom postupku kao sekundarni produkt javlja se lug u velikim količinama. On predstavlja isto tako veliki ekološki problem. Da bi se iskoristio, a ujedno smanjilo zagađenje okoline, moderniji postupci proizvodnje imaju uključenu regeneraciju kemikalija kojom se lug, koji ostane pri procesu pranja celuloze, uparuje i zatim spaljuje.

#### **4.2.2. Lužnati ili sulfatni postupak**

Najprije je bio otkriven natronski postupak, a potom sulfatni. Natronskim se postupkom dobije slabija celuloza sa niskim iskorištenjem, dok se sulfatnim dobije mehanički jaka celuloza. S obzirom da su obje vrste celuloze jake smeđe boje i teško bjeljive, upotreba tih celuloza je dugo vremena bila ograničena samo za ovojne papire i papire za vreće. Tek uvedbom višestupanjskog bjeljenja je i ta celuloza ušla u proces proizvodnje papira.

Danas se najviše celuloze proizvodi upravo sulfatnim postupkom, jer se njime mogu preraditi sve vrste drveta pa i one koje sadrže veće postotke smole, zatim jednogodišnje biljke, trstike, mehaničke karakteristike su bolje nego kod sulfitne celuloze, spaljivanjem otpadne lužnice je moguća regeneracija alkalija, te su smanjeni problemi sa otpadnim vodama, drvo nije potrebno tako dobro očistiti, kao kod sulfitnog postupka.

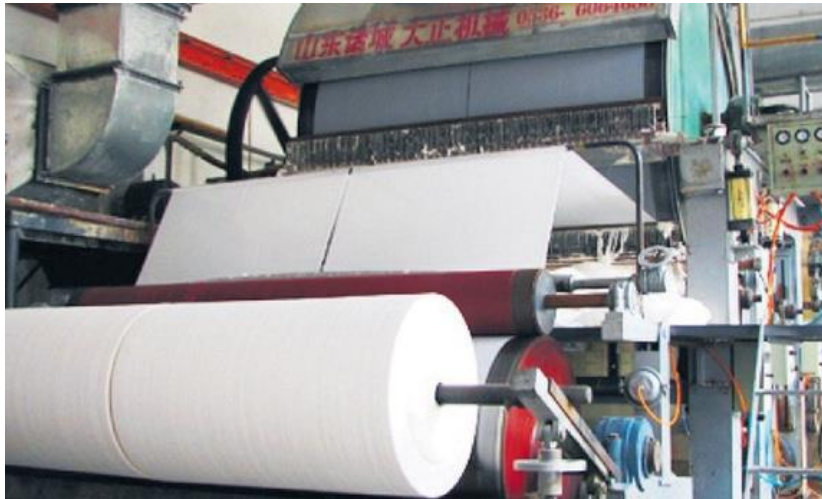
Postupak ima, glede sulfitne celuloze i nedostatke: iskorištenje iz drvne mase je niže, sposobnost bjeljenja je više ograničena i troškovi bjeljenja su viši. Kuhači za kuhanje sječke su kapaciteta oko 200 m<sup>3</sup>. Sječka se kuha sa jakom lužinom. Temperatura kuhanja kreće se do 170 do 190°C uz tlak od 7 do 11 atm. Zagrijavanje kuhača traje 1 do 2,5 sata, a sam proces kuhanja 1 do 2 sata. Zagrijavanje kuhača vrši se indirektno.

Po kuhanju se celuloza zajedno sa crnom lužnicom ispušta u spremnik u kojem se odvajaju pare, a celuloza dovodi na normalni atmosferski pritisak. U slijedećoj fazi, odvaja se crni lug i odvodi na regeneraciju, a celuloza se odvodi na sortiranje, isipranje mlazom vode, te bjeljenje.

Cilj bijeljenja je povećanje bjeline vlaknastog materijala odnosno uklanjanje žućkastog tona iz vlaknastog materijala, koji potječe iz prethodnih faza obrade. Bjeljenje se odvija u pet ili šest faza u tornjevima za bjeljenje.



Objeljena celuloza odlazi zatim na odvodnjavanje. Ako je papirnica u blizini, celuloza se odvodni do 5-6% koncentracije i kao takva se crpi za preradu u papir. Priprema li se celuloza za transport drugim papirnicama, odvodnjavanje i sušenje celuloze je do 85-90% suhe tvari. Konačna faza je rezanje celuloze i pakiranje u 200 kg bale, označavanje i skladištenje.



