

BILTEN



DIGITALAN REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA
2018.

S a d r Ź a j

strana

P r e d g o v o r		
BORIS LJULJKA	Opća problematika brušenja	1
STJEPAN PETROVIĆ	Kalibriranje iverica	8
MIRA ANDROIĆ	Kalibriranje u tvornicama namještaja	13
ZVONIMIR PREMELIĆ	Brušenje masivnog drva i furniranih ploča u drvnoj industriji	23
BISERKA GALIJAN	Utjecaj brušenja na površinsku obradu namještaja	37
STJEPAN TKALEC	Određivanje tehnologije brušenja pri kalibri- ranju i obradi profila	40
MLADEN MANDIĆ	Fleksibilna brusna sredstva	53
BOŽIDAR SINKOVIĆ	Problemi pri projektiranju linija za brušenje ..	66
IVAN ČIŽMEŠIJA	Tehnički problemi brušenja	74

R e d a k t o r i :

Prof.dr Stanislav Bađun	Dipl.ing. Vladimir Herak
Doc.dr mr Mladen Figurić	Prof.dr mr Boris Ljuljka

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

U organizaciji Tehničkog odbora savjeta za namještaj; Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske; Instituta za drvo - Zagreb i Zavoda za istraživanja u drvnoj industriji, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, održano je savjetovanje pod naslovom "BRUŠENJE U PROIZVODNJI NAMJEŠTAJA".

Svrha Savjetovanja je bila upoznavanje stručnjaka drvne industrije, koji se bave problematikom brušenja, s najnovijom opremom, postupcima i sredstvima za brušenje, te ostalim tehnološkim problemima specifičnim za ovaj način obrade drva.

Tematske cjeline koje su obrađene na ovom Savjetovanju obuhvatile su: - opću problematiku brušenja; - kalibriranje; - opremu i postupke brušenja masivnog drva, furniranih i lakiranih površina; - brusila; - probleme projektiranja i neke tehničke probleme brušenja. Navedena tematika predstavljena je sudionicima u referatima koji su tiskani u ovom broju Biltena-ZIDI.

Proces brušenja treba promatrati kao specifičan proces rezanja, za čiji se opis ne mogu primijeniti zakonitosti klasičnog rezanja oštricom. Neki od ciljeva brušenja su: postizavanje određene debljine, postizavanje određenog oblika, izravnavanje kinematskih neravnina prethodne obrade, ostvarivanje čistoće (glatkoće) površine. S obzirom na tehnologiju i materijal vrši se: kalibriranje ili egaliziranje ploča, brušenje rubova i profila, brušenje masivnog drva, fino brušenje ploča, brušenje lakiranih površina. U procesima brušenja veliko značenje imaju brusila i o njima u velikoj mjeri ovisi uspješnost procesa brušenja. U praksi je obrada drva brušenjem često prućena nizom problema, koje treba rješavati odgovarajućim stručnim i znanstvenim radom.

Izneseni problemi pri obradi drva brušenjem, u proizvodnji namještaja, razmatrani su u naznačenim referatima. Ukazivanjem na prisutne probleme pri obradi brušenjem, autori referata su iznijeli mogućnosti njihovog rješavanja, djelomično ili potpuno, u skladu s uvjetima i karakteristikama za razma-

trane slučajeve. Očito je da generalnih recepata nema, ali uvijek je moguće naći rješenje za određene probleme vezane uz obradu drva brušenjem. U tom je smislu ova složena problematika i razmatrana.

Ovakva savjetovanja, s užom tematikom iz područja drvne industrije, značajan su prilog izmjeni iskustava, transferu znanja i oblik su permanentnog obrazovanja stručnjaka. Dobro pripremljeni i predstavljeni referati, kao i kvaliteta diskusije o iznesenim i drugim problemima, vezanim uz obradu drva brušenjem, znatno su pridonijeli uspjehu ovog Savjetovanja.

St. B.

OPĆA PROBLEMATIKA BRUŠENJA

Prof. dr BORIS LJULJKA
Šumarski fakultet Zagreb

Brušenje je mehanička obrada kod koje se materijal obrađuje nizom oštrica nedefinirane geometrije. Kod toga se procesom razaranja stvara niz tankih ivera, a osim toga dolazi i do trenja i habanja površine. Proces kod kojeg prevladava rezanje nazivamo brušenje, a proces kod kojeg prevladava habanje nazivamo poliranje. U oba slučaja razvija se toplina koja znatno utječe na procese brušenja i poliranja.

Zbog niza specifičnosti, kao što su velika, ali neujednačena količina oštrica koje učestvuju u rezanju, neujednačena geometrija oštrica i drugo, proces brušenja trebamo promatrati kao specifičan proces rezanja, za čiji se opis ne mogu primjeniti zakonitosti klasičnog rezanja oštricom.

Brušenje se vrši sa ciljem: - postizanja određene debljine; - postizanja određenog oblika; - izravnavanja kinematskih neravnina od prethodne obrade; - postizanja željene čistoće (glatkoće) površine.

S obzirom na tehnologiju i materijal provodi se: - kalibriranje ili egaliziranje ploča; - brušenje rubova i profila; - brušenje masivnog drva; - fino brušenje ploča; - brušenje lakiranih površina.

U procesima brušenja veliko značenje imaju brusila i o njima u velikoj mjeri ovisi efekat brušenja. U suvremenoj proizvodnji namještaja, tehnologija se odvija na duljim ili kraćim osnovnim i pomoćnim linijama. U te linije često su ulančane brusilice.

U praksi, procesi brušenja praćeni su nizom problema, koje treba riješiti odgovarajućim stručnim i znanstvenim radom. Specifičnosti tehnologije brušenja razmatrat će se u člancima koji slijede u ovom broju Biltena ZIDI. U njima će se nastojati rasvijetliti neka pitanja vezana uz ovaj način obrade. Spomenimo neke od problema iz domene brušenja:

1. - Brušenjem se vrši najfinija i na neki način najtočnija obrada, a to je, analiziramo li sam proces, netočna i nesavršena obrada.

2. - Brušenjem često želimo otkloniti kinematske neravnine od obrade glodanjem i blanjanjem. Postignuta kvaliteta površine poslije brušenja nije u stvari znatno bolja, ali se postiže stanoviti estetski efekt. Na sjajnoj uleknutoj površini svjetlo se različito lomi (sl. 1) i intenzitet svjetla koje dolazi u oko različit je. Već kod razlike u intenzitetu odbijenog svjetla od 1%, oko zamjećuje neravninu. Kod indeksa loma drva i lakirane površine 1,5 - 1,7, oko zamjećuje razliku u kutu odbijenog svjetla od $0,12^\circ = 0,15^\circ$. Iz toga se može izračunati dopustiva dubina neravnina koju oko ne zapaža:

$$\begin{array}{ll} \text{za } e = 4 \text{ mm} & y = 0,0022 \text{ mm} \\ \text{za } e = 1 \text{ mm} & y = 0,00054 \text{ mm} \end{array}$$

Takve dubine neravnina mogli bismo postići tek alatima radiusa 900 mm za prvi slučaj i 230 mm za drugi slučaj. Očito je da bi glodanje, odnosno blanjanje s takvim alatima bilo nemoguće i zbog toga kinematske neravnine otklanjamo brušenjem.

3. - U tvornici iverice se kalibriraju (kalibrirati - dovesti na određenu mjeru), a zatim se u tvornici namještaja kroje i ponovno kalibriraju, odnosno egaliziraju (egalizirati - izjednačavati). Da li je oprema za kalibriranje u tvornici namještaja točnija od one u tvornici iverica? Kolika točnost nam je potrebna u tvornici namještaja? Prema nekim autorima to je $\pm 0,10$ do $\pm 0,15$ mm, jer kod $\pm 0,3$ mm razlike u debljinama dviju susjednih ploča, koje se furniraju, može iznositi 0,6 mm, što izaziva veliki pritisak na jednu ploču ili njen dio, a posljedica toga može biti destrukcija furnirane ploče i istovremeno se na drugu ploču ne vrši dovoljan pritisak. Međda bi u tvornici namještaja trebalo vršiti proces egaliziranja sa ciljem čišćenja i poboljšavanja kvalitete površine i otklanjanja grešaka uslijed nabubrenih i zgnječanih uglova i rubova.

4. - Brušenje rubova i profila rješava se raznim metodama i tu često nastaju problemi.

5. - Kod finog brušenja površina, interesantna je optimalna duljina kontakta brusila s drvom. Zrnima brusila, možemo odrezati i odstraniti s površine samo onoliku količinu iverja i prašine, kolika stane u prostore između zrnaca. Optimalna duljina kontakta ovisi o granulaciji, gustoći posipa i o pritisku. Kod veće duljine kontakta odbrušeno se drvo nagomilava između brusila i površine i opada efekt brušenja. Intenzitet brušenja vezan je na duljinu kontakta. Što je duljina kontakta veća, intenzitet brušenja je manji (sl. 2). Kod elastičnog valjka je, naravno, duljina kontakta ograničena elastičnošću brusnog papira. Kod finog brušenja često se postavlja odvojen problema brušenja od otvaranja pora, odnosno skidanja vlakana. Ti se procesi danas rješavaju i križnim brušenjem. Pri tome postoje različite mogućnosti kod kombinacija uzdužnog i poprečnog brušenja.

6. - Brušenje lakiranih površina, danas, ima veće značenje kao proces međubrušenja, nego brušenje sa ciljem postizanja završnih efekata, što ne znači da je u tom području problematika brušenja jednostavna.

7. - Brušenje si teoretski možemo predočiti kao rezanje duž vlakana (ili poprečno) pri čemu oštrica ima negativan prednji kut. Dubina neravnina ovisi o granulaciji abraziva i volumnoj masi drva:

$$R_2 = (100 \pm 20) \cdot \frac{d_i}{v_m} \quad ,$$

gdje je: - d_i srednja dimenzija zrnaca (mm); - v_m volumna masa (g/cm^3). Zrnca abraziva se u procesu obrade troše. Ako je trošenje takvo da zrnca pucaju i stvaraju se nove oštrice, tada je vijek brusila dulji. Kada odbrušena količina padne na polovinu početne, smatra se da je abraziv zatupljen. U nekim slučajevima dolazi do zapunjavanja međuprostora zrnaca koje skraćuje vijek trajanja brusila.

Proces brušenja ovisi u velikoj mjeri o međusobnom odnosu granulacije, pritiska kod brušenja, temperature, brzine rezanja i vrste abraziva. Navedeni odnosi prikazani su na slici 3. Posebno je zanimljiv problem temperature, kod čega dolazi

do pogoršanja rezanja i slabljenja veziva brusila. Veća brzina rezanja (50 m/s), daje slabije efekte, zbog povišenja temperature iznad 100°C.

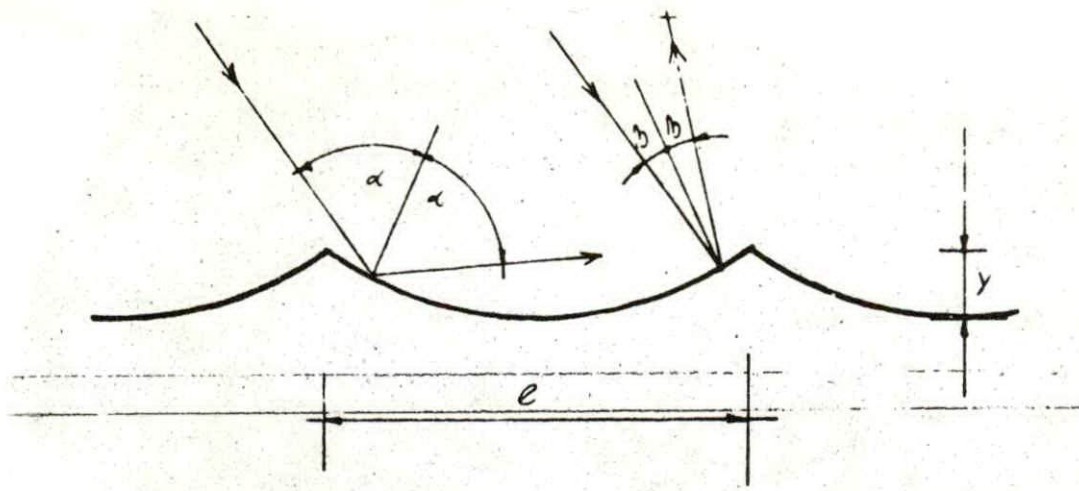
8. - Problem uklapanja u linije donjih i gornjih brusilica čini se kao da ne postoji, sve dok ne zapazimo stare tračne brusilice kako dovršavaju posao.

9. - Kvaliteta obrade brušenjem još uvijek se ustanovljuje prostim okom i jagodicama prstiju. Te metode ne bismo smjeli potcijeniti, jer je poznato da oko zapaža neravnine i od 1/1000 mm, a jagodicama prstiju dadu se ustanoviti još i manje neravnine. Egzaktne metode za mjerenje mikrogeometrije površina veoma su spore i složene i u pogonskim uvjetima potpuno neprihvatljive. Možda bi na tom području trebalo potražiti odgovarajuću metodu.

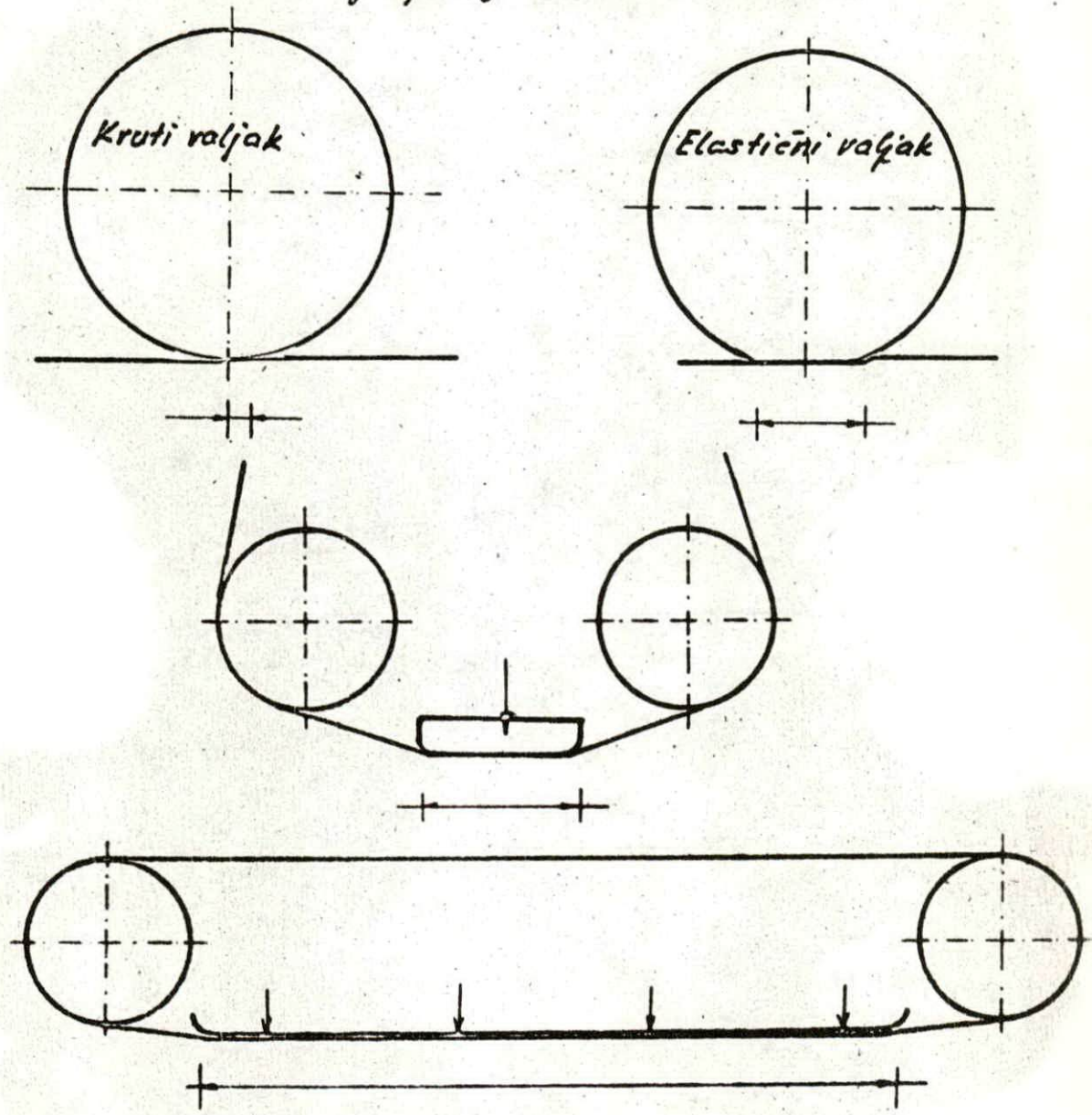
U praksi se javljaju problemi vezani uz opremu i njene karakteristike. To su: - pouzdanost, - trajnost, - točnost obrade, - kvaliteta obrade površine, - krutost, - otpornost prema vibracijama, - proizvodnost, - ekonomičnost i - ostalo.

Mnogi od ovih parametara nisu nam dovoljno poznati.

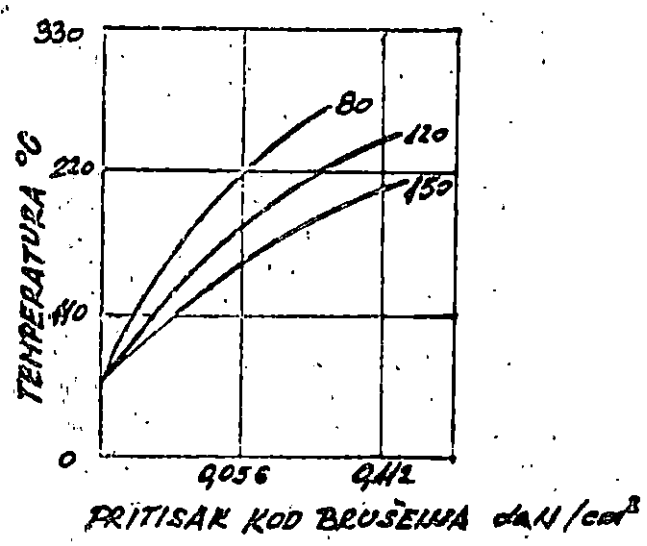
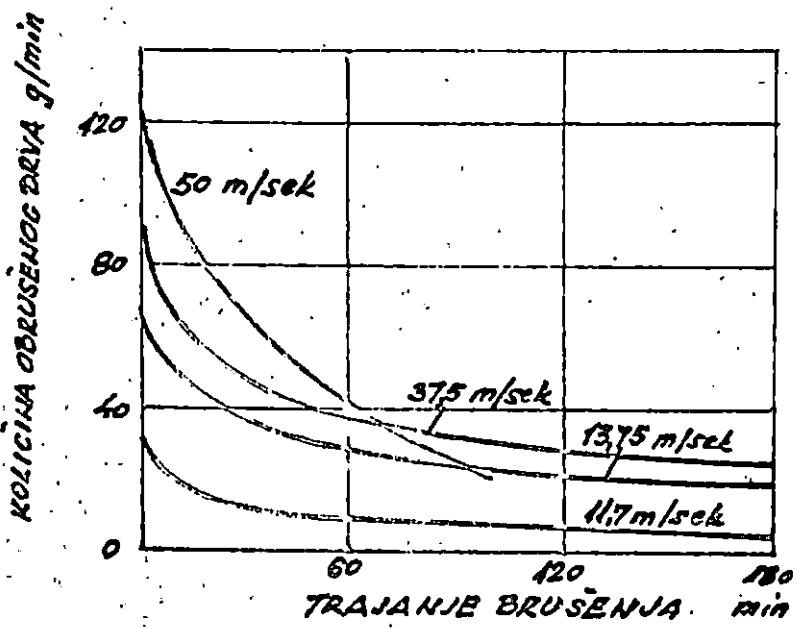
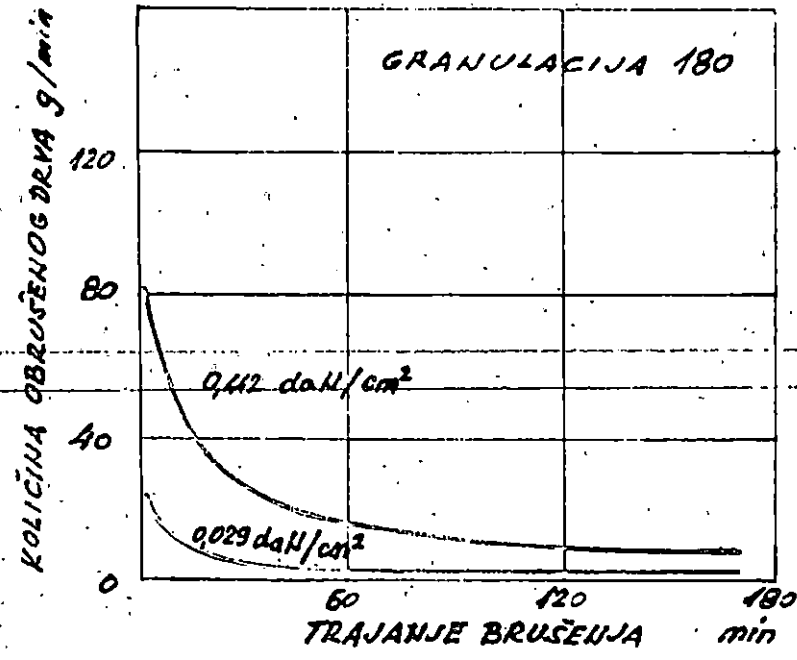
Svi izneseni problemi brušenja u proizvodnji namještaja, rješavaju se djelomično ili potpuno u skladu s uvjetima i mogućnostima, karakterističnim za svaki zasebni slučaj. Generalnih recepata nema, ali uvijek je moguće naći rješenje za određene probleme.

