

1506

E. 99

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO  
PRIBIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

VPLIV TEMPERATURE LESA IN TEMPERATURE  
NC-LAKOV NA RACIONALIZACIJO POVRŠINSKE  
OBDELAVE IN KVALITETO PROIZVODOV LESNE  
INDUSTRIJE

LJUBLJANA, 1975

Ox/ 829.17

Inštitut za goščvo in lesno gospodarstvo  
pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani



2021 II J

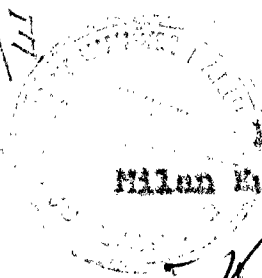


VPLIV TEMPERATURE LESA IN TEMPERATURE  
NO - ZAKOV NA RACIONALIZACIJO POVRŠINSKE  
ORDELAVE IN KVALITETO PROIZVODOV LESNE  
INDUSTRIJE



02 / 11

Ljubljana, 1975 ✓



Direktor:  
Milan Kuder, dipl.ing.

*Kuder*

**Naloga :**

**Vpliv temperature lesa in temperature NO-lakov na racionalizacijo površinske obdelave in kvaliteto proizvodov lesne industrije.**

**Prevzemnik naloge:** Inštitut za goščno in lesno gospodarstvo pri BF, Ljubljana, Večna pot 30

**Nosilec naloge:** Mag. Slavko Mihovec, dipl.ing.

**Sodelavci:**  
Roman Dekleva, strok. sodel.  
Zorut Krišej, strok. sodel.  
Tone Šolar, ing.les.ind.

**Naloga financiral:** Sklad Borisa Kidriča  
Raziskovalna skupnost Slovenije

UDK 634.o.829.17

VPLIV TEMPERATURE LAKA IN TEMPERATURE NC - LAKOV NA  
RACIONALIZACIJO PОВRŠINSKE OBDELAVE IN KVALITETO  
PROIZVODOV LESNE INDUSTRIJE

Slavko BIRJUG

Synopsis

Pri površinski obdelavi lesa s NC-laki velja empirična ugotovitve, da je za to delo potrebna optimalna temperatura 20°C. Pri obdelavi lesa v lesnoindustrijskih obratih pa se dogaja, da od tega načela odstopamo, kar ima lahko za posledico tudi slabšo kvaliteto površine.

Ugotovitve v nalogi potrjujejo to domnevo, ki je direktno vezana na spremembo temperature tako laka, kakor lesa. Iz dela je možno razbrati, da največji vpliv v zvezi s kvaliteto vsekakor odpade na penetracijo laka in s tem na bolj tesno povezavo med lesom in lakom.

DER EINFLUSS DER TEMPERATUR VON NITROZELLULOSE-LACKEN UND HOLZ AUF DIE RATIONALISIERUNG DER OBERFLÄCHENBEHANDLUNG UND DIE QUALITÄT DER HOLZINDUSTRIEPRODUKTE

Zusammenfassung

Bei der Oberflächenbehandlung des Holzes mit Nitrozellulose-Lacken gilt die empirische Feststellung, dass für die Arbeit mit ihnen die optimale Temperatur von 20°C nötig ist. In den holzbearbeitenden Betrieben kommt es öfters vor, dass wir beim Behandeln des Holzes mit Nitrozellulose-Lacken abweichen von diesem Prinzip, und daraus kann es dazu kommen, dass die Qualität der lackierten Flächen schlechter ausfällt.

Die Feststellungen bei unserer Arbeit haben die Richtigkeit unserer Voraussetzungen bestätigt und gezeigt, dass diese Erscheinung direkt von der Temperatur des Lackes und des Holzes abhängig ist. An Hand unserer Arbeit kann man feststellen, dass für die Qualität der behandelten Oberflächen besonders wichtig das Eindringen des Lackes in das Holz ist, damit eine gute Haftung zu erreicht wird.

## VERZIJNA :

	Stran
1.0 UVOD	1
2.0 NAMEN RAZISKAVE	3
3.0 METODE DELA	8
3.1 Lek	9
3.2 Priprava podlage	9
3.3 Metode nanašanja	10
3.4 Metode merjenja	11
4.0 REZULTATI PREISKAVE	26
4.1 Rezultati meritov SKUPINA "A"	30
4.2 Rezultati meritov SKUPINA "B"	37
4.3 Rezultati meritov SKUPINA "C"	44
4.4 Rezultati meritov SKUPINA "D"	51
4.4 Rezultati meritov SKUPINA "E"	58
5.0 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	65
5.1 Obdelava numeričnih podatkov	68
5.2 Obdelava opianih podatkov	82
6.0 DISKUSIJA	

## LITERATURA

## 1.0 UVOD

Podatki o izvozu industrijskih proizvodov iz SR Slovenije za zadnja leta kažejo, da se je le-ta z napredujočo industrijalizacijo zelo povečal. Na lestvici izvoza industrijskih izdelkov iz naše republike zavzema lesna industrija vidno mesto. Glavna komponenta, ki dviga vrednost izvoza njenih izdelkov, je brez dvoma industrija finalnih lesnih proizvodov, zlasti pohištva. Vprašanje, ali bo to s temi proizvodi konkurenčni na tujih tržiščih tudi v bodoče, je odvisno od njenega nadaljnjega razvoja, zlasti od njenih sposobnosti sprejemanja vseh novosti iz svetovnih tendenc tehnološko-organizacijskega napredka.

Površinska obdelava lesa je v pohištveni in tudi v drugih panogah lesne industrije ena izmed najvažnejših tehnoloških področij. Kot nekaka krona predhodnim tehnološkim operacijam pomaga skoraj vsom izdelkom lesne industrije izoblikovati njihovo končni zunanje lice. Foudaritni pa moramo predvsem vse lepoto teksture in barve lesa, kar včasih odločilno vpliva na uporabnika - laika, ko si opremilja s pohištvom stanovanjske in druge prostore.

Površinska obdelava lesa ima tudi važne zaščitne vloge. Človek preživi dobri dve tretjini življenja v stanovanjskih ali drugih prostorih, opremljenih s pohištvom ali drugimi proizvodi lesne industrije. Pohištvo je v prostorih izpostavljeno obrabi, prahu, zelo različnim klimatskim razmeram itd. Dobra površinska obdelava mora izdelke pred tem zaščititi in mora biti kos tudi največjim tovrstnim obrambnim zahtevam, oziroma zahtevam.

Odločilno vpliva površinska obdelava lesa tudi takrat, ko je treba določevati tržno vrednost izdelkov. Pohištvo, pa čeprav izdelano iz najbolj kakovostnih materialov, ne more imeti večje tržovske vrednosti, če je bilo po površini neprimerno, površno ali pomanjkljivo obdelano. Nasprotno pa pravilna površinska obdelava včasih <sup>ustvarja</sup> plemenito zunanost in s tem večje tržno vrednost tudi proizvodom iz manj kakovostnih lesov.

Torej mora površinska obdelava lesa izpolnjevati hkrati več nalog:

- poudarjati vso naravno lepoto lesa,
- ustvarjati na njen površine, odporne proti mehanskim in kemičnim vplivom,
- povečevati močnosta, da se izdelki uveljavijo na domačem in na tujih tržiščih pod ekonomsko čim ugodnejšimi pogoji.

Is navodenega sledi, da je zelo važno za posamezne izdelke izbrati pravilen postopek pri površinski obdelavi lesa. Zato morajo strokovnjaki dobro poznati vsak svoje področje, kajti treba je uskladiti več faktorjev, kot so npr. želje odjemalcev, stanje in potrebe tržišč, ureditev in opremo oddelka za površinsko obdelavo v lastnem obratu, usposobljenost delavstva, vrsto in kvaliteto uporabljenih materialov, itd.

Kot je že omenjeno, brez dvoma sodi med dejavnike, ki uveljavljajo proizvodnjo naše lesne industrije na domačem in tujih tržiščih tudi njihov estetski videz, dosežen s kvalitetno površinsko obdelavo. Če izvzamemo obloge s laminati, oziroma s sintetičnimi folijami, uporabljajo naša lesna industrija za finaliziranje svojih izdelkov, slasti pohištva, najrazličnejša sodobna premasna sredstva. Sodobne tehnike površinske obdelave lesa so s nivojski materiali, stroji in napravami temeljito posegle v njeno bistvo. Zaradi racionalizatorskih imperativov pohištvene industrije imamo danes cel niz novih sistemov in postopkov površinske obdelave.

Vkljub temu pa nitrocelulozni laki še vedno zavzamejo med njimi važno mesto, saj naša lesna industrija glede na količine uporablja preko 50 % lakov zgrajenih na nitrocelulozni osnovi. Zaradi specifičnosti svoje zgradbe omogočajo ti laki zelo racionalno delo, slasti na sodobnih lakirnih progah, kvaliteta obdelanih površin pa še vedno zadovoljuje vsem zahtevam domačega in tujih tržišč.

## 2.0 NANEH RAZISKAVE

Statistični podatki o vrednosti izvoza finalnih izdelkov lesne industrije za obdobje od 1. 1948 do 1967 in naprej do 1. 1974 dokazujejo, da so vodilni kadri že od vsega začetka imeli jasno zastavljene cilje ter da so v njih izpolnitev vložili ogromne napore. Iz Slovenije nismo izvozili leta 1948 še skoraj nobenega finalnega izdelka s področja lesne industrije. Leta 1951 je finalna obdelava lesa udeležena pri izvozu le s skromnimi 4 %. Skrb za napredek, šolanje kadrov in izpopolnjevanje tehnoloških procesov pa je kmalu pokazala pričakovani uspeh. V letu 1967 zavzema finalna predelava lesa že 45 % celotnega izvoza lesne industrije SR Slovenije, in se ta procent iz leta v leto povečuje.

Posebna skrb je bila od vsega začetka posvečena izpopolnjevanju tehnologije predvsem v fazi površinske obdelave izdelkov. Od nje je namreč odvisen prvi, včasih odločilen vtis o estetski in celotni vrednosti proizvoda. Težave, ki jih je bilo treba premagovati na tem področju so bile številne in vas razvoj kaže, da se ne bodo še tako kmalu polegla. Iz stoletnih ustaljenih tehnik, je lesna industrija v zadnjih 25 letih na področju površinske obdelave lesa z vrtoglavo naglavo prehajala na nove materiale in njihove tehnologije. Novi materiali in nove metode dela v površinski obdelavi so stalno zahtevali spremembe in tudi stalno obnavljanje pogojev obratovanja, oziroma prilagajanja obratovalnih prostorov. Kljub vsem prizadevanjem pa na tem področju še danes ni doseženo idealno stanje; še več, jasno nam je, da idealnega in končnega stanja ne moremo nikoli doseči.

Ključaj dela je zahteval kot posebno novost ustanovitev obratnih laboratorijev, v katerih se morajo stalno kontrolirati tako materiali, ki bodo uporabljeni v proizvodnji, kakor tudi kvaliteta površinske obdelave na končnih izdelkih. Uspeh takega laboratorijskega dela pa je silno skromen, čeprav izredno pozitiven, kajti njegov obseg dela koristi samo pospeševanju oziroma bolj kontroliranju obstoječe proizvodnje. Z razvojem petrokemije prihaja dnevno na trg veliko novih materialov, ki direktno vplivajo, oziroma so povezani s površinsko obdelavo v lesni industriji, vendar



jih je nemogoče obvladati v takem obratnem laboratoriju. Včasih pa so ravno te novitete odločilnega pomena za kvaliteto in ceno proizvodov, zato bi bilo posebno ugotavljati njih vrednost v laboratorijih lesne industrije. Sistem raziskovalnega dela na tem področju in kontrolnega dela za ugotavljanje kvalitete proizvodnje bo treba šele postaviti in s medsebojnimi dogovori med proizvajalci in uporabniki tudi utrditi.

Iz sodelovanja s našo lesno industrijo in izkušnjaj pri reševanju najrazličnejših tehniških in tehnoloških problemov površinske obdelave izdelkov, smo dobivali resne sugestije za usmerjanje, oziroma vsklajevanje našega dela s neposrednimi terenskimi potrebami. Med mnogimi problemi je bilo treba načeti predvsem zelo posebno vprašanje o pravilni uporabi nitroceluloznih lakov, oziroma poiskati vzroke, zakaj prihaja do napak pri delu s njimi. Med prvimi vzroki smo ugotovili preveč empirično gledanje na klimatske razmere v katerih se take laki, kakor tudi obdelovanci na katere bo lak nanešen deponirajo. Vplivov, ki ga imajo ekstremno nizke ali visoke temperature pri vskladiščenju osnovnih materialov za nadaljnjo obdelavo, pa bi ne smeli zanemarjati. Raziskava v tej smeri lahko odgovori na številna vprašanja zakaj se nastale napake. Taka raziskava mora biti pri tem pravilno in strogo znanstveno fundirana, ter ne trpi nikakršnih improvizacij. Zanimivo pri tem je, da pri pregledu domače in svetovne literature s tega področja nismo našli nobenih resnih teoretskih razglabljanj o vplivu temperaturnih sprememb na kvaliteto površinske obdelave lesa. Našli smo mnogo prakticističnih podatkov za delo s laki v lesni industriji, vendar nebenega temeljitega obravnavanja tega problema.

