

# Površinska obrada drvnih prozora i vrata

---

**Kovačević, Domagoj**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:697404>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK  
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVO U GRADITELJSTVU  
PREDDIPLOMSKI STUDIJ

DRVNA TEHNOLOGIJA

DOMAGOJ KOVAČEVIĆ

**POVRŠINSKA OBRADA DRVENIH VRATA I  
PROZORA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK  
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVO U GRADITELJSTVU

## **POVRŠINSKA OBRADA DRVENIH VRATA I PROZORA**

ZAVRŠNI RAD

Preddiplomski studij: Drvna tehnologija

Predmet: Površinska obrada drva

Mentor: izv. prof. dr. sc. Josip Miklečić

Student: Domagoj Kovačević, 0068237282

Akademski godina: 2022./2023.

Zagreb, rujan , 2023.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov:	Površinska obrada drvenih prozora i vrata
Autor:	Domagoj Kovačević
Adresa autora:	Matije Gupca 3A, 49250 Zlatar
Mjesto izradbe:	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave:	Završni rad
Mentor:	izv.prof.dr.sc Josip Miklečić
Godina objave:	2023.
Opseg:	IX+26 str., 16 slika, 1 tablica i 25 navoda literature
Ključne riječi:	Brušenje drva, premazivanje drva, strojevi za površinsku obradu
Sažetak:	<p>Drveni prozori i vrata zahtijevaju dobru pripremu i površinsku obradu prije njihovog korištenja kako bi im se produžio vijek trajanja i postigla dimenzijska stabilnost. U ovom radu objasnit će se metode za površinsku obradu drvenih prozora i vrata. Pojasniti strojevi koji se koriste za površinsku obradu te navesti parametri brušenja i premazivanja koji se koriste kod određenih metoda.</p>

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Title:	Surface treatment of wooden doors and windows
Author:	Domagoj Kovačević
Adress of Author:	Matije Gupca 3A, 49250 Zlatar
Thesis performed at:	Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Zagreb
Publication Type:	Undergraduate thesis
Supervisor:	Associate Professor Josip Miklečić, PhD
Publication year:	2023
Volume:	IX+26 pages, 16 figures, 1 table and 25 references
Key words:	Wood sanding, wood coating, surface treatment machines
Abstract:	Wooden windows and doors require good preparation and surface treatment before their use in order to extend their service life and achieve dimensional stability. This paper will explain methods for surface treatment of wooden windows and doors. Explain the machines used for surface treatment and specify the grinding and coating parameters used in certain methods.



**IZJAVA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

**OB ŠF 05 07**

Revizija: 2

Datum: 22.09.2023.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 22.09.2023. godine

---

*vlastoručni potpis*

Domagoj Kovačević

# SADRŽAJ

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	3
BASIC DOCUMENTATION CARD.....	4
SADRŽAJ.....	VI
POPIS SLIKA .....	VIII
POPIS TABLICA .....	IX
<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KARAKTERISTIKE DRVENIH PROZORA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. KARAKTERISTIKE DRVENIH VRATA.....</b>	<b>3</b>
<b>4. MATERIJALI ZA POVRŠINSKU OBRADU DRVENIH PROZORA I VRATA.....</b>	<b>4</b>
4.1. Materijali za brušenje.....	4
4.1.1. Podloga.....	4
4.1.2. Vezivo.....	4
4.1.3. Abrazivna zrna.....	5
4.2. Premazni materijali .....	5
4.2.1. Zaštitna sredstva .....	5
4.2.2. Temeljni premazni materijali.....	6
4.2.3. Lazure .....	6
4.2.4. Pigmentirani lakovi.....	7
<b>5. NAČINI BRUŠENJA PROZORA I VRATA .....</b>	<b>8</b>
5.1. Ručno brušenje .....	8
5.2. Vibracijske brusilice .....	8
5.3. Ekscentrične brusilice.....	9
5.4. Tračne brusilice .....	9
5.5. Četkarice.....	10
5.6. Kombinirane brusilice .....	11

<b>6.</b>	<b>NAČINI NANOŠENJA PREMAZNIH MATERIJALA NA PROZORE I VRATA .....</b>	<b>13</b>
6.1.	<i>Ručno nanošenje .....</i>	13
6.2.	<i>Nalijevanje .....</i>	14
6.3.	<i>Oblijevanje .....</i>	14
6.4.	<i>Uranjanje .....</i>	15
6.5.	<i>Vakuumsko nanošenje .....</i>	15
6.6.	<i>Nanošenje štrcanjem .....</i>	15
6.7.	<i>Roboti .....</i>	16
6.8.	<i>Linije za površinsku obradu .....</i>	17
<b>7.</b>	<b>PARAMETRI POVRŠINSKE OBRADRE DRVENIH PROZORA I VRATA .....</b>	<b>20</b>
7.1.	<i>Parametri brušenja drvenih prozora i vrata .....</i>	20
7.2.	<i>Parametri premaznih materijala za drvene prozore i vrata .....</i>	21
7.2.1.	<i>Sadržaj suhe tvari .....</i>	21
7.2.2.	<i>Gustoća .....</i>	21
7.2.3.	<i>Hlapljivi organski spojevi .....</i>	22
7.2.4.	<i>Viskoznost .....</i>	22
7.2.5.	<i>Vrijeme sušenja .....</i>	22
7.2.6.	<i>Debljina filma .....</i>	22
7.2.7.	<i>Tvrdoća površine .....</i>	22
7.3.	<i>Parametri nanošenja premaznih materijala na drvene prozore i vrata .....</i>	23
7.3.1.	<i>Količina nanosa .....</i>	23
7.3.2.	<i>Izdašnost .....</i>	23
7.3.3.	<i>Djelotvornost nanošenja .....</i>	23
<b>8.</b>	<b>OBNAVLJANJE POVRŠINSKI OBRADENIH PROZORA I VRATA .....</b>	<b>24</b>
<b>9.</b>	<b>PRIMJERI SUSTAVA POVRŠINSKE OBRADRE DRVENIH PROZORA I VRATA .....</b>	<b>25</b>
<b>10.</b>	<b>ZAKLJUČAK .....</b>	<b>26</b>
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>27</b>
	<b>LINKOVI .....</b>	<b>28</b>



## POPIS SLIKA

Slika 1 Građa klasičnog fleksibilnog brusnog materijala (Jirouš-Rajković, 2023.) .....	4
Slika 2 Primjer greške krvarenja drva (Jirouš-Rajković, 2023.).....	6
Slika 3 Mikroskopski prikaz debeloslojne lazure (Jirouš-Rajković, 2023.) .....	7
Slika 4 Vibracijska brusilica (www.mirka.com).....	9
Slika 5 Ekscentrična brusilica (www.mirka.com).....	9
Slika 6 Širokotračna brusilica Kundig sa brusnim trakama postavljenim u "V" oblik (kundig.com).....	10
Slika 7 Četkarica (www.virutextools.com).....	11
Slika 8 Brušenje četkama (www.scosarg.com).....	11
Slika 9 Brušenje diskovima (www.scosarg.com) .....	12
Slika 10 Nanošenje nalijevanjem (Bulian i Graystone, 2009.) .....	14
Slika 11 Nanošenje oblijevanjem (Bulian i Graystone, 2009.).....	15
Slika 12 Pištolj za HVLP štrcanje (F.Bulian, J.A.Graystone, 2009.) .....	16
Slika 13 Robot za štrcanje (www.ceflafinishing.com).....	17
Slika 14 Linija za nanošenje završnog sloja (www.reiter-oft.de) .....	18
Slika 15 Određivanje dimenzija prozora pomoću 3D skenera (www.reiter-oft.de) ....	18
Slika 16 Linija za oblijevanje vanjskih vrata (www.ligna.de).....	19

## POPIS TABLICA

Tablica 1 Djelotvornosti nanošenja različitih metoda (Jirouš-Rajković 2023c prema: Bulian i Graystone, 2009).....	19
--	----

## 1. UVOD

Drveni prozori i vrata već se stoljećima koriste zbog svojih estetskih i ekoloških razloga, a njihova ih kvaliteta i dugotrajnost čine konkurentnim na tržištu gdje se pojavljuju novi materijali. Kako bi prozori i vrata bili konkurentni i kvalitetni oni zahtijevaju odgovarajuću površinsku obradu pošto samo drvo ima manju trajnost i dimenzijsku stabilnost od konkurentnih materijala. Površinska obrada ima glavnu ulogu u postizanju željenog izgleda, prikladne zaštite od vremenskih uvjeta, produljenja vijeka trajanja drva te postizanja dimenzijske stabilnosti. Drvo kao prirodni materijal zahtijeva stručnu obradu i pažljivu pripremu kako bi gotov proizvod imao potrebna svojstva.

