

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

# ZAVRŠNI RAD

Toni Vrkić



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

# ZAVRŠNI RAD

## Održavanje strojeva za štancanje i usporedba roto i plošnih štanci

Mentor:  
izv.prof. Dubravko Banić

Student:  
Toni Vrkić

Zagreb, 2018

Rješenje o odobrenju teme diplomskog rada

## **SAŽETAK**

Tema ovog završnog rada je rad i održavanje strojeva za štancanje. Kroz rad će se opisivati proces štancanja kao i njegov radni tok. Navodit će se vrste strojeva za štancanje, načini njihovog rada te će se pobliže opisati određeni dijelovi strojeva. Nakon uvodnog dijela u kojem će se govoriti o održavanju strojeva, spomenit će se povijest štancanja i važnosti te djelatnosti. Opisivat će se strojevi za štancanje, a pobliže će se objasniti rad plošnog i rotacijskog štancanja. Također će se navesti čimbenici koji imaju utjecaj na sam rad stroja i na krajnji proizvod, govorit će se o dijelovima tih strojeva te njihovim ulogama u stroju. Navest će se alati, opisati njihova izrada te njihova primjena u strojevima. U praktičnom dijelu govorit će se o uporabi štancanja u industriji ambalaže od valovitog kartona. Uvod u praktični dio je opisivanje radnog materijala odnosno valovitog kartona. Nakon toga opisivat će se rad rotacijskog i plošnog tipa štance na valovitim kartonima, napraviti će se njihova usporedba te navesti njihove prednosti i mane.

Ključne riječi:

Održavanje, štanca za rotacijski stroj, štanca za stroj za plošno rezanje, valoviti karton

## **ABSTRACT**

The theme of this final work is the work and maintenance of stamping machines. Throughout the work, the process of stamping and its working flow will be described. Types of punching machines, ways of their work, and details of certain machine parts will be described. After the introductory part, which will talk about maintenance of the machines, we will mention the history of stamping and the importance of this activity. The punching machines will be described and the work of flat and rotary punches will be explained more closely. It will also include factors affecting the machine itself and the final product, which will tell about parts of these machines and their roles in the machine. They will talk about tools and their application in machines. In the practical part, we will talk about the use of punches in the corrugated cardboard industry. The introduction to the practical part is a description of work material or corrugated cardboard. After that, rotary and flat punches will be described on corrugated cardboard, their comparison will be made and their advantages and disadvantages will be described.

Keywords:

Maintenance, rotary stamp, flat plate, corrugated cardboard

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. ODRŽAVANJE STROJEVA.....	2
2.1 PODJELA ODRŽAVANJA OVISNO O VELIČINI PODUZEĆA .....	3
2.2 PODJELA ODRŽAVANJA OVISNO O IZVORU FINANCIJSKIH SREDSTAVA.....	5
2.3 PODJELA ODRŽAVANJA OVISNO O VREMENU POPRAVKA .....	5
3. ŠTANCANJE U GRAFIČKOJ INDUSTRIJI.....	7
3.1 POVIJEST ŠTANCANJA .....	9
3.2 STROJEVI ZA ŠTANCANJE.....	10
3.3 STROJ ZA PLOŠNO REZANJE .....	10
3.4 STROJ ZA ROTACIJSKO REZANJE.....	12
3.5 UTJECAJ MATRIJALA NA ŠTANCANJE .....	15
3.6 NAPETOST I PRITISAK PRI REZANJU .....	16
3.7 ALAT ZA ŠTANCANJE .....	16
3.8 RJEŠAVANJE PROBLEMA PRI REZANJU.....	18
3.9 VALOVITI KARTON.....	19
3.9.1 SIROVINE ZA IZRADU VALOVITOG KARTONA.....	20
3.9.2 VALOVI.....	20
3.9.3 VRSTE VALOVITOG KARTONA.....	22
4. PRAKTIČNI DIO .....	24
4.1 USPOREDBA ROTACIJSKOG I PLOŠNOG TIPA ŠTANCE.....	26
4.1.1. ŠTANCA ZA REZANJE NA ROTACIJSKOM STROJU .....	26
4.1.2. ŠTANCA ZA PLOŠNO REZANJE .....	27
5. ZAKLJUČAK.....	29
6. LITERATURA .....	30

## 1. UVOD

Proces štancanja pojavljuje se početkom 20.stoljeća. Tada se štanca u velikom dijelu koristila isključivo za oblikovanje kože za izradu cipela. Zbog očitih prednosti štancanja i druge industrije počinju koristiti tu tehniku kako bi poboljšale kvalitetu i pritom uštedjeli vrijeme i novac. U grafičkoj industriji štancanje ima veliki utjecaj i čestu uporabu. Određene grane grafičke industrije nezamislive su bez uporabe štancanja. Štanca je temelj za rad ambalažne industrije gdje se gotovo cijeli proces izrade ambalaže zasniva na dobroj izvedbi štancanja. Postoji nekoliko vrsti štanci od kojih se najviše koriste štanca za plošno i rotacijsko rezanje. U ovom radu ponajviše će se opisivati ta dva oblika štancanja, a cilj rada je riješiti problem kod odabira između plošnog i rotacijskog rezanja. Ovisno o materijalu, veličini materijala, nakladi i brzini samog rezanja, odabire se odgovarajuća štanca.

Radni tok štancanja počinje izradom kalupa. Kalup se mora prije izrade digitalno pripremiti na način da završni proizvod koji se reže dvodimenzionalnom štancom na kraju procesa bude smisleni trodimenzionalni proizvod (npr. kutija). Nakon digitalne pripreme kalup se izrađuje strojno ili ju izrađuje osoba podučena za takav rad. Metalni kalup stavlja se na već izrezano drvo te mu se dodaje potporna guma. Takva štanca stavlja se na stroj i proces štancanja može početi. Štancanje se odvija na način da štanca udara o ploču na kojoj je obično „ženski“ dio štanice te s tim pokretom reže materijal koji se nalazi između štanice i donje ploče.

## 2. ODRŽAVANJE STROJEVA

Održavanje strojeve podrazumijeva sve procese u kojima se stanje strojeva i radnih sustava održava na razini potrebnoj za proizvodnju. Disciplina koja se bavi organizacijom održavanja radnih sredstava, od zamišljanja i izrade sredstava i njihove uporabe, sve do konačnog proizvoda naziva se terotehnologija.

Isplativost održavanja strojeva određuje se ovisnošću troškova zastoja i troškova održavanja. Troškovi zastoja ovise o količinama zastoja, odnosno što su zastoji učestaliji i duži, to su troškovi zastoja veći dok troškovi održavanja ovise o tome koliko se često rade provjere i održavanja radnih sustava.