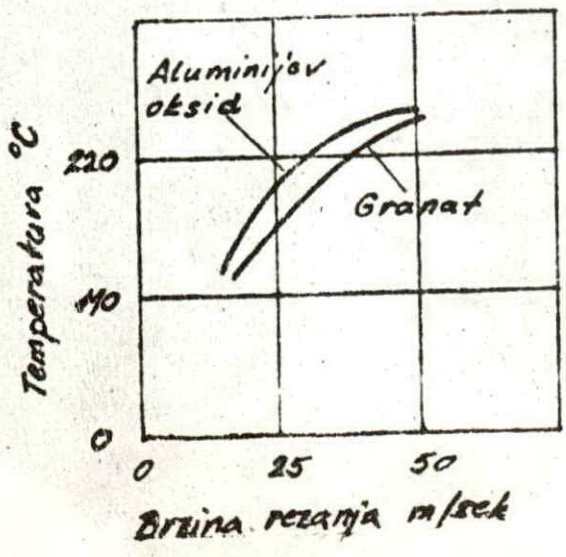
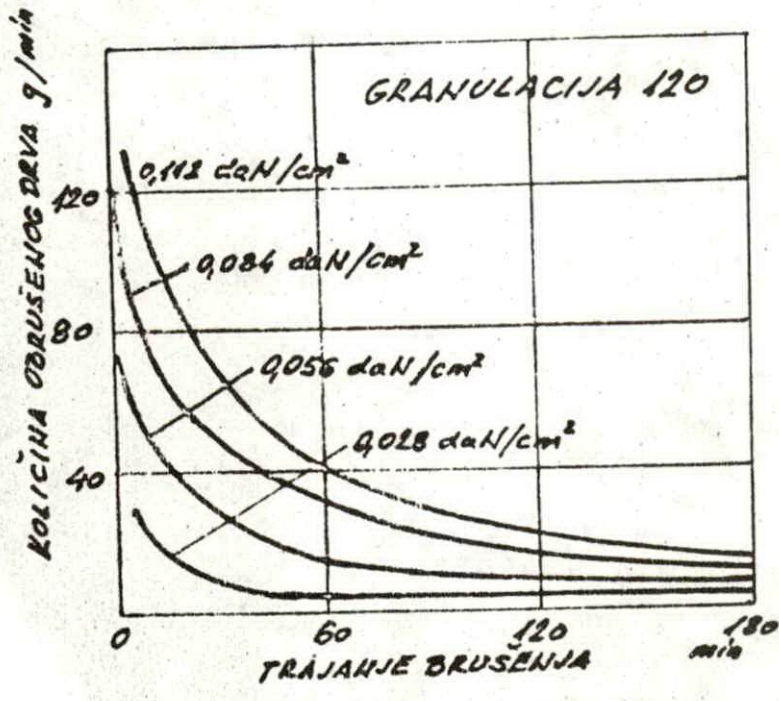
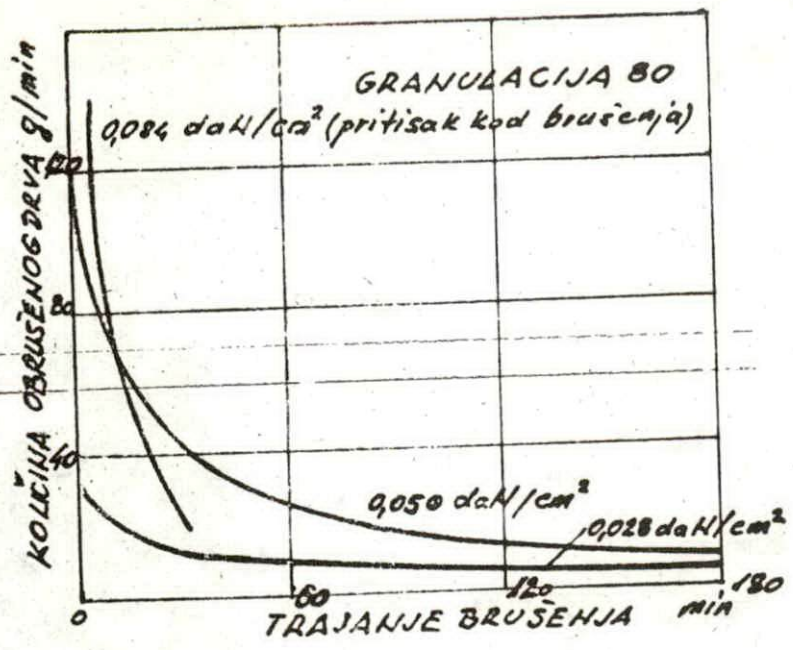


Sl.1 Odbijanje svjetla na neravninama



Sl.2 Intenzitet brušenja





KALIBRIRANJE IVERICA

Mr. STJEPAN PETROVIĆ, dipl. ing.
Institut za drvo - Zagreb

1.0 U v o d

Iverice su nakon prešanja praktično proizvod, koji u odnosu na strukturu površine i debljinu, za potrošača, u većini slučajeva, nije primjenjiv. Iako se tehnika natresanja i prešanja posljednjih godina znatno usavršila, neki utjecajni parametri debljine ploča ne mogu se držati pod kontrolom, kako bi to za stabilnost gotovog proizvoda bilo poželjno.

Također i utjecaji koji su prisutni u fazi prešanja, kod prelaza topline od etaže preše na natresni ćilim, te prskačnje prije prešanja, faktori su koji uvjetuju naknadnu površinsku obradu iverica. Naročito proizvođači namještaja traže iverice takve površinske strukture, koja je pogodna za oplemenjivanje s tankim furnirima ili folijama.

U zavisnosti od područja primjene mogu se aplicirati različiti načini oplemenjivanja odnosno oblaganja. Jedan od načina je oblaganje materijalima u tekućem stanju, pri čemu se podrazumijeva samo aplikacija tekućih ili pastoznih sredstava. Nadalje, za oblaganje se koriste tanki furniri, folije (pod folijom podrazumijevamo oblogu iz jednog materijala npr. PVC) i filmovi (podrazumijevamo takve koji dodatno imaju nosivu konstrukciju kao npr. impregnirani papiri). Za kvalitetno lakiranje i općenito oplemenjivanje ploča značajan utjecaj ima kvaliteta nosive ploče.

2.0 Konstrukcija i svojstvo iverica

Prema JUS-u D.C5.030 i O.31, iverice su pločasti proizvod dobiven prešanjem iverja uz dodatak veznog sredstva pri visokoj temperaturi. Ovim standardom obuhvaćene su iverice za

opću upotrebu s horizontalnim rasporedom iverja. Proizvode se kao jednoslojne, višeslojne ili s postupnim prijelazom u strukturi.

Tehnologija proizvodnje iverica kod pojedinih proizvođača je različita, posebno u smislu efekta prosijavanja odnosno natresanja, te veličine i oblika iverja. Na tržištu se pojavljuju ploče različite kvalitete, posebno s obzirom na kakvoću vanjske površine. Samim tim nameće se potreba iznalaženja odgovarajućih mjerila, kojima bi se ploče mogle diferencirati prema kvaliteti vanjske površine. Očito je, dakle, da bi i krajnji potrošači iverica morali više, nego do sada, imati utjecaja kod definiranja mjerila kvalitete i donošenja standarda za iverice, općenito. Iz vlastitog iskustva znamo da se ova problematika u sadašnjem trenutku promatra prilično jednostrano.

Za proizvođače namještaja sigurno bi, osim do sada standardiziranih svojstava kao mjerila kvalitete, bila isto ili još više interesantna neka od slijedećih svojstava: - volumna masa i profil volumne mase, - promjena dimenzija u promjenjivoj klimi, - ponašanje pod trajnim opterećenjem, - struktura vanjskog sloja, - oblik površine u makro i mikro području, - sposobnost upijanja, - poroznost, - bubrenje površine, - stabilnost dimenzija, - raspored iverja po veličini i - vrsta brušenja.

Unatoč postavljenih granica, u standardima ostaje za proizvodnju normalnih ploča niz mogućnosti za diferencijaciju, koje proizlaze iz pojedinih karakteristika i njihovih međusobnih interakcija. Od naročitog utjecaja su ovdje: vrsta drva, priprema iverja, obljepljivanje iverja, postupak natresanja, tehnika prešanja, sadržaj vlage i uskladištenje.

Na ova svojstva, u ovisnosti od tipa ploče odnosno profila volumne mase, potrošači mogu malo utjecati, npr. brušenjem, odnosno kalibriranjem. Tehničke mogućnosti reguliranja ovih svojstava leže isključivo u rukama proizvođača ploča.

U vezi s iznesenim, "kalibriranje" predstavlja, zapravo, samo dio iz kompleksne problematike proizvodnje iverica. Pod kalibriranjem podrazumijevamo svođenje debljine iverica, nakon prešanja, u tolerancije propisane po standardu. Po JUS-u D.C5.

Ozi oве tolerancije iznose $\pm 0,3$ mm, kako unutar jedne ploče, tako i između ploča. Međutim, ponašanje ploča, nakon brušenja, u velikoj mjeri ovisi o prije navedenim tehnološkim faktorima.

Poroznost iverice, isto tako kao i njezina čvrstoća, ovisna je o prosječnim dimenzijama iverja i stupnju komprimiranja drva. Prema N e u s s e r u, na površina trgovački uobičajene brušene ploče iverice bez pora, ako kod $0,5 \text{ g/cm}^3$ volumne mase drva površinske zone vanjskog sloja u debljini od 1 mm, pokazuje volumnu masu od najmanje $0,75 \text{ g/cm}^3$. To, međutim, u točki presjeka profila volumne mase (gustoće) s površinom brušenja predstavlja gustoću od oko $0,6 \text{ g/cm}^3$. Nadalje, ustanovljena je međusobna ovisnost čvrstoće na raslojavanje i otpornosti na odvajanje (čvrstoća na raslojavanje vanjskog sloja) od gustoće promatranog sloja. Prema istom autoru smatra se, da bi čvrstoća na raslojavanje vanjskog sloja kod iverica za opću namjenu trebala iznositi najmanje 7 daN/cm^2 , a kod iverica za oblaganje impregniranim papirima najmanje 10 daN/cm^2 .

Za ploče namijenjene oplemenjivanju većih površina treba nastojati da eventualne razlike u debljini i gustoći budu što manje. Prema K. E r n s t u razlike u gustoći bi se trebale kretati unutar $\pm 0,5\%$.

Zbog često dužeg uskladištenja iverica, većina nacionalnih standarda dozvoljava odstupanje u debljini u granicama od $\pm 0,3$ mm. E u z e n s b e r g e r predlaže da se kod ploča namijenjenih oplemenjivanju dozvoljavaju tolerancije od $\pm 0,2$ mm. S kvalitetnim strojevima za brušenje mogu se, te tolerancije, kod kratkog uskladištenja između kalibriranja i oplemenjivanja, održati u granicama $\pm 0,15$ mm, što npr. kod ploča debljine 20 mm iznosi 1,5% od debljine ploče.

Govoreći o kalibriranju odnosno o kvaliteti brušenja neophodno je ovdje istaći utjecaj vlage. Prema istraživanjima K e h r a i G r a b i t z k o g, koji su ustanovili značajne razlike u vlazi ploča u jednom dužem proizvodnom periodu, razlike u vlažnosti vanjskog i unutarnjeg sloja iznosile su do 6,3%. U roku od 3 dana u složaju se ova razlika relativno brzo smanjila na 3,5%, a potom u daljnjih 12 dana lagano

na 3%. Po površini gledano, ustanovljene su razlike u sadržaju vlage od oko 2%, koje se kod uobičajene dužine trajanja uskladištenja značajno ne mijenjaju. Prema tome tzv. "dozrijevanje" ploča na skladištu nakon prešanja donosi prednosti samo u pogledu kvalitete vanjske površine. Relativnim povećanjem vlage površine ploče poboljšava se kvaliteta brušenja i općenito mirnoća površine. Neke razlike u debljinama kalibriranih ploča kod proizvođača iverica, koje se uočavaju kontrolom prije egaliziranja u tvornicama namještaja, ukazuju upravo na međusobnu ovisnost nekih tehnoloških faktora i uvjeta uskladištenja.

S obzirom na izneseno, mišljenja smo, da je u interesu odvijanja normalnog tehnološkog procesa kod većine proizvođača namještaja, potrebno ploče prije upotrebe brusiti u smislu egaliziranja njihove debljine.

3.0 Tehnički nivo strojeva za brušenje (kalibriranje)

Osnovni zahtjevi proizvođača iverica, na proizvođače strojeva, je bolja kvaliteta brušenja pri povećanoj protočnoj brzini. Oba ova zahtjeva su posljednjih godina ispunjena na zadovoljavajući način. Za brušenje iverica primjenjuju se danas cilindrične i širokotračne brusilice, te brusilice s poprečnom trakom. Moguće su i kombinacije ovih strojeva.

Najmanje troškove na brusnom sredstvu imaju cilindrične brusilice. Brušenje se obično vrši u dva prolaza, tj. najprije se brusi gornja strana, a potom donja strana ploče. Brusilica ima 3 ili 4 valjka s brusnim papirom različite granulacije.

Kod ovog sistema brušenja prisutna su dva nedostatka:

(1). Sve netočnosti u debljini gotove ploče su se kalibrirale na gornjoj strani ploče. U drugom prolazu, nakon okretanja ploče, vršilo se samo egaliziranje već kalibrirane ploče. Ovakvim načinom brušenja dolazilo je do toga, da jedna strana ploče bude više brušena od druge, što je dovodilo, u pravilu, do asimetrije u konstrukciji ploče.

Asimetričnost je opet imala za posljedicu stvaranje unutarnjih naprezanja u ploči, koja su uzrokovala krivljenje ploče.

(2). Kao posljedica načina učvršćenja brusnog papira na valjku, dolazilo je, u pravilu, do markiranja spojnog mjesta trake na gotovoj ploči. To markiranje se očitovalo kao traka-sta promjena sjaja na površini.

Prvi nedostatak uklonjen je pojavom brusilice s dva-puta po četiri valjka, istovremeno na gornjoj i donjoj strani. Ovo je rješenje kombinirano s uređajem za centrično uvlačenje ploča, što je rezultiralo u simetričnom brušenju obje strane ploče. Problem markiranja na površini ploče nije još riješen. Značajno poboljšanje ostvareno je uključivanjem kontaktne brusilice s poprečnom trakom. Kod ovog principa rada pojavio se, međutim, novi nedostatak, tj. zaobljenje na rubnim zonama. To, međutim, nema bitnog značenja ako se ploče formatiziraju tek nakon brušenja.

Drugi razvojni pravac predstavljale su širokotračne brusilice. Ove strojeve proizvode danas niz inozemnih tvrtki. Spojna mjesta brusne trake također se markiraju na gotovoj površini ploče, ali u znatno manjoj mjeri nego kod cilindričnih brusilica. Usporedimo li širokotračne brusilice s cilindričnim, onda se može konstatirati da su troškovi brusnog sredstva kod prvih približno dvostruko veći. Kvaliteta brušenja je kod male brzine pomaka (10-15 m/min) toliko dobra, da u većini slučajeva brusilica za poprečno brušenje nije potrebna. Novija rješenja omogućuju veće brzine i bolju kvalitetu brušenja. Međutim, unatoč tome proizvođači ploča očekuju još bolja rješenja, koja će omogućiti stvarno brušenje odnosno kalibriranje ploča bez pogreške.

KALIBRIRANJE U TVORNICAMA NAMJEŠTAJA

MIRA ANDROIĆ, dipl.ing.

RO "Šavrić", Zagreb

1.0 Uvod u problematiku

Čitav proizvodni program RO "Šavrić", Tvornica namještaja Zagreb, konstruktivno je tako riješen, da su gotovo svi elementi namještaja izvedeni iz furniranih pločastih elemenata od iverice debljine 18 mm. Tok tehnološkog procesa pločastih elemenata, konačni izgled, odnosno kvaliteta površinske obrade, ovisi o nekoliko važnih faktora, među kojima početna debljina iverica ima značajnu ulogu.

Ploče iverice, koje se dopremaju u tvornicu namještaja, bruse se već u tvornicama iverica na točnu debljinu. Međutim, kad stignu u tvornicu namještaja kalibriraju se, bez obzira na razlike u debljini, jer se proizvođač na taj način osigurava da će imati pločasti element sigurne debljine za furniranje.

To znači, da se kalibriranje iverica prije furniranja sprovodi s ciljem da se postignu jednake debljine iverica, odnosno, da se odstupanja po debljini svake ploče svedu na minimum. Ploče za furniranje trebaju biti što točnije debljine radi dalje obrade.

Iverice se nakon dopreme viljuškarom uskladište u zatvorenom klimatiziranom prostoru (relativna vlaga 60%, temperatura 18°C), odakle se transportiraju na krojenje, a zatim na kalibriranje.

Brušenje prije furniranja vrši se s obje strane, i to najprije na širokotračnoj kontaktnoj brusilici za brušenje odozdo, a zatim na širokotračnoj kontaktnoj brusilici za brušenje odozgo.

Širokotračne brusilice za brušenje odozdo i odozgo bruse se na onu mjeru koja se podesi na kontaktnom valjku, pri čemu je nevažno da li su ploče koje ulaze u stroj iste debljine, ili

pokazuju manje razlike u debljini. Kod brušenja na jednakomjernu debljinu mora se kontrolirati opterećenje kontaktnog valjka. Ako su odstupanja u debljini takova da se iskazuje preopterećenje, moraju se propuštati ploče dok se ne postigne jednakomjerna debljina. Kod normalnog brušenja, podešava se stroj tako, da brusi svega nekoliko desetinki milimetara (od 0 do 0,6 mm). Što je jače brušenje to će brzina pomaka biti manja, a to ovisi o granulaciji brusnog papira i o komadu koji se obrađuje. Za kalibriranje se upotrebljava brusni papir 40 i 50.

Da bi se postiglo besprijeckorno brušenje, gumena površina kontaktnog valjka, treba biti cilindrična i glatka. S vremenom se gumena površina ošteti, pa se ponovo izbrusi da bude glatka.

2.0 Cilj istraživanja

Proizvođači ploča iverica deklariraju iverice pod debljinom od 18 mm, uz dozvoljena odstupanja po JUS-u $18 \pm 0,3$ mm.

Cilj mjerenja debljina iverica koja su sprovedena u tvornici namještaja bio je:

1. - da se ustanovi kolika je stvarna debljina iverica koje stižu u tvornicu namještaja;
2. - da li su te debljine u granicama tolerancije predviđenih po JUS-u;
3. - da li je točnost, na koju se bruse ploče u tvornicama iverica, dovoljna, u odnosu na tolerancije koje predviđa JUS, i da li bi se postupak kalibriranja mogao izostaviti.

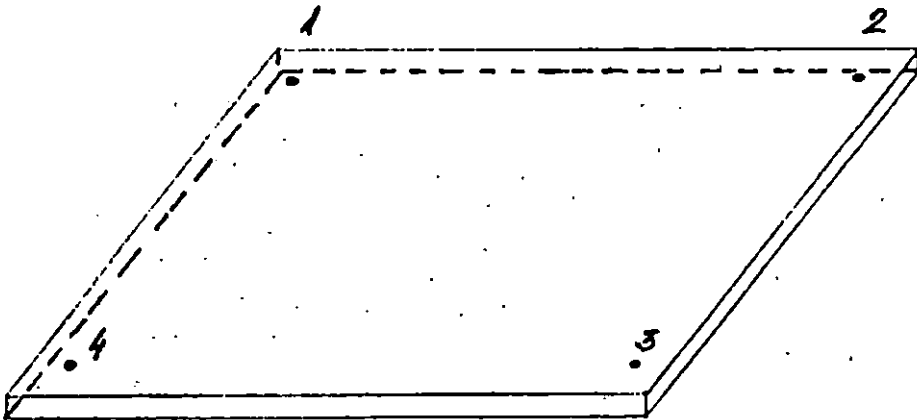
3.0 U z o r c i

Kao uzorci za ispitivanja uzete su iverice nominalne debljine, $d = 18$ mm i pločasti element vrata dimenzije 1514/413/18 mm. Mjerenje je izvršeno mikrometrom na ukupno 60 pločastih elemenata s točnošću od 0,01 mm.

Mjereni su uvijek pločasti elementi vrata 1514/413/18 cm iz iverice skrojjenih iz ploča koje potiču od tri različita proizvođača. Mjerenje je bilo podijeljeno u dvije grupe.

Prvu grupu mjerenja predstavljaju tri uzorka od tri različita proizvođača ploča iverica, koji su označeni s proizvođač "A", proizvođač "B" i proizvođač "C". Mjereno je po 10 pločastih elemenata vrata iz iverice. Svaka se ploča mjerila na četiri mjesta, kako je označeno na slici 1.

Druga grupa mjerenja načinjena je dva mjeseca kasnije, uz pretpostavku da ploče iverice potiču iz druge serije proizvođača istog proizvođača. Ovu drugu grupu mjerenja čine također po 10 pločastih elemenata za svakog proizvođača, a mjerenje je izvršeno kao kod prve grupe.



