

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I**  
**INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Stručni studij**

**POGONI ZA PROIZVODNJU PAPIRA**

**Završni rad**

**Matea Medved**

**Osijek, 2018.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju**

Osijek, 18.09.2018.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada  
na preddiplomskom stručnom studiju**

<b>Ime i prezime studenta:</b>	Matea Medved
<b>Studij, smjer:</b>	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika
<b>Mat. br. studenta, godina upisa:</b>	A4189, 03.10.2017.
<b>OIB studenta:</b>	87032014990
<b>Mentor:</b>	Dr. sc. Željko Špoljarić
<b>Sumentor:</b>	
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	Dr. sc. Krešimir Miklošević
<b>Član Povjerenstva:</b>	Dr.sc. Vedrana Jerković-Štil
<b>Naslov završnog rada:</b>	Pogoni za proizvodnju papira
<b>Znanstvena grana rada:</b>	<b>Elektrostrojarstvo (zn. polje elektrotehnika)</b>
<b>Zadatak završnog rada</b>	Potrebno je istražiti trenutne i najnovije pogone za proizvodnju papira. Dati kratak pregled tehnologija i postupaka koje se koriste pri proizvodnji papira. Navesti osnovne razlike kod različitih tipova pogona za proizvodnju papira. Posebno se osvrnuti na električne pogone, koji su dio sustava pogona za proizvodnju papira, te način na koji se upravljaju i na koji su integrirani u cjelokupni sustav (SCADA sustavi i sl.). Dati primjere gotovih sustava za proizvodnju papira od različitih proizvođača.
<b>Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):</b>	Vrlo dobar (4)
<b>Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:</b>	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 2 bod/boda Razina samostalnosti: 2 razina
<b>Datum prijedloga ocjene mentora:</b>	18.09.2018.
Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK****IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 28.09.2018.

**Ime i prezime studenta:**

Matea Medved

**Studij:**

Prediplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika

**Mat. br. studenta, godina upisa:**

A4189, 03.10.2017.

**Ephorus podudaranje [%]:**

17

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Pogoni za proizvodnju papira**

izrađen pod vodstvom mentora Dr. sc. Željko Špoljarić

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.  
Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Zadatak završnog rada .....	1
2. PRERADA I PROIZVODNJA PAPIRA .....	3
2.1. Sirovine za proizvodnju papira .....	3
2.2. Proizvodnja papira u svijetu .....	5
2.3. Klasifikacija i vrste papira i kartona .....	6
3. PROIZVODNJA PAPIRA U PODUZEĆU DS SMITH BELIŠĆE .....	8
3.1. Povijesni razvoj tvornice papira u Belišću .....	9
3.2. Proces proizvodnje papira na papir stroju 2 .....	11
3.2.1. Priprema mase .....	12
3.2.2. Papir stroj 2 .....	16
3.2.3. Dodatni sustavi PS2 .....	22
4. NAČIN UPRAVLJANJA PROCESOM PRIZVODNJE NA PAPIR STROJU 2 .....	23
4.1. System 800xA .....	23
4.2. Motori u pogonu za proizvodnju papir stroja 2 .....	27
5. NOVE TEHNOLOGIJE ZA PROIZVODNJU PAPIRA .....	28
5.1. Voith MasterJet Pro natok .....	29
5.2. Valmet OptiFlo Fourdrinier natok .....	31
5.3. Ekološki osviještene tehnologije .....	33
6. ZAKLJUČAK .....	35
7. LITERATURA .....	36
8. SAŽETAK .....	38
9. ŽIVOTOPIS .....	39

# 1. UVOD

Osnovni je cilj ovoga rada prikazati tehnološko-proizvodni proces prerade drveta, odnosno izrade papira. Jednostavna izrada papira veže već uz prve civilizacije, kao što je kineska već u 2. Stoljeću prije Krista, dok se u Europi papirna industrija počela razvijati u 11. Stoljeću. Od 1960. godine temeljna djelatnost tadašnjeg Belišća d.d postaje proizvodnja poluceluloze, ambalažnog papira i ambalaže, a pod imenom DS Smith danas je jedna od vodećih kompanija papirne i ambalažne industrije jugoistočne Europe [1].

## 1.1. Zadatak završnog rada

Rad je podijeljen u dva dijela od kojih prvi govori o proizvodnji i preradi papira općenito, odnosno kako je uopće nastala potreba za proizvodnjom papira, koje su osnovne sirovine i koji su osnovni načine obrade tih sirovina te kako izgledaju pogoni i strojevi za proizvodnju papira.

Drugi dio rada predstavlja primjer prerade iz prakse. Promatrani pogon jest Papir stroj 2 tvornice DS Smith u Belišću. Grad Belišće već je desetljećima poznat po proizvodnji papira, a zahvaljujući toj tradiciji, postojećim pogonima i kvalificiranom radnom snagom bio je zanimljiv i ulagačima, poput DS Smith, koji su trenutni vlasnici pogona. Kako u praksi izgleda proizvodnja papira, kako izgleda Papir stroj 2, koji se program(i) koriste u organizaciji proizvodnje samo su neka od pitanja čije odgovore nosi drugo poglavlje rada.

Prvi korak je priprema celuloze, reciklirajući papir se miješa s procesnom vodom i zatim se miješa u divovskom spremniku od nehrđajućeg čelika, nazvanom pulper, kako bi se dobila suspenzija vlakana. Nečistoće su uklonjene pomoću niza sita. Tinta se može ukloniti tijekom proizvodnje bijelih vlakana miješanjem zaliha celuloze sa sapunom i puhanjem zraka kroz njega kako bi se stvorio pjenasti ostatak tinte.

Uređaj za izradu papira uklanja vodu iz otopine koja sadrži otprilike 1% vlakana i 99% vode. Sljedeća faza uklanjanja vode sastoji se od prolaska papirnate trake kroz niz valjaka koji guraju vodu iz pulpe. Ovaj pritisak također komprimira vlakna tako da se isprepliću da formiraju gustu, glatku površinu. To smanjuje sadržaj vode na oko 45 do 55%.

Papirna mreža putuje kroz zatvoreni prostor koji sadrži broj velikih rotirajućih cilindara. Zagrijavaju se do 130° C pomoću pare, često učinkovito proizvedene spaljivanjem otpadnog materijala tvornice. Rad je sada 80 do 85% suh. Na papir se sada primjenjuje mokro razrjeđivanje kako bi se na površinu dodalo tanki sloj škroba. Škrob doprinosi krutosti i vezanju vlakana unutar listova papira. Nakon što se nanosi dimenzioniranje, papir prolazi kroz još jedan set parno grijanih cilindara za sušenje.

Da bi kartonska ploča bila glatka i sjajna površina, posebno potrebna za ispis, papir prolazi kroz skup glatkih valjaka, koji mogu biti tvrdi ili mekani. Zatim se list papira pregledava automatiziranim mjernim uređajem koji otkriva nepravilnosti, te se mota u role i spreman je za otpremu.



**Slika 1.1.** Rola papira u DS Smith pogonu [7]

## **2. PRERADA I PROIZVODNJA PAPIRA**

Proizvodnja i prerada drveta kako bi se dobili karton i papir proizašli su, kao i mnogi drugi izumi u povijesti čovječanstva, iz određenog problema odnosno potrebe. Jedan od prvih razloga bio je skladištenje hrane. Papir dobiven iz dudove kore u Kini upotrebljavao se već u 1. i 2. stoljeću prije Krista, a prve komercijalne kartonske kutije proizvedene su u Engleskoj 1860. godine. Jedan od najznačajnijih izuma koji je potaknuo masovniju proizvodnju papira bio je izum tiskarskog stroja [3].

### **2.1. Sirovine za proizvodnju papira**

Osnovna sirovina za proizvodnju papira jest drvo. U drvetu je celuloza povezana s ligninom i drugim sastavnim dijelovima staničnih stijenki. Celulozno vlakno je vlakno dobiveno kemijskom razgradnjom različitih vrsta drveta ili jednogodišnjih biljaka (trstika, slama i druge). Kemijski čista celuloza sadrži 44.5% ugljika, 6.2% vodika i 49.3% kisika [7].

Postoji nekoliko sirovih materijala i načina obrade koje se koriste u preradi drveta, a to su [7]:

- Drvenjača (mechanical pulp)
- Kemijska celuloza (chemical pulp)
- Reciklirana vlakna (recycled pulp)
- Poluceluloza i polutvorevina.

Pod drvenjačom se podrazumijeva mehaničko odvajanje drvene mase na vlakna. Kemijska celuloza odnosi se na proces iskuhavanja drveta u kotlu gdje se različitim kemikalijama uklanjaju se smole, lignin i druge nepotrebne tvari te se dobiva izrazito jak i elastični vlaknasti materijal – kemijska celuloza. Reciklirana vlakna znače ponovnu upotrebu starog papira za proizvodnju kartona, papira i ljepenke što je danas ne samo ekonomski već i ekološki opravdano jer se štede velike količine drva. Vlakanca poluceluloze karakterizira sličnost s kemijskom celulozom, a po sastavu je to zapravo drvenjača. Polutvorevina je vlaknasti materijal za izradu kartona, koja se dobije preradom pamuka, lana, starih krpa jute i lika, tj. otpada iz tekstilne industrije. Kartoni

izrađeni iz osnovnog vlaknastog materijala polutvorevine upotrebljavaju se kod svih grafičkih proizvoda koji zahtijevaju veliku čvrstoću i otpornost na habanje [3].

Pomoćni materijali koji se koriste u preradi su [3]:

- Mineralna punila
- Veziva (keljiva)
- Bojila i optička bjelila.

Za pripremu papirne mase kao osnovne sirovine za izradu različitih vrsta kartona koriste se i prije spomenuti vlaknasti materijali: celuloza, drvenjača, polutvorevina i reciklirani papir. U procesu pripreme pulpe za određene vrste kartona prema recepturi miješaju se i različite vrste te udjeli vlaknastog materijala. Materijali dolaze u tvornicu kartona dehidrirani u balama, ili se transportiraju u određenim formatima (celuloza) ako je tvornica izvan lokacije za izradu vlaknastog materijala. Ako su tvornice jedna uz drugu, tada se vlaknasti materijal transportira u tekućem stanju, pumpama. Da bi se mogao proizvesti karton standardne, strogo određene kvalitete, treba pripremiti odgovarajuću masu (pulpu). Postupak pripreme papirne mase podrazumijeva radne procese koji su neophodni za pripremu svih sirovina, te miješanje u homogenu masu određene gustoće. Takva je masa potom spremna za natok na stroj za proizvodnju kartona [3].

Glavni radni procesi u fazi pripreme mase su [3]:

- dispergiranje u vodi pomoću hidrapulpera
- mljevenje vlaknastih sirovina do stupnja koji odgovara namjeni kartona
- miješanje različitih vlaknastih materijala (zavisno od vrste kartona)
- dodatak mineralnih punila u količini i kvaliteti prilagođenoj kvaliteti
- dodatak bojila za nijansiranje ili bojenje kartona (OBA)
- dodatak veziva za reguliranje upojnosti kartona

Nakon što je drvo prerađeno kroz navedene radne procese ono se fino podešava na stroju za proizvodnju kartona. Radi se o iznimno vrijednim i golemim strojevima koji mogu preraditi velike količine smjese.



