

# Odabir noževa u ovisnosti o vrsti podloge

---

Grbeša, Željka

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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:216:657133>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-28**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

# ZAVRŠNI RAD

Željka Grbeša

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB**

Smjer: Tehničko-tehnološki

**ZAVRŠNI RAD**  
**ODABIR NOŽEVA U OVISNOSTI O VRSTI**  
**PODLOGE**

Mentor:

red. prof. dr. sc. Branka Laić

Studentica:

Željka Grbeša

Zagreb, 2016.

## SAŽETAK:

U ovom završnom radu ukratko je opisan proces nastajanja ambalaže od valovitog kartona te su spomenuti materijali, strojevi i tehnologije koje se koriste u proizvodnji i preradi valovitog kartona. U eksperimentalnom dijelu rada ispitana su mehanička svojstva noževa, odnosno reznih linija za rezanje kutija te ovisnost odabira noževa o vrstama podloge koju režemo. Napravljena je određena naklada na različitim vrstama podloge i izmjereni su tragovi trošenja noža ovisno o položaju na štanci i vrsti podloge koja je rezana. Eksperimentalni dio proveden je u tvornici Model pakiranja d.d. – tvornica ambalaže od valovitog kartona. Ispitivanja su opisana detaljno i prikazana mjerenjima.

KLJUČNE RIJEČI: ambalaža, valoviti karton, rezne linije, val

## SUMMARY:

In this study briefly is described process of producing corrugated cardboard. Theoretical part is describing all materials, machines and technologies that are used in process of making and processing corrugated cardboard. Experimental part of study contains test that were made to exam mechanical properties of steel blades, and dependence of the blades and surfaces that are being cut. Certain editions were made on different types of corrugated cardboard and after cutting they are measured to see how much blades, depending on the position of the stamping and the type of substrate that is cut, wears off during each process. The experimental part was carried out in the factory Model Pakiranje dd - Factory of corrugated cardboard packaging. The tests are described in detail and shown in the measurements.

KEY WORDS: packaging, corrugated cardboard, cutting blade

# SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKE OSNOVE .....	2
2.1 Valoviti karton .....	2
2.2 Povijest valovitog kartona .....	2
2.3 Sirovine za proizvodnju valovitog kartona .....	3
2.3.1 Papiri za izradu valovitog kartona .....	3
2.3.2 Vrste ljepila koje se upotrebljavaju za izradu valovitog kartona .....	5
2.4 Dimenzije i oblici valova .....	6
2.5 Vrste valovitog kartona .....	8
2.5.1 Dvoslojni valoviti karton.....	8
2.5.2 Troslojni valoviti karton.....	9
2.5.3 Peteroslojni valoviti karton .....	9
2.5.4 Sedmeroslojni valoviti karton .....	10
2.6 Izrada valovitog kartona.....	11
2.7 Prerada valovitog kartona i izrada ambalaže .....	12
2.7.1 Sloteri .....	12
2.7.2 Krugorezači.....	13
2.8 Strojevi za sastavljanje kutija .....	16
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	17
3.1 Plan i cilj istraživanja .....	17
3.2 Rezultati istraživanja .....	19
4. ZAKLJUČAK .....	34
5. LITERATURA.....	36



## 1.UVOD

Ambalaža je materijal koji štiti proizvod od nepovoljnih vanjskih utjecaja tijekom transporta i skladištenja, čuvajući pritom kvalitetu proizvoda. Ako ambalažu dijelimo prema materijalu od kojeg je izrađena, ona može biti: drvena, papirna, kartonska, staklena, polimerna i tekstilna. Kod odabira materijala za izradu ambalaže važno je imati na umu materijale od kojih se izrađuje ambalaža te sam oblik ambalaže. I najmanji propusti prilikom odabira materijala mogu dovesti do oštećenja ambalaže ili proizvoda. Podjela ambalaže prema osnovnoj namjeni u prometu: prodajna, transportna, skupna. Prodajna ambalaža štiti proizvod, na sebi nosi informacije o proizvodu te prezentira proizvod kupcu. Skupna ambalaža služi za pakiranje većeg proja prodajne ambalaže. Transportna ambalaža najčešće ne dolazi u kontakt sa kupcima pa njezin izgled nije toliko bitan za prodaju. Najvažnije je svojstvo transportne ambalaže racionalan transport i zaštita proizvoda koji je upakiran u ambalažu, kako bi tijekom transporta, skladištenja i rukovanja ostao čitav, što je u interesu proizvođača, a i kupca. Kod izrade transportne ambalaže najčešće se koristi valoviti karton ili valovita ljepenka.

Osnovna namjena kod izrade valovite ljepenke je pokušaj proizvodnje što tvrđe i čvršće struktura krajnjeg proizvoda što je vrlo bitno za proizvod koji se nalazi unutar ambalaže. Njegova mehanička svojstva najviše ovise o veličini i broju valova te broju slojeva. Rezanjem valovite ljepenke prilikom obrade dolazi do određenog oštećenja odnosno tupljenja noževa u stroju koja ovise o nekoliko faktora.

U ovom radu provedeno je nekoliko ispitivanja kojima bi se utvrdilo kako oštećenja na nožu ovise o vrsti podloge koju režemo i nakladi te moguće nepravilnosti u proizvodnji koje nastaju kao posljedica.

## 2. TEORIJSKE OSNOVE

### 2.1 Valoviti karton

Valoviti karton je ambalažni materijal sastavljen od više slojeva međusobno slijepljenih papira. Slojevi se međusobno razlikuju po sastavu odnosno vlaknima. Neki od slojeva su ravni, a neki valoviti. Međusobnim lijepljenjem ravnog i valovitog sloja pospješuju se mehanička svojstva valovitog kartona.

### 2.2 Povijest valovitog kartona

Prvi valoviti materijal izumili su E.C.Healey i E.E.Allen 1856. godine u Engleskoj. Taj naborani papir tada nije imao neku ozbiljniju funkciju, nego je korišten kod jastučenja i kao vrpca za šešire. Tek 1871. U New Yorku, A.L.Jones patentirao je novi "valoviti materijal" koji je prvi put služio kao materijal u koji su se pakirale boce, staklo i keramika. Prva tvornica valovitog kartona započinje s radom u Europi, 1883.godine u Londonu. Nedugo zatim, 1886.godine u Kirchbergu (Njemačkoj) otvara se prva tvornica ambalaže od valovitog kartona. Prvi patent za izradu valovitog kartona diskontinuiranim postupkom datira iz 1882. godine, a izum je Roberta Thompsona. Stroj je izrađivao dvoslojni valoviti papir i troslojni valoviti karton. Tek 1908. godine u SAD-u je izrađen kontinuirani proces proizvodnje papira, koji je znatno olakšao i povećao samu proizvodnju. Prvi valoviti kartoni u SAD-u i Europi upotrebljavaju se najviše za transport boca u farmaceutskoj i kemijskoj industriji, industriji alkoholnih pića te za slanje proizvoda od stakla. Bilo je potrebno određeno vrijeme da se ambalaža od valovitog kartona prihvati kao jednaka ambalaži od drveta, te je bio potreban određeni period da se stekne iskustvo u radu kako bi se 1914. godine zatražio isti vozarinski sastav za ambalažu od valovitog kartona kao i za drvenu ambalažu. Ubrzo nakon tog priznanja izrađeni su i prvi propisi za pakiranja u ambalažu od valovitog kartona. Prvi valoviti karton kod nas je proizveden 1928. godine u Zagrebu, a proizvela ga je Kromolitografska tvornica *Rožankovsky* d.d. U početku je proizvodnja bila neznatna i ambalaža se slabo upotrebljavala. Nove društvene promjene i zbivanja te



industrijski napredak potiču i veći broj proizvođača, te se puštaju u pogon strojevi sa većim proizvodnim kapacitetima.

### 2.3 Sirovine za proizvodnju valovitog kartona

Osnovne sirovine za proizvodnju valovitog kartona su papiri i kartoni različite kvalitete i gramature, te ljepilo koje služi kao pomoćno sredstvo za izradu i zatvaranje ambalaže. Ljepila mogu biti prirodna ili sintetička, a nanose se na rubove. Boje i sredstva za impregnaciju služe za oplemenjivanje papira i njihova upotreba ovisi o vrsti ambalaže i njezinoj primjeni. Papiri mogu biti oplemenjeni tako da se na njih kvalitetnije otiskuje ili da ne propuštaju vodu.

#### 2.3.1 Papiri za izradu valovitog kartona

Odabir papira za izradu valovitog kartona ovisi o tome koja je namjena ambalaže. Ako se izrađuje transportna ambalaža upotrebljavaju se papiri većih gramatura, tj. kartoni. Za izradu komercijalne ambalaže koriste se papiri manjih gramatura. Papiri za izradu valova moraju imati određenu otpornost na gnječenje, dok ravni papiri moraju imati određenu otpornost na pucanje. Čvrstoća vala ovisi o strukturi papira, pa se ne preporučuje upotreba krhkog papira za izradu vala. Papir mora imati takva svojstva da mu se struktura ne mijenja prolaskom kroz ugrijane valjke, ne smije pucati po bridovima dok se savija te istodobno mora biti elastičan i tvrd.

Papiri za izradu valovitog kartona za transportnu ambalažu:

- NATRON-PAPIR

Najkvalitetnija vrsta papira za izradu valovitog kartona. Dobiva se od bijeljene ili nebijeljene sulfatne celuloze. Glavna karakteristika natron papira su dugačka celulozna vlakna. Natron papir je gust i savitljiv; s jedne je strane gladak dok je druga strana hrapava. Glatka strana je uvijek s vanjske strane i omogućuje na njemu dobru grafičku obradu, dok se hrapava nalazi unutra i lijepi se s valom. Natron papir se izrađuje u gramaturama od 100 do 450 g/m<sup>2</sup>. Od svih papira koji se koriste za izradu valovitog kartona, natron papir se najviše oplemenjuje. Najčešće je to bitumenom,

melaninskim i rezorcinskim smolama, voskovima, aluminijskom folijom i sve u svrhu vodootpornosti.

- PAPIR OD POLUCELULOZE

Upotrebljava se za izradu valova u valovitom kartonu. Ima relativno gustu strukturu. Baza za izradu papira je drvo slabije kvalitete. Ovaj papir daje val velike čvrstoće, što ima veliku važnost kod izrade valovitog kartona. Proizvodi se u gramaturama od 112 do 180g/m<sup>2</sup>. Može se upotrebljavati i za ravni unutrašnji sloj ambalaže od valovitog kartona, ali se taj papir razlikuje po mehaničkim svojstvima od poluceluloznog papira za val.

- ŠRENC

Ovaj papir izrađuje se se od papirnatih otpadaka, jeftinih sredstava za punjenje i male količine celuloze. Izrađuje se u gramaturama od 90 do 230 g/m<sup>2</sup> i uglavnom je smeđe boje. Upotrebljava se za izradova valova valovitog kartona i za ravne unutrašnje dijelove. Uglavnom služi za izradu valovite ljepenke, kao omotni papir i za hrptene uloške u knjigama.

- VIŠESLOJNI PAPIR

Razlikuju se od ostalih samo po procesu proizvodnje. Više slojeva celulozne mase gnječenjem pranja i stvara se jedan sloj. Ovisno o namjeni, mogu biti izrađeni od različite celulozne mase. Neki od višeslojnih papira su: bezdrvni papir, superior-papir, sulfitni papir i dr.

- FLUTING PAPIR

Služi za izradu valovitog sloja kod valovitog kartona. Izrazito je krut i daje val velike čvrstoće. Izrađuje se u gramaturama od 112 - 180 g/m<sup>2</sup>.

- KRAFTLINER PAPIR

Kraftliner papir pripada skupini natron-papira. To je jak omotni papir smeđe boje gramature 100—420 g/m<sup>2</sup>. Uglavnom se koristi za izradu ravnog sloja. Izrađuje se strojno gladak ili jednostrano gladak. Ima smanjenu sposobnost absorpcije vlage, stoga se najčešće koristi u licu i naličju prilikom izrade kartona za visoko zahtjevne kutije koje su namijenjene hladnjačama i dubokom zamrzivanju.

### 2.3.2 Vrste ljepila koje se upotrebljavaju za izradu valovitog kartona

Izborom ljepila utječemo na kvalitetu valovitog kartona. Papiri moraju biti sljepljeni tako da se ne mogu više odvojiti trganjem slijepljenih mjesta. Ljepila moraju biti kvalitetna da bi lijepili papire pri velikim brzinama strojeva te da bi slijepljeni valovi s ravnim papirima činili homogenu cjelinu. Ljepilo ne bi smjelo probijati papir i mora se brzo sušiti kako bi se kvalitetno slijepili međuslojevi.