Vodilna misel, ki nas je pripeljala do naše raziskave pa ni bila samo obdelava nitroceluloznih lakov s stališča njihove empirično-practicistične uporabe. Ugotovili smo namreč, da velja kot optimalna temperatura za delo s nitroceluloznimi laki temperatura ca. 20°C, ki so jo v lesarskih proizvodnih obratih sprejeli na osnovi nasvetov proizvajalcev lakov. To temperaturo naj bi imeli laki, materiali na katere lak nanašamo in prostori v katerih delamo s njimi. O kaki spodnji ali gornji temperaturni meji za

uporabo nitroceluloznih lakov, ki so predmet te raziskave pa ni nikakršnih podatkov in prevladujejo le empirična predvidevanja. Trdnih dokazov o nujnosti temperature  $30^{\circ}\text{C}$  za dale ni, prav tako ni predlogov za skrajne neje nizke oziroma visoke temperature. Podatkov o raziskavah kvalitete površine v različnih temperaturnih območjih, ki bi potrdili ali ovrgli to verjetno empirično ugotovitev nismo nikjer zasledili. Varočki za tako stanje so najbrž v razvoju površinske obdelave lesnih proizvodov, ki pa je temeljila le na praktičnih izkušnjah. S tem ne moremo zanikati točnosti teh podatkov, pa kakor koli so bili dobljeni, želeli bi dobiti s raziskovalnim delom potrditev tega stanja, ali pa dokaz o zmotnosti te trditve.

Do pred dvesti desetletji so bili edino nitrocelulozni laki sposobni za industrijsko uporabo in to za prozorna lakiranja lesnih izdelkov namenjenih za notranjo uporabo, to je predvsem pohištvo. Industrijski način obdelave je sčasoma zahteval hitrejši tempo razvoja tudi na področju površinske obdelave. S nitroceluloznimi laki v takratni izvedbi je bilo potrebno večkratno nanašanje (sloj na sloj) in vsakokratno precej dolgo vmesno sušenje preden se je dosegla zaželjena debelina suhega filna laka. Zaboljšanje tega stanja se je razvila nova tehnika nanašanja nitroceluloznih lakov, takojimeno "vroče briganje". Pri tej obdelavi se je lak v času nanašanja segrel na temperature do  $30^{\circ}\text{C}$ , kar je omogočilo predvsem večje nanes, to pa je občutno znižalo stroške obdelave. Pri nadaljnjem iskanju novih materialov za površinsko obdelavo lesa so se pojavili še poliestrski in polikondenzacijski laki, s njimi pa tudi nove nanašalne tehnike. S tem je bil za kratek čas zavrt razvoj uporabe nitroceluloznih lakov.

Od prvotnih "čistih" nitroceluloznih lakov so se s razvojem ustreznih smol pričeli razvijati kombinirani laki. Nitrocelulozo pomešano s ustreznimi smolami so dali filmom laka nove prednosti, izboljšale sose njihove tehnične lastnosti in tehnična uporabnost. Hkrati s uporabo nitroceluloze v tehnične namene, je kemična industrija razvijala različne tipe nitroceluloze in s tem nitrocelulozne lake s večjim procentom suhih sestavin. Naj omenimo še, da se danes nitrocelulozni laki še kombinirajo s različnimi reaktiv-

nimi komponentami, kislinski, isocianati, itd. Taka kombinacije dajejo lake, ki jih lahko uporabljamo za lakiranje na sodobnih lakirnih progah. Taki kombinirani laki dajejo osušeni izredno obstojne filme. Končni efekt takih nitroceluloznih kombiniranih lakov na lakiranih površinah se zelo približuje efektom, ki jih dobimo pri obdelavi površin s dvokomponentnimi laki.

Danes obdeluje naša lesna industrija še vedno velik del svojih izdelkov s nitroceluloznimi laki, kar nam priča dejstvo, da uporablja še vedno preko 50 % nitroceluloznih lakov. Sistemi obdelave so večinoma grajeni na dveh nivojih, kar je pri prej omenjeni temperaturi okoli 20°C zelo enostavno. Brez presenečenja pa tudi tukaj ne gre in ko se pojavijo skoraj vedno ugotovimo, da vsem napakam botrujejo neprimerne atmosferske prilike pri obdelavi. Izzivi teh neprilik pa so lahko zelo različni. Eden od razlogov je, da je verjetno neorisan v skladiščanju, oziroma nezadostna pozornost pri pripravi teh lakov za nadaljnjo uporabo. S tem mislimo na skrb za pravilno temperaturo laka ob uporabi.

Lesna industrija uporablja torej še vedno v velikih količinah nitrocelulozne lake. Za nemoteno delo pa mora imeti vsak obrat na zalogi večje količine teh lakov. Te zaloge so skladiščene v drugačnih klimatskih razmerah, kot zahtevajo predpisi za delo s laki. Sicer je pravilno, da so temperature ob skladiščanju nižje, kajti pri velikih količinah nitroceluloznega laka lahko pride do vžiga. To zahtevajo požarna varnostni predpisi. Vendar pa se dogaja, da lak nepredvidoma pride tudi v prostore s višjimi, oziroma previsokimi temperaturami. Ravno tako tudi obdelovanci iz lesa različno reagirajo na temperaturne spremembe. Eto je v tem primeru razumljiva zahteva po vedno enaki temperaturi in vlažnosti, kar v obdelovancih iz lesa vsebuje konstantno ravnotožno vlažnost.

Takšno stanje naj bi bilo normalno v času skladiščanja laka, oziroma lesa. V tem primeru torej naj velja načelo, da je lak skladiščen v hladnem prostoru iz varnostnih razlogov. Les naj bi bil vsekoli v normalnih klimatskih pogojih, s čemer vsebuje pravo ravnotožno vlažnost.

Take idealne pogoje pa le težko vzdržujemo v celotnem tehnološkem procesu predelave in zaradi zato taliko več pozornosti posvetiti pravim klimatskim pogojem v dveh oddelkih tovarn lesne industrije. Ta dva oddelka sta oddelk za lepjenje lesa in oddelk za površinsko obdelavo lesa. Ker pa ni dovolj samo brezten vpliv klime in temperature na lak in les je treba les najprej kondicionirati, lak pa segreti ali ohladiti na delovno temperaturo  $20^{\circ}\text{C}$ .

Čeprav se nitrocelulozni laki sušijo fizikalno, domnevamo na podlagi naših izkušenj, da pri delu s njimi temperaturne razlike neposredno vplivajo na kvaliteto filmov teh lakov, s katerimi so prevlečeni lakirani izdelki. Do nekih številčnih dokazov se pravilnost naših domnev nismo prišli niti pri proizvajalcih lakov, niti pri uporabnikih. Težava na tem področju tičijo verjetno v recepturah in velikem številu tipov nitrocelulozних lakov.

Vplivi temperature na fizikalno-kemične lastnosti tekočih nitrocelulozних lakov, npr. viskoznost, penetracijo, hitrost sušenja, itd. so v lesni industriji empirično dovolj znane za uspešno delo s njimi. Zelo malo pa je znanega o vplivih naštetih dejavnikov na strjene filme nitrocelulozних lakov. S ozirom na vse te nejasnosti, smo si zadali nalogo, da s preskusi in meritvami ugotovimo obnašanje nitrocelulozних lakov v kritičnih skrajnih toplotnih mejah obdelave od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ . Preskušanje za naše delo smo si pripravili s tehniko brižganja na les bukve (*Fagus silvatica* L.). Vzorci lesa so bili normalno pripravljene in brušene in prav tako izpostavljeni vplivom toplote od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Na presušenih filmih laka smo nato izvršili meritve njihovih mehanskih lastnosti (trdota, elastičnost, sijaj, odpornost na udarce, odpornost na obrabo, itd.). Na podlagi vseh izvršenih meritev smo prišli do zaključkov, iz katerih se jasno vidi kakšen je vpliv temperatur na nanesene nitrocelulozne lake, kakšen je vpliv temperatur podlage na katero je bil nanesen nitrocelulozni lak in na kvaliteto končno obdelanih suhih filmov laka.

### 3.0 METODE DELA

Da smo lahko obdelali vzorec, ki se osnova za ugotavljanje kvalitete površinske obdelave lesa je bilo treba določiti točno metodo dela in izbrati pravilne aparature za preiskušanje. Pod metodo dela razumemo celotni sistem od izbire vzorcev, materiala in pogojev dela pri obdelavi vzorcev, pa do merjenj ob točno določenih pogojih.

Kot osnova za delo nam je služil "Laboratorij za površinsko obdelavo lesa" na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, ki si še od ustanovitve dalje prizadeva usmeriti svoje delo za potrebe naše razvijajoče se lesne industrije. Vsakdanja praksa in dolgotrajno sodelovanje s našimi lesno-proizvodnimi podjetji se potrdili pravilnost te usmeritve. Na našo ustanovo se stalno obračajo tehnični vodje površinske obdelave, npr. ko se pojavijo napake pri obratovanju, ali pa se s svojimi kontrolnimi pregledi ugotovili odstopanja od prej sestavljenih ciljev. Tako smo že neštetokrat pomagali pri reševanju problemov tekoče proizvodnje in sodelovali pri uvažanju novih materialov in novih tehnologij. S takim terenskim delom, torej neposrednim kontaktom v obratih, smo si pridobili temeljit vpogled v potrebe naše lesne industrije in v šibke točke njene površinske obdelave.

Nitrocelulozni laki se v lesni industriji, zlasti pohištveni stroki, uporabljajo za finaliziranje izdelkov in to še vedno v velikih količinah. Pri fazi površinske obdelave lesa pa bi bilo treba, kot je omenjeno že v prejšnjem poglavju, klimatizirati lakirnice, oziroma obratovalne prestore. Še več, treba bi bile posvetiti dosti več pozornosti klimatskim razmeram v prostorih, kjer so materiali za površinsko obdelavo shranjeni. Praviloma bi morali biti vsi prostori celo leto klimatizirani na sesteveno klimo, t.j. temperaturo  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , in relativno zračno vlago  $60\% \pm 5\%$ . Prostorji, kjer je shranjena večja količina laka, pa bi iz varnostnih razlogov morali imeti nižjo temperaturo.

Oprave za vzdrževanje take klime pa znore le malokateri obrat, tako se opravlja delo s laki, tudi nitroceluloznimi, v najrazlič-

najših klimatskih razmerah. Glede tega nitrocelulozni niso ravno najbolj zahtevni in prenosajo dokaj velika odstopanja od idealnih zahtev, svede pa ima tudi to svoje meje. Praktiki to njihovo lastnost dokaj dobro poznajo in jih znajo zato prilagoditi dejanskim klimatskim razmeram, ki vladajo v obratovalnih prostorih. To prilagajanje pa sloni samo na empiričnih dognanjih, kaj pa se pri delu s laki dogaja, marsikomu ni popolnoma jasno, kljub temu, da je odgovoren za njihovo uporabo v proizvodnji.

Naša naloga naj bi poskusila to vrzel vsaj delno izpolniti in osvetliti s rezultati, dobljenimi na šim bolj dosleden in znanstveno-raziiskovalno neoporečen način. Zato smo za preiskovanje vpliva temperaturnih sprememb na nitrocelulozne lake ob nanašanju po površine lesa izbrali nekatera ekstremna odstopanja od idealnih klimatskih razmer. Delo s filmi in mehanske lastnosti ustvarjenih filmov laka smo nato primerjali s filmi istega laka, obdelanega v normalnih pogojih.

### 3.1 Lak

Za svoje delo smo nabavili nitrocelulozni lak v eni izmed trgovin trgovske mreže v Ljubljani. Nato smo najprej v normalnih klimatskih prilikah izmerili njegovo viskoznost po Fordu (F/4 - 20°C), oziroma po normi DIN 53 211, ki je znašala 46 sek. S nadaljnjimi meritvami laka ohlajenega na nižje, oziroma segretega na višje temperature smo nato ugotavljali naraščanje oziroma padec njegove viskoznosti. Te meritve so bile osnova za izračunavanje potrebne količine nitrorazredčila, za prirejanje laka na enotno viskoznost nanašanja. Ker smo vršili nanos laka s tehniko našanja - briiganje, mora biti ob tem viskoznost laka 25 sek F/4 - 20°C. To je bila osnova za nanašanje, ki pa je bila ravno zaradi različne temperature laka dejansko drugačna od zahtevane, torej je bilo treba dodajati različno količino nitrorazredčila za dosego iste viskoznosti.

### 3.2 Priprava podlage

Preiskovane desčice smo pripravili iz masivne neperjene bukovine (*Fagus sylvatica L.*) standardnih velikosti za izbrano metodo

merjenja, vendar enotne za serije filmov, dobljenih v vseh petih različnih pogojih nanašanja. Za nekatero serije smo pripravili preiskovalce na steklu. Lesene preiskusne desčice smo pred uporabo izpostavili tri tedne v klimatizirani komori naslednjim klimatskim razmeram: temperatura  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  in relativna zračna vlaga  $60\% \pm 5\%$ . S tem smo si ugotovili enotno vlažnost lesa 9%.

Površine lesa preiskusnih desčic so bile nato strojno poskobljene na enotno debelino 6 mm. Poskobljene površine smo na to obrusili na trdnem brusilnem stroju dvakrat, prvič s brusilnim papirjem št. 80 in drugič s brusilnim papirjem št. 120. Za brušenje smo uporabili brusilne papirje znamke "SIA". Stekla so bila pred uporabo očiščena s nitrorazredčilom in je bila potem odstranjena s njihovih površin vsa nečistoča.

### 3.3 Metoda nanašanja

Originalni lak s viskoznostjo 46 sek  $\eta/4 - 20^{\circ}\text{C}$  smo za nanašanje na preiskovalce vsakokrat posebej priredili na enotno nanašalno viskoznost 25 sek  $\eta/4 - 20^{\circ}\text{C}$ . Količina dodanega razredčila je bila vsakič odvisna od izbrane temperature laka. Ustrezno nalogi smo torej pripravili trije viskoznosti laka, vsakič 25 sek po  $\eta/4 - 20^{\circ}\text{C}$ , in sicer za nanašanje pri temperaturi laka  $+ 20^{\circ}\text{C}$ ,  $+ 20^{\circ}\text{C}$ , in  $+ 50^{\circ}\text{C}$ .

V skladu s glavnim ciljem naloge, t.j. ugotavljanjem kako se obnaša lak in les pri lakiranju v normalnih toplotnih razmerah, vendar prinešena iz prej neustreznih toplotnih okolij tako, da material ni imel dovolj časa za prilagoditev normalnim temperaturnim razmeram, smo pred nanašanjem vsakič tako lak kakor tudi les izpostavili po tri dni (72 ur) vplivom nižane temperature  $-20^{\circ}\text{C}$ , ostrona zvišane temperature  $+50^{\circ}\text{C}$  odvisno od nastavljenega cilja merjenja. Smo serije preiskovalcev pa smo lakirali v normalnih klimatskih prilikah s tem da so bili preiskovalci vsekoli izpostavljeni tej normalni klimi.

Lak smo nanašali s brizgalno pištolo znamke "DATA", s šobo premera 1,5 mm in s zračnim tlakom 2,5 ata. Za doseganje realnih rezultatov smo se odločili nanesti na vse preiskovalce enoten utežni nanos laka in sicer  $200 \text{ gr/m}^2$ , kljub njegovim različnim vis-

konostin. S takim nanašanjem smo želeli ugotoviti, kakšne debeline bodo imeli nastali filmi, te je povezavo med razredčevanjem laka in debelino filmov.

Preiskušance za našo nalogo smo pripravili kot sledi s osiroma na temperaturne spremembe materialov, ki smo jih uporabljali v nalogi:

Kvaliteta površinske obdelanega lesa, pogojena s spremembo temperature in sicer

- sprememba temperature lesa  $-20^{\circ}\text{C}$ ;  $+50^{\circ}\text{C}$  in  $+20^{\circ}\text{C}$ .
- sprememba temperature laka  $-20^{\circ}\text{C}$ ;  $+50^{\circ}\text{C}$  in  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Da temperaturni interval je v proizvodnji možen glede na zunanje prilike, skladiščenje materiala in prostor, kjer se vrši obdelava.

Vzorčenje in priprava vzorcev je narejena v naslednjih oblikah:

- A ( les  $-20^{\circ}\text{C}$  ; lak  $-20^{\circ}\text{C}$  ),
- B ( les  $-20^{\circ}\text{C}$  ; lak  $+50^{\circ}\text{C}$  ),
- C ( les  $+50^{\circ}\text{C}$  ; lak  $+50^{\circ}\text{C}$  ),
- D ( les  $+50^{\circ}\text{C}$  ; lak  $-20^{\circ}\text{C}$  ),
- E ( les  $+20^{\circ}\text{C}$  ; lak  $+20^{\circ}\text{C}$  ).

Kvaliteta površinske obdelave je merjena v naslednjih lastnostih:

- čas sušenja,
- debelina filma,
- oprijemnost,
- trdota,
- odpornost na obrabo,
- odpornost na udarce,
- sijaj,
- prožnost.

### 3.4. Metode merjenja

#### 3.4.1 Čas sušenja

Ob nanosu smo sproti ugotavljali trajanje sušenja nanesenih vzorcev laka po metodi DIN 53 150. Trajanje sušenja, oziroma strjevanja lakov je izredno pomembno za razvoj sodobnih tehnologij površin-



ske obdelave ne samo na lakiranih progah velikoserijske proizvodnje, ampak tudi v vsaki lakirnici. V tehnoloških procesih je čas sušenja lakiranih površin zelo važen faktor za določevanje medoperacijskih časov pri nanosanju in pri nadaljnji obdelavi, tj. brušenju, poliranju ipd. Posebno važen pa je čas sušenja premazov za ugotavljanje, ali je premaz toliko suh, da lahko izdelke embaliramo brez strahu pred poškodbami. Neke empirično ugotavljanje ne more zadovoljevati, ker izrazi "prašno suh", "suh na dotik" ali "popolnoma suh premaz" ne povedo nič definirane, točne definicije vsebujejo le standardi.

Za naše meritve smo izbrali DIN 53 150, ker je take meritve možno izvajati tudi v praksi brez večjih težav. Po tej normi ugotavljamo, kdaj nanosani filmi laka več ne lepijo, oziroma kdaj ni vidnih sprememb na njihovih površinah, če jih izpostavimo točno določenim obremenitvam (od 5 do 5000 p/cm<sup>2</sup>). Stopnje osušitve, ugotovljene na ta način, veljajo za premaze, uporabljene v normalnih klimatskih razmerah. Če pa je potrebno, moramo po predhodnem posebnem dogovoru, razširiti obseg merjenja še na tiste premaze, ki ne smejo lepiti, tudi pri povišanih temperaturah.

DIN 53 150 določa sedem stopenj osušitve premazov lakiranih površin in jih označuje s številkami od 1 do 7. Za ugotavljanje posameznih stopenj osušitve smo uporabljali, v skladu z navedeno normo, razsereana skromna inventar, ki ga smore vsak obratni laboratorij<sup>v</sup> proizvodnih podjetjih.

Kot norma predpisuje, smo merili stopnje osušitve direktno na steklenih preizkušanih izdelkih istočasno s lesenini. Osnova meritve so bili filmi laka doseženi s nanosi približno 200 g/m<sup>2</sup>. Vse meritve smo opravljali pri normalni sobni klimi.

### 3.4.2 Debelina filma

Lastnosti filmov lakov so v veliki meri odvisne od njihove debeline. Debelina je posebno važna pri filmih nitroceluloznih lakov. Ni vseeno, koliko laka nanosamo na površine. Ni rečeno, da bo s predebelimi nanosi površinska obdelava izdelkov boljša, saj so tako filmi navadno prokrhki in neugnjeni k raspokanju. Poleg tega uporabimo za njihovo izdelavo preveč materiala in v praksi tudi več delovnega časa. Po drugi strani pa pretanki filmi na izdelkih

ne morejo ustvarjati tiste kvalitete, ki bi ustresala kvalitetni površinski obdelavi izdelkov. Optimalni nanos pomeni torej tudi racionalno usklajevanje tehnologije in ekonomske dela.

Preizkušance smo pripravljali s brizganjem laka na njihovo površino. Ta način izdelave preizkušancev smo izbrali zato, ker se ga v vsakdanji praksi še vedno mnogo uporablja. Debeline filmov dosežene s tem načinom nanašanja niso bile natančne enake na vseh preizkušancih, posebno še, ker so bili preiskuvanci izdelani v tako različnih klimatskih prilikah, kar pa je popolnoma v skladu s prakso nanašanja v mnogih naših obratih. Na vsak način razlike v debelini nanosov oziroma odstopanja od normalnih debelin niso bila tolikšna, da bi izvršene meritve na njih ne dale uporabnih in realnih rezultatov. Ker smo nanašali različno prirejen lak in v različnih klimatskih pogojih, nismo mogli vnaprej določiti enotno debelino filmov, kar smo hoteli preveriti tudi s meritvami.

Pri preiskovanju lastnosti lakov oziroma njihovih suhih filmov, pridemo do zanimivih podatkov s porjenjem debeline tako svežih nanosov, kakor tudi suhih filmov. Ti dve debelini se sicer med seboj razlikujeta v rezultatih, eta pa v nekem medsebojnem odnosu. Med njima nastopajo razlike predvsem zaradi tega, ker sveži nanos vsebujejo topila in razredčila, ki vplivajo na ostale sestavine tako, da so v nabrekajenem stanju. V suhih filmih tega pojava ni, zato je debelina suhih filmov vedno manjša od debeline svežih.

Sveže nanose laka smo merili s Rossmanovim merilom debelin svežih filmov. Merilno telo je narejeno iz norjavečega jekla in ima obliko glavnika, s zelo natančno odbrušenimi merilnimi zobmi. Vsak zob je za toliko mikronov bolj oddaljen od podlage, kolikor je to označeno na skali, ki je vgravirana nad zobmi.

Pri meritvah smo polagali merilec navpično na sveže, kopensj brizgane površine in nato s zmernim pritiskom napravili ca. 10 cm dolg gib kot pri česanju ter instrument dvignili s površine. Nad prvim zobom, označenim s lakom smo nato razbrali debelino filma na skali.

Suhe debeline filmov smo merili po ASTM D 1005-51 oziroma s Rossmanovim merilcem. Rossmanov merilec ima obliko ure, ki

ima spodaj dva fikсна osonca. Med njima je gibljivi merilni taster, s katerim lahko merimo višinsko razliko do enega milimetra, s točnostjo do 5  $\mu$ g. Pri merjenju prenaša višinsko razliko kavalcu, ki na okrogli milimetrski skali pokaže številčno izmerjeno vrednost.

Pri merjenju debelina smo najprej na mestu merjenja odstranili film laka do podlage. Za merjenje smo polagali oba stranska nastavka - kasalca instrumenta na film poleg ostruženega mesta, torej tam, kjer film laka ni bil poškodovan. S tem smo omogočili gibljivemu tasterju, da je na mestu odstranjenega filma prodri do podlage. Razlika od ničelne točke, do te izmerjene na mestu odstranjenega filma pa je prava debelina suhega filma laka. Zaradi povezave med tasterjem in skalo na merilni uri smo imeli možnost vsakič odčitati izmerjeno debelino filma laka.

### 3.4.3 Oprijemnost

V površinski obdelavi lesa je oprijemnost filmov raznih premazov na podlago razmeroma važna za kvaliteto izdelkov, kajti tudi najbolj pozitivne lastnosti kateregakoli premaznega sredstva izgubijo vrednost, če se ta slabo oprijemlje na naneseno podlago.

Kadar pri lakiranih sistemih omenjamo pojem "oprijemnost na podlago", je vsakomur jasno, kaj pri tem mislimo. Če pa moramo definirati oprijemnost s realnimi številični podatki, torej hočemo stvarneje ocenjevati dobro ali slabo oprijemnost filmov laka, s ugotovimo, da je s fizikalnega stališča zelo zamotano obravnavati oprijemnost tako, kot bi jo potrebovali v tehnikah lakiranja.

To je tudi varok, da ta problem do danes še ni bil zadovoljivo rešen. S znanstveno raziskovalnega stališča je še vedno zelo težko številčno dokazati, kaj je dobra in kaj slaba oprijemnost filmov laka na podlago.

Na oprijemnost ne moremo gledati kot na nekó absolutno lastnost filmov lakov. Isti lak ali isti premazni sistem ima lahko različne oprijemnosti, kar so te odvisne od raznih drugih dejavnikov, npr. od lastnosti podlage, tehnike nanašanja, klimatskih razmer, od vplivov kemične sestave premazanega sredstva na nastajajoči film, od starosti filmov in včasih tudi od raznih drugih nepredvidenih dejavnikov.

Zden izmed najvažnejših elementov, ki neposredno vpliva na oprijemnost je debelina filma nanesenega laka. Vsa raziskovalna dela najrazličnejših avtorjev o premasnih sistemih so privedla do enotnega spoznanja, da je dobra oprijemnost v veliki meri odvisna od razmerja med kohezivnimi silami v notranjosti filmov teh sistemov do adhezijskih sil med njimi in podlago. Vsi so si tudi enotni, da je oprijemnost na podlago vedno slabša, kadar so kohezivne sile v filmu premasa močnejše od adhezijskih sil med podlago in filmom premasa. Zelo stara je tudi ugotovitev, da v vsakem filmu naraščajo kohezivne sile premasosorazmerne s njegovo debelino. Iz navedenega sledi, da se glede oprijemnosti ne bosta snaka obnašala tanek ali debel film istega laka. Filma istega laka utegnemo zato oceniti enkrat kot dobro, drugič kot slabo oprijemljive na podlago, kar je včasih odvisno le od debeline nanesenih slojev. Vsem, ki se ukvarjajo s laki so dobro znane vse posledice predebelih slojev neprimernega kita, zaradi česar se taki premasni sistemi kaj radi luščijo.

Nasprotno s temi pojavi pa utegnemo negativno učinkovati, zlasti pri večslojnih premasnih sistemih, prevelike adhezijske sile. Zaradi prevladovanja adhezijskih sil se utegne slojnati premas razcepiti. Ed del filma ostane dobro oprijet na podlago, drugi pa se odluči, kar je vsekakor nezaželeno.

Glede vpliva podlage na oprijemnost premasnih sistemov drži splošno pravilo, da se vsak film premasnega sistema bolje oprise na hrupavih, kot pa na gladkih površinah. Hrupave površine imajo namreč povečane površine oprijemnih ploskev in zato omogočajo nastanek večje adhezije, kar se na popolnoma gladkih ploskvah ne dogaja.

Za ocenjevanje oprijemnosti premasnih sistemov na podlago, so številni avtorji predlagali razne metode in instrumentar sanje. Kljub vsem prizadevanjem nobena izmed teh metod ni še toliko izpopolnjena, da bi jo lahko tudi nanosljivo praktično uporabljali. Za svoje meritve smo se odločili za metodo s krišnimi rezji po Peterou DIN 53 151 (ki jo je s manjšimi spremembami sprejelo Evropsko združenje izdelovalcev lakov in tiskarskih tint).

Preizkus s križnimi rezi po tej normi zabi za ocenjevanje oprijemnosti na podlago eno ali večslojnatih premaznih sistemov. Poleg oprijemnosti na podlago lahko ocenjujemo s tem postopkom tudi oprijemnost med posameznimi sloji in hkrati še druge tehnične lastnosti npr. prožnost, trdoto idr. Po tej metodi ocenjujemo oprijemnost filmov pri normalni sobni temperaturi. Po dogovoru pa lahko ocenjevanje razširimo tudi na filme premazov izpostavljenih zahtevnejšim temperaturnim pogojem.

Za sarezovanje križnih rezov dovoljuje DIN 53 150 uporabo dvoje vrst instrumentov:

- instrument s enim rezilom za sarezovanje ob ravnilu,
- instrument s šestimi rezili.

Za filme do debeline 60  $\mu$ m delamo srezke v razdalji po 1 mm, za debelejšje filme pa v razdalji po 2 mm.

Na preizkušancih, kjer smo izvršili meritve oprijemnosti smo najprej izmerili debelino filmov laka. Z instrumentom s enim rezilom ob ravnilu smo po predpisih izvedli po šest rezov in to v dveh pravokotnih smereh. S tem smo dobili 25 kvadratkov s stranicami po 1 mm, oziroma 2 mm odvisno od debeline filma. Proces preizkušanja poteka v normalnih klimatskih pogojih (temp. 20°C in rel. zr. vl. 60 %). Hitrost sarezovanja je približno 3 cm/sek, posebna skrb pa je posvečena globini sarezovanja, saj ne sme preiti v podlago, a mora film laka prerezati do konca. Po sarezovanju površine štetkamo in ocenjujemo, pri čemer uporabljamo lupo 2,5-kratne povečave.

#### 3.4.4 Trdota

Trdota je fizikalen pojem, s katerim označujemo odpor telesa proti prodiranju tujkov v njihovo notranjost. S področja površinske obdelave pa vemo, da trdota kaknega premaza ni pojem, ki bi se dal definirati fizikalno. Govoreč o trdoti premaznih sistemov s laki, je Zeidler izrazil mnenje: "Izraz trdota se je vgnedal na področje preiskovanja lakov, ne da bi si bili na jasnem, kaj naj razumemo s tem izrazom. Pri preiskovanju kovin govorimo npr. o trdoti po Brinellu in s tem je definicija jasna, sicer bi lahko tudi pri teh meritvah imela beseda trdota različen pomen." Po

Zeidlerju je ocenjevanje trdote filmov lakov, kot ga izvajajo laiki, zelo subjektivno početje, kajti razenje s nohti res ne more veliko povedati. Iavedenec za lake se ne bo zadovoljil samo s razenjem, tudi takrat ne, ko je kontrolirano. Predno bo izrekel končno mnenje o nekem filmu ali sistemu premaza, bo upošteval še druge njegove lastnosti npr. odpor proti obrabi, upogibnosti filma itd.. Na trdoto filmov premaznih sistemov torej moramo gledati kot na kompleksno konstanto materiala, katerega vrednosti so odvisne od postopka merjenja.

V površinski obdelavi s laki razpolagamo danes s zelo velikim številom metod določevanja trdote njihovih filmov. Uporabljene metode lahko delimo v tri glavne skupine in sicer:

- merilne metode s razenjem površin premazov
- merilne metode s prodiranjem telesa v filme
- merilne metode s dušenim nihanjem raznih oblik nihala.

Naše meritve smo izvršili s metodo dušenega nihanja po Künigu DIN 53 157. Metoda sloni na zmanjševanju amplitud med nihanjem Künigovega nihala. Rezultati merjenja verjetno niso odvisni od trdote, temveč vsaj še od pročnosti premaza, kajti nihajoče telo dodatno deformira vsak premaz. Pri povratnem nihanju daje zato deformirani premaz neki impulz, ki je odvisen od pročnosti premaza in teže telesa, ki ta impulz povzroča.

Zaradi specifičnosti sgradbe je Künigov aparat zelo občutljiv, zato pa so meritve na njen izredno točne. Pred prepizom in prahom smo zavarevali aparat s prozornim pokrovom iz akrilnega stekla. Meritve smo izvršili v pogojih normalne sobne klime, tj. temperature 20°C relativne zračne vlage 60 %. Predno smo začeli meriti smo kontrolirali "stekleno dušenje" nihala, ki je bila v skladu s DIN normo 250 ± 10 sek. Omenjeni čas, je tisti v katerem se amplitude dušenega nihanja skrajšajo od 6° na 3° na brušeni stekleni plošči. Čas nihanja v sekundah na preiskušancih pripravljenih na lenenih in steklenih pliščicah smo merili po istem postopku in v skladu s normo upoštevali predpisane pogoje za točne meritve.

### 3.4.5 Odpornost na obrabo

Odpornost proti površinski obrabi kakoga filma laka zaradi trenja s drugimi telesi je odvisna od raznih njegovih lastnosti, npr. oprijemnosti, trdote, prožnosti debelina suhega filma idr. Iz tega sledi, da moramo vse preiskuse odpornosti proti obrabi na lakiranih površinah, izvajati na celotnih zgradbah premasnih sistemov in ne na posameznih slojih. Lak na steklu bo pokazal drugačen odpor proti obrabi kot lak na lesu ali laku. Preiskusa na samem površinskem sloju torej ne podajajo vrednosti za celotni premasni sistem.

V vsakdanjem življenju so lakirani predmeti izpostavljeni različnim oblikam torne obrabe. Predmeti, ki izvajajo trenje, so lahko trdi ali mehki, topi ali istrni itd. Izvajati take torne obremenitve, ki naj bi zajele vse momente obrabe, nastajajoče med vsakdanjim praktičnim uporabljenjem lakiranih predmetov, je umetno, s aparati, skoraj nemogoče. Pri kontroli odpora proti obrabi lakiranih površin se bomo zato omejili na eno samo obliko trenja, ki naj ga izvaja torno telo določene oblike in iz natančno določenega materiala.

Ne glede na način odbruševanja, morata biti pritisk in hitrost gibanja tornega telesa stalno enaka po vsej površini preiskovanja. Odbrušeni material mora biti sproti odstranjen, sicer učinkuje kot masivo in rezultati merjenj bi bili napačni. Na meritve proti obrabi imajo velik vpliv še debelina merjenih filmov, njihova starost in klimatske prilike v katerih merimo.

Do materialih, ki izvajajo trenje, oziroma obrabo na suhih filmih lakov delimo aparate in naprave na tri večje skupine:

- aparati s brusilnimi papirji iz elektrokorunda
- aparati s tornimi orodji ali s brusilnimi ploščami
- aparati s padajočim normiranim peskom ali drugimi brusili.

Za naše meritve smo uporabili metodo po Boschju. Le-ta je razvil aparat s namenom, da bi brusil del filma s površin premazov s vedno svežim brusilnim sredstvom, na katerega ne bi vplivala torna toplota in ki bi bilo vedno enakomerno obtaženo. Princip delovanja njegovega aparata sloni na kolutcu, obdanim s brusilnim

sredstvom točno določenih dimenzij in teže, ki se med preizkušanjem premika premočrtno sem in tja po površini preizkušanca in ga pri tem odbrusi vodno s čistim brusilnim sredstvom. Tornji kolutec se po vsakem dvojnem gibu dvigne, se v tej legi nekoliko zavrti okoli svoje osi in nato napravi na preizkušancu nov dvojni gib brušenja.

Kot brusilno sredstvo pritrjujemo na obodu kolutca trak elektrokorundnega brusilnega papirja velikosti 250 x 7,5 mm in po DIN zrnatosti štev. 150. Brusilni traki morajo biti pred uporabo klimatizirani na sobno klimo. Aparat ima vgrajeno še odsevalno napravo, ki sproti odraja nastajajoči brusilni prah, kar povečuje zanesljivost meritev in delovanje vseh mehanizmov aparata. Preizkušance za naše meritve smo pripravili na lesu in jih tehtali na analitični tehtnici s točnostjo 0,1 mg. Na vsakem preizkušancu smo nato odbrusili film laka na 20 mestih s po 20-imi dvojnimi gibi kolutca. Po 20-ih odbrusih smo preizkušance ponovno tehtali in ugotovili odbrušeno količino filma laka. Po predpisih, ki jih ta metoda merjenja vsebuje, smo nato ugotavljali odpornost proti obrabi s številom dvojnih gibov, ki so bili potrebni za odbrusenje 1 mm<sup>3</sup> preizkušane filma laka. Odpornost proti obrabi smo nato izračunali s obrazcem:

$$A = \frac{Z \cdot s}{G}$$

v katerem pomenijo

- A = odpornost proti obrabi (število dvojnih gibov/mm<sup>3</sup>)
- G = odbrušena teža filma (mg)
- s = specifična teža filma (g/cm<sup>3</sup>)
- Z = število dvojnih gibov brusilnega kolutca.

Specifično težo filma, potrebno za izračunavanje z gornjim obrazcem, smo določevali s vzgonom v vodi (piknometrijo).

Kot metodami merjenja odpornosti premazov proti obrabi je naenkrat ta metoda najbolj realna. Poskusi s večjim številom merjenj so pokazali, da so bile povprečne razlike v rezultatih merjenja od 1 do 3 %. Na nitroceluloznih lakih takih točnosti do sedaj ni bilo mogoče doseči z nobeno aparaturo, osiroma metode merjenja.



### 3.4.6 Odpornost na udarce

Odpornost proti udarcem smo merili s metodo padajočih jeklenih kroglic po DIN 53 154. Šeotri preiskuševanja in ocenjevanja premaznih filmov po tej metodi so raznovratni. Večina lakiranih ali pobarvanih proizvodov lesne industrije je namreč pri vankdanji uporabi izpostavljena zelo različnim možnostim poškodovanja, ki jih je težko predvidevati in definirati. Med drugimi nastopajo čisto slučajno razni drobni sunki in udarci, ki so včasih enkratni, drugič se pa kar pošavljajo zaporedoma z različno jakostjo. Sovrstnih obremenitev, ali točneje odpornosti proti takim obremenitvam, ne moremo zajeti v noben sistem preiskujevanja, niti nimamo sanje primerne metode merjenja, kar so zelo kompleksni. Pravih vrednosti o odpornosti filmov laka proti takemu načinu njihovega uničevanja nam statični sistemi merjenja npr. trdote, oprijemnosti itd., ne morejo dati. To vrzel v sistemih kontroliranja naj bi izpolnjevala DIN 53 154, ki vsebuje metodo padajočih jeklenih kroglic. Ta metoda preiskovanja naj bi omogočila ocenjevanje ne samo prav v ta namen pripravljenih preiskušancev, ampak vsak premaz, tudi če je grajen s raznovratnimi sloji.

Za meritve po DIN 53 154 je predvidena posebna naprava sestavljena iz pokončnega lesenega jaška, znotraj prevlečenega s polstjo debeline cca 6 mm. Na vrhu jaška je lijakast depo, sposoben sprejeti do tisoč poliranih jeklenih kaljenih kroglic premera 10 mm. Depo se spodaj končuje v kovinsko vee dolžine 60 mm, s premerom 50 mm. Predno vlagamo kroglice v gornji depo, zamašimo to cev s gumijskim sa, aškon. V spodnjem delu jaška, je v navpični razdalji 400 od gornjega roba kovinske cevi vgrajen lesen poševen pomol nagnjen v kotu 30° proti vodoravnici. Na ta pomol polagamo preiskušance ko spuščamo nanje kroglice. Padajoče kroglice se od njega odbijajo in skotalijo v predalček, položen na dnu jaška. Za ponovne meritve stregamo te kroglice ponovno v gornji depo. V nor- ni je predpisano, da kot podlago za pripravljjanje preiskušancev vzamemo isti material, kot je tisti, kateremu je premazno sredstvo namenjeno. Primerjalne preiskuse smemo opravljati samo na tako izdelanih podlagah, sicer utegnejo biti rezultati meritev netočni.

Merjenje smo izvajali s 500 kroglicami v depozju. Ko smo preiskušance vložili na spodnji posol v preiskusnem jedku in zaprli vrata naprave, smo te količino kroglic šestkrat zaporedoma spustili na njihove površine. Ispostavljene preiskušance smo nato okretali in ocenili njihovo površino s svo izmed treh vrednosti odpornosti proti udarcem, ki jih predvideva ta norma. Zaradi težnje po ostrejših kriterijih ocenjevanja, smo na vsakem preiskušancu ponovili operacijo in končno oceno njihovih površin podali po padcu 5000 kroglic. V skladu s predpisi norme DIN 53 154 smo na osnovi izvršenih meritve, poleg ocen, ki jih vsebuje ta norma, sklepali še o ostalih lastnostih merjenih filmsov npr. o oprijemnosti na podlago, trdoti in prožnosti.

### 3.4.7 Sijaj

Sijaj je za naša vidna čutila obnova arealnih slik zaradi odboja svetlobe s gladkih površin. Čim razločnejše in jasnejše so zrcelne slike, tem večji je sijaj na teh površinah. Zaradi tega odbojai zakon naravnost vpljuje zaznave o možnosti vzpostavljanja neke k objektivne in natančne metode, ki naj bi omogočala tudi številčno izražanje izmerjenih vrednosti.

Z našimi očmi občutimo kot sijaj samo tisti del odbite svetlobe, ki ga odsevaajo sijajne površine normalno (vpadni kot je enak odbojnemu kotu svetlobe). Tako na površinah, ki niso ravne in gladke, nastopa difuzni odboj svetlobe kar neposredno vpliva na njegovo intenzivnost. Zanesarjati ne smemo tudi vpliva na odboj svetlobe, ki ga imajo drobni delci pigmenta in ga naši vidni organi ne občutijo kot sijaj. Danes vemo, da tisti del izločene odbojne svetlobe, ki ga ne zaznavamo s očmi, lahko natančno izmerimo samo s pomočjo obsežnih aparatov, kar praktično zaplete fizikalne meritve.

S problemom merjenja sijaja na lakiranih in poliranih površinah se je ukvarjalo že veliko kraktikov in ananstvenih delavcev. Predložene so bile številne metode merjenja in izdelani najrazličnejši instrumenti za take meritve. Večina avtorjev je iskala take metode vrednotenja sijaja, ki bi bile lahko neposredno upo-

rabne za potrebe industrijskih tehnologij. Nekateri so iskali možnosti primerjalnega ocenjevanja poliranih površin s standardnimi etaloni, obdelanimi od popolne notnosti do največjega sijaja in drugimi podobnimi vizuelnimi primerjavami. Drugi so gradili instrumente sloneče na fizikalnih principih, ki naj bi dajali, brez subjektivnih vplivov, vedno iste rezultate. Pri poslednjih metodah je nastalo nekaj težav zaradi tega, ker nobeden od predlaganih instrumentov ne more med opazovanjem površin zajeti vseh vplivov psiholoških momentov in fiziologije vida.

Za fizikalna merjenja sijaja obstojajo različne naprave, ki jih v glavnem lahko delimo v dve skupini:

- merilni aparati delujoči na fotoelektričnem principu
- merilni aparati zgrajeni za optično opazovanje.

Za ocenjevanje sijaja filmov laka uporabljamo v praksi pretežno aparate za fizikalno določevanje. Ti instrumenti so sposobni zajeti odbojno svetlobo, ki jo kako svetilo meče na merjeno površino. Pri teh aparatih se pojavi vprašanje občutljivosti sprejema, ki navadno niha v različnih območjih barvnega spektra.

Občutek sijaja, dobljen s prostim očesom, je odvisen od sornega kota, iz katerega površine opazujemo. Sijaj merjen s instrumenti, je merjen iz ene same točke. Da bi se pri meritvah čimbolj približali vizuelnemu občutku sijaja, s takimi instrumenti merimo svetlobo pri različnih vpadnih in odbojnih kotih. Na podlagi izmerjenih podatkov izdelujemo nato krivulje sijaja s izstopajočimi ekstremnimi vrednostmi. Kot primerjalno enoto vzamemo pri vseh teh meritvah za stodstotno vrednost sijaja svetlobni odboj s ploščice črnega srecalnega stekla.

Za naše meritve smo se odločili uporabiti Langejev aparat za merjenje sijaja. Aparat je sestavljen iz dveh delov, iz galvanometra in merilnega telesa. V galvanometru sta vgrajena transformator in mikroampermeter s skalo, v merilnem telesu pa mala žarnica, izvor svetlobe in fotocelica za sprejem odboja svetlobe. Aparat smo uporabljali tako, da smo najprej priključili galvanometer na električno omrežje 220 V. Nato smo najj priključili merilno telo in sicer sponki svetila na sponki transformatorja in

sponki fotocelice na pola mikroampermetra (v galvanometru ima transformator nalogo, da pretvarja napetost omežja na napetost potrebno žarnici merilnega telesa). V uporabljenem merilnem telesu sta ineli obe cevki, tista s žarnico in druga s fotocelico isti naklonski kot proti merilni ravnini in sicer  $45^\circ$ . Pripravljenemu merilno telo smo polagali najprej na ploščico črnega poliranega stekla in s regulirnim gumbom smo na skali galvanometra nastavili njegov odboj svetlobe na vrednost 100. Merilno telo smo nato postavili na preiskušance in odčitali na skali galvanometra primerjalno vrednost sijaja v odstotkih. Na ta način smo izmerili vrednost sijaja na vseh preiskušancih in zbrali primerjalne vrednosti sijaja preiskušancev do sijaja primerjalne ploščice poliranega črnega stekla v odstotkih, ki imajo absolutne vrednosti. Vse meritve smo opravili v pogojih standardne klime: temp. zraka  $20^\circ$  in pri njegovi rel. vl. 60 %.

#### 3.4.8 Prožnost

Vsakdanja uporaba lakiranega pohištva osiroma drugih proizvodov lesne industrije od materialov za površinsko obdelavo ne zahteva neke skrajne elastičnosti. V okoliščinah normalne uporabe ti predmeti, točneje njihove površine, niso izpostavljeni kakim večjim natezom ali zavojnim obremenitvam. Kljub temu je prožnost filmov laka zelo važna lastnost, kajti izkušnje so pokazale, da je trajnost filmov lakov v precejšnji meri odvisna od njihove prožnosti. Zaradi specifičnih lastnosti lesa in lesnih polidelkov ima v lesarski stroki prožnost filmov premazov na končnih izdelkih poseben pomen. Večina proizvodov lesne industrije, izpostavljenih različnim klimatskim razmeram, spremeni svoje dimenzije zaradi delovanja lesa. Takim spremembam lahko sledijo samo premasi, izdelani iz prožnih filmov laka.

Večina lakov uporabljenih za površinsko obdelavo lesa je zapletena sestava, zato pri preizkušanju ene, dobimo vedno indikacije tudi o njihovih drugih lastnostih. Tako npr. pri merjenju prožnosti posameznih filmov laka dobimo istočasno tudi podatke o njihovi žilavosti in podobno. O večji ali manjši prožnosti kakega laka si lahko napravimo mnogokrat pomembne zaključke že med procesom

sušenja. Z opasovanjem napetosti, ki se pojavljajo med sušenjem v nastajajočem filmu laka, lahko takoj sklepamo o njegovi prožnosti. Če npr. nanesemo na polo srednje debelega papirja sloj še neznanega laka bomo opazili, da prožen film laka ne upravlja papirnate podlage, medtem ko bo lak s močnimi notranjostimi napetostmi povzročil valovitost papirja ali pa bo film na papirju celo raspokal.

Standardne metode preizkušanja prožnosti filmov lakov slonijo večinoma na upogibanju preizkušancev okoli trnov. Preizkušance za take meritve pripravljamo na pločevinah. Načelno se na takih preizkusnih pločevinah pravzaprav ne določa prožnost premazov, ampak sumarna vrednost njihovega upiranja natezanju, plastičnosti in oprijemnosti na podlago. Seveda, s praktičnega stališča, dajejo take meritve dovolj konkretne in jasne slike tudi o prožnosti premaza.

V zvezi z našo temo smo si izbrali za merjenje prožnosti filmov nitroceluloznega laka, nanesenega v skrajnih klinastih razmerah, metodo po Fettersu DIN 53 155, ki je bila za naše meritve najbolj primerna.

Po tej normi, ki zahteva od izvajalca precej izkušenj in določeno ročnost, preizkušamo prožnost filmov lakov z odrazevanjem strugljav iz njihove površine. Čeprav je metoda enostavna in navidezno subjektivna, je sprejeta med nemške norme za ocenjevanje tehniških lastnosti premazov pod številko DIN 53 155. Ta metoda je zelo primerna za vsakdanjo prakso, je pa uporabna tudi v laboratorijih za primerjalno kontroliranje filmov laka v povezavi z drugimi kontrolnimi metodami.

Za preizkušanje izrezujemo s brivno britvico debeline 0,1 mm. Britvico vpnemo v primeren ročaj, iz katerega naj štrli po celi dolžini 5 mm. Ročaj mora biti urejen tako, da omogoča odrezne tudi v kotu  $10^\circ$  na ravnino preizkušanca.

Pri izvajanju meritev smo polagali preizkušance na mizo in jih pridrževali s levo roko. S desno smo izrezovali in vodili rezilo usmerjeno proti sebi. Upor preizkušancev je bil hkrati še merilo za ocenjevanje njihove oprijemnosti laka na podlago. V vse preiz-

kušance smo vrezovali ureze dolge najmanj 30 mm skozi cele filme do podlage in sicer tako, da so nastajali po možnosti celi struglji. Z izrezovanjem smo dobivali odrezane struglje na vseh površinah, tudi tistih, kjer se se filmi zelo dobro oprijeli na podlago. Pri odrezovanju smo dobivali struglje raznih oblik, cunjaste, gladke ali nakodrane in jih ovajevali s eno izmed petih vrednosti, ki jih določa norma z osirom na njihove dolžine in oblike. Pred določevanjem končnih vrednosti o prožnosti filmov, smo v skladu s normo upoštevali rezultate drugih meritev npr. učinku preiskusov z udarci po DIN 53 154, trdota po din 53 157, oprijemnost po DIN 53 151 idr.

#### 4.0 REZULTATI PREISKAVE

Meritve prej določenih fizikalno-tehnoloških lastnosti suhih fil-  
sov laka so pokazale določena odstopanja v korelaciji med podlago  
in lakom. Posebej je ta medsebojna odvisnost jasno izražena s o-  
zirem na temperaturne spremembe, katerim smo materiale predhodno  
izpostavili.

Meritve smo vršili točno po predpisanih zahtevah za merjenje po  
metodah, katere smo si določili na preiskavo.

Merjenja smo vršili po sledečih proposicijah:

##### - VISKOZNOST

V skladu s smotri naše raziskovalne naloge smo viskoznost  
nitroceluloznega laka, prirojenega za posamezne nanose A, B, C,  
D in E merili s Fordovo čašo po DIN 53 211. Vrednosti teh meritov  
so sicer relativne, toda ker je ta metoda merjenja viskoznosti  
silno enostavna, je zato tudi splošno vpeljana in uporabljena  
v vsah obratnih laboratorijih lesne industrije.

Za merjenje smo uporabljali Fordovo čašo s šobo premera 4 mm,  
uradno odobreno na uradu za mere in uteži v ZN Nandiji. Vse me-  
ritve so bile izvršene točno po zahtevah, ki jih predpisuje  
imenovana norma. Po tej normi izraženo viskoznost lakov s časom  
v sekundah, potrebnim za izpraznitev čaše, napolnjene s merjen-  
cem.

##### - ČAS SUŠENJA

Stopnjo osušitve premazov s lakom smo izmerili po DIN 53 150.  
V tej normi je določenih sedem stopenj osušitve premazov, ozna-  
čenih s številkami od 1 do 7. Z njimi ugotovljeno, kdaj premazi  
več ne lepijo, oziroma kdaj ni vidnih sprememb na njihovih po-  
vršinah, če jih izpostavimo točno določenim obremenitvam, kot  
je navedeno v naslednji tabeli:

**Stopnja  
ozušitve**

**Označitev po norni**

1. Pesek, posut na površino preiskuvanca z mehkim čopičem brez težav odstranimo s nje; na površini ni preostankov peska.
2. Po obtežitvi s dvajsetgramsko utežjo se papir ni zalpil na površino preiskuvanca.
3. Po obtežitvi s dvestogramsko utežjo se papir ni zalpil na površino preiskuvanca.
4. Po obtežitvi s dvokilogramsko utežjo se papir ni zalpil na površino preiskuvanca; neposredno po razbremenitvi je na njej vidna neka sprememba.
5. Po obtežitvi s dvokilogramsko utežjo se papir ni zalpil na površino preiskuvanca; neposredno po razbremenitvi ni vidna na njegovi površini nobena sprememba.
6. Po dvajsetkilogramski obremenitvi se papir ni zalpil na površino preiskuvanca; neposredno po razbremenitvi je na njej vidna neka sprememba.
7. Po dvajsetkilogramski obremenitvi se papir ni zalpil na površino preiskuvanca; neposredno po razbremenitvi ni vidna na njej nobena sprememba.

Stopnje ozušitve merimo tudi v sekundah, ki so potrebne, da se doseže stopnja 7 po prej omenjeni tabeli. Doseženi čas - sekunde so nato merilo.

**- DEBELINA FILMA**

**Sveži filmi**

Debelino svežih filmov smo merili s Rossmannovim merilcem. Instrument ima oblike glavnika s zelo natančno odbrušeni zobmi. Vsak merilni zob je za toliko my bolj oddaljen od podlage, kolikor je označeno na skali, vgravinani nad zobmi. Pri merjenju smo odčitavali debeline filma svežega laka nad prvim omočenim zobom skale. Odčitane vrednosti so absolutne.

**Suhi filmi**

Debeline suhih filmov smo merili s mehničnim merilcem po Rossmannu, oznaka ASTH D 1005-51. Instrument ima obliko ure s dvema nastavkoma, ki sta fiksna in med njima je gibljivi merilni taster. Z merilno "uro" smo izmerili debeline filmov snokrožene s točnostjo 5 my.