U ovom će završnom radu biti opisani procesi površinske obrade kroz koje drveni prozori i vrata moraju proći prije nego ih se stavlja na tržište. Detaljnije će se opisati načini brušenja kao i parametri potrebni za određene vrste drva koji osiguravaju dobru podlogu za daljnju obradu. Osim brušenja biti će opisani i premazni materijali, njihova svojstva, prednosti i mane, načini nanošenja premaznih materijala te njihovi parametri.

## 2. KARAKTERISTIKE DRVENIH PROZORA

Prozori su većinom sa jedne strane izloženi vremenskim uvjetima u eksterijeru, a s druge strane uvjetima u interijeru. Uvjete za površinsku obradu kod drvenih prozora postavlja vanjska strana prozora pošto je ona izloženija. Prozori imaju i mnogo profila na rubovima kod kojih je također jako važno da se dobro pobruse i da je premaz pravilno nanesen.

Drveni prozori, ako ih se pravilno tretira i zaštiti, imaju mnoge prednosti u odnosu na ostale materijale. Pošto je drvo loš vodič električne energije i topline, drveni prozori nude izvrsna izolacijska svojstva kao i izvrsnu zaštitu od buke (ovisi i o vrsti stakla na prozorima). Drveni prozori jednostavni su i cjenovno prihvatljivi za održavanje, ako je korišteno kvalitetno drvo i dobra površinska obrada. Održavanje nije zahtjevno, ali je potrebno povremeno brisanje. Drveni prozori osim fizikalnih prednosti imaju i estetske jer svojom bojom i teksturom doprinose toplini prostora, a također su i ekološki prihvatljivi pošto je drvo biorazgradiv materijal. Drveni prozori su pogodni za odabir željene boje jer je izbor boja gotovo neograničen.

Kako bi se spriječilo truljenje i brzo poprimanje oronulog izgleda, drvo je potrebno zaštititi premazom koji se može izabrati iz široke palete boja. Insekti su još jedan problem, a oni će napasti drvo ako za to postoji mogućnost. Napad insekata može se spriječiti pravilnim izborom premaznih sredstava. Drveni prozori skuplji su od prozora napravljenih od ostalih materijala pošto je sam proces izrade zahtjevniji i dugotrajniji, no njihov duži vijek trajanja uz odgovarajuću površinsku obradu i obnavljanje te bolja svojstva im zasigurno stvaraju prednost kod kupovine prozora.

### 3. KARAKTERISTIKE DRVENIH VRATA

Karakteristike drvenih vrata ne razlikuju se mnogo od karakteristika drvenih prozora. Osim prednosti poput ublažavanja buke i očuvanju topline, ulazna drvena vrata su čvrsta i izdržljiva što osigurava sigurnost. Najvažniju ulogu ima donji dio vrata koji je najizloženiji zbog odbijanja vode od poda i navlaživanja vrata zbog čega nam je njegova kvaliteta ključna.

Drvena vrata stvaraju početni dojam objekta pošto su prvo što vidimo. Uz odgovarajuću površinsku obradu može se postići efekt topline doma prije samog ulaska u dom. Drvena vrata imaju neograničen broj opcija po pitanju dizajna i boja što im daje prednost u odnosu na ostale materijale. Osim ulaznih drvenih vrata postoje i unutarnja drvena vrata koja mogu biti od samog drva ili napravljena pomoću drugih materijala kako bi se smanjili troškovi. Unutarnja vrata ne trebaju posebnu pažnju prilikom površinske obrade pošto nisu izložena vremenskim uvjetima no ipak je potrebna obrada kako bi se dobio željeni izgled ([www.vst.ch](http://www.vst.ch)).

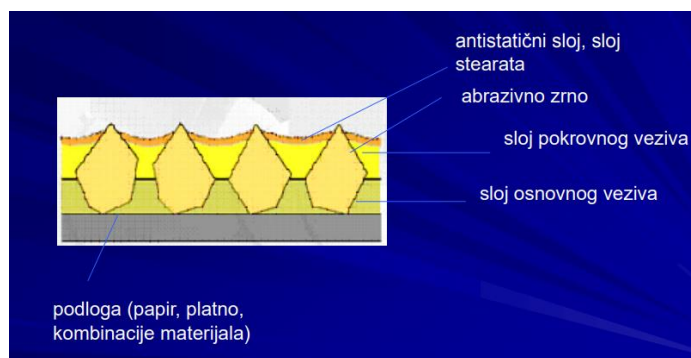
## 4. MATERIJALI ZA POVRŠINSKU OBRADU DRVENIH PROZORA I VRATA

Kako bi drveni prozori i vrata bili spremni za upotrebu važno je prije dobro odraditi brušenje i zaštitu premazima. Potrebno je odabrati odgovarajuće materijale ovisno o željenim svojstvima kao i o vrsti drva koje se obrađuje kako bi površinska obrada bila primjerena za mjesto upotrebe elemenata.

### 4.1. Materijali za brušenje

Kako bi se premazni sloj mogao optimalno nanijeti potrebno je pravilno brušenje drva određenom granulacijom kojom stvaramo kvalitetnu podlogu za adheziju drva i premaza (Flexner, 1994).

Brušenje je obrada uz stvaranje ivera s geometrijski neodređenim oštricama, a stvaranje ivera razlikuje se od drugi obrada zbog velikog broja oštrica, njihovog različitog oblika i rasporeda te negativnog prednjeg kuta. Brusni materijali sastoje se od podloge, sloja osnovnog veziva, sloja pokrovnog veziva, abrazivnog zrna te opcionalno antistatičkog sloja (slika 1) (Jirouš-Rajković, 2023b).



Slika 1 Građa klasičnog fleksibilnog brusnog materijala (Jirouš-Rajković, 2023.)

#### 4.1.1. Podloga

Podloga može biti elastična ili kruta. Elastične podloge mogu biti od papira, tkanine te njihovih kombinacija, a krute podloge su brusni kolutovi koji se sastoje od tvrde poliuretanske spužve i abraziva (Jirouš-Rajković, 2023b).

#### 4.1.2. Vezivo

Veziva za brušenje dijele se na osnovna veziva i pokrovna veziva. Osnovna veziva imaju funkciju fiksiranja abrazivnog zrna u procesu proizvodnje pri čemu

se uglavnom koristi sintetsko ljepilo. Pokrovna veziva definiraju položaj zrna na brusnom papiru za što se također koristi sintetsko ljepilo, a tvrdoća ljepila, kao i količina i vrsta, direktno utječe na agresivnost i radni vijek brusnih materijala. Veziva za brušenje mogu biti: glutinska ljepila, melaminska, karbamidformaldehidna te fenolformaldehidna (Jirouš-Rajković, 2023b).

#### 4.1.3. Abrazivna zrna

Abrazivna zrna koja se najčešće primjenjuju u industrijskoj proizvodnji su elektrokorund (aluminijev oksid) i silicijev karbid. Silicijev karbid tvrd je i krhki materijal koji ima oštre bridove, a najčešće se upotrebljava za brušenje otvrdnutih lakova. Aluminijev oksid najčešće je korišteno abrazivno zrno za brušenje drva, a zrna su oštra i tvrda čime su pogodna za brušenje većine primjera (Jaić i Živanović-Trbojević, 2000).