Za lijepljenje slojeva valovite ljepenke upotrebljava se vodeno staklo i škrobno ljepilo, a u novije vrijeme sve se više koriste i sintetička ljepila.

Vodeno staklo je vodena otopina natrijeva silikata. U industriji se koristi za lijepljenje slojeva papira. Vodeno staklo zbog svojih svojstava ima prednost nad drugim ljepilima i vrlo je cijenjena sirovina. Ono ojačava vrhove valova čime se poboljšavaju uzdužna i poprečna čvrstoća i omogućuje se proizvodnja glatke površine za otiskivanje. Osim toga je vrlo postojano, ne treba ga miješati za vrijeme upotrebe, kemijski se ne mijenja, nema mirisa, nije zapaljiv i ne napadaju ga glodavci. Voda iz vodenog stakla uklanja se sušenjem. Od loših svojstava vodenog stakla treba spomenuti njegovu higroskopičnost, odnosno lako upijanje vode, zbog čega ovo ljepilo u vlažnoj atmosferi može izgubiti moć vezivanja. Ambalaža kod koje je korišteno vodeno staklo ne smije se koristiti za pakiranje prehrambenih proizvoda.

Škrobna ljepila dobivaju se od škroba, a glavni izvor škroba su zrna žitarica i gomolj krumpira. Škrob se upotrebljava kao sredstvo za oplemenjivanje papira ili kao ljepilo. Na višim temperaturama škrobna zrna upijaju vodu, bubre i stvara se škrobno

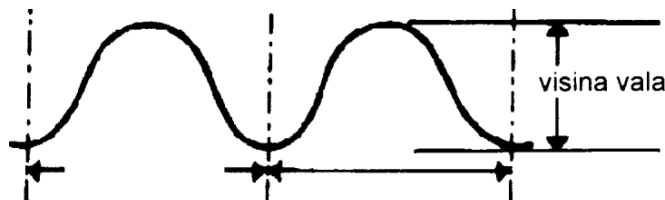
ljepilo koje nije homogeno. Škrobno ljepilo nije stalnog viskoziteta i homogenost se postiže stalnim miješanjem i propuštanjem kroz homogenizatore. Dugim stajanjem ljepilo otvrdnjuje i znatno se učvršćuje međusobni vez, zbog toga ne smije dugo stajati. Škrobno ljepilo ne oštećuje mehaničke dijelove stroja, brže se suši, ne prianja o metalne površine, upotrebljava se za rad pri velikim brzinama strojeva i elastično je. Kad se ljepilo osuši, ono drži bolje od vodenog ljepila i upotrebljava se kod pakiranja prehrambenih namirnica. Uz niz prednosti postoje i neki nedostaci kao što su: veća cijena od vodenog stakla, nestabilnost ljepila pri dužem stajanju te su potrebna velika postrojenja za pripremu.

Sintetička ljepila polako zamjenjuju klasična ljepila zbog toga što su efekt ljepljenja i brzina gotovo udvostručeni. Do određene mjere otporni su na vodu.

#### 2.4 Dimenzije i oblici valova

Velik utjecaj na kvalitetu i mehanička svojstva valovitog kartona ima oblik vala te njegove dimenzije. Valovi imaju sinusoidan oblik, lako se izrađuju i daju dobra mehanička svojstva valovitom kartonu. Val je tako oblikovan da se najbolje može oduprijeti pritiscima i ima mosnu konstrukciju čiji je tjemeni dio slijepljen s ravnom površinom papira.

Oblik vala definiramo visinom vala - razmak između vrha i dna šupljine vala, korakom vala - razmak vrhova dvaju susjednih valova i brojem vala - broj valova sadržanih u  $1\text{ m}^2$  kartona.



Slika 1. Dužina (korak vala) i visina vala

<b>Kratica</b>	<b>Vrsta valova Naziv</b>	<b>Prosječna dužina vala (mm)</b>	<b>Prosječna visina vala (mm)</b>
A	grubi val	8,7	4,7
B	mali val	6,0	2,8
C	veliki val	7,3	3,8
E	sitni val	3,3	1,4
F	mikro val	2,6	0,75

*Tablica 1: Vrste valova i njihove dimenzije*

Na temelju visine valova, dijelimo ih na A, B, C, E i F valove.

Valovi A (veliki val) su najviši, imaju malu čvrstoću na tlak i najbolje amortiziraju udarce. Kartoni i papiri sa valom A se uglavnom upotrebljavaju kod ambalaže za proizvode koji su jako osjetljivi na udarce kao što je ambalaža za prijevoz staklenih i keramičkih proizvoda.

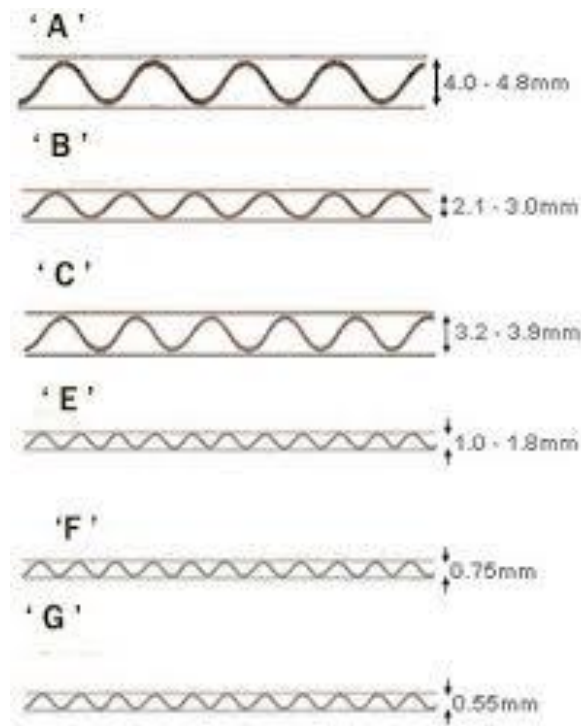
Val B (mali val) je nešto niži val. Oni malo teže amortiziraju udarce ali zato imaju veću otpornost na tlačenje. Valoviti karton sa valom B upotrebljava se uglavnom za ambalažu predmeta koji nisu toliko osjetljivi na udarce. Ima manju čvrstoću na savijanje u smjeru pružanja vala nego A val, ali veću čvrstoću na savijanje u okomitom smjeru na smjer pružanja vala.

Val C je po visini negdje između vala A i vala B. On je nastao kao pokušaj spajanja tih dvaju valova. On se najčešće koristi kod izrade transportne ambalaže.

Val E je najniži od svih valova. Upotrebljava se za izradu komercijalne ambalaže od valovitog kartona. Karton sa valom E je prilično tanak pa omogućuje kvalitetan otisak za razliku od ostalih.

Val F je najsitniji val i vrlo malo ga proizvođača izrađuje.

Troslojni valoviti karton (valovita ljepenka) izrađuje se se svim vrstama valova dok se peteroslojni i sedmeroslojni kartoni izrađuju sa A, B i C valom. Na svim vrstama valovitog kartona valovi su uvijek postavljeni paralelno jedan sa drugim.



*Slika 3. Tipovi valova*

## 2.5 Vrste valovitog kartona

Ovisno o broju slijepljenih papira, razlikujemo nekoliko vrsta valovitog kartona:

- Dvoslojni (jednovalna)
- Troslojni (jednovalna)
- Peteroslojni (dvovalna)
- Sedmeroslojni (trovalna)

### 2.5.1 Dvoslojni valoviti karton

Dvoslojni valoviti karton izrađuje se od papira različitih kvaliteta i gramatura, ovisno o tome koja mu je namjena. Sastoji se od dva međusobno slijepljena papira od kojih je jedan ravan, a jedan valovit. Najčešće se izrađuje sa A, B i C valovima. Isporučuje se u

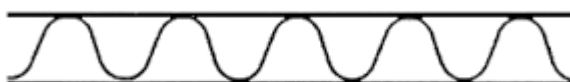
rolama ili arcima. Dvoslojni valoviti karton koristi se za unutrašnje pakiranje proizvoda ili za izradu jastuka za unutrašnje pakiranje proizvoda.



*Slika 4. Dvoslojni valoviti karton*

### 2.5.2 Troslojni valoviti karton

Troslojni valoviti karton izrađen je od tri sloja papira i njegova mehanička svojstva razlikuju se od dvoslojnog valovitog kartona. Dobiva se tako da se na dvoslojni valoviti karton nalijepljuje još jedan sloj ravnog papira. Troslojni valoviti karton za razliku od dvoslojnog nije savitljiv, već je krut i čvrst, pa mu je prvenstvena namjena izrada transportnih ili komercijalnih kutija ili pregrada. Proizvodi se u valovima A, B i E. Ako je izrađen od oplemenjenih materijala, može se koristiti u građevinarstvu kao sredstvo za izolaciju topline i zvuka. Proizvodi se u pločama.

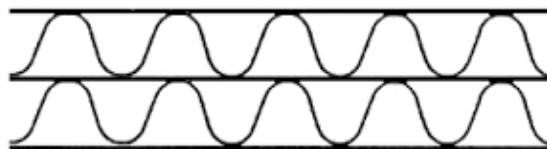


*Slika 5. Troslojni valoviti karton*

### 2.5.3 Peteroslojni valoviti karton

Peteroslojni valoviti karton sastoji se od pet međusobno slijepljenih papira, od kojih su tri ravna, a dva valovita. Visine valova papira su različite, najčešće su to A ili B vala u kombinaciji sa C valom. Peteroslojni valoviti karton izrađuje se od papira

različitih kvaliteta i gramatura, te je teža i kruća od troslojnog. Koristi se za izradu kutija različitih težih proizvoda ili za izradu unutrašnje zaštite lomljivih proizvoda.



*Slika 6. Peteroslojni valoviti karton*

#### 2.5.4 Sedmeroslojni valoviti karton

Sedmeroslojni valoviti karton izrađen je od sedam slojeva međusobno slijepljenih papira različitih kvaliteta i gramatura. Od toga su četiri papira ravna, a tri valovita. On je još krući od peteroslojnog valovitog kartona, nesavitljiv je i teško se probija. Valovi mogu biti iste ili različite visine. Izrađuje se u svim veličinama valova osim u E valu. Ima posebnu namjenu i služi isključivo za izradu posebnih kutija za pakiranje teških uređaja ili strojeva.



*Slika 7. Sedmeroslojni valoviti karton*



## 2.6 Izrada valovitog kartona

Valoviti karton izrađuje se na posebnim strojevima i na njima se može izrađivati troslojni i peteroslojni kartoni. Strojevi se razlikuju međusobno po svojoj radnoj širini i dužini i sve više se povećava ta radna širina stroja pa tako imamo i strojeve sa preko 2m radne širine. Dužina strojeva kreće se i do 80 m. Radna brzina strojeva ovisi o načinu i kvaliteti ljepila, papiru koji se koristi i izvedbi stroja. Brzine strojeva se kreću od 50 do 200 m/min. Valjci koji služe za žlijebljenje razlikuju se međusobno s obzirom na veličinu vala. Proizvodnja valovitog kartona je kontinuirana. Strojevi za izradu valovitog kartona zovu se korugatori i sastoje se od: postolja za role, predgrijača, uređaja za jednostruko ili dvostruko prevlačenje sa uređajima za grijanje i hlađenje, korita za ljepilo, naprave za žlijebljenje i savijanje, noževa, izbacivača gotovog valovitog kartona, beskonačne vrpca za prijenos valovitog kartona, mjerača brzine i komandne ploče.

Role papira za izradu valovitog kartona dovode se u određenu poziciju i u kolut se postavlja čelična osovina s konusnim učvršćivačima, što služi da se papir postavi u ležište i da se može odmatati tijekom proizvodnje. Papir za izradu valovitog kartona ne smije biti previše vlažan niti previše suh. Optimalna količina vlage u papiru je oko 7%. Zatim se papir provodi preko jednog ravnog valjka i jednog sa žlijebovima, gdje se formiraju valovi. Ljepilo se nalazi u posebnim posudama i pomoću valjaka se nanosi na papir. Valoviti papir se uz pomoć valjaka uronjenih u posudu sa ljepilom lijepi sa ravnim papirom i dobiva se dvoslojni karton. Valjci za sušenje papira pri ljepljenju služe za uklanjanje viška vode iz ljepila, i zagrijani su na temperaturi od 160 do 180 °C. Odvođenjem papira na drvenu podlogu papir se suši i hladi, a zatim se jednoliko slaže i odvozi na uređaj za namotavanje, gdje se formiraju role valovitog kartona.

