

# Uobičajene greške lakiranja drva, uzroci i načini popravljivanja

---

**Gavranović, Josip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:519869>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-09**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK  
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE

POVRŠINSKA OBRADA DRVA

Josip Gavranović

**Uobičajene greške lakiranja drva, uzroci  
i načini popravljanja**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK  
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE

**Uobičajene greške lakiranja drva, uzroci  
i načini popravljanja**

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Površinska obrada drva  
Studij: Preddiplomski studij Drvna tehnologija  
Mentor: doc. dr. sc. Josip Miklečić  
Student/ica: Josip Gavranović, 2428/14  
Akademska godina: 2018./2019.

Zagreb, rujan, 2019.

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>AUTOR:</b>	Josip Gavranović 17.03.1995. Zagreb
<b>NASLOV:</b>	Uobičajene greške lakiranja drva, uzroci i načini popravljanja
<b>PREDMET:</b>	Površinska obrada drva
<b>MENTOR:</b>	doc. dr. sc. Josip Miklečić
<b>RAD JE IZRAĐEN:</b>	Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet Zavod za namještaj i drvne proizvode
<b>AKAD. GOD.:</b>	2018/2019
<b>DATUM OBRANE:</b>	06. rujna 2019.
<b>RAD SADRŽI:</b>	Stranica: 53 Slika: 21 Navoda literature: 13 Jedinica s interneta: 4
<b>SAŽETAK:</b>	<p>Cilj rada bio je istražiti koje greške nastaju prilikom lakiranja drva, te ih podijeliti s obzirom na način nastajanja. Istraživanje je obuhvatilo razvrstavanje grešaka prema načinu nastajanja na greške u interijeru, eksterijeru, greške sušenja i greške nanošenja. Nadalje, provedena je analiza uzroka nastajanja i načini popravljanja navedenih grešaka.</p>

	<b>IZJAVA O IZVORNOSTI RADA</b>	<b>OB ŠF 05 07</b>
		Revizija: 1
		Datum: 06.09.2019

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

---

vlastoručni potpis

Josip Gavranović

U Zagrebu, 06.09.2019.

## SADRŽAJ

<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>V</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>7</b>
<b>2. CILJ RADA</b> .....	<b>9</b>
<b>3. PARAMETRI KOJI ODREĐUJU KVALITETU POVRŠINSKE OBRADJE</b> .....	<b>10</b>
3.1. <i>Adhezija</i> .....	10
3.2. <i>Kvašenje</i> .....	11
3.3. <i>Priprema površine</i> .....	12
3.4. <i>Kohezija</i> .....	12
3.5. <i>Svojstva tekućeg laka</i> .....	13
3.6. <i>Svojstva otvrdnulog laka</i> .....	14
3.7. <i>Uvjeti radnog prostora</i> .....	15
<b>4. PODJELA GREŠAKA S OBZIROM NA NAČIN NASTAJANJA</b> .....	<b>17</b>
4.1. <i>Interijer</i> .....	17
4.2. <i>Eksterijer</i> .....	17
4.3. <i>Greške sušenja</i> .....	17
4.4. <i>Greške nanošenja</i> .....	17
<b>5. UZROCI NASTAJANJA I NAČINI POPRAVLJANJA</b> .....	<b>19</b>
5.1. <i>Žućenje</i> .....	20
5.2. <i>Nastajanje curaka</i> .....	21
5.3. <i>Cvjetanje</i> .....	23
5.4. <i>Krokodilska koža</i> .....	24
5.5. <i>Krvarenje</i> .....	26
5.6. <i>Ljuštenje</i> .....	27
5.7. <i>Nabiranje</i> .....	29
5.8. <i>Narančina kora</i> .....	31
5.9. <i>Nastajanje kratera</i> .....	32
5.10. <i>Nastajanje pukotina</i> .....	33

---

5.11. Raspucavanje u obliku vranine noge.....	35
5.12. Riblje oči.....	36
5.13. Dizanje sloja .....	37
5.14. Loša adhezija .....	38
5.15. Mjehuranje.....	40
5.16. Nastajanje mjehurića.....	43
5.17. Nastajanje rupičastih oštećenja.....	44
5.18. Nedovoljna prekrivenost.....	46
5.19. Tragovi kista.....	47
5.20. Zrna prašine u laku.....	48
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>50</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>52</b>

## 1. UVOD

Uporabne karakteristike drva i njegova obradljivost premaznim materijalima zavise o strukturi drva na makroskopskoj, mikroskopskoj i submikroskopskoj razini i o kemijskom sastavu drva. Osnovna, kritična, svojstva koja karakteriziraju drvo kao materijal za obradu su: heterogenost, anizotropnost, poroznost, higroskopnost, sklonost bubrenju i utezanju, podložnost napadu gljiva i insekata i degradacija pod djelovanjem klimatskih čimbenika. Karakteriziranje drva kao podloge podrazumijeva poznavanje njegovih svojstava na pojedinačnim razinama – od makroskopske do kemijske i svojstava površine drva obzirom na vrstu presjeka (Jaić i Živanović-Trbojević, 2000).

Karakteristike drva kao materijala za površinsku obradu u velikoj mjeri variraju ovisno o vrsti drva (listače i četinjače) i unutar iste botaničke vrste. Često se u drvu nalaze veoma različite količine ekstraktivnih tvari (smola, masne i pigmentirajuće supstance). Zato se neke od grešaka površinske obrade mogu pripisati vrsti drva koja je korištena i teško se mogu nabrojati sve moguće greške koje nastaju u procesu lakiranja (Jaić, 2001).

Ostale greške koje se mogu primijetiti pri lakiranju ili poslije sušenja lakiranog drva prouzrokuje sam premazni materijal, jer je on kemijski kompleksna tekućina, koja se uvijek ne koristi ili čuva na najbolji način. Kao što je poznato, čvrste čestice pigmenta i punila ostaju suspendirane u otopini veziva, koju otapala ili razrjeđivači održavaju u tekućem stanju. Pored ovih, postoje i drugi sastojci (aditivi), koji ubrzavaju ili sprječavaju određene reakcije, stvarajući u smjesama vrlo kompleksne ostatke (Jaić, 2001).

Tijekom formiranja filma premazni materijal se treba pretvoriti iz tekućine u čvrsti film nazvan premaz. Da bi se postigla optimalna zaštitna i estetska svojstva većina premaza mora biti glatka, bez pukotina, itd. U sprječavanje i rješavanje nedostataka ulaže se ogromna količina vremena i novca što se može spriječiti korištenjem znanja koje je jednostavno i dostupno (Beetsma, 2011).

Ako se karakteristikama različitih vrsta drva i različitim premaznim materijalima dodaju i nepredvidivi efekti koje izazivaju klimatski uvjeti tijekom faza lakiranja i



sušenja, uz vještinu osobe koja lakira, efekt i rezultati procesa lakiranja postaju veoma nepredvidljivi (Jaić, 2001).

Greška na lakiranoj površini može biti prouzročena:

1. Vrstom drva
2. Pripremom površine drva
3. Temperaturom okoline
4. Relativnom vlagom zraka
5. Sadržajem vode u drvu
6. Načinom nanošenja premaznog materijala
7. Vrstom premaznog materijala
8. Pripremom premaznog materijala
9. Sušenjem ili otvrdnjavanjem premaznog materijala (Ljuljka i Rajković, 2005).

Nema svrhe postavljati pitanje zašto se greške u procesu lakiranja javljaju tako često. Ipak, ponekad su neke greške jedva vidljive, tako da ne kvare izgled završenog predmeta. Granica između dobrog i neuspješnog lakiranja je veoma uska, tako da ne postoji veliki prostor za toleranciju (Jaić, 2001).

## 2. CILJ RADA

Cilj rada bio je istražiti koje greške nastaju prilikom lakiranja drva, te ih podijeliti s obzirom na način nastajanja. Istraživanje je obuhvatilo razvrstavanje grešaka prema načinu nastajanja na greške u interijeru, eksterijeru, greške sušenja i greške nanošenja. Nadalje, provedena je analiza uzroka nastajanja i načini popravljanja navedenih grešaka.

### **3. PARAMETRI KOJI ODREĐUJU KVALITETU POVRŠINSKE OBRADJE**

Za postizanje dobrih rezultata lakiranja, osim dobrog laka i odgovarajuće opreme, potrebno je osigurati i neke osnovne parametre koji se odnose na podlogu i radni prostor.

To je važno ne samo zbog zadovoljavanja estetskih zahtjeva, već i tehničkih svojstava, odnosno kvalitete lakirane površine u cjelini. U daljnjem tekstu opisani su karakteristični parametri koji određuju kvalitetu površinske obrade (Weldon, 2009).

#### **3.1. Adhezija**

Adhezija, ili njezin nedostatak, ne znači da će premaz propasti. Međutim, bez dobre adhezije, premaz vjerojatno neće dobiti priliku da propadne nekim drugim mehanizmom.

Primarne kemijske veze koje doprinose adheziji su istog tipa koje drže molekule zajedno i stoga su ionske ili kovalentne. Ionske veze se temelje na jakim električnim silama koje privlače negativno nabijene ione (kao što je kloridni anion) na pozitivno nabijene ione (kao što je natrijev kation). Ove sile su vrlo jake, što potvrđuju vrlo visoke točke taljenja anorganskih soli kao što je natrijev klorid (801 °C). Kovalentne veze između atoma koje imaju manju sklonost ioniziranju, posljedica su dijeljenja elektrona, a ne njihovog stvarnog prijenosa. Organski spojevi se drže zajedno pomoću kovalentnih veza.