Tokom brušenja obratka stvara se elektrostatički naboj obratka, bruševine, stroja i radnika pri čemu se obradak nabija negativno, a bruševina pozitivno. Dio bruševine koji se nalazi u elektrostatičkom polju blizu obratka biva privučen na njegovu površinu dok se drugi dio fiksira na brusnu traku čime dolazi do njezinog brzog trošenja, a treći dio dolazi na stol čime stvara netočnosti tokom obrade. Kako bi se taj problem smanjio, na površinu gotovog brusnog papira nanosi se antistatički sloj koji sprječava elektrostatsko nabijanje i iskrenje, a antistatička obrada brusnog materijala temelji se električki vodljivim zrnima ili električki vodljivom stražnjom stranom brusne trake. Za stvaranje antistatičkog sloja potrebno je podlozi ili vezivu dodati ugljična vlakna, čađu, grafit ili otopljene elektrolite, a za brušenje lakova i smolastog drva dodaje se stearat koji smanjuje zapunjavanje brusnih materijala (Hoadley, 2000).

## 4.2. Premazni materijali

Nakon što se površine izbruse na njih se nanose premazni materijali koji dolaze u nekoliko slojeva od kojih svaki ima određenu ulogu. Premazi imaju ključnu ulogu u zaštiti prozora i vrata od vremenskih uvjeta, a pravilan odabir i kvalitetno nanošenje premaza može produljiti vijek drvenih prozora i vrata te smanjiti ukupan trošak i intervale obnavljanja.

#### 4.2.1. Zaštitna sredstva

Zaštitna sredstva su pripravci u kojima se nalaze biocidi i insekticidi, a namijenjena su za sprječavanje razvoja insekata koji razaraju drvo i gljiva koje boje ili razaraju drvo. Zaštitna sredstva kojima želimo postići dubinsku zaštitu nanose se tlačnim postupcima, a proces se naziva impregniranje drva dok se zaštitna sredstva za površinsku impregnaciju nanose uranjanjem, premazivanjem i oblijevanjem te, za razliku od sredstava za dubinsku zaštitu koje ne sadrže vezivo ili ga sadrže u maloj količini, imaju vezivo. Zaštitna sredstva se smatraju i

temeljnim premazima koji se još nazivaju i impregnacijski temelji. Kod zaštitnih sredstava važno je nanijeti točno određene količine nanosa, a ovisno o načinu nanošenja potrebno je odrediti broj nanosa ili vrijeme nanošenja kako bi nanos bio kvalitetan. Prije daljnje obrade važno je pripaziti da otapalo potpuno izađe iz sredstva i obratka (Jaić i Živanović-Trbojević, 2000).

#### 4.2.2. Temeljni premazni materijali

Temeljni premazni materijali su materijali koji su prilagođeni za temeljni sloj na pripremljenoj površini, a glavna im je funkcija osiguravanje dobre veze između podloge i drugih slojeva premaza većinom u vlažnim uvjetima. Zadatak temelja je duboka penetracija u drvo te što bolja zaštita čelnih presjeka, a važna je i zaštita drva od gljiva koje uzrokuju plavilo. Temeljni premazi mogu sadržavati pigmente ili biti potpuno transparentni, a važno je da su usklađeni sa sustavom površinske obrade. Problem krvarenja drva (slika 2), to jest probijanja ekstraktivnih tvari u i kroz premaz, može se eliminirati korištenjem specijalnih dvokomponentnih izolirajućih temelja. Pošto temelji nisu napravljeni da samostalno štite drvo od vlage, na drvo obrađeno temeljom mora se u roku od šest mjeseci nanijeti završni sloj kako bi u potpunosti bilo zaštićeno (Jirouš-Rajković, 2023a).



Slika 2 Primjer greške krvarenja drva (Jirouš-Rajković, 2023.)

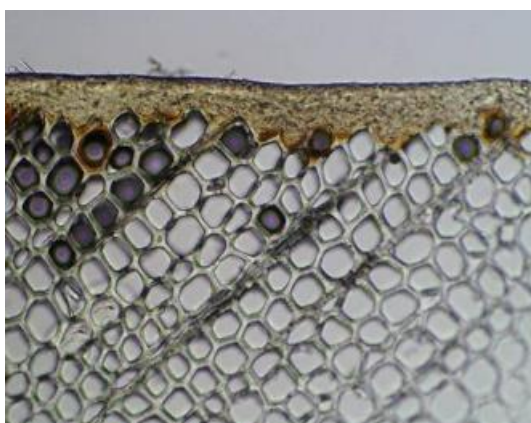
#### 4.2.3. Lazure

Lazure su premazni materijali koji sadržavaju određenu količinu pigmenta formirajući prozirni ili poluprozirni film sa svrhom lakog održavanja, estetskih i zaštitnih svojstava (Struna1). Zaštita od vode i postojanost lazure povezane su sa debljinom sloja, to jest prodiranjem lazure u drvo, koja ovisi o vrsti i količini veziva. Prozori i vrata, kao elementi koji su izloženi svim vremenskim uvjetima,



moraju biti zaštićeni lazurama koje sprječava dimenzijske promjene, a to omogućavaju debeloslojne lazure (Jirouš-Rajković, 2023a).

Debeloslojne lazure imaju debljinu suhog filma (slika 3) veću od 60 mikrometara što se postiže većim sadržajem veziva koje povećava viskoznost premaza, a samim time i slabije prodiranje tog premaza u drvo. Zbog debelog sloja kojeg čine na površini, debeloslojne lazure onemogućavaju takozvano disanje drva pa je važno da se drvo prije površinske obrade takvim lazurama osuši do sadržaja vode manjeg od 15 % kako bi spriječili pucanje i slabljenje lazure. Ako se stavi dovoljno pigmenta u lazuru postiže se dobra zaštita od svjetlosti i vode čime produljujemo vijek trajanja premaza te postizemo najdulje intervale između obnavljanja (Bulian i Graystone, 2000).



Slika 3 Mikroskopski prikaz debeloslojne lazure (Jirouš-Rajković, 2023.)

#### 4.2.4. Pigmentirani lakovi

Pigmentirani lakovi su lakovi koji sadržavaju određenu količinu pigmenta, a nanese na podlogu tvore debeli, neprozirni sloj u potpunosti skrivajući boju i strukturu drva. Takvi lakovi najbolje štite drvo od vode i svjetlosti, a pigmenti koji se koriste su dostupni u raznim nijansama. U prošlosti su lakovi visokog sjaja bili vrlo traženi no u zadnjem desetljeću lakovi manjeg sjaja i lazure postali su traženiji, a mogući je razlog lakša uočljivost neravnina i pukotina na lakovima visokog sjaja (Bulian i Graystone, 2000).

Tradicionalno se lakovi visokog sjaja sastoje od tri sloja: zaštitnog sredstva, temeljnog premaza i završnog premaza, a u zadnje vrijeme sastoje se od samo dva ili čak jednog sloja. Iako takva promjena u broju slojeva ima prednosti poput jednostavnosti korištenja, jedan sloj na sebe preuzima više funkcija što može smanjiti djelotvornost premaza (Bulian i Graystone, 2000).

## 5. NAČINI BRUŠENJA PROZORA I VRATA

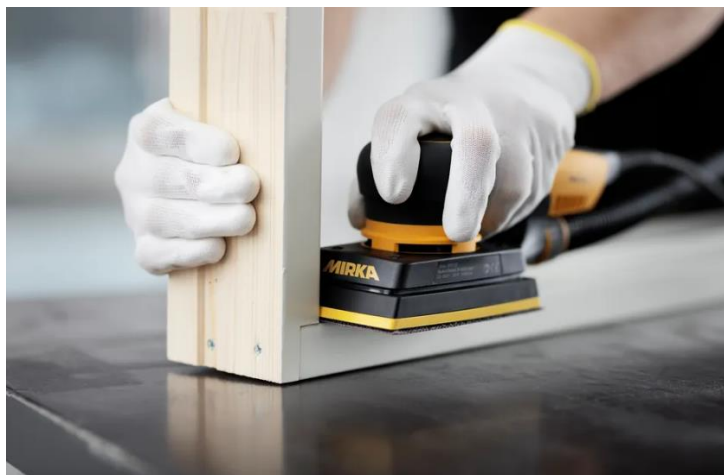
Načini brušenja prozora i vrata razlikuju se ovisno o vrsti drva koje se koristi, završnom premazu, a najveću ulogu ima veličina proizvodnje, odnosno dostupan kapital. Današnje tržište nudi raznovrsne strojeve za brušenje površina, a prilikom odabira stroja potrebno je znati dimenzije elemenata te vrste drva koje će se brusiti (Kovačević, 2021).