Kada se izradi dvoslojni valoviti karton, može se na njega nalijepiti još jedan ravni papir kako bi dobili troslojni valoviti karton ili se može izraditi još jedan dvoslojni karton koji bi slijepljen zajedno sa prvim dao peteroslojni valoviti karton. Dobivena troslojno ili peteroslojni valoviti karton vuče se preko grijača kako bi se osušio, a hladi se prirodnom cirkulacijom zraka. Zatim se pomoću ojačanih tekstilnih vrpca prenosi do noževa koji ga režu prvo okomito na val, a zatim paralelno. Ploče se slažu prema veličinama na drvene stalke gdje im se kontrolira slijepljenost, te se transportiraju na daljnju obradu.

## 2.7 Prerada valovitog kartona i izrada ambalaže

Za proizvodnju ambalaže od valovitog kartona postoji više strojeva koje sortiramo s obzirom na radne operacije koje provode. Tako razlikujemo pripreme strojeve, strojeve koji udubljuju, režu, izrezuju, perforiraju, spajaju i strojeve za formiranje ambalaže. Ovisno o potrebama, konstrukcijskim rješenjima i veličini ambalaže koja se izrađuje, postoji više tipova navedenih strojeva.

### 2.7.1 Sloteri

Sloteri su strojevi uz pomoć kojih se priprema valoviti karton za izradu ambalaže. Dijelimo ih prema veličini ambalaže i vrsti valovitog kartona na male, srednje i velike te prema grafičkoj obradi ambalaže na one sa tiskom (do 5 boja) ili bez tiska. Na sloterima se izrezuju prorezi, rade se udubljenja koja služe za pregibanje kutija, reže se i otiskuje. Na ulaznu stranu slotera postavljaju se neobrađene ploče od valovitog kartona koje zatim prolaze između valjaka koji služe za udubljivanje valovitog kartona. Ako postoji ugrađena tiskovna jedinica, ploče valovitog kartona prolaze i kroz valjke za otiskivanje. U sloteru se radne operaciju odvijaju sljedećim redoslijedom: udubljivanje, otiskivanje, izrezivanje ili rezanje.

### 2.7.2 Krugorezači

Krugorezačima se obavljaju sve radne operacije osim otiskivanja. Najčešće se koriste kada se na sloteru ne može izraditi mala ambalaža ili dijelovi za unutrašnje pakiranje (ulošci, pregrade), za izradu mali narudžbi ambalaže, za udubljavanje kutija koje se proizvode iz većih ploča. Ploče određene veličine se postavljaju na stol stroja i zatim se ručno jedna po jedna guraju među valjke. Ako je stroj automatski, onda ploče same ulaze među noževe i prolaze ispod njih, te sa druge strane izlaze kao oblikovane ploče ili unutrašnji dijelovi.

### 2.7.3 Štance

Štancanje je doradni postupak kojim se izrezuju cijeli prirezi kutije, papiri, kartoni ili kaširani kartoni pomoću posebnog alata (štance) kojim je definiran poseban oblik. Štancanjem se osim izrezivanja radi i perforacija, urezivanje i žlijebljenje. Prema načinu i svrsi rada, štance se dijele u dvije osnovne skupine: štance za izrezivanje i štance za oblikovanje. Štance za izrezivanje se koriste i za postupke: izrezivanja, probijanja, urezivanja, zarezivanja, perforiranja i sl. U skupinu štanci za oblikovanje ulaze postupci: obrublivanje, utiskivanje, izvlačenje. Strojevi za štancanje su automatski.

Za štancanje valovitog kartona koriste se plošne (ravne) štance ili kružne (rotirajuće) štance. Plošna stanca može biti zaseban stroj ili može biti u liniji sa jedinicom za tiskanje ili nekim drugim strojevima. Alat za štancanje se sastoji od nosača čeličnih traka, čeličnih traka, gumenih izbacivača i protuploče. Nosači čeličnih traka mogu biti od šperploče, slijepog tiskarskog materijala, poliuretana, čeličnih brušenih blokova. Izrada nosača od šperploče je brza i jeftinija, a suvremene metode izrade daju veliku točnost. Nosač mora imati 9-11 slojeva šperploče. Optimalna debljina ploče je 15 mm. Za posebne poslove koristi se i nosač debljine 18 mm, koji sadrži 11-13 slojeva šperploče. Izrada plošne štance je zahtjevnija i skuplja, ali je izvedba preciznija. Kanali na protuploči se izrađuju od tvornički pripremljenih kanala. Karakteristike tih kanala su brza izrada protuploče, lak popravak oštećenog kanala, širok raspon namjene, mogućnost rezanja na potrebne dimenzije, nužnost uporabe posebnih kliješta te jednostavna montaža.

Rotirajuće štance sastoje se od nosača čeličnih traka (šperploče, medijapana) u kojemu se fiksirani čelični noževi. Kod rotacijskih linija oštrica noža je nazubljena, a noževi su po primjeni aksijalni ili radijalni. Karton se postavlja tako da prolazi između dva rotirajuća valjka koji vrše pritisak, jedan sa donje strane, a jedan sa gornje. Razmak između valjaka se može podešavati. Radijalni noževi su zakrivljeni na promjer reznog valjka i na alatu se postavljaju u smjeru rotacije. Rotirajuće štance odlikuju se velikom radnom brzinom i velikom učinkovitošću, manjom cijenom po jedinici proizvoda i priprema stroja je jednostavnija.



*Slika 8. Prikaz plošne štance*



*Slika 9. Prikaz rotirajuće štance*

Rezne linije mogu biti ravne, za biganje, za perforiranje itd. Čelične linije (noževi) izrađeni su od čelika za poboljšavanje. Sredina linije je standardno veće tvrdoće, a površina je meka. Takav sastav omogućava iznimno dobra svojstva prilikom zakrivljanja noževa bez pojavljivanja pukotina.

Ravne rezne linije dijelimo prema geometrijskom obliku oštrice, visini (širini) rezne linije, tvrdoći tijela i vrha oštrice rezne linije i po načinu brušenja vrha rezne linije. Visina reznih linija izražena je u colovskim ili metričkim mjernim jedinicama (1 col = 24,4 mm). Obično na linijama budu vidljive obje jedinice. Standardne rezne linije su visine od 23,8 mm a za rotirajuću štancu 24.4, 24.8, 25.4 i 26.4 mm. Debljina linija izražena je u „mm“, ali i prema anglosansonskoj mjeri „PT“ ( 1 PT = 0,33 mm).

Oblik reznog ruba ravne linije može biti:

- Centralno brušeni DC-Ovaj način brušenja, u svijetu je prisutan u više od 80 % svih reznih linija. Rezna linija je u ovom primjeru konstrukcijski jednaka tragu u koji se nož stavlja, te je izrada alata ovim nožem najjednostavnija. Ova oštrica

prenosi pritisak stroja jednakomjerno – glavna sila je razdijeli na dvije jednake vodoravne (postrane) sile, koje materijal koji se reže razdvaja i potiskuje u oba smjera jednako. Upotreba: karton, papir, folije, tanje ljepenke, naljepnice.

- Fazonirani ili produženo centralno brušeni (duplo brušeni) DF - ovaj način brušenja smanjuje potrebnu reznu silu na stroju, te je ujedno i manja deformacija izratka kojega izrezujemo. Upotreba: za valoviti karton, deblje materijale, umjetne smole, mekana koža, za izradu puzzli, gume.
- Jednostrano brušeni DS - Rezne linije ovako brušene koriste se kod rezanja gdje je posebno zahtjevan ravno odrezani rub materijala pri čemu razne deformacije nisu poželjne. Najčešće se upotrebljavaju pri izradi uskih rezova. Konstruktor alata mora poštovati naputak da se ravni dio oštrice okrene prema izratku, a skošeni dio oštrice prema otpadnom materijalu. Također mora se uzeti u obzir i pomak vrha oštrice jednostrano brušenoga noža iz centra rezne linije (moguća promjena dimenzije izratka).  
Upotreba: izrada brtvila, manji (uski) rezovi na valovitom kartonu, rotacijski alati, reklamni-ogledni kartoni, debela ljepenka
- Fazonirani ili produženo jednostrano brušeni (duplo brušeni) SF - duplo brušena jednostrana oštrica smanjuje zahtjevanu reznu silu stroja, zbog čega je rub materijala kojega režemo manje deformiran.  
Upotreba: rezanje sedmeroslojnih valovitih kartona, furnira i volumnoznih materijala

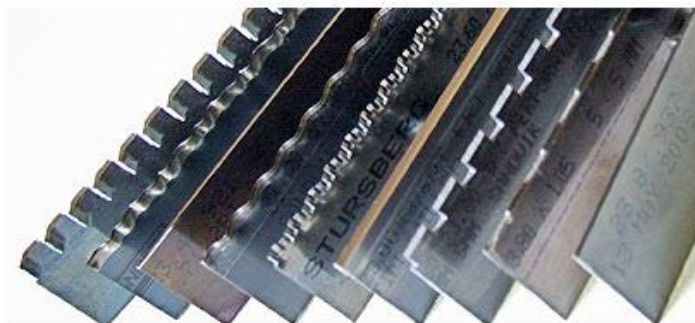
Kut oštrenja rezne linije:

- $> 54^\circ$  = tupi kut – zahtjeva veći pritisak stroja, ali omogućava dulji vijek trajanja
- $< 38^\circ$  = oštri kut – zahtjeva manji pritisak stroja, ali je kraći vijek trajanja
- $42^\circ$  = kut koji omogućava optimalni odnos sile stroja i vijeka trajanja oštrice

Manji pritisak stroja = manja penetracija u karton = manja količina prašine



*Slika 10. Oblik reznog ruba noževa za štancanje*



*Slika 11. Rezne linije za perforaciju, rezanje, žljebljenje idr.*

## 2.8 Strojevi za sastavljanje kutija

Strojevi za formiranje kutija mogu biti automatski i poluautomatski. Njihova svrha je spajanje kutija da bi se mogle upotrebljavati. Strojeve za formiranje kutija možemo podijeliti na:

- strojeve za šivanje žicom (okrugla ili plosnata žica)
- kutne ljepljice (kutno spajanje kutija ljepljivim vrpčama)

- strojevi za zakivanje (ravno i kutno spajanje metalnim zakovicama)
- strojevi za lijepljenje jezičca
- strojevi za prostorno oblikovanje kutija

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu ispitana je trajnost čeličnih oštrica u ovisnosti o vrsti podloge koju režemo. Sve oštrice koje su se koristile u ispitivanju su centralno brušene, visine 23.8 mm i napravljena je od poboljšanog čelika. Korištena je samo ova vrsta oštrice iz razloga što su se rezali samo materijali koje ova tvornica proizvodi i prerađuje, a to su relativno tanki valoviti kartoni (E, B, C i BE val).

Materijali od kojih se izrađuju noževi ovise od proizvođača do proizvođača, ali najčešće se koristi poboljšani čelik zbog svojih svojstava. On se, uglavnom, koristi pri izradi dijelova koji su pod velikim pritiskom i složenim opterećenjima. Poboljšavanje čelika je termički proces pri kojem se dijelovi kale i poslije kaljenja se zagrijavaju na temperaturu preko 530°C (ovisno o vrsti čelika), a zatim brzo ohladi. To čeliku daje dobru čvrstoću i žilavost te veću otpornost prema trošenju.

Najvažnije svojstvo poboljšanog čelika je bolja obradivost odvajanjem čestica (rezljivost) u odnosu na druge čelike. Bolja rezljivost je karakterizirana sporijim trošenjem oštrice alata, te dobivanjem visoke kvalitete površine. Životni vijek noža ovisi također i o kvaliteti papira/kartona koji režemo, potrošenosti temeljne ploče te o postojećim deformacijama noža.

#### 3.1 Plan i cilj istraživanja

Cilj istraživanja u ovom radu je utvrditi koliko se oštrica troši u ovisnosti o različitim materijalima koji se režu, te koji je val najpogodniji za rezanje određenim nožem. Za potrebe istraživanja odabran je centralno brušen nož, iz razloga što je on najpogodniji za relativno tanke valovite kartone koje ćemo rezati. Valoviti kartoni na kojima se provodilo istraživanje imaju različite valove (B, E, C i BE) i napravljeni su od papira različitih gramatura. Nož koji se nalazi na štanci standardne je visine od 23,8 mm i centralno je brušen. Nakon određene naklade noževi su izmjereni (u glavi, sa lijeve

strane, sa desne strane, sa gornje strane i u sredini štanice) uz pomoć uređaja (digitalni mikrometar) koji se inače koristi za određivanje debljine kartona/ljepenke/papira. Noževi su nakon rezanja izvađeni iz štanice i položeni na povišenu dasku kako bi lakše mogli mikrometrom odrediti visinu noža nakon rezanja. Sva rezanja provodila su se na korugatoru proizvođača BHS Corrugated.