Primarno kemijsko vezanje prevlake na supstrat je vrlo poželjno zbog jačine veze, bilo ionske ili kovalentne. Izraz „supstrat“ odnosi se na površinu koja se oblaže. Za temeljni premaz podloga može biti čelik, drvo ili aluminij, a za završni premaz, podloga je temeljni premaz ili drvo.

Sekundarna kemijska veza oslanja se na polarne interakcije kao što su vodikove veze i van der Waalove sile. Takve se sile oslanjaju na nejednaku raspodjelu električnog naboja unutar molekule, tako da se proizvode dipoli. Taj kraj molekule koji ima djelomično pozitivan naboj bit će privučen na mjesto na susjednoj molekuli koja ima djelomični negativni naboj. Premazi koji imaju funkcionalne skupine sastavljene od atoma s bitno različitim elektronegativnostima, kao što su hidroksilne

(OH) i aminske (NH) skupine, imaju veću tendenciju stvaranja polarnih veza sa supstratom.

Ako su supstrati potpuno inertni, kemijska veza se ne može pojaviti. Srećom, takva situacija nije slučaj. Drvo sigurno nije inertno, jer se sastoji od komplicirane smjese celuloze, hemiceluloze i lignina. Ako je podloga još jedan sloj boje, u njega se mogu namjerno ugraditi reaktivne funkcionalne skupine.

Mehaničke sile su treći čimbenik koji doprinosi adheziji. Općenito se može reći da će se premaz bolje prianjati na gruboj površini nego na glatkoj površini. Neki autori to pripisuju proizvodnji više kemijski aktivnih mjesta kao posljedica hrapavosti. Drugi tvrde da premaz bolje prianja zbog jednostavnog mehaničkog povezivanja dok se premaz ulijeva u pore i udubine grube podloge. Vrlo je vjerojatno da su oba argumenta ispravna (Weldon, 2009).

### 3.2. Kvašenje

Bez obzira na to je li adhezija posljedica primarnih kemijskih veza, sekundarnih veza ili mehaničkih učinaka, premaz mora doći u blizak fizički kontakt s podlogom kako bi se postigla dobra veza. Proces tekućine koja se širi po supstratu i dolazi u intimni kontakt s njim naziva se kvašenje. Kako bi se razumjelo kvašenje i čimbenici koji na njega utječu, potrebno je razumjeti površinsku napetost ili površinsku energiju.

Površinska energija se definira kao količina rada (energije) potrebna da se površina slobodne površine tekućine smanjuje, i stoga ima jedinice kao što su džulovi po kvadratnom metru. Stoga su površinska energija i površinska napetost brojčano i dimenzionalno ekvivalentne (Weldon, 2009).

Ako je površinska napetost tekućine mnogo manja od površinske energije krutine, tekućina će potpuno kvasiti površinu krutine, odnosno kontaktni kut će biti nula. Ako je površinska napetost tekućine veća od površinske energije krutine, ona je neće kvasiti i kontaktni kut će biti vrlo velik.

Očigledno je da premaz za vlaženje supstrata i naknadno vezanje na njega mora imati površinsku napetost manju od supstrata. Postoji nekoliko čimbenika koji utječu na površinsku napetost premaznog materijala. To uključuje temperaturu,

otapala, aditive i vrstu smole. Površinska energija supstrata u velikoj je mjeri uvjetovana kemijskim sastavom i stupnjem čistoće (Weldon, 2009).

### 3.3. Priprema površine

Priprema površine je ključan čimbenik za dobru adheziju. Takva priprema površine može utjecati ne samo na temeljnu snagu vezanja, već i na površinsku energiju, a time i na kvašenje (Weldon, 2009).

### 3.4. Kohezija

Prilično je uobičajeno da se naiđe na sustave premaza koji nisu uspjeli zbog pucanja ili razdvajanja jednog sloja. To se često naziva kohezivnim neuspjehom. Čimbenici koji imaju najveći utjecaj na kohezivnu čvrstoću uključuju omjer pigment-vezivo, molekulsku masu veziva i gustoću vezanja veziva.

Kao što je prethodno istaknuto, omjer pigmenta prema vezivu može utjecati na nekoliko svojstava premaza. Kako se približava koncentracija kritičnog volumena pigmenta, kohezivna jakost premaza će trpjeti. Prema tome, prevlake koje imaju vrlo visoki udio pigmenta, obično imaju slabu kohezivnu čvrstoću.

Veće molekulske mase, barem za polimere koji su linearni ili samo slabo razgranati, doprinose poboljšanoj kohezivnoj čvrstoći. To je zato što, ako su polimeri lanci dulji, oni se mogu više okretati i ispreplitati. Tako se kohezivna čvrstoća poboljšava jednostavnim mehaničkim učinkom.

Kohezivna čvrstoća se također poboljšava s porastom molekularne mase vrlo umreženih premaza. Takvi polimeri su rezultat vezanja polimernih lanaca jedan s drugim na nekoliko mjesta da bi se formirao ono što se ponekad naziva mrežni polimer. Glavnina polimera sastoji se od jedne velike međusobno povezane molekule ekstremno visoke molekularne težine.

Zbog brojnih kemijskih veza na lancu, mrežni polimeri imaju vrlo dobru kohezivnu snagu i stoga je potrebna značajna sila da ih razdvoji. Paradoksalno, međutim, oni imaju slabu otpornost na udar i mogu se lakše razbiti od fleksibilnijih linearnih ili slabo razgranatih polimera (Weldon, 2009).

### 3.5. Svojstva tekućeg laka

#### Razlijevanje

Lak na svim mjestima treba biti gladak – ne smije biti pukotina, nabora koji daju efekt “narančine kore”, kratera, efekta “uboda iglom”, neobojenih točaka, curenja itd (Jaić, 2004).

#### Temperatura obratka

Prije lakiranja poželjno je da se obradci pripremljeni za lakiranje kondicioniraju u prostoriji s normalnom klimom (20 °C i 65 % relativne vlaga zraka) naročito u zimskom periodu kada je temperatura u lakirnici niska.

Ovaj tretman obradaka poželjan je iz najmanje dva razloga: prvo, ako je drvo hladnije od laka, tada se lak brzo zgušnjava (slabije razlijevanje i adhezija za podlogu); drugo, pri lakiranju stvaraju se mjehurići zraka u filmu, koji potiču iz zraka u porama drva, a koji nije uspio izaći na površinu. Zrak koji se zadržao može utjecati na nastajanje sivih pora (greška lakiranja). Grijanjem površine drva zrak u porama se širi i lakše izlazi iz laka, a stvara se i mali vakuum u porama koji dublje uvlači lak i omogućava bolju vezu s podlogom (Jaić, 2001).

#### Vlažnost podloge

Bilo da je drvo masivno ili su u pitanju drvene ploče, uobičajeno je da se vlažnost podloge kreće između 10 i 12 %. Ako je vlažnost veća mogu nastati neke greške obrade među kojima su:

- odvajanje filma laka (kod PE (poliesterskog) laka)
- Promjena boje, mliječni izgled (kod NC (nitroceluloznog) laka)
- formiranje mjehurića i/ili točkica (kod PU (poliuretanskog) laka)
- nastanak srebrnastog filma laka – „argentatura“ (kod svih tipova lakova, osim kod lakova na bazi vode) (Jaić, 2001).

#### Temperatura laka u fazi nanošenja

Što se tiče temperature laka u fazi nanošenja, postoji interval koji treba poštivati i u okviru kojeg se dobivaju najbolji rezultati lakiranja. Treba napomenuti da je dobro koristiti blago zagrijan lak (20 °C - 30 °C) Ova napomena postaje važna naročito zimi, kada se lak najčešće nalazi na niskoj temperaturi. Potrebno je stoga

izbjegavati čuvanje materijala na nivou zemlje, gdje je temperatura značajno niža ili skladištenje u prehladnim prostorima. Zato se preporučuje prije upotrebe lak držati neko vrijeme u zagrijanoj prostoriji, kako bi se doveo na odgovarajuću temperaturu.

Prednosti toga što je lak spreman za nanošenje na temperaturi od najmanje 20 °C su vrlo značajne. Ljeti se lakovi upotrebljavaju na okolnoj temperaturi i poželjno je da se prskanje obavi u svježijim dijelovima dana (Jaić, 2001).

### **Fizičke karakteristike lakova**

Uvijek je korisno kontrolirati fizičko stanje materijala prije primjene i provjeriti sljedeće zahtjeve:

- jednoličnost boje
- korektnost i homogenost viskoziteta
- nepostojanje kožice i taloga

Dalje, korisno je provjeriti da li su na pakiranju označeni:

- marka
- naziv proizvoda
- šifra
- rok trajanja
- stupanj sjaja,

i da li su na raspolaganju tehnička i sigurnosna uputstva. Ako i jedna od ovih oznaka nedostaje, bolje se konzultirati s proizvođačem lakova prije primjene proizvoda, jer je poslije u slučaju reklamacije teško obraniti svoje stavove (Jaić, 2001).

## **3.6. Svojstva otvrdnulog laka**

### **Sjaj**

Film laka mora biti jednolike debljine.