### 5.1. Ručno brušenje

Ručno brušenje ne uključuje strojeve niti utrošak električne energije te je isključivo ljudski rad uz pomoć brusnog papira, a poželjno je koristiti drveni ili plastični blok sa ravnom površinom te na njega prsloniti brusni papir kako bi obrada rukom bila lakša. Iako iziskuje najviše vremena, ručnim brušenjem postiže se velika preciznost obrade i mogućnost fokusiranja na određene dijelove koji zbog heterogenosti drva iziskuju veću pozornost i drugačiji tretman brušenja, a brušenje je potrebno obavljati paralelno na vlakanca kako bi se spriječili tragovi brušenja. Ručno brušenje sve se manje koristi u industriji zbog trajanja procesa no moguće ga je primijeniti na manjim površinama, ako se procijeni da je to potrebno (Flexner, 1994).

### 5.2. Vibracijske brusilice

Vibracijske brusilice (slika 4) ručni su alat koji vibrira u malim kružnim pokretima prikladan za brušenje većih površina poput vrata i prozora. Takvim brusilicama moguće je postići kvalitetnu površinu no potrebno je imati iskustva i izbjegavati neke greške poput odbrušavanja prevelike količine materijala na jednom mjestu. Radeći male kružne pokrete, vibracijske brusilice ostavljaju male ogrebotine u obliku krugova, a kako bi to spriječili potrebno je brusilicu staviti u dodir s površinom tek nakon što ona postigne punu brzinu te se ne smije previše pritiskivati jer tako gubi na brzini okretanja. Rad vibracijskim brusilicama sastoji se od pokreta naprijed-nazad u smjeru vlakanca drva za optimalno obrađenu površinu, a potrebno je i često provjeravati ima li nakupine prašine između podloge i brusnog papira kako ne bi došlo do oštećivanja površine (Flexner, 1994).



Slika 4 Vibracijska brusilica (www.mirka.com)

### 5.3. Ekscentrične brusilice

Ekscentrične brusilice (slika 5) slične su vibracijskim brusilicama, a razlika je u glavi brusilice koja se vrti u krug stvarajući ne tako pravilan uzorak na površini čime se smanjuje mogućnost nastajanja vidljivih grešaka. Međutim, do grešaka može doći zbog prevelikih ili premalih posmičnih brzina te zbog prevelikog pritiska pri brušenju. Za većinu operacija brušenja, ekscentrične brusilice su najbolji odabir, a po sposobnosti odbrušavanja površine nalaze se između tračnih brusilica i vibracijskih brusilica. Učinkovitost ekscentričnih brusilica velika je zbog njihove brzine koja omogućava brzi rad s dobrom kvalitetom obrade površine. Za najbolje rezultate obrade potrebno je brusilicu uključiti tek nakon što se ona dođe u dodir s podlogom (Flexner, 1994).



Slika 5 Ekscentrična brusilica (www.mirka.com)

### 5.4. Tračne brusilice

Tračne brusilice najčešće se koriste, ako je cilj što veće odbrušavanje površine jer mogu obraditi veliku površinu u kratkom vremenu. Iako su se

tradicionalno tračne brusilice koristile samo za obrušavanje velikih površina, a ne i za postizanje ravnih i glatkih površina, nova tehnologija poprečnog brušenja pomoću "V," oblika (slika 6) omogućuje finije brušenje koje smanjuje podizanje drvnih vlaknaca čime je međubrušenje smanjeno, a ponekad i nepotrebno (kundig.com). Za manje predmete i proizvodnje većinom se koriste uskotračne brusilice, dok se kod većih elemenata i proizvodnje koriste širokotračne brusilice za koje je potrebno imati više prostora (Flexner, 1994).



Slika 6 Širokotračna brusilica Kundig sa brusnim trakama postavljenim u "V" oblik (kundig.com)

## 5.5. Četkarice

Četkarice se koriste za pripremu površine prije završne faze brušenja što uključuje uklanjanje labavih i isturenih komada drva kao i uklanjanje tragova na površini drva pomoću rotacijskih koluta sa četkama. Proizvođači ih većinom koriste za brušenje ravnih ili profiliranih predmeta poput vrata i prozora (timesaversinc.com).



Slika 7 Četkarica ([www.virutextools.com](http://www.virutextools.com))

## 5.6. Kombinirane brusilice

Kombinirane brusilice sastoje se od četkarica i brusnih traka što omogućuje kvalitetno obrađenu površinu drva. Površinu drva obrađenu kombiniranim brusilicama nije potrebno ponovno brusiti nakon nanošenja zaštitnog sredstva ili temeljnog premaza jer ne dolazi do podizanja drvnih vlakana čime se vrijeme obrade smanjuje te se ne uklanja dio sloja premaza kao što je to slučaj kod međubrušenja. Kod kombiniranih brusilica obradak prvo prolazi kroz četkarice koje površinu čiste i pripremaju za daljnju obradu (slika 8), a zatim se obradak brusi pomoću rotacijskih diskova na koje je pričvršćena brusna traka (slika 9) ([www.scosarg.com](http://www.scosarg.com)).



Slika 8 Brušenje četkama ([www.scosarg.com](http://www.scosarg.com))



Slika 9 Brušenje diskovima (www.scosarg.com)

## 6. NAČINI NANOŠENJA PREMAZNIH MATERIJALA NA PROZORE I VRATA

Nanošenje je proces kojim se premazni materijal u tekućem stanju transformira u ravan i gladak film na podlozi koja je prethodno pripremljena. Postoji više načina nanošenja premaznih materijala, a najprikladniji se bira na osnovi brzine, prikladnosti elementa i načina, materijalu koji se nanosi te cijeni (Jirouš-Rajković, 2023c).

Prema Jirouš-Rajković (2023c) operacijski kriteriji koji se koriste za procjenu procesa nanošenja su:

- kvaliteta prevlake
- količina nanosa
- produktivnost
- održavanje i vrijeme potrebno za promjenu materijala
- djelotvornost nanošenja
- ekonomičnost

Postoje dva tipa nanošenja premaznih materijala na prozore i vrata koji se odabiru ovisno o obliku predmeta, premaznom materijalu, željenoj kvaliteti, tehnološko-ekonomskim činiteljima i zaštiti čovjekova okoliša, a to su (Jirouš-Rajković, 2023c):

- beskontaktno nanošenje
- kontaktno nanošenje

Beskontaktnim nanošenjem premazni materijal se nanosi pomoću stroja koji nije u dodiru s obratkom, a površina obratka je bez tragova.

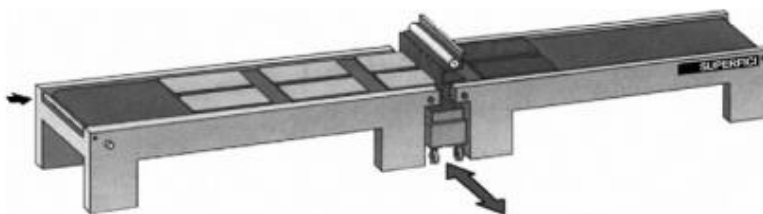
Kontaktne načine nanošenja se ne koriste previše za premazivanje prozora i vrata pošto oni većinom služe za nanošenje na ravne plohe te su puno sporiji postupci što ih ne čini pogodnim za elemente većih dimenzija (Bulian i Graystone, 2000).

### 6.1. Ručno nanošenje

Premazi se mogu nanositi ručno pomoću kista ili valjka. Nanošenje kistom kontaktni je način kojim se može nanositi premazno sredstvo na prozore i vrata no mala produktivnost ga ograničava na korištenje samo u osobne svrhe, a prednost je mala cijena opreme i velika djelotvornost nanošenja. Kistom se može nanijeti premaz na teško dostupne dijelove i neravnine dok se valjak koristi za ravne plohe na kojima ostavlja ravnomjeran sloj premaza ([www.nixsensor.com](http://www.nixsensor.com)).