Sl. 1. Shema mjernih mjesta uzoraka

4.0 Rezultati istraživanja

Tabela 1

I GRUPA MJERENJA - PROIZVOĐAČ "A"						
Broj mjer.	1	2	3	4	Σ	Razlika na jednom obratku (mm)
1.	18,00	18,00	17,98	17,98	71,96	0,020
2.	17,98	17,90	17,95	17,94	71,77	0,080
3.	17,94	17,94	17,99	18,00	71,87	0,060
4.	18,00	18,00	18,03	18,08	72,11	0,080
5.	18,02	18,00	17,97	18,08	72,07	0,110
6.	17,98	17,95	17,93	17,92	71,78	0,060
7.	17,98	18,00	17,95	18,00	71,93	0,050
8.	17,90	17,90	17,94	17,92	71,66	0,040
9.	17,94	17,92	17,90	17,93	71,69	0,040
10.	18,00	18,15	18,08	18,03	72,26	0,150
Σ	179,740	179,760	179,72	179,880	719,10	0,690
\bar{a}	17,974	17,976	17,972	17,988	17,977	0,069

Tabela 2

II GRUPA MJERENJA - PROIZVOĐAČ "A"						
Broj mjer.	1	2	3	4	Σ	Razlika na jednom obratku (mm)
1.	18,00	17,95	17,88	18,02	71,85	0,140
2.	17,98	17,98	17,80	17,84	71,60	0,180
3.	18,00	17,98	17,98	17,98	71,94	0,020
4.	18,00	18,00	17,92	17,98	71,90	0,080
5.	18,00	17,98	17,98	18,00	71,96	0,020
6.	18,00	18,02	18,02	18,00	72,04	0,020
7.	18,00	18,02	18,00	18,00	72,02	0,020
8.	17,95	18,02	17,98	17,95	71,90	0,070
9.	17,98	17,98	18,00	17,99	71,95	0,020
10.	18,02	17,98	18,02	18,00	72,08	0,100
Σ	179,99	179,91	179,58	179,76	719,24	0,760
\bar{a}	17,999	17,991	17,958	17,976	17,981	0,067

Tabela 3

I GRUPA MJERENJA - PROIZVOĐAČ "B"						
Broj mjer.	1	2	3	4	Σ	Razlika na jednom obratku (mm)
1.	17,98	17,92	17,89	17,91	71,70	0,020
2.	17,80	17,82	17,84	17,88	71,34	0,080
3.	17,95	17,80	17,81	17,99	71,55	0,180
4.	17,95	17,96	17,90	17,98	71,79	0,080
5.	18,01	17,94	18,00	18,05	72,00	0,110
6.	18,01	18,05	18,03	18,00	72,09	0,050
7.	18,00	18,00	18,01	17,98	71,99	0,080
8.	18,04	18,03	18,08	18,00	72,15	0,080
9.	17,94	17,96	18,03	18,03	71,96	0,090
10.	17,91	18,00	18,08	18,02	72,01	0,170
Σ	179,59	179,48	179,67	179,84	718,580	0,090
\bar{d}	17.959	17.948	17.667	17.984	17.964	0,089

Tabela 4

II GRUPA MJERENJA - PROIZVOĐAČ "B"						
Broj mjer.	1	2	3	4	Σ	Razlika na jednom obratku (mm)
1.	18,18	17,98	17,92	18,18	72,26	0,260
2.	18,25	18,02	18,20	18,00	72,47	0,250
3.	17,98	18,22	18,24	18,05	72,49	0,260
4.	17,80	18,00	18,02	18,18	72,00	0,380
5.	17,84	18,18	18,20	17,84	72,06	0,360
6.	17,88	18,12	18,08	17,88	71,96	0,240
7.	17,94	18,25	18,18	17,92	72,29	0,330
8.	17,92	18,18	18,14	17,90	72,14	0,280
9.	18,08	18,22	18,10	18,00	72,40	0,220
10.	17,80	18,15	18,15	17,88	71,98	0,350
Σ	179,67	181,32	181,23	179,83	722,05	2,930
\bar{d}	17,967	18,132	18,123	17,983	18,051	0,293

Tabela 5

I GRUPA MJERENJA - PROIZVOĐAČ "C"						
Broj mjer.	1	2	3	4	Σ	Razlika na jednom obratku (mm)
1.	18,08	18,04	18,00	18,03	72,15	0,080
2.	17,99	18,01	18,00	17,96	71,96	0,050
3.	18,04	18,08	18,00	18,00	72,12	0,080
4.	17,98	18,01	17,99	17,98	71,96	0,030
5.	17,90	17,90	17,91	17,95	71,66	0,050
6.	18,08	18,01	17,99	17,95	72,03	0,130
7.	17,90	17,90	17,85	17,89	71,54	0,050
8.	18,01	18,00	17,93	17,99	71,93	0,080
9.	17,98	18,00	17,98	17,96	71,92	0,040
10.	18,00	18,00	17,92	17,98	71,90	0,080
Σ	179,96	179,95	179,57	179,69	719,17	0,670
\bar{d}	17,996	17,995	17,957	17,969	17,979	0,067

Tabela 6

II GRUPA MJERENJA - PROIZVOĐAČ "C"						
Broj mjer.	1	2	3	4	Σ	Razlika na jednom obratku (mm)
1.	17,82	17,85	17,88	17,84	71,39	0,060
2.	17,88	17,84	17,81	17,82	71,35	0,070
3.	17,92	17,98	17,98	17,96	71,84	0,060
4.	17,86	17,92	17,92	17,84	71,54	0,060
5.	17,82	17,78	17,84	17,92	71,36	0,140
6.	17,89	17,84	17,88	17,86	71,47	0,050
7.	17,98	18,01	18,08	18,02	72,09	0,100
8.	18,06	18,04	18,08	18,09	72,27	0,050
9.	17,98	18,02	18,03	17,98	72,01	0,050
10.	18,08	18,05	18,03	18,02	72,18	0,060
Σ	179,29	179,33	179,53	179,350	717,50	0,700
\bar{d}	17,929	17,933	17,953	17,935	17,937	0,070

Podaci dobiveni mjerenjem debljina ploča ukazuju na razlike u debljinama u pojedinom obratku kao i između obradaka.

Najveće razlike na jednom obratku, odnosno u čitavoj grupi mjerenja, vide se u tabeli 7.

Tabela 7

Proizvođač	Grupe	Razlike na jednom obratku (mm)	Razlike u grupi (mm)
"A"	I	0,15	0,25
	II	0,18	0,22
"B"	I	0,18	0,28
	II	0,38	0,45
"C"	I	0,13	0,23
	II	0,14	0,27

Analiziramo li ove rezultate, vidimo da u pojedinim slučajevima imamo značajne razlike u debljini obratka, kao i između obradaka. Posebno je velika razlika kod proizvođača "B" u drugoj grupi, gdje ona iznosi maksimalno na obratku 0,38 mm, a između obradaka čak 0,45 mm.

Daljnja analiza podataka izvršena je metodama matematičke statistike. Analiza rezultata pojedinih mjernih mjesta ukazala je da oni čine homogen skup, što bi se koristilo kod dalje obrade.

Na točnost po debljini ima utjecaj točnost brušenja u tvornici ploča iverica i točnost podešavanja.

Razlike u jednoj grupi mjerenja mogu biti uzrokovane točnošću (rasipanjem) brušenja, a razlike između grupa točno-

šću (rasipanjem) podešavanja.

Točnost brušenja definirana je standardnom devijacijom.

Točnost brušenja za pojedine proizvođače i grupe prikazana je u tabeli 8.

Tabela 8

Proizvođač	Srednja debljina \bar{d} (mm)	Stand. dev. (mm) σ	Ukupno polje rasipanje 6σ (mm)
"A"	I	17,977	0,0552
	II	17,981	0,0483
"B"	I	17,964	0,747
	II	18,051	0,1380
"C"	I	17,979	0,0526
	II	17,937	0,0912

Iz tabele 8 se vidi, da aritmetičke sredine debljina ne pokazuju velike razlike ni između grupa, a niti između proizvođača, osim u drugoj grupi proizvođača "B".

Standardna devijacija, kao mjera rasipanja, pokazuje da je točnost obrade različita i da se kreće od 0,048, pa sve do 0,138 mm. Posebno u pogledu netočnosti odskoče druga grupa (II) proizvođača "B". Na temelju veličine standardne devijacije izračunata su ukupna polja rasipanja (6σ), koja možemo očekivati uz dane režime.

Pod pretpostavkom da nam je neophodna točnost obrade $\pm 0,2$ mm, onda bi po kvaliteti zadovoljile samo ploče proizvođača "A".

Usporedba varijanci pokazala je da razlike između I. i II grupe mjerenja proizvođača "A" i proizvođača "C" nisu signifikantne, dok su te razlike kod proizvođača "B" signifikantne.

Usporedbom aritmetičkih sredina, grupa uzoraka, ustanovili smo da razlike između sredina proizvođača "A" i "C" nisu značajne, dok je ta razlika kod proizvođača "B" značajna.

Radi se vjerojatno o nekoj promjeni, koja može biti posljedica ili netočnog podešavanja ili nekih drugih utjecaja.

Donja i gornja granica debljina ploča iverica prema proizvođačima prikazana je u tabeli 9:

Tabela 9

Proizvođač	Srednja debljina	3σ (mm)	Donja i gornja granica deblj. obradaka (mm)
"A"	17,977	0,165	17,812
	17,981	0,145	18,126
"B"	17,964	0,224	17,740
	18,051	0,414	18,465
"C"	17,979	0,158	18,137
	17,937	0,274	17,663

Iz tabele 9 se vidi da je:

$$d_{\min} = 17,937 - 3 \times 0,0912 = 17,663 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = 18,051 + 3 \times 0,1380 = 18,465 \text{ mm}$$

$$\text{polje rasipanja} = 0,802 \text{ mm}$$

Prema JUS-u, nominalna debljina iverica je 18 mm i ako je dozvoljeno odstupanje $\pm 0,3$ mm, što znači da je ukupno rasipanje jednako 0,6 mm, tj. $6\sigma = 0,6$ mm, onda izmjerenе iverice ne zadovoljavaju taj zahtjev s obzirom na ukupno rasipanje.

Z A K L J U Č A K

Iz ovih mjerenja se može zaključiti da iverice, koje dolaze u tvornicu namještaja, imaju veće polje rasipanja nego što je predviđeno po JUS-u.

Budući da se u Tvornici namještaja "Šavrić" koriste ploče iverice od više proizvođača, a s obzirom na stanovite neujednačenosti dimenzija kod raznih proizvođača, te s obzirom na tehnološke zahtjeve proizvođača namještaja, ispitivane iverice se trebaju kalibrirati.

Situacija bi se izmijenila kada bi proizvođači iverica povećali točnost obrade po debljini.

Rezultati ovih istraživanja nisu potpuno vjerodostojni, s obzirom na relativno mali broj uzoraka. Za točniju obradu trebalo bi uzeti veći broj uzoraka tokom vremena od proizvođača iverica.

BRUŠENJE MASIVNOG DRVA I FURNIRANIH
PLOČA U DRVNOJ INDUSTRIJI

ZVONIMIR PREMELIĆ, ing.
Spoerri - Swiss Wood team

1.0 U v o d

U industrijskoj proizvodnji namještaja pokazala se, već davno, potreba za automatizacijom završnih radova na elementima obrade. Tvrtka "Heesemann" bavi se tom problematikom već oko 50 godina. U suradnji s industrijom prilagodila je svoje strojeve potrebama proizvodnje. Kompletan razvoj brusilica usmjeren je prema rješenjima koja će racionalno oblikovati postupak brušenja, osigurati visoku kvalitetu i povećati sigurnost od prebrušavanja furniranih ploča.

Brušenje je zaključna operacija brojnih proizvodno-tehnoloških postupaka u drvnoj industriji. Zajedno s oplemenjivanjem površine, brušenje je, dakle, presudno za konačnu kvalitetu proizvoda. Prije operacije brušenja u obradak je već uloženo više od 85% rada i materijala, a to nas navodi da je brušenju površina neophodno posvetiti veću pažnju, što znači:

- voditi računa o vrsti opreme, brusilice;
- voditi brigu oko izbora brusnog sredstva;
- tehnologijom proizvodnje osigurati maksimalnu točnost obratka.

Naravno, to nisu svi momenti o kojima se mora voditi računa, ali oni su osnovni preduvjet za kvalitetno brušenje.

2.0 B r u š e n j e

Brušenje možemo definirati kao postupak finog habanja vlakanaca, pa do rezanja vlakanaca. Pojedina zrna brusne trake skidaju čestice drvene mase. To skidanje prouzrokuje i tragove. U postupku brušenja mora se postići da ovi tragovi budu što manje vidljivi. To u mnogome ovisi o izboru i kvaliteti brusnog sredstva, ali i o sistemu koji se primjenjuje kod brušenja. Za

oplemenjivanje moraju se vlakanca što temeljitije obrusiti. Oso- bito djelotvorno se daju vlakanca obrusiti na aksijalnom presje- ku, ali je za to potrebno poprečno brušenje. Vlakanca se, dakle, ne utiskuju u pore, što se događa pri isključivom brušenju u uz- dužnom smjeru. Slijedećim uzdužnim brušenjem poprečni se tragovi prebrušuju i time se postiže fina slika površine. Kako je djelo- tvorno prethodno poprečno brušenje, pokazat će se osobito pri slijedećoj obradi površine kvašenjem, močenjem ili lakiranjem. Time se djelomično objašnjava potreba križnog brušenja. Odatle proizlaze i osnovni zahtjevi na način rada brusilice:

(1). Postizanje fine i jednolike slike brušene površine, velika sposobnost prilagođavanja kakvoći (svojstvima) obratka i k tome zahtjevani kapacitet.

(2). Pri postupku brušenja mora se izvršiti određeni pri- tisak na obradak, da bi se postiglo željeno skidanje materijala. Taj pritisak mora biti jednolik da ne nastanu nepravilnosti u sli- ci obrušene površine. S druge strane mora se pritisni sustav pri- lagoditi stanovitim neizbježivim tolerancijama na obratku, kao i od obratka do obratka, što je prije svega važno za brušenje fur- nira. Po tome se fino brušenje bitno razlikuje od kalibriranja jer ne treba izraditi ravnu površinu, nego prethodno danu površi- nu, onakva kakva je, treba na svim mjestima jednoliko izbrusiti. To opet zahtjeva da pritisni sustav brusilice mora biti vrlo gi- bak. Automatske brusilice rade s plosnatim, pneumatskim i uprav- ljanim brusnim agregatima.

2.0 Uskotračna radna skupina "HEESEMANN"

2.1. P r i t i s n i s u s t a v b r u s i l i c e

Do uvjerenja da ovaj konstrukcijski princip treba pri- mjenjivati na brusilicama površina, došlo se ispitivanjima i usporedbom s drugim principima izvedbi (sl. 1). Npr., brušenje kontaktnim valjkom je prikladno za egaliziranje površine. Bu- dući da do stvarnog kontakta dolazi u vrlo uskom tangentnom području valjka, ne može se izbjeći stanoviti nemir u izgledu obrušene površine, a nepravilnosti u veličini zrnca brusne tra-

ke prenose se na obradak. Kod kontaktne brusilice prilagođavanje toku površine vrlo je ograničeno. Nedostaje mogućnost podešavanja prema kakvoći (stanju) obratka. Pokusi brušenja i iskuštva proizvodne prakse, pokazala su, da je bolji pritisni sustav s plosnatom, elastičnom pritisnom gredom, kojom se može regulirati intenzitet djelovanja na površinu obratka. Primjena sustava brušenja s plosnatim, elastičnim pritisnim gredama ima niz prednosti. U nastavku će se prikazati bitne prednosti tog sustava s pritisnom gredom.

Kod agregata za poprečno i kod agregata za uzdužno brušenje upotrebljava se plosnata pritisna greda širine 150 mm. Prema tome, brusna traka ne brusi samo tangentno u obliku pruge, nego djeluje plošno svojom cijelom širinom. Osim toga dolazi do međusobnog prebrušivanja brusnih tragova zbog premještenog rasipanja veličine zrna. Površina će u cjelini biti izbrušena jednoliko. Sposobnost prilagođavanja pritisne grede kakvoći (stanju, svojstvima) površine obratka postignuto je njenom konstrukcijom.

2.1.1. Konstrukcija elastične pritisne grede

Omjeri tlakova u zračnici (Luftschlauch) mogu se regulirati već prema tehnološkom zahtjevu, kakvoći obratka, vrsti furnira i željenoj kvaliteti brušenja (slika 2). Elasticitetom pritisne grede može se postići djelotvorno prijanjanje uz obradak i jednoličnu sliku brušenja po cijeloj površini obratka. Za postizanje fine slike brušenja, ispod zračnice, nalazi se fini elastični čelični lim. Na isti je pričvršćena traka od tvrdog tehničkog filca (isti mora biti fino kalibriran), kojim se postiže mekan dodir pritisne grede i obratka. Tehnički filc je prekriven kliznim pletivom (podložak grafitne trake - gleitmatte), čime se smanjuje trenje između nepokretnih i pokretnih dijelova cijelog sistema.

Posebno kod poprečnog brusnog agregata u smjeru brusne trake, preko posebnog pogona, kreće se lamelna traka (traka s pritisnim lamelama) s manjom obodnom brzinom od brusne trake.

Radi različitih zahtjeva, primjenjuju se posebne trake za brušenje furnira, a posebne za brušenje kita ili lađa. Lamelna pritisna traka svojim kretanjem stalno premješta zonu dodira brusne trake i obratka. Time dolazi do odvođenja topline kao popratne pojave uslijed trenja, a zbog stalnog kretanja pritisnih lamela, pritisak na obradak je dinamičan, a ne statičan. Time se postiže maksimalno prigušivanje vibracija i oscilacija brusne trake. Vibracije i oscilacije inače smanjuju kvalitetu slike obrušene površine i pospješuje nejednoliko natezanje i pucanje brusne trake. Sustav prigušivanja omogućuje i korišćenje jeftinijih brusnih papira. Ne postoji nikakva bitna razlika između agregata za poprečno brušenje i uzdužno brušenje. Također, široka brusna traka ne dolazi u kontakt s obratkom preko kontaktnog valjka ili preko brusne papuče, već preko plosnate, elastične i upravljane pritisne grede. Poznato je, da kod brušenja pločastih obradaka, postoji velika opasnost od probušavanja rubova, to znači da na tim mjestima moramo intenzitetom brušenja posebno upravljati.

2.1.2. Početak brušenja - završetak brušenja

Tlačna površina elastične pritisne grede (sl. 3 i 4), spušta se i podiže kod svakog pojedinog prolaza obratka, te je time određena najpovoljnija zona za reagiranje. Tako je moguće u potpunosti očuvati prednji i zadnji rub obratka od probušavanja, a opet postići željenu kvalitetu brušenja. Intenzitet brušenja, na prednjem i zadnjem rubu, može se tako upravljati da se pritisna greda prije ili kasnije spusti i prema tome prije ili kasnije podigne, a time se vrijeme brušenja na prednjem i stražnjem rubu povećava ili smanjuje. Proizlazi da je kretanje pritisne grede i mogućnost upravljanja vrlo važno za očuvanje rubova (prednji - stražnji) od povećane učestalosti brušenja. S druge strane, isto je tako važno upravljanje intenzitetom brušenja na postranim rubovima obratka. Tlačna površina pritisne grede mora, dakle, intenzivno ili manje djelovati na postrane rubove.

2.1.3. Presjek kroz elastičnu pritisnu gredu

Radi svih tih zahtjeva, za kvalitetom brušenja, razvijeni su i slijedeći principi elastičnih pritisnih greda (sl. 5):

1. Normalna pritisna greda s mehaničkim podešavanjem aktivne širine brušenja. Ona je upravljana preko vremenskog re- leja koji dolazi u dodir s obratkom, cijela pritisna greda se spušta na obradak u prolazu i opet se kompletno diže. Djelova- nje tlačne površine pritisne grede podešava se u odnosu na ši- rinu obratka na pomicaljki (kliznik - zasun) ili pomoću ručnog kola. Obradak mora prolaziti na strani stroja po prislonu. Op- tički se provjerava kvaliteta brušenja na postranim rubovima obratka i pomicanjem kliznika ili ručnog kola (ovisno o izved- bi podešavanja), povećava se ili smanjuje intenzitet brušenja do tražene kvalitete obrušene površine. Ovaj princip elastične pritisne grede primjenjuje se uglavnom na strojevima opremlje- nim gredama za poprečno brušenje, kao na: - poluautomatskoj bru- silici BA-2; - automatskoj brusilici BAV-1; - automatskoj dvo- tračnoj brusilici DBV-1, DBV-2 i DBV-2 O/U.

2. Pritisna greda za posluživanje na dvije strane (u dva kolosijeka). Ovdje se obraci vode na lijevoj i desnoj strani stroja uvijek po prislonu, ali se oni ne moraju usporedno jedan prema drugom poravnavati, nego se mogu kretati u nepravilnom redoslijedu kroz stroj. Električnim spajanjem (upravljanjem) podešava se intenzitet brušenja od lijeve i desne strane stroja, tako da djelovanje tlačne površine pritisne grede odgovara di- menziji obratka. I kod ovog principa može se povisivanjem ili smanjivanjem sklopnih koraka (Schaltsschritte), preko vanjskog bočnog ruba obratka, odrediti željeni intenzitet brušenja na bočnom rubnom području. Isti se princip ne može u potpunosti primjeniti za brušenje u linijama s automatskim ulaganjem. Kod istog principa moguće je skoro 100% iskorišćenje brusne trake, i to zbog korišćenja cijele radne širine stroja i reverzionog kretanja brusne trake, poprečno na smjer pomaka obratka.