### **Kemijska i mehanička otpornost**

Lak mora biti otporan na negativne utjecaje kojima će biti izložen tijekom uporabe.

### **Strana tijela zarobljena u filmu**

Kada se površina vizualno ili dodirrom pregleda, prašina i mjehuri se ne smiju primijetiti.

### **Kutovi i rubovi moraju se precizno obraditi**

Suhi film mora biti jednake debljine na rubnom kao i na plohi površine.

### **Prekrivanje**

Ako se koristi pigmentirani lak, njegov ton mora biti isti na svim dijelovima površine (Jaić, 2004).

## **3.7. Uvjeti radnog prostora**

### **Temperatura radnog prostora**

Za svaki lak postoji jedan vrlo važan parametar – minimalna temperatura formiranja filma, koja označava temperaturu ispod koje se pojedinačne molekule laka ne mogu međusobno vezati na optimalan način. U tom slučaju može doći do neuglednog bijeljenja filma i smanjenja kemijsko-fizičke otpornosti.

Osim minimalne temperature, postoji i maksimalna temperatura formiranja filma, ovisno od vrste laka. Iznad te temperature lak se ne bi trebao nanositi, jer može doći do suviše brzog površinskog sušenja, koje izaziva naprezanja u unutrašnjosti filma laka, noseći sa sobom loše razlijevanje, nastanak naborane površine, sitnih pukotina i stvaranje mjehurića.

Naravno, vrlo je teško reguliranje temperature u prostoru u kojem se nanošenje vrši štrcanjem, s obzirom na povećanu razmjenu zraka koju stvara ventilacija (uređaj za pročišćavanje zraka). U prostoru za sušenje je to mnogo lakše, jer je kretanje zraka slabije.

Problemi s postizanjem kvalitete javljaju se i kada se temperatura laka mijenja tijekom dana. Promjene temperature u lakirnici utječu i na promjene temperature laka, a tim i na njegov viskozitet, što za posljedicu ima i promjenu protoka laka u pištolju za štrcanje.

U prostoru površinske obrade, dakle, treba poštivati sljedeće temperaturne intervale:



- za PE lakove ne ispod 18 °C – 24 °C, naročito kod parafinskog tipa laka,
- za NC lakove ne ispod 14 °C – 26 °C dobro je koristiti spore razrjeđivače,
- za PU lakove postoji širi interval, od minimalnih 10 °C – 28 °C.

Treba imati u vidu da se pri niskim temperaturama produžava vrijeme postizanja suhoće na prašinu i potpune osušenosti. Pri visokim temperaturama, a posebno ako razrjeđivač nije optimalan, lako dolazi do stvaranja mjehurića. Ako su visoke temperature u prostoru za štrcanje, kapljice laka mogu se pretjerano osušiti prije nego što stignu do obratka, stvarajući grube površine i lošu adheziju.

- za lakove na bazi organskih otapala optimalan temperaturni interval sličan je kao kod poliuretana (između 10 °C i 28 °C) i manje su osjetljivi

- lakovi na vodenoj bazi osjetljivi su na niske temperature, koje ne dozvoljavaju savršenu koagulaciju molekula; problemi nastali uslijed visokih temperatura neutraliziraju se razrjeđivanjem laka nešto većom količinom vode. Uobičajeno se za ovu vrstu materijala preporučuju temperature između 10 °C i 30 °C (Jaić, 2001).

## 4. PODJELA GREŠAKA S OBZIROM NA NAČIN NASTAJANJA

### 4.1. Interijer

- Žućenje (*engl. Yellowing*)

### 4.2. Eksterijer

- Žućenje (*engl. Yellowing*)

### 4.3. Greške sušenja

- Nastajanje curaka (*engl. Sags*)
- Krokodilska koža (*engl. Alligatoring*)
- Krvarenje (*engl. Bleeding*)
- Ljuštenje (*engl. Peeling*)
- Nabiranje (*engl. Wrinkling*)
- Narančina kora (*engl. Orange peel*)
- Nastajanje kratera (*engl. Cratering*)
- Nastajanje pukotina (*engl. Cracking*)
- Raspucavanje u obliku otiska vranine noge (*engl. Crowsfooting*)
- Riblje oči (*engl. Fish eyes*)

### 4.4. Greške nanošenja

- Dizanje slojeva (*engl. Lifting*)
- Loša adhezija prema podlozi (*engl. Lack of adhesion*)
- Loša adhezija između slojeva (*engl. Lack of adhesion between coats*)
- Mjehuranje (*engl. Blistering*)
- Nabiranje (*engl. Wrinkling*)
- Nastajanje mjehurića (*engl. Bubbles or Bubbling*)
- Nastajanje rupičastih oštećenja (*engl. Pinholes*)

- Tragovi kista (*engl. Brush marks*)
- Zrna prašine u laku (*engl. Grain dust*)

## 5. UZROCI NASTAJANJA I NAČINI POPRAVLJANJA

Ako se pojave određene greške prilikom završne obrade, potrebno ih je pažljivo ispitati u svrhu utvrđivanja točnog uzroka problema. Treba uzeti u obzir svaki čimbenik koji može utjecati na završnu obradu ili premazivanje, od drva ili površine do završnih premaza (Mohawk Finishing Products, 2003).

Greške kod površinske obrade mogu biti uzrokovane podlogom, prevlakom ili kombinacijom njihovih utjecaja.

U greške podloge spadaju greške od hidrotermičke obrade, čija su posljedica pukotine u podlozi i obojenja, a kod previsoke vlažnosti smanjena adhezija prevlake, odnosno greške prevlake. Kod šperploča i panel ploča nakon lakiranja dolaze često do izražaja greške od srednjice. Naprezanja u drvnom materijalu mogu izazvati vitoperenje ploha.

U predobradi površine mogu se pojaviti neke greške. Kod močenja je česta pojava mrlje kojoj može biti uzrok probijanje ljepila. No ova greška nastaje i onda ako ekstraktivni sastojci u drvu nisu jednoliko raspodijeljeni. Pojava sivih pora nakon močenja obično je posljedica nedovoljnog četkanja površine prije močenja.

Greške koje nastaju na laku ovise o nizu faktora:

1. Vrsta drva i kvaliteta površine
2. Temperatura materijala i prostorije
3. Način nanošenja
4. Utjecaj vlažnosti drva i zraka
5. Podnašanje laka i ranije nanesenih materijala na drvo
6. Vrsta laka, debljina filma, količina suhe tvari
7. Proces sušenja - otvrdnjivanja
8. Odnosi između temeljnog, srednjeg i završnog sloja
9. Tehnologija sušenja – otvrdnjivanja
10. Prikladnost otapala (Ljuljka, 1990).

Uobičajeni uzroci problema su nečista površina, nedovoljno vrijeme sušenja za svaki sloj, loše brtvljenje zbog kojega dolazi do probijanja vlage, nepropisno

miješanje materijala i nepovoljni uvjeti skladištenja. Također potrebno je provjeriti da li su uvjeti okoline, ventilacija, temperatura i vlažnost prikladni za pravilnu primjenu. Neophodna je i provjera opreme za štrcanje kako bismo se uvjerali da pištolj i kompresor rade ispravno i da ulje ili vlaga ne prolaze kroz zrak ili vodove materijala (Mohawk Finishing Products, 2003).

Broj grešaka i njihov varijabilitet vrlo je velik. Zbog toga je teško opisati sve greške i uzroke njihova nastajanja. U daljnjem tekstu opisane su neke karakteristične greške i uzroci nastajanja (Ljuljka, 1990).

## 5.1. Žućenje

Žućenje se manifestira kao razvoj žutog obojenja u ostarjelom premaznom materijalu, koje je najuočljivije u osušenom filmu bijelih premaza ili u prozirnim lakovima (slika 1).

Uzroci nastajanja:

- a) Normalna oksidacija laka ili boje na bazi ulja.
- b) Izloženost toplini peći, radijatora i grijaćih cijevi.
- c) Izloženost premaznih materijala na bazi ulja kućanskim sredstvima za čišćenje koja sadrže amonijak.
- d) Nedostatak svjetlosti (npr. iza slika ili aparata, unutar ormara, itd.).

Načini popravljanja:

- a) Pravilna priprema površine.
- b) Korištenje kvalitetnog lateks premaznog materijala koji nema tendenciju žućenja.
- c) Premazni materijali na bazi ulja imaju tendenciju žućenja, posebno u područjima koja su zaštićena od sunca i/ili su izložena proizvodima za čišćenje na bazi amonijaka (Dunn Edward's Paints, 2016).



Slika 1. Žućenje

## 5.2. Nastajanje curaka

Curak ili curenje možemo definirati kao smanjeno kretanje filma laka odmah nakon nanošenja, što dovodi do neravnomjernog premaza (Dunn Edward's Paints, 2016).

Sila kojom vlažan sloj laka prijanja na površinu predmeta koji se obrađuje kada se lak nanese u debelom sloju je manja od sile gravitacije, tako da na vertikalnim površinama lak počinje curiti (slika 2). Ako se problem pojavi tijekom procesa lakiranja, potrebno je povećati količinu nanijetog laka na tom mjestu, tako da novi mlaz potakne prethodni da se slije do dna.