## 6.2. Nalijevanje

Nanošenje nalijevanjem (slika 10) beskontaktna je metoda kod koje obradak prolazi kroz zavjesu premaza koji nastaje izlijevanjem laka kroz uzak otvor cijelom širinom obratka, a višak laka se ponovno koristi za daljnje nanošenje. Metoda nalijevanja prikladna je za završno lakiranje sobnih vrata pošto je osim ravnim plohi moguće i nanošenje na blago zakrivljene i profilirane obratke. Prednosti nalijevanja su učinkovito i brzo nanošene premaza te gladak i ravnomjeran sloj premaza bez gubitaka materijala, a ovisno o vrsti premaza i materijalu moguće je podešavanje brzine prolaska elementa ([www.adler-coatings.com](http://www.adler-coatings.com)).



Slika 10 Nanošenje nalijevanjem (Bulian i Graystone, 2009.)

## 6.3. Oblijevanje

Nanošenje oblijevanjem (slika 11) prikladna je metoda za lakiranje rešetkastih elemenata kao što su prozori, a provodi se pomoću visećeg transportera na kojem su elementi nagnuti pod kutom od najmanje 13° kako bi se višak laka mogao ocijediti. Prilikom ulaska u kabinu sapnice koje su okomito postavljene oblijevaju elemente grubim štrcanjem u velikoj količini. Nakon što je oblijevanje gotovo suvišni lak se cijedi, a kako bi se osiguralo potpuno cijedenje viška laka proizvod ostaje u kabini koja je zasićena parama otapala koje sprječavaju sušenje laka (Jirouš-Rajković, 2023c). Ocijedeni lak prolazi kroz filter te ponovno u sustav čime se gubitci smanjuju na minimum. Oblijevanje se koristi za nanošenje zaštitnog sredstva, temeljnog premaza i međusloja. Prednosti metode oblijevanja su: velika ušteda vremena u odnosu na ručno nanošenje, ravnomjerno nanesen premazni materijal, mogućnost nanošenja premaza sa svih strana te velika učinkovitost nanošenja ([www.adler-coatings.com](http://www.adler-coatings.com)).





Slika 11 Nanošenje oblijevanjem (Bulian i Graystone, 2009.)

## 6.4. Uranjanje

Uranjanje je još jedna metoda beskontaktnog nanošenja, a osim što je najstarija metoda ujedno je i najjednostavnija. Prozori i vrata uranjaju se u bazen s lakom malom brzinom kako bi se spriječilo nastajanje mjehurića koji mogu ostati na površini laka. Izvlačenje je također polagano kako bi se lak mogao iscijediti, a kao i kod oblijevanja obradak ostaje neko vrijeme u prostoru zasićenom parama otapala kako bi se suvišan lak mogao ocijediti prije početka otvrdnjivanja (Jirouš-Rajković, 2023c). Uranjanje je učinkovita i brza metoda nanošenja premaza kod koje nema gubitaka materijala, a nanoseni sloj je ravnomjeran ([www.adler-coatings.com](http://www.adler-coatings.com)).

## 6.5. Vakuumsko nanošenje

Vakuumsko nanošenje prikladno je za dijelove prozora pošto je moguće nanošenje samo na proizvode manjih dimenzija. Lak u prostoru kroz koji prolazi obradak dispergirani je u obliku kapljica koje padaju na obradak, a zbog vakuuma u prostoru zrak izvana struji uz protuprofil i na izlazi iz komore uklanja višak laka s obratka (Bulian i Graystone, 2000). Prednosti vakuumnog nanošenja su: povećana učinkovitost nanošenja, nema gubitaka materijala, velika brzina obrade, ravnomjerno nanosen premazni materijal, mali troškovi održavanja i električne energije te mala ulaganja ([woodfinishingconsultants.com](http://woodfinishingconsultants.com)).

## 6.6. Nanošenje štrcanjem

Nanošenje premaznog materijala štrcanjem najčešći je oblik nanošenja, a jedan od razloga je mogućnost nanošenja svih premaznih materijala. Ima primjenu u zanatskim radionicama kao i u velikim proizvodnim pogonima. Nedostatak štrcanja je veliki gubitak prilikom nanošenja materijala, a količina koja

se izgubi ovisi obliku obratka, tehnici i obučenosti radnika, finoći i podešenost uređaja ili stroja (Jirouš-Rajković, 2023d).

Nanošenje premaznih materijala ručnim štrcanjem možemo podijeliti prema načinu raspršivanja (Jirouš-Rajković, 2023d):

- konvencionalno zračno
- zračno štrcanje s niskim tlakom (HVLP)
- bezračno
- elektrostatičko nanošenje



Slika 12 Pištolj za HVLP štrcanje (F.Bulian, J.A.Graystone, 2009.)

Kod elektrostatičkog štrcanja obradak visi na transporteru koji je pozitivno nabijen, a negativno nabijen lak se raspršuje iz rotacijskih ili drugih elektroda. Elektrostatički naboj privlači na površinu čestice laka koje su usmjerene prema obratku, a obradak se zbog naboja jednolično pokrije lakom sa svih strana čime se smanjuju gubitci (Jirouš-Rajković, 2023d).

## 6.7. Roboti

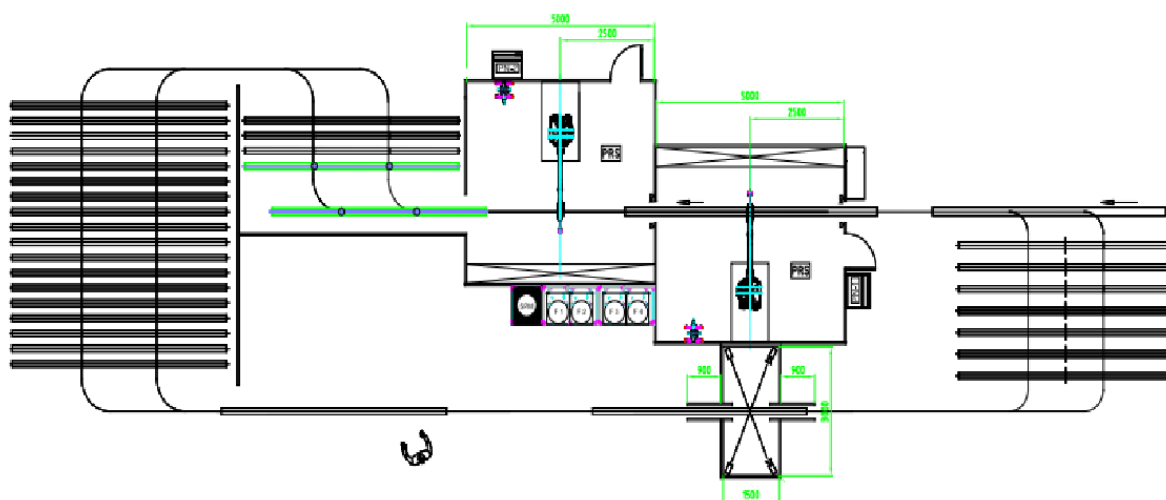
Ručnim štrcanjem kvaliteta obrade nije konstantna zbog ljudskih grešaka, a kapaciteti su ograničeni na relativno male brojeve obradaka pa se za veće kapacitete i ujednačeniju kvalitetu koriste automati za štrcanje. Prednosti robota za lakiranje (slika 13) osim prethodno navedenih su: smanjenje troškova u vidu materijala i cijena operacija, manja izloženost radnika opasnim tvarima, automatsko prepoznavanje elemenata, konstantna kvaliteta obrade te pouzdanost robota. Za prozore i vrata roboti su puno bolji odabir od ručnog štrcanja zbog velikih površina obradaka čime se stvara velika razlika u brzini obrade elemenata (Bulian i Graystone, 2000).