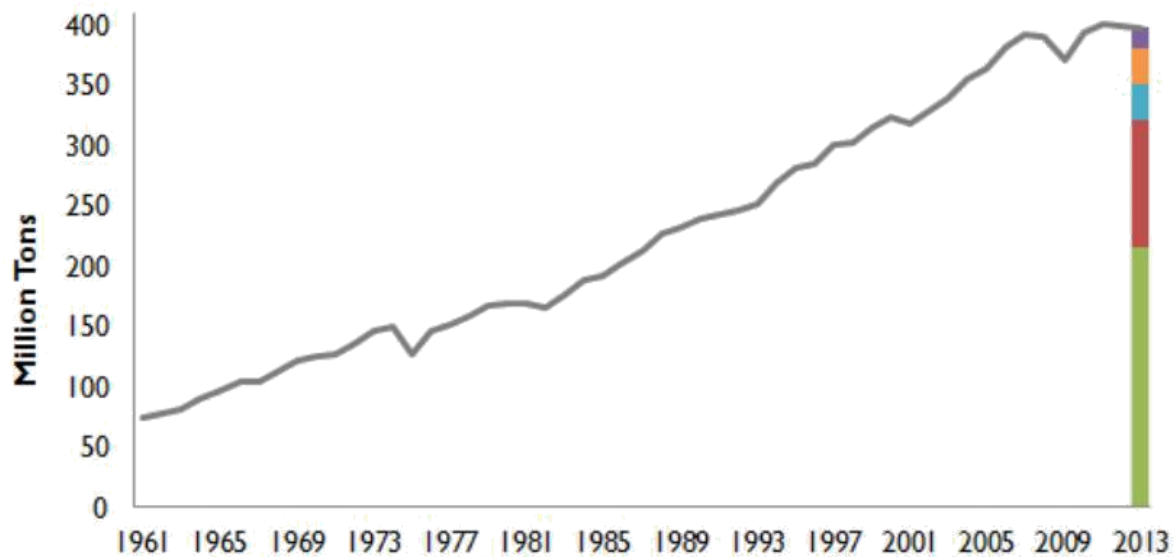
## 2.2. Proizvodnja papira u svijetu

Proizvodnja papira u svijetu rapidno je rasla u proteklih nekoliko desetljeća što će najbolje ilustrirati sljedeće tablice i grafikoni. Tablicom 2.1. prikazan je proizvodnja papira i kartona u svijetu u vremenskim razmacima od 1980. godine do 2008. godine.

**Tablica 2.1.** Svjetska proizvodnja papira i kartona [5]

Godina	Ukupna količina (milijuna tona)
1980.	171
1985.	193
1990.	238
1995.	276
1998.	300
1999.	315
2000.	324
...	
2008.	380

Ukupna količina u milijunima tona, kako je prikazano tablicom 2.1. narasla je sa 171 milijuna tona u 1980. godini do 380 milijuna tona u 2008. godini što predstavlja poraz od 120%. Na slici 2.1. prikazan je grafički trend proizvodnje od 1961. do 2013. godine u svijetu.



**Slika 2.1.** Prikaz svjetske proizvodnje papira i papirne ambalaže u milijunima tona 1961. do 2013. [5]

Slika 2.1. prikazuje kako je proizvodnja 1961. godine iznosila tek nešto više od 50 milijuna tona. Godine 1980. proizvodnja je brojala 171 mil. tona proizvedenog papira (tablica 2.1.), a kako se vidi na prikazu iz Slike 2.1., proizvodnja je 2013. dosegla 400 mil. tona.

### 2.3. Klasifikacija i vrste papira i kartona

Ovisno o namjeni, papir i karton moraju imati određena svojstva. Isto tako, papir mora imati određeni sastav vlaknine prema kojemu je i klasificiran po standardima. Prema osnovnoj podjeli papiri se dijele na : pisaće, tiskovine, specijalne i ambalažne papire. Neka od osnovnih svojstva papira su: gramatura, gustoća, voluminoznost, vlažnost, stupanj kaljenja, sadržaj pepela, bjelina, apsorpcijska moć, vodootpornost, propusnost na zrak, glatkoća površine, dielektrična svojstva, mehanička svojstva i drugo.

Osnovna podjela papira je podjela na papir, karton i ljepenku, a definirana je gramaturom. Gramatura je definirana masom (koja se dobije izvagom) 1 m<sup>2</sup> papira ili kartona. U SI sustavu jedinica za gramaturu je g/m<sup>2</sup> [6].

Gramatura se najpreciznije određuje gravimetrijski (vaganjem), kao aritmetička sredina mjerenja mase na preciznoj vagi iz više uzoraka izrezanih na dimenzije 10 x 10 cm [6].

$$g = \frac{m}{A} \cdot 10000 \text{ [g/cm}^2\text{]} \quad (2-1)$$

Gdje je [6]:

m – masa papira, g

A – površina papira, cm<sup>2</sup>

g – gramatura, g/cm<sup>2</sup>

Podjela papira prema Klemmu [6]:

- Papiri (od 6 do 150 g/m<sup>2</sup>)
- Kartoni (od 250 do 500 g/m<sup>2</sup>)
- Ljepenke (od 600 do 5000 g/m<sup>2</sup>)

### 3. PROIZVODNJA PAPIRA U PODUZEĆU DS SMITH BELIŠĆE

Grad Belišće ima dugu povijest proizvodnje papira koja datira s kraja 19. stoljeća kada je bogati industrijalac S.H. Gutmann u istoimenom mjestu sagradio tada najveću europsku pilanu za prorez hrasta.

Belišće d.d. utemeljeno je 1884., a uz pilanu se potom razvila proizvodnja tanina, bačava, parketa, briketiranog ugljena, destilacije drva, a doslovno na livadi nastajao je novi grad, grad Belišće. Od 1960. godina temeljna djelatnost Belišća d.d. postaje proizvodnja poluceluloze, ambalažnog papira i ambalaže, pa je Belišće d.d. danas vodeća kompanija papirne i ambalažne industrije jugoistočne Europe. Sustavnim akvizicijama u Hrvatskoj, Sloveniji, Srbiji i Makedoniji Belišće d.d. od 1992. godine postupno prerasta u regionalnu kompaniju [1].



**Slika 3.1.** Pilana Belišće [5]

### 3.1. Povijesni razvoj tvornice papira u Belišću

Povijesni razvoj tvornice papira tekao je na sljedeći način [1]:

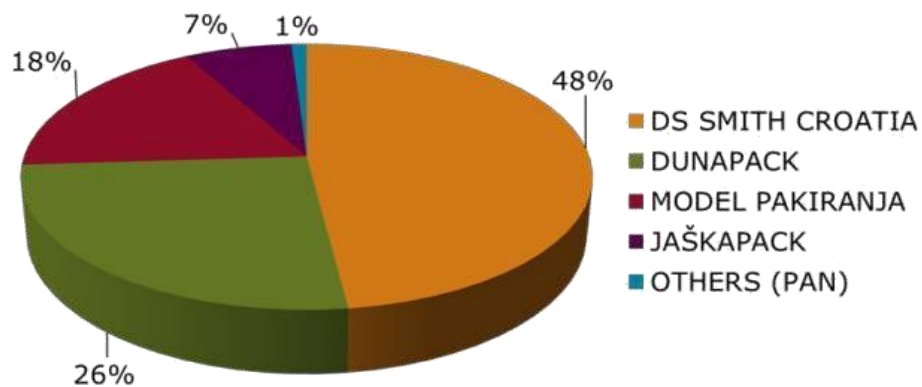
- 1884. na području Belišća izgrađena pilana
- 1960. početak proizvodnje papira i ambalaže
- 1975. početak Papir stroja 2
- 1984. početak Papir stroja 3
- 1992. privatizacija u Belišće d.d.
- 1999. rekonstrukcija i modernizacija PS 2 i 3
- 2012. Duropack GmbH postaje 100% vlasnik tvornice Belišće d.d.
- 2014. Zatvaranje PS 3
- 2015. DS Smith preuzima tvornicu papira.

Kako je prikazano u povijesnom razvoju kroz najvažnije točke, trenutni je vlasnik tvornice papira u Belišću tvrtka DS Smith.

**Tablica 3.1.** Količina prodane ambalaže od 2011. do 2015. godine

<b>Postrojenje</b>	<b>2011.</b>	<b>2012.</b>	<b>2013.</b>	<b>2014.</b>	<b>2015 .</b>
<b>Belišće</b>	43.592.253	50.094.949	53.734.094	60.531.939	61.100.000
<b>Bilokalnik</b>	32.846.277	35.980.054	37.640.403	39.547.034	45.619.000
<b>HRVATSKA - ukupno</b>	<b>76.438.530</b>	<b>86.075.003</b>	<b>91.374.497</b>	<b>100.078.973</b>	<b>106.719.000</b>
<b>Rast (u odnosu na baznu 2011)</b>		<b>13%</b>	<b>20%</b>	<b>31%</b>	<b>40%</b>

Kako je prikazano tablicom 3.1. količina prodane ambalaže u odnosu na baznu 2011. godinu rasla je za 13% u 2012. godini, 20% u 2013., 31% u 2014. te čak 40% u 2015. godini. Najveći dio prodane ambalaže dolazi upravo iz postrojenja Belišće (57% proizvedene količine iz 2015. godine proizvedeno je u postrojenju u Belišću).



**Slika 3.2.** Tržišni udio u Republici Hrvatskoj

Kako prikazuje slika 3.2. DS Smith tržišni je *lider* u proizvodnji papira u Republici Hrvatskoj s 48% udjela na tržištu, odnosno gotovo duplo više od Durapacka čiji udio iznosi 26%. Model pakiranja ima udio od 18%, Jaškapack 7% dok ostali proizvođači zajedno imaju 1% udjela.



**Slika 3.3.** Pogon tvornice DS Smith u Belišću [4]

### 3.2. Proces proizvodnje papira na papir stroju 2

Tvornica papira i celuloze u Belišću od svog osnutka u svom sastavu je imala tri papirna stroja za proizvodnju ambalažnog papira, a to su PS1, PS2 i PS3.

Papir stroj 1 (PS1) pušten je u pogon 1960. godine i time je započela proizvodnja papira. Rekonstruiran je 1965. i 1971. godine. Radna širina stroja je iznosila 3,4 m. Radna brzina stroja iznosila je maksimalnih 230 m/min, maksimalna gramatura bila je  $274 \text{ g/m}^2$ , a kapacitet proizvodnje 50 000 t/god. Bo je veliki potrošač energije i ugašen je 1995. godine [8].

Papir stroj 2 (PS2) pušten je u pogon 1975. godine. Rekonstruiran je 1999., 2007., 2008., te 2016. godine. Radna širina je 5,00 m. Radna brzina stroja je 550 m/min, a maksimalna gramatura 90-200  $\text{g/m}^2$ . Kapacitet proizvodnje je 125 000 t/god. Papir strojem 2 upravlja ABB-ov software System 800Xa i temelj je tvornice za proizvodnju papira [7,8].

PS3 (eng.PM3) u pogon je pušten 1984. godine. Rekonstrukcija je bila 1999., 2008., a nakon što Duropack preuzima Belišće, 2014. godine, gasi se PM3. Samo godinu dana nakon toga, dolazi do akvizicije od strane DS Smith-a te se 2016. ponovno pokreće PS3. Njegova radna širina je 4.40 m. Radna brzina stroja je 550 m/min, maksimalna gramatura 80-150  $\text{g/m}^2$ , a kapacitet proizvodnje 53 000 t/god [7,8].