Kada se površina osuši, ona će biti u savršenom stanju osim izbočine na dnu koja obično ne kvari izgled obrađenog predmeta. Ako do ove pojave dođe tijekom faze sušenja, ništa se ne može poduzeti dok film potpuno ne otvrdne. Kada se lak osuši, izbočine se mogu eliminirati žiletom ili nožem a onda, kada se površina neznatno obrusi, može se nanijeti novi sloj laka (Jaić, 2004).

Uzroci nastajanja:

- a) Nanošenje previše premaznog materijala po sloju.
- b) Premazivanje u hladnim i vlažnim uvjetima.

- c) Prekomjerno razrjeđivanje laka.
- d) Nanošenje premaznog materijala na glatku površinu koja nema dovoljno hrapavosti za povezivanje boje.
- e) Bezzračno štrcanje s pištoljem preblizu površini koja se lakira (Dunn Edward's Paints, 2016).

Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnih tehnika primjene s prikladno formuliranim proizvodima (MPI Group, 2016).

Načini popravljanja:

- b) Površina prethodnoga sloja se mora osušiti prije nanošenja sljedećeg sloja.
- c) Mlaznica pištolja za štrcanje mora biti homogena kako bi se spriječile prekomjerne količine laka u nekim točkama.
- d) Korištenje mlaznice s otvorom manjeg promjera i smanjivanje protoka laka.
- e) Učiniti površinu hrapavijom (korištenjem odgovarajuće granulacije brusnog papira).
- f) Nanošenje prve ruke (prvog sloja) temeljnog laka i sačekati da se osuši.
- g) Koristiti manje razrjeđivača.
- h) Prskati s veće udaljenosti kako bi otapala isparavala u većoj mjeri prije nego što kapljice laka dođu do površine.
- i) Povećati temperaturu laka, radne površine i mjesta na kojemu se lakira (Jaić, 2004).



**Slika 2.** Nastajanje curaka

### 5.3. Cvjetanje

Cvjetanje je magloviti nanos na površini filma premaza nalik cvatu na grožđu, što rezultira gubitkom sjaja i zatamnjenjem boje (slika 3).

Uzroci nastajanja:

- a) Film premaza izložen kondenzaciji ili vlazi tijekom sušenja, posebno pri niskoj temperaturi (uobičajena pojava s epoksidima s otapalom amina).
- b) Neispravna mješavina otapala također može doprinijeti cvjetanju.

Preventivne mjere:

- a) Premazivanje i čišćenje sustava premaza pod ispravnim uvjetima okoline, te slijedenje preporuke proizvođača.

Načini popravljanja:

- b) Uklanjanje cvjetanja čistom krpom ili odgovarajućim sredstvom za čišćenje otapala.
- c) Ako je potrebno, nanijeti temeljni/završni premaz prema preporukama proizvođača (MPI Group, 2016).





**Slika 3.** Cvjetanje

(<http://www.daryatamin.com/uploads/Books%20File/Fitz's%20Atlas%20of%20coating%20defects.pdf>)

#### 5.4. Krokodilska koža

Krokodilska koža je raspucavanje filma premaza koje je nalik na krokodilsku kožu (slika 4). Pukotine mogu utjecati na samo jedan sloj premaznog materijala i ne mogu doći do površine. Može početi kao mala pukotina ili „mikroraspucavanje“, a na kraju može narasti šire i dublje, probijajući gornji i donji sloj. U najgorem slučaju, po cijeloj se površini mogu pojaviti velike i široke pukotine.

Uzroci nastajanja:

- a) Nemogućnost gornjeg sloja da se glatko veže na sjajnu površinu.
- b) Nanošenje izuzetno tvrdog, krutog premaza (npr. premaznog materijala na bazi ulja) na fleksibilniju prevlaku.
- c) Prirodno starenje premaznog materijala na bazi ulja u ekstremnim klimatskim uvjetima, kada je premazni materijal podvrgnut kontinuiranom smrzavanju i odmrzavanju, što rezultira gubitkom elastičnosti.
- d) Nanošenje drugog premaza prije sušenja prethodnog sloja.
- e) Nanošenje previše premaznog materijala po sloju.
- f) Unutarnja naprezanja u premazu gdje se površina smanjuje brže od tijela filma premaza (Dunn Edward's Paints, 2016).

Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnih specifikacija premaza i kompatibilnih materijala.
- b) Izbjegavanje prekomjernih debljina filma.
- c) Izbjegavanje primjene na visokim temperaturama okoline (MPI Group, 2016).

Načini popravljanja:

- a) Ostrugati ili prebrusiti premaz do površine supstrata ili upotrijebiti sredstvo za uklanjanje premaza. Preporučuje se korištenje maski za prašinu ili respiratora i zaštite za oči prilikom korištenja sredstava ili tekućina za uklanjanje boje, te obavezno nošenje dugih rukava i rukavica.
- b) Ukloniti svu prašinu i pustiti da se površina osuši.
- c) Površinu premazati visokokvalitetnom temeljnim premazom od lateksa i pustiti da se potpuno osuši.
- d) Nanošenje visokokvalitetnog premaznog materijala u željeni izgled (Dunn Edward's Paints, 2016).



**Slika 4.** Krokodilska koža (<https://www.ppgpaints.com/pro/pro-painting-tips/how-to-fix-alligatoring-with-paint>)

## 5.5. Krvarenje

Krvarenje je proces difuzije obojene tvari iz podloge u film i kroz njega, koja uzrokuje nastanak nepoželjnih mrlja ili promjenu boje (slika 5).

Uzroci nastajanja:

- a) Krvarenje je općenito potpuno ili djelomično otapanje prethodnog sloja ili sastojaka prethodnog premaza i može se pojaviti kada se u gornjim premazima koriste jaka otapala (MPI Group, 2016).
- b) Upotreba nekompatibilnih premaza ili razrjeđivača (Building and Construction Authority, 2004).

Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnih specifikacija i kompatibilnih materijala (MPI Group, 2016).
- b) Korištenje odgovarajućih metoda nanošenja.
- c) Nanošenje odgovarajućih premaza i razrjeđivača prema preporuci proizvođača (Building and Construction Authority, 2004).

Načini popravljanja:

- a) Uklanjanje obojenog ili kontaminiranog sloja.
- b) Nanošenje odgovarajućeg premaza koji će spriječiti difuziju obojenog materijala odozdo.
- c) Može se primijeniti izolacijski premazni materijal bez uklanjanja obojenog/kontaminiranog sloja.
- d) Izbjeći korištenje krvarećih premaznih materijala.
- e) Osigurati sušenje pojedinog sloja premaznog materijala prema preporuci proizvođača (MPI Group, 2016).



**Slika 5.** Krvarenje

## 5.6. Ljuštenje

Ljuštenje je spontano odvajanje od podloge područja filma zbog gubitka adhezije. Pojavljuje se kada se mokro drvo širi i skuplja od vlage i promjene temperature, uzrokujući otpuštanje filma premaza, pucanje i savijanje na izloženim rubovima, te otpadanje kao što je vidljivo na slici 6. Oštećena površina može se proširiti, a film premaza se nastaviti otpuštati ako se površina ostavi nezaštićena.

Uzroci nastajanja:

- a) Vlaga ili voda koja prodire u premazanu površinu.
- b) Premazivanje vlažnog drva.
- c) Visokotlačno pranje drva i nedovoljno vremena za sušenje drva.
- d) Neadekvatna priprema površine.
- e) Spuštanje premazanih elemenata preblizu tla.
- f) Korištenje premaznog materijala niske (loše) kvalitete (Dunn Edward's Paints, 2016).

Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnog sustava premaza i specifikacija koje se primjenjuju na čiste i nekontaminirane površine (MPI Group, 2016).
- b) Prije nanošenja premaza površina mora biti čista i suha.
- c) Nanošenje premaza na površinu sa sadržajem vlage koja ne prelazi 10-12 % (ili po preporuci proizvođača) (Building and Construction Authority, 2004).

Načini popravljaja:

- a) Pregled vanjske strane zgrade kako bi se utvrdili i uklonili svi izvori vlage, osobito prozore, doprozornike i druge spojeve.
- b) Popravljanje propuštanja na krovu, očistiti oluke i cijevi, te skraćivanje ili uklanjanje okolne vegetacije ako uzrokuje ljuštenje.
- c) Ako vlažan zrak potječe iz unutrašnjosti zgrade, postavljanje ventilacijskih otvora ili ventilatore za ispušne plinove, posebno u kuhinji i kupaonici.
- d) Ako se vlažan zrak uzdiže iz zemlje kroz zidove, premazivanje temelja sa specijalnim vodonepropusnim premazom i uklanjanje dio drva koji dodiruje tlo.
- e) Ljuštenje se može spriječiti umetanjem malih plastičnih ili aluminijskih klinova ili podmetača između glava čavala ispod svake ploče.
- f) Uklanjanje oljuštenog premaza pomoću strugača ili žičane četke, prema potrebi do golog drva.
- g) Premazivanje golog drva odgovarajućim temeljnim premazom, te slijediti upute kako bi se utvrdilo koliko dugo će se premaz sušiti prije nanošenja završnog premaza.
- h) Premazivanje s dva sloja visokokvalitetne akrilne boje (Dunn Edward's Paints, 2016).



**Slika 6.** Ljuštenje

## 5.7. Nabiranje

Nabiranje je stvaranje naborane površine boje koja se pojavljuje kada se gornji sloj osuši prije donjeg sloja (Dunn Edward's Paints, 2016).