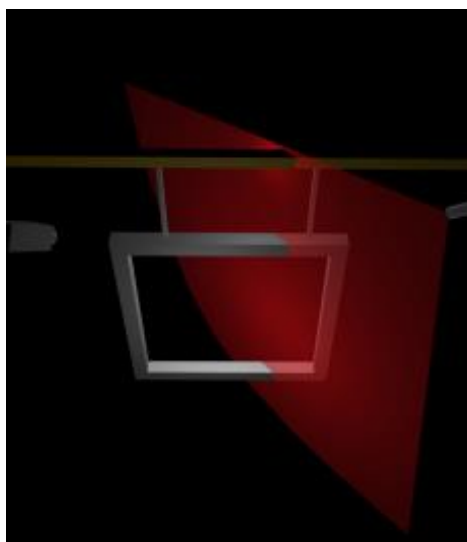
Slika 13 Robot za štrcanje (www.ceflafinishing.com)

## 6.8. Linije za površinsku obradu

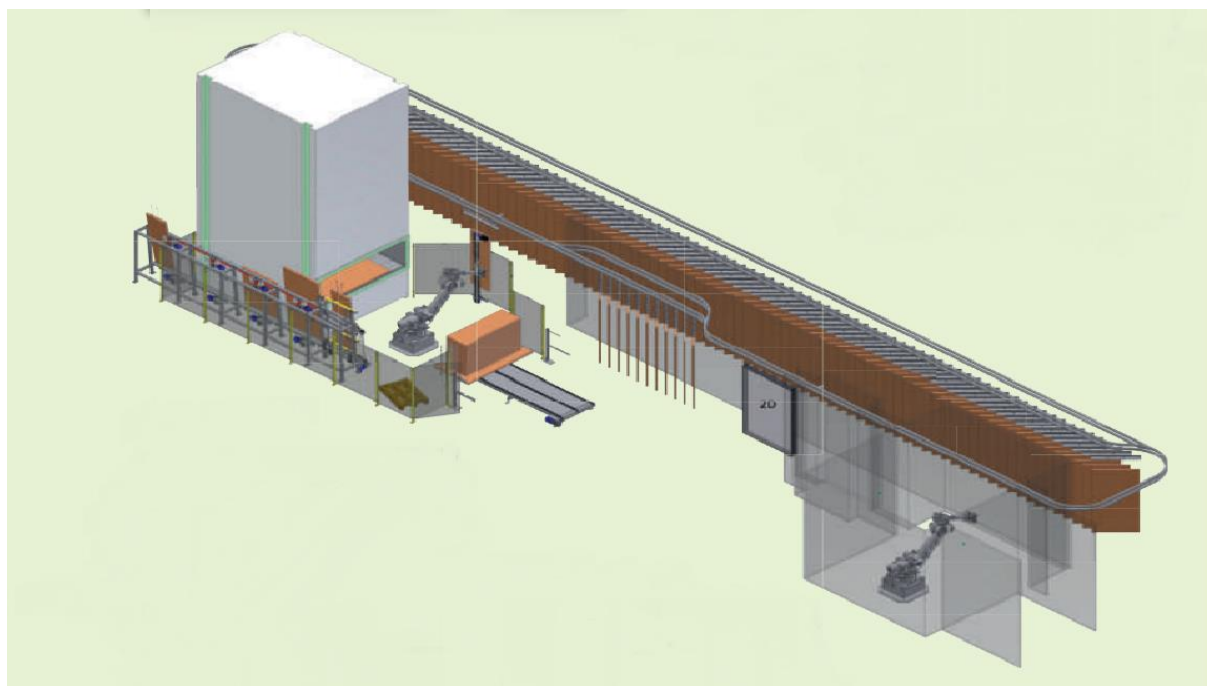
Linija za površinsku obradu drvenih prozora i vrata izrađuje se posebno za svaki proizvodni pogon kako bi bila prilagođena prostoru i zahtjevima koje postavlja kupac. Jedan od primjera takvih linija je ona proizvođača BÜRKLE instalirana u tvrtci JELD-WEN sastoji se od konvejera za dovod vrata, stroja za brušenje, stroja za nanošenje premaza ROBUSpro te stroja za sušenje elemenata ([www.burkle.tech](http://www.burkle.tech)). Linija Rowinco 3D (slika 14) tvrtke Reiter za nanošenje završnog sloja premaza sastoji se od 3D skenera (slika 15) koji pomoću lasera određuje dimenzije elementa koje se odmah prenose do CAD programa te se program za rad robota automatski generira. Element zatim pomoću konvejera dolazi do robota koji počinje sa nanošenjem premaza na prethodno zadane koordinate. Linija može obrađivati elemente dimenzija visine 2,6 m, debljine 20 cm, a dužina nije ograničena ([www.reiter-oft.de](http://www.reiter-oft.de)). Linija tvrtke Obel-P Group (slika 16) za premazivanje vanjskih vrata sastoji se od 3D skenera za određivanje dimenzija vrata, robota za rukovanje vratima, robota za oblijevanje vrata premazom te prostora za sušenje i skladištenje nakon obrade.



Slika 14 Linija za nanošenje završnog sloja ([www.reiter-oft.de](http://www.reiter-oft.de))



Slika 15 Određivanje dimenzija prozora pomoću 3D skenera ([www.reiter-oft.de](http://www.reiter-oft.de))



Slika 16 Linija za oblijevanje vanjskih vrata (www.ligna.de)

Metode koje će se koristiti za nanošenje premaznog materijala mogu ovisiti o više faktora no najčešće se određuju na temelju njihove djelotvornosti nanošenja, a veća djelotvornost znači manji utrošak materijala i veće uštede. Djelotvornosti nanošenja nekih metoda mogu se vidjeti u tablici 1.

Tablica 1 Djelotvornosti nanošenja različitih metoda (Jirouš-Rajković 2023c prema: Bulian i Graystone, 2009)

Metoda nanošenja	Djelotvornost nanošenja (%)
Nanošenje valjcima	95-100
Nanošenje nalijevanjem	95-100
Vakuumsko nanošenje	95-100
Pneumatski pištolji za štrcanje	30-45
Bezračni pištolji za štrcanje	35-50
Elektrostatički pištolji za štrcanje	40-60
Elektrostatički rotirajući sustavi	80-90
Štrcanje lakova u prahu	95-100

## 7. PARAMETRI POVRŠINSKE OBRADJE DRVENIH PROZORA I VRATA

Kako bi površinska obrada drva bila kvalitetno odrađena potrebno je koristiti određene parametre vezane uz brušenje i premazne materijale, a parametri su definirani vrstom drva, premaznim materijalom te strojevima.

### 7.1. Parametri brušenja drvenih prozora i vrata

Glavni je problem drva podizanje drvnih vlakana i promjene dimenzija prilikom vlaženja ili močenja, a kako bi se to spriječilo potrebno je brušenje drva. Brušenjem možemo popraviti greške nastale prilikom prethodnih obrada što se većinom odnosi na hrapavost površine. Brušenje je završni korak u procesu proizvodnje drvenih prozora i vrata prije nanošenja premaznog materijala, a također je i međukorak prilikom nanošenja premaznih sredstava kada se brusi svaki sloj osim završnog (Jirouš-Rajković, 2023b).

Način skladištenja brusnih materijala ima veliku ulogu kod brušenja, a optimalni uvjeti su (Jirouš-Rajković, 2023b):

- temperatura prostorije: 15-25°
- relativna vlažnost 40-70 %
- skladištenje brusnih materijala u originalni kutijama
- ne skladištenje na betonskom podu
- ne skladištenje pokraj otvorenog prozora
- ne skladištenje pokraj izvora topline

Kod brušenja glavnu ulogu ima odabir granulacije kojom brusimo drvo, za grublje (12 - 220) i sedimentacijom za finije (240 - 2500) abrazive. Kod brušenja drvenih prozora i vrata početna granulacija je većinom P80, a ne treba ići dalje od P220 no važno je da se ne preskače više od jedne granulacije kako se ne bi pojavili risevi (Jirouš-Rajković, 2023b).

Osim granulacije, važna je i gustoća posipa koja određuje međuprostor između zrnaca za smještaj bruševine, a može biti otvorenog nanosa ili zatvorenog nanosa. Otvoreni nanos prikladan za suho brušenje mekih i lako zapunjavajućih materijala poput mekanog drva, boja i lakova. Primjena zatvorenog nanosa je uglavnom za tvrde, nezapunjavajuće materijale i kod mokrog brušenja (Jirouš-Rajković, 2023b).

Ručno brušenje prije lakiranja sjajnih i visoko sjajnih lakova se provodi granulacijama P120 - P240, a kod mat lakova uzima se jedna granulacija niže. Ukoliko se ručno brušenje radi prije nanošenja vodenih lakova uzima se jedna granulacija više kako bi se smanjila mogućnost podizanja drvnih vlakana. Ručno međubrušenje sjajnih i visoko sjajnih lakova provodi se granulacijama P280 - P400, a kod mat lakova se ponovno uzima jedna granulacija niže. Međubrušenje se provodi u jednom ili dva stupnja ovisno o stanju obrađivane površine.