**Tablica 3.2.** Osnovni podatci strojeva PS2 (eng.PM2) i PS3 (eng.PM3) u DS Smith-u Belišće

Papir stroj 2 – Fourdrinier/Topformer	
Gramatura:	90 – 200 $\text{g/m}^2$
Proizvodnja:	125 000 t/god
Maksimalna brzina:	550 m/min
Maksimalna veličina rezanja:	5.00 m

Papir stroj 3 – Twin wire	
Gramatura:	80 – 150 $\text{g/m}^2$
Proizvodnja:	53 000 t/god
Maksimalna brzina:	550 m/min
Maksimalna veličina rezanja:	4.40 m

### 3.2.1. Priprema mase

Sam papir je proizvod koji se dobije sljepljivanjem međusobno isprepletenih biljnih vlakana uz dodatak drugih pomoćnih sirovina i boja. Danas se vlaknasti materijal dobiva iz isključivo recikliranog papira. Sam proces proizvodnje počinje pripremom mase.

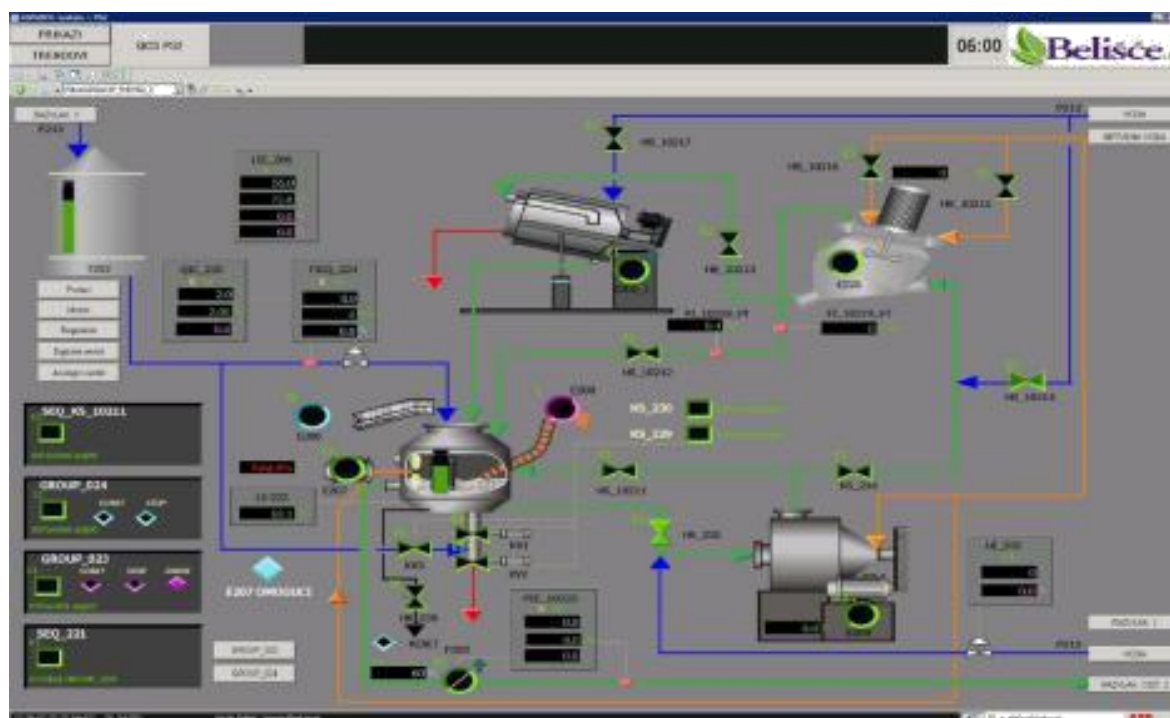
Priprema mase se može podijeliti u 3 koraka (slika 3.4).



**Slika 3.4.** Postupak pripreme mase

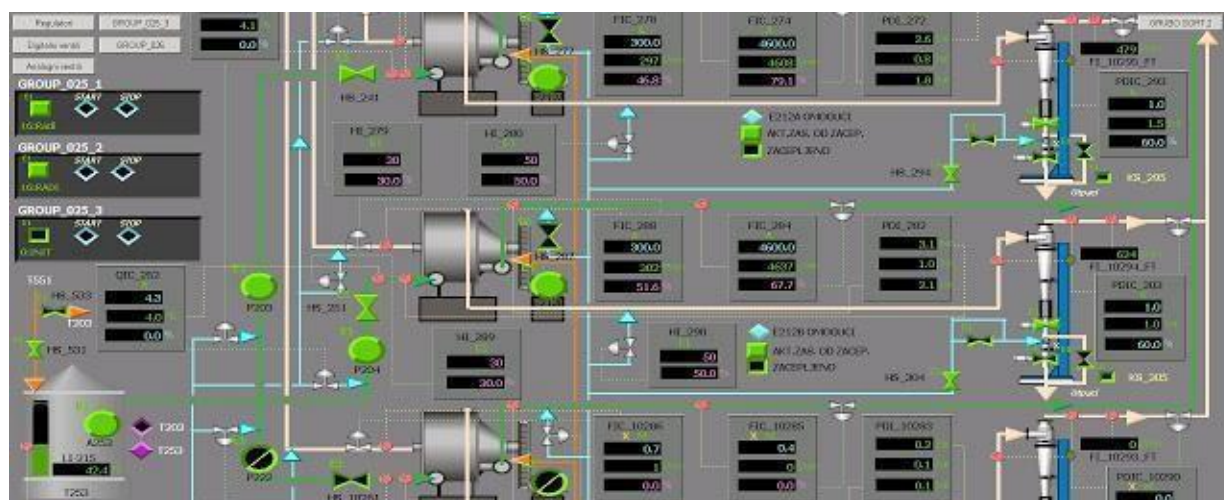
Prvi korak je razvlaknjivanje, odnosno odvajanje vlakana iz isprepletene strukture papira u pojedinačna vlakna. Razvlaknjivanje se vrši kroz tri procesa. Pogon transportne trake odvodi masu u pulper. Uz dodatak kemikalija i vode koja prolazi kroz regulacijski ventil, papir se pomoću mješalice E207 razvlaknjuje. Uz pomoć pletenice E206 te ventila na dnu pulpera KV-1 i KV-2 odvodi se otpad. Zatim se papir odvodi u kontaminkes na daljnje pročišćavanje. Nadalje, iz kontamineksa masa odlazi u bubanj. Slijedi ponovno vraćanje mase u pulper iz kojeg odlazi u tank. Kod posljednje rekonstrukcije u proces razvlaknjivanja dodan je stroj Intesa MAXX koji odvaja lake nečistoće (poput najlona i sl.) te se zahvaljujući novoj tehnologiji gubitak vlakana svodi na minimum. U toku procesa kontrolira se: pH, temperatura, koncentracija i vrijeme razvlaknjivanja [8,9].



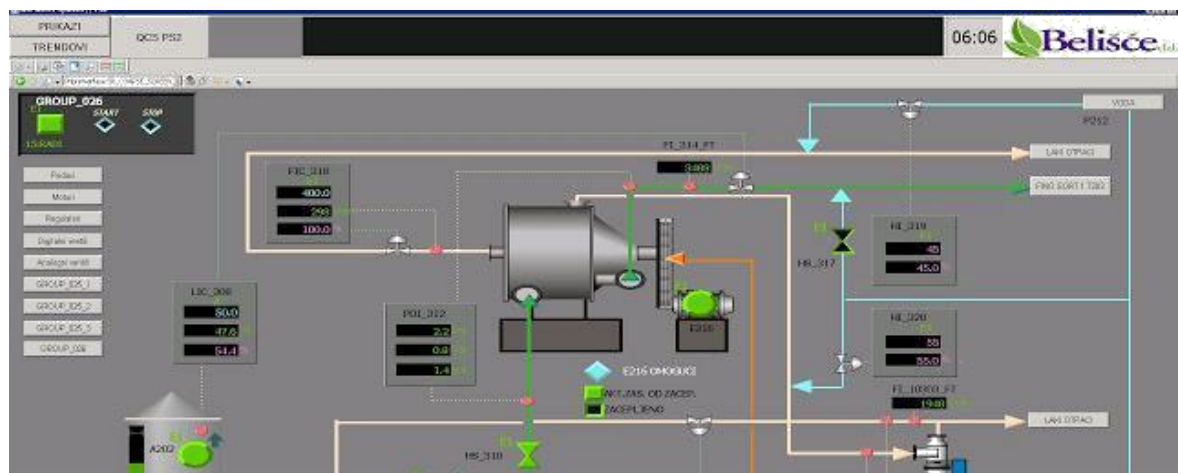


Slika 3.5. Proces razvlaknjivanja 2 (dolje lijevo – pulper, dolje desno – kontamineks, gore lijevo - tank, gore sredina – bubanj, gore desno – Intesa MAXX)

Drugi korak nakon ravlaknjivanja je grubo sortiranje. Masa se iz tanka odvodi na grubo sortiranje gdje se odvajaju krupniji komadići drveta iz mase te se masa ponovno vraća na doradu (slika 3.6., 3.7.).