*Slika 12. Prikaz digitalnog mikrometra*



*Slika 13. Prikaz alata za štancanje*



### 3.2 Rezultati istraživanja

Početna visina noža bila je 23,8 mm. U tablicama su prikazana mjerenja svakog noža posebno nakon rezanja određene naklade, a zatim je izračunata srednja vrijednost.

Dobiveni rezultati nakon rezanja prikazani su u tablicama (u mm) :

Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,79	23,79	23,78	23,8	23,8	23,792
Lijevo	23,76	23,75	23,77	23,76	23,8	23,768
Desno	23,79	23,79	23,8	23,8	23,77	23,79
Gore	23,79	23,79	23,79	23,79	23,79	23,79
Sredina	23,78	23,79	23,8	23,79	23,8	23,792

*Tablica 2: 1906- E -10 000 kom*

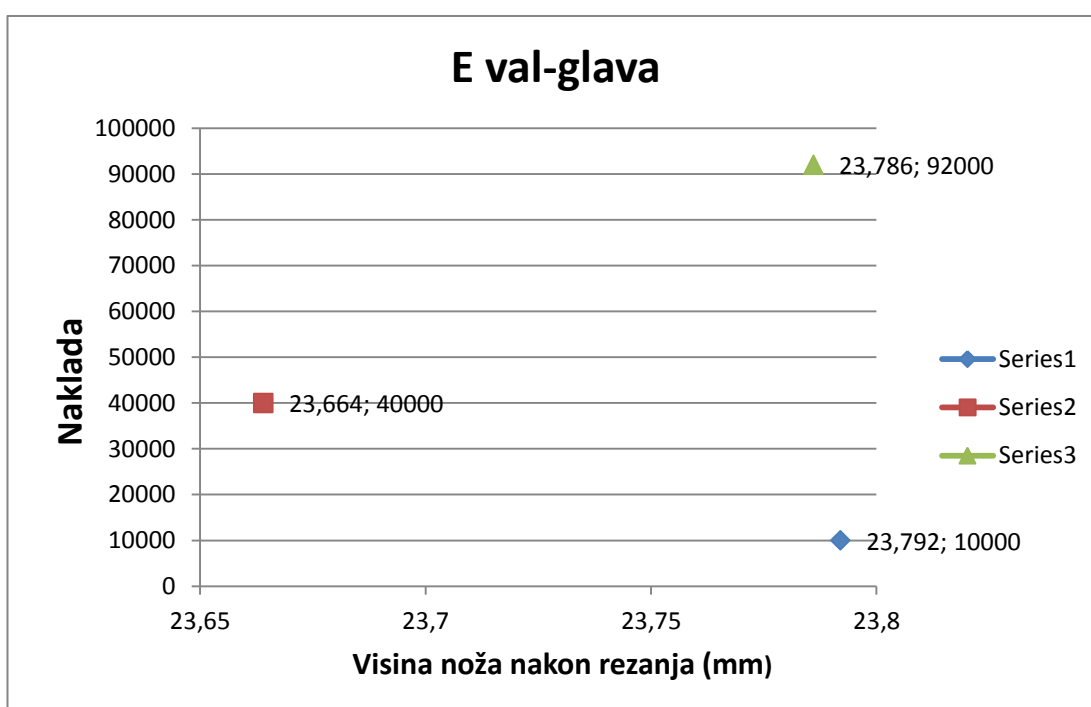
Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,65	23,65	23,71	23,66	23,66	23,664
Lijevo	23,75	23,79	23,8	23,8	23,75	23,778
Desno	23,78	23,74	23,76	23,76	23,77	23,762
Gore	23,79	23,79	23,78	23,79	23,78	23,786
Sredina	23,78	23,79	23,8	23,79	23,8	23,792

*Tablica 3: 1903- E – 40 000 kom*

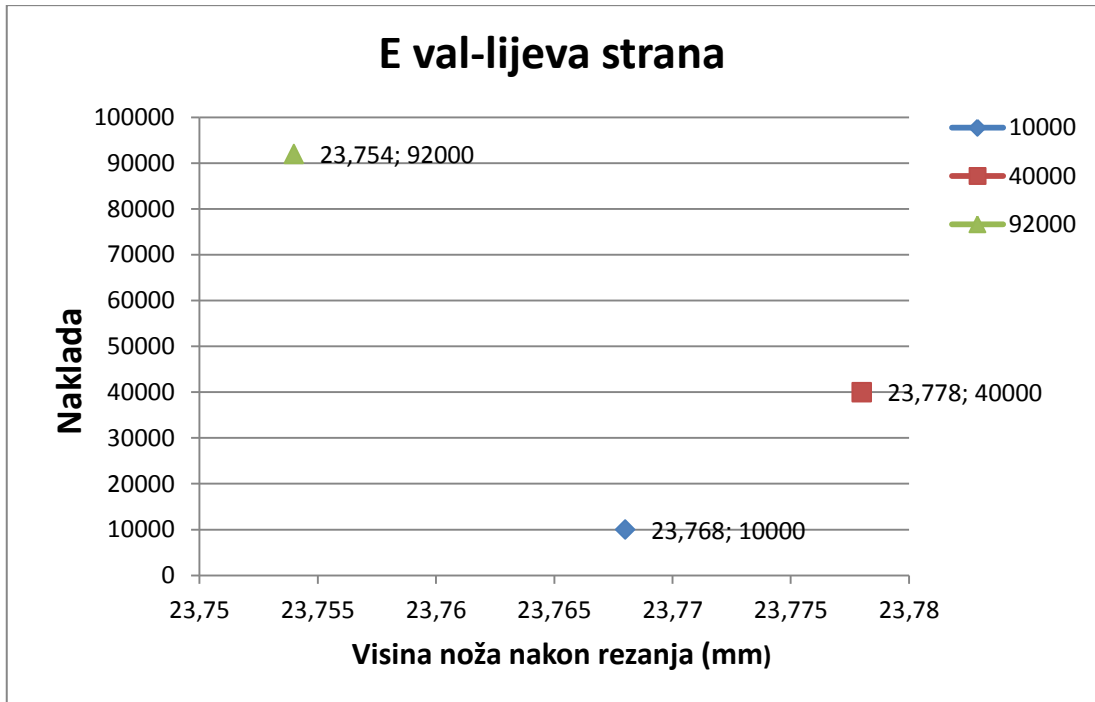
Kod izrezivanja ovih kutija puknuo je nož u glavi i zamijenjen je novim jer dolazi do većih oštećenja.

Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,79	23,78	23,79	23,78	23,79	23,786
Lijevo	23,75	23,76	23,76	23,75	23,75	23,754
Desno	23,75	23,74	23,76	23,76	23,75	23,752
Gore	23,77	23,76	23,76	23,75	23,75	23,758
Sredina	23,78	23,77	23,76	23,75	23,74	23,76

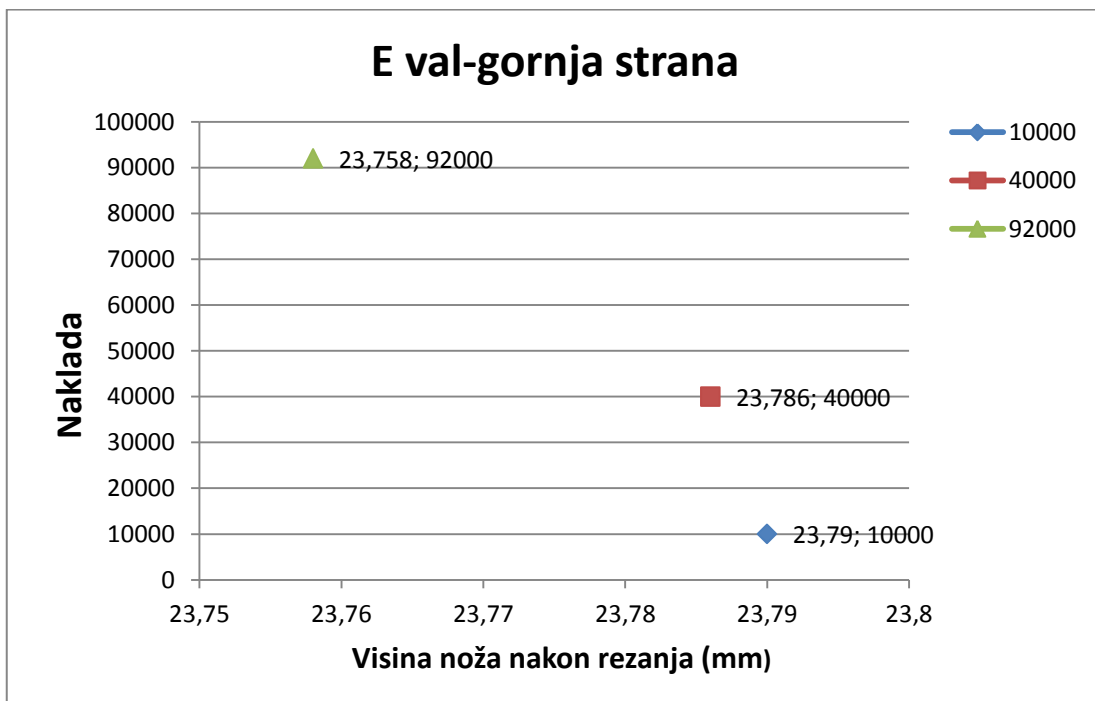
Tablica 4: 1902- E – 92 000 kom



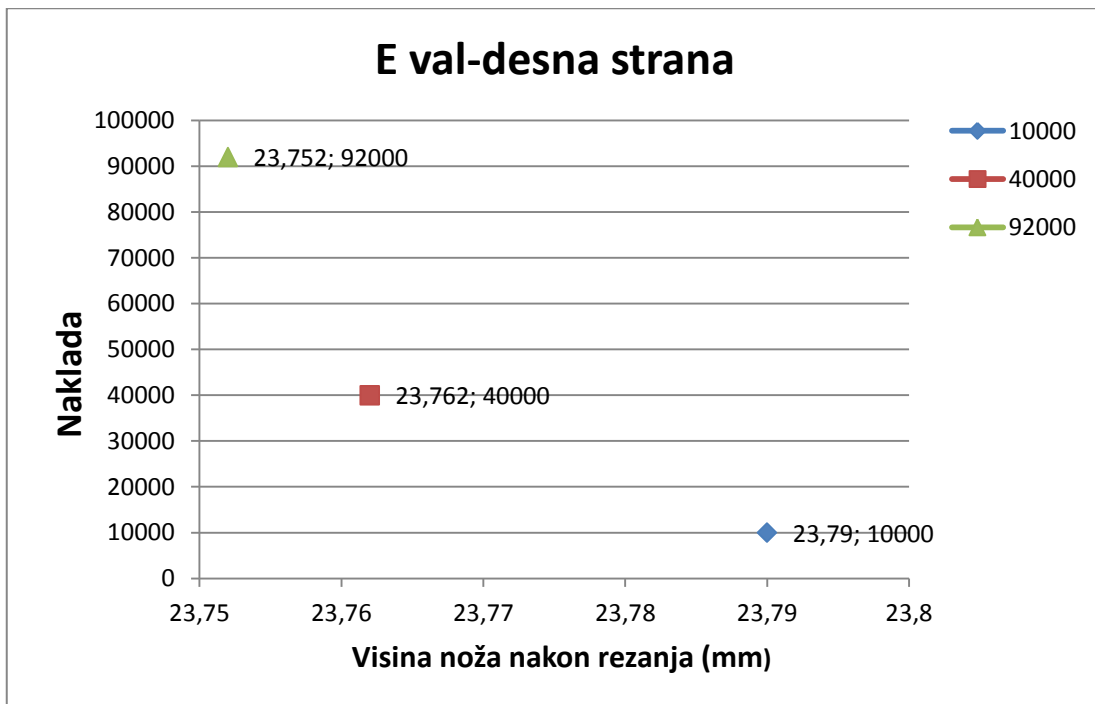
Slika 14. Prikaz vrijednosti za E val-glava