Sl. 10. Namotavanje papira

#### 4.3. Poluceluloza

Poluceluloza je vlaknasta sirovina, koja se upotrebljava za izradu papira, a koja se proizvodi iz drveta i slame jednogodišnjih biljaka. Proces prerade drveta se odvija blagom kemijskom obradom i mehaničim razvlaknjivanjem, koje se neposredno nadovezuje na kemijsku obradu. Vlakanca poluceluloze karakterizira sličnost sa tehničkom celulozom, a po sastavu je to zapravo drvenjača. Kemijska obrada se provodi kontinuiranim kuhanjem neutralnim sulfatnim postupkom. Temperatura kuhanja je 170°C do 180°C u vremenu kuhanja od 30 minuta do 6 sati, zavisno o porijeklu ulazne sirovine.

Poluceluloza od slame se dobije rezanjem slame i odprašivanjem. Slamom se zatim pune posude za kuhanje i kuha u otopini. Dobivena kaša se u neopranoj stanju melje i razređuje na potrebnu gustoću. Ovaj vlaknasti materijal upotrebljava se uglavnom za izradu papira za valovitu ljepljenku, kojoj daje potrebna svojstva čvrstoće, tvrdoću i žilavost, što je povoljno za izradu transportne složive ambalaže.



Sl. 11. Poluceluloza

#### 4.4. Polutvorevina

Polutvorevina je vlaknasti materijal za izradu papira, koja se dobije preradom pamuka, lana, starih krpa, jute i lika. Kao vlaknasta sirovina upotrebljava se još i linters. Linters su kratka vlakna koja se nalaze na pamučnim „lopticama“ poslije odvajanja dugačkih vlakna pamuka. Kratka vlakna lintersa dužine su od 3 do 6 milimetara. Linters predstavlja jednakovrijednu zamjenu za pamučne krpe.

Proces dobivanja polutvorevine iz starih krpa odvija se u više faza:

1. Sortiranje krpa prema porijeklu, boji, onečišćenju
2. Dezinfekcija krpa
3. Uklanjanje krutih predmeta
4. Rezanje krpa na komadiće 5 x 5 centimetara i uklanjanje prašine
5. Alkalno kuhanje s vapnenim mljekom
6. Pranje, mljevenje, filtriranje i bijeljenje sirovine
7. Po potrebi se polutvorevina izbjeljuje ukoliko se masa nije dovoljno izbjelila u procesu kuhanja

Dodatak polutvorevine masi za izradu papira povećava trajnost i čvrstoću papira, osobito kod različitih dinamičkih opterećenja za vrijeme upotrebe kao što su česta savijanja, trljanje i višestruki pregibi.

Papiri izrađeni iz osnovnog vlaknastog materijala polutvorevine upotrebljavaju se za izradu različitih vrijednosnih papira, papirnato novca, zamljopisnih karata, povelja i svih grafičkih proizvoda koji zahtijevaju veliku čvrstoću i otpornost na habanje.

#### 4.5. Reciklaža papira

Može se reći da se gotovo sva proizvodnja papira, proizvedena prije izuma procesa za izradu drvenjače, bazirala na reciklaži raznih vlaknastih materijala.

Danas se reciklirani papir odnosno vlaknasti materijal izrađuje gotovo isključivo iz prikupljenog starog papira. Oko 80% prikupljenog starog papira se može koristiti za proces recikliranja, a oko 20% je razni otpad. Od prikupljenog papira se mora izdvojiti sve što se ne može iskoristiti kao vlaknasti materijal. To su uglavnom žice, klameri, spajalice, plastificirani papiri i polukartoni, papiri otisnuti UV lakom i drugo.

Vlakanca dobivena samo od starog papira mogu biti reciklirana pet do sedam puta prije nego što postanu previše kratka, i lomljiva, a da bi se samo od njih mogao napraviti novi papir određenih svojstava



Sl. 12. Reciklaža papira

### 5. TEHNOLOGIJA IZRADE PAPIRA

Za pripremu papirne mase kao osnovne sirovine za izradu različitih vrsta papira, koriste se i različiti vlaknasti materijali: drvenjača, polutvorevina, celuloza i stari papir. U procesu pripreme pulpe za određene vrste papira prema recepturi mješaju se i različite vrste i udjeli vlaknasteog materijala. Materijali dolaze u tvornicu papira dehidrirani u balama, ili se transportiraju u određenim formatima (celuloza) ukoliko je tvornica locirana izvan lokacije

tvornice za izradu vlaknastog materijala. No, ako su tvornice jedna uz drugu, tada se vlaknasti materijal transportira u tekućem stanju, pumpama.

Da bi se mogao proizvesti papir, standardne strogo određene kvalitete potrebno je pripremiti odgovarajuću papirnu masu (pulpa). Pod pojmom priprema papirne mase, podrazumijevaju se radni procesi, koji su neophodni da se sve sirovine pripreme i izmiješaju u homogenu masu određene gustoće, koja je onda spremna za natok na papirni stroj.