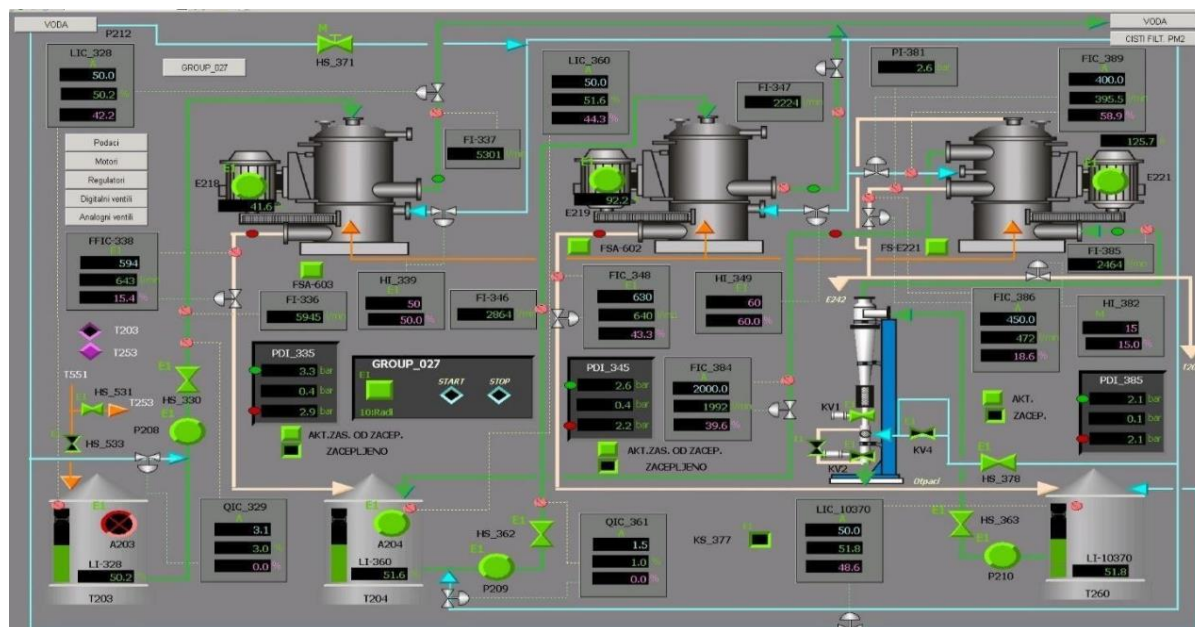


Slika 3.6. Grubo sortiranje 1



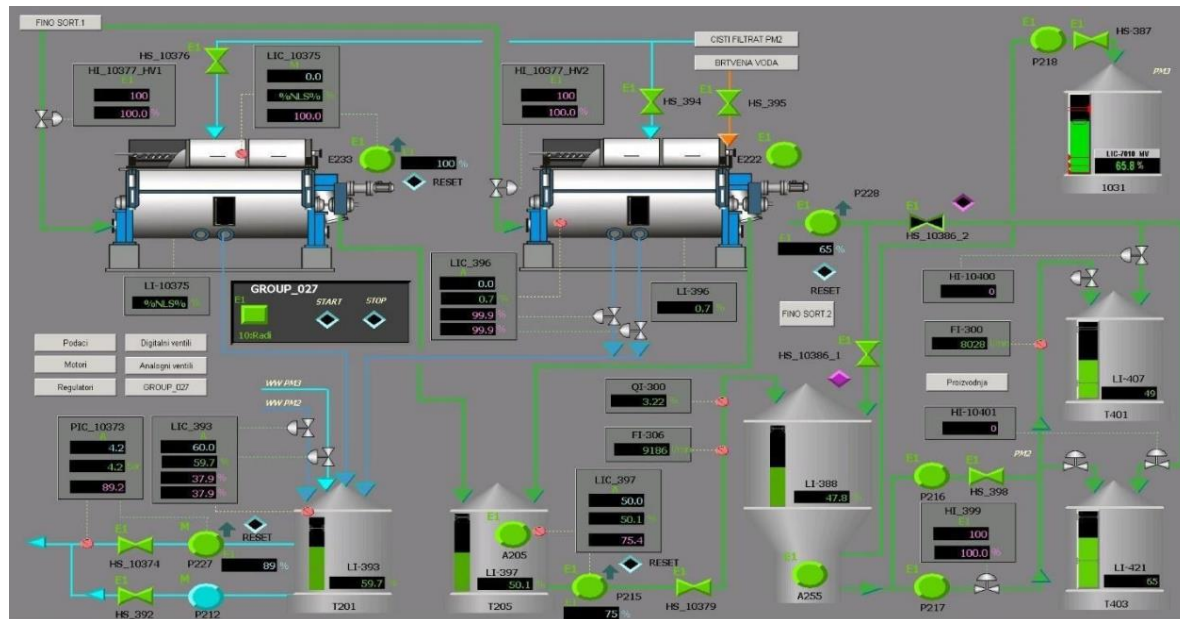
Slika 3.7. Grubo sortiranje 2

Nakon grubog sortiranja slijedi fino sortiranje gdje se uklanjaju grubi komadići mase. (slika 3.8)



Slika 3.8. Fino sortiranje

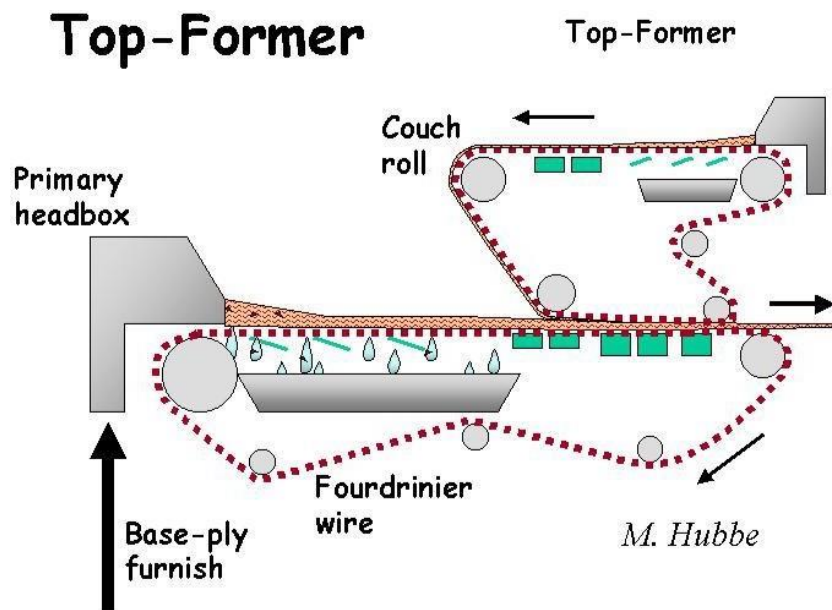
Nakon fino sortiranja slijedi ugušćavanje mase na cilindričnom valjku. Odvajanjem vode dobiva se koncentracija čiste tvari koja dalje odlazi na bijeljenje ili daljnje stiskanje u prešama. (slika 3.9.)



Slika 3.9. Fino sortiranje i ugušćavanje

### 3.2.2. Papir stroj 2

Nakon pripreme, masa se dovodi na PS2. Kao i mnogi moderni strojevi za proizvodnju papira, tako se i PS2 temelji na načelima Fourdrinier stroja, koji koristi posebno tkani kontinuirani remen od mrežastog materijala (poznat kao žica kao što je nekad bila tkana od bronce) u odjeljku za oblikovanje, gdje se gusta vlakna dreniraju kako bi se stvorio neprekinuti papirna mreža. Nakon odjeljka za oblikovanje vlažna mreža prolazi kroz presjek za istiskivanje viška vode, a prešana mreža prolazi kroz zagrijani dio sušenja. Proces je složen, a primjer takvog stroja prikazan je na slici 3.10. [10].

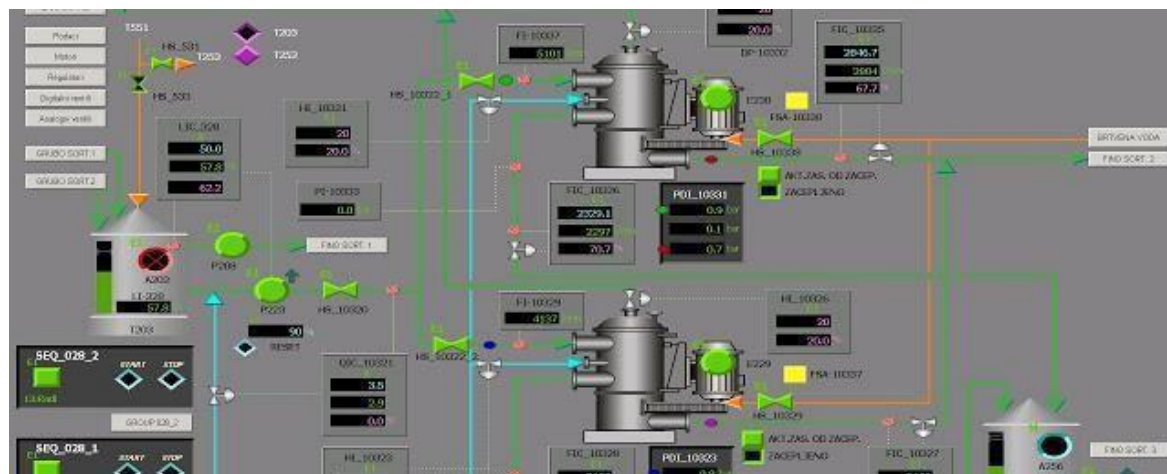


Slika 3.10. Fourdrinier/top former papir stroj [10]

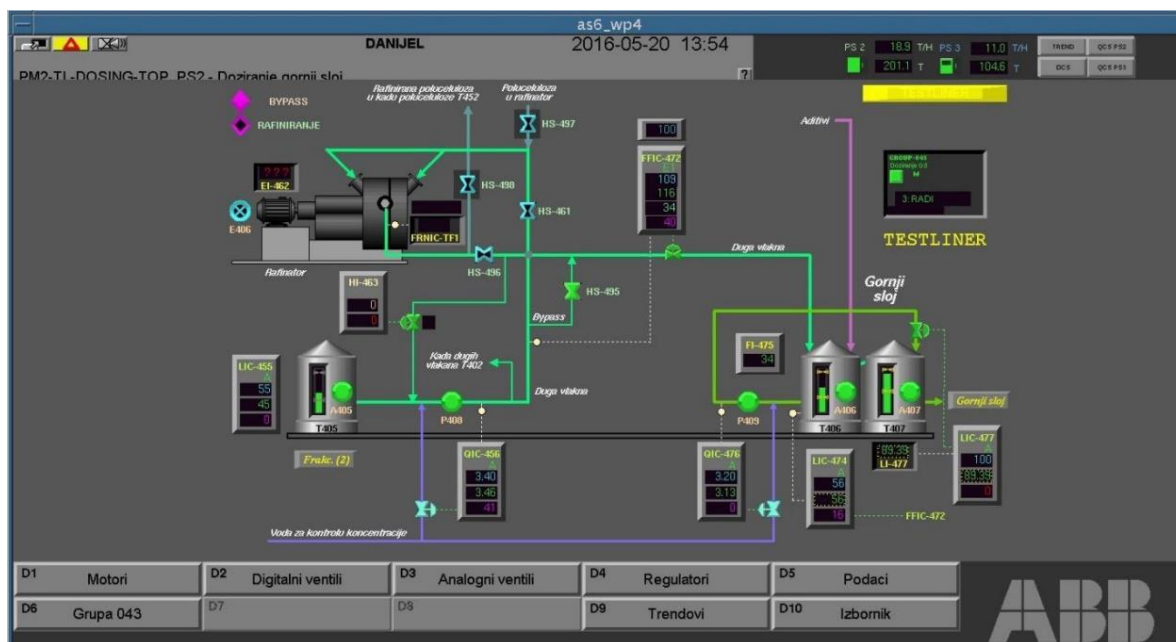
Papir stroj se sastoji od više velikih cjelina, a prvu cjelinu čini grupa sita koja se često naziva i natok.

Natok čini grupa sita kod koje se pulpa procesira i formira u mokru traku papira. U ovom procesu važna je gustoća papirne suspenzije koja se najčešće izražava u postotku suhe tvari koja je dispergirana u vodi. Suha tvar se sastoji od vlakanca i dodataka koji su dodani suspenziji radi postizanja određenih svojstava gotovog papira [6].