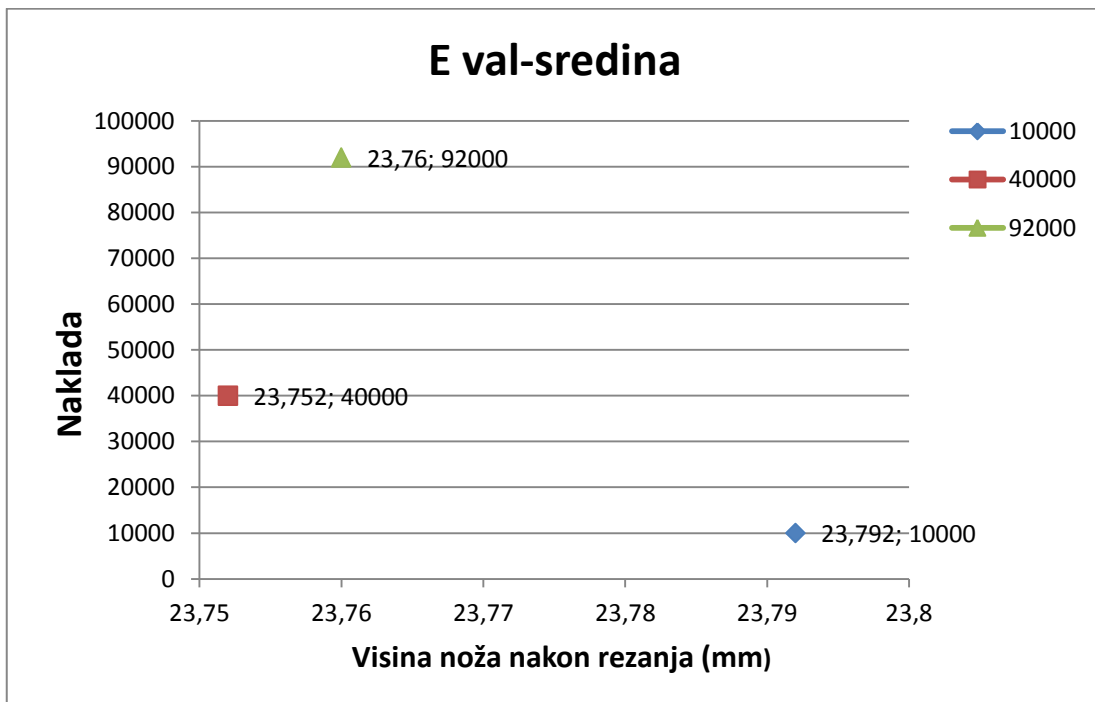
Slika 15. Prikaz vrijednosti za E val-lijevo



Slika 16. Prikaz vrijednosti za E val-gore



Slika 17. Prikaz vrijednosti za E val - desno



Slika 18. Prikaz vrijednosti za E val-sredina

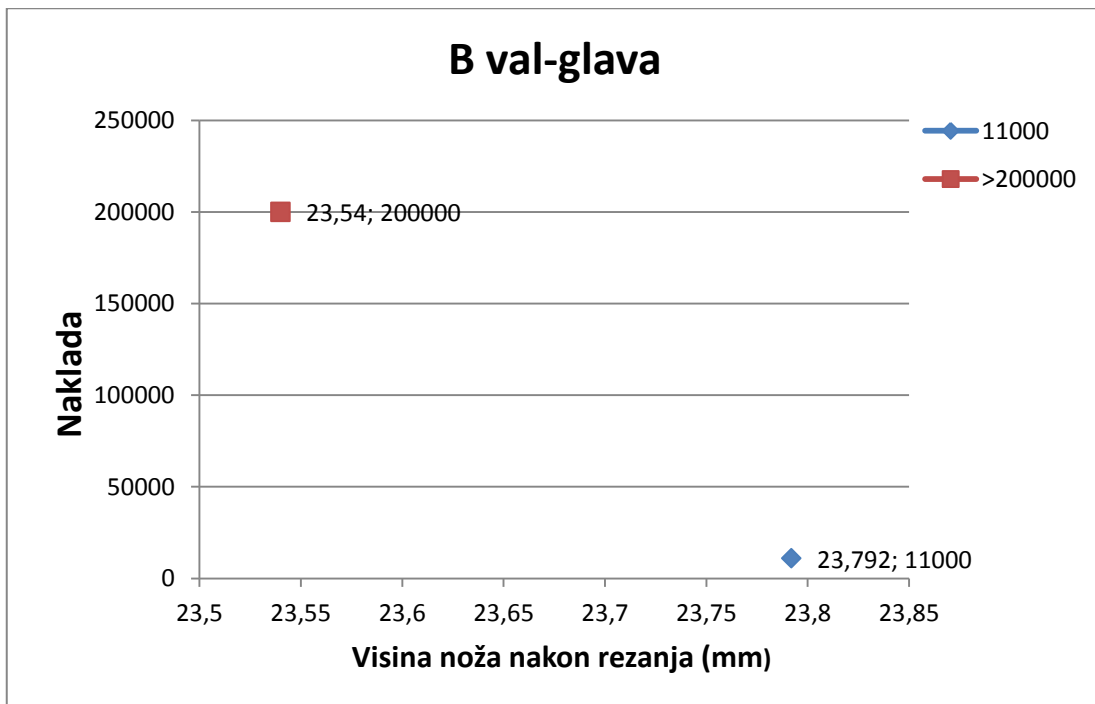
Ovi grafovi prikazuju podatke nakon rezanja valovitog kartona E vala. Puknuće noža "u glavi", pri rezanju naklade od 40 000 komada, uvelike je utjecalo na oštećenja na nožu što se može vidjeti iz priloženih podataka. Nož je zamijenjen tek nakon što je naklada izrezana do kraja. Iz tog razloga su se najviše trošili noževi na sredini, lijevoj strani i u glavi. Na svakih 1000 udaraca oštrica se prosječno troši u glavi za 0.00015 mm, lijevo za 0.0005 mm, gore za 0,00046 mm, desno za 0.00052 mm i u sredini za 0.00043 mm.

Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,8	23,79	23,79	23,78	23,8	23,792
Lijevo	23,8	23,78	23,74	23,72	23,75	23,758
Desno	23,78	23,76	23,77	23,73	23,78	23,764
Gore	23,77	23,77	23,78	23,79	23,78	23,778
Sredina	23,78	23,78	23,8	23,77	23,79	23,784

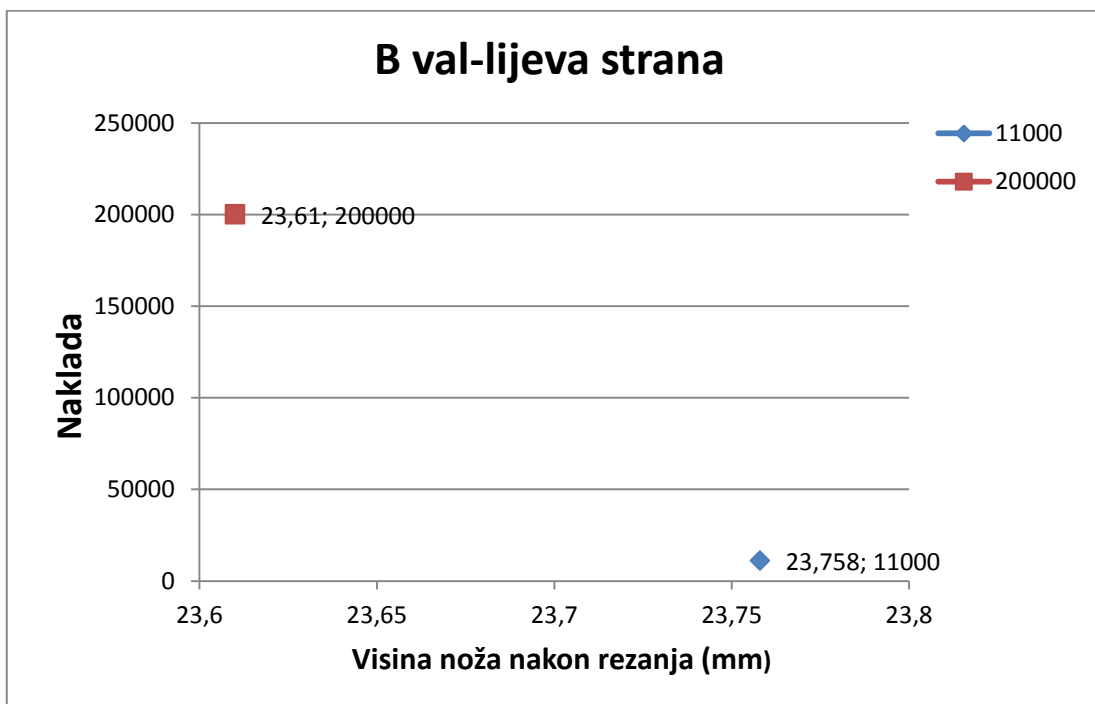
*Tablica 5: 1900- B – 11 000 kom*

Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,63	23,67	23,68	23,56	23,54	23,54
Lijevo	23,65	23,66	23,64	23,58	23,61	23,61
Desno	23,65	23,62	23,64	23,65	23,66	23,66
Gore	23,64	23,69	23,69	23,69	23,69	23,69
Sredina	23,68	23,66	23,69	23,69	23,69	23,68

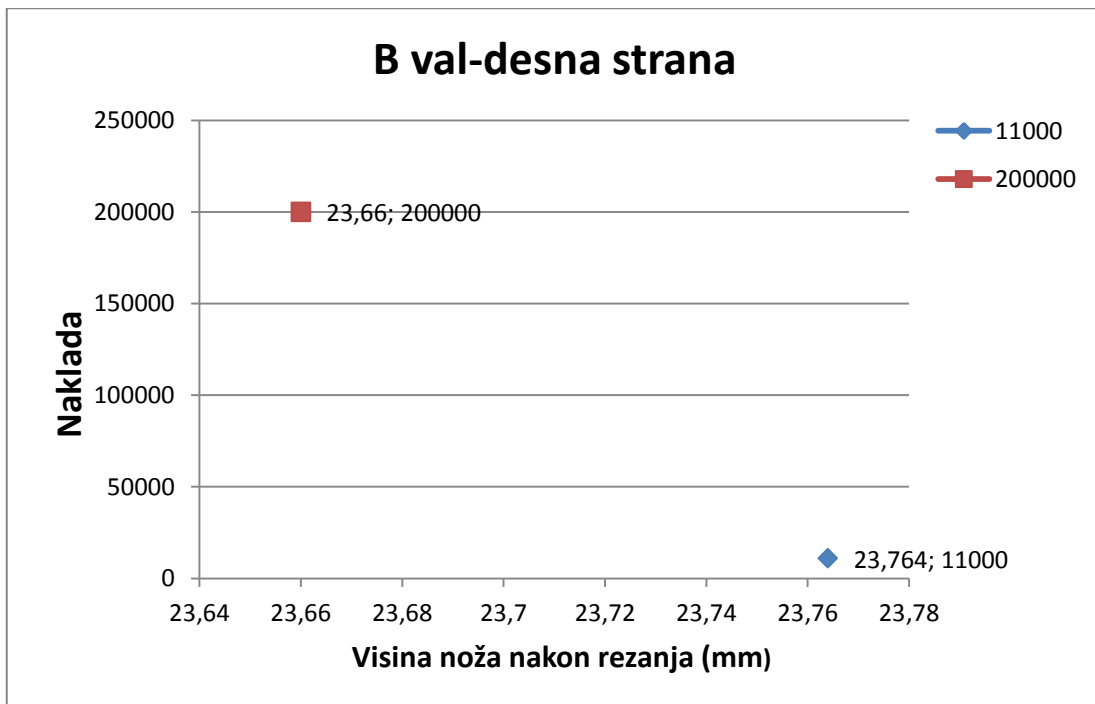
*Tablica 6: 1489- B – 200 000 kom*



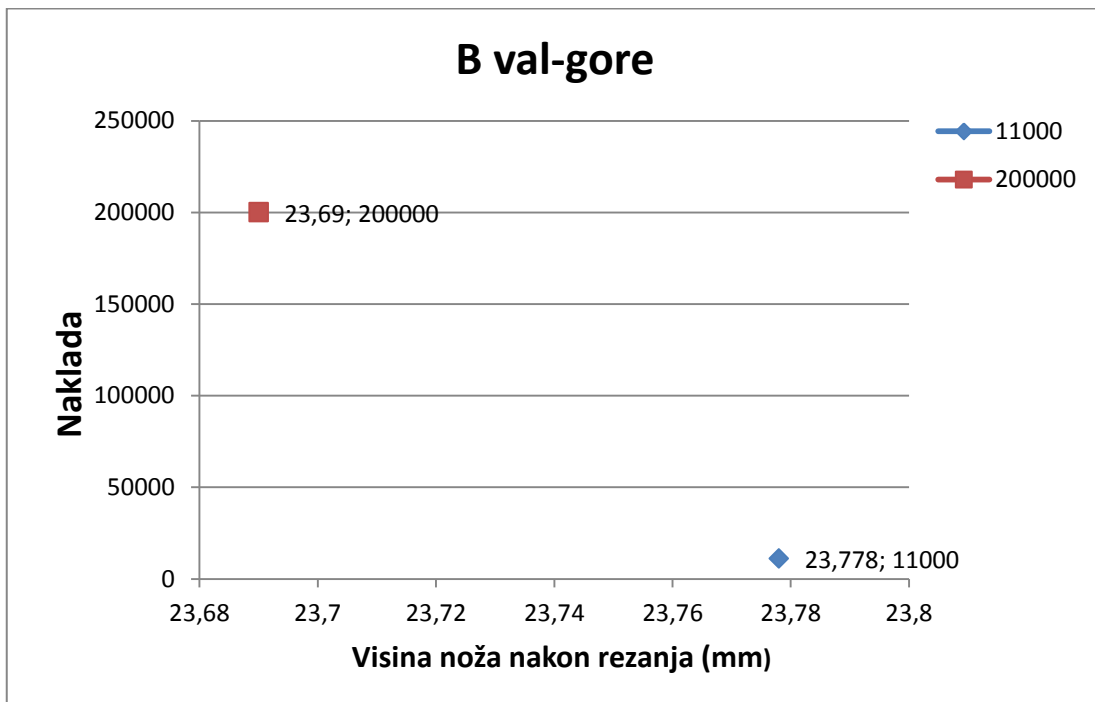
Slika 19. Prikaz vrijednosti za B val-glava