U fazi pripreme mase glavni radni procesi jesu:

1. Mljevenje vlaknastih sirovina do stupnja koji odgovara namjeni papira
2. Miješanje različitih vlaknastih materijala (zavisno o vrsti papira)
3. Dodatak mineralnih punila u količini i kvaliteti prilagođenoj kvaliteti i vrsti papira
4. Dodatak bojila za niansiranje papira ili bojenje papira
5. Dodatak keljiva za reguliranje upojnosti papira

### **5.1. Mljevenje**

Mljevenje se provodi u mlinovima Holenderima. Holender je koritasti mlin koji se sastoji od fiksnih osnovnih noževa i rotirajućih valjaka sa noževima. Služi za pripremu (usitnjavanje i rezanje) vlakanaca za proizvodnju papira. Ovisno o tome kako se podese noževi vlakna će se različito samljeti. Važna faza za kvalitetu budućeg papira je rastvaranje i mljevenje vlaknastih materijala. Tim postupkom postizemo bolje međusobno vezivanje vlakanaca, povećanje mehaničkih svojstava papira, bolja preglednost papira.

Mljevenje dijelimo u faze: bubrenje, rezanje i fibriliranje.

Bubrenje je vrlo važno kod mljevenja.. Kod bubrenja se povećava širina vlakna za 10-30%, a dužina se smanji za neznatnih 0.1%. Vlakna postaju mekanija i pogodnija za meljenje.

Pod pojmom rezanja smatramo skraćivanje vlakana pravokutno na njihovu uzdužnu os.

Fibriliranje je cijepanje vlakna uzdužno na os. Zbog fibrilacije se povećava aktivna površina, a vlakna se međusobno isprepliću.

### **5.2. Punila**

Punila se dodaju u masu s ciljem, da se poboljšaju tiskovna svojstva papira. Ona ispunjavaju međuprostore vlaknaste tvari koja stvara mrežastu strukturu. Punila su mineralni prašci (kalcij karbonat, kaolin, talk i druga ).

Poboljšanja koja donose punila u papiru:

1. Izravnavanje površine papira između vlakanaca
2. Ugradnjom čestica punila u vlakanca, papir postaje mekaniji i podatniji
3. Izravnavanjem i zatvaranjem površine papira povećava se glatkoća i sjaj kod satiniranja papira
4. Povećava se opacitet, smanjuje se transparentija papira
5. Povećava se bjelina papira
6. Djelomično se sprečava frkanje i savijanje papira, a dodavanjem punila povećava se i naljevanje papira na ravnu površinu
7. Povećava se gramatura papira. Punila su jeftinija od bilo kojeg vlaknastog materijala i s tim se može smanjiti i cijena
8. Poboljšavaju se tiskovna svojstva papira

Procesi punjenja vlakanaca punilima:

1. Filtracija većih čestica punila na vlaknastoj materiji
2. Apsorpcija sitnih čestica na stranice vlakanaca
3. Difuzija sitnih čestica u šuplje kanale vlakanaca
4. "Ljepljenje" čestica punila pomoćnim sredstvima

### **5.3. Keljiva**

List papira vlaknasto je tkivo, koje je sastavljeno od velikog broja pojedinačnih vlakanaca. Svako vlakance je prazna cjevčica koja je sposobna primiti tekućinu, i s tim bubri. To je razlog što je papir u nekeljenom stanju više ili manje upojan kao na primjer filter papir i bugačica. Neke vrste papira moraju imati svojstvo da boja, tinta i slično ne penetrira u strukturu papira nego da se boja suši na površini lista. Regulirana upojnost papira postiže se keljenjem, odnosno zatvaraju se vlakanca, cjevčice.

Pri izradi papira i keljiva se dodaju u masu ili se mogu nanositi na površinu papira. Moguće je izvesti i kombinaciju obiju vrsti keljenja. Ovisno od količine dodanog keljiva razlikujemo polukeljen, tričtvrt i punokeljen papir.

Rastućim stupnjem keljenja opada stupanj upojnosti papira.

### **5.4. Bojila i optička bjeljila**

Bojila i optička bjelila su obojene supstance anorganskog ili organskog porijekla koje boje neku drugu supstancu. Na boju papira utječu razni procesi i sirovine u fazi izrade mase, kao

što su mljevenje, keljiva, punila. Zbog toga boja papira varira od sive do žućkaste. Cilj bojenja je da se potisnu žuti ili sivkasti tonovi, te da papir postane optički bijeliji.