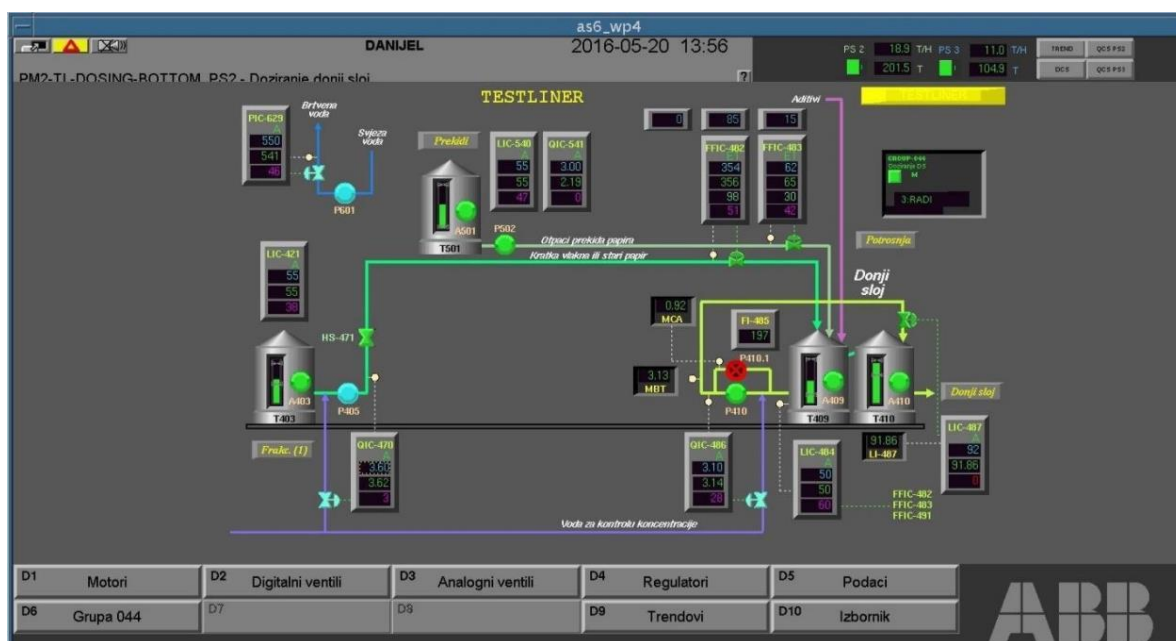
Jedan od procesa je i frakcioniranje, kod kojeg se određenim postupkom izdvaja jedan dio dok se ne dobiju željene karakteristike Postupak se po potrebi može ponavljati. Frakcioniranje čvrstih tvari vrši se postupkom doziranja [8].



Slika 3.11. Frakcioniranje



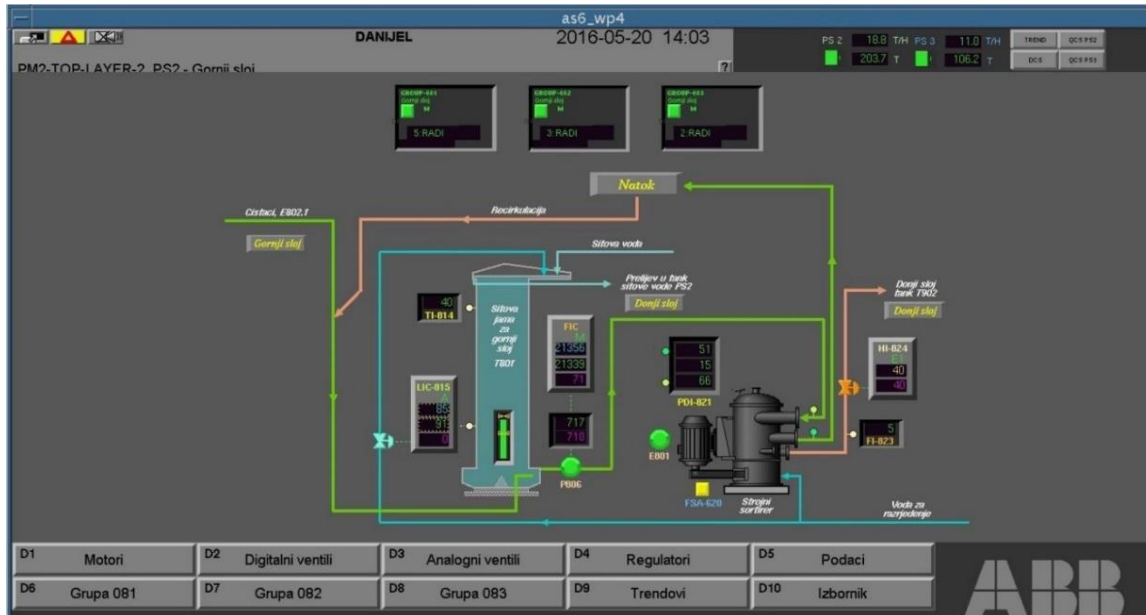
Slika 3.12. Doziranje – gornji sloj



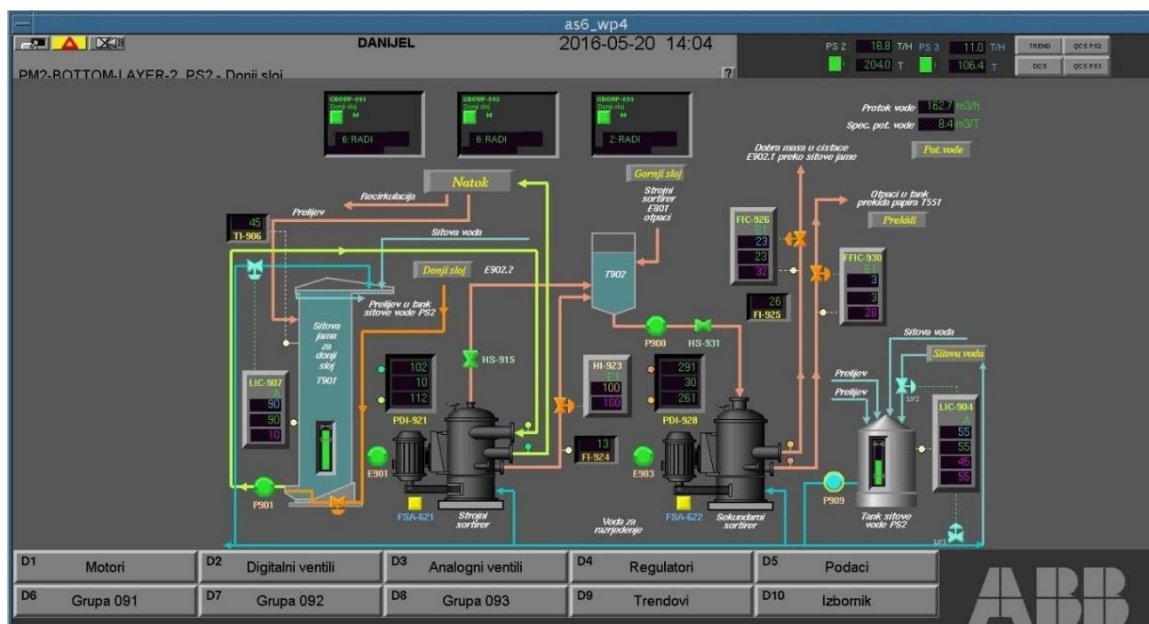
Slika 3.13. Doziranje – donji sloj

Prije svega, masa se nalazi u spremnicima. To su zapravo uspravni bazeni odgovarajuće zapremnine, opremljene propelerima za kontinuirano miješanje tekuće mase. Kako bi se osigurao kontinuirani rad stroja, mora biti zapremljena određena količina mase. Osim odgovarajućih vlakana u spremnik se doziraju i drugi dodaci potrebni za proizvodnju papira.

Masa koja se nalazi u spremniku je relativno velike gustoće i sadrži u prosjeku 4 do 5 % suhe tvari. Za nalijevanje na papir stroj potrebno je masu dodatno razrijediti na 0,1 do 1,3% suhe tvari [8].



Slika 3.14. Gornji sloj



Slika 3.15. Donji sloj

Na situ papir stroja dolazi do prve odvodnje iz suspenzije, te se do završetka sitovog dijela papir stroja očekuje gubitak do 20% vode. Ponekad se postupak odvodnje pospješuje ugradnjom vakuum pumpi ispod sita. Istovremeno s odvodnjom započinje proces isprepletanja vlaknaca i tvorba papirne trake.

Sustav sušnog dijela papir-stroja sastoji se od grupa parova cilindara, a svaka grupa čini jednu tehnološko-termičku cjelinu s po 4, 6 i više valjaka.



**Slika 3.16.** Sušenje [9]



Nakon sušenja i dodatnih procesa, dobiva se papirna traka koja se vodi na namatač. gdje se dobiva papirna rola teška nekoliko tona.



**Slika 3.17.** Namatač papirne role [8]

Slijedeće slike prikazuju proizvode DS Smith-a Belišće.

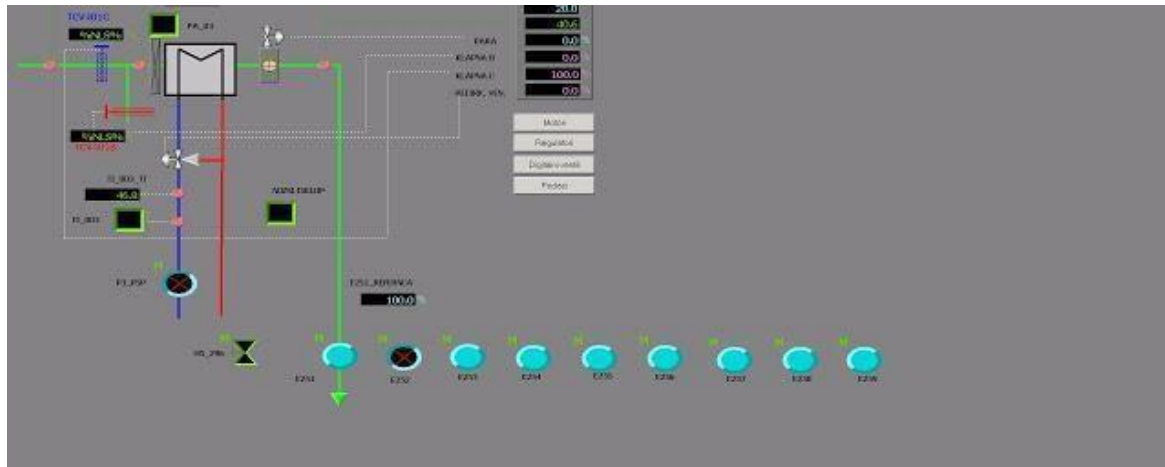


**Slika 3.18.** Proizvodi [7]

### 3.2.3. Dodatni sustavi PS2

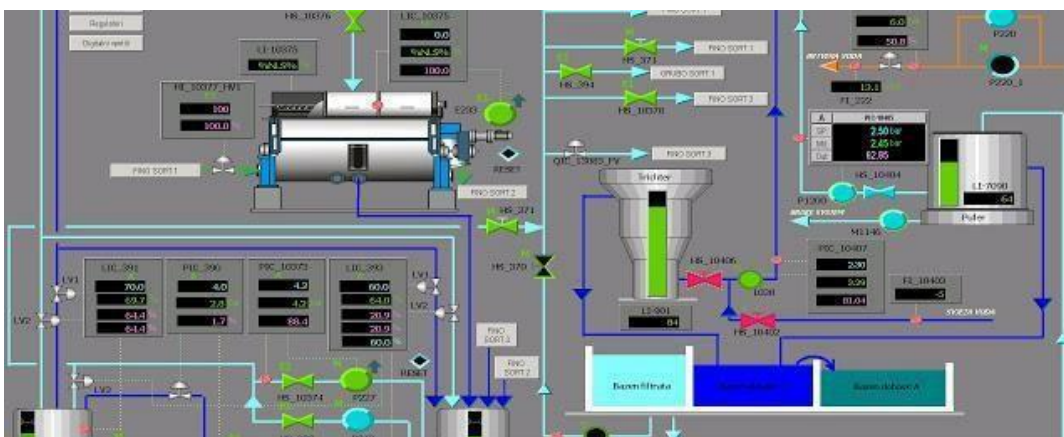
Kako bi se osigurala kontinuirana proizvodnja, instalirani su i neki pomoćni sustavi u DS Smithu.

Jedan od njih je i ventilacijski sustav za prozračivanje hale. Prozračivanje obavljaju sušne nape čija je uloga da maksimalno iskoriste dovedenu toplinsku energiju, spriječe kondenzaciju u ventilacijskom sustavu i u proizvodnom pogonu.