3. Pritisna greda upravljana elektronički. Kod ove kon- strukcije obradak u prolazu aktivira, preko niza kontaktnih

valjčića, tlačnu površinu pritisne grede, koja se automatski podešava prema položaju i obliku predmeta koji se brusi. Time je omogućeno slobodno punjenje (ulaganje) i mogu se brusiti nepravilno oblikovani obraci, kao što su okrugle i ovalne plohe stolova, te okvirni dijelovi, a da na rubnom području ne postoji posebna opasnost od prebrušavanja. Ni kod ovog principa pritisna greda nije člankovita, nego se u jezgri sastoji od neprekinute zračne komore, tako da se elastičnost može ravnomjerno regulirati (intenzitet) po cijeloj brusnoj širini. Kod tipova brusilica s više brusnih skupina, svaka skupina (greda) može se neovisno upravljati i pripremiti za rad bez ikakvih prethodnih podešavanja. Radi čuvanja rubova i radi izjednačavanja eventualnih tolerancija između obradaka, može se intenzitetom brušenja upravljati jednostavnim sklapanjem (uključivanjem i isključivanjem), koje vrši sam obradak svojom formom i debljinom. Trenutak primicanja i odmicanja pritisne grede u odnosu na prednji i stražnji rub može se dodatno regulirati. To je automatski uključeno i povezano s pomakom obratka, što znači da se može brusiti intenzivnije ili manje intenzivno. Radi djelovanja tlačne površine pritisne grede na postrane rubove obratka mogu se upravljati i dodatno 1, 2 ili 3 kontaktna valjka za upravljanje elektroničkog sustava, a preko širine obratka, tako da je krivulja tlačne površine grede pri postranom podizanju strmija ili manje strma.

2.1.4. Reagiranje elektronički upravljane grede

Budući da se tlačna površina pritisne grede automatski podešava na položaj, oblik i veličinu obratka, može više dijelova iste debljine, u stanovitim razmacima jedan iza drugoga i u nepravilnom slijedu jedan pokraj drugoga, prolaziti kroz stroj (sl. 6). Pomak kod svih strojeva kreće se od 6 - 30 m/s, dok je prema želji moguć pomak od 6 - 40 m/s. Princip rada s elastičnom pritisnom gredom omogućuje i brušenje kod ekstremno velikih tolerancija. S normalnom pritisnom gredom moguće je brusiti elemente čija tolerancija iznosi i do $\pm 5/10$ mm, dok se elektronički upravljanom pritisnom gredom mogu vrlo kvalitetno

brusiti obraci čije su tolerancije $\pm 2/10$ mm. Osim velikog komfora pri posluživanju i rukovanju strojem, elektronički sistem pruža velike mogućnosti iskorišćenja stroja i visoku kvalitetu proizvoda, bez obzira na oblik obratka. Isti sistem omogućuje vrlo dobro iskorišćenje brusnog papira, a vrijeme za izmjenu papira i pripremu stroja za rad svedeno je na minimum. Iskorišćenje brusne trake kod agregata za poprečno brušenje iznosi 100%, jer brusni papir prelazi svojom cijelom površinom preko obratka. Kod agregata za uzdužno brušenje problem iskorišćenja brusne trake je više izražen, naročito kod strojeva koji rade u linijama, radi nemogućnosti slanja elemenata u više staza. To je dovelo da se kod agregata za uzdužno brušenje primjeni reverziona kretanje trake, tj. obosmjerno kretanje trake poprečno na smjer pomaka.

Reverziona kretanje moguće je podešavati u rasponu do 200 mm, ovisno o potrebi i iskorišćenju brusnog papira. S time se znatno štedi brusna traka i postižu se iste fizikalne osobine brušenja, kao kod agregata za poprečno brušenje. Pod utjecajem obosmjernog kretanja (reverziona), prebrušuju se međusobno tragovi brušenja. Time se postiže fino izbrušivanje površina obradaka bez vidljivih tragova, a osim toga upotrebljava se cijela korisna površina trake.

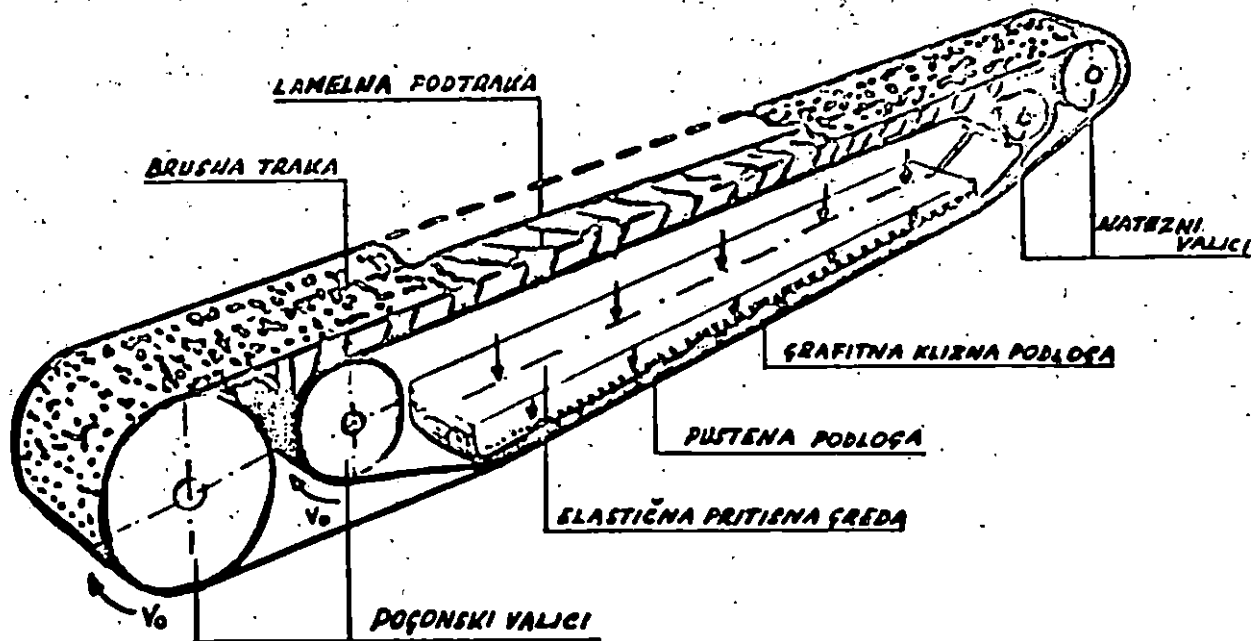
Agregati za poprečno i uzdužno brušenje opremljeni su uređajem za otprašivanje brusne trake. Niz sapnica s komprimiranim zrakom, kontinuirano se pokreće amo tamo, preko cijele širine brusne trake i tako se prašina stalno otprašuje, što povećava vijek brusne trake i dobiva jednoličnija i kvalitetnija slika brušenja. Napinjanje svih traka se vrši pneumatski.

Prednost je križnog brušenja u različitom djelovanju poprečnog i uzdužnog brušenja. Brušenje poprečno na smjer vlakana znatno je intenzivnije nego brušenje u smjeru vlakana. Uzdignuta vlakanca odbruse se u tom postupku na uzdužnim rubovima pora i ne dolazi do njihovog utiskivanja, kao pri uzdužnom brušenju. Da bi se potpuno uklonili tragovi brušenja, koji nastaju kod poprečnog brušenja, obradak se zatim brusi u smjeru vlakana. Kojim redoslijedom će se upotrijebiti agregati za

poprečno i uzdužno brušenje, ovisi o smjeru furnira na obratku. Uz prikladni raspored agregata obrađuju se prema tome križnim brušenjem uzdužno i poprečno furnirane površine, tako da slika brušene površine bude jedinstvena. Veličina zrna brusnih traka određuje se stupnjevanjem prema vrsti drva, kakvoći površine, te prema željenoj slici površine. Budući da se za križno brušenje mogu upotrijebiti razne kombinacije agregata, te da za uzdužno brušenje možemo upotrijebiti više agregata, u završnom se stupnju postiže visoki stupanj finoće površine.

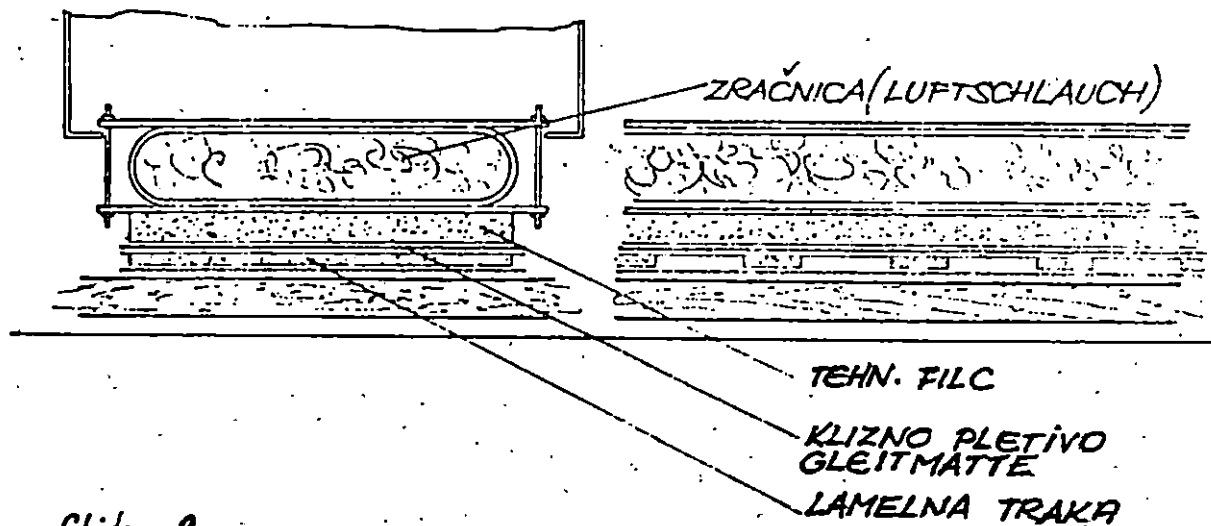
Iako danas u opremi sudjeluju sve više elektronički sustavi, ipak se može primjetiti stanovita sumnja zbog sklonosti smetnjama i vijeka trajanja elemenata elektronike. Elektronički sustav upravljanja sastoji se od mnogo manje pojedinačnih dijelova, sklopova, nego poznata električna upravljanja. Po sadašnjim opažanjima, dolazi mnogo manje do smetnji i zastoja pri elektroničkom sistemu upravljanja, nego pri električnom upravljanju. Možda je zanimljivo spomenuti, da se elektronički sastavni dijelovi prethodno podvrgavaju posebnom termičkom pokusu, tzv. "burn in", da bi bili potpuno sigurni od smetnji. Nadalje su iz razloga veće sigurnosti ugrađena dva spojna kruga, jedamput, ako dođe do ispadanja, da bi i dalje mogli raditi i drugi puta, da bi se postigao što duži vijek trajanja elektroničkih sastavnih dijelova.

USKOTRAČNA RADNA SKUPINA ZA BRUŠENJE TVRTKE HESEMANN



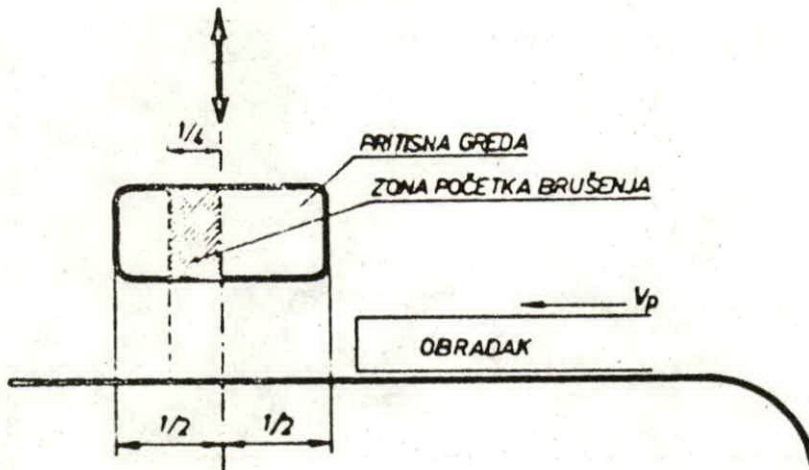
Slika 1.

KONSTRUKCIJA ELASTIČNE PRITISNE GREDE
'HEESEMANN'

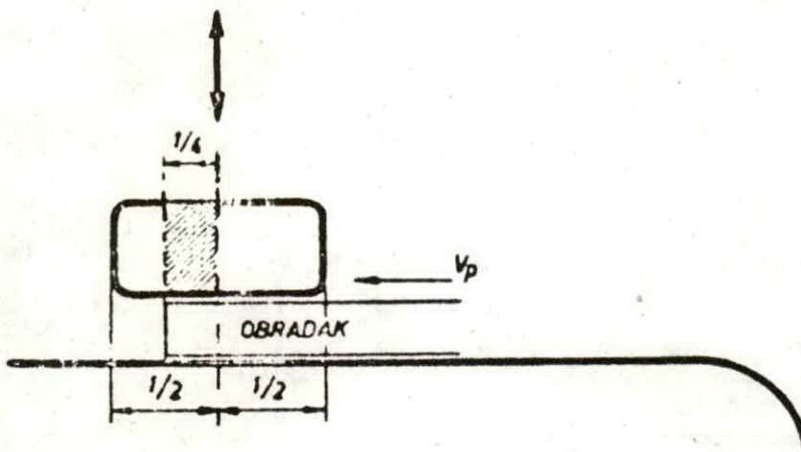


Slika 2.

POČETAK BRUŠENJA



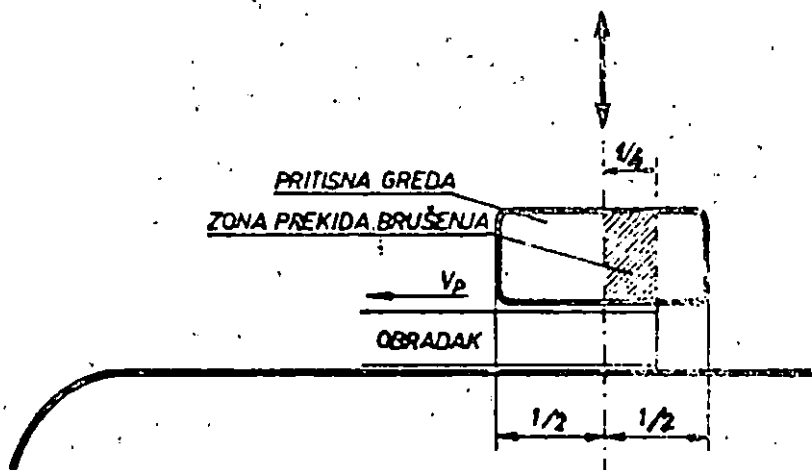
a) Položaj grede prije početka brušenja



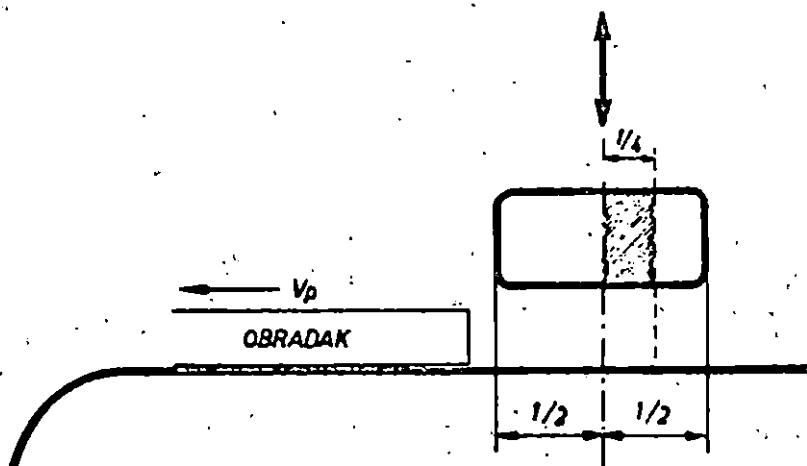
b) Položaj grede pri početku brušenja

Slika 3.

ZAVRŠETAK BRUŠENJA

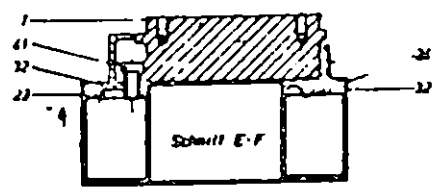
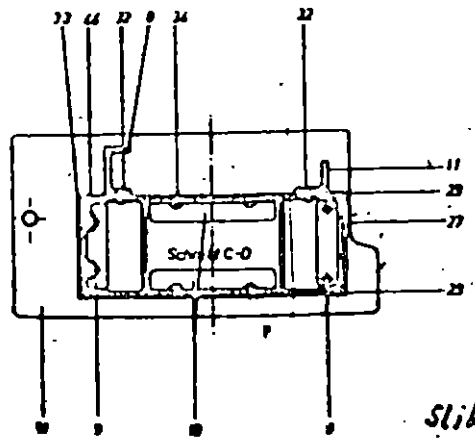
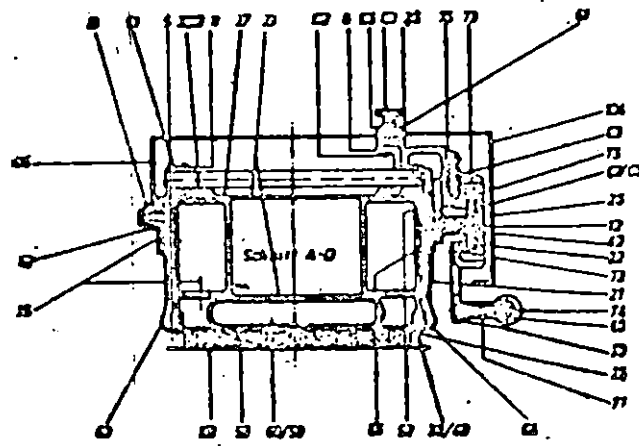
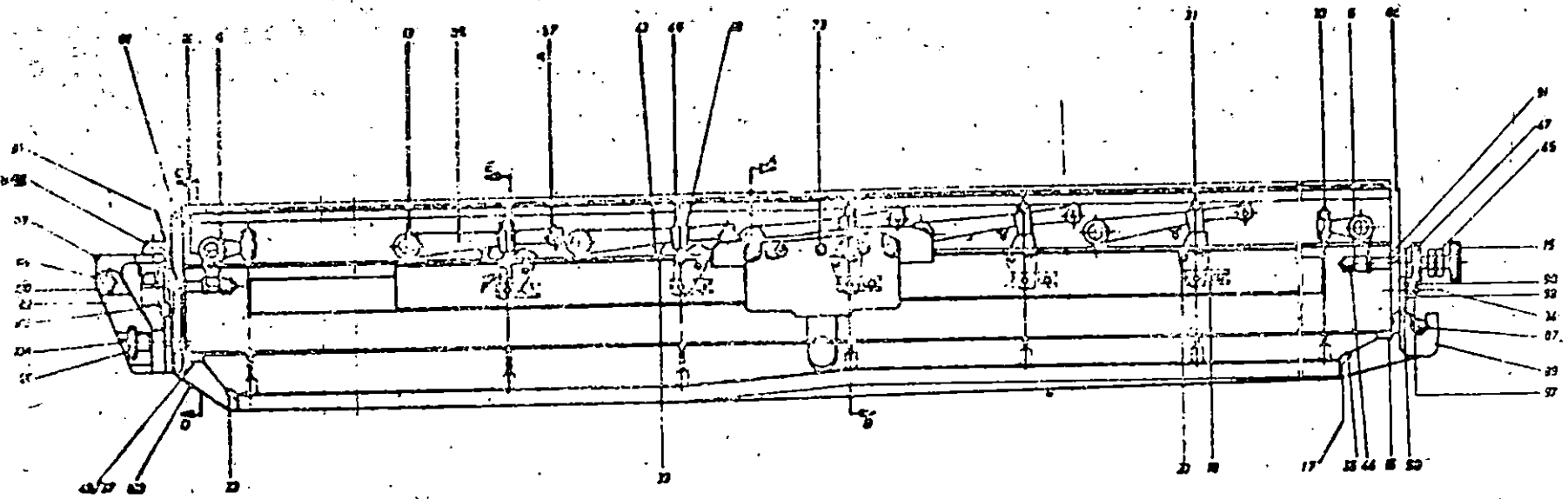


a) Položaj grede pri završetku brušenja



b) Položaj grede nakon brušenja

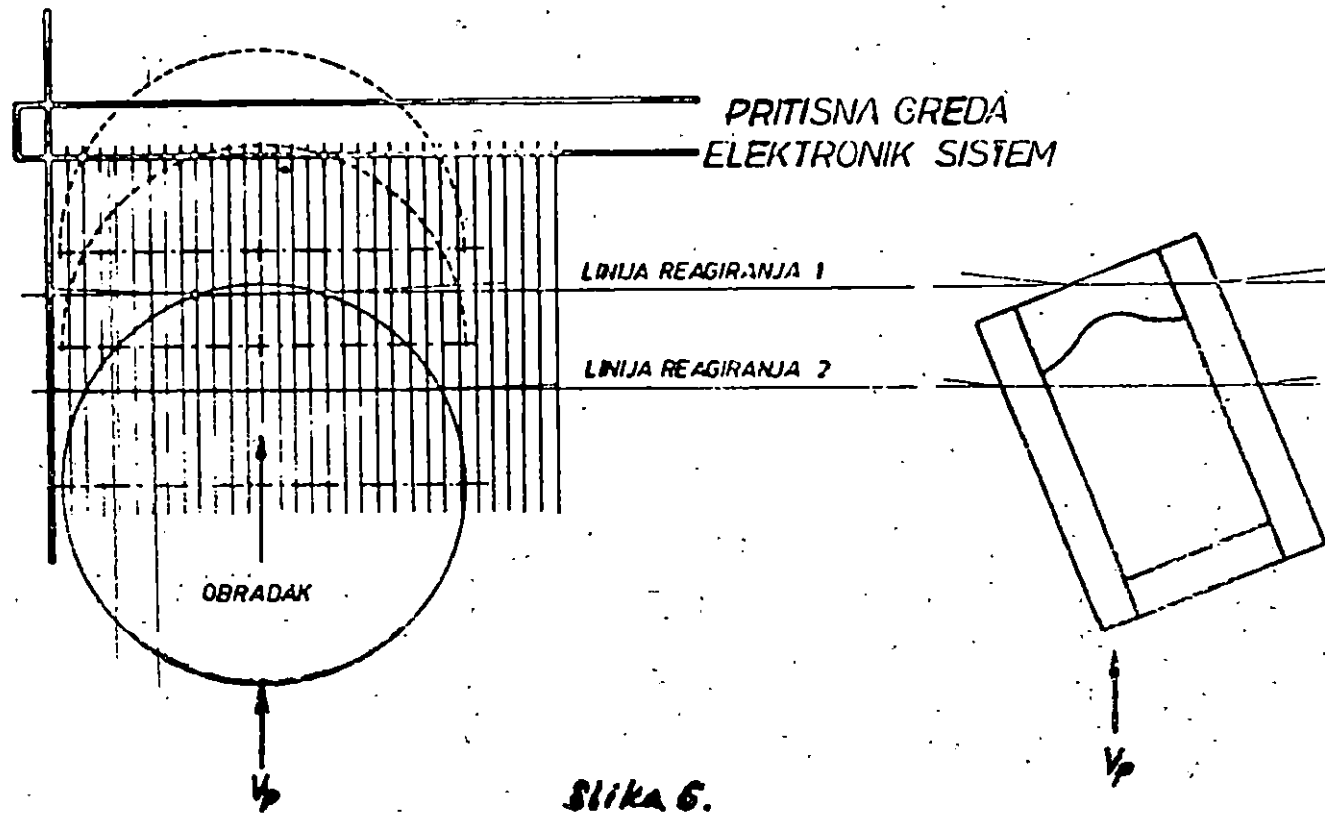
Slika 4.



slika 5.