Troškovi zastoja i održavanja međusobno su ovisni. Smanjenjem troškova održavanja, odnosno smanjivanjem broja provjera i održavanja sustava uzrokuju se česti i dugotrajniji zastoji, a time i veći troškovi zastoja. S druge strane, prevelik trošak održavanja također nije dobar zbog nepotrebnog trošenja novčanog resursa.[1]

Podjele održavanja se dijele ovisno o:

- veličini poduzeća
- izvoru financijskih sredstava
- vremenu popravka



## 2.1 PODJELA ODRŽAVANJA OVISNO O VELIČINI PODUZEĆA

Kako bi što bolje regulirali troškove te kako ne bi dolazilo do nepotrebnih troškova, postoje službe za održavanje koje se dijele ovisno o veličini poduzeća, vrsti strojeva i stupnju automatizacije te kvalifikacijskoj strukturi radnika. A dijele se na:

- Centralno održavanje
- Pojedinačno održavanje
- Kombinirano održavanje
- Kooperativno održavanje

Centralno održavanje takav je organizacijski oblik službe održavanja kod kojega je u poduzeću samo jedna radna jedinica službe održavanja. U ovoj radnoj jedinici koncentrirani su svi stručnjaci pa je vrijeme rješavanja kvarova vrlo brzo i kvalitetno. Radna sredstva za otklanjanje kvarova su dobro iskorištena i dobro je upravljanje zalihama nadoknadnih dijelova, ali zbog loše povezanosti s proizvodnim odjeljenjima i slabog praćenja sredstava za rad, centralno održavanje slabo reagira na iznenadne kvarove što uzrokuje nepotrebne zastoje u proizvodnji.

Pojedinačno održavanje takav je organizacijski oblik službe održavanja kod kojega svako proizvodno odjeljenje ima svoju jedinicu održavanja. Praćenje stanja sredstava za rad je odlično, kao i reagiranje na iznenadne kvarove, ali ovakve jedinice održavanja zbog nedostatka dovoljnog broja stručnjaka nisu u stanju riješiti sve kvarove pa je potrebno angažirati vanjske stručnjake. Ovo pak poskupljuje održavanje i ukupnu proizvodnju.

Kombinirano održavanje ujedinijuje prednosti centralnog i pojedinačnog održavanja. Proizvodna odjeljenja imaju svoje radionice održavanja s minimalnim brojem zaposlenika koji vrlo brzo reagiraju na iznenadne kvarove i koji dobro poznaju stanje strojeva, njihovih sklopova i dijelova. Oni se

istovremeno brinu o svojoj strojnoj dokumentaciji. U slučaju nastanka kvarova koji oni nisu u stanju riješiti ili kad se radi o velikom opsegu poslova održavanja, pozivaju se stručnjaci iz centralnog održavanja ili se stroj ili uređaj odnosi u radionice centralnog održavanja.

Kooperativno održavanje takav je oblik službe održavanja u kojemu se održavanje radnih sredstava povjerava specijaliziranim radnim organizacijama i to u potpunosti ili djelomično. Ovakvom organiziranju održavanja pristupa se uvijek kad:

- u radnoj organizaciji nema potrebnih kadrova
- kad je poduzeće premalo za organiziranje službe održavanja
- kad je niža cijena vanjskih suradnika
- kad je veća učinkovitost održavanja i sl.

Cilj svakog poduzeća je poslovanje sa što manjim zastojevima i što nižim troškovima. Zato održavanje mora biti kvalitetno, a istovremeno i isplativo, odnosno ekonomično. Samo ako su zadovoljeni ti parametri, poduzeće može biti konkurentno na tržištu. Ekonomičnost i kvaliteta održavanja ovise o izboru metoda održavanja koje se temelje na pet načela:

- Načelo „čekaj pa vidi“; kvar se popravljiva kad je do njega već došlo.
- Načelo „oportunističkog održavanja“; nakon što se dogode početni kvarovi uvode se periodični pregledi pojedinih dijelova“
- Načelo „preventivnog održavanja“; načelo koje ima redovne preglede i popravke prema kalendaru i ima cilj sprječavanje nastanka kvara.
- Načelo „predskazivnog održavanja“; predviđa se vrijeme kvara i reagira se malo prije kritičnog trenutka.
- Načelo „održavanja prema stanju“; stalno praćenje rada stroja te reagiranje prema potrebi. [1]

## 2.2 PODJELA ODRŽAVANJA OVISNO O IZVORU FINANCIJSKIH SREDSTAVA

Prema izvoru financija održavanja se dijele na:

- tekuće
- investicijsko održavanje

Tekuće održavanje korektivno je održavanje, odnosno popravljane izvrednih kvarova, a financira se iz tekućih sredstava poduzeća.

Investicijsko održavanje preventivno je održavanje koje se planira unaprijed pa se i za to održavanje planiraju i troškovi. Ono se financira iz investicijskih fondova poduzeća.[2]

## 2.3 PODJELA ODRŽAVANJA OVISNO O VREMENU POPRAVKA

Održavanje se dijeli prema vremenu popravka u odnosu na napredovaje kvara. Razlikuju se tri bitna oblika održavanja:

- Korektivno održavanje
- Preventivno plansko održavanje
- Preventivno održavanje prema stanju

Korektivno održavanje takvo je održavanje koje se temelji na načelu „kvar-popravak“ i najčešće su hitnog karaktera. Uklanja se samo osnovni kvar koji sprječava nastavak rada dok se ostali kvarovi popraćeni osnovnim popravljaju kasnije tijekom mirovanja stroja.[3]

Preventivno plansko održavanje takvo je održavanje kojim se sprječava nastanak kvara, odnosno unaprijed se planiraju popravci prema vijeku trajanja određenog stroja ili dijela stroja, uređaja. Svi strojni dijelovi kojima istječe vijek trajanja zamjenjuju se novim neovisno o njihovom stanju. [4]

Preventivno održavanje prema stanju takvo je održavanje pri kojim se konstantno vrši nadgledanje nad pojedinim čimbenicima kod stroja poput buke, vibracija, tlaka, temperature i dr. te se intervenira samo kada neki od čimbenika budu u alarmantnom stanju.[5]

### 3. ŠTANCANJE U GRAFIČKOJ INDUSTRIJI

Štancanje podrazumijeva radnju stroja za štancanje, odnosno rezanje štancom pomoću sile pritiska. Štanca se utiskuje u materijal, u većini slučajeva karton te ga izrezuje u oblik identičan obliku samog kalupa, odnosno štance.[6]

Uz kvalitetu ispisa, rezultat rezanja ključan je za uspjeh. Visoki zahtjevi kupaca, kontinuiran razvoj materijala i vremenska ograničenja čine štancanje pravim izazovom.