Slika 3.19. Ventilacijski sustav

Kroz procese na PS2 raznim postupcima se odvodi oko 98% vode iz papirne mase. Da bi se postigla maksimalna iskoristivost, dio te vode se kružnim tokom ponovno koristi za razrjeđivanje mase. Dio vode se spaja s vodom drugih karakteristika te se pomoću pumpe vode na filtraciju. Takva voda se koristi za čišćenje sita, dok ostali dio vode prolazi kroz kemijsko-mehaničko i biološko čišćenje i vraća u proizvodnju ili rijeke.



Slika 3.20. Dio procesa otpadnih voda na PS2

## **4. NAČIN UPRAVLJANJA PROCESOM PRIZVODNJE NA PAPIR STROJU 2**

Kao što je rečeno, sam sustav proizvodnje papira je složen proces kod kojeg se neprestano kontroliraju procesi kao i mnoge fizikalne veličine (tlak, gramatura, temperatura, pH vrijednost, boja i dr).

Automatizacija sustava sastoji se od tri glavna razine [8]:

- razina 1 – razina uređaja sa pripadnim ulazno – izlaznim modulima
- razina 2 – razina nadzora
- razina 3 – razina upravljanja podacima

Razina uređaja se temelji na upravljačkom hardveru. Upravljački hardver (AC450) se sastoji od: modula s procesorima i memorijom, komunikacijskih modula, modula za napajanje te različitih I/O modula. Komunikacijski moduli mogu biti: RS232 ulazi, DP-V1 sučelja za povezivanje, Fieldbus interface, MasterBus 300 interface. Moduli za napajanje razlikuju se po vrsti (analogni, digitalni, impulsni) te razini naponskog signala (npr. 24 VDC) i memorijom, komunikacijskih modula, modula za napajanje te različitih I/O modula [8].

Razina upravljanja podacima uvodi informacijsku tehnologiju u industrijsku automatizaciju. Bazirana je na Microsoft platformi u kombinaciji sa poslovnim informacijskim sustavima [8].

### **4.1. Sistem 800xA**

Razina nadzora na PS2 se temelji na upravljačkom programu System 800xA tvrtke ABB. To je dio sustava PMC800 koji je konstruiran za pogon proizvodnje papira. Sustav PMC800 sjedinjuje softverski i hardverski dio pogona. Što znači da sustav upravlja i s većinom istosmjernih i izmjeničnih asinkronih motora te tako omogućava integriranje elektromotornih pogona u proces proizvodnje [9].

ABB, prepoznat kao vodeći na tržištu u frekvencijskim pretvaračima, pomaže tvrtkama za papir i celulozu da postignu visoku učinkovitost i produktivnost. Preciznom kontrolom procesa s

pretvaračima frekvencija korisnici optimiziraju proizvodnju, smanjuju potrošnju, poboljšavaju pouzdanost i osiguravaju kvalitetu proizvoda [17].

Sustav 800xA je sustav za nadzor i kontrolu procesa. Sustav 800xA sadrži funkcionalnost potrebnu za učinkovitu kontrolu i nadzor procesa.

Ključna funkcionalna područja unutar sustava 800xA su [11]:

- Operacije
- Upravljanje proizvodnjom
- Upravljanje informacijama
- Kontrola i I / O
- Inženjering

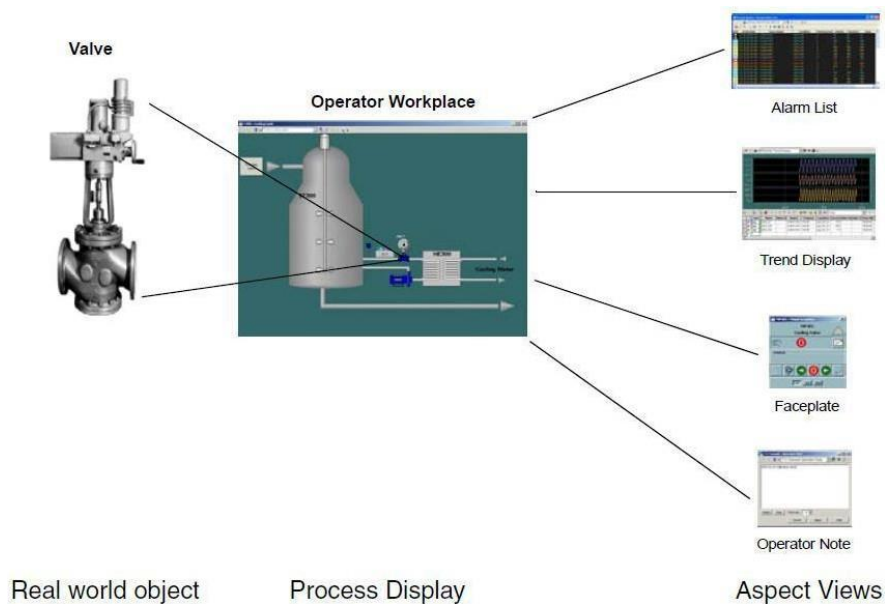


**Slika 4.1.** System 800xA

Operater ima pristup informacijama iz svih tih područja putem operatora radnog mjesta koje je sučelje operatora za sve funkcije sustava 800xA.

ABB je dizajnirao PMC800 softverske aplikacije koje su precizno prilagođene za različite tipove strojeva koji rade u današnje celuloze i papira. PMC800 podržava i integrirane i samostalne sustave i koristi AC800M kontroler, I / O, komunikacijske opcije i sabirnice. AC800M software pokriva sve blokade, kontrolu, dijagnostiku, povijest, događaja i alarma [18, 19].

Tehnika osposobljavanja za gore navedeno je tehnologija Aspect Object. Postoji niz različitih vrsta informacija povezanih sa svakim objektom. Ove se informacije nazivaju Aspekti u rješenju Aspect Object. Na primjer, ventil može imati mehanički crtež, prednju ploču (za kontrolu), grafički prikaz na grafičkom zaslonu i tako dalje. Aspect Objects imaju nekoliko zadanih aspekata, primjerice njegovo ime [11].



**Slika 4.2.** Aspect object [11]

Slika 4.2. pokazuje kako se pojmovi uklapaju. Fizički ventil je modeliran i prikazan na grafičkom zaslonu. Taj ventil koji je sada Aspect Object, ima nekoliko aspekata, od kojih su ovdje predstavljena četiri. Svaki aspekt ima barem jedan pogled.

S bez dodirnom kontrolom pogona smanjuje se potreba za održavanjem, štedi se vrijeme i novac. Rad bez direktnog dodira, bitan dio ABB-ovog DTC-a, smanjuje složenost. Uz PMC800, pogoni mogu pogoniti svoje papirne strojeve bez potrebe za povratnom informacijom o brzini. S manje komponenti u pogonskim sustavima, pouzdanost rada je veća; postoji manja potreba za održavanjem, što povećava dostupnost procesa [19].

Alat za podršku PMC800 pruža osoblju za održavanje [19] :

- pristup svim potrebnim podacima i informacijama kao što su crteži,
- priručnici i uzroci kvarova
- alat koji pomaže smanjiti proizvodnju i proizvodnju zastoja i poboljšava kvalitetu proizvodnje
- prati rad servisa s greškom / održavanjem
- mogućnost jednostavnog održavanja dokumentacije vezane uz projekt.

Intuitivno i jednostavno korištenje sučelja sustava daje osoblju pogona izravan pristup relevantnim informacijama, olakšava pravodobno i precizno donošenje odluka. PMC800 pomaže operaterima i inženjerima pružiti najviše informacija i brze odluke o kontroli. Ova funkcionalnost uključuje osnovne podatke o motorima i pogonima, uključujući opterećenje, crtanje, rad, status, način upravljanja i alarme. Glavni prikaz pogonske točke daje informacije o povezivanju, postavljanju točaka i stvaranju vrijednosti. Prikaz napetosti pokazuje vrijednosti napetosti, razlike, ograničenja i statusa. Bez obzira koji sustav kontrole se koristi, operator uvijek ima dosljedan i realan prikaz objekta i zna točno kako postupiti u svim situacijama [18, 19].



**Slika 4.3.** PMC800 sustav u pogonu [19]

## 4.2. Motori u pogonu za proizvodnju papir stroja 2

Kako bi se uspostavilo i održalo gibanje radnih mehanizama postrojenjem za proizvodnju papira upravljaju razni elektromotorni pogoni. Nazivna snaga motora na PS2 kreće se od 7,5 kW do 438 kW. Pomoću sustava PMC800 moguće je podešavati funkcije motora kao što su brzina vrtnje motora, rampa zaleta, alarm prilikom pokretanja, moment tereta itd.

PODACI MOTORA											PODACI ISPRAVLJACKOG MOSTA							
TIP		Nazivna snaga	Broj okretaja		Hiđenje	Uzbuda	Nazivna struja	Struja pri NRL	Napon	Ispravljački most	Broj mostova	Tip mosta (tristori)	Nazivna struja mosta	Max.struja mosta	Broj ormara u grupi	Kežerova struje (Inaz-100/1ar)	Snaga mosta	
		[kW]	1/min	1/min	1/min	m3/sec	[kW]	[A]	[A]	[V]			[A]	[A]		%	[kW]	
=1B.	1GH2 256-1BK	198	1760	2250	1880	0,77	1,9	485	357	440	DB	1	N	425	530	1	19	187
=1A.	1GH2 276-1BL	305	1640	2100	1760	1	2,3	730	536	440	DB	2	N	850	1060	3	52	374
=3.	1GH2 224-1BJ	90	1640	2550	1750	0,42	1,3	220	162	440		1			250	1		105
=20.	1GH6 228-ONG40	282	1750	2160	1870	0,5	3,2	640		440		2			630	3		225
=21.	1GH2 244-1BK	140	1500	2300	1600	0,62	1,6	340	296	440		1			530	2		187
=22.	1GH6 228-ONG40	282	1750	2160	1870	0,5	3,2	640		440		1			850	1		412
=23.	1GH6 228-ONG40	282	1750	2160	1870	0,5	3,2	640		440		1			850	1		412
=4.	1GH2 224-1BJ	90	1640	2550	1750	0,42	1,3	220	162	440	DB	1	L	256	315	2	50	113
=5.1	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1						
=5.2	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1						
=5.3	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1						
=5.4	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1						
=6.	1GH5 204-ONF10	98	1690	1940		0,42	1,6	230		440	DB	1	L	256	315	2	50	113
=24.	1LA7 163-6AA60	7,5		960		0		17		440		1			17	1		
=25.	1LA7 163-6AA60	7,5		960		0		17		440		1			17	1		
=26.	1GH6 166-OJH40	98,5	1990	2250	2120	0,2	2,3	256		420		1			250	1		105
=27.	1GH6 166-OJH40	98,5	1990	2250	2120	0,2	2,3	256		420		1			250	1		105
=28.	1LA7 163-6AA60	7,5		960		0		17		440		1			17	1		
=29.	1LA7 163-6AA60	7,5		960		0		17		440		1			17	1		
=30.	1GH5 132-OGF40	14,8	1720	2000	1830	0,09	0,5	41,8		420		1			140	1		59
=31.	1GH5 132-OGF40	14,8	1720	2000	1830	0,09	0,5	41,8		420		1			140	1		59
=7.	1GH2 224-1BJ	90	1640	2550	1750	0,42	1,3	220	162	440	DB	1	L	256	315	2	78	113
=32.	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1			140	1		59
=33.	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1			140	1		59
=34.	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1			140	1		59
=35.	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1			140	1		59
=36.	1GH2 224-1BJ	90	1640	2550	1750	0,42	1,3	220	162	440		1			250	1		121
=37.	1GH5 164-OGG40	37,7	1780	2050	1900	0,2	0,7	102		420		1			125	1		61
=8.	1GH2 224-1BJ	90	1640	2550	1750	0,42	1,3	220	162	440	DB	1	L	256	315	2	78	113
=41.	1GG6 286-ONG40	438	1484			0,75	4,5	990		440		1			1200	1		582
=42.	1GG6 226-ONG40	148	1070			0,5	2,7	348		440		1			400	1		194
=1.B1.	1GH2 234-1BK10	115	1560	2450		0,6	1,6	305	290	400	GDB	2	N	428	535			165
=2.B1.	1GH2 234-1BK10	115	1560	2450		0,6	1,6	305	290	400	GDB	2	N	428	535			165
=3.B1.	1GH1 450	134	1950	2100		1,4	3,2	340	330	315	GDB	2	N	428	650			190