U upotrebi su tri različite metode bojenja:

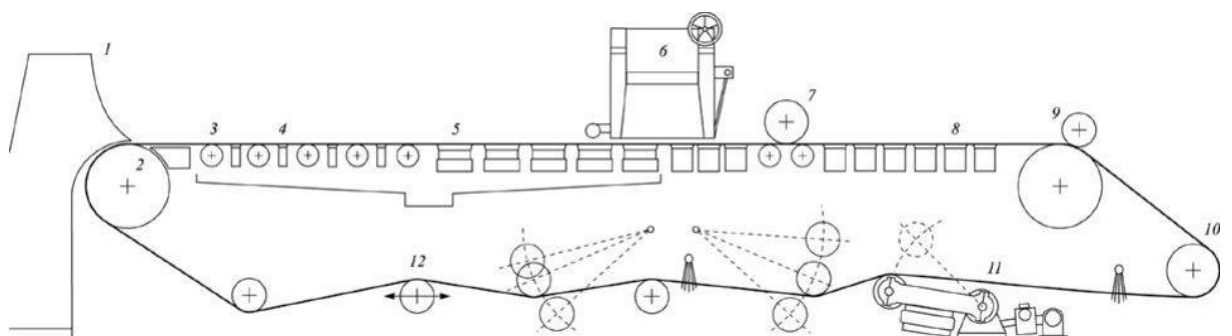
1. Bojenje u masi je najčešće upotrebljavana metoda. Izvodi se dodavanjem bojila dok se pulpa još nalazi u holenderu, gdje se mješaju i sve ostale komponente za izradu papira. Bojanje je sastavni dio procesa pripreme pulpe za natok na papirni stroj.
2. Bojenje uranjanjem je proces gdje gotova papirna traka prolazi kroz vodenu otopinu bojila. Prije izlaza za sušenje obojena traka papira prolazi kroz dva valjka koji istisnu suvišno bojilo. Ovaj proces bojanja omogućuje jako toniranje trake papira.
3. Nanošenje bojila na površinu lista, papira je proces gdje se boja različitim metodama nanosi na površinu gotovog lista. Otopine bojila mogu se nanjeti sljedećim metodama.

Optička bjelila služe za poboljšanje bjeline lista papira, odnosno kao i kod određenih bojila za potiskivanje žućkastog i sivkastog tona.

Osobina tih bjelila je, da dio nevidljivog ultraljubičastog svjetla promjene u vidljivo, pri čemu vizualno povećaju i bjelinu papira zbog toga što plavoljubičasto svjetlosno zračenje kompenzira prirodni žućkasti ton vlakana, uz istovremeno povećanje svjetlosti papira. Poznata su tri postupka bjeljena optičkim bjelilima:

bijelo pigmentiranje, obrada plavilom i dodavanje optičkih bjelila [4].