Visokokvalitetni rezultati rezanja pretežno ovise o tri komponente koje moraju biti optimalno koordinirane. Te komponente su materijal koji treba izrezati, jedinica za rezanje i alat za rezanje.[6]

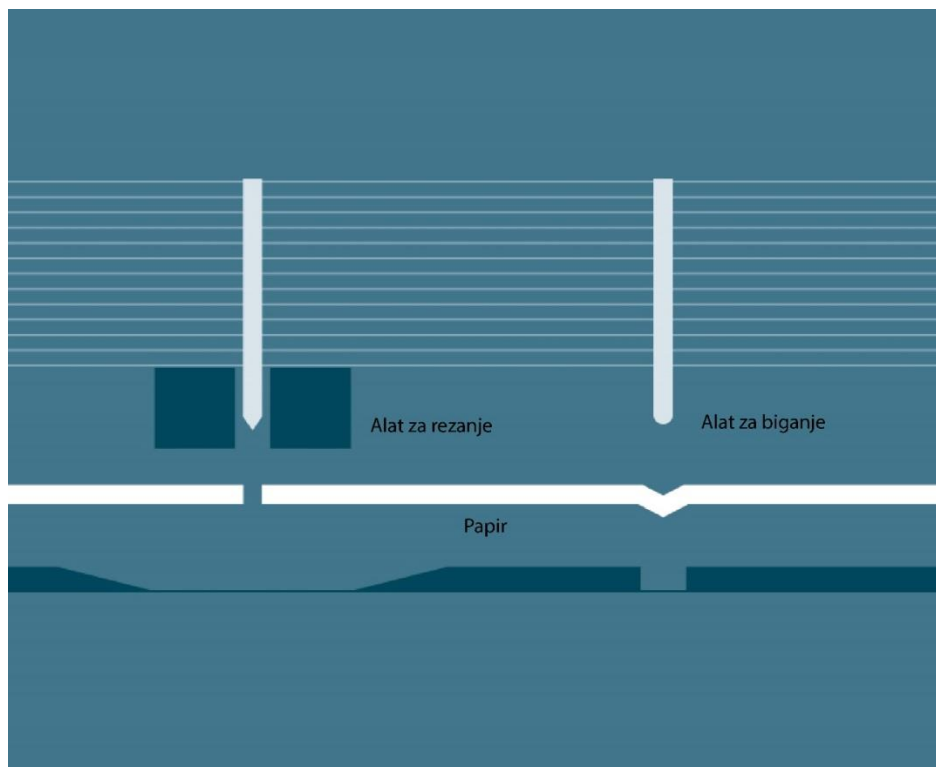
Temeljno, štanca je kombinacija drva, čeličnih oštrica te gume. Napravljena je u posebnom obliku i sa strukturom koja omogućuje kompresiju materijala i na kraju izradu samih oblika, uglavnom kutija ( Slika 1.). Ovisno o debljini papira određuje se jačina čeličnih oštrica. Što je papir deblji, oštrica treba biti jača.



Slika 1. - Izgled štance (preuzeto: <http://diecuttingtools.eu>)

U procesu izrade štanci najvažnija je sposobnost tehničara koji izrađuje štancu. Za rezanje drvenog dijela štance koriste se visoko-tehnološki laserski sustavi, ali oblikovanje i priprema čelične oštrice od najveće je važnosti. Za jednostavnije oblike postoje strojevi koji savijaju, oblikuju i izrezuju oštrice. Za kompliciranije oblike radnik mora s određenim alatima manipulirati oštricama, a ima i primjera kada se oštrice oblikuju prvo pomoću stroja, a zatim ih radnik dovrši alatima. Kad su oštrice dovršene, radnik kliještima umeće oštricu u laserom izrezano drvo te ih nakon toga udarcima dobro učvršćuje kako bi oštrica mogla podnijeti velike sile u procesu štancanja. Nakon što se stavi guma za potporu, štanca je gotova te se umeće na stroj za štancanje. Stroj izerezuje oblike te ih skuplja za daljnje procese, a višak papira koji se dobije izrezivanjem skuplja se za reciklaciju.[7]

Žljebljenje ili biganje te perforiranje također može biti ugrađeno u kalup umjesto da se biganje i perforiranje proizvoda radi na zasebnom stroju nakon što su rezovi već napravljeni. Ovako se postižu precizniji rezultati sa većom brzinom proizvodnje. Isto tako, to olakšava visoku brzinu lijepljenja i bolje rezultate na automatskim linijama za pakiranje ( Slika 2.).



Slika 2. - Alati za biganje i rezanje na jednoj štanci (preuzeto: [www.iggesund.com](http://www.iggesund.com))

Dizajn nacrtu matrice zahtijeva puno iskustva i znanja. Dvodimenzionalni crtež i alat moraju biti vizualizirani kao trodimenzionalni krajnji proizvod. Računalni programi za potpomognuto oblikovanje čine ovaj zadatak malo lakšim nego što bi to bilo prethodno.

### 3.1 POVIJEST ŠTANCANJA

Povijest štancanja duboko je ukorijenjena u usponu industrijalizacije u Americi. Početkom 1900. godine objekti, koji su se bavili štancanjem, otvorili su svoja vrata kako bi oblikovali kožu za izradu cipela. Kako je industrija postala više tehnološki pametna, štancanje je bilo u mogućnosti nositi se s različitim vrstama materijala, što je rezultiralo većim nizom proizvoda za proizvodnju. Proces štancanja uvelike se razvio tijekom posljednjih stotinu i pedeset godina. Eksponencijalni rast tehnologije osigurava i neprekidan rast tehnika štancanja, otvarajući vrata za još preciznije i bolje primjene u rezanju ( Slika 3.).[8]



Slika 3. - Štancanje 1922.g. ( preuzeto: <https://en.wikipedia.org>)

### 3.2 STROJEVI ZA ŠTANCANJE

Zadatak stroja za štancanje je štancati različite nepravilne oblike i plašteve za kutije, koje je nemoguće masovno proizvoditi na strojevima kao što su brzorezač, krugorezač i troležeč. Stroj radi pomoću alata štance koristeći pritom silu pritiska kako bi se obavio zadatak.

### 3.3 STROJ ZA PLOŠNO REZANJE

Plošno rezanje proces je koji se koristi za rezanje, perforiranje i biganje raznih materijala. Koristi se na lakim papirima, kartonima, plastici te na većini vrsta valovitog kartona. Zbog kombiniranja precizne registracije i kontrole u svakoj fazi, stroj za plošno rezanje nudi vrhunsku kvalitetu prilikom rezanja, perforiranja i biganja materijala ( Slika 4.).[9]

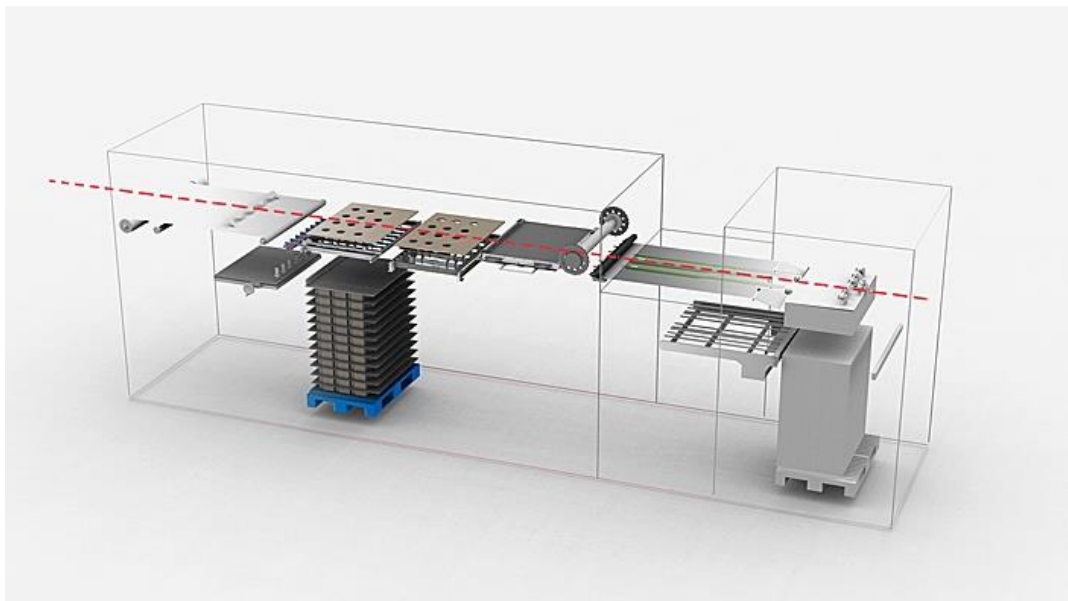


*Slika 4. - Štanca za plošno rezanje (osobna fotografija)*



Stroj za plošno rezanje može biti samostalan ali može biti i u liniji sa tiskarskim strojem ili nekom drugom jedinicom (Slika 5.). Točna konfiguracija ravnog reznog alata varira ovisno o primjeni, ali općenito, elementi koji mogu biti prisutni su:

- Ulagači uređaj koji pomoću usisnih pipka dovodi arak papira s bunta u stroj;
- Umetanje preuzima kontrolu nad svakim pojedinačnim arkom te ga dovodi do alata odnosno štanice;
- Odjeljak za štancanje je najvažniji dio stroja, u njemu se kalup, odnosno alat za štancanje međusobno pritišće sa reznom pločom. Arak papira koji se nalazi između ta dva dijela može biti izrezan, bigan i perforiran;
- Odjeljak za uklanjanje škarta dio je u kojem se pomoću gornjeg alata i središnje ploče uklanja nepotreban unutarnji škart. Nekad se, ovisno o stroju, koristi i igla za skidanje viška materijala;
- Odjeljak za odvajanje pomoću namjenskih i univerzalnih alata odvaja kartonske kutije i slaže ih za daljnje procese pakiranja i dostave kupcu.[9]



Slika 5. - Stroj za plošno rezanje (preuzeto: /www.bobst.com)

### 3.4 STROJ ZA ROTACIJSKO REZANJE

Stroj za rotacijsko štancanje sastoji se od teškog cilindra koji na sebi ima rotacijski kalup (štancu) koji, kada reže papir, prelazi preko površine koja na sebi nosi „ženske“ karakteristike štanice ( Slika 6.).



*Slika 6. - Štanca za rotacijsko rezanje (osobna fotografija)*

U stroj se postavljaju arci ili rola. Rotacijski stroj za štancanje je u većini slučajeva u liniji, kao na primjer sa strojem za tisak. Niz zupčanika će prisiliti kalup na okretanje istom brzinom kao i ostatak tiska, tako da svako rezanje bude u skladu s tiskanjem na materijalu. [10]

Štancanje rotacijskim strojem omogućuje i „tehnika poljupca“ tehniku rezanja. Ta tehnika se izvodi na način da se između noža i anvil cilindra ostavi mali razmak (doslovno debljina papira). Ovaj razmak sprječava u potpunosti rezanje kroz papir. Primjer toga su npr. naljepnice. Kod naljepnica papir je

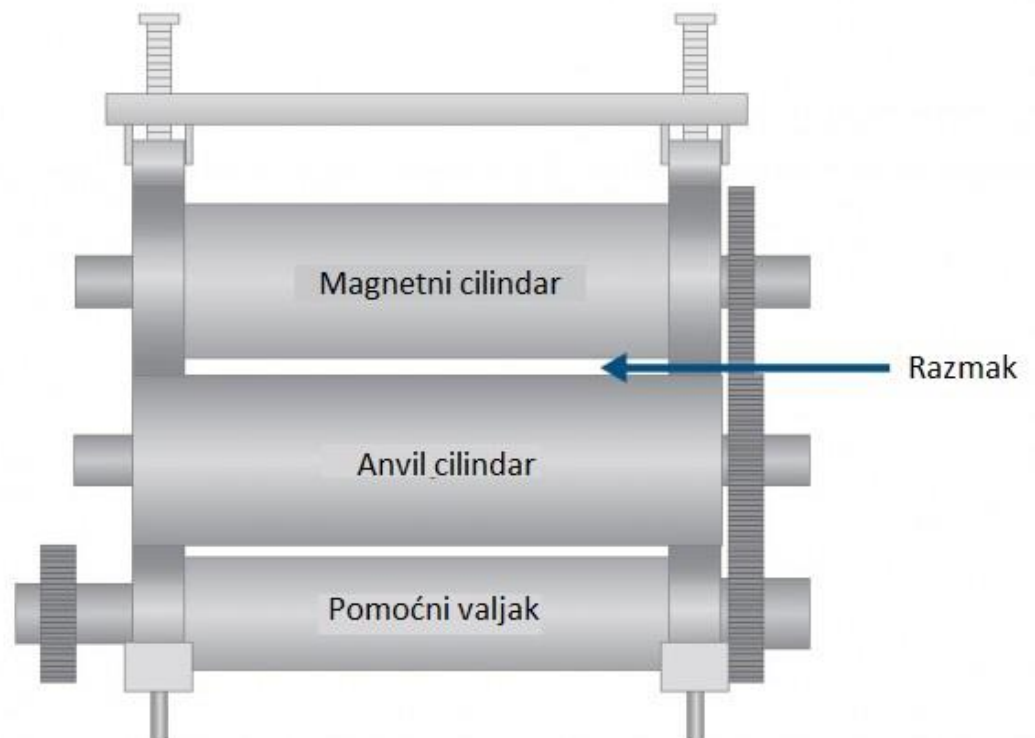
izrezan tako da se one mogu odlijepiti od ostatka papira, odnosno odrezane su točno do početka idućeg materijala. Zbog toga se tehnika naziva „tehnika poljupca“, stroj jednostavno poljubi površinu materijala. (Slika 7.)



Slika 7. - Najlepnice rezane tehnikom poljupca (preuzeto: [www.pointtopaper.com](http://www.pointtopaper.com))

Kalupi koji se koristi pri štancanju s rotacijskim strojem mogu biti kruti nepomični kalupi, podesivi kalupi te kalupi za magnetsku ploču. Nepomični alati imaju visoku toleranciju i napravljeni su od čvrstog čelika. Kod podesivih kalupa mogu se mijenjati oštrice ovisno o istrošenosti oštrica ili vrsti materijala koji se obrađuje. Kalupi za magnetnu ploču koriste se tako da se na cilindar koji u sebi ima magnete, pričvrsti odnosno omota već napravljen kalup koji ostaje pričvršćen za cilindar pomoću magnetskih sila.[11]

Za kvalitetan rezultat rezanja, komponente rezne jedinice ne smiju biti u lošem stanju. Razmak je od posebnog značaja kod rezanja rotacijskom štancem. Za savršeno prilagodbu visine fleksibilnog kalupa materijal koji se treba rezati treba biti točno naveden. Prije spomenuti razmak je udaljenost između magnetskog cilindra i čeličnog cilindra. U Europi je uobičajen standardni razmak od 0.480 mm (480  $\mu$ m), dok je u Sjevernoj Americi uobičajeno 483  $\mu$ m (Slika 8.).[11]



Slika 8. - Razmak između cilindra (preuzeto: narrowwebtech.com)

Odstupanja od  $\pm 2 \mu\text{m}$  od standarda obično nemaju negativnih učinaka na rezultat rezanja. Međutim, ako je razmak znatno manji, nedovoljna udaljenost između cilindara uzrokuje pretjerano rezanje. Uzroci mogu biti istrošeni prstenovi nositelja ili istrošen cilindar. S druge strane, ako je razmak znatno veći od standarda, razmak između cilindara postaje prevelik i rezultat rezanja nije zadovoljen zbog preslabog rezanja. Da bi se to nadoknadilo, mora se postaviti vrlo visoki tlak rezanja, a to stvara veliko naprezanje na prstenove i ležajeve nositelja. [11]

Razmak i sve komponente jedinice za rezanje treba redovito provjeravati i mjeriti kako bi se osigurala veća kvaliteta rezanje kalupa. Određeni proizvođači alata nude besplatna mjerenja razmaka i pružaju stručnu opremu za ovaj zadatak. Jedna utvrđena metoda, na primjer, je sljedeći postupak koji može

provesti operater za kratkoročno rješenje problema. Nakon uklanjanja materijala i fleksibilnog kalupa, površine cilindra temeljito se čiste. Zatim, tri trake od tankog lima (1 mm ili 0.039in) prolaze dva puta kroz pet položaja te se nakon toga izmjere. Debljina trake odgovara veličini razmaka između cilindra i time omogućuje određivanje mogućih nedosljednosti u jedinici za rezanje.[11]

Cilindri u jedinici za rezanje osnova su za visoke rezultate rezanja. Magnetski i anvil cilindri moraju biti proizvedeni na najvišoj mogućoj točnosti. Tolerancija proizvodnje treba biti samo nekoliko mikrona, inače čak i najprecizniji fleksibilni kalupi neće ispravno funkcionirati. Osim toga, treba se pridržavati dovoljnog omjera širine - opsega cilindra.

Ako su rotacijski cilindri pogrešno postavljeni, postoji opasnost od savijanja. Dinamičke sile u rezu poprečnih linija mogu deformirati cilindre. Kao posljedica toga, rezanje u sredini role postaje previše slabo. Pravilo za magnetske i anvil cilindre je: opseg bi trebao biti barem jednak radnoj širini cilindra.

Međutim, cilindri ne moraju biti samo vrlo precizni i stabilni, nego moraju biti i izrazito čisti. Pri čišćenju magnetskog cilindra treba se strogo pridržavati odgovarajućih sredstava za čišćenje. Određene kemikalije mogu utjecati na ljepilo magneta, tako da cilindar počinje "krvariti", tj. ljepilo se počinje izlučivati iz magneta, što negativno utječe na rezultat rezanja. Za sprječavanje "krvarenja" treba koristiti samo sredstvo za čišćenje koje preporučuje proizvođač, a cilindri trebaju biti nauljeni s proizvodima za zaštitu od korozije nakon upotrebe cilindra.

### 3.5 UTJECAJ MATRIJALA NA ŠTANCANJE

Svojstva materijala imaju znatan utjecaj na optimalno oblikovanje alata za rezanje: kod rotirajućeg rezanja, debljina i svojstva materijala zajedno s razmakom između cilindra određuju visinu linija za rezanje (oštrica). Ponekad se koriste i višeslojni materijali koji zahtijevaju različite visine u jednom alatu.

Kut i kosina rezanja prilagođava se ovisno o tvrdoći i kompresibilnosti materijala. Čvrsti materijali obično se režu pod strmim kutom.

### 3.6 NAPETOST I PRITISAK PRI REZANJU

Uz razmak između cilindra, količina inicijalnog pritiska ("prednaprezanje") u stroju za rezanje kritična je za uspješno i precizno rezanje. Sila pritiska mora biti veća od rezultirajuće otpornosti materijala, što je uglavnom uzrokovano poprečnim crtama. Drugi važan čimbenik u procesu rezanja je proizvodnja topline. To je uzrokovano trenjem između magnetskog cilindra i anvil cilindra tijekom rada stroja. Tlak u stroju za rezanje kontinuirano se povećava uslijed proizvodnje topline i može dovesti do prevelikog prodora oštrice za rezanje u materijal i oštećenja košuljice.

Za učinkoviti proces, uporaba sustava kontrole pritiska može biti vrlo korisna. Takvi sustavi olakšavaju podešavanje i kontrolu pritiska rezanja. Tlak rezanja može se ravnomjerno podesiti na obje strane cilindra pomoću tlačnih ćelija. Ako cilindar stvara previše tlaka zbog toplinskog širenja, to se može odmah očitati na zaslonu ćelije.[11]

### 3.7 ALAT ZA ŠTANCANJE

Fleksibilni kalupi ne samo da su troškovno učinkoviti, već i skraćuju vrijeme postavljanja pri promjeni posla, lako se zamjenjuju i njihovo skladištenje štedi prostor(Slika 9.). Da bi se osigurala tolerancija proizvodnje od nekoliko mikrona, strojevi koriste najsuvremeniju CNC tehnologiju.CNC (Computer Numeric Control) strojevi su automatizirani alati koji su upravljani pomoću programiranih naredbi modeliranih pomoću računala koje ujedno ima važnu

ulogu u upravljanju istima. Proizvođači alata nude fleksibilne kalupe u različitim kvalitetama ovisno u primjeni samog alata.

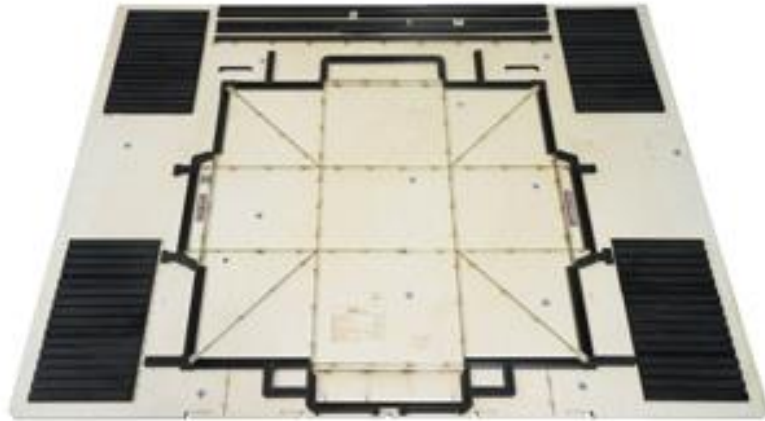


*Slika 9. - Fleksibilna štanca ( preuzeto: <http://www.suron.com>)*

Često se nanosi lasersko otvrdnjavanje, što daje vrhu oštrice određenu stabilnost. Posebne prevlake (npr. nikal ili krom) štite oštrice za rezanje od habanja i omogućuju dug životni vijek. Mogu se upotrijebiti razni neodrživi premazi protiv ostataka tinte i ljepila.[11]

Za neke zadatke ipak je bolje koristi krute kalupe. Kao na primjer kod prerade voluminoznih materijala ili kod procesa u kojem bušeni materijali moraju biti odstranjeni. Također, cilindri za oblaganje i podrezivanje se mogu opremiti zamjenjivim noževima i koristiti za lomljenje i preklapanje perforiranih dijelova obrađenog materijala.

Za razliku od fleksibilnih kalupa, čvrsti kalupi nude prednost zbog mogućnosti prerađivanja i obnavljanja. Međutim, za proizvodnju čvrstih kalupa veći su troškovi i produljeno je vrijeme proizvodnje u usporedbi sa fleksibilnim kalupima. Štoviše, za razliku od fleksibilnih kalupa, nije moguće poduzeti naknadne korekcije okretanjem, pomicanjem ili postavljanjem alata (Slika 10.)  
.[11]



Slika 10. - Kruta štanca ( preuzeto: <http://www.modelgroup.com>)

### 3.8 RJEŠAVANJE PROBLEMA PRI REZANJU

Kad nastane problem pri rezanju, uzrok se obično može pripisati jednoj od sljedeće tri komponente. Stoga uvijek ima smisla najprije provjeriti sljedeće točke:

- Koji je materijal izrezan? (vrsta i sastav materijala, debljina košuljice, željena primjena, rezanje poljupcem i / ili izrezivanje)
- Jesu li jedinica za rezanje i cilindri u zadovoljavajućem stanju? (istrošenost, tlačna stabilnost / pritisak rezanja, veličina razmaka, dovoljan omjer širine i opsega)
- Je li alat za rezanje u redu? (istrošenost, pogreške u proizvodnji)[11]



### 3.9 VALOVITI KARTON

Valoviti karton materijal je koji se sastoji od dva, tri, pet ili sedam slijepljenih slojeva papira od kojih su jedan, dva ili tri valoviti. Najveću svrhu imaju kao ambalažni proizvod (Slika 11.).[12]



Slika 11. - Ambalažni proizvodi – kartonske kutije ( preuzeto: <http://www.faspak.co.uk>)

### 3.9.1 SIROVINE ZA IZRADU VALOVITOG KARTONA

Osnovne sirovine za izradu valovitog kartona su papir i ljepilo koje povezuje ravne i valovite slojeve.

Papiri od kojih je sastavljen valoviti karton najviše utječu na njegovu kvalitetu. Papiri koji se koriste za vanjske (ravne) slojeve moraju imati veliku otpornost na vlak kako bi zadržali ravnost ploče valovitog kartona te trebaju imati veliku otpornost na udarce koji se događaju prilikom transporta. Papiri za vanjski sloj gramature su od 100 g/m<sup>2</sup> do 450 g/m<sup>2</sup> i može ih se podijeliti prema sirovini od koje se izrađuju. Papiri za izradu vala moraju imati dobru sposobnost formiranja te moraju imati veliku otpornost na tlačnu silu.[13]

Da bi valoviti karton bio kvalitetan, osim papira, veliki utjecaj ima i izbor ljepila za povezivanje slojeva. Ljepilo mora biti kvalitetno kako bi pri velikim brzinama stroja stiglo slijepiti slojeve do te mjere da se oni ne mogu odvojiti jedan od drugog. U proizvodnji valovitog kartona najčešće se koristi škrobno ljepilo zbog biljnog podrijetla i načina pripreme koja ne koristi štetne tvari. Zbog tih karakteristika je prigodan za ambalažu namirnica.[14]

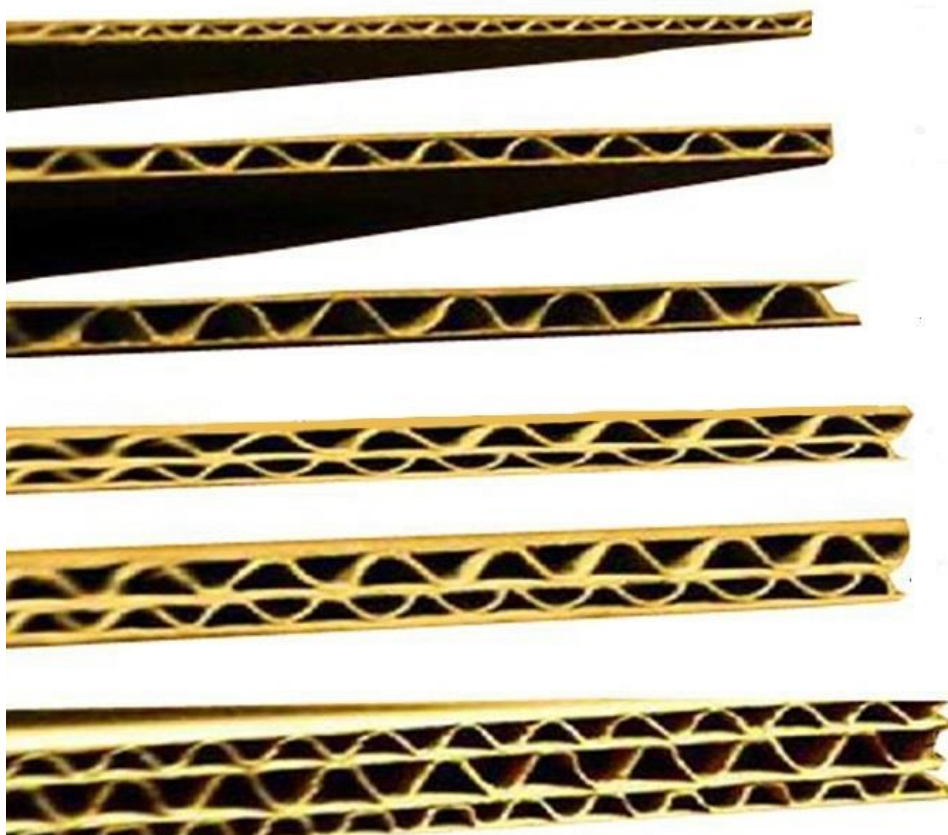
### 3.9.2 VALOVI

Dobra mehanička svojstva valovitog kartona glavi su razlog njenog širokog korištenja. Upravu za ta mehanička svojstva zaduženi su valoviti slojevi. Kako se razlikuje teret koji kutije od valovitog kartona prenose, tako se razlikuju i valovi unutar njega. Zadatak valovitog sloja odupiranje je dinamičkom probijanju te se iz tog razloga oni formiraju u sinusoidan oblik kako bi valoviti karton imao mogućnost amortizacije udaraca (Slika 12.).



Slika 12. - Oblik vala u valovitim kartonima (osobna ilustracija)

Kako se vrste valova razlikuju prema visini, dužini i broju koraka, tako se razlikuju i prema mehaničkim svojstvima pojedinog vala ( Slika 13.).