Slika 4.4. Podaci motora i podaci ispravljačkog mosta [8]



**Slika 4.5.** Emp parnog sustava PS2 [8]

## **5. NOVE TEHNOLOGIJE ZA PROIZVODNJU PAPIRA**

U ovom poglavlju prikazano je kako se novijim tehnologijama mogu postići drastično veća ušteda energije te poboljšati kvaliteta papira. Kao lider u industriji ambalaže, DS Smith stalno pregledava i optimizira proizvodnu mrežu papira analizom tržišta i budućim tržišnim trendovima. U procesu proizvodnje papira jedna od bitnijih cjelina je natok. U daljnjem tekstu možemo vidjeti dva vodeća proizvođača natoka, Voith i Valmet, te kako njihovi natoci utječu na poboljšanje proizvodnje. Osim poboljšanja kvalitete i uštede energije, veliku važnost kod svih pogona ima i utjecaj na okoliš. U poglavlju 5.3. dan je primjer kako je ekološka osviještenost ljudi potaknula neke proizvođače da koriste energiju biomase, a farmski otpad i neobrasle vrste biljaka kao primarnu sirovinu.



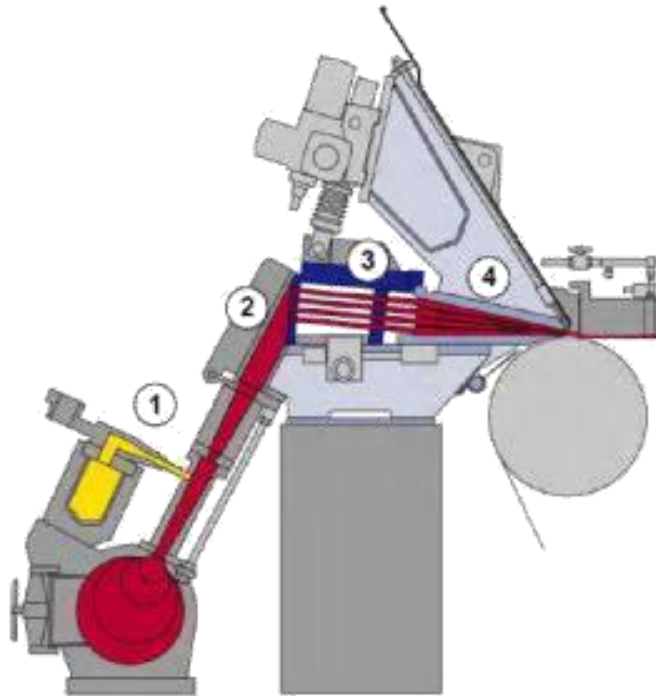
## 5.1. Voith MasterJet Pro natok

DS Smith tvornica papira Lucca, smještena je u Toskani i talijanski je tržišni lider u proizvodnji kartona. Nova investicija u Lucci je Voith-ov natok Master Jet Pro.



Slika 5.1. Voith MasterJet Pro natok [15]

MasterJet Pro poboljšava kvalitetu papira i istovremeno omogućuje znatne uštede u troškovima energije. Glavne inovacije su njegova potpuno obnovljena tehnologija razrjeđivanja ModuleJet, kao i integrirana i savršeno koordinirana kontrola profila OnQ Profilmatic. Osim toga, jedinstvena kvaliteta mlaza osigurava najvišu kvalitetu papira. Zahvaljujući turbulencijskom generatoru koji je prilagođen na određeni stupanj, MasterJet Pro može se koristiti za sve vrste papira i kartona [15].



**Slika 5.2.** presjek MasterJet Pro natoka [15]

Na slici 5.2. prikazan je presjek MasterJet Pro natoka gdje je [15]:

1. Optimizirani sustav za razrjeđivanje za dobivanje najboljih profila,
2. Načelo "dvocijevnih snopova" sa stacionarnom komorom za stabilnu formaciju papira i opsežan operacijski prozor
3. Turbulencijski generator s vrlo glatkim protokom u mlaznicu
4. Lamele za optimalnu kvalitetu mlaza.

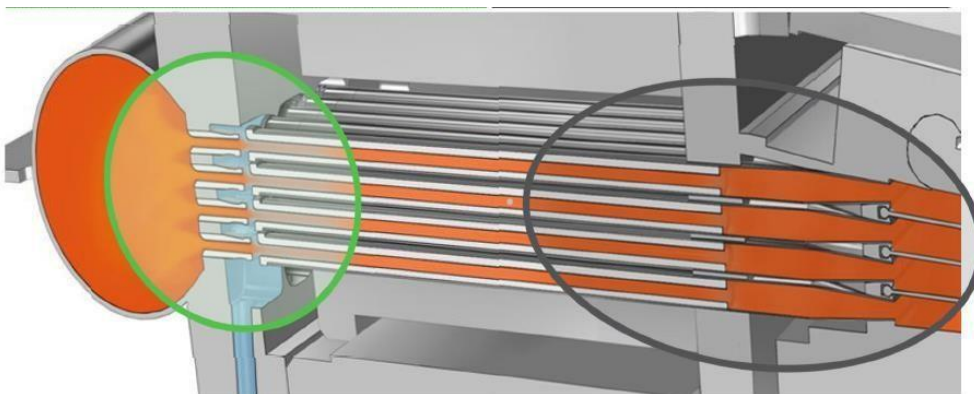
## 5.2. Valmet OptiFlo Fourdrinier natok

Valmet opskrbljiva Cheng Loong Binh Duong pogon za proizvodnju papira tvrtke s ključnom procesnom tehnologijom za svoj novi BM 1 kartonski stroj u Vijetnamu.



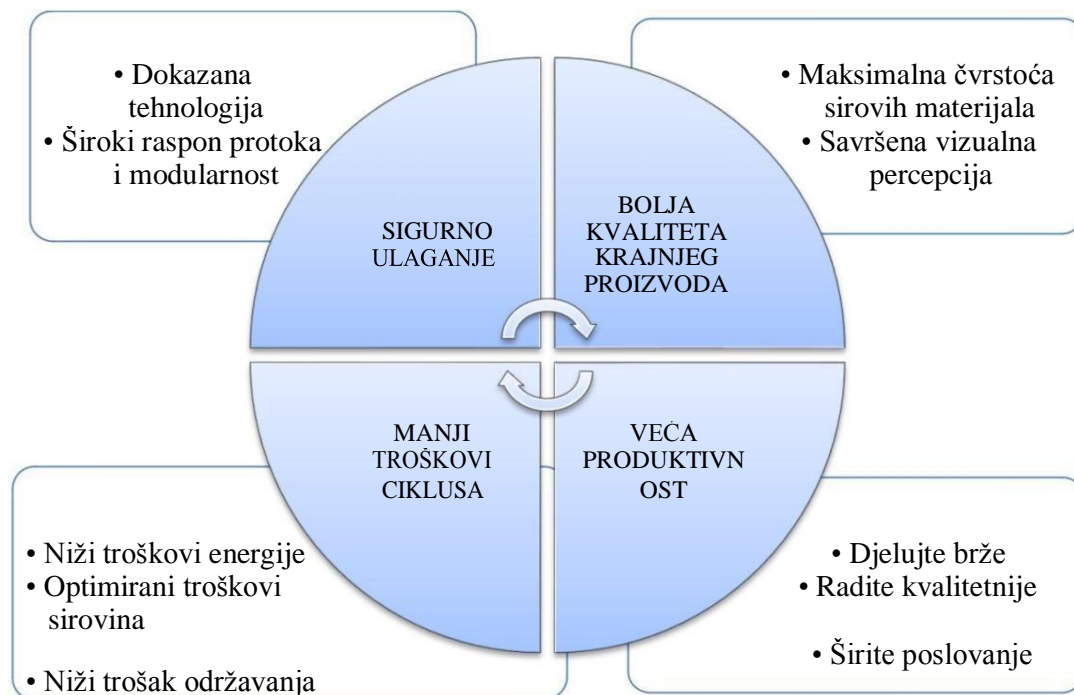
**Slika 5.3.** Valmet OptiFlo Fourdrinier natok [16]

Prednosti Valmet OptiFlo-a su moderna tehnologija profiliranja hidraulike i razrjeđivanja, uzima najbolje od potencijala pojedinih pulpi; ostvaruje maksimalnu snagu i omogućuje visoku kvalitetu čak i sa jeftinijim sirovinama.



**Slika 5.4.** Inovacije kod Valmet OptiFlo Fourdrinier-a [16]

Slika 5.4. prikazuje inovaciju kod Valmet OptiFlo natoka, gdje je lijevo prikazana nova vrsta ejektora razrjeđivanja, gdje se profiliranje vode miješa s ejektorom sustava na svaku primarnu cijev, te desno poboljšana hidraulika s akceleracijskom sekundarnom cijevi [16].



**Slika 5.5.** Valmet OptiFlo prednosti

Pogon za proizvodnju papira u Belišću, strateško je mjesto u proizvodnoj mreži papira, a kako bi se dalje razvijao, inženjerska studija istražuje najbolje rješenje za daljnje širenje kapaciteta. Tako je u skoroj budućnosti plan da DS Smith Belišće u svoj pogon na papir stroju 2 postavi novi natok pa se tako razmatraju navedeni Voith MasterJet Pro Headbox te Valmet OptiFlo Fourdrinier Headbox. Investicija se planira provesti u 2018.-oj godini.

### 5.3. Ekološki osviještene tehnologije

Iz dana u dan, sve je veća ekološka osviještenost ljudi. Kako kod ostalih pogona, tako i kod pogona za proizvodnju papira, proizvođači nastoje biti u toku s novim tehnologijama koji imaju smanjeni utjecaj na okoliš.

Tako, na primjer, poduzeće Glatfelter sa sjedištem u Yorku, Pennsylvania, SAD, koristi vrlo različite proizvodne procese za proizvodnju svojih jedinstvenih tipova projektiranih proizvoda. Ponovno korištenje materijala, provedba čišćih proizvodnih procesa kao što je energija biomase i razvoj recikliranih vlakana i proizvoda, sve su prednosti sjevernoameričkih objekata sa u potpunosti integriranim mlinovima koji koristi i pulpu i papirne biljke na jednom mjestu.