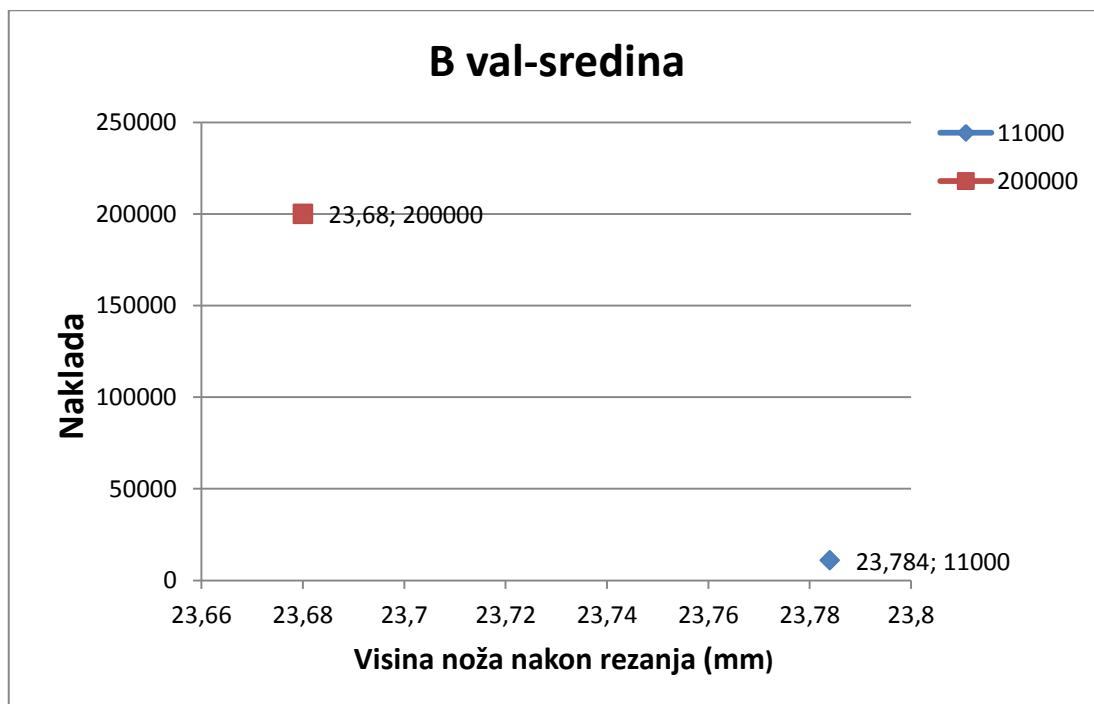
Slika 20. Prikaz vrijednosti za B val-lijevo



Slika 21. Prikaz vrijednosti za B val-desno



Slika 22. Prikaz vrijednosti za B val-gore



Slika 23. Prikaz vrijednosti za B val-sredina

Na svakih 1000 udaraca oštrica se prosječno troši u glavi za 0.0013 mm, lijevo za 0.001 mm, gore za 0.0005 mm, desno za 0.0007 mm i u sredini za 0,0006 mm.

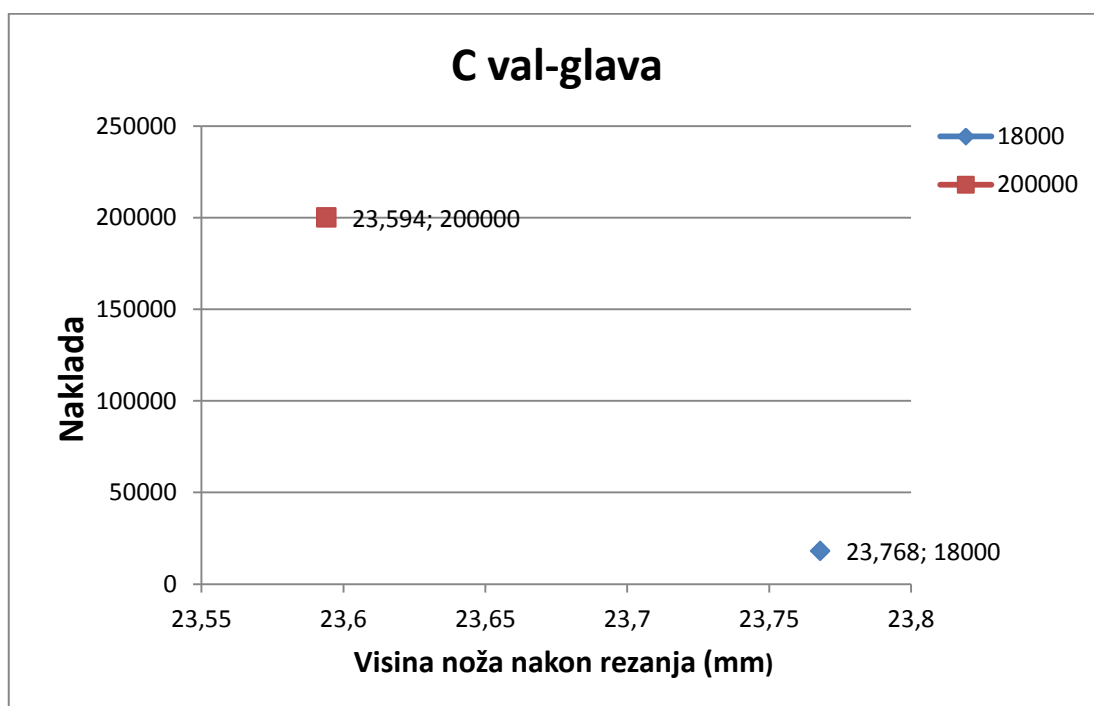
Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,7	23,79	23,78	23,8	23,77	23,768
Lijevo	23,8	23,8	23,79	23,8	23,8	23,798
Desno	23,75	23,75	23,78	23,76	23,77	23,762
Gore	23,78	23,75	23,76	23,78	23,75	23,764
Sredina	23,76	23,77	23,77	23,78	23,77	23,77

Tablica 7: 1892- C – 18 000 kom

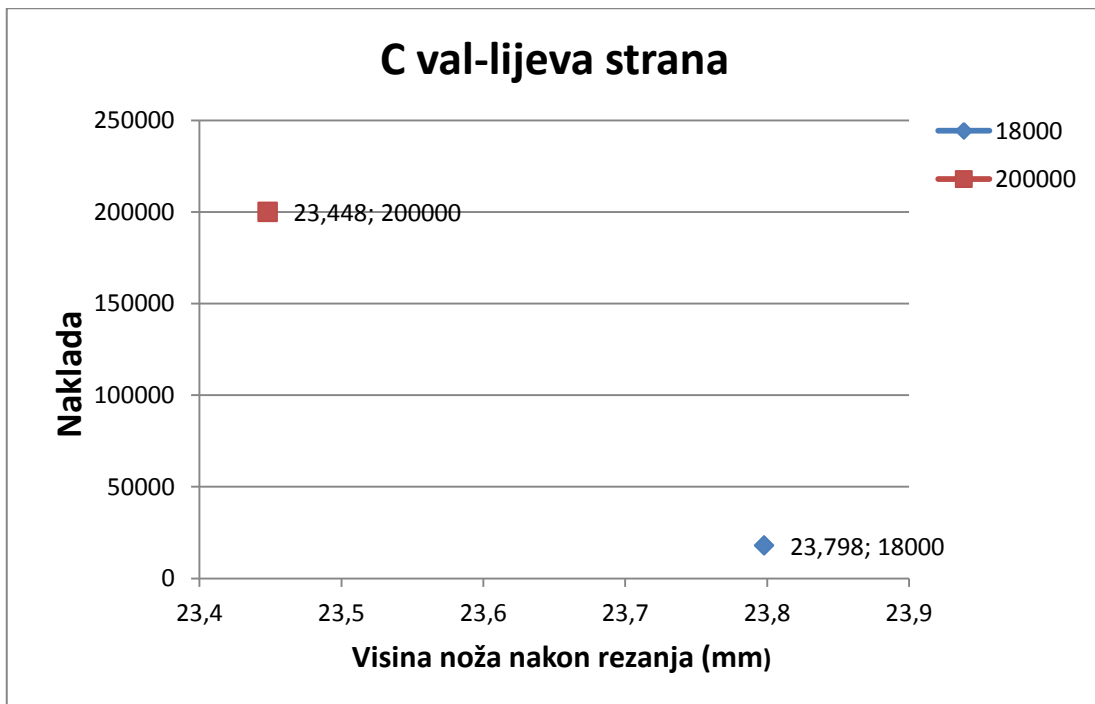


Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,58	23,58	23,6	23,59	23,62	23,594
Lijevo	23,4	23,42	23,5	23,48	23,44	23,448
Desno	23,6	23,67	23,61	23,64	23,61	23,626
Gore	23,52	23,53	23,53	23,54	23,53	23,53
Sredina	-	-	-	-	-	-