Slika 13. - Vrste valova u valovitim kartonima (preuzeto: <http://www.saxonpackaging.co.uk>)

## RAZREDI VALOVA

Val A ima najmanju otpornost na tlak i savijanje u smjeru okomitom na pružanje vala dok najbolje ublažava dinamička opterećenja okomita na valoviti karton te ima najveću otpornost na savijanje u smjeru pružanja vala.

Val C je odmah iza vala A po visini vala što ga čini nešto boljim u otpornosti na tlak i savijanje okomito na pružanje vala, ali ima lošiju otpornost na dinamičko opterećenje te lošije savijanje u smjeru pružanja vala.

Val B ima veliku otpornost na tlak i savijanje okomito na smjer pružanja vala, a malu otpornost na smjer okomit od pružanja vala te malu otpornost na dinamička opterećenja.

Val E ima najniži val i zato ima najveću otpornost na tlak i savijanje okomito od smjera pružanja vala dok su mu otpornost na dinamička opterećenja i otpornost na savijanje u smjeru pružanja vala najmanji. Uz navedene valove, postoji i val F koji se u industriji valovitog kartona vrlo rijetko koristi.

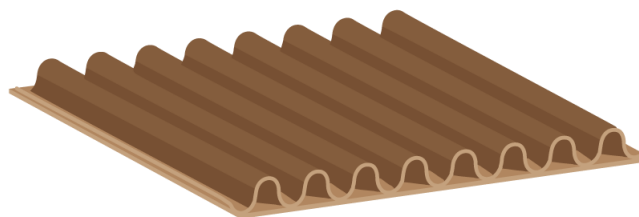
### 3.9.3 VRSTE VALOVITOG KARTONA

Valoviti karton dijeli se prema broju slojeva koje sadrži. Najjednostavniji je dvoslojni valoviti karton koji se sastoji od jednog ravnog sloja i jednog valovitog sloja. On nije stabilan, odnosno nije dovoljno čvrst, već je savitljiv te se koristiti kao zaštita oko boce ili keramičkih posuda prilikom transporta

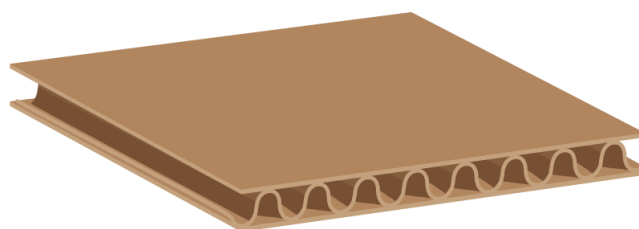
Troslojni valoviti karton sastoji se od dva ravna i jednog valovitog sloja koji su međusobno sljepljeni. Ovakva vrsta valovitog kartona najviše je korištena u današnjoj proizvodnji. On je stabilan zbog dva ravna sloja koja sprječavaju savijanje valovitog sloja te se najčešće koristi u izradi kutija.

Peteroslojni valoviti karton sastoji se od tri ravna sloja, od kojih su dva vanjska, jedan unutarnji te dva valovita sloja. Takav valoviti karton čvršći je od troslojnog i koristi se za pakiranje težih i osjetljivijih proizvoda. Budući da ima dva valovita sloja, može dolaziti u kombinacijama valova.

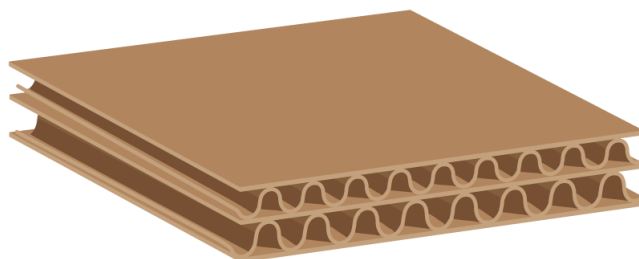
Sedmeroslojni valoviti karton sastoji se od četiri ravna sloja od kojih su dva vanjska, dva unutarnja te tri valovita sloja. Ovakva vrsta u današnjoj proizvodnji nije česta jer nema velike potrebe za tako čvrstim kutijama.[15]  
(Slika 14.) (Slika 15.) (Slika 16.) (Slika 17.)



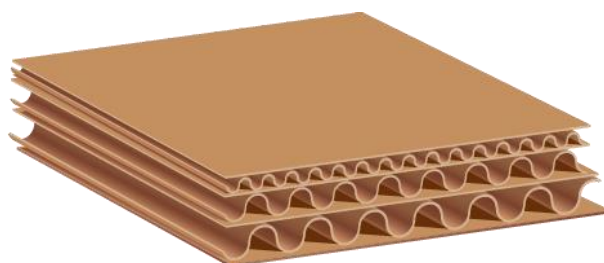
Slika 14. – Dvoslojni valoviti karton ( preuzeto: <https://www.montcc.com>)



Slika 15. – Troslojni valoviti karton ( preuzeto: <https://www.montcc.com>)



Slika 16. – Peteroslojni valoviti karton ( preuzeto: <https://www.montcc.com>)



Slika 17. – Sedmeroslojni valoviti karton ( preuzeto: <http://www.nelsoncontainer.com>)

#### 4. PRAKTIČNI DIO

U obradi kartona, rezanje i biganje operacije su koje se obično izvode istodobno, a mogu biti u off-line (Slika 18.) ili in-line (Slika 19.) odnosu sa tiskarskim strojem. U in-line obradi dominiraju kartonske kutije za cigarete, većina ostalih kartonskih radova obavlja se off-line. Često se kombinira rezanje i nabiranje sa reljefnim tiskom. Da bi se postigao dosljedan, točan rezultat, važno je odabrati prave alate, postavke stroja, vrstu te uvjete kartona. Detaljne tehničke informacije o dizajnu alata, strojevima i postavkama dostupne su preko dobavljača strojeva i alata. Manje informacija je dostupno u vezi interakcije između strojeva, alata i kartona.



*Slika 18.- Off-line stroj ( preuzeto: [www.indiamart.com](http://www.indiamart.com))*



*Slika 19.- In-line stroj (preuzeto: [www.skmflexo.com](http://www.skmflexo.com))*

Važno je prepoznati razlike između različitih vrsta (razreda) kartona. Svi se razredi mogu izrezati i bigati, ali da bi se postigao najbolji rezultat za svaku aplikaciju važno je podesiti cijeli proces prema vrsti kartona kako bi se dobio željeni rezultat. Zbog vrste i pojedinačnih svojstva različitih razreda kartona, štancanje, biganje i perforiranje može biti izvedeno s različitim uspjehom. Uobičajeno je za sve kartone da se rezultati razlikuju ovisno o smjeru vlakana, sadržaju vlage, debljini te količini i vrsti površinske obrade (pigment, plastične ili metalne folije). Prohodnost kroz jedinicu za rezanje vrlo je važno u štancanju kartona.