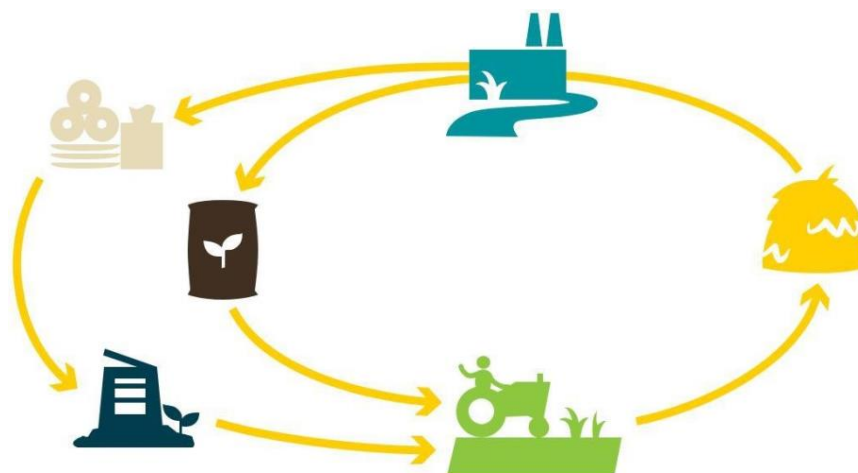
Poslovna jedinica Glatfelter's Composite Fibers (CFBU) koristi jedinstvenu tehnologiju proizvodnje papira za proizvodnju specijalnih dugovlaknih razreda. Pleteni strojevi za žičane papire, relativno rijetki u svjetskoj industriji papira, omogućuju CFBU da izrađuje tanke, jake papire za vrećice čaja, kompozitne laminatne podove, te slične zahtjevne industrijske i potrošačke potrebe. Omjeri vlakana i vode su znatno niži od tradicionalnih Fourdrinier strojeva s ravnim žicama. Neobrasle vrste biljaka kao što su trave, abaca i drugi izvori od obnovljivih vlakana koji se ne mogu lako koristiti na konvencionalnim papirnim strojevima su njihova primarna sirovina, kao i sintetička i biorazgrađiva vlakna. Osim toga, CFBU posluje zasebnim metalizacijskim postupkom koji ne čini osnovni papir, već primjenjuje tanku aluminijsku prevlaku na papirnatu podlogu za uporabu u naljepnicama i unutrašnjim linijama za cigarete.

CFBU održava tvornicu za proizvodnju pulpe na Filipinima za proizvodnju abaca celuloze. Njihovi objekti u Sjevernoj Americi u potpunosti su integrirani i imaju mlinove celuloze na licu mjesta koji počinju s drvetom ili drvnim čipovima i drugim drvnim nusproduktima te pretvaraju ove izvore vlakana u pulpu za daljnju obradu u područjima proizvodnje papira. Ova razlika omogućuje integriranim objektima da proizvode vlastitu energiju pomoću nusproizvoda za proizvodnju pulpe za gorivo na kotlovima za generiranje pare i električne energije [12].



**Slika 5.6.** Glatfelter rasprostranjenost [12]

Tvrtnka Tranlin Inc. planira od 2018. godine u svom 2 milijarde dolara vrijednom pogonu obrađivati farmski otpad kao ostatak pšenice i kukuruzne stabljike u celulozu. Postupak se smatra ekološki prihvatljivijim od uobičajene metode, pri čemu su se vlakna dobivena od drveća koristila za proizvodnju papira. Tvrtnka planira otkupljivati poljoprivredne nusproizvode od poljoprivrednika nakon žetve. Lokalno proizvedeni papir će se zatim obrađivati u postrojenju za pretvorbu. Tvornica će također proizvesti organsko gnojivo koje se može vratiti u poljoprivredna polja. Tranlin planira uspostaviti demonstracijsko gospodarstvo u mjestu Chesterfield, SAD, već iduće godine [13].



**Slika 5.7.** Tranlin Inc [13]

## 6. ZAKLJUČAK

Komercijalna proizvodnja papira snažno se razvila pod utjecajem izuma tiskarskog stroja koji je povećao potrebu za proizvodnjom papira. Razvitkom industrije papir se počeo lijepiti pa se stvarala i čvršća ambalaža poput kartona. Danas se u svijetu proizvede oko 400 milijuna tona papira što jasno implicira na važnost ove grane industrije u globalnoj ekonomiji. Osnovni sirovi materijali i načini obrade papira su: Drvenjača (mechanical pulp), Kemijska celuloza (chemical pulp), Reciklirana vlakna (recycled pulp) te Poluceluloza i polutvorevina. Pomoćni materijali u tom procesu su Mineralna punila, Veziva (keljiva) te Bojila i optička bjelila.

DS Smith, vlasnik proizvodnih pogona za proizvodnju papira u Belišću tržišni je *lider* u proizvodnji papira u Republici Hrvatskoj s 48% udjela na tržištu. Količina prodane ambalaže od 2011. do 2015. godine iznosi u prosjeku preko 50.000.000 godišnje. Tvrtka u poslovanju radne procese prati Industrial 800xA Systems koji joj omogućava praćenje i kontrolu nad operacijama kao što su čišćenje, sortiranje, fracioniranje itd. Sustav PMC800 nadzire i elektromotorne pogone koji omogućuju da proces kontinuirano radi.

Sve više poduzeća bazira se na eko-obnovljivim sirovinama, proizvode vlastitu energiju pomoću nusproizvoda za proizvodnju pulpe za gorivo na kotlovima za generiranje pare i električne energije i slično kako bi bili ekološki osviješteni te osigurali bolju budućnost kako za nas tako i za buduće naraštaje.

## 7. LITERATURA

- [1] Aurea Grupa, [http://www.aurea-grupa.hr/primjeri/belisce/1/o\\_nama.htm](http://www.aurea-grupa.hr/primjeri/belisce/1/o_nama.htm) (27. lipnja 2017.)
- [2] D. Vusić, D. Petrić, R. Geček, Kartoni: od proizvodnje do konačne primjene, Tehnički glasnik br. 6, Vol.2, pp. 219-227, Prosinac 2012.
- [3] M, Kiwan, Paper and Paperboard Packaging Technology, Blackwell, London, 2005.
- [4] M, Renner, Paper Production Levels Off, Vital Signs, Worldwatch Institute, Washington, 2015. [http://vitalsigns.worldwatch.org/sites/default/files/vital\\_signs\\_trend\\_paper\\_full\\_pdf.pdf](http://vitalsigns.worldwatch.org/sites/default/files/vital_signs_trend_paper_full_pdf.pdf) (25. lipnja 2017.)
- [5] S, Horvatić, Grafika – Papiri i Kartoni, Grafička škola u Zagrebu, Zagreb, 2009.
- [6] Vježbe iz kolegija papir, <http://materijali.grf.unizg.hr/media/vjezba%20br%202.pdf> (28.06.2017.)
- [7] DS Smith, <http://www.dssmith.com/paper/about/paper-mills/belie-hr> (28.06.2017.)
- [8] K. Miklošević, dipl.ing., seminarski rad, Sustav automatizacije pogona papirnog stroja 2 u tvornici poluceluloze i papira firme Belišće d.d., Osijek, 2011.
- [9] Dr.sc. Željko Špoljarić, dipl.ing., FERIT Osijek, seminarski rad, Sustav automatizacije pogona papirnog stroja 3 u tvornici poluceluloze i papira firme Belišće d.d., 2009.
- [10] Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Paper\\_machine](https://en.wikipedia.org/wiki/Paper_machine) (28.06.2017)
- [11] ABB Industrial IT System 800Xa, System version 04.01.2005
- [12] Glatfelter, <http://glatfelter.com/default.aspx> (28.06.2017.)
- [13] Tranlin, <http://www.vastly.com/> (29.06.2017.)
- [14] Filip Čorlukić, Tehnologija papira, I. izdanje, Školska knjiga, Zagreb 1987
- [15] Voith MasterJet Pro natok, [https://voith.com/corp-en/papermaking\\_masterjet-pro.html](https://voith.com/corp-en/papermaking_masterjet-pro.html) (25.10.2015.)
- [16] Valmet OptiFlo headbox, <http://www.valmet.com/board-and-paper/board-and-paper-machines/headbox/> (25.10.2015.)



[17] Instruments -inovacija, razvoj, kvalitet,

[http://www.instruments.ba/index.php?option=com\\_content&task=view&id=108&Itemid=145](http://www.instruments.ba/index.php?option=com_content&task=view&id=108&Itemid=145)

(28.04.2018)

[18] Sectional paper drive system, [http://imgghost1.indiamart.com/data2/IR/JM/MY-](http://imgghost1.indiamart.com/data2/IR/JM/MY-736187/sectional-paper-drive-system.pdf)

[736187/sectional-paper-drive-system.pdf](http://imgghost1.indiamart.com/data2/IR/JM/MY-736187/sectional-paper-drive-system.pdf) (28.04.2018.)

[19] PMC800 ABB's control solution for paper machine drives,

[https://library.e.abb.com/public/8bdb5394c88ec3e4c12577d6003dabaa/Brochure\\_PMC800\\_A](https://library.e.abb.com/public/8bdb5394c88ec3e4c12577d6003dabaa/Brochure_PMC800_A)

[BBs control solution for paper machine drives EN FINAL 021110.pdf](https://library.e.abb.com/public/8bdb5394c88ec3e4c12577d6003dabaa/Brochure_PMC800_A) (28.04.2018.)

## **8. SAŽETAK**

### **POGONI ZA PROIZVODNJU PAPIRA**

Danas se u svijetu proizvede oko 400 milijuna tona papira što jasno implicira na važnost ove grane industrije u globalnoj ekonomiji. U radu su opisani osnovni sirovi materijali i načini obrade papira, povijesni razvoj tvornice za proizvodnju papira u Belišću, proces proizvodnje te automatizacija samog procesa. Kako bi se osigurala kontinuirana proizvodnja, pogoni za proizvodnju papira se automatiziraju te se tako uz pomoć softverskog sistema olakšava rukovođenje i praćenje proizvodnje. Vodeći proizvođači papira nastoje novim tehnologijama poput novih natoka, uštedjeti energiju te poboljšati kvalitetu proizvoda. Energija biomase te razvoj recikliranih vlakana i proizvoda samo su neki od načina na koje proizvođači žele smanjiti loš utjecaj na okoliš te podizati ekološku osviještenost kod ostalih proizvođača, odnosno pogona.

Ključne riječi : papir, proizvodnja, celuloza, automatizacija, ekologija

### **PLANTS FOR PAPER PRODUCTION**

#### **ABSTRACT**

Nowdays, around 400 million tonnes of paper are produced in the world, which clearly implies the importance of this industry branch in the global economy. The paper describes the basic raw materials and methods of paper processing, the historical development of the paper production plant in Belišće, the process of production and the automation of the process itself. In order to ensure continuous production, paper production plants are automated and thus, with the help of the software system, it facilitates the management and monitoring of production. Leading paper manufacturers strive for new technologies such as new headbox to save energy and improve product quality. Biomass energy and the development of recycled fibers and products are just some of the ways manufacturers want to reduce their environmental impact and raise ecological awareness among other manufacturers or plants.

Keywords: paper, production, cellulose, automatization, ecology

## **9. ŽIVOTOPIS**

Matea Medved, rođena 13. veljače 1992. godine u Osijeku. Osnovnu školu završila sam u Valpovu 2006. godine. Nakon toga upisujem Srednju školu u Valpovu, smjer komercijalist, koju uspješno završavam 2010. godine. 2013. godine upisujem stručni studij Elektroenergetike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku.