

Istraživanje subjektivnih i objektivnih parametara kvalitete ekološki povoljne ambalaže

Madžar, Anđela

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:678931>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET**

ANĐELA MADŽAR

**ISTRAŽIVANJE SUBJEKTIVNIH I
OBJEKTIVNIH PARAMETARA KVALITETE
EKOLOŠKI POVOLJNE AMBALAŽE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

ANĐELA MADŽAR

**ISTRAŽIVANJE SUBJEKTIVNIH I
OBJEKTIVNIH PARAMETARA KVALITETE
EKOLOŠKI POVOLJNE AMBALAŽE**

DIPLOMSKI RAD

Mentorica:

prof. dr. sc. Jesenka Pibernik

Studentica:

Anđela Madžar

Zagreb, 2019.

Zahvale

Želim se zahvaliti svojoj izuzetnoj profesorici prof.dr.sc. Jesenka Pibernik što me nadahnula i otvorila mogućnost ostvarenja ovog rada kao takvog. Hvala Vam na svojoj pomoći pri radu.

Profesorici prof. dr. sc. Sanji Mahović Poljaček na ustupanju laboratorija i nabavci svih materijala za potrebe rada.

Dr. sc. Tamari Tomašegović na pomoći oko izvedbe tehničkog dijela. Hvala vam na svim odgovorima i na svojoj pruženoj pomoći.

Dr.sc. Josipu Boti za pomoć pri izradi ambalaže koju sam osmislila.

Mom ocu koji mi je uvijek bio podrška i poticaj, koji je vjerovao u mene.

Mom Anti, na vjerovanju u mene, na podršci i motivaciji. Hvala na strpljenju i trpljenju u trenucima kad se sve skupi. Hvala što si uvijek uz mene, što si moj oslonac, moja stijena i moje sve.

Biljani, na potpori, razumijevanju i pomoći. Hvala što si uvijek odgovarala na sva moja iscrpna pitanja i to u rekordnom roku, kao i na svojoj drugoj ukazanoj pomoći. Neizmjereno sam ti zahvalna.

Nataliji na fotografijama. Hvala na pomoći, na strpljenju i prilagođavanju za potrebe istog.

Glorija, hvala na prijateljstvu, podršci i razumijevanju stvari koje ne mogu svi razumijeti.

Lori koja mi odgovorila i pronašla odgovore na sva postavljena pitanja koja su me mučila.

Prof. hrv. jez. i mag. knjiž. Brankici Laškain na brzom i profesionalnom
lektoriranju rada.

Hvala mojim najbližim prijateljima i obitelji koji su me podržavali, uveseljavali i
pomagali kako i koliko su mogli. Hvala što ste mi bili pri ruci.

Zahvaljujem svim ispitanicima koju su mi pomogli jer bez njih ovaj rad ne bi bio
ostvaren.

Nadam se da je ovaj rad još jedan od pomaka u svijetu koji će pridonijeti
osviještenju o ambalažnom višku i njegovoj redukciji osmišljavanjem
poboljšane, u potpunosti biorazgradive ambalaže.

SAŽETAK

Danas se velika pozornost skreće prema problematici prekomjernog stvaranja otpada i otpada uopće. Upotreba čak i male količine materijala koji se ne može reciklirati ili upotreba viška materijala ekološki je ne prihvatljiva. Cilj ovog diplomskog rada je pronaći alternativan način izrade ambalaže za čaj, koji će biti povoljan za okoliš, koji će smanjiti otpad. Ambalaža koja će se na kraju proizvesti bit će povoljna za okoliš tako što će koristiti minimalnu potrebnu količinu materijala za proizvod ambalaže, bit će praktična, jednostavna za korištenje, stabilna i biorazgradiva. Dizajn će biti minimalan kako bi se što manje boje koristilo u procesu tiska s obzirom na to da je ekološki povoljnije koristiti manju količinu boje zbog kasnijeg recikliranja. Po završetku osmišljene ambalaže prateći smjernice održivog dizajna otiskivat će se na pet različitih papira. Na svakom od papira tiskat će se s tri različita pritiska (50 N, 150 N i 400 N). Tako će se dobiti ukupno 15 različitih otisaka. Svakom papiru mjerit će se glatkost, a svakom od otisaka mjerit će se LAB vrijednosti i debljine linija. Linije koje će se mjeriti su 0,2 mm i 0,08 mm svaka u pozitivu i negativu. Nadalje svaki od uzoraka testirat će se ciljanoj publici metodama ankete i intervjuja. Na kraju, rezultati objektivnih mjerenja tehničkih vrijednosti uspoređivat će se sa subjektivnim rezultatima ciljane publike čime će se izabrati najbolji papir s odgovarajućim pritiskom.

KLJUČNE RIJEČI: dizajn, okoliš, recikliranje, biorazgradivo

ABSTRACT

Nowadays, the attention is shifting towards the problem of waste overproduction and production of the waste in general. The usage of even a slight amount of material that cannot be recycled or excess of material is not environmentally friendly. The aim of this study is to find an alternative approach to the production of tea packaging which will be environmentally friendly and decrease the waste material. This will be accomplished by using the minimal needed amount of material for the production of packaging. It will be practical, easy to use, stable and biodegradable. The design will be minimal in order to decrease the amount of paint used in the printing process. This is more environmentally friendly for later recycling. After the packaging is designed, it will be printed on five different papers, following the guidelines of sustainable design. Print will be done on every paper with different pressing forces (50N, 150N and 400N). In this way, 15 samples will be obtained. Smoothness will be measured for every paper, and for every sample, LAB values and thickness of the lines. Lines that will be measured are 0,2 mm and 0,08 mm, in both positive and negative. Further, every sample will be tested on the target audience using the survey and interview methods. Finally, the results of objective measurements of technical values will be compared to the subjective results of the target audience. In this way, the best paper will be chosen.

KEY WORDS: design, environment, recycle, biodegradable

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Ambalaža	3
2.1.1. Životni ciklus ambalaže	3
2.1.2. Utjecaj ambalaže na okoliš.....	4
2.2. Čaj	6
2.2.1. Čuvanje čaja	7
2.3. Papir	13
2.3.1. Recikliranje papira.....	13
3. EKSPERIMENTALNI DIO	15
3.1. Ekološki prihvatljiva ambalaža za čaj	15
3.1.1. Materijali za izradu ambalaže	19
3.1.2. Tisak i tiskovna forma.....	22
3.1.3. Tiskarska boja.....	25
3.2. Cilj istraživanja i hipoteze	26
4. METODOLOGIJA, REZULTATI I RASPRAVA	28
4.1. Metodologija istraživanja subjektivnih parametara	28
4.2. Rezultati i rasprava subjektivnih parametara	34
4.3. Metodologija istraživanja objektivnih parametara	41
4.4. Rezultati i rasprava objektivnih parametara	42
4.4.1. Glatkost	42
4.4.2. CIE LAB	43
4.4.3. Širine linija.....	45
4.4.4. Provjera kontrasta boja.....	53
4.5. Usporedba objektivnih i subjektivnih parametara	54
5. ZAKLJUČAK	55
6. LITERATURA	56
7. ILUSTRACIJE I OSTALI SLIKOVNI SADRŽAJ:	59
7.1. Shematski prikaz	59
7.2. Slike	59
7.3. Grafički dijagrami	60
7.4. Tablice	61
8. AKSIOMI I MANJE POZNATE RIJEČI:	61

1. UVOD

Živimo u svijetu u kojem kao civilizacija stvaramo previše otpada. Najveći dio otpada dolazi od ambalaže. Ambalaža je danas sveprisutna. Proizvod često ima dodatnu unutarnju ambalažu unutar vanjske ambalaže, bilo zbog estetske funkcije, bilo zbog sprječavanja oštećenja proizvoda ili zbog očuvanja svježine prehrambenog proizvoda. Koji god razlog bio, ambalaža u svojoj posljednjoj životnoj fazi završi u okolišu. Što ambalaža ima više slojeva u koje je upakiran proizvod, time je i zagađenje okoliša veće. Smanjenje količine ambalaže, stoga je nužno za očuvanje okoliša.

Čajevi iz filter vrećica su pakirani u papirnatu ambalažu koja je omotana prozirnom folijom, a često svaka filter vrećica ima svoje dodatno pakiranje. Svaka filter vrećica upakirana je u papir, kombinaciju papira i plastike ili kombinaciju papira, plastike i metala, tzv. višeslojna kartonska ambalaža. Osim toga, svaka filter vrećica uglavnom ima konac ušiven na vrećici ili u lošijoj varijanti konac je spojen s malim metalom. Na kraju konca se nalazi papir s otiskom koji nerijetko bude premazan. Premaz, kao i boja, otežavaju razgradnju zbog čega je ekološki povoljnije da ih nema. Iz navedenog, vidno je koliko puno raznovrsnog otpada se stvara od samo jednog pakiranja ambalaže filter čajeva. Čajevi u rinfuzi, stoga su ekološki prihvatljiviji jer unutar pakiranja nemaju dodatnu ambalažu. No, i oni imaju slojeve materijala koji se ne mogu reciklirati, otežavaju ili onemogućuju razgradnju te slojeve koji se mogu izbaciti ako se osmisli drugačija ambalaža. Primjeri ambalaže filter čajeva vidljivi su na Slici 1.

Uz reduciranje materijala u koje je proizvod upakiran pozornost treba obratiti i na sastav ambalaže. Samu ambalažu trebalo bi proizvoditi reciklirajući postojeće materijale, umjesto iskorištavanja novih sirovina iz prirode. Materijal ambalaže trebao bi biti ekološki povoljan, odnosno trebao bi se moći u optimalnom vremenu razgraditi i pri tome ne biti štetan za okoliš, dakle treba biti biorazgradiv. Ako ambalaža nije biorazgradiva dolazi do problema za okoliš.

Korištenje recikliranog papira kao sirovine za ambalažu ima višestruke prednosti za okoliš, ali i ekonomske uštede. Kada se papir reciklira nema potrebe za sječom šuma. Celulozna vlakanca koja se nalaze u drveću sirovina su za proizvodnju papira. Recikliranjem, postojeći otpad ne zagađuje okoliš već se koristi za izradu ambalaže. Osim očuvanja šuma, prilikom prikupljanja sirovina nema zagađivanja okoliša. Budući da nema sječe šuma, nema ni onečišćenja zraka ni potrošnje energije na isto. Prilikom dobivanja celuloznih vlakanaca, procesom recikliranja troši se manje vode i energije nego pri preradi drveća u celulozna vlakanca. Samim time, manje je otpadnih voda te je manje emitiranje štetnih plinova u atmosferu.



Slika 1. Ambalaža za čajeve u filter vrećicama

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Ambalaža

Današnja ambalaža puno je više od samo zaštitnog omotača proizvodu koji se nalazi unutar nje. Ona je prva i najčešće jedina komunikacija između kupca i proizvoda. U nekim slučajevima ona postaje i dio samog proizvoda. Ambalaža može privući, ali i odbiti kupca, zato je važno prije izrade ambalaže dobro proučiti proizvod i ciljanu skupinu.

Napraviti vizualno privlačnu ambalažu ne znači napraviti dobru ambalažu. Kako bi ambalaža uspjela na tržištu osim očuvanja proizvoda i atraktivnog izgleda ambalaža mora pružati vidljive informacije o proizvodu i mora biti praktična. Ako je ambalaža nepraktična stvorit će averziju kupca prema tom proizvodu, možda i prema samom brandu. Prije plasiranja na tržište ambalažu je potrebno testirati na manjem uzorku ciljane skupine.

2.1.1. Životni ciklus ambalaže

Život svake ambalaže može se podijeliti u tri faze:

- 1) Funkcionalna faza
- 2) Faza ambalažnog otpada
- 3) Faza ambalažnog smeća

Prva, funkcionalna faza započinje samom proizvodnjom ambalaže, a završava iskorištavanjem proizvoda unutar nje čime započinje iduća faza, faza ambalažnog otpada. Nakon što je ambalaža odslužila svoju prvotnu namjenu ona kao takva postaje otpad, ali i sirovina za drugu buduću ambalažu. Takva sirovina

je sekundarna sirovina jer se dobiva preradom polazne izvorne sirovine. Ova faza ekološki je prihvatljiva faza, zato što se smanjuje potreba korištenja sirovina iz prirode ili proizvodnje novih sirovina koje će u konačnici završiti kao otpad.

Zadnja faza svake ambalaže je faza ambalažnog smeća. Ona predstavlja iskorištenu čvrstu ambalažu nastalu procesom prerade materijala koja se više ne može iskoristiti te se trajno odlaže.

[1]

2.1.2. Utjecaj ambalaže na okoliš

Sve je više novih proizvoda na tržištu što znači sve veću potrebu za novom ambalažom. Nova ambalaža, i ambalaža općenito, predstavlja potencijalnu opasnost za okoliš jer sva ambalaža kakva god ona bila u konačnici završi u okolišu. Zato je poželjno da je ona biorazgradiva. Biorazgradnja je metabolički ili enzimski proces kojim mikroorganizmi rastavljaju čvrste ili otopljene organske tvari na sastavne dijelove, odnosno na jednostavnije spojeve. Budući da se to događa u prirodi poželjno je da ti spojevi ne budu štetni za okoliš, a idealno bi bilo da su korisni okolišu.

Materijali od kojih ambalaža može biti izgrađena su: papir ili karton, metal, staklo, plastika, drvo, tekstil i višeslojna: kombinirana ili laminirana [2]. Ne mogu se sve sirovine reciklirati neograničen broj puta. Npr. plastična ambalaža može se reciklirati jedan do dva puta. Papirna i kartonska ambalaža može se reciklirati četiri do šest puta. Papir za print može se reciklirati do čak 7 puta, ali to je maksimum. Nakon toga celulozna vlakanca su toliko skraćena i stanjena da se jednostavno ne mogu više koristiti za izradu papira već postaju tzv. papirna pasta ili papirna kaša. Papirna pasta može se iskoristi za proizvodnju novina, kutija za jaja, rola za papira itd. Što se tiče staklene i metalne ambalaže one se mogu neograničen broj puta reciklirati. [3]

Za izradu ambalaže za čaj može se koristiti čisto metalna ambalaža, kombinirana ili laminirana. Problem metalne ambalaža nastaje ako se ona koristi jednokratno. Takvoj ambalaži treba nekoliko desetaka do stotina godina da se razgradi. Unatoč tome što se može neograničen broj puta reciklirati, svakim recikliranjem u zrak se emitiraju štetni plinovi, a u zemlju štetne otpadne vode. Metalna ambalaža je skupa, često skuplja i od samog proizvoda što je čini nepovoljnom za pakiranje manjih količina, odnosno količina za kućnu upotrebu. Iz tog razloga za pakiranje čaja koristi se kombinirana ili laminirana ambalaža papira s nekim drugima materijalom. Štetnost ambalaže za okoliš ovisi o kombinaciji ambalaža. Nekoliko je varijanti kombinacije materijala, ali ono što je gotovo sigurno je to da je vanjski sloj skoro uvijek u osnovi papir.

Ambalaža treba štiti čaj od tri stvari: sunčevog svjetla, topline i vlage. Od svjetla ambalaža može štiti na dva načina. Jedan način je da se upotrijebi veća količina materijala na papirnatoy bazi čime će sloj biti deblji i gušći i neće propuštati svjetlo. Prednost toga je potpuna mogućnost recikliranja, a nedostatak je korištenje veće količine materijala. Drugi način je da se upotrijebi minimalna količina papirnate ambalaže. Takav materijal može biti proziran zbog čega će mu na vanjskom dijelu trebati premaz ili sloj tamne boje koja će spriječiti prodiranje sunčevih zraka. Boja i premaz za recikliranje stvaraju problem jer se oni moraju ukloniti da bi se došlo do celuloznih vlakana.

Od vlage i topline čaj se štiti materijalom koji djeluje kao izolator. Trenutno su prozirna folija i PLA premaz najzastupljeniji. Prozirna folija najčešće bude odvojena od materijala koji štiti čaj od svjetla, odnosno spojeni samo na krajevima ambalaže dok je sredina slobodna. Takvu ambalažu moguće je u potpunosti reciklirati. Ona ne zahtjeva nikakve posebne uvjete već sve što treba napraviti je fizički je odvojiti od papirnato dijela ambalaže i sortirati u za to namijenjene spremnike. Premazi stvaraju problem pri recikliranju. Aluminijski premaz nemoguće je reciklirati [4] stoga je odabir ambalaže s takvim premazom izrazito nepovoljan za okoliš.

PLA je kratica za polilaktičnu kiselinu. To je bioplastika koja se može kompostirati, a dobiva od dekstroze (šećera) na biljnoj bazi. Biljna baza može biti

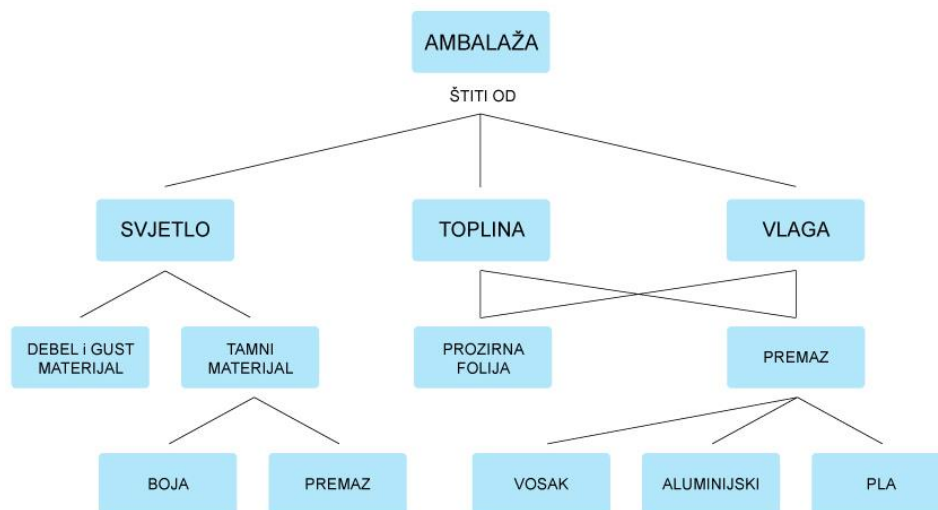
napravljena od kukuruznog škroba, manioke, šećerne trske ili šećerne repe. [5] Za PLA se smatra da je biorazgradiv, no to nije istina. Biorazgradnja, odnosno biotička razgradnja je metabolički ili enzimski proces kojim mikroorganizmi mijenjaju strukturu kemijskih spojeva u okolišu ili ih potpuno razgrađuju [6]. Enzimi potrebni za hidrolizu PLA nisu dostupni u okolišu, osim u iznimno rijetkim situacijama [7]. Prema samoj definiciji biotičke razgradnje PLA nije biorazgradiv, ali je razgradiv s obzirom na to da se samo u posebno induciranim uvjetima u industrijskom sektoru može razgraditi. Za razgradnju PLA materijala potrebna je visoka temperatura od minimalno 60° C, a poželjna je i veća, velika vlažnost zraka, koktel organskog supstrata i kisik [3, 8]. Sve te uvjete ispunjavaju jedino industrijska postrojenja za kompostiranje jer nema situacije u kojem bi svi uvjeti bili ispunjeni [3].