Druck verhas	544 9
1:1	

REAGIRANJE ELEKTRONIČKE PRITISNE GREDE



Slika 6.

UTJECAJ BRUŠENJA NA POVRŠINSKU OBRADU
NAMJEŠTAJA

BISERKA GALIJAN, dipl. ing.
"Chromos" Zagreb

Industrija namještaja nalazi se pred stalnim zahtjevima za kvalitetnijom površinskom obradom namještaja. Istovremeno se nastoji smanjiti broj brušenja drva, smanjiti količinu upotrijebljenog laka i ubrzati sušenje laka.

Na konačni izgled lakirane površine najveći utjecaj ima finoća brušenja, te vrsta upotrijebljenog laka. Da bi bolje uočili razlike utjecaja brušenja kod raznih vrsta drva, analizirane su snimke s elektronskog mikroskopa brušenih uzoraka hrastovine, mahagonija i orahovine. Ovi su uzorci bili brušeni brusnim papirom br. 100 i 240. U nastavku će se komentirati snimljene fotografije.

Snimka, hrastov furnir brušen papirom br. 100, pokazuje površinu izgrebenu od brusnog papira, i to po cijeloj površini s dubokim brazdama. Povećana snimka iste površine omogućava bolje razlikovanje pora drva od ogrebotina brusnog papira. Hrastov furnir brušen papirom br. 240 pokazuje mnogo ravniju površinu s ogrebotinama koje nisu tako duboke.

Ista se pojava može uočiti na snimci obrušenog furnira mahagonija, gdje je jače izražena struktura pora mahagonija, a razlika u finoći brušenja je najuočljivija. Vidi se jasno izražena struktura pora i jako oštećena površina od brusnog papira br. 100. Na povećanoj slici vide se pore jasnije izražene, te se mogu bolje razlikovati od ogrebotina načinjenih brusnim papirom. Mahagonij brušen brusnim papirom br. 240 pokazuje na površini jasno izraženu strukturu pora, dok je ostala površina fina s jednom dubljom ogrebotinom, koja je izazvana zrcem veće dimenzije na brusnom papiru.

Snimka orahovog furnira brušenog papirom br. 100 ne pokazuje strukturu pora tako jasno kao kod mahagonija, ali se

može uočiti anatomska struktura za razliku od ogrebotina izazvanih brusnim papirom. Kod brusnog papira 240 vidi se struktura drva, koja nije prekrivena ogrebotinama brusnog papira.

Kod lakiranja tako pripremljenih površina, istom kvalitetom laka i u istoj količini po četvornom metru, dobit ćemo različiti izgled površine. Isto tako postoji razlika, ako se isto pripremljena površina lakira različitom kvalitetom laka. Kako bismo bolje uočili te razlike, analizirat će se snimke različitih površina, obrađenih nitroceluloznom lakom i poliuretanskim lakom.

Snimka, hrastov furnir brušen papirom br. 100 i lakiran NC- i PU-lakom pokazuje kod oba laka da je površina izbrazdana, tj. prati ogrebotine od brusnog papira, ali je uočljiva bitna razlika kod PU-laka, koji daje puniji film od NC-laka. Kod hrastovog furnira brušenog papirom br. 240 i lakiranog istim NC- i PU-lakom ogrebotina brusnog papira nema, ali je zato jasno izražena struktura površine, tj. pore su ostale prazne kod NC-laka, a kod PU- su djelomično popunjene, što daje jednoličniju i puniju površinu.

Snimka uzorka, mahagonij brušen papirom br. 100 i lakiran NC- i PU-lakom, pokazuje kod oba laka ogrebotine od brusnog papira, ali je punoća PU-filma posebno izražena. Kod brušenja papirom br. 240 tragovi brušenja nisu uočljivi, ali je kod dijela koji je lakiran NC-lakom jasno vidljiva struktura pora koje su ostale nezapunjene. Kod dijela lakiranog PU-lakom pore se naziru, ali kako su djelomično popunjene lakom, ne vidi se struktura površine pora.

Na snimci furnira oraha, koji je brušen papirom br. 100 i lakiran NC- i PU-lakom, vidi se stanje slično kao kod hrasta i mahagonija. Isto je tako i kod uzorka brušenog papirom br. 240.

Iz iznesenog može se zaključiti da je uz dobro brušenje podloge vrlo važan i izbor laka. Utjecaj brušenja kao i utjecaj vrste laka mogu se vidjeti na razlici u sjaju lakiranih površina. Bolje obrušena površina daje veći sjaj laka, dok grublja daje niži sjaj. Komparativni podaci utjecaja kvalitete

obrušene površine, vrsta laka i stupnja sjaja dani su u slijedećim pregledima:

Mahagonij - nitrolak

brusni papir br. 150 - sjaj laka 12-14%
 brusni papir br. 180 - sjaj laka 14-16%
 brusni papir br. 240 - sjaj laka 16-18%

Hrastovin - nitrolak

brusni papir br. 150 - sjaj laka 17-18%
 brusni papir br. 180 - sjaj laka 19-20%
 brusni papir br. 240 - sjaj laka 28-30%

Mahagonij - poliuretanski lak

brusni papir br. 150 - sjaj laka 21-22%
 brusni papir br. 180 - sjaj laka 22-23%
 brusni papir br. 240 - sjaj laka 23-24%

Hrastovina - poliuretanski lak

brusni papir br. 150 - sjaj laka 20-22%
 brusni papir br. 180 - sjaj laka 20-22%
 brusni papir br. 240 - sjaj laka 22-24%

Kako se iz navedenih podataka može vidjeti, postoji utjecaj finoće brušenja na sjaj laka i kod NC- i kod PU-laka. Kod NC-laka velika je razlika u sjaju s obzirom na vrstu drva. Kod tvrdog drva boljim brušenjem lak ostaje na površini i daje viši sjaj, a kod mekšeg drva sjaj je manji zbog penetracije laka u podlogu.

Kod PU-laka razlike nisu tako velike s obzirom na vrstu drva, tj. kod mahagonija i hrastovine, ali i kod jednog i kod drugog dobiva se nešto viši sjaj kod finijeg brušenja. To se može objasniti kemijskom reakcijom koja se odvija kod otvrdnjavanja PU-lakova, te dolazi do stvaranja čvrste veze koja onemogućava naknadno penetriranje u podlogu. Proizvođači namještaja ukoliko žele dobiti bolju površinsku obradu, morat će izvršiti bolje brušenje drva i upotrijebiti bolju kvalitetu laka.

ODREĐIVANJE TEHNOLOGIJE BRUŠENJA PRI
KALIBRIRANJU I OBRADI PROFILA

Mr. STJEPAN TKALEC, dipl.ing.
Šumarski fakultet Zagreb

1.0 U v o d

Brušenje drva sastavni je dio finalne mehaničke obrade, gdje se opremom za brušenje i brusnim sredstvima vrši poravnavanje, kalibriranje, odstranjivanje nečistoće, zaglađivanje i dr. U rješavanju cjelokupne tehnološke problematike mehaničke obrade, javlja se proces brušenja kao izdvojena tehnološka faza ili su operacije brušenja uklopljene u faze grube ili fine strojne obrade.

Kod jednostavnih procesa (poluproizvodi) i univerzalnih procesa (zanatstvo), operacije brušenja se izdvajaju kao zasebna tehnološka faza. U okviru složenih procesa (industrija namještaja), operacije brušenja locirane su u fazama ostale tehničke obrade. Novije tehnološke koncepcije obuhvaćaju primjenu automatskih linija i automatskih strojeva u čijem su linijskom ili fazonom procesu uključene i operacije brušenja.

U praksi se pristupa ovoj problematici uglavnom s dva aspekta, tj. kada raspolažemo opremom za brušenje, a u zadatku imamo novi program brušenja, odnosno drugi aspekt je, kada za novi program treba odrediti najpovoljnije postupke brušenja i novu opremu. U prvom slučaju smo ograničeni na prilagođavanje tehnoloških postupaka raspoloživoj opremi i često se ne mogu ostvariti zadovoljavajući rezultati. Optimalna rješenja su moguća kod paralelnog izbora novih tehnoloških postupaka i adekvatne opreme kojima ih možemo u praksi realizirati.

2.0 Konstrukcijski oblici - program brušenja

Proizvodni program s različitim konstrukcijskim oblicima daje nam osnovu za izbor programa brušenja. Program brušenja predstavljaju oni konstrukcijski oblici na kojima će se obavljati radne operacije brušenja sa svrhom: poravnavanja, oblikovanja, čišćenja, zaglađivanja i dr., bez obzira da li su operacije sastavni dio faze ostale mehaničke obrade ili su izdvojene.

Program brušenja može biti osnova razvoja nove tehnologije, odnosno tehničko-tehnološke inovacije u strojogradnji mogu direktno utjecati na adaptaciju konstrukcijskih oblika, tehnološkim mogućnostima opreme.

Za određeni program rubnih profila analizira se složenost oblika, određuju radne skupine za brušenje pojedinih dijelova oblika i redoslijed njihovog brušenja, zatim se vrši konačna specifikacija svih radnih skupina, osnovni stroj, izbor brusnih sredstava itd.

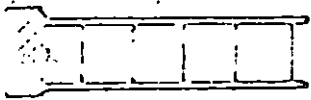
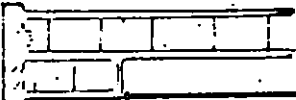





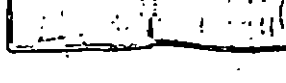
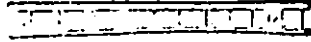


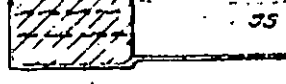
Složeni program brušenja uvjetuje nove tehnološke postupke i opremu ukoliko se žele optimalna rješenja u pogledu ekonomike i kvalitete. U protivnom, raspoloživa oprema može biti osnova za prilagođavanje tehnoloških postupaka u programu brušenja. Isto vrijedi za nenamjenski odabranu opremu ili opremu vrlo univerzalnog karaktera. Ovdje ujedno leže izvori mnogih tehnoloških problema, koji se pripisuju ograničenim mogućnostima opreme, lošem izboru ili slaboj kvaliteti brusnog sredstva, ili pogrešnom tehnološkom postupku i režimu obrade.

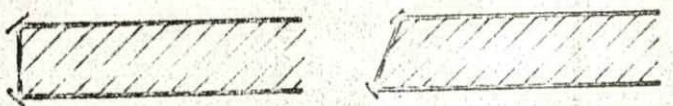
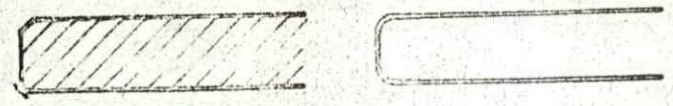
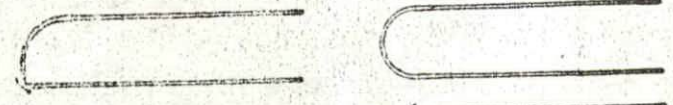
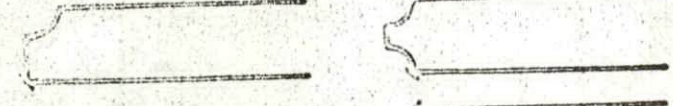

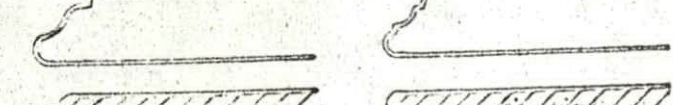
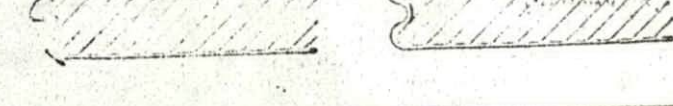
U metodologiji izbora tehnologije brušenja polazi se od definiranog problema brušenja, tj. od cjelokupnog programa brušenja.

U primjeru će se iznijeti programi brušenja:

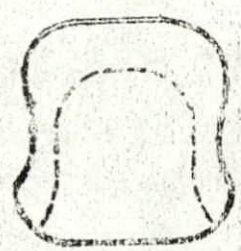
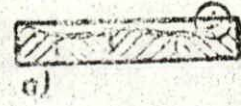

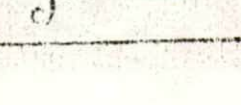
- A. Brušenje na mjeru - kalibriranje,
- B. Brušenje profiliranih rubova,
- C. Brušenje zakrivljenih ploha - sjedala.

A. BRUŠENJE NA MJERU - kalibriranje

Rb	Konstrukcijski oblik		Operacija brušenja
1.	Obrada ploča 	Obrada masiva 	- Poravnavanje letvica (egaliziranje)
2.			- Poravnavanje stijbnica
3.			- Poravnavanje grubo obradnih površina (u svrhu lijepjenja ili daljnje obr.)
4.			- Brušenje na mjeru (kalibriranje)
5.			- Brušenje zbog skidanja sloje parafina, nečistoća od ljepila i dr.
6.			- Poravnavanje okvira (egaliziranje - kalibriranje)

Rb	Konstruktivski oblik	Operacija brušenja
1.		- ravni rub i kosina - bridovi
2.		- ravni rub i stožan ili zaobljen brid
3.		- konkavno poluzaoobljen rub zaobljen
4.		- konkavno zaobljen i - bridovi
5.		- ravni rub i polutor - bridovi
6.		- 2 konkavno zaobljena ruba - 1 konkavno zaobljen rub
7.		- 2 konkavno zaobljena ruba - 1 konkavno zaobljen rub - polutor i brid

C. BRUŠENJE ZAKRIVLJENIH PLOHA - SJEDALA

Rb	Konstruktivski oblik	Operacija brušenja
	 	- ravna ploha - zakrivljena ploha sedla a) zaobljen rub b) oštar rub
	 	- ravna ploha c) zakrivljena ploha sedla i prednji rub d) upušteno sedlo s ostrim rubom

3.0 Metodologija izbora sistema brušenja i odgovarajuće opreme

Rezultati analize programa brušenja predstavljaju ulazne podatke za determiniranje tehnološke problematike. Na osnovi konstrukcijskih oblika i zahtjeva namjene (upotrebe) odabire se oblik brusnog sredstva (arak, traka, disk, kolut) i pritisna podloga - nosač brusnog sredstva. Izbor sistema prethodi užem izboru konkretnog stroja (opreme), jer bi u protivnom trebali pristupiti neposrednom izboru na osnovi šireg izbora, tj. iz kataloga strojeva koji je vrlo opširan u području brusilice. Time bi se nepotrebno produžili radovi na izboru, a nesistematičnim radom moglo bi se pogriješiti u nekim detaljima izbora.

Prije neposrednog izbora opreme potrebno je raspolagati arhivom tehničko-tehnoloških podataka (prospekata) o najnovijoj opremi. Podaci o brusilicama trebaju biti sistematizirani po namjeni ili konstrukciji stroja, kako bi se u toku izbora pristupilo neposrednom izboru stroja, npr. za određeni program brušenja:

- A. Brusilice za kalibriranje,
- B. Brusilice za ravne profile,
- C. Brusilice za sjedala stolica.

Komparacijom tehnološko-ekonomskih zahtjeva, koje određuje program, i tehničkih podataka o strojevima raznih dobavljača, izdvajamo opremu koja ispunjava najveći broj zahtjeva. Alternativno je moguće zahtjeve različito ponderirati radi dobivanja objektivnijeg relativnog pokazatelja.

IZBOR SISTEMA BRUŠENJA

A	B	C	OBLIK BRUSNOG SREDSTVA		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12														
			1	2																								
Brusnje na mjeru			Brusnje profila		Brusni trak Šir 80...150 mm		Brusni disk		Brusna traka - beslon Šir 20...100 mm		Brusna traka - namotaj Šir 20...100 mm		Brusna traka - beslon Šir 100...250 mm		Brusna traka - beslon Šir 250...200 mm		Brusni valjak s trakom Šir 250...2600 mm		Brusni valjak Scotch Brite 50...600		Kolutna četka Valjčana četka		Tručna četka Šir. ob 250 mm					
	○	○	1	Pritisna papuda čvrsta (past-galit, podtraka)			○	(○)	(○)																			
	(○)		2	Pritisna vibracijska papuda (past-guma - spužva)	(○)																							
(○)			3	Pritisna greda čvrsta (past - podtraka, grafit)						(○)																		
			4	Pritisna greda elastična (grafit, past - past-podtraka) (valjčani-lim podtraka)																								
		○	5	Pritisna greda elastična cementirana (pastak, podtraka) (lončica, podtraka)						○																		
			6	Pritisna vibracijska greda (past-guma - spužva)																								
○			7	Pritisni valjak tvrdi (gum. obloga 70...90 ch)								○○																
		○	8	Pritisni valjak meki (filc - meka, guma 70 70 ch)									○															
			9	Pritisni valjak vrlo meki (spužvasta obloga)																								
	○	○	10	Brusni kolut - disk (lim - guma)		○○																						
	(○)	○	11	Brusni kolut - bubanj (četka-gum. pastak - spužva)						○			(○)															
			12	Brusna letva - konzola (metal-grafit, podloga)																								
○	○		13	Kolutna ili valjčana četka										○○														
		(○)	14	Tručna četka																					(○)			

4.0 Tehnološko-ekonomski zahtjevi programa brušenja

Za izbor najpovoljnije opreme za brušenje potrebne su dvije skupine sistematiziranih ulaznih podataka. Prvu skupinu čine podaci o strojevima koji se nalaze u arhivi razvoja tehnologije, druga skupina proizlazi iz proizvodnog programa i perspektivnog plana proizvodnje. Za primjere A, B i C programa brušenja, tehnološko-ekonomski zahtjevi su slijedeći:

Tehnološko-ekonomski zahtjevi	Program brušenja		
	A	B	C
1. VRSTA OSNOVNOG I POMOĆNOG MATERIJALA			
1.1. Vrsta drva	HR, BU, IT, VM	HR, BU, EG	BU, HR
1.2. Vлага drva	8 ... 10%	6 ... 8%	9 ... 11%
1.3. Vrsta ljepila	PVAC	KF	GLUT.
2. OBRADA POVRŠINA			
2.1. Prije brušenja	Blenj. - gr.bruš.	glodano	blanj. - glod.
2.2. Poslije bruš.	Lakir. - furn.	lakirano	lakirano
3. SISTEM BRUŠENJA	Široka traka na pritiskim valj. i valjčana četka	Uska traka bezkr. i namotajuća na pritiskim papuč. brusni disk i kolut	Pritisna elast. gređa, brusni gumeni kolut, tračna četka
4. KONSTRUKCIJSKI OBLIK			
4.1. Min. dim. obratka	50 x 300	50 x 300	420 x 350
4.2. Max. dim. obratka	1200 x 2500	1200 x 2500	600 x 500
4.3. Oblici obradaka (na osnovu programa brušenja)	ploče-okviri	prof.rub.ploča	sedla sjedala
5. TOČNOST I FINOĆA OBR.			
5.1. Odstupanje po četljini	± 0,15	± 0,10	± 0,20
5.2. Točnost oblika	-	vrlo dobra	srednja
5.3. Čistoća površ.	dobra	vrlo dobra	vrlo dobra
5.4. Jednolika glatkoća	NE	DA	DA

6. POSLUŽIVANJE - OPREMLJENOST			
6.1. Upravljanje-podešavanje	automat.	autom. - ruč.	autom. - ruč.
6.2. Posluživanje-ulaganje	uređajem	ručno	iz spremnika
6.3. Odlaganje	uređajem	ručno	ručno
6.4. Učvršćenje malih obrad.	vacuum ur.	uređaj za vodjenje	-
6.5. Čišćenje brusne trake	sapnicama	-	-
6.6. Način napinjanja traka	pneumat.	pneum.-meh.	pneum. -meh.
6.7. Snaga radnog motora			
<hr/>			
7. ELEM. KAPACITETA			
7.1. Brzina pomaka m/min	5 ... 30	5 ... 20	5 ... 10
7.2. Obočna brzina m/sec.	12 ... 25	10 ... 20	18 ... 25
7.3. Trajanje ciklusa min/cikl.	-	-	do 2
<hr/>			
8. ODRŽAVANJE			
8.1. Serviserske usluge	DA	DA	DA
8.2. Trajnost i sigurnost u radu	vrlo velika	velika	velika

5.0 Određivanje strojeva za brušenje

U skladu s iznesenom metodologijom izbora tehnološkog sistema brušenja, po izvršenom užem izboru opreme, pristupa se komparaciji tehnoloških zahtjeva s podacima o eksploatacijskim i drugim mogućnostima opreme iz užeg izbora. Podaci se pregledno mogu svrstati u tablicu slijedećeg oblika:

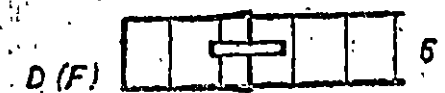
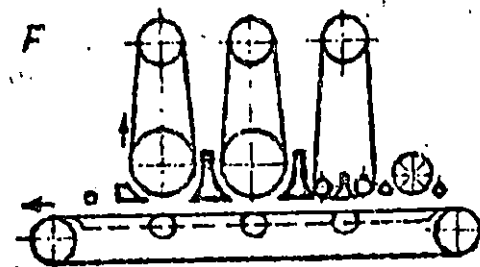
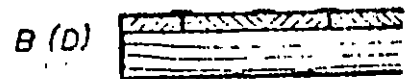
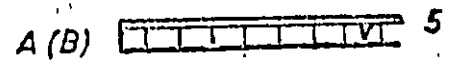
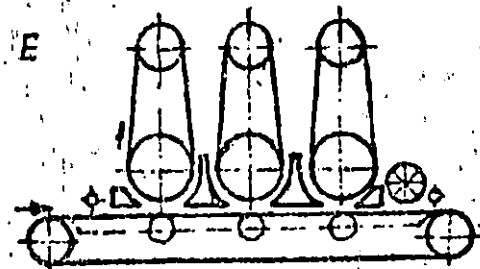
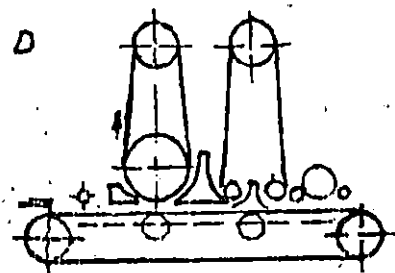
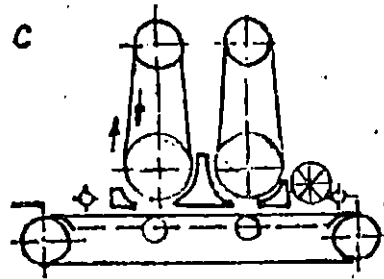
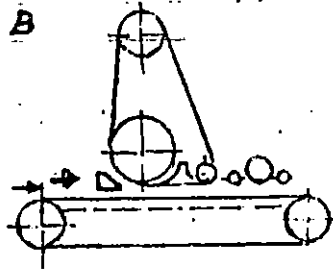
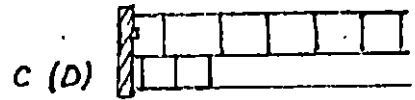
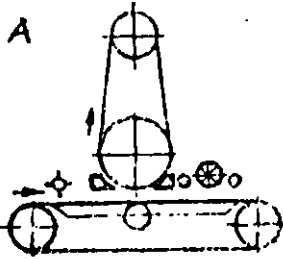
Program brušenja	Rb.	Vrsta opreme proizvođač - tip	Tehnološko - ekonomski zahtjevi								Σ
			1	2	3	4	5	6	7	8	
A	1	ANTHON									
	2	CARSTENS									
	3	CASTELLI									
B	1	ARMINIUS									
	2	HESEMANN									
	3	TAGLIABUE									
C	1	HESEMANN									
	2	KNOEVENAGEL									
	3	ZUCKERMANN									

Za svaku brusilicu i tehnološko-ekonomski zahtjev dajemo pozitivnu ili negativnu ocjenu. Najveći zbroj ocjena unutar programa daje nam prioritetni izbor, odnosno taj stroj ispunjava najveći broj postavljenih zahtjeva. Kod uspoređivanja zahtjeva i ponuda dobavljača, rijetko se događa da više od tri različita dobavljača zadovoljavaju sve zahtjeve. Ako su ocjene izjednačene, prioritet u izboru daje se, u pravilu, onom dobavljaču, za čiju opremu postoje pozitivne informacije o instaliranoj opremi i rezultatima upotrebe.

6.0 Z a k l j u č a k

Jedan od osnovnih činilaca problema u tehnologiji brušenja svakako je nenamjenski izbor opreme. Pravilnim izborom opreme, u skladu s tehnološko-ekonomskim zahtjevima, koji pro-

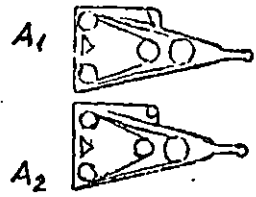
VARIJANTE SISTEMA BRUŠENJA - KALIBRIRANJA



ODREĐIVANJE SISTEMA BRUŠENJA PROFILIRANIH RUBOVA (Togliabue, Italija)

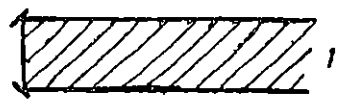
Brusne radne skupine,

Program brušenja

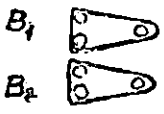
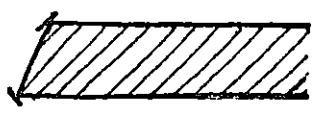


*Pritisna papuča 90 mm
za ravne rubove i kosine
(besk. traka 100 mm)*

A_1, B_1, B_2, F_1

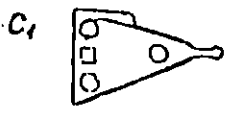
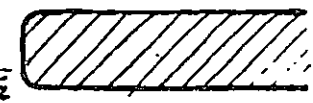


A_1, B_1, B_2, F_1



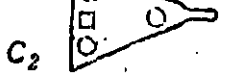
*Pritisna papuča 30 mm
za obradu bridova
(besk. traka 30 mm)*

A_1, C_1, C_2, F_1, F_2

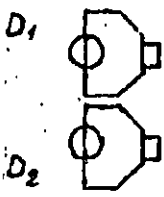


*Protisna pritisna papuča
za profile i polutore
(besk. traka 60 mm)*

A_1, C_1, B_2, F_1, F_2



C_1, C_2, F_1, F_2

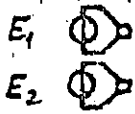


*Profilni brusni kolut
(naljeplj. brusna traka na
gum. osnovu 60 mm)*

A_1, C_1, B_2, F_1, F_2



A_1, C_1, C_2, F_1, F_2

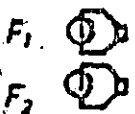
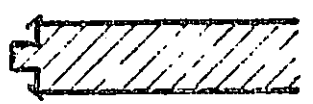


Brusni ili polimi. kolut

A_1, C_1, F_1, F_2

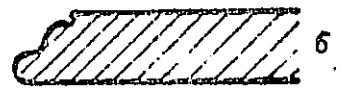


A_1, C_1, C_2, F_1, F_2

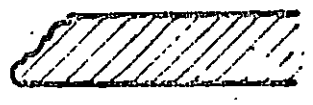


Kolutna četka - spužva

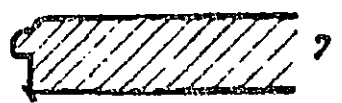
C_1, C_2, F_1, F_2



E_1, C_2, F_1, F_2



E_1, C_2, F_1, F_2

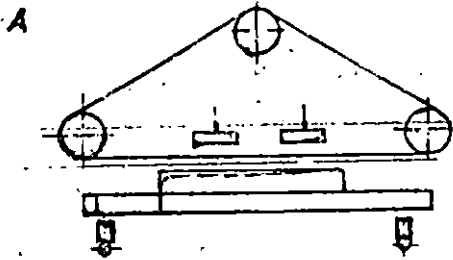


C_1, E_1, C_2, F_1

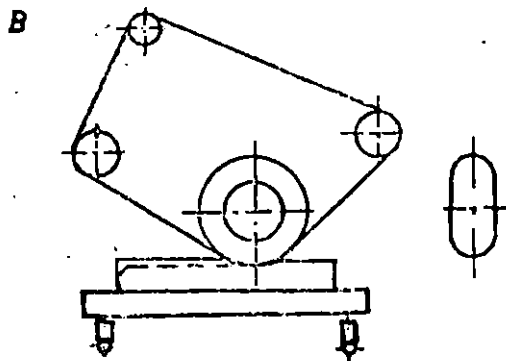
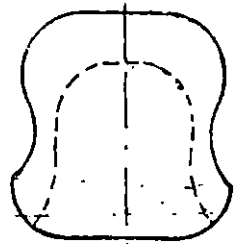


*Mogućnost nagiba
+ 45 do - 10°
+ 45 do - 10°*

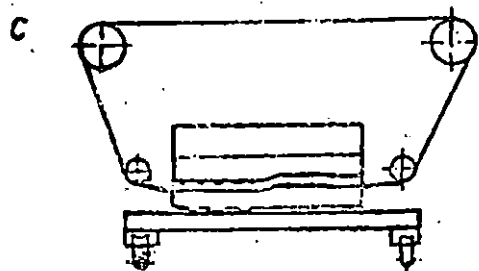
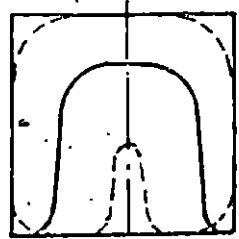
ODREĐIVANJE SISTEMA BRUŠENJA SJEDALA



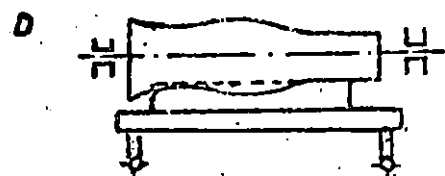
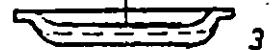
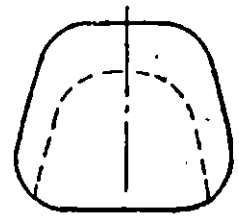
$A, B, C, (D+A)$



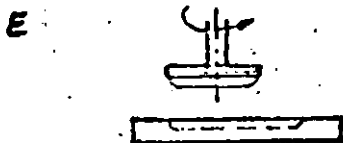
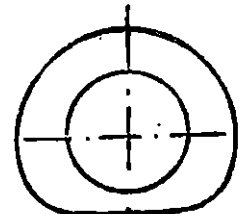
$A, B, (D+A)$



$A, C+A$



$A+E$



izlaze iz programa brušenja, otklonit će se niz ključnih problema. Ostali važni činioci odnose se na osiguranje brusnih sredstava po vrsti, obliku, granulaciji i kvaliteti, zatim primjena provjerenih postupaka i režima obrade. U praksi se rijetko provode prethodna ispitivanja i provjera sistema brušenja prije nabave opreme, iako je moguće pokusna brušenja izvršiti na sličnoj opremi ranije. Svaki metodološki pristup rješavanju tehnoloških problema daje nam veće mogućnosti za donošenje što pravilnijih odluka. Takve odluke su posebno važne kada se radi o znatnijim investicijskim ulaganjima, jer se brusilice, u okviru opreme finale, ubrajaju u skupinu najskupljih strojeva. Iz toga proizlazi, da je često potrebno analizirati ekonomičnost brušenja i nastojati da se operacije brušenja obavljaju tamo, gdje su neophodne, odnosno da se racionalno uklope u procese ostale mehaničke obrade.

7.0 L I T E R A T U R A

1. A N K E R , H.: "Eine neuartige Schleifmaschine für profilierte Holzwerkstücke", Holz-Zentralblatt, 57/1977, Stuttgart.
2. B I D E G A I N , J.: "Les ponceuses á moulures", Revue du bois, 5/1979, Paris.
3. L J U L J K A , B.: "Površinska obrada drva i drvnih materijala" (skripta), SIZ Šum. i drv. industrije SRH, Zagreb, 1975.
4. P O T A P O V , B.: "Le ponçage des panneaux de particule" Revue du bois, 4/1979, Paris.
5. R O L A N D , K.; S I E B E R , W.: "Möbelbau", VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1968.
6. * * * Katalozi i prospekti tvrtki: Anthon, Arminius, Carstens, Castelli, Dancksert, Ehemann, Ernst, Hessemann, Van der Linden, Ott, Sandya, Stemac, Steinemann, Tagliabue, Vilap, Wilmdmeyer, Zuckermann.

FLEKSIBILNA BRUSNA SREDSTVA

MLADEN MANDIĆ, dipl.ing.
"Chromos" Zagreb

Brusna sredstva dijelimo na dvije glavne grupe: - fleksibilna brusna sredstva; - kruta brusna sredstva. Naziv fleksibilni dobili su s obzirom na podloge (nosače zrna), koje su savitljivo-elastične. Osnovne sirovine koje definiraju ove proizvode su: podloga (nosač), vezivno sredstvo i zrno.

1.0 Podloga

Podloga služi kao nosač abrazivnog zrna, a odabire se prema tipu proizvoda, odnosno prema području primjene i silama koje pri upotrebi djeluju na brusno sredstvo. Upotrebljavaju se četiri glavne grupe podloga: papir, platno, fiber, te kombinacije papir-platno i platno-fiber.

1.1 Papir

S obzirom da ima funkciju nosača, a i na zahtjeve koji se postavljaju za gotov proizvod, papir mora zadovoljavati odgovarajuće fizikalne i mehaničke karakteristike. To je višeslojni natron-sulfatni papir proizveden od kvalitetne celuloze drva četinjača. U Jugoslaviji se on ne proizvodi, jer proizvođači papira nemaju postrojenje za višeslojni natak. Od proizvođača dolazi pod oznakama "jednostrano gladak", "strojno gladak", "vodootporni" itd.

Po čvrstoći i masi upotrebljavaju se slijedeće oznake:

A - papir	do	80 g/cm ²
B - papir	od 80 - 105	"
C - papir	od 105 - 126	"
D - papir	od 126 - 158	"
E - papir preko		218 "
F - papir preko		290 "

Za proizvodnju se odabire papir odgovarajuće mase, zavisno od tipa proizvoda, namjeni i načinu upotrebe (ručno ili strojno brušenje).

1.2 Platna

Za proizvodnju tkanja, koja upotrebljavaju proizvođači fleksibilnih brusnih proizvoda, upotrebljava se čisti pamuk. Sva tkanja se obrađuju i doraduju tako, da s jedne strane zadovolje zahtjeve u pogledu čvrstoće, istezanja, propusnosti i elastičnosti, a s druge strane da budu prikladna za reakciju s vezivnim sredstvima, kako bi se dobio dobar spoj između podloge i zrna.

U novije vrijeme, za ograničenu primjenu, koriste se tkanja iz sintetičkih materijala. U većem obujmu još se ne mogu koristiti zbog određenih tehničkih nedostataka.

Po čvrstoći i elastičnosti dijelimo ih na:

XX - specijalno teško tkanje za segmentne trake velikih dimenzija,

X - jako strojno tkanje,

X flex - fleksibilno jako strojno tkanje,

J - srednje teško tkanje,

J flex ili F - fleksibilno tkanje,

J flex W ili E - naročito mekano i fleksibilno tkanje.

1.3 Fiber

Proizvodi se od kemijski obrađene celuloze cinkovim kloridom, a spajanjem tako obrađene celuloze u slojeve dobije se proizvod željene debljine (0,45 - 0,9 mm) i gramature. Odlikuje se vrlo velikom čvrstoćom i otpornošću na kidanje. Prvenstveno dolazi u obzir za izradu brusnih sredstava, koja se upotrebljavaju za brušenje metala i kamena.

1.4 K o m b i n i r a n a p o d l o g a

Takva podloga dobila je naziv jer je konstruirana od papira i platna. Za njenu izradu upotrebljava se teški E papir i vrlo lagano platno. Zrno se nanosi na platnenu stranu. Proizvod je namijenjen za velika opterećenja, koja se javljaju pri upotrebi npr. za kalibriranje iverica, brušenje klasičnih podova itd.

U novije vrijeme proizvodi s ovom podlogom sve manje su u upotrebi, jer su se pojavili drugi tipovi proizvoda za istu namjenu.

Kombinacija fiber-lagano platno vrlo se malo koristi, jer taj proizvod dolazi u obzir samo kod ekstremno velikih opterećenja.

2.0 Vezivna sredstva

Osnovna je funkcija vezivnog sredstva da prihvati i učvrsti zrno na podlogu. Nanosi se u dva sloja, prvi prihvaća zrno, a drugi sloj povezuje zrno. Klasično vezivno sredstvo je kožno tutkalo, koje i danas ima značajnu ulogu u proizvodnji. Zbog dobrih osobina da ima univerzalnu lijepljivost, dobru elastičnost u krutom stanju, brusno zrno u procesu posipanja prodire dovoljno duboko u topao tekući sloj ljepila prema podlozi, a nakon relativno kratkog vremena za ohlađenje zrno ostaje čvrsto vezano u željenoj poziciji. Razvojem tehnologije brušenja, a paralelno i strojeva za brušenje, tutkalo u oba sloja više ne zadovoljava zbog loših mehaničkih i termičkih osobina.

Pojavom umjetnih smola, kao što su fenolne, alkidne, urea itd. problem je riješen. Prema određenom zahtjevu na gotov proizvod, vezivna sredstva nanosena u dva sloja mogu imati slijedeći postav: tutkalo-tutkalo, tutkalo-smola, smola-smola. Odatle proizlazi i podjela proizvoda na: tutkalne, polusmolne i smolne proizvode.

Kod nekih brusnih sredstava, osim navedena dva osnovna vezivna sloja, nanosi se i treći sloj. On nema funkciju vezivanja brusnog zrna, već produženje vijeka trajanja brusne trake. Prilikom trenja nastalog u procesu brušenja, stvara se elektri-

citet istog polariteta s elektricitetom odbrušenih čestica, pa time dolazi do međusobnog odbijanja, a što znači manje zapunjavanje i duži vijek trajanja.

3.0 Brusna zrna

Brusna zrna dijelimo na prirodna i umjetna. Prirodna, kao što su šmirak, naxos, granat i flint sve se manje upotrebljavaju. Razlog tome je što ih je u prirodi sve manje, što je došlo do naglog razvoja tehnologije brušenja, a s tim i odgovarajući razvoj strojeva za brušenje. Sve to zahtijeva kvalitetne fleksibilne brusne proizvode i kvalitetnija brusna zrna. To se postiglo umjetnim načinom i danas se uglavnom proizvode dva tipa zrna, kao što su, sintetski korund i silicijev karbid.

3.1 Korund

Korund (Al_2O_3) proizvodi se u elektro-pećima iz glinice kod temperature od oko $2000^{\circ}C$. Ima zadovoljavajuću tvrdoću po Mohsu od 9,0 - 9,4, specifična težina 3,9 - 4,0, žilav je i oštar.

Za dobar proizvod potreban je i određeni oblik, forma zrna s oštrim bridovima, a to znači da je potreban i poseban način drobljenja.

U pogledu oblika (forme) zrna, za fleksibilne proizvode potrebna je kubična forma, ljuskasta i igličasta forma ne zadovoljavaju. Za proizvodnju krutih brusnih, ili vezanih brusnih proizvoda i ove forme zrna zadovoljavaju.

Karakteristika kubične forme zrna, kod posipanja zrna u elektrostatu, dobro usmjerenje i raspored zrna, što je preduvjet za dobar i efikasan proizvod.

Kod posipanja zrna ljuskaste forme, zrna bi padala na bridove, a pojavljivala bi se i zrna na kat, proizvod ne bi bio kvalitetan.

Kod posipanja zrna igličaste forme, dobio bi se proizvod s oštrim vrhovima, kod upotrebe bi se javljali "risevi", a vrhovi zrna bi se vrlo brzo lomili.