## 6. PAPIRNI STROJ

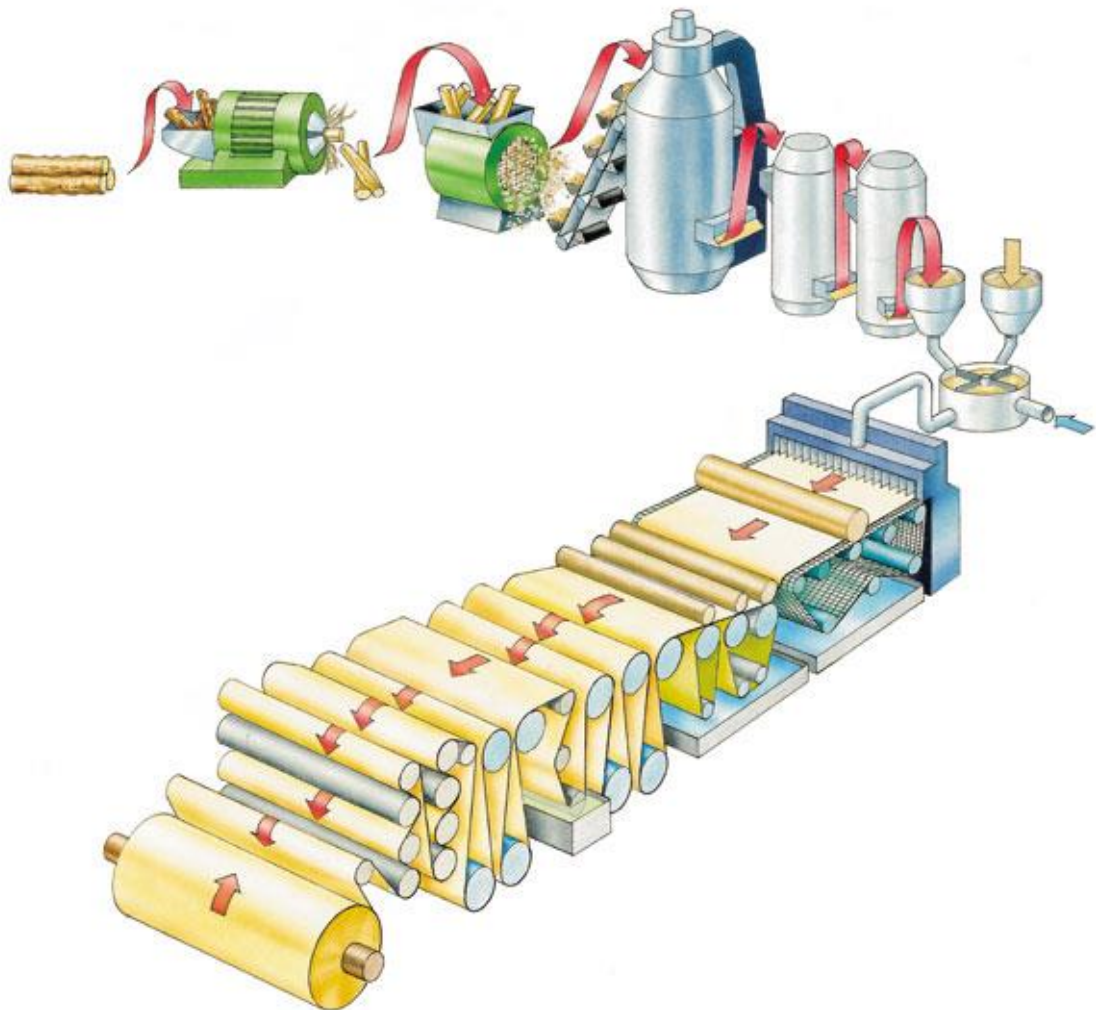


Sl. 13. Dugo sito papirnog stroja

Za izradu papira danas se uglavnom koriste strojevi sa beskonačnim sitom. To su strojevi širine od 0,5 do 12 metara, a ovaj podatak ujedno govori i o širini koluta papira, koji izlazi iz

stroja. Dužine strojeva su oko pedesetak metara. Veličina strojeva zavisi o kapacitetu stroja. Strojevi za izradu papira, danas zbog velike potrošnje raznih vrsta papira, razvijeni su i postižu veliku brzinu izrade istog. Kako bi zadovoljili tu potražnju postižu velike brzine proizvodnje papira koje se kreću i do 2000 metara papira u minuti, a jedan suvremeni stroj godišnje može proizvesti i preko 250 000 tona papira. Sve radnje od ulaska vlaknastog materijala, preko miješanja raznih dodataka, zatim kontrole parametara, koji su bitni za procesnu i izlaznu kvalitetu papira, prate računala, koja osim toga upravljaju i jednim dijelom robotiziranim alatima i strojevima.

Glavni dijelovi papirnog stroja su: natok, sitova grupa, grupa preša, sušna grupa, stroj za navijanje i stroj za previjanje.



Sl. 14. Tehnološki proces proizvodnje papira

## **7. ZAŠTITA NA RADU**

Smisao i suština zaštite na radu je ostvarivanje zakonitosti. Svaki razuman čovjek, bez obzira na mjesto u društvu, mora shvatiti i prihvatiti činjenicu da je samo zakoniti rad dopušten u državi, a za takav rad moraju se primjenjivati propisi.

Praksa pokazuje da će svaki poduzetnik, odnosno odgovorna osoba na kojoj god dužnosti bila, tražiti opravdanja za loše stanje zaštite na radu, naročito u onom dijelu za koje je ona odgovorna [5].

Zaštita na radu primarna je disciplina tehnike, jer izvorište ima u pravilima sigurnog rada i radu uopće. Za ta pravila pravo i zakon ne daju kriterije, jer se zakon kreće u granicama interesnog, služeći se tehnikom i ostalim oblicima spoznaje.

Pravo sigurnosti na radu je pravo koje se izvodi iz prava socijalnog osiguranja, socijalne sigurnosti, prava na zdrav život i prava na zajamčenu zdravstvenu zaštitu. Sadržaj prava sigurnosti na radu izvodi se iz logike i smisla čovjekova rada.

Ustavom Republike Hrvatske je rečeno: „Pravo zaposlenih i članova njihovih obitelji na socijalnu sigurnost i socijalno osiguranje uređuje se zakonom i kolektivnim ugovorom.“

### **7.1. Mjere zaštite na radu**

Osnovna je zadaća u provedbi mjera zaštite na radu, da se u prvom redu utječe na smanjenje broja nezgoda, a ne ozljeda. Ozljeda je krajnji nepovoljni rezultat niza zbivanja, koji su međusobno uvjetovani. Oni potiču jedan drugog i nastavljaju se jedan na drugi – poput niza pločica domina koje se ruše.

S obzirom na vrste i opseg opasnosti u različitim djelatnostima postoje i evidentne statističke razlike u ukupnom broju ozlijeđenih radnika po djelatnostima . Iz tih podataka može se dobiti uvid u rang listu rizičnih djelatnosti ( Tablica 1. i Tablica 2.)



Tablica br.1: Prikaz rizičnih djelatnosti u Hrvatskoj prema broju teško ozlijeđenih i poginulih radnika (2014.g.)