2.2. Čaj

Čaj je topli napitak koji zahtjeva posebnu pripremu ovisno o vrsti čaja. Po učincima i okusima čajevi se mogu podijeliti na: crne, zelene, oolong, bijele, žute, pu erh, mate, biljne, ayurvedske, rooibos i voćne čajeve. Čajevi se mogu podijeliti i u one koje sadrže tein i koji ne sadrže. Tein sadrže: crni, zeleni, oolong, bijeli, žuti, pu erh i mate, dok ostali ne sadrže. Svaka pojedina vrsta ima svoj istančan ukus, svoje blagodatni i pozitivne učinke na tijelo na osnovu čega ih korisnici biraju i konzumiraju.

2.2.1. Čuvanje čaja

Specijalizirane trgovine za prodaju čajeva najčešće prodaju čajeve u rinfuzi, a drže ih u velikim metalnim posudama. Razlog tome je očuvanje svježine čaja i sprječavanje kvarenja. Najveći problem kvarenja sušenog biljnog materijala je vlaga [9]. Biljke apsorbiraju vodu, pa tako i sušeno bilje privlači na sebe vlagu iz zraka. S obzirom na to da sušeni biljni materijal nije živ on u prisustvu vlage postaje idealno okruženje za pojavu i rast plijesni [9]. Stoga je potrebno sušeni biljni materijal držati u dobro zatvorenoj ambalaži koja štiti od vlage, ali i od svjetla i topline [10]. Pojednostavljen prikaz koji materijali se koriste i od čega pojedini materijal štiti može se vidjeti na Shematskom prikazu 1.



Shematski prikaz 1. Funkcija ambalaža

Budući da je proizvodnja metalnih posuda za prodaju malih količina neisplativa, specijalizirane trgovine koje prodaju čajeve u rinfuzi pakiraju proizvod najčešće u dvoslojnu ambalažu. Jedan sloj napravljen je od papira i budući da je porozan štiti samo od prodiranja sunčevih zraka do proizvoda. Taj prvi sloj često bude premazan što otežava recikliranje, odnosno manja količina sirovine se dobije od iste količine nepremazanog papira (Slika 2.). To je zato što u procesu razvlaknjivanja dio celuloznih vlaknaca ode s premazom. Budući da prvi sloj ne

sprječava prodiranje topline i vlage, potreban je drugi sloj koji će djelovati kao izolator. Neki materijali koji se koriste za taj drugi sloj su prozirna folija, aluminijska folija, masni papir, tzv. papir za pečenje (Slika 3.). Aluminijska folija i masni papir ekološki su nepovoljni. Masni papir, iako u samom imenu sadrži riječ papir, ne može se reciklirati. U procesu razvlaknjivanja papirima se dodaje voda [11]. Voda i ulje, odnosno masnoća se odbijaju, što masni papir čini nemogućim za reciklažu [12]. Na takvu ambalažu tekst se aplicira u obliku naljepnice. Ako se uzme u obzir da se otisak umjesto lijepljenja može direktno otisnuti na ambalažu, dolazi se do zaključka da je ljepilo s naljepnice suvišno korištenje materijala. Direktnim otiskom na ambalažu, uz to što se štedi na ljepilu, smanjuje se količina raznovrsnog materijala. Zatvaranje takve ambalaže riješeno je tako što je gornji dio ambalaže zamotan nekoliko puta dvjema malim metalnim žicama. Te dvije žice obložene su papirom, plastikom ili folijom (Slika 4.). Takav način zatvaranja nije praktičan za korištenje zato što je ambalaža preduga i uska čime je otežano vađenje samog čaja. Uz to što je nepraktično za korištenje, takvo zatvaranje ekološki je neprihvatljivo.



Slika 2. Ambalaža za čaj u rinfuzi s crnim premazom



Slika 3. Unutarnji slojevi ambalaže za čaj, redom: masni papir, prozirna folija, aluminijska folija



Slika 4. Dodatak ambalaži za njeno zatvaranje

Druge trgovine čajeve u rinfuzi imaju pakirane u višeslojnu papirnatu ambalažu s dodacima za zatvaranje ili bez rješenja za zatvaranje. Jedna vrsta pakiranja je papirnata ambalaža zamotana prozirnom folijom, a čaj iznutra upakiran je u zatvorenu prozirnu vrećicu (Slika 5.). Korištenje istovrsnog materijala dva puta na istoj ambalaži suvišno je korištenje materijala i ekološki je nepovoljno. Uz to, takav način pakiranja nema razrađeno zatvaranje nakon prvog otvaranja te predstavlja problem za daljnje korištenje. Drugi način je kombinacija papira i neke vrste premaza. Premazi mogu biti PLA (Slika 6.), aluminijski ili voštani. Svaki od navedenih premaza predstavlja problem za recikliranje, uz to, otežavaju i produžuju razgradnju, a ovisno o vrsti mogu biti štetni za okoliš. Problem da PLA i aluminijskim premazom objašnjen je u prethodnom poglavlju. Voštani premaz predstavlja jednak problem kako i masni papir [12]. Također, kod takve ambalaže javlja se problem zatvaranja. Dva rješenja koja se trenutno koriste za zatvaranje su zip zatvarač (Slika 7.) ili već spomenuto rješenje s dvjema malim metalnim žicama. Zip zatvarač napravljen je od plastike i implementiran je u višeslojnu papirnu ambalažu zbog čega je nepovoljan kako za okoliš tako i za recikliranje.



Slika 5. Ambalaža za čaj u rinfuzi bez rješenja za zatvaranje



Slika 6. Ambalaža za čaj u rinfuzi s PLA premazom iznutra



Slika 7. Zip zatvaranje

2.3. Papir

Pulpa, odnosno sirovina za izradu papira dobiva se preradom višegodišnjih biljaka, jednogodišnjih biljaka, tekstila i/ili papira. Celulozna vlakanca isprepletana su u mrežastu strukturu papira. Praznine u strukturi pune se punilima i keljivima [11].

Bilo da je papir recikliran ili da se dodaje tekstilnim vlaknima, polazna sirovina za izradu papira je drvo, odnosno drvene sječke i trupci. „Glavni sastojci drveta su celuloza, hemiceluloze i lignin“ [11]. Dva su načina tretiranja tih sirovina za dobivanje vlakana za proizvodnju papira. Jedan način je kemijska, drugi mehanička pulpa.

Kemijska pulpa proizvodi se kuhanjem u tekućini koja može biti kisela, sulfidna ili lužnata, sulfatna [11]. Mehanička pulpa koristi silu nekad u kombinaciji s toplinom i kemikalijama [13]. Nakon kuhanja vlakna su često podvrgnuta bijeljenju [11].

Oba načina imaju prednosti i mane. Kemijska pulpa tako proizvodi manje sirovog materijala od mehaničke, ali joj treba i manje energije nego mehaničkoj pulpi. Mehanička pulpa koristi manje kemikalija od kemijske pulpe. Pogoni kod proizvodnje kemijske pulpe mogu spaljivati otpad čime dobivaju paru koju koriste za pokretanje pogona. Takvi pogoni ekološki su povoljni i maksimalno su efikasni [13].

2.3.1. Recikliranje papira

Prije nego se počne sa samim recikliranjem, odnosno rastavljanjem papira na vlakna bitno je napraviti razvrstavanje i sortiranje. Ono se radi ručno na pokretnoj traci, pri čemu se papir sortira po karakteristikama. Uz sortiranje ručno

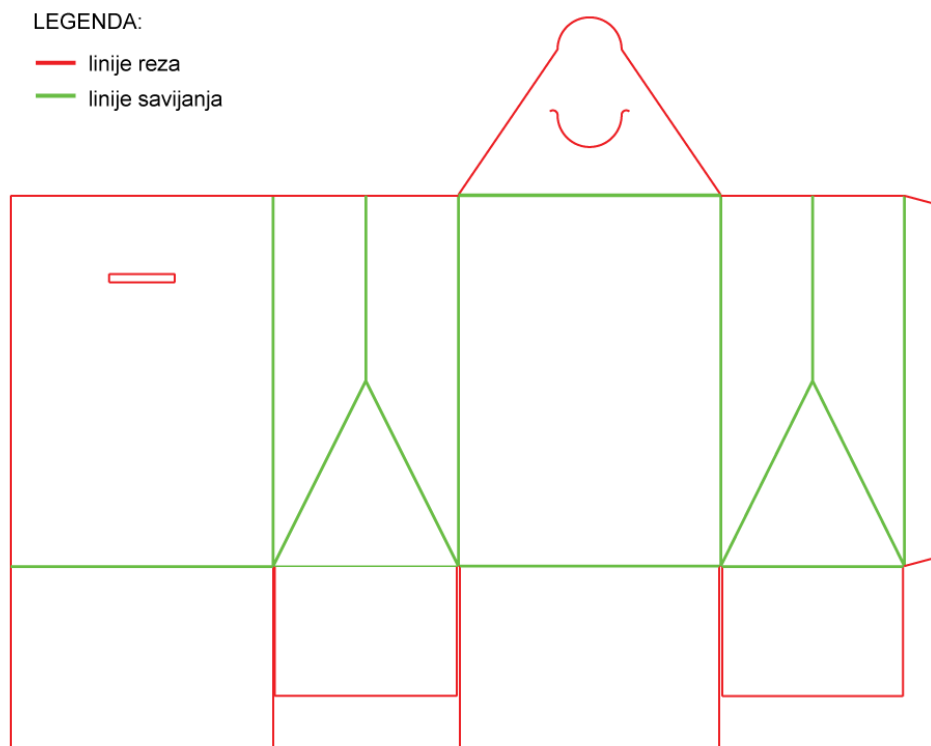
se uklanjaju razni materijali, kako oni koje nije moguće reciklirati, tako i oni koji mogu ozbiljno naštetiti pogonu za preradu papira. Nakon toga slijedi rastavljanje papira na vlakna, tzv. razvlaknjivanje koje se odvija u pulperima. U tom procesu rastavlja se i tiskarska boja od vlakana. Ako ostanu boje one se uklanjaju idućim postupkom, postupkom pročišćavanja. Uz boje tim se postupkom uklanjaju i ostale nečistoće koje su ostale vezane uz vlakna, a to mogu biti: ljepila, metali, smole, čestice gume, pijesak, glina, polietilen i polistiren. U nastaloj suspenziji, uz vlakanca mogu ostati i druge čestice poput nerazvlaknjeni komadići papira, komadići plastike, komadići ljepljivih nakupina i slično. Kako bi se vlakanca za proizvodnju papira razdvojila od tih čestica vrši se prosijavanje. Najčešće se suspenzija protiskuje kroz sita s otvorima ili prorezima. U ovoj fazi, ako su čestice ne vlakana dovoljno sitne da mogu proći kroz otvore/proreze na situ, one prolaze i postaju kasnije dio recikliranog papira. Zadnji postupak je uklanjanje preostale tiskarske boje tzv. *deinking flotacija*. Čestice boje prihvaćaju se na mjehuriće zraka i odlaze prema površini zbog čega se na površini stvara pjena koju je potrebno ukloniti. *Deinking flotacijom* vlakanca postaju svjetlija zbog uklanjanja čestica boje [11].

Recikliranje je uspješnije time što je razlika u količini sirovine za recikliranje i dobivene mase recikliranjem manja. Drugim riječima, što se manje materijala gubi u procesu dobivanja vlakanca od starog papira, to je recikliranje uspješnije. No, ono ne ovisi samo o samom procesu već ovisi i o stanju starog papira. Ako papir ima puno površina prekrivenih bojom, ljepilima, plastikom, lakom i dr. proizvest će se manje sirovine za proizvodnju novog, recikliranog papira. Uz te naknadno nanosene čestice na papir, količina dobivanja vlakanca za reciklirani papir ovisi i o količini punila i keljiva u samom papiru koji čine strukturu papira uz celulozna vlakanca. Također ako je papir, odnosno ako su vlakanca već bila reciklirana bit će stanjena i imat će slabija mehanička svojstva te će trebati više vlakanca da se dobije ista čvrstoća poput onih od do tad ne recikliranih vlakanca.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

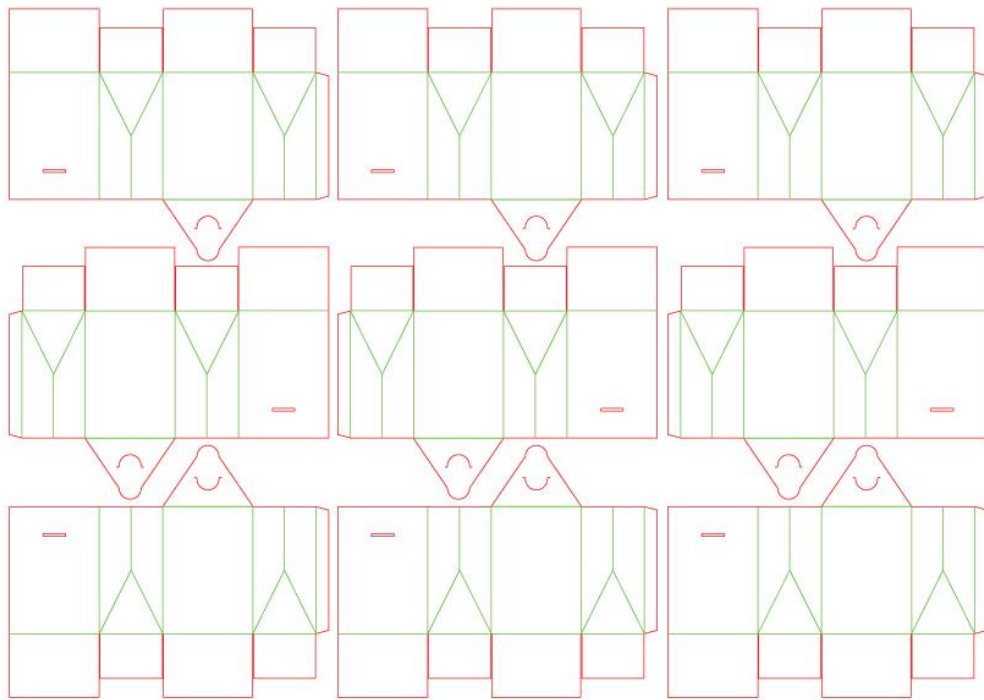
3.1. Ekološki prihvatljiva ambalaža za čaj

Gledajući s ekološke strane i uzevši u obzir sve navedeno najprihvatljivija ambalaža je kombinirana ambalaža od recikliranog kartona i prozirne folije. Kako bi ambalaža bila još povoljnija plašt ambalaže bi trebao biti takav da se više ambalaže može dobiti iz jednog arka kartona. Dakle, što je jednostavnija ambalaža to će se više ambalaže dobiti, a škarta, odnosno viška materijala će biti manje, što znači manje otpada za okoliš. Plašt ambalaže napravljen je od spojenih pravokutnika i jednog trokuta koji služi za zatvaranje ambalaže (Slika 8.).



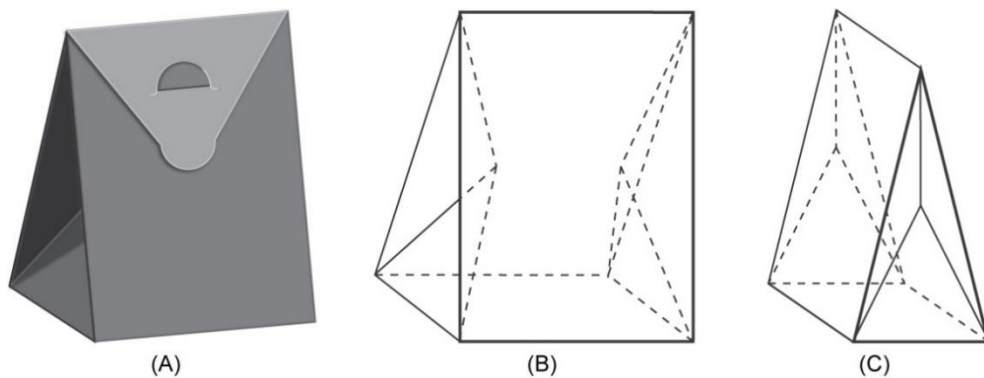
Slika 8. Prikaz plašta ambalaže

Ovakav plašt ambalaže ekološki je povoljan jer nema mnogo škarta kad se više plašteva posloži na jedan arak većeg formata. Vidljivo na Slici 9.



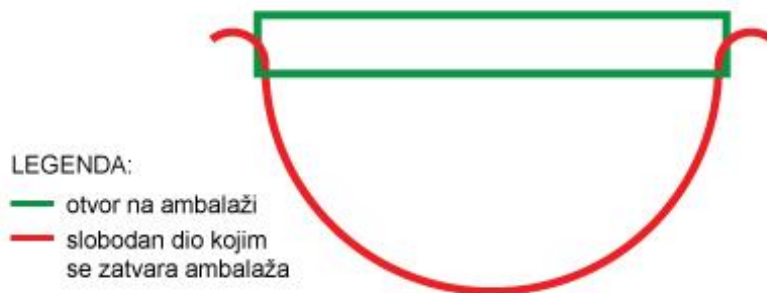
Slika 9. Prikaz plašteva ambalaže na B1 formatu papira

Nakon što se ambalaža savije po linijama savijanja dobiva se oblik trostrane prizme (Slika 10.).



Slika 10. Prikaz zatvorene ambalaže: A) simulacija,
 B) geometrijski prikaz nacрта tijela,
 C) geometrijski prikaz bokocrta tijela

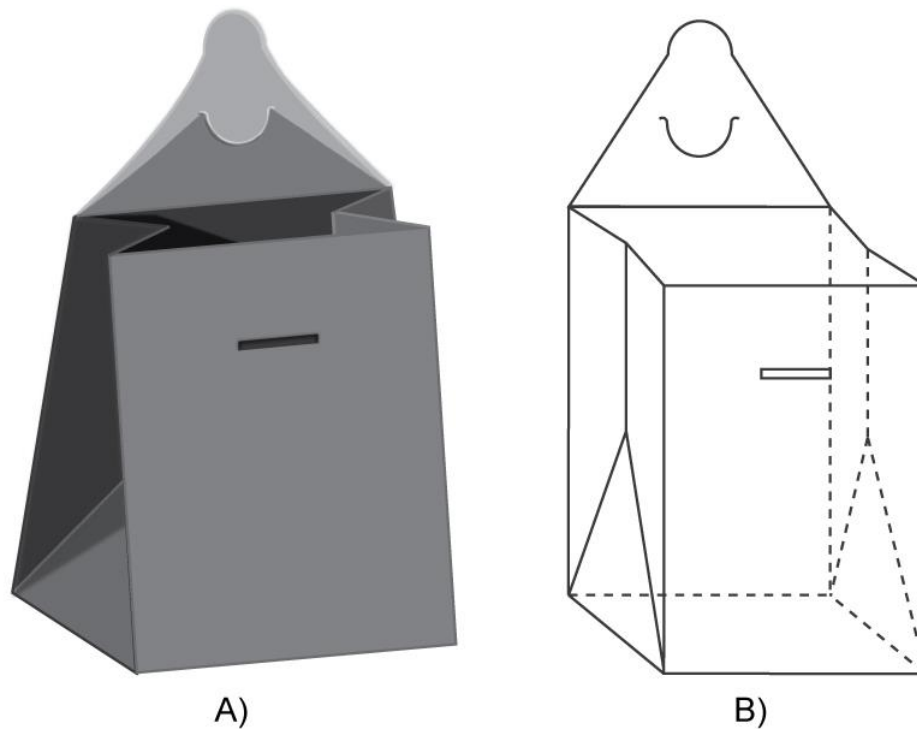
Takav oblik ambalaža ima dok je zatvorena. Zatvaranje je napravljeno tako da dodatno stisne vrh ambalaže. Ovako zatvorena ambalaža dodatno zadržava svježinu zbog toga što je pri vrhu skupljena. Princip zatvaranja prikazan je na Slici 11.



Slika 11. Prikaz zatvaranja ambalaže

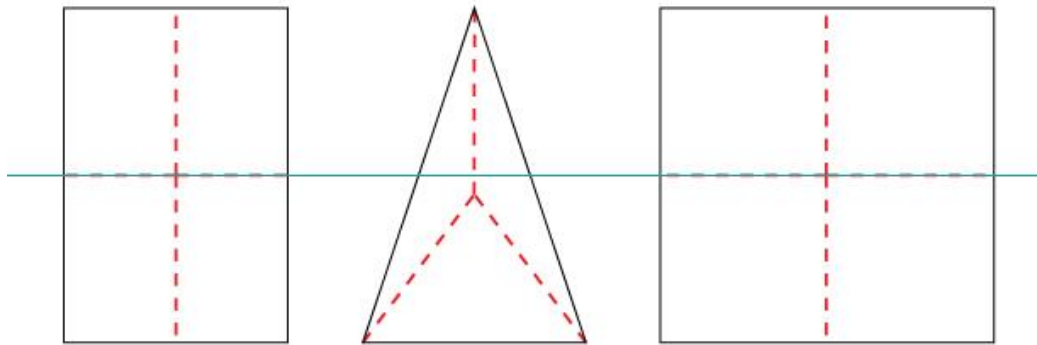
Otvor se nalazi samo na kartonskom plaštu ambalaže, dok je prozirna folija slobodna, tako da nema otvora kroz koje bi čaj mogao ispadati. Završetak slobodnog dijela kojim se ambalaža zatvara je $\frac{3}{4}$ polukruga. Tako napravljeno zatvaranje otporno je na defekt, lomljenje i pucanje materijala prilikom otvaranja i zatvaranja ambalaže.

Oblik kvadra dok je ambalaža otvorena čini je lakšom za upotrebu zato što se površina otvora povećá i time je omogućeno nesmetano uzimanje čaja žličicom iz ambalaže (Slika 12.).



Slika 12. Prikaz otvorene ambalaže: A) simulacija,
B) geometrijski prikaz

Oblik „trostrane prizme“ čini je otpornijom na defekt materijala i prevrtanje jer trokut, od svih geometrijskih oblika za izradu ambalaže, ima najniži centar mase (Slika 13.).



Slika 13. Prikaz centra mase: pravokutnika, trokuta i kvadrata

Trokut ima manje bridova, pa samim time i manje vanjskih i unutarnjih sila od pravokutnika što ga čini čvršćim. Također, sile u trokutu upadaju pod većim kutom pa su rezultante sile manje. Ambalaža je napravljena tako da prati te sile unutar trokuta prilikom zatvaranja pakiranja čime je rasterećuje od naprezanja i poboljšava stabilnost same strukture ambalaže.

3.1.1. Materijali za izradu ambalaže

Ambalaža za čaj će se sastojati od dva sloja. Vanjski sloj bit će napravljen od recikliranog papira, dok će unutarnji biti napravljen od tankog sloja prozirne folije, odnosno celofana.

Vaskularnu strukturu vidljivu u stablu čine molekule celuloze uz male i velike šećere te lignin. Molekule glukoze tvore duge lance. Celofan je napravljen od regenerirane celuloze bez dugih lanaca i lignina. Molekule celuloze izgrađene su od molekula glukoze koju mikroorganizmi poput bakterija i gljivica razgrađuju i probavljaju. Zaključak toga je da je celofan biorazgradiv s obzirom na to da ga razgrađuju organizmi iz prirode. [14] Prema tome oba materijala povoljna su za okoliš jer su oba potpuno biorazgradiva te su oba pristupačna i povoljna.

Kako bi ambalaža bila još povoljnija za okoliš količina ambalaže mora biti minimalna potrebna za funkcioniranje ambalaže. Smanjujući materijal za ambalažu na minimalan potreban za funkcioniranje proizvoda brinemo o okolišu jer je manje materijala koji postaje otpad, odnosno manje je materijala kojeg treba razgraditi. Iz iste količine materijala može se dobiti više ambalaže koristeći minimalnu potrebnu količinu. Ambalaža koja će se koristiti osmišljena je dovoljno čvrstom da nije potrebna velika debljina, odnosno gramatura papira.

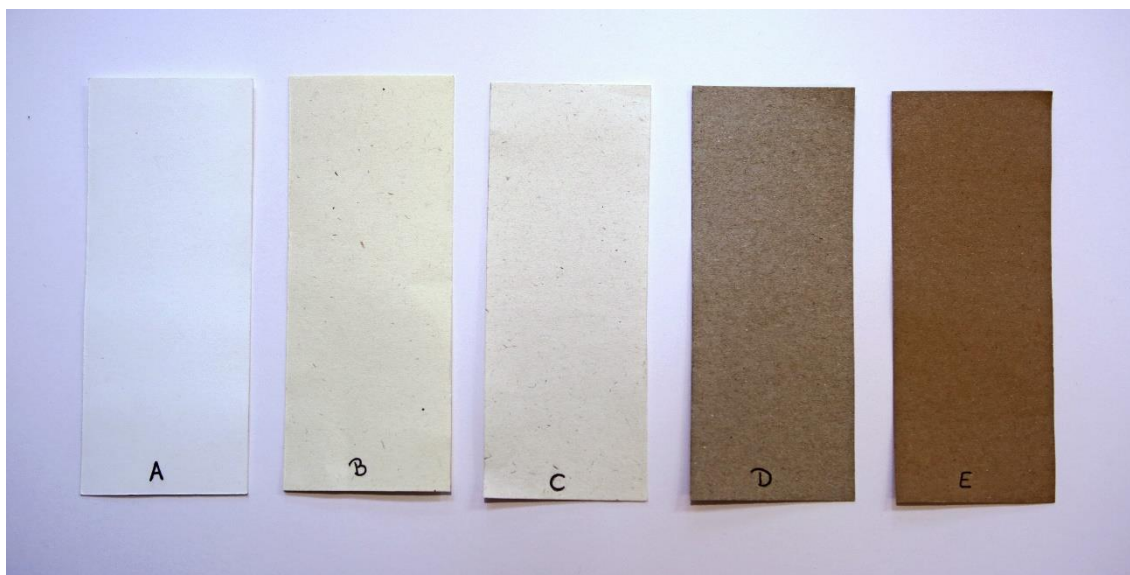
Kako bi cjelokupni proizvod bio ekološki povoljan uz pravovaljan odabir unutarnjeg i vanjskog sloja potrebno je odabrati adekvatno ljepilo, tj. vezivo. Ako su samo vanjski i unutarnji sloj ambalaže biorazgradivi, a sloj veziva koji spaja ta dva sloja nije, onda cjelokupni proizvod nije biorazgradiv i ne može se nazivati ekološki prihvatljivim. Kako je današnja tehnologija uznapredovala imamo više mogućnosti za odabir.

Današnja ekološka veziva pokazuju jednaka ili bolja mehanička svojstva od neekoloških. Neke od mogućnosti su: ljepila na vodenoj bazi bez otapala s niskim sadržajem hlapljivih organskih spojeva, zatim ljepila bez otapala s niskim sadržajem hlapljivih organskih spojeva ili dekstrini te druga prirodna ljepila na bazi škroba. Svaka skupina ima nekoliko vrsta ljepila na izbor. Veziva na vodenoj bazi mogu imati bazu homopolimera, kopolimera, polivinil alkohola, kohezivnog lateksta itd. [15]

Najbolji odabir su ona veziva koja se mogu kompostirati. Na njima se danas sve više i više radi. Ona bi trebala zamijeniti veziva u svim tehnologijama u kojima je potrebno vezivno sredstvo. Proizvod koji se može kompostirati mora imati logotip „OK compost“. Taj logotip u skladu je sa zahtjevima EU direktive o pakiranju (94/62 / EEZ). Certifikat se dobiva prema europskom standardu: EN 13432:2000 za pakiranje kompostiranog materijala. Uz veziva to se odnosi i na bojila i sve ostale aditive u industriji pakiranja.




























Nakon odabira kompostirajućeg veziva treba odabrati i adekvatno bojilo, a ono je povezano s tiskom, a tisak je povezan s podlogom, odnosno papirom.

U svrhu ovog istraživanja odabrano je pet recikliranih papira (Slika 14.) na kojima će se otiskivati. Podatci o papirima vidljivi su u Tablici 1.



Slika 14. Pet papira korištenih u istraživanju

Tablica 1. Prikaz papira korištenih u radu i njihove karakteristike:

	A	B	C	D	E
BRAND	MOHAWK	FLORA	FLORA	SCHOELLERS	SCHOELLERS
BOJA	bijela	giglio	anice	svjetliji smeđi	tamniji smeđi
GRAMATURA	220 g/m ²	130 g/m ²	100 g/m ²	140 g/m ²	140 g/m ²
EKOLOŠKI CERTIFIKATI	        	        	   <p>Lloyd's Register Quality Assurance potvrđio:</p>      		

Podatci o certifikatima preuzeti sa:

- <https://www.mohawkconnects.com/education/resources/environment> – Mohawk [16]
- http://www.gruppocordenons.com/en/products/scheda-prodotto.html?id=2496&brand_id=38 – Flora [17]
- https://www.felix-schoeller.com/en_en/company/sustainability/environment/protection-of-resources.html – Schoellers [18]
- https://www.felix-schoeller.com/en_en/company/sustainability/environment/environmental-protection.html – Schoellers [19]

Svaki papir ima *Forest Stewardship Council* certifikat koji „promiče ekološki prihvatljivo, društveno korisno i ekonomski održivo gospodarjenje svjetskim šumama“ [20]. Svi papiri su reciklirani i nepremazani. Flora papiri napravljeni su: 30% od pulpe koja je dva puta podvrgnuta *deinking flotacijom*, 60% od primarne bezdrvne pulpe i 10% od pamučnih vlaknaca [17].

3.1.2. Tisak i tiskovna forma

Budući da su svi papiri nepremazani, površina je puna neravnina zbog čega u obzir dolazi bakrotisak i fleksografski tisak. Kako bi tisak uistinu bio povoljan za okoliš, pozornost treba obratiti na način izrade tiskovne forme, kao i na kompatibilnost tiskovne forme s korištenom tiskovnom podlogom. Stoga je zbog elastičnosti tiskovne forme za prilagodbu hrapavoj tiskovnoj podlozi odabran fleksotisak koji nudi mogućnost laserskog graviranja tiskovne forme. Takvom izradom tiskovne forme smanjuje se količina štetnog utjecaja na okoliš jer se forma laserom direktno gravira, što znači da nema procesa razvijanja. Ako

nema razvijanja, nema korištenja agresivnih otapala i nema štetnih otpadnih voda.

Tiskovna forma napravljena je od strane proizvođača tvrtke *Birkan GmbH*. Izrađena je od EPDM materijala. EPDM je elastomer, odnosno polimerizat sintetičkim putem dobiven iz etilena, propilena i malog udjela jednog diena, a odlikuje ga iznimna otpornost. Otporan je na starenje, utjecaj atmosfere, visoke i niske temperature te električnu probojnost, što znači da će se tiskovna forma moći dugo koristiti. [21]

Tisak se odvijao na Grafičkom fakultetu u laboratoriju za tiskovne forme na uređaju: *IGT Printability Tester F1, F1 basic, F1-UV, F1 corrugated, F1-100* (Slika 15.).



Slika 15. *IGT Printability Tester F1* uređaj

(Preuzeto sa: <http://www.igt.com.sg/products/details/igt-printability-tester-f1-f1-basic-f1-uv-f1-corrugated-f1-100>)

Uređaj tiska na uzorcima veličine 5 cm × 70 cm. Od svakog papira izrezalo se desetak uzoraka navedenih dimenzija. Prije samog tiska rakel (A) i *anilox*

valjak (B) očiste se metoksiopropanolom kako bi se uklonio zaostatak boje i nečistoće koje mogu utjecati na otisak. Korišten je *anilox* valjak sa 140 linija po cm koji prima 7,5 ml/m² boje. Zatim se tiskovna forma zalijepi na temeljni cilindar (C). Namjesti se pritisak. Pritisak *anilox* valjka na tiskovnu formu je konstanta od 300 N. Na svaki od pet papira otiskivalo se s tri različita pritiska (50 N, 150 N i 400 N) čime se dobilo 15 različitih otisaka (Tablica 2. i Slika 16.).

Tablica 2. Prikaz označavanja otisaka:

PAPIRI PRITISAK	A	B	C	D	E
50 N	A1	B1	C1	D1	E1
150 N	A2	B2	C2	D2	E2
400 N	A3	B3	C3	D3	E3



Slika 16. 15 otisaka s lijeva na desno: A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3, E1, E2 i E3

Nakon što se namjesti pritisak, tiskovna podloga, odnosno jedan papir se stavlja na pokretnu traku (D). Prije svakog otiskivanja treba nanijeti tiskarsku boju na *anilox* valjak. Otiskivanje počinje kad se istovremeno drže tipke s lijeve i desne

strane (E). *Anilox* valjak rotira se u smjeru obrnutom od kazaljke na satu. Rakel skida višak boje sa *aniloxa*. Cilindar s tiskovnom formom vrti se u smjeru kazaljke na satu i pokupi boju sa *aniloxa*. Tad se pokrene pokretna traka s tiskovnom podlogom i otisne se otisak na tiskovnu podlogu. Brzina otiskivanja je 0,3 m/s. Nakon što se prvi papir otisne s pritiskom od 50 N, u postavkama se namjesti pritisak od 150 N koji se otiskuje na istu vrstu papira. Zatim se namješta pritisak od 400 N kojim se također tiska na istu vrstu papira. Ponovno se namješta pritisak od 50 N, ali se stavlja druga vrsta papira. Zatim opet ide namještanje pritiska na 150 N. Na isti način nastavlja se otisak ostalih.

3.1.3. Tiskarska boja

Ekološki najpovoljnija boja bila bi ona na bazi vode, no zbog ograničenja laboratorijskih uvjeta koristit će se UV boja. Prednost UV boja je brzo sušenje bez stvaranja VOC spojeva. VOC je kratica od *volatile organic compounds*, što u prijevodu znači „hlapljivi organski spojevi“. UV boje se nalaze u tekućem obliku zbog čega ih je potrebno osušiti prije daljnjeg korištenja. Sušile su se u UV sušioniku Aktiprint L spektrom zračenja UV lampi s intenzitetom zračenja od 60%. Brzina sušenja je 4 m/s, uz dva prolaska prilikom sušenja.

UV boja koja se koristila za tisak je pantone 363 u. LAB vrijednost za tu boju je: $L = 50,19$; $a = -24,88$ i $b = 24,05$.

3.2. Cilj istraživanja i hipoteze

Istraživanje se bazira na pronalasku ekološki najpovoljnije ambalaže za čaj, što uključuje cjelokupni proces od samog dizajniranja ambalaže, odabira materijala za istu, do odabira tiska i ostalih procesa uključenih u to. Za tisak je odabran fleksografski tisak zbog svojih ekološki najpovoljnijih karakteristika. U svrhe istraživanja kreirana je ambalaža koja ima minimalan škart pri rezanju plašta iz arka. Svi korišteni materijali su biorazgradivi izuzev boje, na čiji odabir se zbog ograničenja laboratorijskih uvjeta nije moglo utjecati te ljepila. U realnom sustavu, za proizvodnju velike količine takve ambalaže, moguće je i poželjno koristiti biorazgradivu boju i ljepilo. Pet papira odabrano je kao prva varijabla. Svaki od njih izrađen je u skladu sa smjernicama očuvanja okoliša. Svi papiri su reciklirani, odnosno svi su proizvedeni s udjelom recikliranih vlaknaca, nijedan nije premazan i svi su biorazgradivi. Odabrana zelena pantone 363 u boja tiskana je na svakom papiru 3 puta, svaki put s drugačijim pritiskom. Sila kojom tiskovna forma pritišće tiskovnu podlogu, odnosno papir je varijabla koja se mijenjala. Tri pritiska su mijenjana; 50 N (označen oznakom 1), 150 N (označen oznakom 2) i 400 N (označen oznakom 3). Kao rezultat nakon otiskivanja svakog od pet papira s tri pritiska dobilo se 15 otisaka (Tablica 2.) koji su testirani metodama ankete i intervjua. S obzirom na to da su svi papiri različite boje (Slika 14.) svakom papiru su mjerene LAB vrijednosti u skladu s njegovom podlogom.

Kako bi se dobili vjerodostojni subjektivni parametri ispitivana je samo ciljana skupina. Ispitivanjem se pokušao utvrditi njihov stav prema ovako osmišljenoj i napravljenoj ambalaži, zatim percepcija svakog pojedinog papira, pritiska te utjecaj boje na podlogu. Za objektivne parametre mjerena je glatkost papira, širina linija od 200 μm i 80 μm svaka u pozitivu i negativu te već spomenuta LAB vrijednost. Kao rezultat povući će se korelacija rezultata subjektivnog ispitivanja ciljane publike s objektivnim rezultatima laboratorijskih mjerenja. S obzirom na sve navedeno postavljene su slijedeće hipoteze:

Hipoteza 1:

Ciljana publika odlučit će da su tamniji, odnosno Schoellers papiri ekološki najprihvatljiviji.

Hipoteza 2:

Bijeli, Mokawk papir, ciljana skupina smatrat će nerecikliranim.

Hipoteza 3:

Najmanji pritisak od 50 N ciljana publika percipirat će kao ekološki najpovoljniji.

Hipoteza 4:

Za Schoellers papire pritisak od 400 N bit će izabran kao najčitkiji.

Hipoteza 5:

Ciljana publika za kupnju će odabrati jedan od Flora papira s pritiskom od 150 N.

Hipoteza 6:

Schoellers papiri kao najtamniji papiri imat će najveće odstupanje LAB vrijednosti.

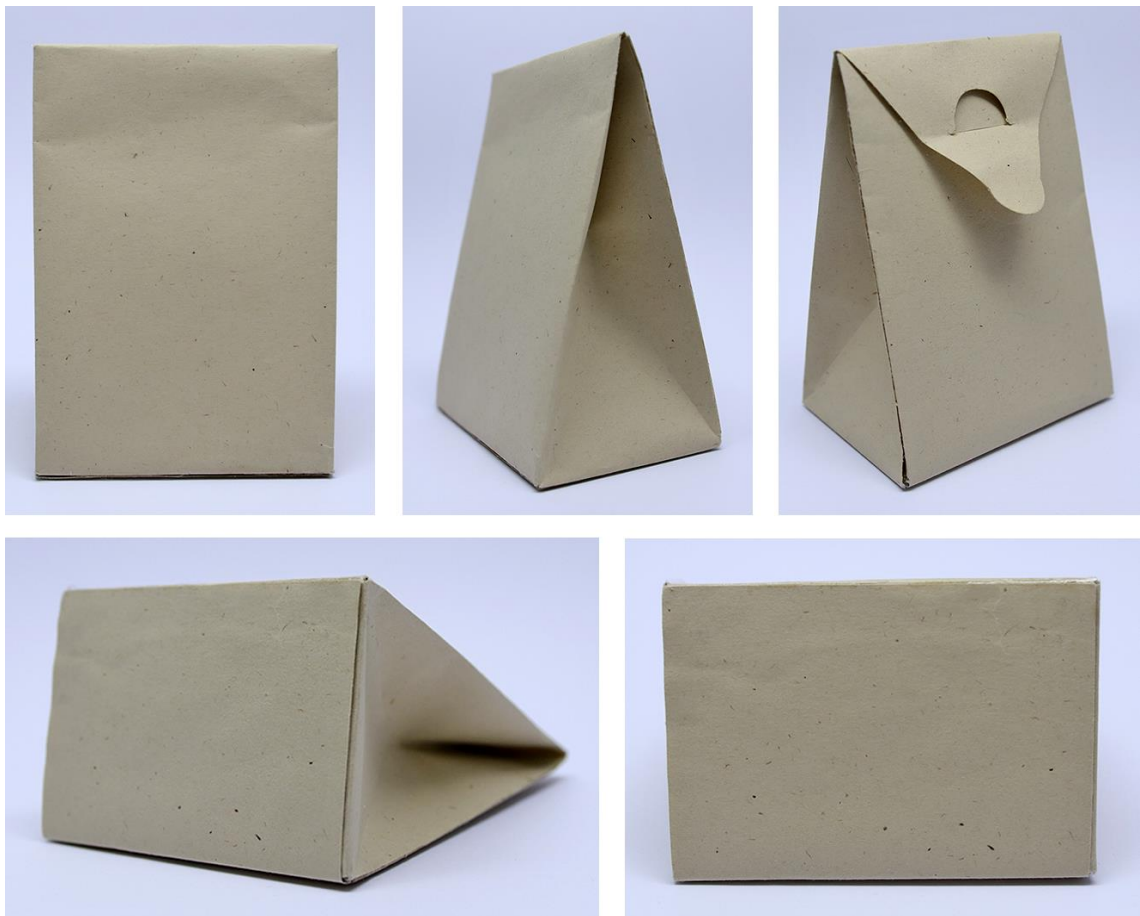
Hipoteza 7:

Širina linija na bijelom Mohawk papiru bit će najkonstantnija.

4. METODOLOGIJA, REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Metodologija istraživanja subjektivnih parametara

Za ovo istraživanje ispitana je samo ciljana skupina. Ona je manje vezana za dob, spol i stručnu spremu. To su ljudi koji brinu za okoliš, koji recikliraju, odnosno odvajaju otpad, istovremeno su to ljudi koji konzumiraju i kupuju čajeve u rinfuzi. Svakom od ispitanika prvo je dana sama ambalaža bez otiska (Slika 17.). Ambalaža bez otiska napravljena je na 140 g/m² papiru Flora Tabacco tako da ne utječe na daljnju odluku ispitanika.



Slika 17. Ambalaža bez otiska

Na temelju ambalaže ljudi su ispitivani o doživljaju takvog načina pakiranja čaja. Intervju i anketa međusobno su se ispreplitali u ispitivanju. Intervjuom ciljanoj publici nisu otkriveni podatci koji bi mogli imati utjecaja na njihove odgovore. Nakon proučavanja ambalaže i intervju a vezanog za samu ambalažu, ispitanicima su dani papiri (Slika 14.) na temelju kojih su ispunjavali upitnik da odrede, prema vlastitom mišljenju je li svaki od njih reciklirani papir. Tek nakon toga ispitanicima se pokazala ambalaža s otiskom (Slika 21. i Slika 22.). Anketa se može vidjeti na Slikama 18. - 20.

OPĆENITA PITANJA

Koliko imate godina? _____

Kojeg ste spola? M Ž

Koja vam je stručna sprema? _____

Da li pijete čajeve u rinfuzi? DA NE

Da li kupujete čajeve u rinfuzi? DA NE

Da li razdvajate otpad? DA NE

PITANJA ZA UZORKE BEZ OTISKA

Da li biste kupili ovu ambalažu? DA NE

Možete li u kratko objasniti prijašnji odgovor? _____

Prema vašem mišljenju koji papir doživljavate kao najviše povoljan za okoliš:

A B C D E

Ocijenite da li vam pojedini papir djeluje da je napravljen od recikliranog materijala:

	Ne slažem se	Niti se slažem niti se ne slažem	Slažem se
Uzorak A je reciklirani papir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak B je reciklirani papir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak C je reciklirani papir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak D je reciklirani papir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak E je reciklirani papir	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika 18. Prvi dio ankete

Koji od uzoraka vam je najviše estetski privlačan?

	1	2	3
Uzorak A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Koji od otisaka vam je najčitkiji?

	1	2	3
Uzorak A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Koji od otisaka vam djeluje najviše ekološki povoljan?

	1	2	3
Uzorak A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak B	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak C	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Slika 19. Drugi dio ankete

Ocijenite svaki pojedini uzorak ocjenama 1 (izrazito loš) – 5 (izrazito dobar)

	1	2	3	4	5
Uzorak A1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak A2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak A3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak B1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak B2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak B3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak C1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak C2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak C3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak D1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak D2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak D3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak E1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak E2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uzorak E3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Koji od uzoraka vam je najviše estetski privlačan? _____ (jedan)

Koji od uzoraka vam najbolje odgovara za ovu ambalažu? _____ (jedan)

Koji uzorak ambalaže biste odabrali za kupovinu? _____ (jedan)

Možete li ukratko objasniti prethodni odgovor? _____

Koji od uzoraka vam djeluje najpovoljniji za okoliš? _____ (jedan)

Možete li ukratko objasniti prethodni odgovor? _____

Slika 20. Treći dio ankete



Slika 21. Ambalaža s otiskom



Slika 22. Otvorena ambalaža s otiskom

Ambalaža s otiskom napravljena je na sivom 135 g/m² papiru s crnim otiskom da ne utječe na odluke ispitanika. Na temelju tih otisaka ispitanici su morali ispuniti za svaki od papira koji je pritisak po njima estetski najprivlačniji, koji najčitkiji, a koji im djeluje ekološki najpovoljniji. Ispitanicima nije otkriveno da je riječ o različitom pritisku na ambalaži. Svaki otisak ocijenili su ocjenom od 1 do 5. Po završetku ocjenjivanja ispitanici se ponovno intervjuirani, ovog puta da se odluče za jedan otisak za estetsku privlačnost, jedan za kupovinu, jedan za ambalažu i jedan koji smatraju najboljim za okoliš te da obrazlože svoje odgovore.

4.2. Rezultati i rasprava subjektivnih parametara

Ispitivanje je provedeno na 31 ispitaniku, pretežno ženskog spola. Broj ženskih ispitanika je 22, a muških 9. Najviše ispitanika pripadnici su mlađe životne dobi, između 21 i 26 godina, a najstarija ispitanica ima 49 godina. Što se tiče stručne spreme ravnomjerno su raspoređeni: 11 ispitanika ima srednju, 10 višu i isto toliko visoku stručnu spremu. Vrijeme potrebno za ispunjavanje ankete je 12 do 26 minuta. Ispitanici su paralelno anketirani i intervjuirani.

Svi ispitanici izjasnili su se da bi kupili ambalažu. Neka obrazloženja su:

„Ambalaža je kompaktna, primamljivog izgleda i dobre veličine za korištenje.“

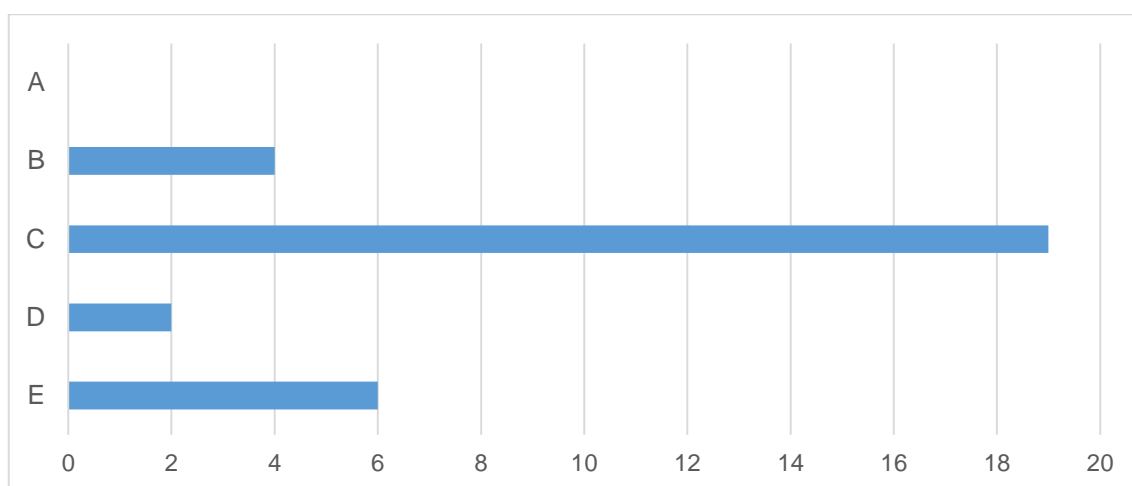
„Super mi je što se nakon otvaranja ambalaža raširi. Tako bez problema dolazim do čaja.“

„Praktična je i dobro se otvara. Iznutra je lijepo obložena, izgleda jednostavna za korištenje i dugotrajno pohranjivanje.“

„Kupila bih ju da izbjegnem stvaranje otpada s obzirom na to da je biorazgradiva i da se može reciklirati i zato što je jednostavna i funkcionalno se zatvara.“

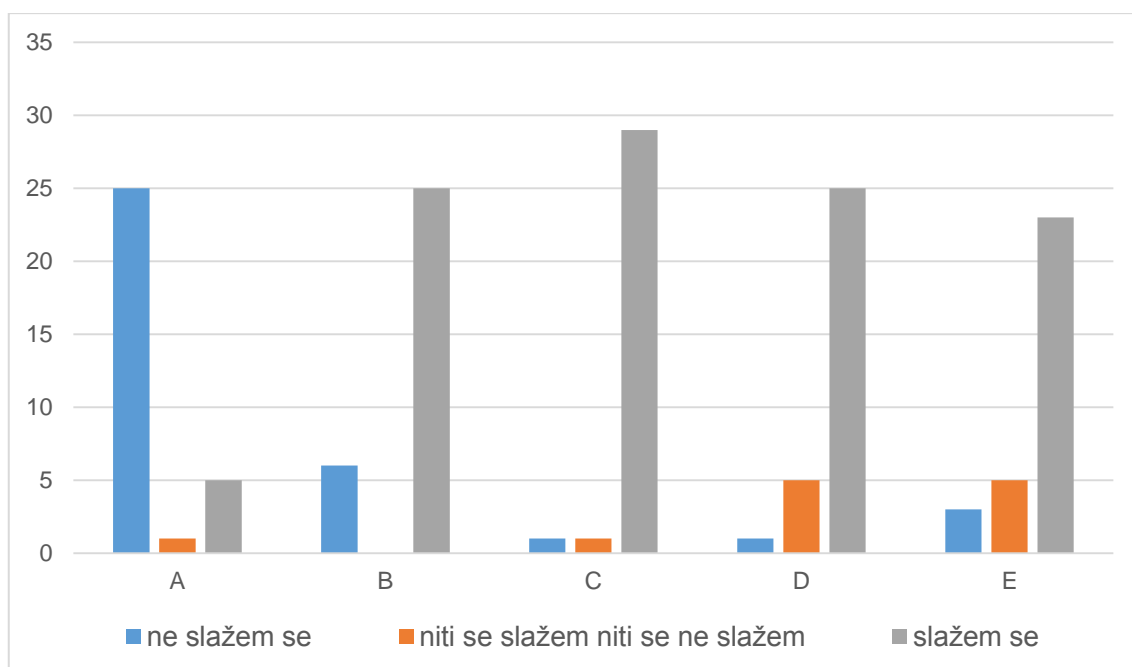
„Ambalaža je kompaktnija i ljepša od ostalih koje postoje. Super mi je stvar što nema dodatnih dijelova za zatvaranje.“

„Sviđa mi se što se da otvoriti i ponovno zatvoriti unedogled, što je čini praktičnom i fora mi je izgled.“



Grafički dijagram 1. Rezultati ispitanika o ekološki najpovoljnijem papiru

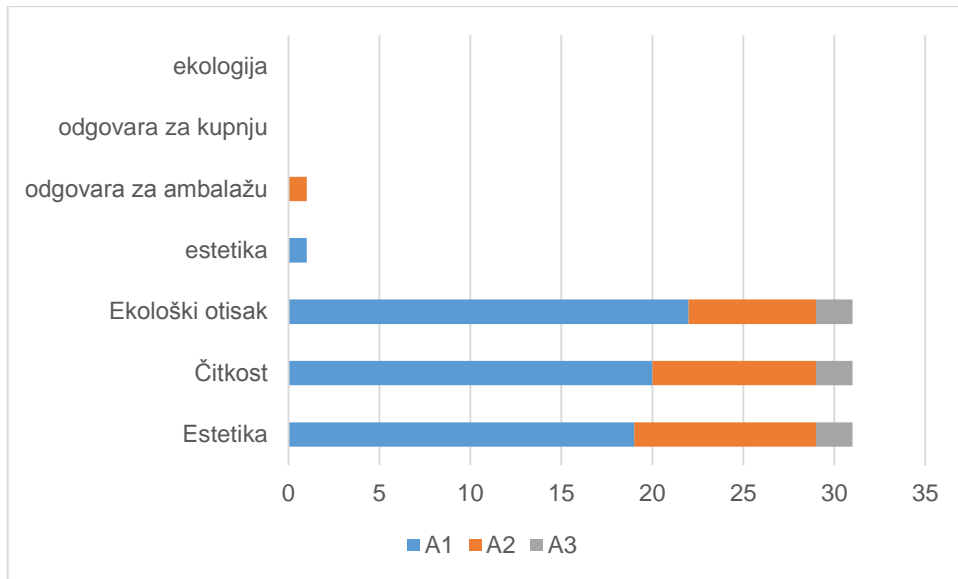
Papir C je ocijenjen kao ekološki najpovoljniji od pet ponuđenih, nakon njega slijedi papir E, pa B. Time je opovrgnuta prva hipoteza o tome da će ciljana skupina izabrati jedan od Schoeller papira kao ekološki najviše povoljan za okoliš. Papir A nitko nije izabrao kao najprihvatljivijeg za okoliš zbog njegove čiste bijele boje.