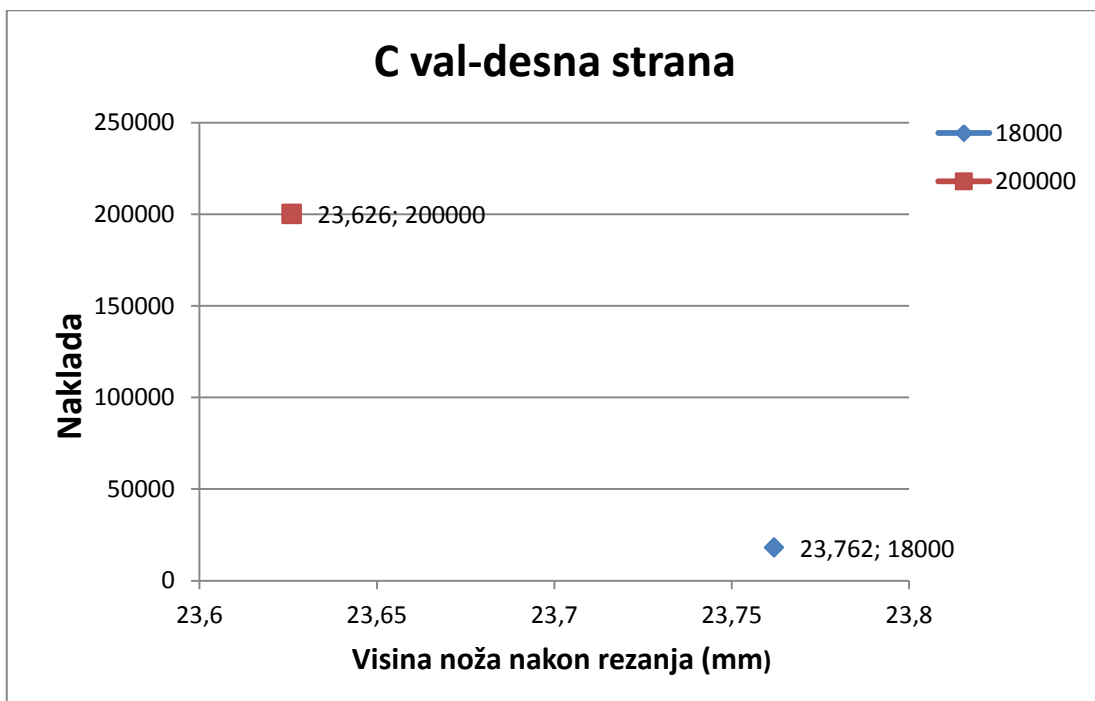
Tablica 8: 1250- C – 200 000 kom



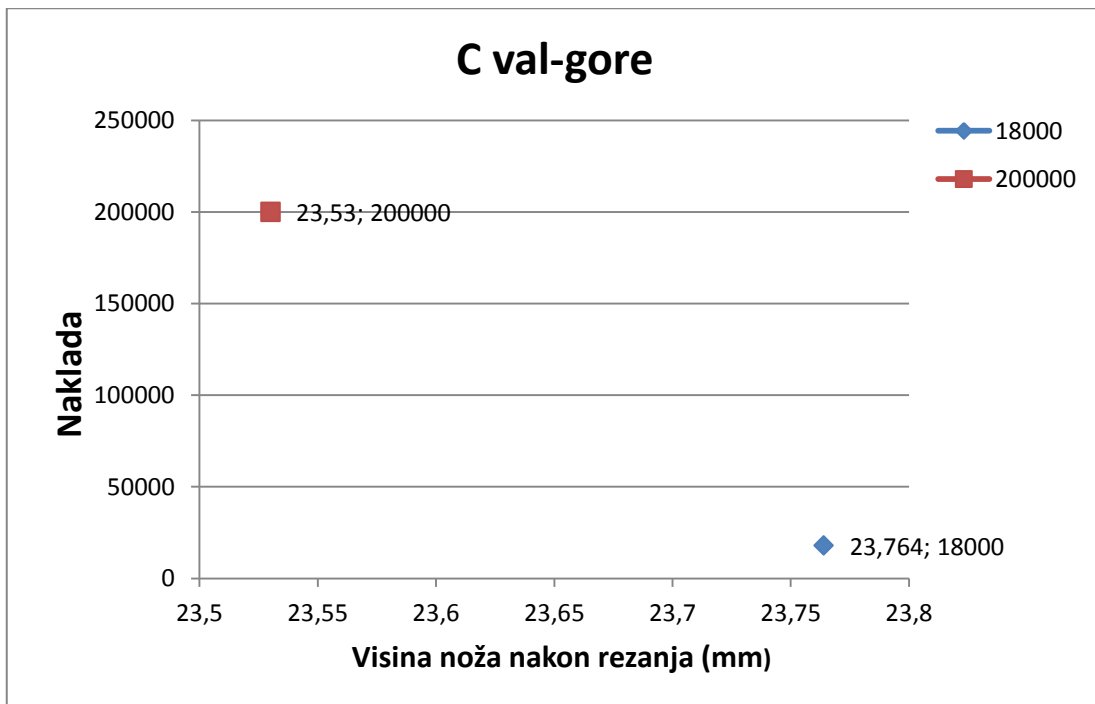
Slika 24. Prikaz vrijednosti za C val-glava



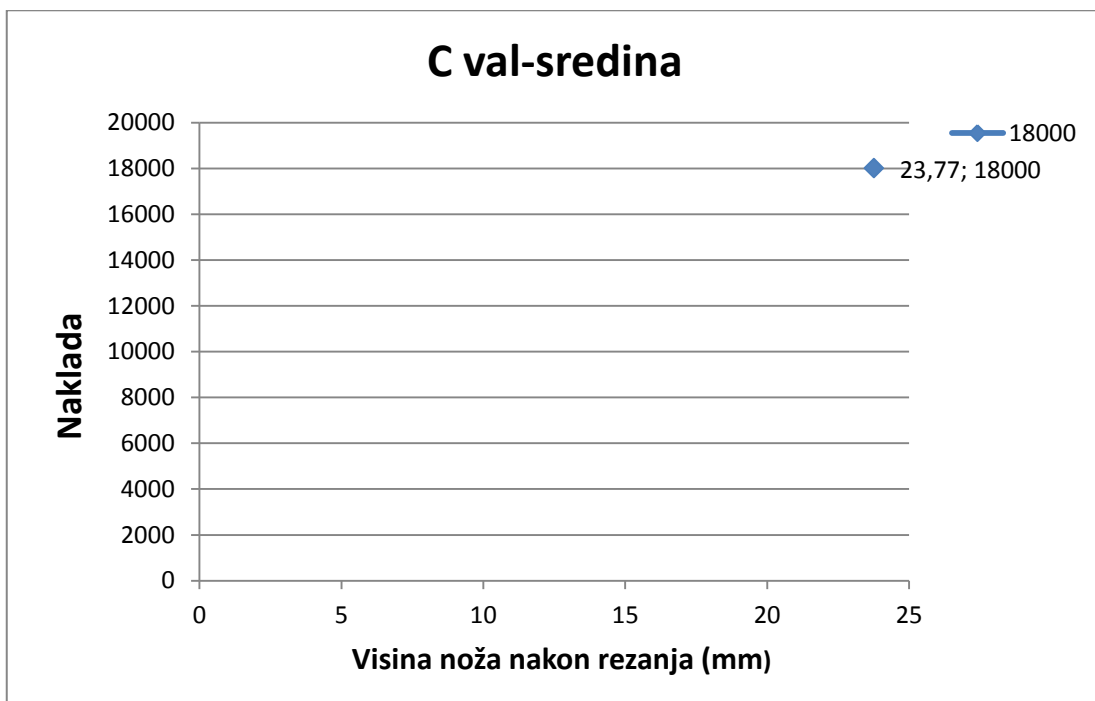
Slika 25. Prikaz vrijednosti za C val-lijevo



Slika 26. Prikaz vrijednosti za C val-desno



Slika 27. Prikaz vrijednosti za C val-gore



Slika 28. Prikaz vrijednosti za C val-sredina

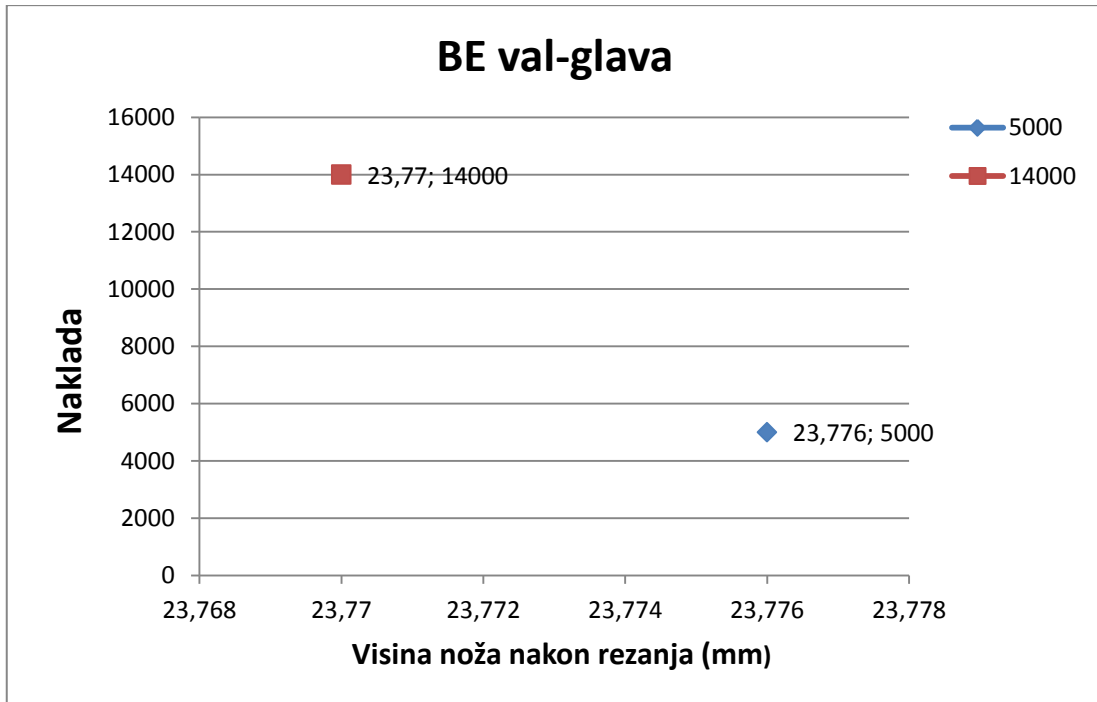
Za nakladu od 200 000 nema podataka za nož u sredini jer je štanca kvadratnog oblika bez noža u sredini. Na svakih 1000 udaraca oštrica se prosječno troši u glavi za 0.001 mm, lijevo za 0.002 mm, desno za 0.0008 mm, gore za 0.002 mm i u sredini za 0.002 mm.

Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,76	23,78	23,78	23,78	23,78	23,776
Lijevo	23,8	23,79	23,79	23,79	23,78	23,79
Desno	23,79	23,8	23,76	23,79	23,79	23,786
Gore	23,77	23,8	23,78	23,77	23,78	23,78
Sredina	23,79	23,78	23,78	23,8	23,79	23,792

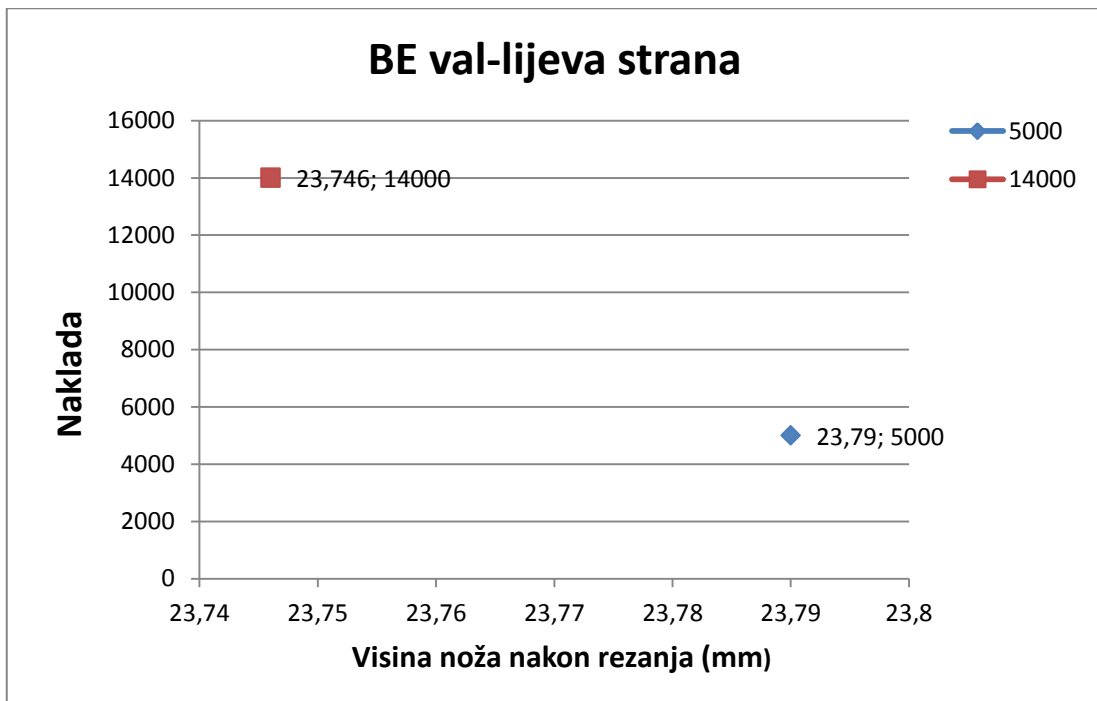
*Tablica 9: 1910- BE – 5 000 kom*

Mjerenje	1.	2.	3.	4.	5.	Sredina
Glava	23,74	23,78	23,77	23,77	23,79	23,77
Lijevo	23,74	23,77	23,73	23,74	23,75	23,746
Desno	23,75	23,73	23,74	23,74	23,75	23,742
Gore	23,76	23,76	23,78	23,77	23,75	23,764
Sredina	23,79	23,8	23,79	23,77	23,76	23,782