Strojno brušenje ima određene parametre kojih se treba pridržavati. Brzina kojom se kreće traka u odnosu na obradak pri kalibriranju iznosi između 18 i 30 m/s, pri finom brušenju 12 do 25 m/s, a za brušenje laka brzina je mala te iznosi između 1 i 9 m/s. Kod strojnog brušenja koriste se iste granulacije kao i kod ručnog brušenja (Jirouš-Rajković, 2023b).

## 7.2. Parametri premaznih materijala za drvene prozore i vrata

Kako bi se moglo krenuti sa procesom premazivanja, osim brušenja treba zadovoljiti i optimalne uvjete za nanošenje premaza. Pigmentirani lakovi i drugi premazi ne mogu se kvalitetno nanijeti na površinu drva ako se u njemu sadržaj vode kreće iznad 20 % jer može doći do krvarenja ekstraktivnih tvari, mjehurenja i ljuštenja filmotvornih materijala, a kod debeloslojnih lazura sadržaj vode mora biti manji od 15 %. Relativna vlaga zraka u prostoriji mora iznositi 30-60 %, a temperatura prostorije ne smije biti niža od 20 °C niti viša od 27 °C (Bulian i Graystone, 2009).

Parametri nisu univerzalni nego se razlikuju ovisno o vrsti drva kao i o vrsti premaza koji se koristi. Također, isti premazi mogu imati različite parametre, ako nisu od istog proizvođača (Bulian i Graystone, 2009).

### 7.2.1. Sadržaj suhe tvari

Sadržaj suhe tvari predstavlja ostatak odmjerene količine premaza koji ostaje nakon isparavanja otapala pri definiranom uvjetima (većinom jedan sat na 105 °C), a izražava se u postotcima (Struna2). Formula za izračunavanje glasi:

$$\text{Sadržaj suhe tvari (\%)} = 100 * \text{težina nakon zagrijavanja} / \text{početna težina}$$

### 7.2.2. Gustoća

Određivanje gustoće kod premaznih materijala važan je test kvalitete, a gustoća je značajna u pogledu skladištenja, obrade i debljine filma. Gustoća se može dobiti pomoću više metoda, a najčešća je EN ISO 2811-1- Određivanje gustoće boja, lakova i srodnih proizvoda pomoću piknometra (Bulian i Graystone, 2009).

### 7.2.3. Hlapljivi organski spojevi

Hlapljivi organski spojevi (HOS) predstavljaju onaj organski spoj koji u atmosferu hlapi spontano čak i nakon otvrdnjavanja filma premaza neovisno o vremenskim uvjetima. Premazni materijali ne smiju imati veću količinu otapala koja ispuštaju u atmosferu od propisane te je određivanje količine hlapljivih organskih spojeva ključno za sve procese nanošenja premaznih materijala. Prekoračenjem dopuštenih količina dovodi se u opasnost zdravlje korisnika pošto veća količina hlapljivih organskih spojeva može oštetiti dišni sustav (Bulian i Graystone, 2009).

### 7.2.4. Viskoznost

Viskoznost je najvažnije svojstvo premaznog materijala vezano za procese nanošenja i sušenja te tečenje, a ono predstavlja svojstvo fluida koje određuje njegov otpor tečenju. Viskoznost materijala treba biti optimalna kako bi se moglo postići dobro izravnavanje premaza na podlozi te kako bi uvučeni mjehurići mogli izaći, a da se na podlozi ne stvori „rupica“. Ako gradijent površinske napetosti i viskoznost nisu u ravnoteži na površini može nastati mrlja poznata kao „narančina kora“. Viskoznost je također važna kako bi se pigment ravnomjerno rasporedio u premazu te se mora prilagoditi prema uputama proizvođača (Bulian i Graystone, 2009).

### 7.2.5. Vrijeme sušenja

Vrijeme sušenja je period između nanošenja premaznog materijala i formiranja tvrdog filma koji može podnijeti deformacije poput dodira rukom te je otporan na otapala. Kraće vrijeme sušenja omogućuje veće kapacitete te ekonomičniji rad (Bulian i Graystone, 2009).

### 7.2.6. Debljina filma

Debljina filma premaza jedan je od glavnih faktora koji određuju kvalitetu i izgled premaza. Debljina filma nije jednoznačna mjera te postoje metode koje uzimaju u obzir prosječnu debljinu filma kao i metode koje uzimaju u obzir distribuciju debljine filma (Bulian i Graystone, 2009).

### 7.2.7. Tvrdća površine

Tvrdoću možemo definirati kao sposobnost premaznog materijala da se odupre udubljenjima ili prodiranju čvrstog objekta (EN 971-1: 1996). Tvrdća ima veliku ulogu pošto je važno da prozori i vrata ostanu neoštećeni u procesu transporta, montaže te tijekom korištenja. Tvrdća u određenoj mjeri ovisi i o mehaničkom ponašanju podloge, a utječe na svojstva konačnog proizvoda poput otpornosti na udarce, ogrebotine te efekte abrazije (Bulian i Graystone, 2009).



### 7.3. Parametri nanošenja premaznih materijala na drvene prozore i vrata

#### 7.3.1. Količina nanosa

Količina nanosa predstavlja onu količinu premaznog materijala potrebnu da se pod definiranim uvjetima obrade dobije određena debljina suhog filma. Ovisi o opremi za nanošenje, viskoznosti materijala te njegovoj suhoj tvari, a izražava se u jedinici volumena ili jedinici mase po jedinici površine (npr.  $Lm^{-2}$  ili  $kgm^{-2}$ ) (Jirouš-Rajković, 2023c).

#### 7.3.2. Izdašnost

Izdašnost je veličina recipročna količini nanosa, što znači da izražava površinu koja se može pokriti određenom količinom premaznog materijala kako bi se dobio film određene debljine ( $m^2L^{-1}$  ili  $m^2kg^{-1}$ ) (Jirouš-Rajković, 2023c).

#### 7.3.3. Djelotvornost nanošenja

Djelotvornost nanošenja je vrijednost koja se izražava kao postotak, a predstavlja omjer količine premaznog materijala nanesenog na podlogu prema ukupnoj količini materijala potrošenog pri nanošenju. Veća djelotvornost nanošenja omogućuje manji relativni utrošak premaza i obrnuto (Jirouš-Rajković, 2023c).

## 8. OBNAVLJANJE POVRŠINSKI OBRAĐENIH PROZORA I VRATA

Kako bi se zadržala svojstva drvenih prozora i vrata, a najviše njihova dimenzijska stabilnost, potrebno ih je obnavljati u određenim intervalima prepisanim od strane proizvođača ili ovisno o izloženosti vremenskim utjecajima i njihovom održavanju tokom godina. Održavanje vrata i prozora bilo bi idealno obavljati jednom do dva puta godišnje, a proces se sastoji od brisanja suhom krpom nakon čega se koristi mokra krpa natopljena u toploj vodi sa sredstvom za pranje posuđa, a onda se sve ispere vodom.

Obnavljanje prozora i vrata može se obavljati jedino kada se stari premaz u potpunosti ukloni, a nanošenje na stari premaz nije moguće u idu kvalitete i dugotrajnosti premaza.

Kako bi drveni prozori i vrata bili u idealnom stanju, čim se uoči da je površina „suha“, potrebno je nanijeti novi premaz. Prije početka obnavljanja potrebno je zaštititi staklo i ostale predmete u blizini kako bi se spriječilo njihovo oštećenje. Površinu je najprije potrebno prebrisati te lagano pobrusiti granulacijom ne manjom od P160 te obrisati kako na površini ne bi ostalo prašine od brušenja. Nakon toga nanosimo premazni materijal koji mora odgovarati prethodnom bojom i strukturom ([www.overheaddoor.com](http://www.overheaddoor.com)).