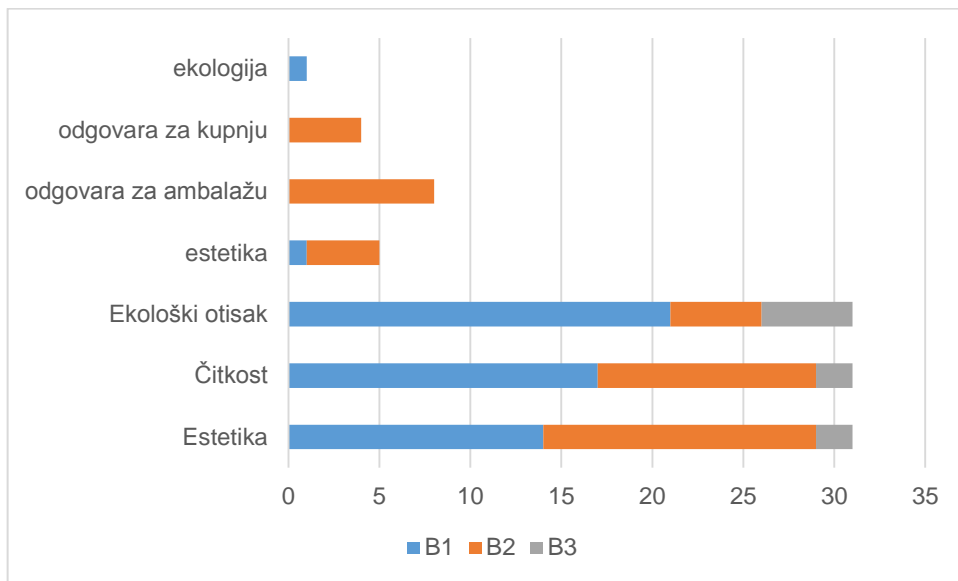
Grafički dijagram 2. Rezultati ispitanika o recikliranosti pojedinih papira

Iz Grafičkog dijagrama 2. vidljivo je kako ispitanici papire B, C, D i E smatraju recikliranim, dok papir A većina smatra nerekicliranim. Prema tome, druga hipoteza da će ispitanici smatrati Mohawk papir nerekicliranim je potvrđena.

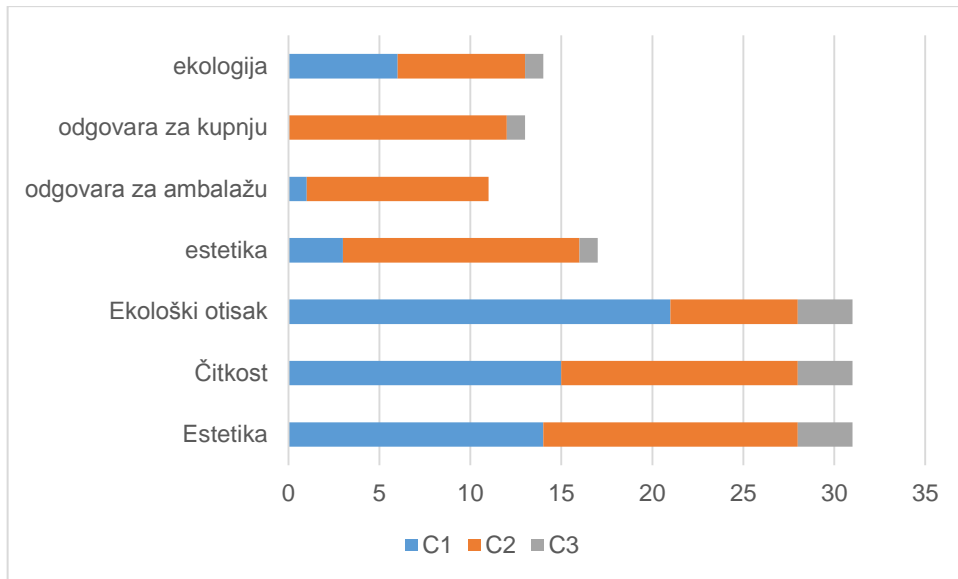
Otisci pritiska 50 N su percipirani kao najčitkiji na svjetlijim papirima (A1, B1 i C1), a na tamnijim papirima (D2 i E2) otisci od 150 N. Unatoč pretpostavci da će najveći pritisak od 400 N na papirima Schoellers biti izabran kao najčitkiji to se nije dogodilo. Ekološkim su percipirani otisci od 50 N, čime je potvrđena treća hipoteza. Otisci od 400 N su najlošije ocjenjeni u pogledu ekologije, estetike, čitkosti. Ispitanici su procijenili da otisci od 400 N ne odgovaraju za kupnju niti za ambalažu. Vidljivo na Grafičkim dijagramima 3-7.



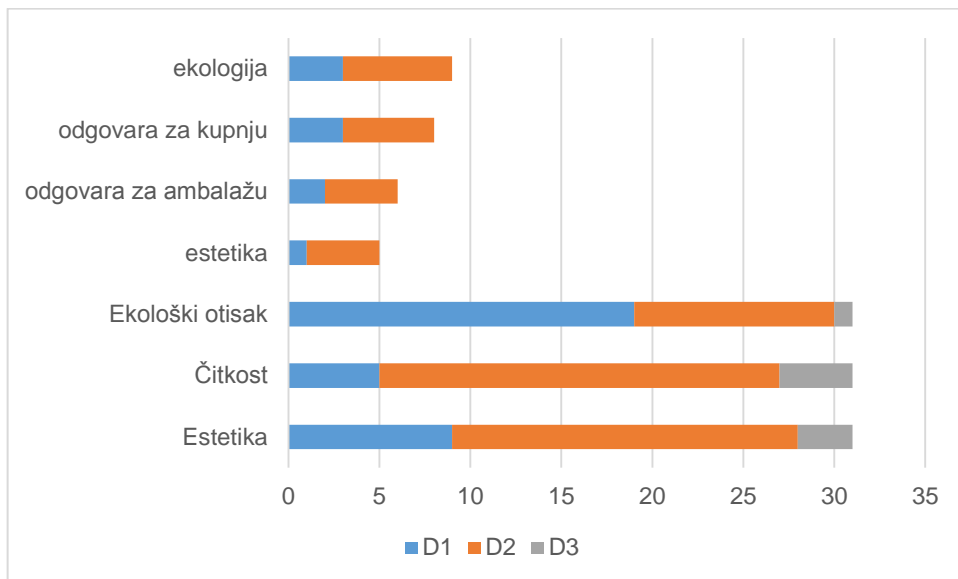
Grafički dijagram 3. Rezultati ispitanika za A papire



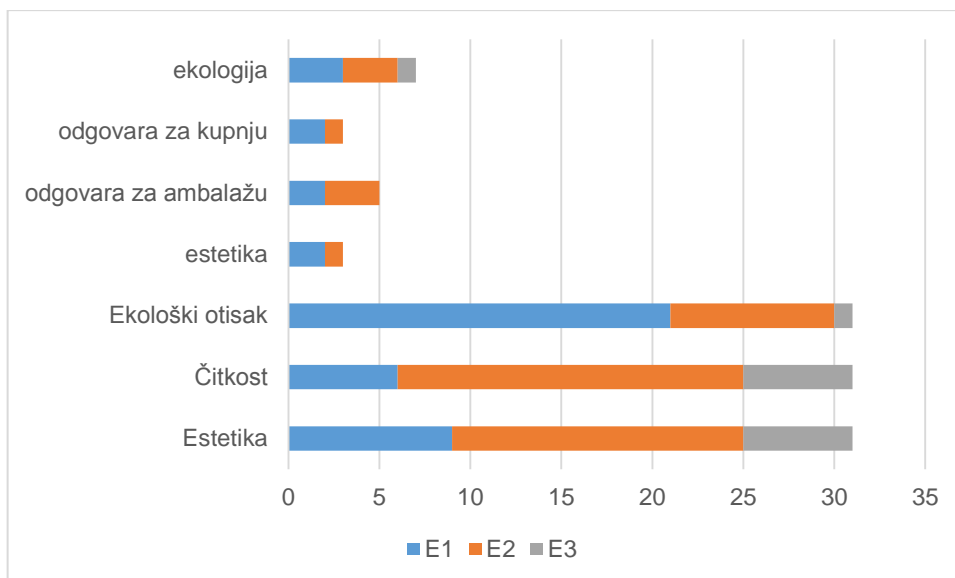
Grafički dijagram 4. Rezultati ispitanika za B papire



Grafički dijagram 5. Rezultati ispitanika za C papire



Grafički dijagram 6. Rezultati ispitanika za D papire

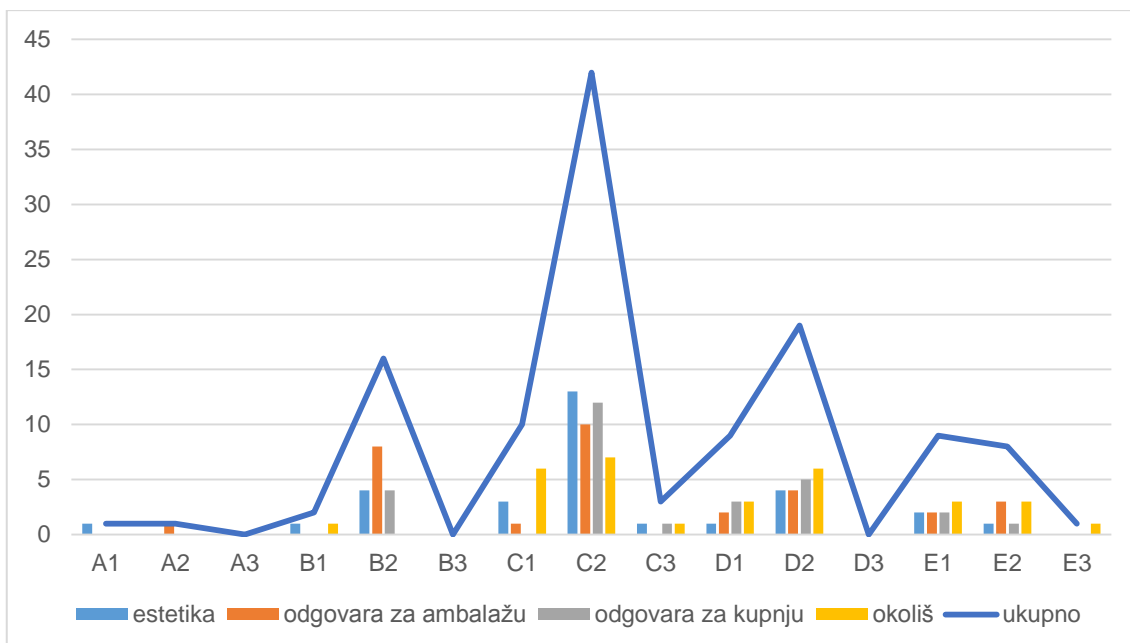


Grafički dijagram 7. Rezultati ispitanika za E papire

Od svih otisaka C2 (Grafički dijagram 5.) je odabran u svim segmentima (ocijenjen je kao ekološki najpovoljniji, odgovara za kupnju i za ambalažu te je estetski najprihvatljiviji), nakon njega slijedi papir D (Grafički dijagram 6.). Pretpostavka da će za kupnju biti odabran jedan od Flora papira s otiskom od 150 N ovime je potvrđena. Papir A je dobio ukupno najlošiju ocjenu, ne odgovara za kupnju niti je ekološki prihvatljiv (Tablica 3.).

Tablica 3. Prosjeka ocjena svakog otiska:

PROSJEK OCJENA	A	B	C	D	E
50 N	4,06	4,29	4,32	4,61	3,65
150 N	3,87	4,32	4,35	4,23	4,23
400 N	2,77	2,61	2,97	3,16	3,25
UKUPNO	3,57	3,74	3,88	4,00	3,71



Grafički dijagram 8. Rezultati ispitanika za četiri segmenta za sve otiske

Neka obrazloženja ispitanika za odabir C2 papira su:

„Nekako mi taj srednji djeluje najprikladnije, najprivlačnije i najrecikliranije..“

„Izgleda najprirodnije i najmanje štetno za okoliš.“

„Sviđa mi se boja i uzorak papira, tekst se dobro vidi te je u dobroj kombinaciji s papirom. Također mi izgleda privlačno kao ambalaža za čaj.“

„Nije napadna nijansa već je ton nježan. Izgleda prirodno i reciklirano. Lijepo i kontrastno se vidi zeleni ton printa.“

„Taj uzorak je najčitljiviji, ima dobar kontrast teksta i pozadine, izgleda najviše ekološki prihvatljiv i vrlo je privlačan za kupnju.“

„Sviđa mi se boja i kakvoća papira. Otisak je lijepo otisnut i može se lako pročitati.“

„Veličinom i oštrinom najbolji je za čitati, a boja je najugodnija očima i djeluje najprirodnije.“

„Jako mi se sviđa. Neutralan je, ugodan, a opet efektan.“

U procjeni ekološke prihvatljivosti znatnu ulogu imaju boja i gramatura papira te širina linija u otisku. Od ponuđenih pet papira ispitanici su za najviše ekološki odabrali srednji papir po svjetlini i najlakši po gramaturi (papir C). Bijeli papir veće gramature (papir A) nije percipiran kao ekološki te ne odgovara za ambalažu niti za kupnju. Otisci od 50 N su čitki i percipirani kao estetski i ekološki prihvatljivi na svjetlijim papirima, dok su za tamnije papire (D i E) povoljniji pritisci od 150 N.

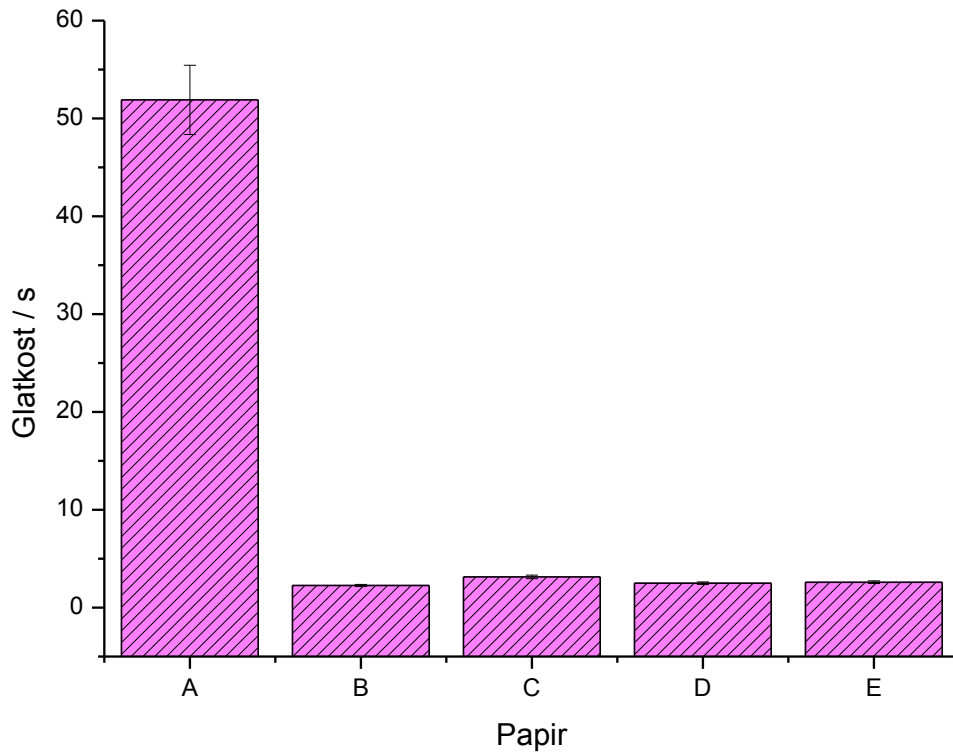
4.3. Metodologija istraživanja objektivnih parametara

Debljina linija mjerila se pomoću Olympus BX51 mikroskopa. Mikroskop može snimati s do 2000 × povećanja, ima Z os za 3D prikaz snimki. Mjerenje linija rađeno je na povećanju 200 ×, dok su snimke slova rađene s povećanje od 100 ×. Po pet mjerenja rađeno je na svakom otisku. Mjerene su linije 200 μm i 80 μm u pozitivu i negativu, čime se na kraju dobilo 12 rezultata za svaki papir. LAB vrijednosti mjerene su X-rite eXact spektrofotometrom.

Glatkost papira mjerena je prema Bekku na PTI-Line Bekk uređaju, proizvođača PTI Austria GmbH. Standardi su: ISO 5627, DIN 53107, TAPPI T479. Uzorak dimenzija 10 mm × 10 mm stavlja se na staklenu pločicu sa stranom za tisak prema dolje. Iznad staklene pločice nalazi se mjerna glava koja se spušta pritišćući uzorak na staklenu pločicu masom od 10 kg. Spremnik za tlak se pomoću vakumskih pumpi isprazni do tlaka od 50.7 kPa. Mjeri se vrijeme u sekundama potrebno da se usiše u spremnik preostali zrak između površine papira i staklene pločice usiše u spremnik dok tlak ne padne na 48.0 kPa. Što je papir glađi potrebo je više vremena da se sav zrak istisne.