<b>Rang</b>	<b>Rizične djelatnosti</b>
<b>1.</b>	Prerađivačka industrija
<b>2.</b>	Poljoprivreda, lov, šumarstvo
<b>3.</b>	Graditeljstvo
<b>4.</b>	Prijevoz, skladištenje i veze
<b>5.</b>	Zanatstvo i usluge

Tablica br.2: Prikaz rizičnih djelatnosti u Hrvatskoj prema broju prijavljenih profesionalnih bolesti ( 2014. g.)

<b>Rang</b>	<b>Rizične djelatnosti</b>
<b>1.</b>	Prerađivačka industrija
<b>2.</b>	Poljoprivreda, lov, šumarstvo
<b>3.</b>	Zdrastvena zaštita
<b>4.</b>	Obrazovanje
<b>5.</b>	Građevinarstvo

Iz prakse je znano da se pri obavljanju nekih poslova događa znatno više nezgoda nego pri obavljanju drugih poslova. Tako se, zbog različitog stupnja opasnosti, događa više nezgoda pri obavljanju strojobravarstvenih poslova nego pri obavljanju uredskih poslova. Ali, pri obavljanju poslova jednakog stupnja opasnosti opažaju se znatne razlike u učestalosti nezgoda kod pojedinaca.

Dakle, nezgode na radu osim o objektivnim prilikama, ovise i o osobinama (subjektivnim) radnika i ne može se govoriti o čimbeniku slučajnosti. Nezgode na radu nastaju kao posljedica poremećaja u odnosima čovjeka i radne okoline.

## **7.2. Sustav provedbe zaštite na radu u tvrtki**

Sustav se osniva na definiciji zadataka (prava i obveze) svake zaposlene osobe i ustanovljen je aktom tvrtke.

Provedba propisa, odnosno propisanih pravila zaštite na radu, dužnost je svake zaposlene osobe, bez obzira na radno mjesto ili funkciju koju u organizaciji obavlja.

Kada se zaposlite, dužni ste se upoznati sa svim izvorima opasnosti i mjerama zaštite pri radu na svojem radnom mjestu, odnosno poslovima koje ćete obavljati. Tvrтка vam je dužna osigurati sva osobna zaštitna sredstva i opremu predviđenu za rad na vašem radnom mjestu.

Svaka tvrtka ima osobu ( ili cijelu službu) koja posebno brine za provedbu i unapređenje zaštite na radu. Briga za zaštitu na radu zadatak je i sindikata te sindikalnog povjerenika u tvrtki. U tvrtkama s više od 20 zaposlenih, radnici između sebe biraju povjerenika radnika za zaštitu na radu, čija je prvenstvena zadaća pomoć radnicima. Nadzor nad provedbom mjera zaštite na radu i zaštite od požara provodi služba zaštite na radu, kao i vanjska tijela nadzora i to: inspekcija rada, sanitarna inspekcija, protupožarna inspekcija i dr.

### 7.3. Znakovi sigurnosti u radnom prostoru

Obveza postavljanja znakova sigurnosti od određenih opasnosti, predstavlja jedno od posebnih pravila zaštite na radu. U radnoj okolini postoje različite opasnosti kao što su: mehaničke i kemijske opasnosti, štetna zračenja, štetne tvari, električna struja, buka, vibracije, opasnosti od požara i eksplozije i sl.

Te opasnosti često nisu poznate ni onima koji rade u njihovoj neposrednoj blizini, a pogotovo ne osobama koje se iz različitih razloga kreću radnim prostorom. Osim toga, ljudima je svojstveno da svakodnevnim susretanjem s opasnostima prestanu o njima razmišljati i zanemaruju ih.



Sl. 15. Znakovi sigurnosti

## **8. OPASNOSTI I OSOBNA ZAŠTITNA SREDSTVA U PROIZVODNJI PAPIRA**

Osobnim zaštitnim sredstvima i opremom smatraju se naprave, uređaji, odjeća i obuća što se koriste pri radu za zaštitu od štetnih utjecaja radne okoline.

Osobna zaštitna sredstva smiju se koristiti kad postoje neposredne opasnosti od ozljeda i zdravstvenih oštećenja, a tehničkim se mjerama zaštite te opasnosti ne mogu otkloniti ili bi to zahtijevalo nerazmjerno velike troškove.

Radnici su dužni da osobna zaštitna sredstva upotrebljavaju samo za svrhe kojima su namijenjena, te da ih održavaju u ispravnom stanju i čuvaju od oštećenja.

### **8.1. Opasnosti i zaštita u šumarstvu**

Zdravstveni rizici:

1. Teška tjelesna naprezanja; kod smanjenja opasnosti prilikom tjelesnog naprezanja, naročito je bitna tehnička zaštita uvođenjem određenih transportnih sredstava kao i mehaniziranih sredstava unutarnjeg transporta

2. Izloženost bioklimatskim uvjetima; uz normalne klimatske uvjete i umjereno fizičko naprezanje ne dolazi do štetnih učinaka po zdravlje.