Kako bi zadovoljili zahtjeve, postavke stroja od vitalne su važnosti. Sadržaj vlage, oblik i dimenzije kartona su važni u procesu rezanja kartona štancom. Djelomično odrezani karton mora imati dovoljnu čvrstoću da se transportira na jedinicu za uklanjanje. Čak i manje varijacije i poremećaji mogu uzrokovati lom i zastoj cijele proizvodnje. Nakon vrste kartona, količina vlage i debljina kartona sljedeća su dva najvažnija čimbenika.

Dobar rez treba biti čist i bez otpadnih vlakana i čestica. To će dati točne i čiste rubove i izbjeći probleme kontaminacije tijekom daljnje obrade kartona ili prilikom pakiranja. Izrezane praznine, odnosno škart ostaju međusobno

povezane. Kako bi se spriječilo neželjeno odvajanje listova tijekom prijenosa na sljedeće stanice, snaga dijelova koji povezuju listove od velike je važnosti za visoku stopu proizvodnje. No istodobno je važno da se izrezani karton može lako odvojiti u operaciji skidanja koja uklanja otpad od kartona. To znači da je potrebna optimalna snaga tih dijelova kako bi krajnji rezultat bio što bolji.

#### 4.1 USPOREDBA ROTACIJSKOG I PLOŠNOG TIPRA ŠTANCE

##### 4.1.1. ŠTANCA ZA REZANJE NA ROTACIJSKOM STROJU

Rezanje štancem na rotacijskom stroju nudi visoku brzinu, uz visoku točnost i visoku toleranciju. Strojevi također imaju mogućnost za stvaranje složenih i višeslojnih dijelova. To je rezultat sposobnosti stroja da izvodi više funkcija sve unutar istog ciklusa obrade. Stroj će povući materijale koji se u njemu mogu rezati, organizirati i još mnogo toga. Konstantan rad koji pruža rotacijski stroj za rezanje nije dostupan kod plošnog stroja za rezanje.

#### PREDNOSTI

Brzina - pozitivan faktor pri korištenju ovog oblika štancanja. Uzevši u obzir da ti strojevi mogu obraditi veliku količinu materijala po minuti, rotacijsko štancanje rezultira znatnom proizvodnjom učinkovitosti. Druge metode štancanja mogu biti znatno sporije i manje precizne.

Trošak - trošak rotacijskog štancanja obično je manji od ostalih oblika rezanja. Jedan od razloga je taj što ostale metode proizvodnje mogu zahtijevati više operacija koje se moraju obavljati na drugim strojevima dok rotirajući stroj može obavljati sve operacije u liniji, čime se štedi vrijeme i novac.



Škart - rezanje proizvoda uzrokuje otpad, bez obzira na metodu koju koristi. Rezanje na rotacijskom stroju svojom preciznošću omogućuje smanjenje otpada koje štedi novac i pridržava se načela ekološki prihvatljive proizvodnje.

## NEDOSTATCI

Jedna od stvari koju treba uzeti u obzir je mogućnost korištenja rotacijskog stroja za štancanje samo u određenim veličinama samog materijala koji se štanca. Duljina, visina i širina podložni su ograničavanju rotacijskog stroja. Drugi oblici rezanja omogućuju veće gotove proizvode. Alat također može biti skuplji od ostalih konvencionalnih alata za rezanje.

### 4.1.2. ŠTANCA ZA PLOŠNO REZANJE

Iako je stroj za plošno rezanje sporiji od rotirajućeg stroja, rezanje na ravnoj ploči nudi mogućnosti koje rotacijski stroj jednostavno ne može. Najočitiya razlika je veličina materijala koju strojevi mogu obraditi. Za deblje materijale ili niže proizvodne količine, plošno rezanje obuhvaća širok raspon različitih rješenja za rezanje. Također, izrada alata odnosno štanca koja se stavlja na ovaj stroj je jeftinija.

Rezanje na ravnoj ploči koristi se:

- ako je proizvod izrazito tvrd
- ako materijal dolazi samo u arku
- ako je narudžba relativno mala
- ako je potrebna isplativa opcija

## 5. ZAKLJUČAK

Štancanje igra veliku ulogu u grafičkoj industriji. Naročito velik utjecaj ima u ambalažnoj grani grafičke industrije gdje je jedan od važnih čimbenika. Štancanje omogućuje rezanje nepravilnih oblika velikom brzinom zbog čega je moguć rad s velikim naklada, što ne bi bilo moguće rezanjem na primjerice brzorezaču ili trorezaču. Uz te prednosti na štancu se mogu dodati i alati za biganje i perforiranje što još dodatno ubrzava cijeli proces izrade ambalaže. Postoje dvije glavne vrste strojeva za štancanje koji su zastupljeni u ambalažnoj industriji: strojevi s plošnim i rotacijskim rezanjem. Primarne razlike između rotacijskog i plošnog rezanja su učinkovitost stroja i troškovi rada. Rezanje na plošnom stroju ponekad je manje učinkovito, ali je zato i manje skupo za rad u određenim primjenama, u odnosu na rezanje u rotacijskom stroju. U osnovi, alati za plošno rezanje su jeftiniji, ali stroj radi sporije, gubi se vrijeme što u konačnici znači i gubljenje novca. Kod odabira štanice mora se sagledati znatan broj čimbenika te naći optimalno rješenje kako bi se u konačnici dobio što veći profit. Kod manjih naklada isplativije je odabrati rezanje na plošnom stroju jer je izrada alata jeftinija dok se za veće naklade isplati odabir rotacijskog tipa štancanje zbog veće brzine. Također gleda se i format, odnosno veličina proizvoda koji se reže zbog nemogućnosti rotacijskog stroja da reže velike formate.

## 6. LITERATURA

1. Emil Rejac: Terotehnologija-Suvremena organizacija održavanja sredstava, Informator, Zagreb, 1974
2. \*\*\*www.pfst.hr -28.06.2018.g
3. L.C.Morow: Maintenance Engineering Hand Book, Mc Graw Hill, New York
4. A. Vila: Organizacija planskog preventivnog održavanja, Zavod za unapređenje produktivnosti rada, Zagreb 1964
5. Belak S. (2006). Terotehnologija, Šibenik
6. <http://www.truformlaserdies.com/a-brief-explanation-of-the-die-cutting-process/> -28.06.2018.g
7. <https://www.slideshare.net/athi1/die-cutting-process> -28.06.2018.g
8. <http://www.colvin-friedman.com/all-about-die-cutting.html> -28.06.2018.g
9. <https://www.bobst.com/caen/products/die-cutting/process/#.WzFMoqczbDf> -28.06.2018.g
10. <https://www.thomasnet.com/articles/custom-manufacturing-fabricating/rotary-die-cutting/> - 28.06.2018.g
11. <https://narrowwebtech.com/dossiers/basics-of-rotary-die-cutting/>
12. <http://www.fefco.org/> -17.05.2018.g
13. Weedon Group (2014.); Corrugated Board Made Simple, Ujedinjeno Kraljevstvo
14. Holik Herbert (2006.). Handbook of Paper and Board, Wiley-vch Verlag GmbH & Co., Weinheim
15. <http://materijali.grf.unizg.hr/media/10%20Karton%20i%20ljepenka.pdf>-17.05.2018.g