Boja zrna varira od crveno-smeđe do bezbojne, zavisno o sadržaju željeznog oksida.

3.2 Silicijev karbid

Silicijev karbid (SiC) proizvodi se redukcijom silicijevog dioksida u elektropećima uz prisutnost koksa. Tvrdoa po Mohsu je 9,7, volumna masa (gustoća) 3,15 - 3,20, boje crne do svijetlozelene ovisno o količini uklopljenog koksa. Karakterističan je po krhkosti i pri upotrebi dolazi do kontinuiranog lomljenja, što stvara nove oštrice, te teže otupljuje za razliku od korund zrna, koje je žilavo i otupljuje. Kada bi upotrijebili proizvode sa zrnom korunda i SiC-a uz istu granulaciju, u sredini upotrebe površina brušena SiC-om sadržavala bi više i dublje brazde (tragove).

Nakon ohlađenja taline korunda ili silicijevog karbida, ista se drobi, prosijava i sortira. Prosijavanje, a napose sortiranje zrna, važan je moment s obzirom na gotov proizvod. Kada se govori o gotovom proizvodu, deklarirana granulacija proizvoda sadrži različite veličine zrna, koja su u određenom opsegu definirana određenim standardom.

4.0 Standardi

Važeći standardi definiraju makro i mikro zrna, njihovu veličinu i odstupanja. U nastavku prikazat će se osnovne karakteristike nekih standarda.

4.1 Makro-zrna

FEPA-standardi

Područje makro-zrna obuhvaća zrna od 12-220 koja su dobivena i definirana na sitima. Za bolje razumijevanje navest ćemo primjer. Ako je gotov proizvod deklariran kao broj (granulacija) 100, to znači da sadrži zrna različitih veličina. Zrna su dobivena iz pet sita, koja su određena standardom, odnosno propisana je veličina otvora sita s unutarnjim promjerom. Odre-

dena je strogo svaka frakcija, odnosno učešće zrna svakog sita u određenoj granulaciji, kao i količine najgrubljeg i najsitnijeg zrna.

Definicija granulacije po FEPA-standardu navodi da je to onaj broj koji nam kaže koliko se otvora nalazi na 1 cm^2 nazivnog sita za standardizaciju. Prema tome to nije broj zrna gotovog proizvoda na 1 cm^2 . Gotov proizvod može sadržavati više ili manje zrna po jedinici površine, pa govorimo o "otvorenom", "normalnom" i "zatvorenom" posipu, sve zavisi što se u proizvodnji hoće dobiti, kakav proizvod i za koje namjene.

Tako se događa u praksi da deklarirana granulacija s istim karakteristikama i za istu namjenu, od različitih proizvođača, daje različitu sliku pri brušenju, različito zapunjava vanje i trajnost primjenjenog proizvoda.

US - Commercial standard CS 217/59.

To je standard SAD, koji definira granulaciju s brojem otvora sita po linearnom inchu.

Obujam i područje određene granulacije obično je veće i prostire se dublje u području grubljih zrna, tako da u određenoj granulaciji mogu postojati zrna za oko 0,5% većeg promjera, nego kod zrna FEPA-makro standarda. U finijem području određene granulacije US-COMM. makro standard nije točno definiran. Zbog toga se proizvođači zrna i proizvođači fleksibilnih brusnih proizvoda dogovaraju za točan sastav zrna, čime se, više ili manje, izbjegavaju količine sitnije frakcije u smjesi zrna.

RgW - standard

To je standard koji se primjenjuje u većini istočnih zemalja. Kod ovog standarda u principu je potpuno drugi način označavanja granulacija, a on se temelji na srednjem promjeru nazivnog zrna. Najveći nazivni promjer zrna u mikrometrima, pomnožen s 1/10 kod makro zrna odnosno kod mikro zrna, označuje direktno promjer zrna.

Razmatrajući iznesene standarde možemo zaključiti, da kod FEPA-standarda područje različitih veličina zrna za odre-

deni granulaciju u potpunosti je definirano i određeno, a kod US-COMM.-standarda određeno je područje grubljih zrna, dok kod RgW-standarda područja uopće nisu standardizirana, dat je samo nazivni promjer zrna u mikrometrima puta 1/10.

4.2 M i k r o z r n a

Mikro granulacije 240-1200, kod FEPA-standarda su toliko fina zrna, da se ne može vršiti standardizacija sijanjem. Standardizacija se vrši metodom sedimentacije, a temelji se na činjenici da se krupnija zrna prije talože od sitnijih zrna u tekućini određenog viskoziteta. Talog takve sedimentacije pokazuje da su sitnija zrna na vrhu, krupnija na dnu, a u sredini taloga nalazi se tzv. 50%-tna točka, koja kod FEPA-standarda daje tolerantnu širinu od nekoliko mikrometara promjera zrna, a koja određuje granice u kojima se mora nalaziti vezivna veličina granulacije.

Kod US-COMM.-standarda opet nemamo određene granice tolerancije u području finijih granulacija i opet vrijedi dogovor proizvođača zrna i proizvođača brusnih sredstava.

Kod RgW-standarda nema određenog područja tolerancije, već se za označavanje granulacije koristi direktno veličina promjera zrna u mikrometrima.

Standardi i dogovori, između proizvođača zrna i korisnika zrna kao sirovine, uvedeni su zato, da se održi određeni red u velikom rasponu granulacija, inače bi nastala pomutnja i kod jednih i kod drugih. Nadalje, standardizirana su samo zrna odnosno smjesa zrna za određenu granulaciju, ali gotov proizvod na podlozi nije. Gotov proizvod i uz upotrebu standardiziranog zrna može se razlikovati, a i razlikuje se kod različitih proizvođača brusnih sredstava. Ta razlika proizlazi iz specifičnosti proizvodnog procesa svakog proizvođača, jer se proizvod može podesiti prema gustoći posipa, obliku zrna, načinu posipavanja zrna, količini i svojstvima veziva. Prema tome, gotov proizvod nije standardiziran, niti je strogo definiran. Zato se odabiranje odgovarajućeg brusnog sredstva može izvršiti

samo u procesu upotrebe, tj. u proizvodnim pogonima.

5.0 Proizvodnja fleksibilnih brusnih sredstava

Ukratko će se prikazati proizvodni proces u glavnim fazama:

1. Odmatanje određene podloge (papir, tkanina, fiber i kombinacija) i početak kontrole i mjerenja. Kod modernih postrojenja to se radi pomoću radioaktivnih izotopa na principu propuštanja zračenja.

2. Ulaganje podloge u tiskarski stroj, gdje se na poleđinu otisnu podaci: ime proizvođača, tip proizvoda, oznaka granulata, oznaka podloge, broj šarže i datum proizvodnje.

3. Nanašanje osnovnog sloja veziva, koji je najčešće kožno tutkalo, a mogu biti i sintetske smole, ovisno o tipu i namjeni gotovog proizvoda.

4. Posipavanje brusnog zrna. Stariji način posipanja zrna temeljio se na gravitaciji. Preko dozatora posipava se podloga s primarnim vezivnim slojem. Ovim načinom posipanja zrno zauzima bilo koji položaj na podlozi, bez obzira na smjer optimalnog reznog efekta.

Elektrostatski sistem posipavanja temelji se na principu usmjeravanja zrna u istosmjernom elektrostatskom polju. Time se dužinska os zrna postavlja okomito na podlogu, a oštrica zrna je u optimalnom položaju. Podloga s osnovnim vezivnim slojem okrenutim prema dolje, vodi se u elektrostatsko polje zajedno s transportnom trakom zrna, u istom smjeru i određenom brzinom.

Kada transportna traka dovede zrna u područje elektrostatskog polja, zrna se podižu pod utjecajem tog polja, usmjeravaju i ulijeću u osnovni vezivni sloj.

Ovim načinom posipavanja postiže se jednomjernije nanašanje, odgovarajući razmještaj, usmjerenje zrna prema podlozi, izbjegavanje stvaranja slojeva zrna po jedinici površine.

Količina nanesenog zrna izražava se u kg/m^2 i ona je varijabilna veličina, ovisna o granulaciji i gustoći posipa. Mje-

renje se vrši metodom mjerenja propusnosti radioizotopnog zračenja.

5. Predsušenje, nakon čega se (stroj za drugi nanos) nanosi drugi, sekundarni vezivni sloj. Ovim se vezivnim slojem zrno konačno učvrsti, a regulacijom debljine vezivnog sloja postižu se određene karakteristike proizvoda, kao: veća ili manja agresivnost, veće ili manje zapunjavanje.

6. Sušenje nakon nanošenja drugog vezivnog sloja je dug proces, naročito ako se radi o smolnom vezivu, gdje se treba izvršiti polimerizacija i kondicioniranje. U kanalu za sušenje traka ovješena u obliku zavjesa, kreće se brzinom 15-80 m/min, ovisno o tipu vezivnog sredstva i količini veziva. Linearna dužina trake u kanalu kreće se u veličini od 2 - 5 km. Na izlasku iz kanala za sušenje traka brusnog sredstva namata se u tzv. "jumbo role", dužine i do 800 met, ovisno o težini podloge i granulacije.

7. Proizvedeno brusno sredstvo još nije prikladno za upotrebu zbog krutosti. Radi toga se mora propustiti kroz "FLEX stroj", koji ga prelama u različitim smjerovima (sistem 45° , $2 \times 45^{\circ}$, 90°) da bi se dobila tražena elastičnost pri upotrebi. Tako "fleksiran" proizvod otprema se u skladište, gdje čeka na konfekcioniranje.

8. Konfekcioniranje predstavlja posljednju i važnu fazu u proizvodnom procesu. Iz "jumbo-rola" mogu se sada izradivati svi željeni oblici koji se upotrebljavaju u potrošnji. Mogu se rezati role željene širine, dužine, arci i beskonačne brusne trake u svim dimenzijama.

Nakon rezanja na potrebnu širinu i dužinu, na mjestu spoja se u posebnim strojevima odstrani zrno i vezivo, te se podloga stanji prema rubu, a poleđina suprotnog kraja trake stanji i ohrapavi u svrhu boljeg penetriranja ljepila. Nakon nanašanja ljepila slijedi sušenje, a zatim se spoj zatvara i preša na hladno i toplo.

Kvaliteta spojeva odlučujuća je za miran hod trake (naročito kod širokih traka), vijek trajanja ili efikasnost trake, te kvalitetu ili sliku obrušene površine. Spoj istodobno predstavlja kritičnu zonu s gledišta čvrstoće, koja mora

biti adekvatna onoj nosivog materijala-podloge. Fleksibilnost istodobno ne smije biti manja od one ostalog dijela trake. Svi se ti problemi danas mogu prevladati ispravnom vrstom spoja.

Razlikujemo dva osnovna tipa spoja: preklopljeno zalijepljeni spojevi i sudarni ili čeonni spojevi, koji moraju biti podstavljeni. Ovdje postoji niz varijanata, tako da se za svaku namjenu može upotrijebiti ispravan odnosno odgovarajući spoj.

Iz razloga ekonomičnosti, izradu beskonačnih brusnih traka treba prepustiti onima koji imaju odgovarajuću stručnost i za to odgovarajuće strojeve.

6.0 Fleksibilna brusna sredstva namijenjena drvnoj industriji

U ovom će se poglavlju navesti samo osnovni tipovi proizvoda s općim karakteristikama, s obzirom na sirovinski sastav i osnovnu primjenu.

1. Brusni papiri

a) Podloga: papir E 220 g/cm²

vezivo: tutkalo-smola

zrno: korund

Posip normalan, poluotvoreni, namijenjen za brušenje furnirnih površina i masiva.

b) Podloga: papir E 220 g/cm²

vezivo: tutkalo-tutkalo

zrno: korund

Papir normalan, poluotvoren i otvoren, za brušenje kod proizvodnje građevinske stolarije (zbog formiranja trake na "MAWEG" brusilici) i za brušenje drva sa sadržajem smole tj. brzog zapunjava-
vanja (bor).

c) Podloga: papir C, D i E (zavisno od stroja za brušenje)

vezivo: tutkalo-tutkalo

zrno: SiC

Proizvodi za brušenje lakova.

2. Brusna platna

a) Podloga: vrlo teška tkanina X, XX

vezivo: smola-smola

zrno: SiC

Proizvod namijenjen za brušenje iverica kod proizvođača iverica (XX), za kalibriranje, segmentne trake i za brušenje iverica u proizvodnji namještaja (x), djelomično kalibriranje, brusne trake s jednim spojem.

b) Podloga: tkanina X, J, flex, extra flex

vezivo: tutkalo-smola i tutkalo-tutkalo

zrno: korund

Posip normalan, poluotvoren, namijenjen za brušenje masiva (stolica, stolova, rubova i sl.). Tip proizvoda u varijantama podloge i veziva zavisi o konkretnoj fazi brušenja, vrsti drva i stroja za brušenje.

3. Brusna kombinacija

Podloga: papir E - platno

vezivo: tutkalo-smola, smola-smola

zrno: SiC

Posip normalan ili rjeđi, poluotvoren ili otvoren, namijenjen za brušenje iverica (cilindrične brusilice, široke trake do određenih širina) i podove. Za odabiranje adekvatnog brusnog sredstva, pored postojećeg znanja, u svakom slučaju savjet je potrebno zatražiti od proizvođača fleksibilnih brusnih sredstava.

7.0 Manipulacija i uskladištenje fleksibilnih brusnih sredstava

Kad govorimo o manipulaciji, onda uglavnom mislimo na beskonačne brusne trake. Pažnju treba posvetiti prilikom stavljanja i skidanja neistrošene trake sa stroja, naročito kod tvrdih i ozubljenih kontaktnih valjaka. Oštri rubovi valjaka

lako oštete rub brusne trake, traka postaje neupotrebljiva, jer se ne može popraviti. Napetost trake na stroju ne smije biti ni previše niti premalo zategnuta, toliko da se pritiskom ruke malo ugiba, a valjci da se lako okreću. Kod previše napete trake dolazi do kidanja veze između zrna i podloge, jer se podloga uvijek malo rastegne, a vezivo ne. Nedovoljno napeta traka šeće po valjku, teško se centrira, te može iskliznuti. Nadalje, potrebno je kontrolirati kontaktne valjke i papuče, a kod širokotračnih strojeva potrebno je kontrolirati regulaciju ravnoteže valjaka. Istrošeni dijelovi stroja zanašaju brusnu traku s valjka na zaštitni okvir, te se isti oštećuje.

Uskladištenje je važan faktor, koji utječe na efikasnost i trajnost brusnog sredstva. Međutim, tom se problemu ne poklanja dovoljno pažnje. Idealni uvjeti uskladištenja su temperatura 20°C i $50 \pm 10\%$ relativne vlage zraka. Osjetljivost brusnih sredstava na vlagu, veća je, nego na promjenu temperature.

Poznato je da u izrazito sušnim periodima, raznih geografskih područja, relativna vlaga može pasti na 15%, a da nakon određenog perioda naraste i na više od 80%. Ta kolebanja i promjene dovode do slijedećih poteškoća: Ako relativna vlaga raste, raste i vlažnost brusnog sredstva, pada trajnost i brzina brušenja, a povećava se brzina zapunjavanja brusnog sredstva. S obzirom da je podloga više podložna promjenama, nego što je to vezivo, dolazi do deformiranja brusne trake. Ona poprima konkavan oblik, kod visoke relativne vlage, gledajući sa strane zrna, a kod niske relativne vlage poprima konveksan oblik.

Treba voditi računa, da brusna sredstva ne budu u blizini izvora topline, jer dolazi do neravnomjernog sušenja, a to znači deformacije i veća krhkost, a s donje strane "promrola" ne podnose više maksimalna opterećenja.

Treba izbjegavati uskladištenja na betonskim i kamenim podlogama, treba koristiti police i uskladištiti ih u originalnoj ambalaži. Trošiti treba starije isporuke, jer i brusno sredstvo vremenom stari.

Posebnu pažnju treba posvetiti širokim trakama, jer se ovdje javljaju česta odstupanja u sadržaju vlage po širini trake,

a posljedice su klizanje trake s valjka i pucanje. Trake koje će se slijedećeg dana upotrijebiti potrebno je ovjesiti na konzole, pored stroja za brušenje, kako bi se omogućila egalizacija napetosti u brusnom sredstvu. Po prestanku rada stroja potrebno je isključiti sistem za odsisavanje, jer se traka više osuši na strani veće brzine strujanja zraka, a ponovnim puštanjem u rad može doći do pucanja brusne trake.

Činjenica, da su brusna sredstva pravi alati od kojih se traži maksimalna efikasnost, onda i postupci s njima moraju biti adekvatni. Razmatranja sirovinskog sastava i tehnološko-proizvodnih momenata pokazala su, da brusna sredstva nisu primitivni već visokovrijedni alati, koji moraju odgovarati današnjim modernim strojevima za brušenje i razvijenoj tehnologiji obrade u suvremenoj industriji.

PROBLEMI PRI PROJEKTIRANJU LINIJA ZA BRUŠENJE

BOŽO SINKOVIĆ, dipl.ing.
Institut za drvo Zagreb

1.0 U v o d

Kod projektiranja linija za brušenje u drvanoj industriji nameće se niz problema. Njih treba imati u vidu i prilikom projektiranja kompletne tehnologije. Polazišta kod projektiranja bilo koje tehnologije jesu: - što proizvoditi (proizvodni program); - za koga proizvoditi (korisnika); - iz čega proizvoditi (sirovinska baza); - kako proizvoditi (tehnologija); - čime proizvoditi (oprema); - koliko proizvoditi (opseg proizvodnje); - pošto proizvoditi (cijena za segment tržišta).

Može se reći da je brušenje dio površinske obrade koja je jedan od glavnih faktora vizualnog dojma o namještaju. Vizualni dojam je dio kvalitete i prvi dojam korisnika o namještaju. Stvaranje proizvoda počinje već u razvoju i tu se mora planirati i kvaliteta.

Smatra se da je najjednostavnije projektirati tehnologiju za usko specijaliziranu proizvodnju. Za usko specijaliziranu proizvodnju moguće je projektirati najracionalniji tehnološki proces, s najmanjim utroškom energije, fizičkog rada, a najboljim iskorišćenjem materijala, najoptimalnijim opterećenjem proizvodno-tehnološke opreme, tj. s najnižim proizvodnim troškovima. To je želja tehnologa i nabave, ali ne i prodaje, a naročito ne kupaca koji ne žele uniformiranost.

Da bi se ublažile ove suprotnosti, vrlo često je potrebno projektirati fleksibilne tehnologije, kojima se može proizvoditi od određene vrste kućnog namještaja do opreme objekata. Za tehnologiju takve proizvodnje vrlo je teško odabrati strojni park odnosno provesti organizaciju proizvodnje koja bi bila optimalna, vodeći pri tom računa o troškovima proizvodnje.

Svaka radna operacija zahtijeva određeno radno mjesto, stroj ili uređaj i radni prostor, kao i prostor za odlaganje

obradaka odnosno za uskladištenje, i uskladištenje osnovnih sirovina, pomoćnog materijala, pomoćnih ili pratećih službi, energetskih postrojenja i infrastrukture. Sve se to uključuje u vrijednost radnog prostora, koja se kreće od 8.000 din. do 500.000 din. po m², odnosno po radnom mjestu ta investicija iznosi od 600.000 din do 1,200.000 din. Iz tog proizlazi, da pri projektiranju treba voditi računa o svakom uloženom dinaru, radi ostvarenja ukupnog prihoda po uloženom dinaru.

Da li skupa oprema daje uvijek i željenu kvalitetu? Da, ali uz odgovarajuće održavanje i obučenost rukovalaca strojeva. Da bi se mogla planirati željena kvaliteta, potrebno je poznavati mogućnosti strojnog parka, odnosno moguću točnost obrade kompletne tehnologije ali i sposobnosti radnika. Svaki stroj ima svoju točnost, koja ovisi o nizu faktora. Proizvođači strojeva stoje na stanovištu da strojevi rade bez greške i da samo od rukovaoca stroja ovisi kvaliteta obrade. Iz prakse znamo da to nije uvijek tako.

Kvaliteta proizvoda se mora planirati a zato je potrebno odrediti i tolerancije, a za tolerancije moraju se poznavati mogućnosti točnosti obrade na strojevima. To isto vrijedi i kod odabiranja proizvodne opreme prilikom projektiranja tehnologije. Projektant mora poznavati kvalitetu stroja, kapacitet i cijenu.

2.0 Strojevi za brušenje

Kod proizvodnje pločastog korpusnog namještaja, čiji su rubovi obloženi folijom (bez rubnih letvica), brušenjem se obrađuju stranice (lijeve, desne). Pretpostavlja se da je stroj za furniranje rubova kvalitetno odstranio višak folije i ljepila, te zaoblio bridove. U ovom slučaju kvaliteta brušenja ovisi o netočnosti debljine ploče prije furniranja i kvaliteti same površine.

Kada bi kvaliteta ploča bila zadovoljavajuća (debljina u određenim tolerancijama), onda ne bi bilo potrebno vršiti brušenje, kalibriranje odnosno egaliziranje prije furniranja, već samo brušenje furnira. Za to je potrebna standardna kvalite-

ta ploča u dogovorenim granicama, čega još danas nema. Na primjer, ako se tolerancije debljina ploča kreću u granicama $\pm 0,3$ mm, onda ta razlika iznosi 0,6 mm, a to je debljina furnira.