3. Izloženost buci i vibraciji strojeva; zbog štetnog djelovanja buke mogu nastati probavne smetnje, poremećaji krvnog tlaka, smetnje sna, radnici postaju razdražljivi, umorni i nepažljivi, što uzrokuje više pogrešaka, nezgoda i ozljeda.

Najpoznatije profesionalno oštećenje zbog izvrnutosti vibracijama jest lokalno oštećenje krvnih žila na rukama, a javlja se u radnika koji rukuju oruđima što vibriraju. Nakon oštećenja krvnih žila zbog djelovanja vibracija nastaje poremećaj na mišićima, zglobovima i kostima.

4. Rad na strojevima s povećanim opasnostima; ako pri rukovanju i održavanju oruđa, zbog složenosti i skrivenih opasnosti ili opasnih tvari koje se u procesu rada upotrebljavaju ili mogu nastati, postoje opasnosti za radnike, moraju se u neposrednoj blizini oruđa ili na njemu postaviti odgovarajuća trajna upozorenja i upute

5. Česta ozljeđivanja i profesionalne bolesti; ona se može javiti naglo, nakon kratkotrajnog djelovanja neke štetnosti ili kao posljedica uzastopnog i dugotrajnog djelovanja nefizioloških uvjeta rada, štetnih fizikalnih čimbenika kao i nepovoljnih higijenskih uvjeta na radu.

### **8.1.1. Osobna zaštitna sredstva u šumarstvu**

Radno odijelo: najčešće je to plavi keper, dvodjelno ili kombinezon. Toplo za zimu, podstavljeno od pamučne ili vunene tkanine. Isto tako, može biti od gumirane ili plastificirane tkanine, s kapuljačom za kišu.



Sl. 16. Radno odijelo

Kapa i šljem: plavi keper ili sl., sa štitnikom. Ona se upotrebljava pri radovima gdje nije obvezna uporaba šljema. Isto tako, može se nositi i potkapa za zaštitu od hladnoće koja je izrađena od vune, rjeđe pletena radi sprječavanja znojenja. Šljem je lagani za šumarstvo.



Sl. 17. Šljem

Rukavice: kod radnika s motornom pilom koriste se antivibracijske rukavice za zaštitu od vibracija i hladnoće, a kod radnika za izvlačenje trupaca se koriste kožne zaštitne rukavice s pet prstiju.



Sl. 18. Rukavice za zaštitu od vibracija

Čizme i cipele: čizme koje se koriste su gumene, podstavljene trikoom za kišu, a podstavljene krznom za zimu i sa čeličnom kapicom.



Sl. 19. Zaštitna obuća za šumare

Nogavice: od plastičnog materijala, za zaštitu od blata pri klečanju ili zaštitni ulošci od plastičnih mreža (saća) debljine 1cm, za zaštitu od posjekotina pilom.

## **8.2. Opasnosti pri obradi papira koji se dobiva od celuloze**

### **8.2.1. Proizvodnja celuloze**

Opasnosti :

Sulfati – sulfatna kiselina - opasnost od nagrizanja kože i udisanja sumporovog oksida.

Osobna zaštitna sredstva koja se koriste: nošenje respiratora, rukavica otpornih na kemijska sredstva i zaštitne odjeće od kemijskih opasnosti.



Sl. 20. Zaštitna odjeća za kemijske opasnosti

Lužine – opasnost od nagrizanja. Osobna zaštitna sredstva koja se koriste su: nošenje rukavica otpornih na kemijska sredstva.



Sl. 21. Zaštitna rukavica za rad s kemikalijama

Klorno vapno – opasnost od jakog prašenja. Osobna zaštitna sredstva koja se koriste su: respiratori za zaštitu od neotrovne prašine, obično radno odijelo i radne rukavice

Uklještenje: postavljanje zaštitnih naprava ili ograđivanje tog dijela stroja ogradama visine 1 m i udaljenosti od stroja 1 metar.