- TRDOTA

Trdoto filmov laka na preizkušancih smo izmerili s Kšnigovim nihalom po DIN 55 157. V skladu s normo smo najprej uredili nihale na plošči iz poliranega stekla. V območju amplitud od  $6^\circ$  do  $3^\circ$  je na njej trajalo dušeno nihanje nihala  $250 \pm 10$  sek. V območju istih amplitud smo nato merili trajanje dušenega nihanja na lakiranih preizkušancih in njegovo vrednost vsakdo izrazili v odstotkih trajanja dušenega nihanja na steklu.

- SIJAJ

Meritve sijaja smo izvajali s Langejevim fotoelektričnim aparatom. Pred uporabo smo aparat postavili na polirano ploščico iz črnega stekla in nastavili kazalec galvanometra na vrednost sto (100 %). Aparat smo nato postavili na vsak preizkušaneec in na skali galvanometra smo vsakič direktno odčitali sijaj površin v razmerju do sijaja površine črnega stekla.

- ODPORNOST PROTI UDARCI

Odpornost filmov laka proti udarcem smo merili po DIN 55 154. Na površine preizkušancev smo spustili 6000 jeklenih kroglic in jih nato ocenili. Površine smo ocenjevali po predpisih norme, ki določa trije vrednosti odpora proti tej obremenitvi po naslednji tabeli:

Vrednost A: podlaga premazu ni nikjer vidna, dopustne so sledi padlih kroglic;

Vrednost "A" smo zaradi lažje diferenciacije rezultatov še posebej razčlenili na stopnje

$A_1$ ;  $A_2$ ;  $A_3$ ;  $A_4$  in  $A_5$ . Pri tem pomeni stopnja " $A_1$ " najslabše vrednost, medtem ko je " $A_5$ " najboljša v tej vrednostni skupini.

- ODPORNOST PROTI OBRABI

Odpornost filmov laka proti obrabi smo izmerili s aparatom po Boschu. Odbruse smo naredili s kovinskim kolutcem teže 400 g, na obodu obdanem z elektrokorundnim brusilnim papirjem št. 150.

Kot morile odgornosti proti obrabi smo vsaki štrevilo dvojnih gibov, potrebnih za odhrušenje 1 mm<sup>3</sup> laka. Vrednosti dobljene s meritvami so absolutne.

#### - PROŽNOST

Prožnost presnov s lakom smo izmerili s odrezovanjem strugeljev iz filma po metodi DIN 53 155. Glede prožnosti filmov lakov določa ta norma naslednjih pet vrednosti:

Vrednost: 1,1: na dolžini vsaj 30 mm je bil izrezan gladek, kompakten strugelj;

1,2: strugelj se pri rezanju zavija, toda dopušča, da ga brez poškodb ponovno izravnamo in sgladimo;

1,3: med izrezovanjem se strugelj zavija v kodre, ki jih ne moremo izravnati, ker se zaradi pritiska lomijo;

2,0: med rezanjem nastajajo koščki filma dolžine od 3 do 30 mm;

3,0: med rezanjem strugelja nastajajo delci filma s dolžino manj kot 3 mm prašnate oblike.

#### - OPRIJEMNOST

Oprijemnost suhega filma laka na podlago smo ocenjevali po metodi s križnim rezom. Metoda nam daje različne rezultate na homogenih podlagah, medtem ko je na heterogenih podlagah nekoliko nesigurna zaradi vpliva pri ocenjevanju subjektivni faktor ocenjevalca.

Stopnje, po katerih se meri oprijemnost so sledeče:

Ot - 0	oprijemnost	100 %
Ot - 1	oprijemnost	95 %
Ot - 2	oprijemnost	85 %
Ot - 3	oprijemnost	65 %
Ot - 4	oprijemnost	45 %

*Rezultati meritev**SKUPINA „A“ (les -20°C ; lak -20°C)*

## Skupina „A“ (les -20°C ; lak -20°C)

### Čas sušenja laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi les (5 vzorcev)  
steklo (5 vzorcev)

les

vzorci	čas sušenja v min.	poprečje	min.	maks.
1	50			
2	31			
3	52	$\bar{x} = 43,6 \text{ min}$	28 min	57 min
4	57			
5	28			

steklo

vzorci	čas sušenja v min.	poprečje	min.	maks.
1	42			
2	68			
3	71	$\bar{x} = 58,0 \text{ min}$	42 min	71 min
4	61			
5	48			

## Skupina „A“ (les -20°C; lak -20°C)

### Debelina suhega filma laka -rezultati meritev

Meritve podane v razredih po 5  $\mu\text{m}$

Izmerjeno 105 vzorcev

razred	štev. vzorcev	poprečje	min.	maks.
25 $\mu\text{m}$ - 30 $\mu\text{m}$	5			
30 $\mu\text{m}$ - 35 $\mu\text{m}$	20			
35 $\mu\text{m}$ - 40 $\mu\text{m}$	18			
40 $\mu\text{m}$ - 45 $\mu\text{m}$	23			
45 $\mu\text{m}$ - 50 $\mu\text{m}$	12			
50 $\mu\text{m}$ - 55 $\mu\text{m}$	5			
55 $\mu\text{m}$ - 60 $\mu\text{m}$	5			
60 $\mu\text{m}$ - 65 $\mu\text{m}$	3			
65 $\mu\text{m}$ - 70 $\mu\text{m}$	3	$\bar{x} = 4,3 \mu\text{m}$	25 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$
70 $\mu\text{m}$ - 75 $\mu\text{m}$	6			
75 $\mu\text{m}$ - 80 $\mu\text{m}$	1			
80 $\mu\text{m}$ - 85 $\mu\text{m}$	1			
85 $\mu\text{m}$ - 90 $\mu\text{m}$	1			
90 $\mu\text{m}$ - 95 $\mu\text{m}$	0			
95 $\mu\text{m}$ - 100 $\mu\text{m}$	0			
100 $\mu\text{m}$ - 105 $\mu\text{m}$	1			

## Skupina „A“ (les -20°C; lak -20°C)

Trdota suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi -les (35 vzorcev)  
-steklo (35 vzorcev)

les:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	72	71	93	29	28	37
2	79	79	70	31	31	28
3	68	63	65	27	25	26
4	80	64	77	32	25	31
5	84	84	89	33	33	35
6	81	87	59	32	31	23
7	49	55	39	19	22	15
8	72	54	74	29	21	29
9	45	55	53	18	22	21
10	71	87	62	28	35	25
11	85	60	56	34	24	22
12	74	80	54	29	32	21
13	57	51	46	23	20	18
14	49	53	45	19	21	18
15	42	69	60	17	27	24
16	56	64	68	22	25	27
17	67	56	56	27	22	22
18	58	72	63	23	29	25
19	72	72	75	29	29	29
20	88	64	74	35	25	29
21	59	76	68	23	30	27
22	52	73	46	21	29	18
23	69	73	59	27	29	23
24	60	59	59	24	23	23
25	53	56	52	21	22	21
26	52	62	63	21	25	25
27	68	55	71	27	22	28
28	56	68	52	22	27	21
29	71	57	59	28	22	23
30	46	54	38	18	21	15
31	58	64	59	23	25	23
32	70	62	62	28	25	25
33	55	41	48	22	16	19
34	60	60	65	24	24	26
35	87	84	84	35	33	33
$\bar{x} = 68,18 \text{ sek.}$ min. = 38 sek. maks. = 93 sek.			$\bar{x} = 27\%$ min. = 15% maks. = 37%			

steklo:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	76	77	86	30	31	34
2	71	80	74	28	32	29
3	67	65	73	27	26	29
4	75	71	74	30	28	29
5	56	57	58	22	23	23
6	71	67	59	28	27	23
7	67	63	55	27	25	22
8	74	58	63	29	23	25
9	63	57	81	25	23	32
10	84	75	84	33	30	33
11	64	50	52	25	20	21
12	49	54	49	19	21	19
13	55	53	55	22	21	22
14	49	59	60	19	23	24
15	58	60	58	23	24	23
16	38	44	50	15	17	20
17	70	76	63	28	30	25
18	76	73	71	30	29	28
19	77	90	89	31	36	35
20	72	71	74	29	28	29
21	78	90	85	31	36	34
22	82	80	84	33	32	33
23	90	86	91	36	34	36
24	73	85	76	29	34	30
25	82	87	67	33	35	27
26	86	73	77	34	29	31
27	59	77	84	23	21	33
28	83	77	83	33	31	33
29	83	78	84	33	31	33
30	57	58	53	23	23	21
31	49	45	45	19	18	18
32	57	53	77	23	21	31
33	50	45	61	20	18	24
34	52	71	70	21	28	28
35	87	87	80	35	35	32
$\bar{x} = 66,4 \text{ sek.}$ min. = 45 sek. maks. = 91 sek.			$\bar{x} = 26\%$ min. = 15% maks. = 36%			

# Skupina „A“ (les-20°C ; lak -20°C)

Sijaj suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (35 vzorcev)

vzorec št.	meritve v %		
	I.	II.	III.
1	25	26	21
2	31	18	15
3	1	1	1
4	19	16	15
5	21	27	16
6	15	15	16
7	3	2	2
8	9	15	19
9	3	1	1
10	5	3	3
11	2	1	1
12	4	2	2
13	7	6	7
14	5	5	5
15	5	5	5
16	5	6	5
17	4	4	5
18	11	12	12

vzorec št.	meritve v %		
	I.	II.	III.
19	9	12	13
20	6	11	13
21	5	9	9
22	2	6	7
23	1	1	4
24	1	1	1
25	2	2	4
26	2	2	2
27	21	15	17
28	7	10	8
29	4	3	4
30	2	2	2
31	1	1	1
32	3	3	4
33	2	2	2
34	2	1	1
35	5	6	5

$$\bar{x} = 7,12$$

$$\text{min} = 1\%$$

$$\text{maks} = 27\%$$

# Skupina „A“ (les -20°C ; lak -20°C)

## Odpornost suhega filma laka na udarce - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (32 vzorcev)  
- steklo (35 vzorcev)

les:

vzorec št.	Meritve		vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev		3000 udarcev	6000 udarcev
1		A <sub>3</sub>	19	-	-
2		A <sub>1</sub>	20	A	A <sub>2</sub>
3		A <sub>2</sub>	21	-	-
4		A <sub>1</sub>	22	A	A <sub>2</sub>
5		A <sub>2</sub>	23	A	A <sub>2</sub>
6		A <sub>2</sub>	24	A	A <sub>1</sub>
7		A <sub>1</sub>	25	A	A <sub>2</sub>
8		A <sub>2</sub>	26	A	A <sub>2</sub>
9		A <sub>1</sub>	27	A	A <sub>2</sub>
10		A <sub>2</sub>	28	A	A <sub>2</sub>
11		A <sub>2</sub>	29	A	A <sub>2</sub>
12		A <sub>2</sub>	30	A	A <sub>2</sub>
13		A <sub>1</sub>	31	A	A <sub>1</sub>
14		A <sub>1</sub>	32	A	A <sub>1</sub>
15		A <sub>2</sub>	33	A	A <sub>1</sub>
16		A <sub>1</sub>	34	A	A <sub>2</sub>
17		A <sub>2</sub>	35	A	A <sub>1</sub>
18	-	-			

steklo:

vzorec št.	Meritve		vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev		3000 udarcev	6000 udarcev
1	C	C	19	B	C
2	C	C	20	B	C
3	C	C	21	B	C
4	C	C	22	B	C
5	B	C	23	B	C
6	B	B	24	C	C
7	B	B	25	C	C
8	B	B	26	C	C
9	B	B	27	C	C
10	B	C	28	C	C
11	B	B	29	C	C
12	B	C	30	C	C
13	B	C	31	B	C
14	B	C	32	C	C
15	C	C	33	C	C
16	B	B	34	B	C
17	C	C	35	C	C
18	C	C			



# Skupina „A“ (les -20°C ; lak -20°C)

Rezultati meritev suhega filma laka pri naslednjih lastnostih:

- odpornost na obrabo
- oprijemnost
- prožnost

Meritve izvršene na podlagi - les

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št.dvojnih gibov	Vrednost oprijema	Stopnja prožnosti
1	6,69	Gt 1	1,3
2	6,00	Gt 1	1,3
3	5,44	Gt 1	1,3
4	6,53	Gt 1	1,3
5	6,45	Gt 0	1,3
6	6,78	Gt 0	1,3
7	7,57	Gt 1	2
8	8,03	Gt 1	1,3
9	7,68	Gt 1	1,3
10	7,06	Gt 1	1,3
11	7,25	Gt 0	1,3
12	7,25	Gt 0	1,3
13	7,25	Gt 1	1,3
14	6,22	Gt 1	1,3
15	6,37	Gt 1	1,3
16	6,61	Gt 1	1,3
17	6,37	Gt 1	2
18	7,57	Gt 2	1,3

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št.dvojnih gibov	Vrednost oprijema	stopnja prožnosti
19	6,61	Gt 0	1,3
20	8,56	Gt 0	1,3
21	7,79	Gt 1	1,2
22	6,69	Gt 1	2
23	10,88	Gt 0	1,2
24	7,79	Gt 1	2
25	7,06	Gt 1	2
26	10,45	Gt 1	1,3
27	7,57	Gt 1	2
28	7,46	Gt 1	1,3
29	6,87	Gt 1	1,3
30	7,25	Gt 1	1,3
31	6,61	Gt 1	2
32	5,50	Gt 1	1,3
33	8,03	Gt 1	1,3
34	7,79	Gt 0	2
35	7,57	Gt 1	1,2
	$\bar{x} = 7,11$	$\bar{x} = 1$	$\bar{x} = 1,3$
	min = 5,44	min = 0	min = 1,2
	maks = 10,88	maks = 2	maks = 2