Ponekad završni sloj stvara reakciju s temeljnim slojem, zbog čega na površini nastaju nabori (slika 7). Ova greška nastaje zbog neslaganja između dva proizvoda, posebno ako razrjeđivači iz završnog sloja mogu rastvoriti lak nanesen kao osnovni sloj (Jaić, 2004).

Uzroci nastajanja:

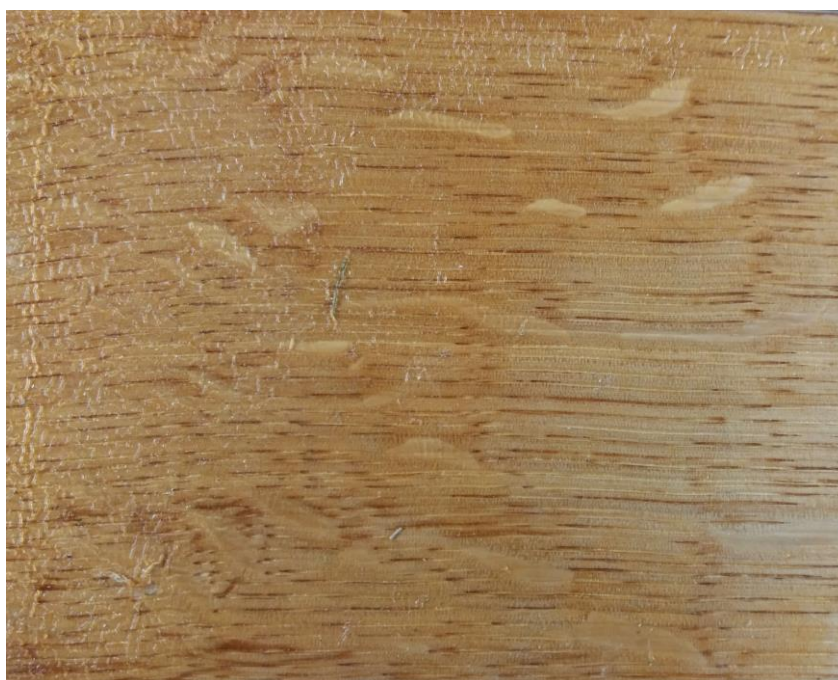
- a) Premazivanje pri ekstremno vrućem vremenu, što uzrokuje brže sušenje filma na vrhu nego na dnu.
- b) Premazivanje kada je velika vlažnost.
- c) Nanošenje previše gustog sloja alkidnog premaznog materijala ili premaznog materijala na bazi ulja.
- d) Nanošenje prvog premaza prije sušenja temeljnog premaza.
- e) Nanošenje završnog sloja preko mekšeg sloja bez premazivanja ili premazivanje preko sjajne površine bez brušenja (Dunn Edward's Paints, 2016).

Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnih specifikacija i materijala za premazivanje, te osiguravanje odgovarajućeg miješanja.
- b) Nanošenje i sušenje sljedeći preporuke proizvođača premaznog materijala (MPI Group, 2016).

Načini popravljanja:

- a) Uklanjanje naboranih slojeva, ako su slojevi ispod mekani, ukloniti ih struganjem; ako su stari, po potrebi korištenje sredstava za kemijsko uklanjanje.
- b) Brušenje površine dok ne postanje glatka.
- c) Izbjegavanje premazivanja pri visokoj vlažnosti ili ekstremnim temperaturama (ispod  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$  i iznad  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- d) Područja koja su skinuta do golog drva treba premazati visokokvalitetnim temeljnim premazom, temeljito osušiti.
- e) Nanošenje visokokvalitetnog premaza, te izbjegavanje stvaranja nabora brušenjem svakog sloja, te sušenje prije nanošenja sljedećeg sloja (Dunn Edward's Paints, 2016).



**Slika 7.** Nabiranje

## 5.8. Narančina kora

Greška narančina kora nastaje kada film laka nije dobro raspršen i izgleda kao narančina kora (slika 8). Ovo se događa prilično često i tu mnogi faktori imaju značajnu ulogu.

Mogući uzroci:

- a) Prevelike kapljice premaznog materijala.
- b) Kapljice su previše suhe.
- c) Film je previše tanak.
- d) Temperatura sušenja je previsoka (Jaić, 2004).

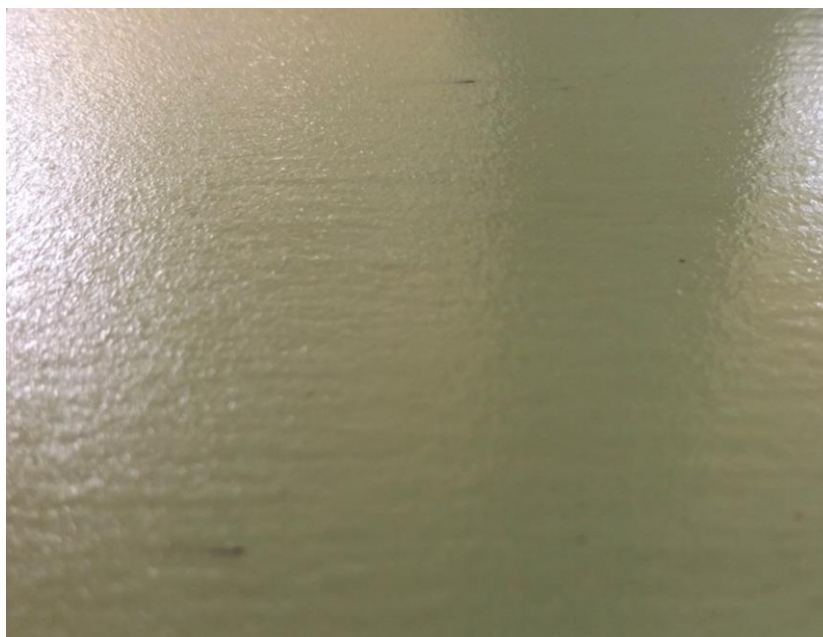
Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnih tehnika primjene s prikladno formuliranim proizvodima (MPI Group, 2016).

Načini popravljivanja:

- b) Razrjeđivanje laka u većoj mjeri.
- c) Smanjivanje protoka.
- d) Povećanje tlaka.
- e) Korištenje manjih mlaznica.
- f) Korištenje toplijeg laka.
- g) Upotreba sporijeg razrjeđivača.
- h) Povećanje brzine protoka laka.
- i) Štrcanje s manje udaljenosti.
- j) Nanošenje više materijala.
- k) Izbjegavanje previše tople struje zraka prije nego što se lak razlije (u fazi sušenja laka).
- l) Mogući uzroci ove greške mogu biti i primjetna razlika u temperaturi između završnog i temeljnog sloja ili nedovoljno osušen temeljni sloj (Jaić, 2004).





**Slika 8.** Narančina kora

## 5.9. Nastajanje kratera

Nastajanje kratera je formiranje malih udubljenja u filmu boje koja ostaju nakon sušenja (slika 9). Ova greška se ne smije miješati s nejednolikom debljinom (MPI Group, 2016).

Tijekom faze sušenja lak se počinje skupljati na određenim točkama, stvarajući "uši" ili krater. To izgleda kao da središte "ušiju" ili krater sadrži posebne tvari koje mogu odbiti lak (Jaić, 2004).

Uzroci nastajanja:

- a) Zarobljeni mjehurići zraka ili otapala koji su puknuli, ostavljaju male krater prilikom sušenja premaza.
- b) Premaz nema dovoljno vremena da se pretvori u jednolični film (MPI Group, 2016).
- c) Prisustvo silikona.
- d) Površina je masna.
- e) U lakirnici se koristi sprej za podmazivanje.
- f) U blizini su se koristili raspršeni vosak ili lakovi s mat efektom (Jaić, 2004).

Preventivne mjere:

- a) Poboljšanje tehnike štrcanja.
- b) Izbjegavanje uvlačenja zraka tijekom miješanja.
- c) Dodavanje razrjeđivača ako je preporučeno od proizvođača premaznog materijala (MPI Group, 2016).

Načini popravljaja:

- a) Čišćenje površine proizvodima ili krpama s posebnim antsilikonskim učinkom.
- b) Dodavanje anti-silikona laku.
- c) Uklanjanje masnoće s površine.
- d) Brusni papir mora imati sitna zrna (fina granulacija) (Jaić, 2004).
- e) Brušenje površine.
- f) Ponovno premazivanje (MPI Group, 2016).



**Slika 9.** Nastajanje kratera

## 5.10. Nastajanje pukotina

Pukotine nastaju razdvajanjem filma premaza kroz barem jedan sloj, što dovodi do nastajanja greške (slika 10). Pukotine su u početku male, a kasnije se pojavljuju veće pukotine ili se boja ljušti (Dunn Edward's Paints, 2016).

Ponekad je ovaj učinak "pukotine" poželjan, a dobiva se korištenjem posebnih lakova. Međutim, ako se ne koriste posebni lakovi, greška nastaje zbog razlike u elastičnosti ili neslaganju između temeljnog i završnog sloja. U tom slučaju potrebno je konzultirati proizvođača lakova (Jaić, 2004).