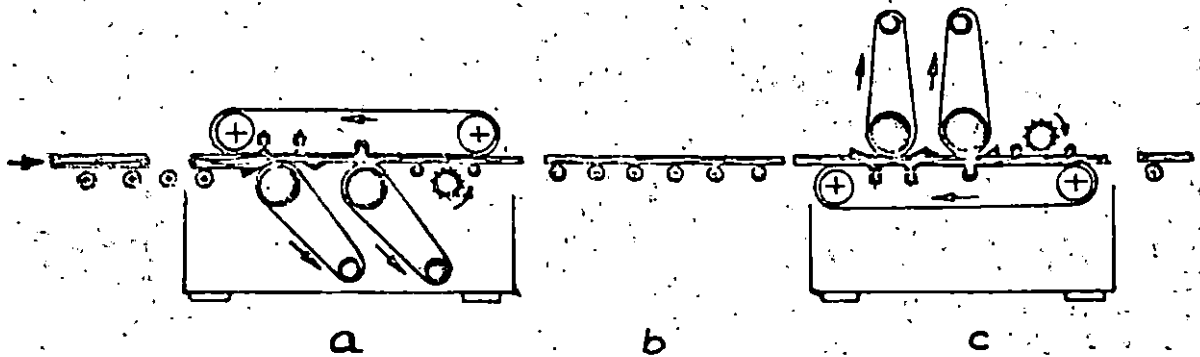
Smatra se da je tolerancija po debljini kod ploča prevelika (ploče za izradu namještaja) i da se ploče prije furniranja moraju kalibrirati, ne samo radi brušenja furnira, već i radi furniranja ploča odnosno elemenata. Kod brusilice za kalibriranje, točnost brušenja bi trebala iznositi $\pm 0,15$ mm, što bi u stvari trebala biti i tolerancija ploča za izradu namještaja. Točnost brusilica za brušenje furnira trebala bi imati manje polje rasipanja, drugim riječima, da dobro obrusi ploču koja ima negativna odstupanja i da ne prebrusi furnir kada ploča ima pozitivno odstupanje. Proizvođači brusilica deklariraju točnost brušenja u granicama od 0,01 do 1,0 mm. To bi značilo da je točnost rada stroja $\pm 0,01$ mm do $\pm 1,0$ mm što bi zadovoljavalo za fino brušenje furnira, ali ne i kalibriranje uz pretpostavku da su to kontaktne brusilice. Nakon brušenja na strojevima, spomenute točnosti obrade, ne bi trebalo doradivati odnosno popravljati furnirane površine.

Može se zaključiti da brusilice za kalibriranje moraju imati manju toleranciju, što iziskuje njihovu drugačiju konstrukciju. Ali se obično kaže, da je razlika u brusilici za kalibriranje i brušenje furnira samo u tome, da li je zadnji agregat valjak ili papuča (greda) uz istu konstrukciju stroja, što je velika greška. Sve te momente treba imati u vidu prilikom projektiranja linije za brušenje.

Kvaliteta brušenja kod donjih i gornjih brusilica obično nije ista. Kvaliteta donje brusilice lošija je i tu ne vrijedi opravdanje "bruse se lijeve strane", jer i te lijeve strane obično su vidljive površine npr. kod regala.

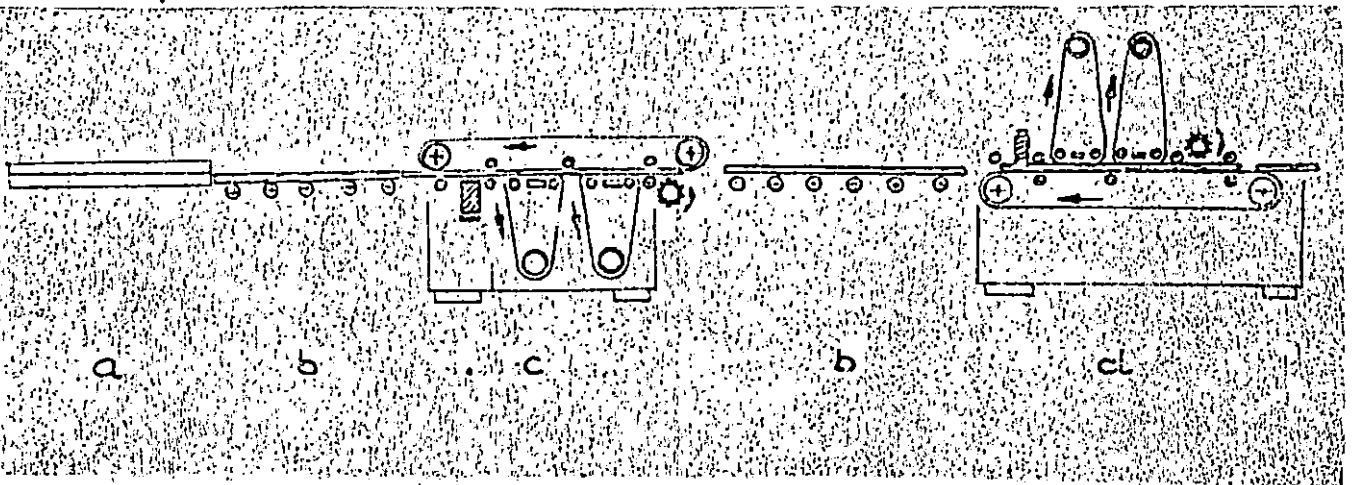
Kalibriranje odnosno brušenje iverica prije furniranja često se vrši s jedne strane. Poznato je da to nije u redu, naročito kod iverica koje imaju veliku toleranciju (razlike u debljini). U tom slučaju dolazi do većeg skidanja jednog od vanjskih slojeva iverice, te se time poremeti ravnoteža i dolazi

do vitoperenja furniranih ploča. Radi toga kalibriranje treba vršiti obostrano. Na slici 1. prikazana je linija za kalibriranje ploča.



Sl. 1. Linija za kalibriranje. (a) - donja širokotračna brusilica; (b) - transporter; (c) - gornja širokotračna brusilica.

Kvaliteta brušenja (kalibriranja) odnosno egaliziranja s donjom i gornjom brusilicom zadovoljava, što nije slučaj i kod brušenja furniranih ploha.

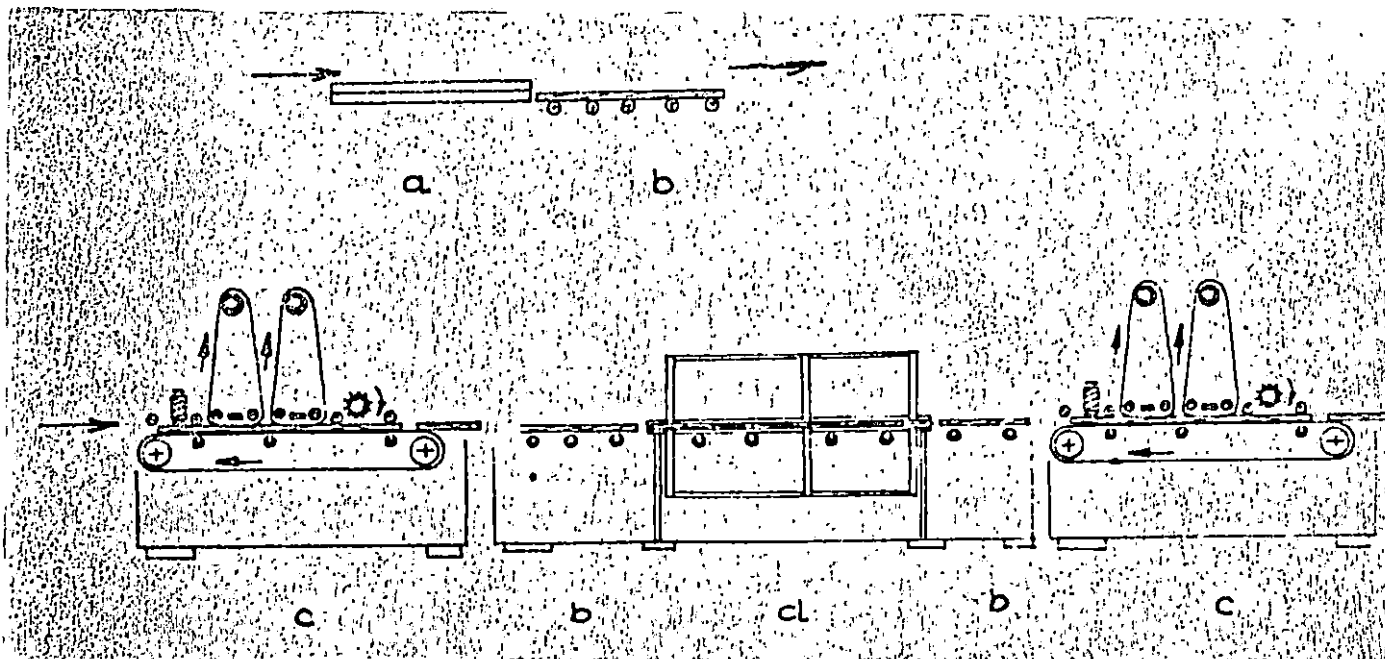


Sl. 2. Linija za brušenje furniranih ploha. (a) - zakretni transporter za 90° ; (b) - transporter; (c) - donja brusilica; (d) - gornja brusilica.

Na slici 2. prikazan je primjer klasične linije za bru-

šenje furniranih ploha. Ta linija je najjeftinija, ali kvaliteta brušenja obično ne zadovoljava. Iza te linije dolazi kontrola i nekoliko ručnih radnih mjesta i tračnih brusilica za popravak i doradu. Kod kompletne linije za obradu ploča (uzdužna i poprečna obrada ploča, oblaganje rubova, bušenje rupa i brušenje), mora se imati zaokretni transporter za 90° prije brušenja.

Navedeno je, da linija s donjom brusalicom ne daje željenu kvalitetu brušenja. Zato treba predvidjeti samo gornje brusilice. No, u tom slučaju moramo imati i okretni transporter za 180° . Takva linija poskupljuje, ne samo radi okretnog transportera, već i zbog većeg prostora, ali je kvaliteta brušenja bolja. Uz pretpostavku da brzina pomaka nije velika, prilikom izlaza plohe iz brusilice, može se vršiti i kontrola kvalitete brušenja.



Sl. 3. Primjer linije za ploče. (a) - zaokretni transporter za 90° ; (b) - transporter; (c) - gornja brusilica; (d) - okretni transporter za 180° .

Na slici 3 prikazan je primjer najjednostavnije tehnologije za brušenje ploča, gdje su rubovi oblijepljeni folijom (površinski obrađena) ili furnirom. Kod konstrukcija čiji su

rubovi obloženi furnirom ili rubnim letvicama, moraju se brusiti i rubovi. Brušenje rubova oblijepljenih furnirom vrši se na rubnim furnirkama u prolazu, odmah iza nalijepljivanja furnira, no ostaje problem brušenja masivnih rubova, tj. kada se rubne letvice nalijepljuju strojno na rubnoj furnirki.

U ovom slučaju mogu se poslije nalijepljivanja i obrusiti rubovi, ako su oni ravni, ali ako su profilirani onda je teško ostvariti takvu liniju. Naime, poslije rubne furnirke treba postaviti i stroj za profiliranje, te brusilicu za brušenje profila. Brušenje profiliranih rubova komplicira rad cijele linije. Brušenje masivnih rubova potrebno je izdvojiti iz linije za obradu ploča. To isto vrijedi i za brušenje profila (rubnih letvica), koji se nalijepljuju prije furniranja, gdje moraju biti spojene pod kutem od 45° .

Problemi nastaju kada se moraju brusiti furnirane plohe i masivni ravni i profilirani rubovi. Još je veći problem brušenja furniranih ploha i uskih masivnih elemenata i to u pogonima manjeg kapaciteta. Obično ti pogoni žele biti fleksibilni i sa što manjim investicijama, a ujedno imati kvalitetnu strojnu obradu, u ovom slučaju kvalitetno brušenje. Za njih je teško odabrati fleksibilni strojni park, tj. brusilice za brušenje furniranih ploha i masivnih elemenata. Obično se misli da univerzalna brusilica za ploče i masiv zauzima manji prostor, manja je investicija uz odgovarajući kapacitet i jednim strojem rješavaju se dva problema. Gledano s komercijalnog stajališta to je tako, ali nije u pogledu kvalitete, pogotovo ako se želi na toj brusilici vršiti kalibriranje ili egaliziranje, grubo i fino brušenje masiva i brušenje furnira.

3.0 Kapacitet brusilica

Općenito sve protočne brusilice imaju približno istu brzinu pomaka, pa između ostalog kapaciteti brusilica ovise o radnoj širini. Ta radna širina dolazi do izražaja kod ručnog ulaganja ili poluautomatskog, ali ne i u liniji (kompletna linija za finu obradu ploča). Obično se nastoji imati širinu brusilice prema

najširem elementu koji bi se mogao pojaviti u proizvodnji.

S druge strane nastoji se iskoristiti (istrošiti) brusnu traku po cijeloj širini. Možda je to najlakše pri ručnom ulaganju, ali je teorijski moguće i u liniji. Kod upotrebljavanja trake za istovremeno brušenje više elemenata odjednom, dolazi u pitanje odlaganje obrušenih elemenata i kontrola brušenja. S druge strane, još je veći problem kada ti elementi imaju veliku toleranciju tj. razliku u debljini. Razmatrane poteškoće kod ploča zbog velikih tolerancija u debljini, još su veći problem kod brušenja masivnih elemenata. Jedan od uzroka pucanja brusnih traka je razlika u debljini elemenata koji se bruse.

Iz dosadašnjih razmatranja očito je, da kod izbora brusilice treba uzeti u obzir niz elemenata. Na primjer, koju širinu brusilica odabrati (misli se na širokotračne protočne brusilice). Naime, širine tih brusilica možemo podijeliti u dvije grupe i to širine do 610 mm i od 800 mm na više. I grupa: 130 mm, 230 mm, 610 mm. II grupa: 800 mm, 915 mm, 950 mm, 1100 mm, 1350 mm.

Ako se usporede cijene i instalirane snage za pojedine širine brusilica, dobije se slijedeći pregled:

I grupa: - širina 130 mm; 200.000 din i 7 kW,
širina 610 mm; 600.000 din i 16 kW.

Drugu grupu možemo podijeliti u dvije podgrupe i to:
II a, brusilice za kalibriranje; - II b, brusilice za brušenje furnira.

II grupa: - II a, širina 800 mm; 1,300.000 din i 17 kW,
širina 950 mm; 1,500.000 din i 18 kW,
širina 110 mm; 1,700.000 din i 19 kW.
II b, širina 900 mm; 1,600.000 din i 17 kW,
širina 1199 mm; 1,700.000 din i 20 kW,
širina 1350 mm; 1,900.000 din i 20 kW.

Ovih nekoliko podataka pruža donekle uvid u cijene i instaliranu snagu, što može poslužiti za izradu cijene brušenja elemenata, radi usporedbe za koju bi se brusilicu trebalo odlučiti. Navedeni podaci odnose se na isti tip brusilice, u prvoj grupi s jednim valjkom, u IIa podgrupi s dva valjka i četkom,

u II b podgrupi s jednim valjkom i papučom (gredom), te četkom.

Do sada su razmatrana neka pitanja vezana uz brušenje i probleme pri projektiranju linija za brušenje. Ostaje još velik broj pitanja o kojima bi se moglo raspravljati. Neka od njih su: (1). Da li liniju za brušenje odvojiti od linije za strojnu obradu? (2). Da li vršiti brušenje rupa za moždanike prije brušenja ili iza površinske obrade? (3). Da li liniju za brušenje postaviti u odjel površinske obrade i da li ju povezati s linijama za površinsku obradu?

Na ova pitanja nema generalnog odgovora, nego se uvijek treba prilagoditi potrebama, uvjetima i mogućnostima.

TEHNIČKI PROBLEMI BRUŠENJA

IVAN ČIŽMEŠIJA, dipl. ing.
Institut za drvo Zagreb

Nije potrebno naglašavati važnost brušenja za površinsku obradu. Poznato je da loše pobrušene plohe stvaraju poteškoće u daljoj proizvodnji. Već kod operacije brušenja javljaju se određene poteškoće, koje utječu na konačni efekt brušenja i na kvalitetu brušenja.

Jedan od veoma važnih problema je odrediti "granicu", kad se mora skinuti brusna traka sa širokotračne brusilice, da kvaliteta brušenja zadovoljava "graničnu" kvalitetu. Kod običnih uskotračnih brusilica gdje se brušenje vrši ručno, radnik odlučuje kad će promijeniti traku, jer osjeća pritiskom na brusnu papuču da li papir vrši brušenje ili samo glaćenje površine. Na širokotračnim brusilicama radniku nije u interesu da što češće mijenja traku da bi pobrusio veću površinu, već da je što rijede mijenja. Upravo zbog toga se mora pristupiti rješavanju problema za cijeli proizvodni program i utvrditi:

1. n a č i n b r u š e n j a
 - 1.1. - odrediti granulaciju brusnog sredstva za svaku vrstu materijala koji se brusi,
 - 1.2. - odrediti "graničnu" kvalitetu pobrušene površine.
2. n a č i n k o n t r o l e b r u š e n j a
3. i s p i t i v a n j a p r e m a n a č i n u b r u š e n j a

Određivanje "granične" kvalitete može se izvršiti na:

- a) osnovi ispitivanja
- b) okularno.

Na osnovi ispitivanja možemo utvrditi koliko m^2 površine možemo pobrusiti brusnom trakom, pojedinačno za svaku granulaciju. Time se ujedno određuje i granična kvaliteta površine.

Ako nije izvršeno ispitivanje, "graničnu" kvalitetu brušenja može se odrediti okularno, prema usporedbi s prvobrušenom plohom. Ova metoda je daleko nepreciznija od granične kvalitete utvrđene ispitivanjem.

1.0 Način brušenja

U niže navedenoj tablici iznešeni su podaci izvršenih ispitivanja na različitim vrstama furnira s trakom dimenzije 1350 x 2620 mm u granulacijama br. 100 i br. 150.

Tablica 1.

O b r a d a k	Šir. obrat. cm	Granulacija	Obrušena površina m ²	Obrušena dužina m'
1	2	3	4	5
1. Brušenje korpusa				
Hrast	55	100	1.600	2.900
"fajnlajn"	55	150	2.400	4.350
mahagoni	55	100	1.700	3.100
"fajnlajn"	55	150	2.500	4.550
koto i orah	55	100	1.900	3.450
prirodni furnir	55	150	2.700	4.900
brušenje ploha				
iznutra	55	100	1.900	3.450
brušenje ploha				
između elemenata	55	100	1.900	3.450
	55	120	3.000	5.450
2. Brušenje fronte				
Hrast "fajnlajn"				
furnir spojen pod kutem	55	120	1.400	2.550
	55	150	2.200	4.000
hrast "fajnlajn"	55	100	1.500	2.550
	55	120	2.000	4.000
orah "fajnlajn"	55	100	1.700	3.100
	55	120	2.300	4.200
hrast prirodni	55	100	1.600	2.900
	55	120	2.000	4.000

Navedeni podaci mogu poslužiti kao baza ili orijentacija za ispitivanja i za druga ispitivanja.

Ovi se podaci ne mogu uzeti generalno gotovim rezultatima, jer je razlika u kvaliteti brusnog sredstva različitih proizvođača ponekad veća od 100% (utvrđeno ispitivanjem brusnih materijala) i jer su strojevi za brušenje različitih veličina traka.

2. Način kontrole brušenja

Brušenje možemo kontrolirati brojačem koji vrši mjerenje dužine u metrima elemenata kod prolaza kroz stroj. Na osnovi ispitivanja prema količini m^2 pobrušene površine, za određenu granulaciju, možemo odrediti broj metara prema širini elemenata koji se bruse. Na taj se način određuje dužina u metrima kod koje se skida traka sa stroja. Brojač kontrolira radnik iza ili ispred brusilice. Svaki proizvođač brusnih sredstava nema za to iste vrijednosti.

Drugi način kontrole je kontrola radnika koji se nalazi iza stroja i slaže pobrušene elemente na paletu. Zadatak tog radnika je:

- da izdvoji sve elemente koji nisu dobro pobrušeni,
- da upozori poslužioca kad stroj prebrušava ili pravi druge greške (zapunjavanje ljepilom itd.),
- da odredi prema izgledu površine kada će promijeniti brusnu traku.

Iz navedenih poslova nameće se zaključak da to ne može biti nekvalificirani radnik, jer on u biti regulira i direktno utječe na kvalitetu brušenja. Problem pucanja traka je također jedan od veoma važnih tehničkih problema. Razlozi koji utječu na pucanja traka su različiti. Npr.

1. Traka nije dobro slijepljena

- dužina trake s jedne strane veća je i do 2 cm u odnosu na drugu stranu,
- ljepilo za slijepljivanje ne drži dovoljno.

2. Suviše velike razlike u debljini elemenata koji se bruse. Nastaju udari uslijed naprezanja.

3. Loša ventilacija

- nakupljanje prašine po svim unutarnjim površinama stroja (transportnim valjcima, pritiskoj papučici i pogonskim valjcima).

4. Oscilacije u pritisku zraka koji je stroju potreban za normalan rad.

5. Prevelik pritisak na plohu kod brušenja.

Ovo nekoliko naznaka prilog su vrlo složenoj problematici brušenja, što potvrđuje da je tom procesu u proizvodnji potrebno pokloniti posebnu pažnju.