Vruća para: nošenje antitermičkih rukavica

Odljetanje valjaka: nošenje zaštitne kacige te periodički pregledi stroja

Slučajno uključenje/isključenje stroja: ugradnja zaštitnih naprava oko ručice (poluge)

### 8.2.2. Priprema papirne mase

#### Opasnosti :

Ukoliko se proizvodnja obavlja ručno postoje sljedeće opasnosti :

- **Kontakt s ljepilom** – ljepilo se može apsorbirati kroz kožu ili slijepiti prste radnika
- **Kontakt s bojilima** – mjere zaštite - Pokušajte ruke istrljati kakvim svježim sirom. Savjet je djelotvoran samo dok je boja na rukama svjež. Mrlje od lak-boje na rukama lako ćete ukloniti ako svaku protrljate komadićem vate namočenim u maslinovom ulju, a zatim ruke operete toplom vodom i sapunom. Također imate opciju s nitro razrjeđivačem, koji je jako djelotvoran, premda se je teško riješiti njegovog neugodnog mirisa.
- **Punila** – punila su sredstva koja ispuštaju polu aromatične i aromatične ugljikovodike i tvari koje djeluju kao narkotici (slično kao i kod ljepila). Osoba zaštitna sredstva koja se koriste: filter maske





Sl. 22. Filtar maska

### 8.2.3. Oblikovanje lista

Opasnosti :

- Uklještenje – gdje god se pojavljuju valjci postoji opasnost od uklještenja
- Vruća para – rotirajući valjci suhog dijela stroja u sebi su puni vruće pare
- Odljetanje valjaka – mehanički kvar tj. pucanje osovine bi uzrokovalo odljetanje valjka prema radniku
- Slučajno uključanje /isključanje stroja – preša ima nekoliko poluga za svoj rad. Naglo i slučajno uključanje krive poluge može biti opasno

#### 8.2.4. Dorada papira

Opasnosti:

- Rezanje papira – odvija se pomoću rezača i škara

Mjere zaštite: postavljanje automatskih mini strojeva za rezanje koji su programirani za rezanje na sve moguće formate tj. automatizacija tog dijela procesa dok kod radnika koji to rade ručno trebaju zaštitne rukavice otporne na porezotine i probijanje.



Sl. 23. Stroj za rezanje papira

## 9. ZAKLJUČAK

Izumom tiskarskog stroja započinje era modernog tiskarstva koja uzrokuje znatno povećanje potrošnje papira. Počinje se polako razvijati manufakturna proizvodnja papira, a kao sirovine koriste se pamuk, lan, konoplja i stare krpe. No, osjeća se stalni nedostatak papira zbog sve veće potrošnje i manjka osnovnih sirovina, krpa.

Francuz LuisRober 1799. godine uvodi u proizvodnju prvi parni stroj pomoću kojeg se mogla proizvoditi beskonačna papirna traka uz primjenu beskonačnog sita iz krpa kao osnovne sirovine, a nije je bilo nedovoljno da se zadovolje sve veće potrebe za papirom.

Zbog toga su se danas razvile prave velike modernizirane tvornice papira koje su pogone drastično povećale a ako i dođe do nestašice papira već korišteni papir se reciklira i priprema za ponovnu upotrebu.

Razvojem tehnologije došlo je do potrebe da se zaštiti čovjek. Tu se primjenjuje zaštita na radu. Zaštita na radu je područje koje ima svoju budućnost u svim aspektima industrije, usluga pa i u segmentima privatnog života jer će pravilno osposobljen i kvalitetno poučen radnik neke mjere zaštite na radu primjenjivati i u svom privatnom životu.

Zato se radniku daju na raspolaganje osobna zaštitna sredstva. Radnici su dužni da osobna zaštitna sredstva upotrebljavaju samo za svrhe kojima su namijenjena, te da ih održavaju u ispravnom stanju i čuvaju od oštećenja.

## LITERATURA:

- [1] Papir, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Papir> (12.06.2015)
- [2] Papirus, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Papirus> (12.06.2015)
- [3] Pergament, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Pergament> (13.06.2015)
- [4] Perinić Mladen; Tehnološki procesi ; [www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr) (12.06.2015)
- [5] Vučinić J.: Pravno reguliranje zaštite na radu  
Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2008., ISBN: 978-953-7343-17-0
- [6] Fabijanić K., Kacin N.: Priručnik stručnjaka za zaštitu na radu  
Zagreb, IPROZ, 2004.
- [7] Zakon o radu, Narodne Novine, br. 149/09, 61/11, 82/12 (pročišćeni tekst)
- [8] Vučinić J., Vučinić Z.: Osobna zaštitna sredstva i oprema  
Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011., ISBN: 978-953-7343-48-4
- [9] Pravilnik o zaštiti na radu u šumarstvu, Narodne Novine, br. 10/86
- [10] Kacian N., Štefan V.: Zbirka propisanih i drugih evidencija, isprava i izvještaja iz zaštite na radu, zaštite od požara i prve pomoći, IPROZ, Zagreb, 2003.
- [11] Ustav Republike Hrvatske, Narodne Novine br. 41/01 (pročišćeni tekst)
- [12] Osobna zaštitna sredstva i oprema,  
[https://hr.wikipedia.org/wiki/Osobna\\_za%C5%A1titna\\_sredstva](https://hr.wikipedia.org/wiki/Osobna_za%C5%A1titna_sredstva) (15.07.2015)