#### Uzroci nastajanja:

- a) Prekomjerno razrjeđivanje premaznog materijala ili nanošenje pretankog sloja.
- b) Loša priprema površine, osobito kada se premaz nanosi na golo drvo bez nanošenja temeljnog sloja.
- c) Premazivanje u hladnim i vjetrovitim uvjetima gdje se premazni materijal brzo suši.
- d) Na površinama koje su premazivane više puta, donji slojevi gube fleksibilnost i ne mogu bubriti i utezati s površinom jer ne reagiraju na promjene temperature i vlažnosti (Dunn Edward's Paints, 2016).

#### Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnih sustava premaza, tehnike nanošenja i debljine suhog filma ili korištenje fleksibilnijih sustava premaza (MPI Group, 2016).

#### Načini popravljivanja:

Ako pukotina ne ide sve do površine, tada:

- b) Uklanjanje oljuštenog sloja premaza pomoću strugača ili žičanom četkom.
- c) Brušenje površina i zaglađivanje rubova.
- d) Premazivanje korištenjem visokokvalitetnog premaznog materijala.

Ako pukotina ide do površine:

- a) Uklanjanje starog premaza struganjem, brušenjem i/ili uporabom sredstava za uklanjanje boje.
- b) Premazivanje drva odgovarajućim visokokvalitetnim premaznim materijalom.
- c) Premazivanje korištenjem visokokvalitetnog premaza.
- d) Ako dođe do pucanja kod furnirskih ploča, rješavanje problema će se ostvariti samo potpunim struganjem, te ponovnim nanošenjem premaznog materijala. Premazni materijali na bazi vode bolje zapunjavaju pukotine kod furnirskih ploča od premaznih materijala na bazi ulja. Prešane kompozitne ploče trebaju biti pripremljene odmah nakon ugradnje. Odgovarajući premaz treba osigurati zaštitu površine od upijanja vlage (Dunn Edward's Paints, 2016).



Slika 10. a) Radijalne pukotine, b) Mrežaste pukotine

### 5.11. Raspucavanje u obliku vranine noge

Raspucavanje u obliku vranine noge je razvoj malih pukotina u filmu premaza koje se pojavljuju na površini, te su nalik na stopalo vrane (slika 11).

Uzroci nastajanja:

- a) Obično se zbog površinskog sušenja brzo formira koža koja se zatim nabori dok otapalo lagano isparava iz temeljnog sloja premaznog materijala.

Preventivne mjere:

- b) Nanošenje tanjeg sloja premaza.
- c) Dodavanje razrjeđivača koji se sporije suši.
- d) Provjeriti je li ispravno nanešen premazni materijal, te jesu li ispravni uvjeti sušenja za korišteni sustav premaza.

Rješenje problema:

- a) Brušenje i čišćenje površine kada je potpuno suha.
- b) Ponovno premazivanje (MPI Group, 2016).



**Slika 11.** Raspucavanje u obliku vranine noge

(<http://www.daryatamin.com/uploads/Books%20File/Fitz's%20Atlas%20of%20coating%20defects.pdf>)

## 5.12. Riblje oči

Riblje oči su prisutnost kratera u sloju premaza od kojih svaki ima malu česticu nečistoće u središtu (slika 12).

Uzroci nastajanja:

- a) Površinska kontaminacija u obliku malih mrlja od voska, silikona, masti ili čestica iz kontaminiranog zraka.

Preventivne mjere:

- b) Temeljito odmašćivanje površine i održavanje opreme.

Rješenje problema:

- c) Brušenje zahvaćenog područja, odmašćivanje, te ponovna primjena sustava za premazivanje (MPI Group, 2016).



**Slika 12.** Riblje oči (<https://www.popularwoodworking.com/woodworking-blogs/flexner-on-finishing-application-problems/>)

### 5.13. Dizanje sloja

Omekšavanje, bubrenje ili odvajanje suhog filma premaza od podloge koja nastaje zbog nanošenja narednog sloja ili kemikalija koje reagiraju s prethodnim slojem premaza (slika 13).

Uzroci nastajanja:

- a) Upotreba nekompatibilnih sustava premaza, koji uzrokuju skupljanje filma premaza.
- b) Gornji premazi sa snažnom mješavinom otapala, mogu reagirati s prethodnim i slabijim premazima (Building and Construction Authority, 2004).
- c) Primijenjeni premaz je predebeo.
- d) Nanošenje gornjeg sloja prije potpunog sušenja prethodnog sloja (Akzo Nobel, 2010).

Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravnih specifikacija premaza, vremena premazivanja i materijala za premazivanje (Fitzsimons, 2012).

- b) Nanošenje odgovarajućeg premaznog materijala prema preporuci proizvođača (Building and Construction Authority, 2004).

Načini popravljivanja:

- a) Uklanjanje filma premaza, brušenje i čišćenje površine, te ponovno nanošenje premaza (Building and Construction Authority, 2004).
- b) Nanošenje tanjeg sloja premaza.
- c) Prije nanošenja zadnjeg premaza, ostaviti dovoljno vremena da se prethodni sloj osuši (Akzo Nobel, 2010).



**Slika 13.** Dizanje sloja

#### **5.14. Loša adhezija**

Adhezija određuje otpornost filma laka na ljuštenje, guljenje i pucanje. Ukratko, ona zapravo definira kvalitetu vezivanja premaza za površinu drva ili za prethodni sloj premaza. Adhezija laka je neophodno svojstvo laka i ako nije prisutno, predmet koji se površinski obrađuje mora se ili odbaciti ili prelakirati.

Postoje empirijske metode za određivanje odgovarajuće adhezije (grebanje površine noktom ili kovanicom), te znanstvene metode (zareživanje mrežice i otkidanje čepića) (Jaić, 2004).

**Loša adhezija prema podlozi (slika 14)**

- a) Uzroci nastajanja:
- b) Prljava površina.
- c) Previše glatka površina.
- d) Temeljni sloj premaza je pri nanošenju bio previše suh.
- e) Temeljni sloj premaza je predebeo.

## Načini popravljanja:

- a) Čišćenje podloge i uklanjanje masnoće prije lakiranja.
- b) Korištenje izolacijskog laka.
- c) Brušenje površine koristeći brusni papir s odgovarajućom granulacijom prije nanošenja temeljnog sloja premaza.
- d) Smanjivanje pritiska komprimiranog zraka.
- e) Korištenje razrjeđivača koji se sporije suši.
- f) Držanje pištolja za štrcanje bliže površini.
- g) Nanošenje manje količine laka.
- h) Upotreba manjih mlaznica i nižeg tlaka (Jaić, 2004).

**Slika 14.** Loša adhezija prema površini



### Loša adhezija između slojeva (slika 15)

Uzroci nastajanja:

- a) Nepravilno brušenje temeljnog sloja premaza.
- b) Završni sloj premaza nije kompatibilan s temeljnim slojem premaza.
- c) Lak je previše suh.
- d) Sloj laka je predebeo.

Načini popravljivanja:

- a) Pažljivije brušenje.
- b) Izbjegavanje primjene velikog pritiska ili brzine, kada se za brušenje koristi strojno brušenje.
- c) Za vrijeme brušenja paziti da se temeljni sloj ne pregrije.
- d) Raditi prema preporukama proizvođača premaznog materijala (Jaić, 2004).



Slika 15. Loša adhezija između slojeva

### 5.15. Mjehuranje

Podizanje filma premaza ispod površine, koja se pojavljuje kao mjehurići ili plikovi u laku (slika 16), obično uzrokovani toplinom, vlagom ili njihovom kombinacijom. Ovo stanje može dovesti do ljuštenja premaza ako se ne ispravi.

#### Uzroci nastajanja:

- a) Premazivanje na izravnom sunčevom svjetlu ili na površini koja je previše vruća.
- b) Nanošenje boje na bazi ulja ili alkidne boje na vlažnu, mokru površinu.
- c) Izlaganje svježeg filma premaza rosi, visokoj vlažnosti ili kiši.
- d) Prolazak vlage kroz unutarnje zidove iz zajedničkih kućnih izvora kao što su kupaonice i kuhinje (Dunn Edward's Paints, 2016).
- e) Ponekad snažna otapala reagiraju s prethodnim slojem. Također zrak ili plinovi u filmu mogu biti uhvaćeni dok se suši zbog previsoke temperature i protoka zraka ili otapala koje brzo hlapi (Mohawk Finishing Products, 2003).

#### Preventivne mjere:

- a) Pravilna priprema površine i pravilno nanošenje premaznog materijala.
- b) Nanošenje odgovarajućeg sustava premaza (MPI Group, 2016).
- c) Nanošenje premaznog materijala na površinu sa sadržajem vlage koja ne prelazi 10-12 % (ili po preporuci proizvođača) (Building and Construction Authority, 2004).

#### Načini popravljanja:

- a) Odrediti jesu li mjehurići uzrokovani toplinom ili vlagom. Pregledati podlogu i stražnju stranu filma premaza na kojemu je vidljiva greška (ili stražnju stranu oguljenog mjehura).
- b) Ako je samo najnoviji sloj premaza s greškom, mjehuranje je vjerojatno uzrokovano toplinom.
- c) Ako se oguljeni mjehur sastoji od nekoliko slojeva premaza i kada se otkrije površina drva, mjehuranje je vjerojatno izazvano vlagom (Dunn Edward's Paints, 2016).
- d) Upotreba razrjeđivača koji sporo hlapi.
- e) Ako se koriste lampe za grijanje ili sušilice, treba provjeriti je li pravilno postavljeno odgovarajuće vrijeme isključivanja (Mohawk Finishing Products, 2003).