Kada je vidljivo da se površina jako ljušti ili ima mjehuriće, potrebno je u potpunosti ukloniti premaz kako bi se novi premaz mogao kvalitetno nanijeti. Uklanjanje premaznog materijala možemo izvršiti na više načina, a najčešći su brušenje i fenom na vrući zrak.

Uklanjanje brusilicom najbrža je metoda. Prilikom brušenja treba paziti da se ne zahvati i drvo već samo premazni sloj, a nakon što se ukloni premazni sloj potrebno je podlogu pobrusiti granulacijom P120 u smjeru vlaknaca kako bi se dobila podloga dobrog adhezijskih svojstava (Cassens i Feist, 1986).

Električni fen na vrući zrak služi za skidanje premaza jednostavnim odvajanjem, a kako bi se postigla odgovarajuća temperatura fen mora biti minimalne snage od 1000 W. Nakon skidanja premaza fenom, podloga ostaje u odličnom stanju bez ikakve potrebe za daljnjom obradom prije nanošenja novog premaza (Cassens i Feist, 1986).

Kod prozora i vrata premazanih svijetlim debeloslojnim lazurama intervali obnavljanja se kreću oko deset godina, dok tamne debeloslojne lazure imaju interval obnavljanja od osam godina. Pigmentirani lakovi imaju nešto kraći vijek trajanja, a jedan od faktora je i boja samog laka (Jirouš-Rajković, 2023a).

## 9. PRIMJERI SUSTAVA POVRŠINSKE OBRADE DRVENIH PROZORA I VRATA

Sustavi površinske obrade razlikuju se ovisno o proizvođaču, cijeni finalnog proizvoda te vrsti drva koja se koristi. Sustavi površinske obrade skup je premaza koji se nanose na prozore i vrata u svrhu postizanja željene zaštite i izgleda završnog proizvoda.

Sustav površinske obrade u tri sloja za tvrde vrste drva kojima želimo prekriti prirodnu boju sastoji se od: zaštitnog sredstva, temeljnog premaza i završnog premaza. Zaštitno sredstvo i temeljni premaz nanose se uranjanjem ili nalijevanjem dok se završni premaz nanosi štrcanjem. Svi slojevi imaju vrijeme sušenja od 2-3 sata pri temperaturi od 23 °C. Kod prozirnih sustava u tri sloja za tvrde vrste umjesto zaštitnog sredstva nanosi se još jedan sloj temeljnog premaza, a ostali procesi i uvjeti ostaju isti ([www.teknos.com](http://www.teknos.com)).

Ako se sustavi površinske obrade sastoje od četiri sloja premaza, tada se kod sustava kojima drvu mijenjamo boju nanose zaštitno sredstvo, temeljni premaz u dva sloja te završni premaz. Svi slojevi se nanose uranjanjem ili nalijevanjem osim završnog koji se nanosi štrcanjem. Kod bezbojnih sustava najprije se nanosi zaštitno sredstvo zatim međusloj te završni premaz u dva sloja. Prozirni sustavi površinske obrade sastoje se od sloja zaštitnog sredstva, temeljnog premaza, međusloja te završnog sloja ([www.teknos.com](http://www.teknos.com)).

## 10. ZAKLJUČAK

Postupcima navedenim u ovom završnom radu pojašnjeno je zašto drveni prozori i vrata imaju veću cijenu od većine ostalih materijala. Procesi kroz koje drvo mora proći kako bi se moglo izložiti vremenskim utjecajima su ponekad dugotrajni, a većina njih traži stručno znanje te pažljivu provedbu. Također, drvo kao materijal treba obnavljati i održavati, a pravovremenim obnavljanjem možemo mu produljiti vijek trajanja kao i ukupne troškove koštanja prozora i vrata.

Najvažnije je pravilno odabrati vrstu drva te načine i granulacije brušenja kako bi se stvorila dobra adhezija između drva i premaznog materijala čime osiguravamo dimenzijsku stabilnost što je ključno kod prozora i vrata. Premazni materijali imaju veliku ulogu kod dugotrajnosti, no većinom se odabiru prema željama kupaca, a proizvođač mora naći najbolje rješenje i kombinacije kako bi kupcu to omogućio. Drvena vrata i prozori nude veliku paletu boja i dizajna te pružaju toplinu svakom prostoru čime drže svoje mjesto na tržištu.

**LITERATURA**

1. Bulian, F.; Graystone, J.A., 2009: Industrial Wood Coatings: Theory and Practice, Elsevier B.V., Oxford, UK
2. Cassens, D.L.; Feist, W.C., 1986: Finishing Wood Exteriors. Selection, Application and Maintenance
3. Flexner, B., 1994: Understanding wood finishing, Rodale Press, Emmaus, PA
4. Hoadley, R.B., 2000: Understanding Wood, The Tauton Press, Newton, Connecticut
5. Jaić, M.; Živanović-Trbojević, R., 2000: Površinska obrada drveta, Zavod za grafičku tehniku TMF, Beograd
6. Jirouš-Rajković, V., 2023a: Dekorativno zaštitna sredstva. Predavanje iz predmeta Površinska obrada drva. [https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876485/mod\\_resource/content/3/DEKORATIVNO-ZA%C5%A0TITNA%20SREDSTVA2021.pdf](https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876485/mod_resource/content/3/DEKORATIVNO-ZA%C5%A0TITNA%20SREDSTVA2021.pdf) (Pristupljeno: 25.08.2023.)
7. Jirouš-Rajković, V., 2023b: Materijali za predobradu. Predavanje iz predmeta Površinska obrada drva. [https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876457/mod\\_resource/content/1/MATERIJALI%20ZA%20PREDOBRADU-brusila2016.pdf](https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876457/mod_resource/content/1/MATERIJALI%20ZA%20PREDOBRADU-brusila2016.pdf) (Pristupljeno: 01.09.2023.)
8. Jirouš-Rajković, V., 2023c: Metode nanošenja lakova 1.dio. Predavanje iz predmeta Površinska obrada drva. [https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876506/mod\\_resource/content/7/Nano%C5%A1enje%20lakova\\_prvi%20dio2022.pdf](https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876506/mod_resource/content/7/Nano%C5%A1enje%20lakova_prvi%20dio2022.pdf) (Pristupljeno: 01.09.2023.)
9. Jirouš-Rajković, V., 2023d: Metode nanošenja lakova 2.dio. Predavanje iz predmeta Površinska obrada drva. [https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876507/mod\\_resource/content/4/nanosenje%20laka-drugi%20dio2022.pdf](https://moodle.srce.hr/2022-2023/pluginfile.php/7876507/mod_resource/content/4/nanosenje%20laka-drugi%20dio2022.pdf) (Pristupljeno: 05.09.2023.)
10. Kovačević, V., 2021: Priprema površine drva prije lakiranja. Završni rad, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb.

## LINKOVI

1. Adler (<https://www.adler-coatings.com>)
2. Association of the Swiss Door Industry (vst.ch)
3. Burkle (<https://www.burkle.tech/us-en/>)
4. Cefla finishing (<https://www.ceflafinishing.com/en/end-products/windows>)
5. Kundig (<https://kundig.com/products/technic/vmax>)
6. Ligna ([www.ligna.de](http://www.ligna.de))
7. Nix Color Sensor (<https://www.nixsensor.com/>)
8. Overhead door: Wood Door Finishing Guidelines, <https://www.overheaddoor.com/Documents/wood-door-finishing-guidelines.pdf>
9. Reiter ([www.reiter-oft.de](http://www.reiter-oft.de))
10. Scott+sargeant (<https://www.scosarg.com/sarmax-fibertech-m-window-frame-door-sanding-mac>)
11. Struna1 - Hrvatsko strukovno nazivlje, <http://struna.ihjj.hr/naziv/lazura/39179/#naziv> (Pristupljeno: 08.09.2023.)
12. Struna2 - Hrvatsko strukovno nazivlje, <http://struna.ihjj.hr/search-do/?q=sadr%C5%BEaj+suhe+tvari&naziv=1&polje=0#container> (Pristupljeno: 08.09.2023.)
13. Teknos (<https://www.teknos.com>)
14. Timesavers (<https://timesaversinc.com/blog/what-is-a-rotary-brush-sander>)
15. Wood finishing consultants ([www.woodfinishingconsultants.com](http://www.woodfinishingconsultants.com))