4.4. Rezultati i rasprava objektivnih parametara

4.4.1. Glatkost

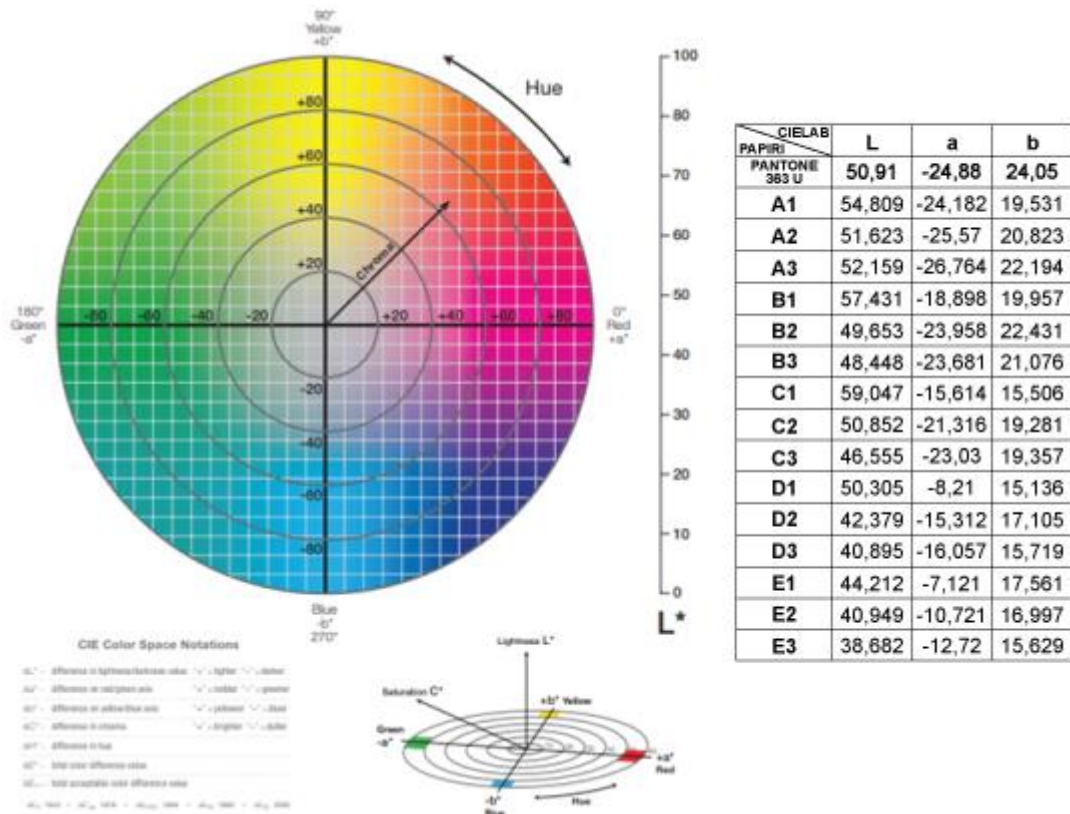


Grafički dijagram 9. Rezultati mjerenja glatkosti po Bekku

Prema rezultatima Grafičkog dijagrama 9. najglađi je A papir. C papir je nešto glađi od ostalih, dok su male razlike između preostala tri papira.

4.4.2. CIE LAB

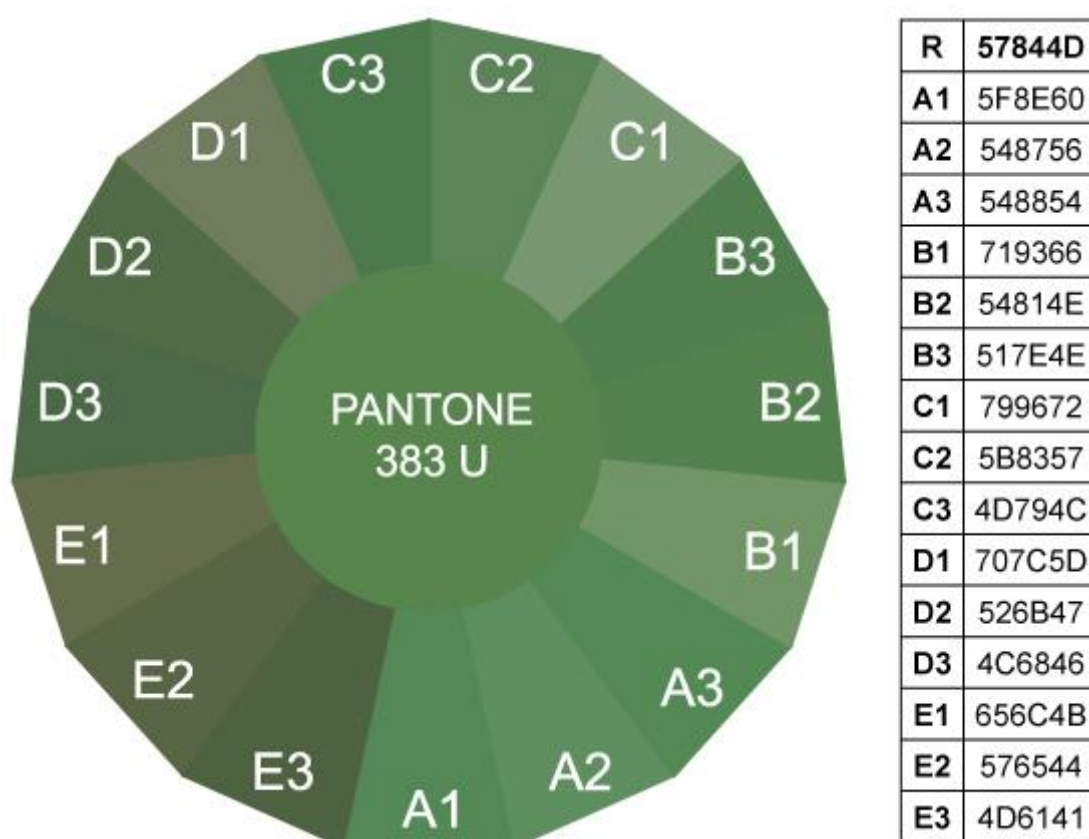
CIE LAB je trodimenzionalno vrednovanje boja koje je najbliže vizualnoj percepciji. L označava svjetlinu i nalazi se na osi aplikata, ima vrijednosti od 0 do 100. Na osi apscise nalazi se a vrijednost koja se odnosi na područje boja zelene i crvene s vrijednostima -100 za zelenu do +100 za crvenu. B vrijednost nalazi se na osi ordinata, a označava područje od -100 za plavu do +100 za žutu boju. Prije mjerenja svakog otiska uređaj je kalibriran u odnosu na puni ton na tom papiru. Na svakom papiru potom je rađeno pet mjerenja. Rezultati mjerenja kao CIE LAB prostor boja prezentirani su na Slici 23.



Slika 23. Ljestvica CIE LAB boja i tablica prosjeka LAB vrijednosti svih otisaka i pantone 363 u boje

(Preuzeto i prilagođeno sa: <https://www.xrite.com/blog/lab-color-space>)

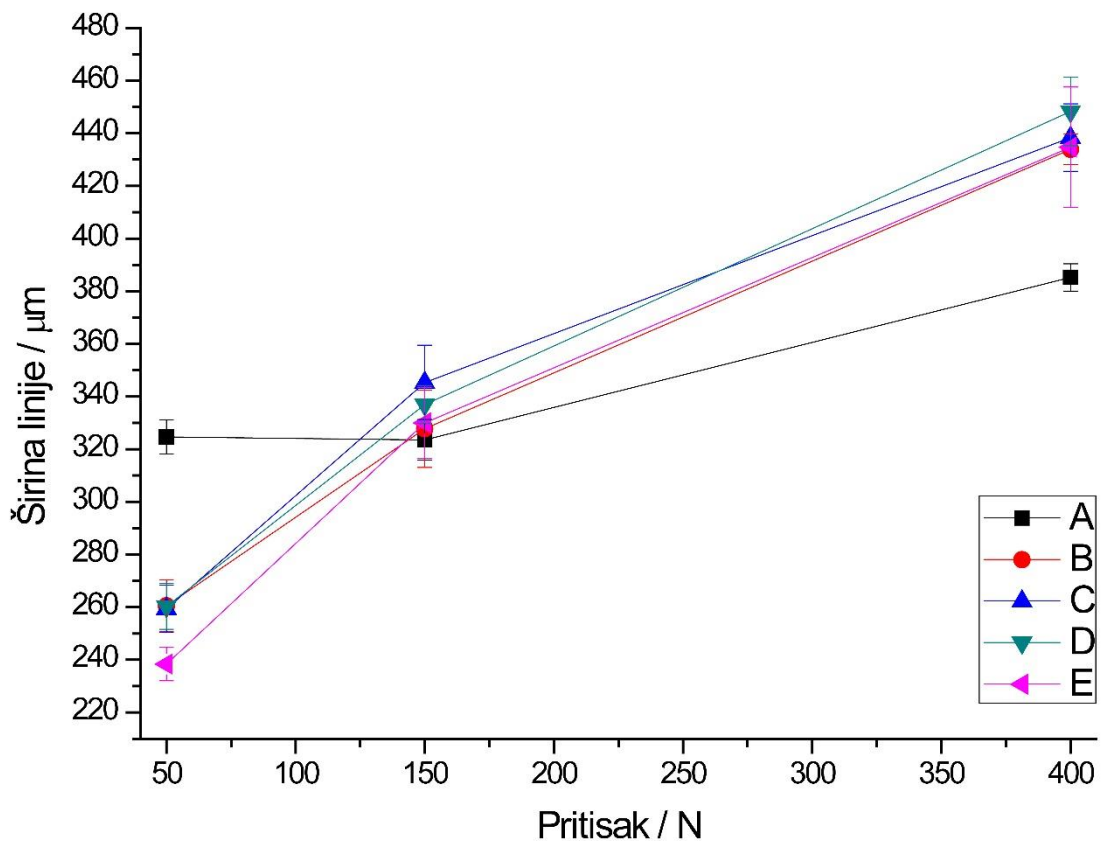
Vrijednosti iz tablice upućuju na to da papiri iz skupine A imaju najbližnje vrijednosti u odnosu na pantone 363 u boju. A1, B1 i C1 uzorku L vrijednost je povećana, što znači da su boje svjetlije. D1 i E1 imaju najmanju vrijednost a, što znači da te boje sadrže najmanje zelenog pigmenta. Generalno najveća odstupanja imaju papiri D i E, čime je potvrđena šesta hipoteza. Odstupanja svakog pojedinog otiska može se vidjeti na Slici 24., gdje R označava realnu boju, odnosno pantone 363 u boju u HEX sustavu. LAB vrijednosti boja konvertirane su u HEX sustav boja.



Slika 24. LAB vrijednosti svakog papira prikazane HEX sustavu boja

4.4.3. Širine linija

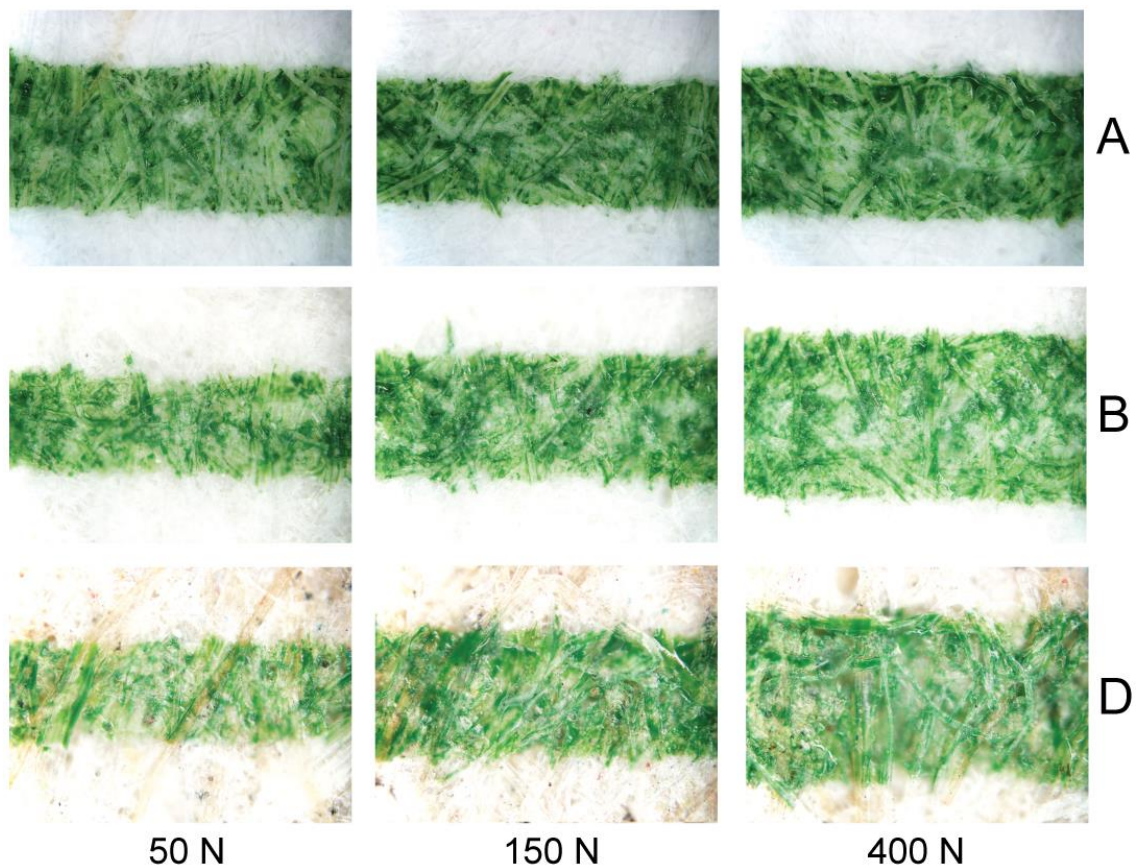
Širine linija mjerene su pet puta za svaku liniju. Po dvije linije mjerene su na svakom otisku, svaka u pozitivu i negativu. Uzeta je linije 0,2 mm kao predstavnik najdeblje linije i 0,08 mm kao predstavnik najmanje otisnute linije. Rezultati linije 0,2 mm u pozitivu prikazani su Grafičkih dijagramom 10.



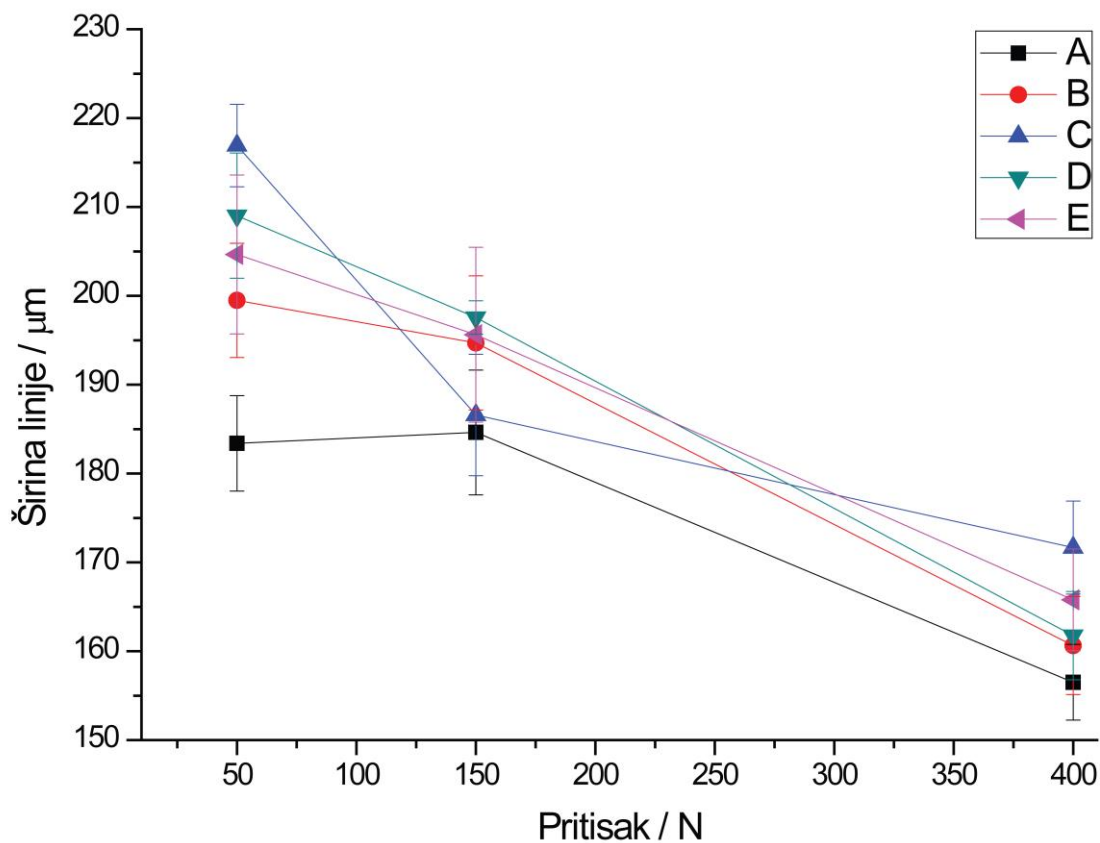
Grafički dijagram 10. Rezultati linije 0,2 mm u pozitivu

Iz dijagrama se može zaključiti da je papir A najkonstantniji u odnosu na ostale. Taj najmanji pomak u odnosu na ostale povezan je s glatkoćom papira. Papir A je najgladi papir i kao takvom, boja se više zadržava na površini. Ostalim papirima zbog smanjene glatkoće boja penetrira u unutrašnjost samog papira i između vlaknaca, zbog čega su znatno veće promjene u širini linija uslijed

povećanja pritiska. Usporedba linija A, B i D vidljiva je na Slici 25. Pri najmanjem pritisku tiskovna forma, koja je fleksibilna, najmanje se deformira. Porastom pritiska tiskovna forma se više deformira čime se povećava površina tiskovnih elemenata, odnosno linija postaje deblja. Na svim papirima linija 0,2 mm pri najmanjem pritisku od 50 N ima veću vrijednost od 0,2 mm. Unatoč tome što na malom pritisku gotovo ni nema deformacije tiskovne forme, vrijednosti za linije na svim papirima su veće nego što bi trebale biti zbog toga što nisu premazani. Nepremazanim papirima boja propada kroz vlakanca i dolazi do većeg razlijevanja boje.