Za mjehuranje uzrokovano toplinom:

- a) Ukloniti mjehure struganjem, brušenjem ili pranjem pod tlakom do temeljnog premaza.
- b) Premazivanje površine visokokvalitetnim vanjskim/unutarnjim premaznim materijalom (paziti da je temperatura površine ispod 32 °C).
- c) Prilagoditi premazni materijal uvjetima uporabe proizvoda (Dunn Edward's Paints, 2016).

Za mjehuranje uzrokovano vlagom:

- a) Popravljanje lošeg brtvljenja i poboljšavanje ventilacije zgrade kako bi se spriječio problem koji se ponavlja.
- b) Uklanjanje mjehurića struganjem ili brušenjem do površine drva.
- c) Površinu drva premazati visokokvalitetnim temeljnim premazom.
- d) Premazati površinu kvalitetnim premazom (Dunn Edward's Paints, 2016).
- e) Nanošenje premaza na površinu sa sadržajem vode koja ne prelazi 10-12 % (ili po preporuci proizvođača) (Building and Construction Authority, 2004).



**Slika 16.** Mjehurenje

(<https://www.woodfloorbusiness.com/troubleshooting/slab-moisture-heat-create-finish-blisters-in-a-floating-floor.html>)

## 5.16. Nastajanje mjehurića

Nastajanje privremenih ili stalnih mjehurića u nanesenom filmu (slika 17), koji mogu biti netaknuti ili slomljeni (ostavljaju krater). Ovu grešku možemo naći u predebelim filmovima laka, osobito ako se nanosi štrcanjem ili valjcima. Ova greška se ne smije miješati s mjehuranjem (MPI Group, 2016).

Ovaj fenomen je posljedica kemijske reakcije između dva premazna materijala ili između premaznog materijala i spojeva u drvu.

Da bi se sa sigurnošću odredio pravi razlog, preporučuje se ponavljanje cjelokupnog ciklusa obrade s istim proizvodima na drugoj površini. Ako se mjehurići ponovo pojave, znači da je problem u neslaganju korištenih proizvoda. U suprotnom, treba provjeriti da li se na originalno obrađenoj površini nalaze supstance koje je kontaminiraju (Jaić, 2004).

Uzroci nastajanja:

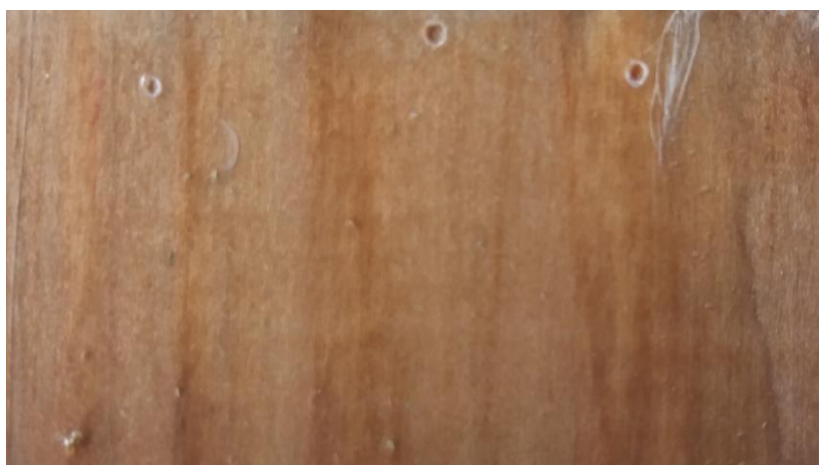
- a) Ulazak zraka tijekom miješanja premaznog materijala.
- b) Visoka temperatura okoline tijekom površinske obrade.
- c) Mjehurići se mogu vidjeti i kod tvornički nanesenih premaza gdje se nanošenje vrši potapanjem ili valjkom (MPI Group, 2016).
- d) Zrak, plin ili para su zarobljeni u porama drva, a premaz se suši prije nego se mjehurići mogu raspršiti.
- e) Mjehurići mogu biti uzrokovani curenjem zraka u pištolju ili crijevima (Mohawk Finishing Products, 2003).

Preventivne mjere:

- a) Prilagođavanje viskoznosti razrjeđivača kod nanošenja štrcanjem i slijeđenje zahtjeva na tehničkom listu za maksimalnu temperaturu nanošenja.
- b) Korištenje odgovarajuće opreme za miješanje kako bi se spriječio ulazak zraka u premazni materijal tijekom miješanja.
- c) Dodavanje sredstva protiv pjenjenja u emulzijske premazne materijale (MPI Group, 2016).

Načini popravljivanja:

- a) Ovisno o opsegu i jačini mjehurića, brušenje i uklanjanje sloja s greškom.
- b) Nanošenje tankog sloja premaza kao prvi sloj.
- c) Korištenje usporivača (sporog otapala) za usporavanje sušenja (MPI Group, 2016).
- d) Nanošenje premaznog materijala pri nižoj okolnoj temperaturi.
- e) Korištenje aditiva za protok premaznog materijala.
- f) Smanjivanje tlaka zraka (Mohawk Finishing Products, 2003).



Slika 17. Nastajanje mjehurića

### 5.17. Nastajanje rupičastih oštećenja

Tijekom nanošenja i sušenja premaznog materijala nastaju rupe u mokrom filmu uzrokovane mjehurićima zraka ili plina koji puknu. To dovodi do stvaranja malih kratera ili rupa koje se ne uspijevaju spojiti prije nego što se film premaza osuši ili otvrdne (slika 18).

Uzroci nastajanja:

- a) Zrak ili otapalo zarobljeni unutar filma premaza.
- b) Rupica može biti uzrokovana nepravilnim štrcanjem neodgovarajućim mješavinama otapala (MPI Group, 2016).
- c) Lak nije dovoljno razrijeđen.
- d) Otapala presporo hlape, tako da se površinski sloj premaznog materijala brže osuši od dubljih slojeva premaznog materijala. Otapalo izlazi iz dubljeg, još

uvijek vlažnog sloja, zbog čega se na površinskom dijelu koji je već suh pojavljuju rupe koje se ne mogu zatvoriti.

- e) Sloj laka je predebeo.
- f) Drvo je previše porozno, zbog čega previše upija lak (Jaić, 2004).

Preventivne mjere:

- a) Korištenje ispravne tehnike nanošenja s prikladno formuliranim premaznim materijalima.
- b) Korištenje ispravne mješavine otapala, te ispravnih okolišnih uvjeta u lakirnici.
- c) Provjera opreme za štrcanje i udaljenosti mlaznice pištolja od površine (MPI Group, 2016).

Načini popravljanja:

- a) Brušenje i čišćenje površine i nanošenje odgovarajućeg premaznog materijala (MPI Group, 2016).
- b) Razrjeđivanje laka ili povećanje finoće raspršivanja.
- c) Korištenje brzo isparavajućih razrjeđivača.
- d) Nanošenje tanjeg sloja laka.
- e) Površinu treba lako prelakirati, prvi sloj mora biti dovoljno razrijeđen (Jaić, 2004).



**Slika 18.** Nastajanje rupičastih oštećenja

(<https://www.popularwoodworking.com/woodworking-blogs/flexner-on-finishing-application-problems/>)

## 5.18. Nedovoljna prekrivenost

Nedovoljna prekrivenost je neuspjeh osušenog premaza da zatamni ili „sakrije“ površinu na koju se nanosi, što je vidljivo na slici 19 (Dunn Edward's Paints, 2016).

Poslije lakiranja može se vidjeti boja temeljnog sloja ili drva, čak i ako je nanijeta pravilna debljina premaza.

Ovaj nedostatak često se javlja kada se na tamnim površinama koriste sjajni lakovi svjetlijih tonova. Ponekad problem leži u nedovoljno homogeniziranom (promiješanom) laku ili u previše razrijeđenom laku. Ako je priprema napravljena na pravi način, onda je vjerojatno lak loše kvalitete i s malo pigmentata, tako da nije u stanju dobro pokriti površinu.

Da bi se ovaj nedostatak otklonio, temeljni sloj bi trebao biti slične boje kao završni lak (sloj) (Jaić, 2004).

Uzroci nastajanja:

- a) Prekomjerno razrjeđivanje laka ili razlijevanje laka po površini.
- b) Korištenje alata niske kvalitete (pogrešna tvrdoća valjka).
- c) Korištenje laka niske kvalitete (Dunn Edward's Paints, 2016).
- d) Nanošenje premaznog materijala na vrlo vruće i glatke površine koje imaju tendenciju da uzrokuju otjecanje premaznog materijala.
- e) Sporo isparavanje otapala.
- f) Nepravilno raspršivanje.
- g) Mala debljina filma (Fitzsimons, 2012).

Načini popravljivanja:

- a) Nanošenje još jednog sloja laka (ne previše razrijeđenog).
- b) Upotreba kvalitetnog alata, te ispravne tvrdoće valjka (Dunn Edward's Paints, 2016).
- c) Korištenje otapala koja brže isparavaju.
- d) Podešavanje opreme za raspršivanje.

- e) Nanošenje više laka u više prolaza raspršivačem (Fitzsimons, 2012).



**Slika 19.** Nedovoljna prekrivenost

## 5.19. Tragovi kista

Tragovi kista se pojavljuju kao nepoželjni grebeni i brazde koji ostaju u suhom premazu nakon nanošenja kistom, kao što je vidljivo na slici 20, gdje film premaza nije izašao. Može se vidjeti kao uzorak u obliku križića, gdje su slojevi nanoseni u suprotnim smjerovima.