*Rezultati meritev*

*SKUPINA „B“ (les -20°C ; lak +50°C)*

## Skupina „B“ (les -20°; lak +50°C)

Čas sušenja laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (5 vzorcev)  
- steklo (5 vzorcev)

les

vzorci	čas sušenja v min	poprečje	min.	maks.
1	34			
2	37			
3	37	$\bar{x} = 36 \text{ min}$	33 min	43 min
4	33			
5	43			

steklo

vzorci	čas sušenja v min	poprečje	min.	maks.
1	31			
2	35			
3	40	$\bar{x} = 37 \text{ min}$	min. = 31 min	maks. = 44 min
4	35			
5	44			

## Skupina „B“ (les -20°C; lak +50°C)

### Debelina suhega filma laka -rezultati meritev

Meritve podane v razredih po 5  $\mu\text{m}$   
Izmerjeno 105 vzorcev

razred	štev. vzorcev	poprečje	min.	maks
20 $\mu\text{m}$ - 25 $\mu\text{m}$	1	$\bar{x} = 44,5 \mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$	70 $\mu\text{m}$
25 $\mu\text{m}$ - 30 $\mu\text{m}$	2			
30 $\mu\text{m}$ - 35 $\mu\text{m}$	11			
35 $\mu\text{m}$ - 40 $\mu\text{m}$	7			
40 $\mu\text{m}$ - 45 $\mu\text{m}$	22			
45 $\mu\text{m}$ - 50 $\mu\text{m}$	19			
50 $\mu\text{m}$ - 55 $\mu\text{m}$	25			
55 $\mu\text{m}$ - 60 $\mu\text{m}$	14			
60 $\mu\text{m}$ - 65 $\mu\text{m}$	3			
65 $\mu\text{m}$ - 70 $\mu\text{m}$	0			
70 $\mu\text{m}$ - 75 $\mu\text{m}$	1			

## Skupina „B“ (les -20°C ; lak +50°C)

Trdota suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi -les (34 vzorcev)  
-steklo (35 vzorcev)

les:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I	II	III	I	II	III
1	77	53	65	31	21	26
2	83	87	71	33	35	28
3	52	58	77	21	23	31
4	67	70	97	27	28	39
5	93	83	77	37	33	31
6	83	77	77	33	31	31
7	47	50	60	19	20	24
8	60	67	59	24	27	23
9	75	72	78	30	29	31
10	54	65	53	21	26	21
11	52	67	70	21	27	28
12	78	83	71	31	33	28
13	77	75	84	31	30	33
14	64	54	58	25	21	23
15	77	74	69	31	29	27
16	68	62	74	27	25	29
17	75	87	73	30	35	29
18	76	75	70	30	30	28
19	63	59	67	25	23	27
20	73	68	82	29	27	33
21	81	74	82	32	29	33
22	65	72	64	26	29	25
23	81	86	73	32	34	29
24	80	56	63	32	22	25
25	52	60	63	20	24	25
26	74	68	67	29	27	27
27	67	76	67	26	30	27
28	69	68	73	27	27	29
29	66	76	73	26	30	29
30	42	66	69	17	26	27
31	73	64	66	29	25	26
32	63	71	64	25	28	25
33	-	-	-	-	-	-
34	86	76	84	34	30	33
35	56	72	70	22	29	28
$\bar{x} = 68 \text{ sek.}$ min. = 42 sek. maks. = 97 sek				$\bar{x} = 27,9\%$ min. = 17% maks. = 39%		

steklo:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I	II	III	I	II	III
1	72	70	69	29	28	27
2	77	75	75	31	30	30
3	68	65	70	27	26	28
4	72	70	76	29	28	30
5	73	72	73	29	29	29
6	71	69	71	28	27	28
7	76	69	66	30	27	26
8	69	64	67	27	25	27
9	74	74	65	29	29	26
10	66	70	58	26	28	23
11	76	73	69	30	29	27
12	77	72	75	31	29	30
13	69	69	73	27	27	29
14	65	65	62	26	26	25
15	68	69	72	27	27	29
16	67	62	61	27	25	24
17	65	66	62	26	26	25
18	74	76	78	29	30	31
19	76	72	74	30	29	29
20	69	71	75	27	28	30
21	76	75	80	30	30	32
22	68	70	69	27	28	27
23	70	74	78	28	29	31
24	84	79	81	33	31	32
25	80	70	80	32	28	32
26	76	79	79	30	31	31
27	85	80	83	34	32	33
28	79	66	80	31	26	32
29	79	77	75	31	31	30
30	77	79	73	31	31	29
31	69	70	73	27	28	29
32	74	69	66	29	27	26
33	82	81	82	33	32	33
34	73	74	70	29	29	28
35	74	77	73	29	31	29
3 · $\bar{x} = 73,2 \text{ sek.}$ min. = 58 sek maks. = 85 sek				$\bar{x} = 29,28\%$ min. = 23% maks. = 34%		

# Skupina „B“ (les -20°C; lak +50°C)

Sijaj suhega filma laka -rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi -les (34 vzorcev)

vzorec št.	meritve v %		
	I.	II.	III.
1	7	4	3
2	2	1	2
3	11	8	10
4	20	5	8
5	9	2	7
6	5	2	6
7	4	2	9
8	13	12	10
9	1	1	1
10	2	1	2
11	1	0	1
12	1	1	1
13	6	6	17
14	1	1	1
15	1	1	1
16	3	2	2
17	1	1	1
18	1	1	1

vzorec št.	meritve v %		
	I.	II.	III.
19	2	1	1
20	2	2	2
21	2	2	2
22	2	1	1
23	1	1	1
24	1	1	1
25	2	1	2
26	7	3	17
27	4	1	5
28	2	1	2
29	0	0	1
30	1	1	1
31	0	0	0
32	1	0	0
33			
34	3	2	9
35	2	1	1

$$\bar{x} = 3,13\%$$

$$\min = 0\%$$

$$\max = 20\%$$

# Skupina „B“ (les -20°C ; lak +50°C)

Odpornost suhega filma laka na udarce –  
rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi – les (33 vzorcev)  
– steklo (35 vzorcev)

les:

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
1	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>
2	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
3	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
4	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>
5	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
6	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>
7	A <sub>3</sub>	A <sub>5</sub>
8	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
9	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
10	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>
11	A <sub>4</sub>	A <sub>4</sub>
12	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
13	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
14	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
15	–	–
16	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
17	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
18	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
19	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
20	–	–
21	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
22	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
23	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
24	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
25	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
26	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
27	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
28	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
29	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
30	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
31	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
32	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
33	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
34	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
35	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>

steklo:

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
1	C	
2	C	
3	C	
4	C	
5	C	
6	C	
7	C	
8	C	
9	C	
10	C	
11	C	
12	C	
13	C	
14	B	C
15	B	C
16	C	
17	C	
18	C	

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
19	C	
20	I	
21	B	C
22	B	C
23	C	
24	C	
25	B	C
26	C	
27	B	C
28	B	C
29	C	
30	B	C
31	C	
32	C	
33	B	C
34	C	
35	C	

# Skupina „B“ (les -20°C ; lak +50°C)

Rezultati meritev suhega filma laka pri naslednjih lastnostih:

- odpornost na obrabo
- oprijemnost
- prožnost

Meritve izvršene na podlagi - les

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št. dvojnih gibov	Vrednost oprijema	Stopnja prožnosti
1	9,33	Gt 2	1,3
2	10,66	Gt 1	1,3
3	6,45	Gt 2	1,3
4	6,45	Gt 1	1,3
5	8,03	Gt 1	1,3
6	-	Gt 1	1,3
7	8,65	-	-
8	8,70	Gt 1	1,3
9	8,42	Gt 1	1,3
10	10,04	Gt 1	1,3
11	9,67	Gt 1	2
12	7,91	Gt 0	1,3
13	11,11	Gt 1	1,2
14	9,33	Gt 1	1,3
15	10,66	Gt 1	1,2
16	9,16	Gt 1	1,2
17	9,67	Gt 1	1,2
18	7,15	Gt 1	1,3

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št. dvojnih gibov	Vrednost oprijema	stopnja prožnosti
19	9,00	Gt 1	1,3
20	9,16	Gt 1	1,3
21	-	Gt 1	1,3
22	8,03	Gt 1	1,2
23	8,16	Gt 1	1,2
24	8,16	Gt 1	1,2
25	9,00	Gt 1	1,2
26	10,24	Gt 1	1,2
27	7,36	Gt 1	1,2
28	10,04	Gt 1	1,2
29	10,88	Gt 1	1,2
30	9,67	Gt 1	1,2
31	8,29	Gt 1	1,2
32	9,50	Gt 1	1,2
33	8,70	Gt 1	1,2
34	6,87	Gt 2	1,3
35	9,00	Gt 1	2
	$\bar{x} = 8,09$	$\bar{x} = Gt 1$	$\bar{x} = 1,3$
	min = 6,45	min = Gt	min = 1,2
	maks = 11,11	maks = Gt	maks = 2



*Rezultati meritev*

*SKUPINA „C“ (les +50°C ; lak +50°C)*

## Skupina „C“ (les +50°C ; lak +50°C)

Čas sušenja laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (4 vzorci)  
- steklo (4 vzorci)

les

vzorci	čas sušenja v min.	poprečje	min.	maks.
1	24			
2	11	$\bar{x} = 24 \text{ min}$	11 min	26 min
3	26			
4	22			

steklo

vzorci	čas sušenja v min.	poprečje	min.	maks.
1	29			
2	37	$\bar{x} = 34 \text{ min}$	29 min	37 min
3	37			
4				

# Skupina „C“ (les +50°C ; lak +50°C)

## Debelina suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve podane v razredih po 5 $\mu$ m  
Izmerjeno 60 vzorcev

razred	štev. vzorcev	poprečje	min.	maks
45 $\mu$ m - 50 $\mu$ m	2	$\bar{x}=73\mu\text{m}$	45 $\mu$ m	110 $\mu$ m
50 $\mu$ m - 55 $\mu$ m	1			
55 $\mu$ m - 60 $\mu$ m	2			
60 $\mu$ m - 65 $\mu$ m	4			
65 $\mu$ m - 70 $\mu$ m	8			
70 $\mu$ m - 75 $\mu$ m	8			
75 $\mu$ m - 80 $\mu$ m	6			
80 $\mu$ m - 85 $\mu$ m	13			
85 $\mu$ m - 90 $\mu$ m	2			
90 $\mu$ m - 95 $\mu$ m	7			
95 $\mu$ m - 100 $\mu$ m	0			
100 $\mu$ m - 105 $\mu$ m	5			
105 $\mu$ m - 110 $\mu$ m	1			
110 $\mu$ m - 115 $\mu$ m	1			

# Skupina „C“ (les +50°C ; lak +50°C)

Trdota suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (35 vzorcev)  
-steklo (35 vzorcev)

les:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	60	56	70	25	22	28
2	74	57	57	29	23	23
3	74	80	81	29	32	32
4	70	75	76	28	30	30
5	61	58	66	24	23	26
6	60	67	58	24	27	23
7	73	75	61	29	30	24
8	70	61	60	28	24	24
9	54	58	53	21	23	21
10	75	71	67	30	28	27
11	73	59	80	29	23	32
12	60	64	64	24	25	28
13	71	66	61	28	26	24
14	70	71	67	28	28	27
15	64	66	72	25	26	29
16	67	63	66	27	25	26
17	63	68	62	25	27	25
18	64	73	77	25	29	31
19	72	67	66	29	29	26
20	76	78	69	30	31	27
21	73	60	52	29	24	21
22	66	68	53	26	27	21
23	71	65	73	28	26	29
24	75	90	79	30	36	31
25	82	82	78	33	31	31
26	81	75	77	32	30	31
27	63	69	63	25	27	25
28	51	59	58	20	23	23
29	67	73	83	27	29	33
30	65	59	80	26	23	32
31	77	70	57	31	28	23
32	59	76	79	23	30	31
33	77	63	80	31	25	32
34	72	70	63	29	28	25
35	74	67	67	29	29	27
$\bar{x} = 67,65 \text{ sek}$ min. = 51 sek maks. = 90 sek				$\bar{x} = 27,06 \%$ min. = 20 % maks. = 36 %		

steklo:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	60	60	65	24	24	26
2	65	61	68	26	24	27
3	63	67	50	25	27	20
4	64	74	58	25	29	23
5	74	67	78	29	27	31
6	84	79	73	33	31	29
7	66	65	68	26	26	27
8	56	57	63	22	23	25
9	85	83	86	34	33	34
10	80	83	73	32	33	29
11	54	69	52	21	27	20
12	80	83	77	32	33	31
13	73	78	74	29	31	29
14	64	70	59	25	28	23
15	66	65	70	26	26	28
16	76	74	70	30	29	28
17	60	57	56	24	23	22
18	55	52	54	22	21	21
19	57	56	70	23	22	28
20	56	53	54	22	21	21
21	66	63	66	26	25	26
22	66	56	66	26	22	26
23	55	55	64	22	22	25
24	61	52	53	24	21	25
25	49	49	48	19	19	19
26	56	50	46	22	20	18
27	52	55	49	21	22	19
28	56	55	57	22	22	23
29	68	71	70	27	28	28
30	63	60	74	25	24	29
31	69	63	72	27	25	29
32	69	69	57	27	27	23
33	67	59	60	27	23	24
34	50	50	51	20	20	20
35	54	52	42	21	20	17
$\bar{x} = 68 \text{ sek.}$ min. = 42 sek maks. = 86 sek				$\bar{x} = 27,2 \%$ min. = 18 % maks. = 34 %		