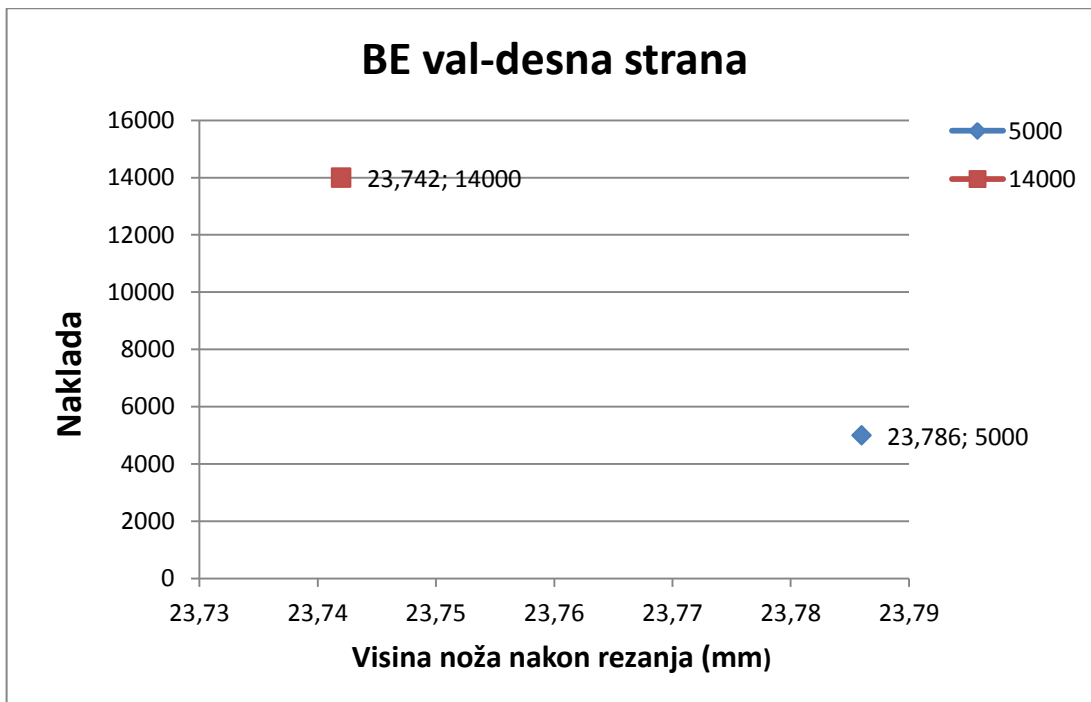
*Tablica 10: 1904- BE – 14 000 kom*



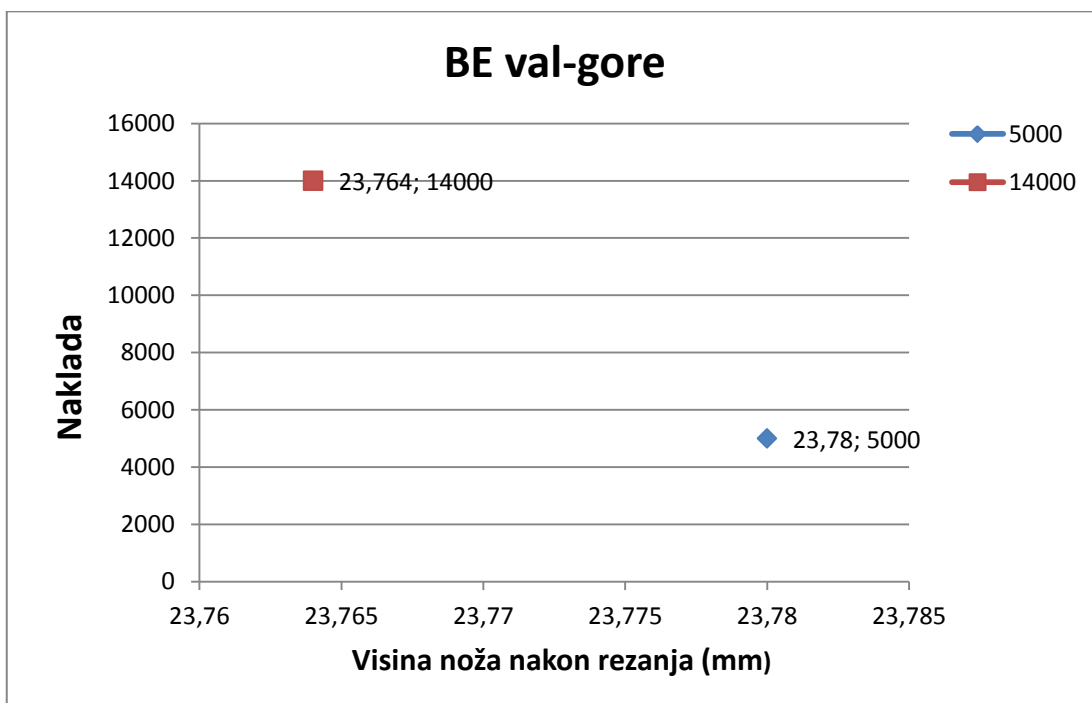
Slika 29. Prikaz vrijednosti za BE val-glava



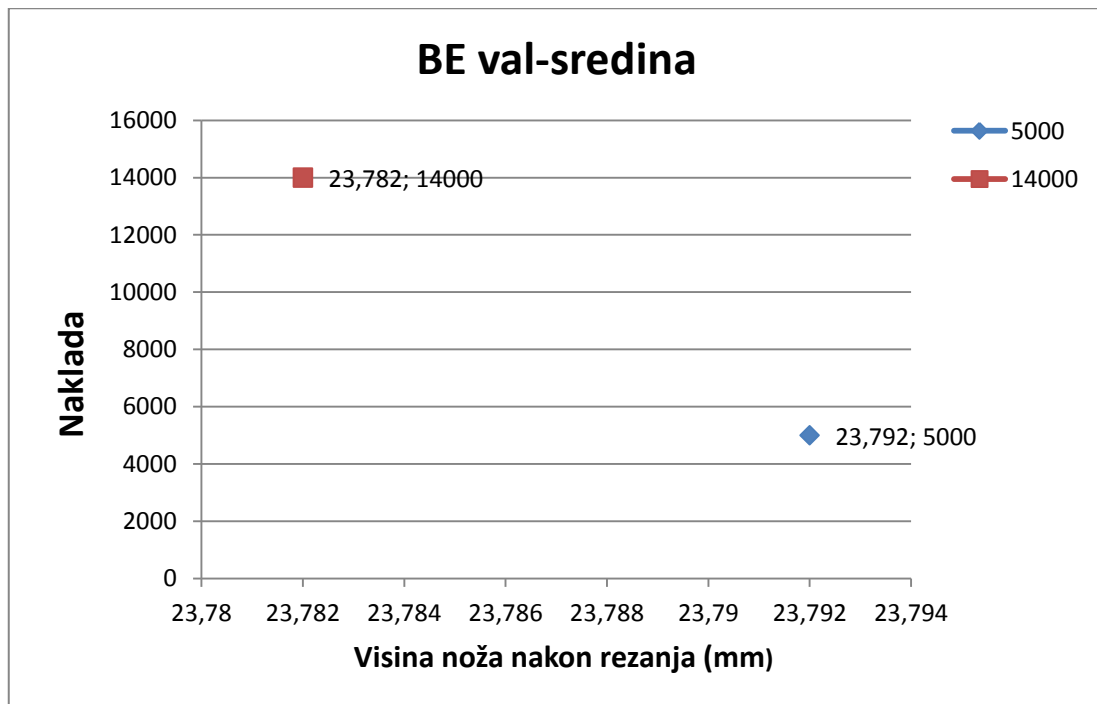
Slika 30. Prikaz vrijednosti za BE val-lijevo



*Slika 31. Prikaz vrijednosti za BE val-desno*



*Slika 32. Prikaz vrijednosti za BE val-gore*



*Slika 33. Prikaz vrijednosti za BE val-sredina*

Na svakih 1000 udaraca oštrica se prosječno troši u glavi za 0.002mm, lijevo za 0.004 mm, desno za 0.004 mm, gore za 0.002mm i u sredini za 0.002 mm.

## 4. ZAKLJUČAK

Valoviti karton je ambalažni materijal sastavljen od više slojeva međusobno slijepljenih papira. Slojevi se međusobno razlikuju po sastavu odnosno vlaknima. Neki od slojeva su ravni, a neki valoviti. Velik utjecaj na kvalitetu i mehanička svojstva valovitog kartona ima oblik vala, njegove dimenzije te broj slojeva. Oblik vala definiran je visinom vala, korakom vala i brojem valova. U proizvodnji se najčešće koriste valovi: A-val (veliki val), B-val (mali val), C-val (srednji val), E-val (mikro val). Prema broju valova u kartonu razlikujemo: jednoslojni valoviti karton, dvoslojni (jedan val), troslojni (jedan val), peteroslojni (dva vala) i sedmeroslojni (tri vala).

Rezni alat je alat kojim na stroju obrađujemo materijale rezanjem. Oni u izravnom dodiru razdvajaju materijal siječenjem pomoću brušene oštrice. Kad god se površine kreću jedna po drugoj, ubrzo dolazi do pojave trošenja. Trošenje alata je nepoželjan i nepovratan proces koji nastaje kao posljedica opterećenja kojima je alat izložen tijekom procesa rezanja. U većini slučajeva ono je štetno i smanjuje rezna svojstva alata - oštećenja rezne površine najčešće podrazumijevaju i gubitak materijala. Dolazi do gubitka preciznosti, javljaju se vibracije, povećava se mehaničko opterećenje alata te dolazi do još bržeg trošenja.

Ekperimentalnim istraživanjem, koje je provedeno u tvornici Model pakiranja d.d. – tvornica ambalaže od valovitog kartona, ispitani su valoviti kartoni vala B, C, E i BE. Napravljene su određene naklade, na različitim vrstama valovitog kartona, koje su rezane istom vrstom alata. Nož koji se nalazi na alatu standardne je visine od 23,8 mm i centralno je brušen.

Nakon prethodnih ispitivanja i analize može se zaključiti da se nož najviše troši kod rezanja BE vala valovitog kartona a najmanje kod rezanja valovitog kartona E vala. Valoviti karton vala EB je peteroslojni valoviti karton, i sastoji se od pet međusobno slijepljenih papira, od kojih su tri ravna, a dva valovita. Val EB je najviši, najteži i najkrući od svih ispitanih materijala. Debljina valovitog kartona od EB vala kreće se od 4,0 mm do 4,3 mm. Oba vala, E i B, imaju veliku čvrstoću na tlak i u kombinaciji daju krutu i relativno debelu podlogu za rezanje. Na valovitom kartonu EB vala izrezane su naklade od 5000 i 14 000 komada. To su ujedno i najmanje naklade koje su rezane tijekom ispitivanja. Nakon rezanja uočeno je da se na svakih 1000 udaraca, kod EB valovitog kartona oštrica troši : u glavi za 0,002 mm, lijevo za 0,004 mm, desno za



0,004 mm, gore za 0,002 mm i u sredini za 0,002 mm. Val E ili mikroval ima najveću čvrstoću na tlak i najmanju čvrstoću na savijanje, ali je ova podloga ujedno i najtanja od svih ispitanih. Debljina valovitog kartona napravljenog od E vala iznosi 1,4 mm do 1,6 mm. Na valovitom kartonu E vala izrezane su naklade od 10 000, 40 000 i 92 000 komada. Nakon rezanja uočeno je da se na svakih 1000 udaraca, kod E valovitog kartona oštrica troši : u glavi za 0,00015 mm, lijevo za 0,0005 mm, desno za 0,00052 mm, gore za 0,00046 mm i u sredini za 0,00043mm.

Na temelju rezultata može se zaključiti da trošenje noževa ovisi o čvrstoći materijala od kojih je karton napravljen ali najviše o debljini materijala/podloge. Čvrstoća kartona ovisi o veličini vala, o vrsti papira od kojih je karton napravljen te kombinaciji valova koji ulaze u karton. Debljina EB valovitog kartona iznosi 4,00-4,3 mm, a debljina E valovitog kartona iznosi 1,4-1,6 mm što je gotovo tri puta tanje od prve podloge. Broj udaraca također doprinosi trošenju ali u ovom slučaju je manje bitno. Kod rezanja valovitog kartona vala EB naklade su bile i do tri puta manje nego naklade kod rezanja kartona vala E, ali se nož ipak više trošio.

Ovaj završni rad je uvod i poticaj za daljnja istraživanja trošenja noževa ovisno o vrsti podloge. Za bolje razumijevanje morala bi se ispitati svojstva sirovina za izradu valovitog kartona te mehanička svojstva slojeva papira i kartona. Kako bi se dobili precizniji rezultati morali bi provesti još neka fizikalno-kemijska istraživanja alata za rezanje, te ispitati promjenu mikrostrukture oštrice nakon oštećenja.

## 5. LITERATURA

1. Inž. A. Rodin; „Ambalaža od valovitog kartona“, Progres, Zagreb 1964
2. <https://sh.wikipedia.org/wiki/Ambala%C5%BEa> 22.07.2016
3. <http://materijali.grf.unizg.hr/media/10%20Karton%20i%20ljepenka.pdf2>  
2.07.2016.
4. <http://enciklopedija.lzmk.hr/clanak.aspx?id=38892> 25.07.2016.
5. <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=46541> 27.07.2016.
6. <http://www.celici.rs/Vrste%20celika/05%20Celici%20za%20poboljsanje/05%20Uvod.html> 17.08.2016.