Uzroci nastajanja:

- a) Prevelika viskoznost premaznog materijala
- b) Neadekvatno miješanje ili loša tehnika nanošenja.
- c) Premaz ima loša svojstva niveliranja.
- d) Nanošenje premaznog materijala nakon što je isteklo otvoreno vrijeme (*pot life*)

Preventivne mjere:

- a) Korištenje odgovarajućeg kista za određeni premaz i nanošenje premaznog materijala odgovarajućoj debljini.
- b) Upotreba premaznog materijala unutar propisanog otvorenog vremena.

Načini popravljivanja:



- a) Temeljito odstraniti premaz i brušenje površine.
- b) Nanošenje premaza odgovarajuće viskoznosti (MPI Group, 2016).



**Slika 20.** Tragovi kista

## 5.20. Zrna prašine u laku

Nakon završetka lakiranja, površina ostavlja dojam hrapavosti.

Taj se problem može pojaviti kada prekomjerno raspršene kapljice padnu na svježe lakiranu površinu (dok je još mokra) pošto su se prethodno osušile, ili zbog prašine iz okruženja (slika 21). U prvom slučaju problem se rješava ograničavanjem količine magle koju stvara lak. To se može postići korištenjem učinkovitije opreme ili povećanjem snage ventilatora, kako bi se iz okoline uklonio višak prekomjerno raspršenog laka.

U drugom slučaju, problem se rješava korištenjem specijalnih efekata koji smanjuju dojam loše završne obrade, primjenjivanjem niza metoda za eliminiranje prašine iz okruženja ili ograničavanjem količine prašine koja pada na površinu.

Da bi se smanjila količina prašine zarobljene na površini lakiranih predmeta, ili da bi se ona eliminirala iz okruženja, treba koristiti:

- a) Lakiranje na odgovarajućim mjestima. Ta područja moraju biti odvojena od proizvodnih odjela i moraju imati čisti i za to predviđeni pod.
- b) Vlaženje poda, kako bi zadržao prašinu.

- c) Antistatička abrazivna sredstva za brušenje. Tijekom brušenja, razvoj energije može uzrokovati elektrostatičke naboje na površini, što može privući prašinu. Uvijek prije lakiranja potrebno je obrisati predmet krpom koja ne skuplja prašinu.
- d) Filtrirani komprimirani zrak, kako bi se spriječilo da se s raspršenim zrakom širi i prašina (Jaić, 2004).



**Slika 21.** Zrna prašine u laku

## 6. ZAKLJUČAK

Greške lakiranja drva su veoma česta pojava u površinskoj obradi, a uzroci nastajanja grešaka mogu biti različiti kao npr. vrsta drva koja se koristi, način nanošenja premaznog materijala, sušenje premaznog materijala, priprema površine, loša adhezija, temperatura i relativna vlaga zraka te i sam premazni materijal zbog svojih sastojaka i karakteristika.

Premazni materijali se razlikuju po svojoj primjeni za interijer i eksterijer, te su napravljeni tako da budu kompatibilni za različite uvjete primjene (npr. mjesta izložena sunčevom svjetlu, mjesta gdje su izražene temperaturne promjene, promjene relativne vlage zraka i sl.). Za premazne materijale također je vrlo bitan odabir otapala i razrjeđivača jer oni održavaju čestice pigmenata u tekućem stanju, kao i korištenje ispravnih tehničkih specifikacija kako bi se dobila odgovarajuća viskoznost premaznog materijala te se izbjegle greške poput nastajanja curaka, nastajanja pukotina, nedovoljne pokrivenosti i sl. Jedan od bitnih čimbenika je i pravilna obrada površine na koju se nanosi premazni materijal. Ako površina nije pravilno obrađena ili se novi sloj nanosi na postojeći sloj premaza, može doći do loše adhezije prema podlozi ili između slojeva. Zbog navedenih razloga vrlo je bitan odabir pravilnog premaznog materijala koji se iz tekućine treba pretvoriti u čvrsti film, pravilan odabir otapala ili razrjeđivača te pravilna obrada površine.

Svaki premazni materijal reagira na promjene temperature u okolini i na promjenu relativne vlage zraka. Premazni materijali imaju svoju minimalnu i maksimalnu temperaturu nanošenja na koju treba obratiti pozornost kako bi se izbjegle greške poput nastajanja pukotina, nabiranja, formiranja mjehurića i sl. Da bi se izbjegle navedene greške potrebno je prilikom nanošenja obratiti pozornost na propisane temperaturne intervale za pojedine premazne materijale. Povišena temperatura radnog prostora također utječe na promjenu temperature premaznog materijala jer se ta promjena odražava na viskoznost premaznog materijala, te prilikom nanošenja štrcanjem može doći do pojave određenih grešaka. Relativna vlaga zraka radnog mjesta mora se držati između 30 i 70 % jer svako odstupanje od tog intervala dovodi do pojave različitih grešaka. Što se tiče vlažnosti podloge, uobičajeno je da se ona kreće između 10 i 12 %, a svako odstupanje dovodi do pojave grešaka poput promjene boje, mjehuranja, ljuštenja i sl.

Važnu ulogu u površinskoj obradi imaju i radnici koji moraju imati znanja i iskustva u poslovima nanošenja premaznog materijala na određenu površinu. Ljudski faktor može dovesti do nastajanja grešaka kao što su tragovi od kista i sl. Svaka osoba koja radi s premaznim materijalima mora biti kompetentna i mora prepoznati kada će i zbog čega će doći do nastajanja određene greške lakiranja, te mora poznavati preventivne mjere koje služe za sprječavanje nastajanja tih grešaka.

Greške lakiranja se ne smiju zanemarivati jer one svojim karakteristikama i izgledom smanjuju kvalitetu i dugotrajnost premaza te umanjuju vrijednost konačnog proizvoda. To su činjenice koje govore zašto je dobro poznavati uzroke nastajanja pojedinih grešaka te koji su najbolji načini sprječavanja ili popravljivanja tih grešaka, uz što manji novčani i vremenski gubitak. Svako novo istraživanje i prikupljanje podataka može biti presudan faktor prilikom sprječavanja ili popravljivanja pojedine greške, stoga je važno educirati se i svakodnevno primjenjivati stečena znanja.

## 7. LITERATURA

1. Jaić, M.; Živanović-Trbojević, R. Površinska obrada drveta. Beograd: Zavod za grafičku tehniku TMF, 2000.
2. Jaić, M. Priručnik za lakiranje drva. Beograd: Zavod za grafičku tehniku TMF, 2001.
3. Ljuljka, B.; Jirouš-Rajković, V. Osnove površinske obrade drva. Zagreb: Sand d.o.o., 2005.
4. Ljuljka, B. Površinska obrada drva. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, 1990.
5. Weldon, D.G. Failure Analysis of Paints and Coatings. Chichester, UK: John Wiley & Sons Inc, 2009.
6. Fitzsimons, B. Fitz's Atlas of Coating Defects. Hampshire, UK: MPI Group, 2012.
7. Jaić, M. Greške lakiranja drva i moguća rješenja za njihovo eliminiranje. Prerada drveta Br.7-8, 2004.
8. Beetsma, J.,2011: Understanding Coating Film Defects. Special Chem, Sep 26,2011.
9. \*\*\*Dunn Edward's Paints, Paint Problems and Solutions, 2016. (<https://de-production-media.s3.amazonaws.com/loft/1985/DE-Paint-Problems-and-Solutions-Brochure.pdf>, 15.07.2019.)
- 10.\*\*\*MPI Group, Index of Coating Defects, 2016.  
(<http://www.mpigroup.co.uk/publishing/fitzsatlasofcoatingdefects/translation/4coatingdefects/>, 15.07.2019.)
- 11.\*\*\*Building and Construction Authority, Good Industry Practices – Painting, 2014.  
(<https://www.bca.gov.sg/Professionals/lquas/gpgs/Painting/PCommondefects.pdf>,15.07.2019.)

- 12.\*\*\*AKZO Nobel, Industrial Finishing – Wood Facts and Figures, 2010.  
(<https://www.akzonobel-woodcoatings.com/downloads.html#.XW4oOCgzbc>,  
15.07.2019.)
- 13.\*\*\*Mohawk Finishing Products, Solving common wood finishing problems,  
2003.  
([https://www.mohawkfinishing.com/mhk\\_cds/PFS\\_Problem\\_Solver/Solving%20Common%20Wood%20Finishing%20Problems.pdf](https://www.mohawkfinishing.com/mhk_cds/PFS_Problem_Solver/Solving%20Common%20Wood%20Finishing%20Problems.pdf), 15.07.2019)

#### JEDINICA S INTERNETA (linkovi za slike)

1. <https://www.ppgpaints.com/pro/pro-painting-tips/how-to-fix-alligatoring-with-paint> 19.08.2019
2. <https://www.popularwoodworking.com/woodworking-blogs/flexner-on-finishing-application-problems/> 19.08.2019
3. <https://www.woodfloorbusiness.com/troubleshooting/slab-moisture-heat-create-finish-blisters-in-a-floating-floor.html> 19.08.2019
4. <http://www.daryatamin.com/uploads/Books%20File/Fitz's%20Atlas%20of%20coating%20defects.pdf> 19.08.2019