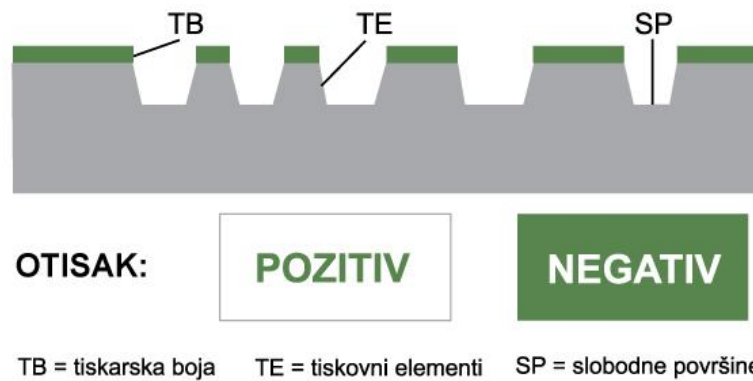


Slika 25. Linije 0,2 mm u pozitivu na papirima A, B i D pri povećanju od 200×



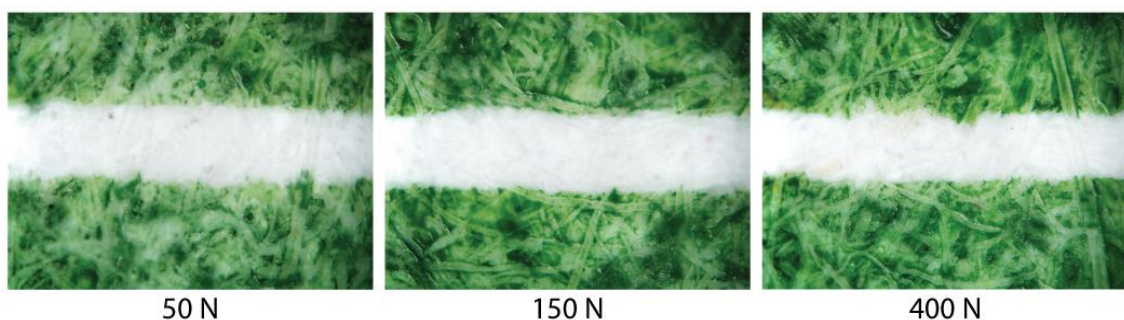
Grafički dijagram 11. Rezultati linije 0,2 mm u negativu

Papir B liniju širine 200 μm u negativu pri najmanjem pritisku od 50 N prikazuje u toj vrijednosti, dok papir A pokazuje manju vrijednost. Ostali papiri pokazuju veću vrijednost za istu liniju. Povećanjem pritiska svim papirima smanjuje se širina linije. To se događa zbog fleksibilne tiskovne forme koja se deformira pri povećanju pritiska. Fleksotisak je vrsta visokog tiska. Kod visokog tiska tiskovni elementi su povišeni u odnosu na slobodne površine, ali kad je riječ o negativu situacija je obratna (Slika 26.).

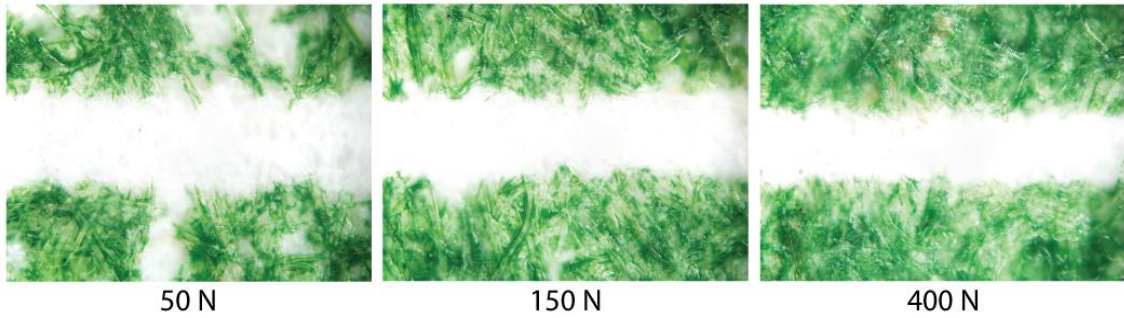


Slika 26. Tiskovna forma visokog tiska u pozitivu i negativu

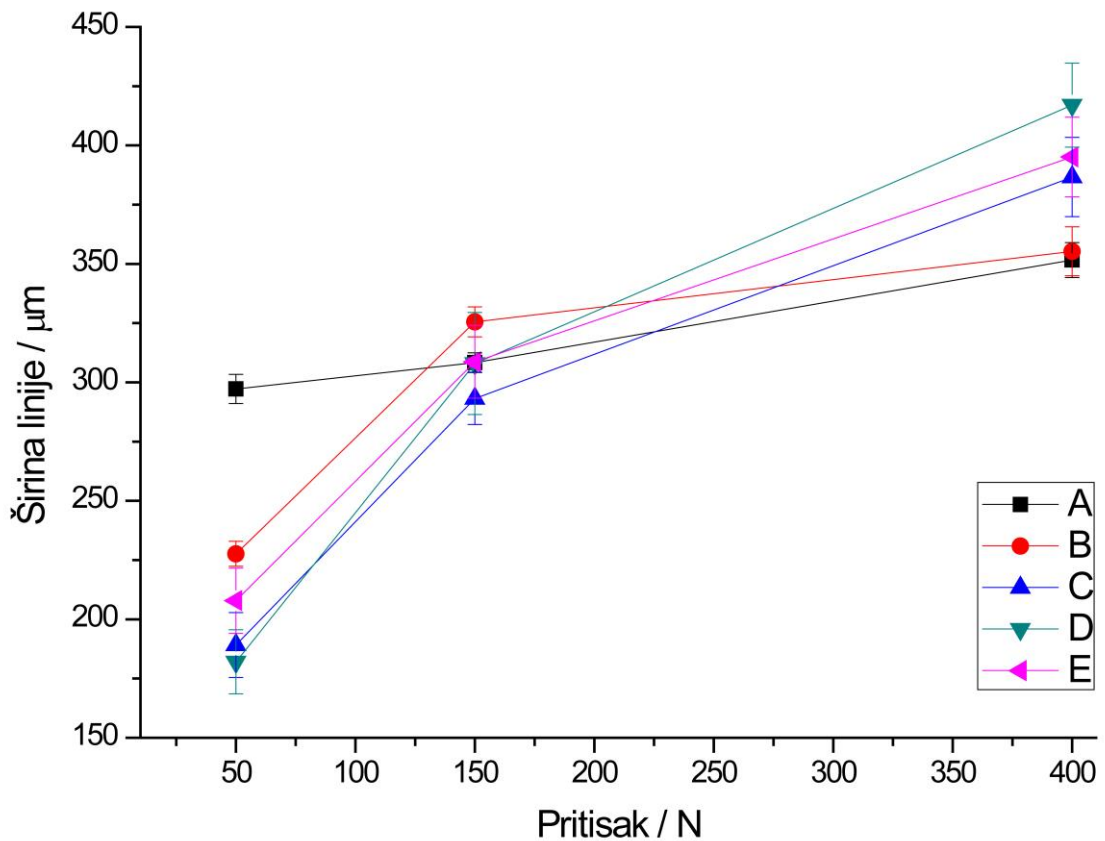
U negativu obojane površine su one koje su slobodne površine u pozitivu, odnosno pozadina ima otisak, a linije su bez boje. Linije od 200 μm u negativu, povećanjem pritiska imaju manje vrijednosti od 200 μm . To se dešava upravo zato što se povećanjem pritiska povišeni elementi više deformiraju čime povećavaju površinu boje, a smanjuju širinu linije. Na svim papirima linija od 0,2 mm na najvećem pritisku od 400 N ima najmanju vrijednost, a kod papira A je najmanja. Pada za otprilike četvrtinu vrijednosti linije (Slika 27.). Najmanju promjenu u širini linije između pritiska od 150 N i 400 N ima papir C, ali i najveću promjenu s pritiska od 50 N na 150 N (Slika 28.).



Slika 27. Prikaz linija od 0,2 mm u negativu na papiru A pri povećanju od 200×



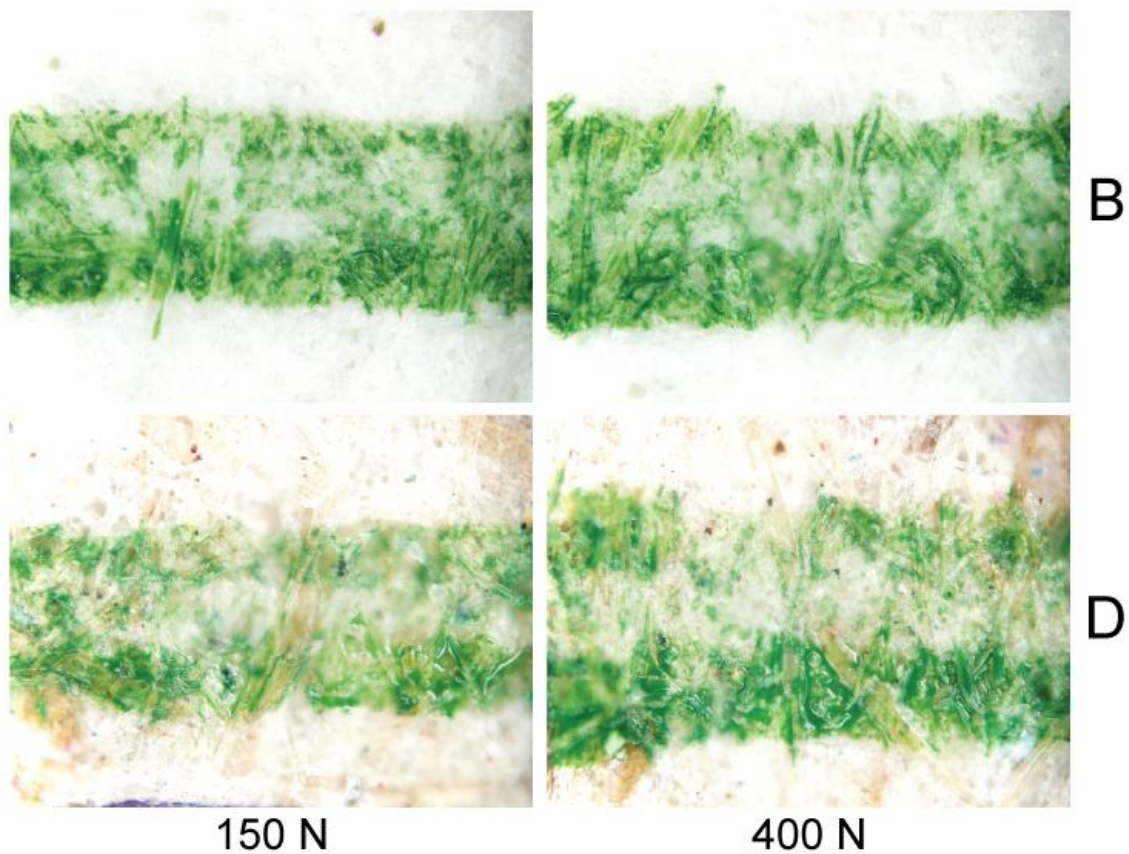
Slika 28. Prikaz linija od 0,2 mm u negativu na C papiru pri povećanju od 200×



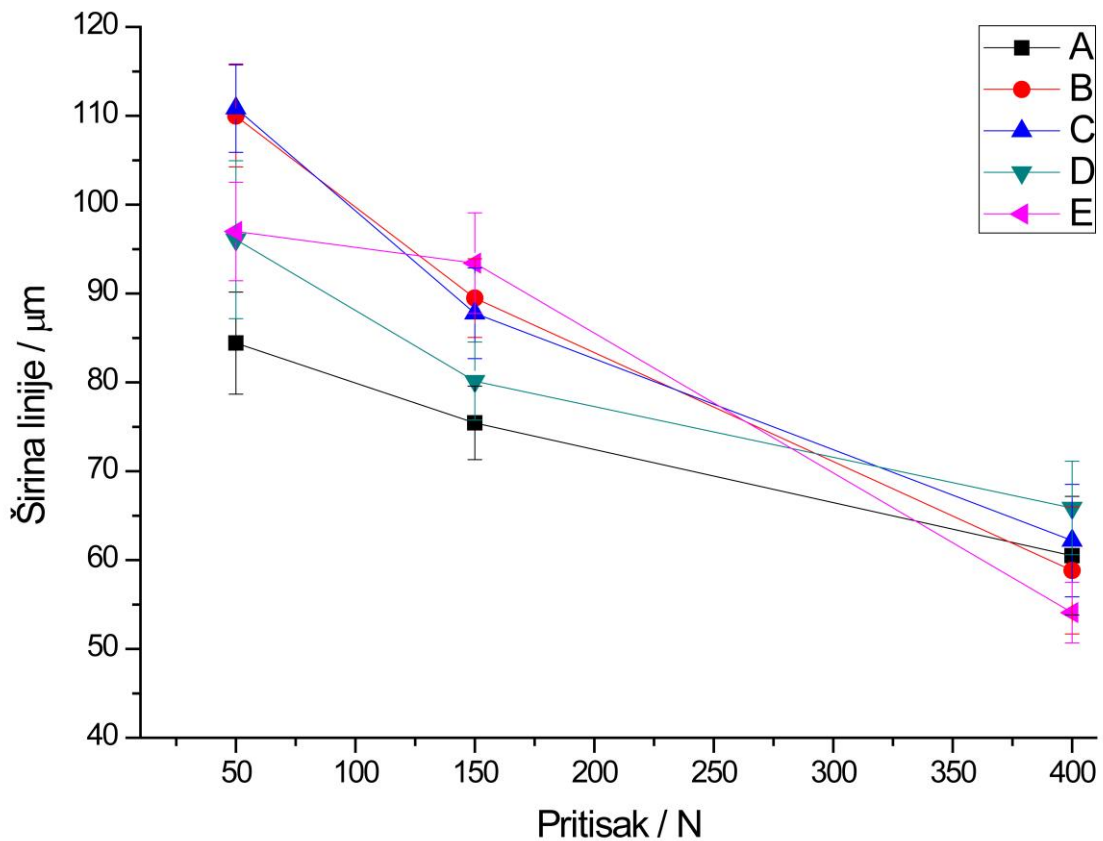
Grafički dijagram 12. Rezultati linije 0,08 mm u pozitivu

Na svim papirima linije su veće od 80 μm . Najtanju liniju pri najmanjem pritisku (50 N) ima papir D, no ona je duplo veća nego što bi trebala biti. Papir A ima znatno deblju liniju od ostalih papira, ali ima najkonstantniju promjenu širine

linije u odnosu na ostale. Papir B ima najmanju promjenu u širini linije s pritiska 150 N na 400 N, dok D ima najveću (Slika 29.). I ovdje je situacija kao i kod linija 0,2 mm da porastom pritiska raste širina linije.



Slika 29. Prikaz linija 0,08 mm u pozitivu na B i D papiru pri povećanju od 200×

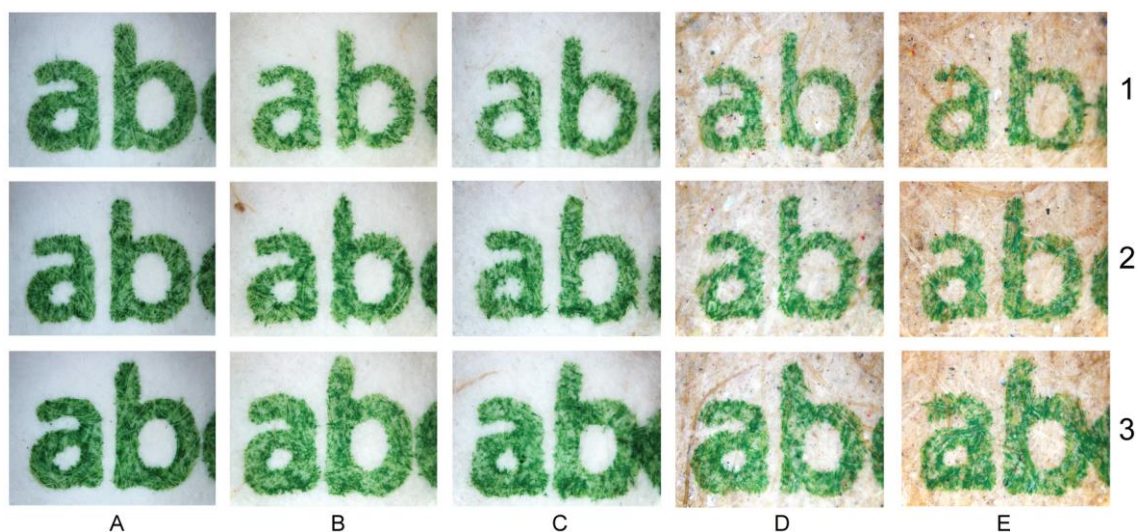


Grafički dijagram 13. Rezultati linije 0,08 mm u negativu

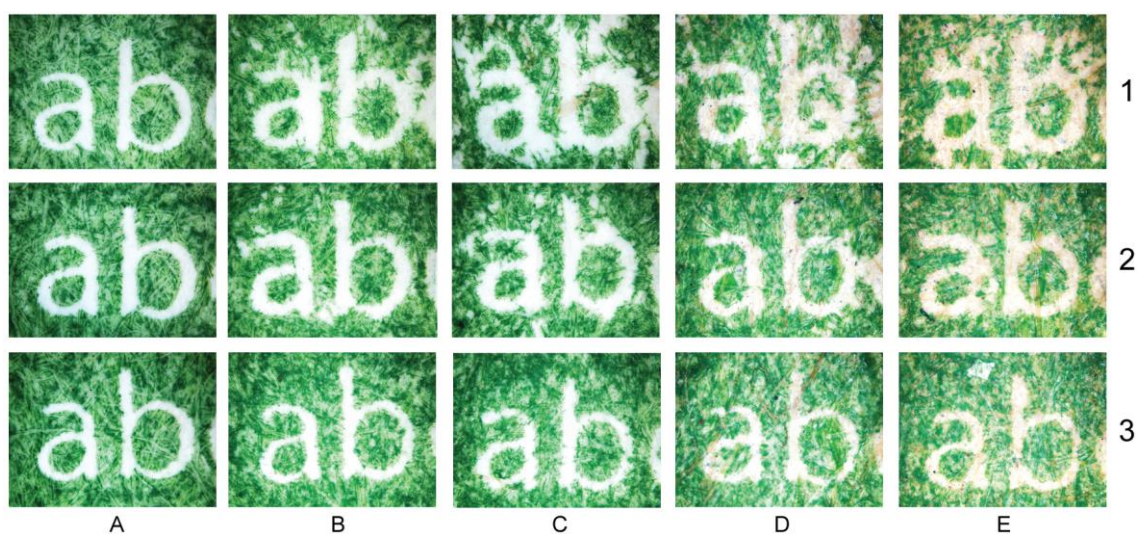
Na papiru A pri pritisku od 50 N linije širine 0,08 mm nešto su veće nego što bi trebale biti, ali su najtanje u usporedbi s linijama na ostalim papirima. Povećanjem pritiska linije 0,08 mm u negativu se stanjuju.

Gledajući sve grafove (Grafički dijagram 10. – 13.) može se primijetiti kako papir A inicijalno ima šire linije u odnosu na ostale, odnosno manje u negativu što se dešava zbog toga što je papir znatno glađi od ostalih. Glađi papiri otporniji su na promjenu širine linije uslijed promjene pritiska jer ne upijaju toliko kao oni sa smanjenom glatkoćom. Devijacije su velike zbog toga što su papiri reciklirani, a da su premazani devijacije bi bile manje. U negativu devijacije su generalno veće od onih u pozitivu zbog toga što je zamijenjena situacija otisak – pozadina. Linije u pozitivu su tanke, odnosno mala je površina, pa je manja mogućnost deformacije od onih u negativu gdje su tiskovne površine mnogo veće, pa je „zatvaranje“ linije uslijed deformacije tiskovne forme jače izraženo i vidljivo. Linije

0,08 mm u pozitivu imaju znatno veće vrijednosti od vrijednosti 0,08 mm. Slične su vrijednostima linijama 0,2 mm.



Slika 30. Slova a i b pri povećanju od 100× u pozitivu na svim otiscima



Slika 31. Slova a i b pri povećanju od 100× u negativu na svim otiscima

Sa slike 30. može se uočiti kako najoštrije rubove na svim pritiscima ima papir A, zato taj papir ima najmanju promjenu širine linije pri promjeni pritiska. Slova su najšira i najviše zapunjena pod pritiskom od 400 N čime se *kerning*

smanjio, a kod pojedinih slova dolazi do preklapanja. Sredina je najbljeđa, kao da nedostaje boje u sredini. To se dešava uslijed različitog rasporeda pritiska zbog prisustva slobodnih površina na mjestu slova.

U negativu, pod pritiskom od 50 N, na papirima C, D i E boja je najmanje ispunjena i jedva se uočava tekst, povećanjem pritiska na 150 N tekst je čitljiviji, ali je i tanji. Pod pritiskom od 400 N, zbog deformacije tiskovne forme, dolazi do brisanja dijelova slova koja su ionako veoma stanjena. Kao i u pozitivu i ovdje papir A ima najčišće linije.

4.4.4. Provjera kontrasta boja

Kako bismo utvrdili zadovoljavaju li otisci preporuke o pristupačnosti slika i teksta za osobe slabijeg vida, izmjereni su kontrasti boja otisaka slova prema boji podloge (Tablica 4.)

Tablica 4. Vrijednosti kontrasta boja slova u odnosu na boju podloge (papir):

	A	B	C	D	E
1	4.41	3.65	3.63	3.12	3.93
2	4.41	3.85	3.89	3.44	4.06
3	3.75	3.89	4.11	3.47	4.10

Minimalni kontrasti boje slova prema pozadini (za veličinu slova od 18pt) zadovoljeni su na svim otiscima osim na otiscima sa papira D. Iz tog razloga papir D ne bi bio pogodan kao podloga za komercijalnu uporabu za boju korištenu u ovom eksperimentu. Najviše vrijednosti kontrasta postignute su na papiru A.

4.5. Usporedba objektivnih i subjektivnih parametara

A papir, kao najgladi papir, u pozitivu i u negativu pri promjeni pritiska ima najmanju promjenu širine linije i najoštrije linije zbog čega je najčitkiji papir uspoređujući po pritiscima. Bijeli papir daje najbolji kontrast pozadine i boje otiska te je zato i boja najbližnja stvarnoj boji, što se vidi na Slici 24. Međutim, subjektivno, bijeli papir, uz to još i najdeblji, najlošije je ocijenjen od strane ciljane publike. Ne izgleda ekološki povoljan, ne odgovara za kupnju ni za ambalažu, estetski je najneprivlačniji i ne djeluje recikliran.

Bijeli papir, premda recikliran, manje je ekološki povoljan od ostalih. U njegovoj strukturi vidljivo je mnogo manje vlaknaca nego kod ostalih papira, što upućuje na veći broj punila i keljiva. Također da bi se dobila bijela boja, vlakanca su morala dodatno biti podvrgnuta bijeljenju. Sve navedeno upućuje da je papir objektivno ekološki najmanje povoljan, što je u skladu sa zaključcima ispitanika.

Smeđi papiri napravljeni su od papirne kaše i kao takvi nisu prikladni za otiskivanje jer postoji mogućnost da pokvare tiskarski stroj. Flora papiri, napravljeni dijelom od recikliranog papira, prilagođeni su za tisak te su kao takvi najbolji odabir za tisak. Papir Giglio sa žućkastim tonom, pod različitim osvjetljenjem, blago interferira sa zelenim otiskom. Prema tome, papir Anice, sa svojom neutralnijom bež bojom, objektivno je najbolji izbor. Po mikroskopskim snimkama slova a i b, pritisak od 50 N najbolji je izbor s obzirom na to da se na pritisku od 150 N previše zapunilo slovo a, a pod pritiskom od 400 N *kerning* se previše smanjio, te dolazi do međusobnog spajanja slovnih znakova. Subjektivnom procjenom odabran je papir C2, koji je najbolje ocijenjen u svim kategorijama. Kriteriji prema kojima je odabran od strane ciljane skupine su najmanja gramatura, neutralna boja, vidljivost vlaknaca te srednja debljina teksta. Ovdje se preklapa odabir papira subjektivnog i objektivnog istraživanja, ali ne i pritisak.

5. ZAKLJUČAK

Današnje ambalaže za čaj u rinfuzi percipirane su kao ekološki povoljne. No, kad se pogleda malo pobliže i prouče korišteni materijali, očigledno je kako to nisu i kako koriste puno različitih materijala. To je problem koji se može riješiti dobro razrađenom, osmišljenom i dizajniranom ambalažom. Kako bi ambalaža uistinu bila ekološki povoljna, osim materijala i dizajna ambalaže, obuhvatiti treba cjelokupan proces proizvodnje što se odnosi na tisak i tiskarsku boju. Dakle, svaki segment treba dobro proučiti i razraditi.

Odabir biorazgradivih materijala (što uključuje odabir boje, veziva te odabir materijala od kojeg se sastoji ambalaža) najbolja je solucija za okoliš. Reciklirani papir, uz to što je biorazgradiv ekološki je najpovoljniji. No, i među recikliranim papirima ima razlika. Na primjer, bijeli reciklirani papiri manje su povoljni od onih koji imaju boju. Tamni papiri, napravljeni od papirne paste, nepovoljni su za tisak, osim ako ih se ne premaže, ali u tom slučaju gube na ekološkoj prihvatljivosti. Najbolji papiri po okoliš su oni u neutralnim bojama na kojima se vide vlakanca, što upućuje da su napravljeni s udjelom recikliranog papira.

Na umu treba imati da će ista boja na drugačijoj podlozi izgledati drugačije. To je faktor o kojem treba razmišljati kad se odabire tiskarska boja i podloga. U obzir treba uzeti i površinu papira. Na glađim papirima otisak je bolji i pri manjem pritisku, dok je na hrapavijim papirima otisak uvijek lošiji bez obzira na pritisak.

Kad je riječ o nanosu boje, objektivna mjerenja treba staviti po strani i treba prilagoditi odabir ciljanoj skupini. Ciljana skupina je ta koja će kupiti i koristiti proizvod, pa im treba prilagoditi pritisak kako im se ne bi stvorila averzija prema proizvodu i kako bi im se olakšalo čitanje.

6. LITERATURA

- [1] Vujković, I., Galić, K., Vereš, M. (2007.). *Ambalaža za pakiranje namirnica*. Zagreb: Tectus d.o.o.
- [2] Milijević, D. (2000.). *Vodič kroz ambalažnu industriju Hrvatske*. Zagreb: Tectus d.o.o.
- [3] Better Meets Reality (2019.) *How Many Times Can You Recycle Different Materials? (Plastic, Paper, Metal, Glass etc.)*, dostupno na: <https://www.bettermeetsreality.com/how-many-times-can-you-recycle-different-materials-plastic-paper-metal-glass-etc/>, pristup: 29. svibnja 2019.
- [4] Gallacher, J. (2018.) *Pringles cans can now be recycled in the UK*, dostupno na: <http://www.recyclingwasteworld.co.uk/news/pringles-cans-can-now-be-recycled-in-the-uk/192639/>, pristup: 28. lipnja 2019.
- [5] Vegwere (2018.) *All about PLA & CPLA – compostable bioplastics made from plant starches*, dostupno na: <https://www.vegware.com/news/2018/12/10/all-about-pla-cpla-compostable-bioplastics-made-from-plant-starches/>, pristup: 28. lipnja 2019.
- [6] Filabot (2015.) *The Misleading Biodegradability of PLA*, dostupno na: <https://www.filabot.com/blogs/news/57233604-the-misleading-biodegradability-of-pla>, pristup: 21. svibnja 2019.
- [7] BioSphere Plastic (2018.) *Is PLA Compostable?*, dostupno na: <http://www.biosphereplastic.com/biodegradableplastic/uncategorized/is-pla-compostable/>, pristup: 21. svibnja 2019.
- [8] Službena internet stranica Resinex tvrtke, dostupno na: www.resinex.hr/polimer-vrste/pla.html, pristup: 5.siječnja 2020.

- [9] Gospodarski list (2012.) *Branje, sušenje, čuvanje i upotreba ljekovitog bilja*, dostupno na: <https://gospodarski.hr/uncategorized/branje-susenje-cuvanje-i-upotreba-ljekovitog-bilja/>, pristup: 5. siječnja 2020.
- [10] Gradska knjižnica Rijeka (2015.) *Iz knjige u lonac: Detoksikacija uz čaroliju čajeva*, dostupno na: <https://gkr.hr/Magazin/Teme/Iz-knjige-u-lonac-Detoksikacija-uz-caroliju-cajeva>, pristup: 9. svibnja 2019.
- [11] Lozo, B. (2014). *Papir*, Zagreb
- [12] Willis, A. (2009.) *Ask the Editor: Recycling Wax Paper*, dostupno na: <https://earth911.com/food/ask-the-editor-recycling-wax-paper/>, pristup: 23. lipnja 2019.
- [13] Sherin, A. (2008). *SustainAble: a handbook of materials and applications for graphic designers and their clients*. Beverly, Massachusetts : Rockport Publishers, Inc.
- [14] Collins, J. W. Q. *United States Patent: Biodegradable container for liquid-containing solid materials*, 5178469, 1993.
- [15] Bond Tech Industries (2016.) *Eco-Friendly Adhesives*, dostupno na: <https://www.bond-tech-industries.com/about-us/blog/eco-friendly-adhesives/>, pristup: 18. lipnja 2019.
- [16] *Mohawk's Environmental Program Attributes*, dostupno na: <https://www.mohawkconnects.com/education/resources/environment>, pristup: 10. siječnja 2020.

- [17] *Flora ecofriendly*, dostupno na:
http://www.gruppocordenons.com/en/products/scheda-prodotto.html?id=2496&brand_id=38, pristup: 10. siječnja 2020.
- [18] *Protection of resources*, dostupno na: https://www.felix-schoeller.com/en_en/company/sustainability/environment/protection-of-resources.html, pristup: 10. siječnja 2020.
- [19] *The certificates of the Felix Schoeller Group.*, dostupno na:
https://www.felix-schoeller.com/en_en/company/sustainability/environment/environmental-protection.html, pristup: 10. siječnja 2020.
- [20] Službena internet stranica *Forest Stewardship Council* organizacije, dostupno na: <https://www.fsc.org/en/page/about-us>, pristup: 10. siječnja 2020.
- [21] *EPDM - tablica karakteristika materijala*, dostupno na:
http://gasket.hr/documents/EPDM_tablica.pdf, pristup: 10. siječnja 2020.

7. ILUSTRACIJE I OSTALI SLIKOVNI SADRŽAJ:

7.1. Shematski prikaz

Shematski prikaz 1. Funkcija ambalaža.....	7
--	---

7.2. Slike

Slika 1. Ambalaža za čajeve u filter vrećicama	2
Slika 2. Ambalaža za čaj u rinfuzi s crnim premazom.....	9
Slika 3. Unutarnji slojevi ambalaže za čaj, redom: masni papir, prozirna folija, aluminijska folija.....	9
Slika 4. Dodatak ambalaži za njeno zatvaranje.....	10
Slika 5. Ambalaža za čaj u rinfuzi bez rješenja za zatvaranje	11
Slika 6. Ambalaža za čaj u rinfuzi s PLA premazom iznutra	12
Slika 7. Zip zatvaranje.....	13
Slika 8. Prikaz plašta ambalaže.....	15
Slika 9. Prikaz plašteva ambalaže na B1 formatu papira.....	16
Slika 10. Prikaz zatvorene ambalaže: A) simulacija, B) geometrijski prikaz nacrtu tijela, C) geometrijski prikaz bokocrta tijela.....	17
Slika 11. Prikaz zatvaranja ambalaže.....	17
Slika 12. Prikaz otvorene ambalaže: A) simulacija, B) geometrijski prikaz	18
Slika 13. Prikaz centra mase: pravokutnika, trokuta i kvadrata.....	19
Slika 14. Pet papira korištenih u istraživanju.....	21

Slika 15. IGT Printability Tester F1 uređaj (Preuzeto sa: http://www.igt.com.sg/products/details/igt-printability-tester-f1-f1-basic-f1-uv-f1-corrugated-f1-100)	23
Slika 16. 15 otisaka s lijeva na desno: A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3, E1, E2 i E3.....	24
Slika 17. Ambalaža bez otiska.....	28
Slika 18. Prvi dio ankete.....	30
Slika 19. Drugi dio ankete	31
Slika 20. Treći dio ankete	32
Slika 21. Ambalaža s otiskom	33
Slika 22. Otvorena ambalaža s otiskom.....	33
Slika 23. Ljestvica CIE LAB boja i tablica prosjeka LAB vrijednosti svih otisaka i pantone 363 u boje (Preuzeto i prilagođeno sa: https://www.xrite.com/blog/lab-color-space)	43
Slika 24. LAB vrijednosti svakog papira prikazane HEX sustavu boja.....	44
Slika 25. Linije 0,2 mm u pozitivu na papirima A, B i D pri povećanju od 200×.....	46
Slika 26. Tiskovna forma visokog tiska u pozitivu i negativu.....	48
Slika 27. Prikaz linija od 0,2 mm u negativu na papiru A pri povećanju od 200×.....	48
Slika 28. Prikaz linija od 0,2 mm u negativu na C papiru pri povećanju od 200×.....	49
Slika 29. Prikaz linija 0,08 mm u pozitivu na B i D papiru pri povećanju od 200×.....	50
Slika 30. Slova a i b pri povećanju od 100× u pozitivu na svim otiscima.....	52
Slika 31. Slova a i b pri povećanju od 100× u negativu na svim otiscima.....	52

7.3. Grafički dijagrami

Grafički dijagram 1. Rezultati ispitanika o ekološki najpovoljnijem papiru.....	35
Grafički dijagram 2. Rezultati ispitanika o recikliranosti pojedinih papira.....	36
Grafički dijagram 3. Rezultati ispitanika za A papire.....	37
Grafički dijagram 4. Rezultati ispitanika za B papire.....	37
Grafički dijagram 5. Rezultati ispitanika za C papire.....	38
Grafički dijagram 6. Rezultati ispitanika za D papire.....	38
Grafički dijagram 7. Rezultati ispitanika za E papire.....	39
Grafički dijagram 8. Rezultati ispitanika za četiri segmenta za sve otiske.....	40
Grafički dijagram 9. Rezultati mjerenja glatkosti po Bekku.....	42
Grafički dijagram 10. Rezultati linije 0,2 mm u pozitivu.....	45
Grafički dijagram 11. Rezultati linije 0,2 mm u negativu.....	47
Grafički dijagram 12. Rezultati linije 0,08 mm u pozitivu	49
Grafički dijagram 13. Rezultati linije 0,08 mm u negativu.....	51

7.4. Tablice

Tablica 1. Prikaz papira korištenih u radu i njihove karakteristike.....	21
Tablica 2. Prikaz označavanja otisaka.....	24
Tablica 3. Prosjeka ocjena svakog otiska.....	39
Tablica 4. Vrijednosti kontrasta boja slova u odnosu na boju podloge (papir)...	53

8. AKSIOMI I MANJE POZNATE RIJEČI:

Anilox valjak je valjak s ćelijama koji prenosi tiskarsku boju na tiskovnu formu

Bezdrvena pulpa je pulpa s određenim udjelom lignina [11]

Biorazgradnja je metabolički ili enzimski proces kojim mikroorganizmi mijenjaju strukturu kemijskih spojeva u okolišu na sastavne dijelove ili ih potpuno razgrađuju

Celulozna vlakanca su osnovni gradivni materijal papira

Deinking flotacija je proces selektivne separacije koji koristi mjehuriće zraka da odstrani čestice boje iz razvlaknjene suspenzije [11]

HEX je heksadecimalni kodovi boja

Keljiva su ljepila, organski dodatci papiru koji homogeniziraju strukturu papira i doprinose smanjenju upojnosti [11]

Kerning je razmak između slovnih znakova

Konvertirati znači prenijeti kompjuterski zapis iz jednog formata u drugi

LAB/CIE LAB je trodimenzionalni prostor boja koji je najbliži vizualnoj percepciji, gdje L označava svjetlinu, A crveno-zeleno i B žuto-plavo područje boja

Metoksipropanol je organsko otapalo 1-metoksi-2-propanol

Papirna kaša/pasta je smjesa vlakanaca koja su toliko stanjena da se ne mogu koristiti za izradu papira

Punila su anorganski dodatci papiru, u pulpu se dodaju obliku praškastih bijelih pigmenata [11]

Rakel je nož koji uklanja višak boje u tiskarskom stroju

Razvlaknjivanje je odvajanje vlakanaca iz isprepletene strukture papira u pojedinačna vlakanca [11]

Slobodne površine (u tehnici visokog tiska) su udubljeni elementi koji ne primaju tiskarsku boju

Škart je višak materijala koji nastaje nakon izrezivanja ambalaže

Tiskovni elementi (u tehnici visokog tiska) su izdignuti elementi koji primaju tiskarsku boju i prenose ju na tiskovnu podlogu

Tiskovna podloga je materijal na koji se otiskuje, u ovom radu papir

VOC spojevi su kratica od „Volatile Organic Compounds“, označava hlapljive organske spojeve (mješavinu ugljikovodika)