# Skupina „C“ (les +50°; lak +50°C)

Sijaj suhega filma laka -rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi-les (35 vzorcev)

Vzorec št.	meritve v %		
	I	II	III
1	65	60	59
2	54	57	57
3	51	53	47
4	66	65	62
5	43	51	46
6	50	56	43
7	58	52	46
8	58	54	48
9	47	55	51
10	51	55	48
11	46	47	53
12	37	43	37
13	48	36	33
14	56	59	59
15	48	55	53
16	57	51	47
17	61	54	55
18	68	59	69

Vzorec št.	meritve v %		
	I	II	III
19	74	70	67
20	72	55	68
21	41	47	45
22	49	49	47
23	56	59	57
24	54	58	55
25	55	65	63
26	47	46	42
27	56	50	53
28	42	41	35
29	56	60	63
30	47	52	53
31	43	58	51
32	48	52	51
33	44	41	42
34	46	48	53
35	46	56	58

$$\bar{x} = 56,43\%$$

$$\text{min} = 33\%$$

$$\text{maks} = 74\%$$

# Skupina „C“ (les + 50°; lak + 50°)

Odpornost suhega filma laka na udarce –  
rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi – les (34 vzorcev)  
– steklo (35 vzorcev)

les:

vzorec št.	Meritve		vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev		3000 udarcev	6000 udarcev
1	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	19	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
2	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	20	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
3	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	21	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
4	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	22	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
5	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	23	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
6	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	24	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
7	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	25	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
8	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	26	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
9	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	27	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
10	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	28	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
11	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	29	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
12	-	-	30	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
13	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	31	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
14	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	32	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
15	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	33	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
16	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	34	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>
17	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	35	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
18	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>			

steklo:

vzorec št.	Meritve		vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev		3000 udarcev	6000 udarcev
1	C		19	C	
2	C		20	C	
3	C		21	C	
4	C		22	C	
5	C		23	C	
6	C		24	C	
7	C		25	C	
8	C		26	C	
9	C		27	C	
10	C		28	C	
11	C		29	C	
12	C		30	C	
13	C		31	C	
14	C		32	C	
15	C		33	C	
16	C		34	C	
17	C		35	C	
18	C				

## Skupina „C“ (les +50°C ; lak +50°C)

Rezultati meritev suhega filma laka pri naslednjih lastnostih :

- odpornost na obrabo
- oprijemnost
- prožnost

Meritve izvršene na podlagi - les

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št. dvojnih gibov	Vrednost oprijema	stopnja prožnosti
1	-	Gt 1	1,1
2	9,16	Gt 1	1,2
3	10,88	Gt 1	1,1
4	9,33	Gt 1	1,1
5	10,66	Gt 1	1,1
6	10,04	Gt 1	1,2
7	9,16	Gt 1	1,1
8	8,70	Gt 1	1,1
9	10,04	Gt 1	1,2
10	10,24	Gt 1	1,2
11	9,33	Gt 1	1,2
12	9,16	Gt 1	1,2
13	10,45	Gt 1	1,3
14	11,87	Gt 1	1,2
15	-	Gt 1	1,2
16	9,50	Gt 1	1,2
17	8,16	Gt 1	1,1
18	7,25	Gt 1	1,1

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št. dvojnih gibov	vrednost oprijema	stopnja prožnosti
19	8,70	Gt 1	1,2
20	11,36	Gt 1	1,2
21	8,56	Gt 1	1,2
22	-	Gt 1	1,2
23	16,33	Gt 1	1,2
24	-	Gt 1	1,1
25	19,35	Gt 1	1,1
26	6,96	Gt 1	1,2
27	10,45	Gt 1	1,1
28	10,45	Gt 1	1,1
29	10,45	Gt 1	1,2
30	10,04	Gt 1	1,2
31	5,61	Gt 1	1,2
32	7,06	Gt 1	1,1
33	6,96	Gt 1	1,1
34	12,38	Gt 1	1,1
35	15,83	Gt 1	1,1
	$\bar{x} = 8,84$	$\bar{x} = \text{Gt } 1$	$\bar{x} = 1,2$
	min = 5,61	min = Gt 1	min = 1,1
	maks = 19,35	maks = Gt 1	maks = 1,3

*Rezultati meritev*

*SKUPINA „D“ (les + 50°C ; lak - 20°C)*



# Skupina „D“ (les +50°C ; lak -20°C)

## Čas sušenja laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (5 vzorcev)  
- steklo (5 vzorcev)

les

vzorci	čas sušenja v min	poprečje	min.	maks.
1	13			
2	14			
3	14	$\bar{x} = 14 \text{ min}$	12 min	17 min
4	17			
5	12			

steklo

vzorci	čas sušenja v min	poprečje	min.	maks.
1	14			
2	15			
3	15	$\bar{x} = 16 \text{ min}$	14 min	19 min
4	18			
5	19			

## Skupina „D“ (les +50°C ; lak -20°C)

Debelina suhega filma laka -rezultati meritev

Meritve podane v razredih po 5 $\mu$ m  
Izmerjeno 105 vzorcev

razred	štev. vzorcev	poprečno	min.	maks.
15 $\mu$ m - 20 $\mu$ m	1	$\bar{x} = 35\mu\text{m}$	15 $\mu$ m	50 $\mu$ m
20 $\mu$ m - 25 $\mu$ m	10			
25 $\mu$ m - 30 $\mu$ m	9			
30 $\mu$ m - 35 $\mu$ m	12			
35 $\mu$ m - 40 $\mu$ m	23			
40 $\mu$ m - 45 $\mu$ m	30			
45 $\mu$ m - 50 $\mu$ m	14			
50 $\mu$ m - 55 $\mu$ m	6			

# Skupina „D“ (les + 50°C ; lak - 20°C)

Trdota suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (30 vzorcev)

- steklo (35 vzorcev)

les:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	91	75	72	36	30	29
2	67	60	64	27	24	25
3	-	-	-	-	-	-
4	86	72	63	34	29	25
5	87	63	54	35	25	21
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	92	85	84	37	34	33
9	83	86	92	33	34	37
10	65	55	70	26	22	28
11	74	70	72	29	28	29
12	76	79	71	30	31	28
13	72	82	83	28	33	33
14	91	78	90	36	31	36
15	86	86	70	34	34	28
16	97	86	85	39	34	33
17	-	-	-	-	-	-
18	90	77	89	36	31	35
19	72	71	73	29	32	29
20	89	70	66	35	28	26
21	73	73	68	29	29	27
22	69	76	60	27	30	24
23	70	82	78	28	33	31
24	87	80	71	35	32	28
25	95	90	82	38	36	33
26	97	97	86	39	39	34
27	98	87	73	39	35	29
28	-	-	-	-	-	-
29	91	100	71	36	40	28
30	72	108	74	29	43	29
31	80	73	78	32	29	31
32	94	85	83	37	34	33
33	83	91	90	33	36	36
34	72	79	74	29	36	29
35	90	70	84	36	28	33
$\bar{x} = 76,96 \text{ sek.}$ min. = 55 sek maks. = 108 sek				$\bar{x} = 30\%$ min. = 21% maks. = 43%		

steklo:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	93	101	93	37	40	37
2	79	73	77	31	29	31
3	75	88	76	30	35	30
4	85	94	76	34	37	30
5	95	83	82	38	33	33
6	124	126	118	49	50	47
7	120	104	118	48	41	47
8	119	114	121	47	45	48
9	110	115	119	44	46	47
10	115	103	111	46	41	44
11	116	110	92	46	44	37
12	107	111	117	43	44	47
13	123	111	88	49	44	35
14	119	118	120	47	47	48
15	119	98	116	47	39	46
16	102	116	119	41	46	47
17	118	114	117	47	45	47
18	118	119	120	47	47	48
19	122	122	120	49	49	48
20	136	136	136	54	54	54
21	127	124	126	51	49	49
22	121	126	125	48	50	50
23	119	120	122	47	48	49
24	116	119	122	46	47	49
25	126	112	127	50	45	51
26	122	124	122	48	49	48
27	120	121	118	48	48	47
28	125	113	104	50	45	41
29	118	115	117	47	46	47
30	120	114	116	48	45	46
31	120	111	117	48	44	47
32	84	108	101	33	43	40
33	116	112	111	46	45	44
34	128	122	125	51	49	50
35	127	126	124	50	50	49
$\bar{x} = 117,22 \text{ sek.}$ min. = 73 sek maks. = 136 sek				$\bar{x} = 46\%$ min. = 29% maks. = 54%		

## Skupina „D“ (les +50°C ; lak -20°C)

Sijaj suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les ( 32 vzorcev)

vzorec št.	meritve v %		
	I	II	III
1	30	26	30
2	19	20	20
3			
4	22	21	18
5	8	8	11
6	15	16	19
7			
8	26	32	34
9	14	17	16
10	14	16	20
11	22	20	16
12	17	24	25
13	23	35	40
14	39	43	41
15	26	37	34
16	26	31	30
17	24	25	28
18	34	30	28

vzorec št.	meritve v %		
	I	II	III
19	23	20	20
20	32	29	28
21	21	22	21
22	32	29	31
23	30	28	24
24	36	36	39
25	31	37	43
26	30	37	32
27	27	31	34
28			
29	33	33	35
30	33	34	32
31	33	41	37
32	31	35	28
33	26	22	32
34	39	34	29
35	33	31	29

$$\bar{x} = 27,5\%$$

$$\text{min.} = 8\%$$

$$\text{maks} = 43\%$$

# Skupina „D“ (les +50°C ; lak -20°C)

Odpornost suhega filma laka na udarce –  
rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi – les (35 vzorcev)  
– steklo (33 vzorcev)

les:

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
1	A5	A5
2	A5	A5
3	A4	A5
4	A5	A5
5	A5	A5
6	A4	A5
7	A5	A5
8	A5	A5
9	A5	A5
10	A4	A5
11	A4	A5
12	A5	A5
13	A5	A5
14	A5	A5
15	A5	A5
16	A4	A5
17	A5	A5
18	A5	A5

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
19	A4	A5
20	A4	A5
21	A4	A5
22	A5	A5
23	A5	A5
24	A5	A5
25	A5	A5
26	A4	A5
27	A4	A5
28	A5	A5
29	A5	A5
30	A5	A5
31	A4	A5
32	A5	A5
33	A4	A5
34	A5	A5
35	A4	A5

steklo:

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
1	B	B
2	B	C
3	B	C
4	B	B
5	B	C
6	B	C
7	B	-
8	B	-
9	B	-
10	B	-
11	B	C
12	B	C
13	B	C
14	B	C
15	B	-
16	B	C
17	B	C
18	B	C

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
19	B	C
20	B	B
21	B	C
22	B	C
23	B	C
24	B	B
25	B	C
26	B	C
27	B	B
28	B	B
29	B	B
30	B	C
31	B	B
32	B	B
33	B	B
34	-	-
35	-	-

# Skupina „D“ (les +50°C ; lak -20°C)

Rezultati meritev suhega filma laka pri naslednjih lastnostih :

- odpornost na obrabo
- oprijemnost
- prožnost

Meritve izvršene na podlagi - les

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost	vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št. dvojnih gibov	vrednost oprijema	stopnja prožnosti		št. dvojnih gibov	vrednost oprijema	stopnja prožnosti
1	9,16	Gt 1	1,2	19	8,42	Gt 1	1,3
2	8,29	Gt 1	1,3	20	8,29	Gt 1	1,3
3	7,57	Gt -	-	21	8,42	Gt 2	1,3
4	8,70	Gt 1	1,2	22	8,56	Gt 2	1,3
5	6,61	Gt 1	1,3	23	8,16	Gt 1	1,3
6	7,25	Gt 1	1,3	24	8,16	Gt 1	1,2
7	8,16	-	-	25	8,85	Gt 1	1,3
8	8,42	Gt 1	1,2	26	6,61	Gt 1	1,2
9	8,70	Gt 1	1,2	27	13,39	Gt 1	1,3
10	9,50	Gt 1	1,3	28	6,78	-	-
11	9,16	Gt 1	1,2	29	6,14	Gt 1	1,3
12	8,03	Gt 1	1,2	30	6,69	Gt 1	1,2
13	7,68	Gt 1	1,2	31	10,04	Gt 2	1,3
14	7,57	Gt 1	1,3	32	8,70	Gt 1	1,3
15	9,67	Gt 1	1,3	33	8,85	Gt 1	1,3
16	7,36	Gt 1	1,2	34	9,50	Gt 1	1,3
17	7,15	Gt 1	1,2	35	6,96	Gt 1	1,3
18	8,29	Gt 1	1,2				
					$\bar{x}=8,11$	$\bar{x}=Gt 1$	$\bar{x}=1,3$
					min=6,14	min= Gt 1	min= 1,2
					maks=13,39	maks=Gt 2	maks= 1,3

*Rezultati meritev*

*SKUPINA „E“ (les +20°C ; lak +20°C)*

## Skupina „E“ (les +20°C ; lak +20°C)

Čas sušenja laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (4 vzorci)  
- steklo (5 vzorcev)

les

vzorci	čas sušenja v min.	poprečje	min.	maks.
1	26			
2	31	$\bar{x} = 32 \text{ min}$	26 min	36 min
3	36			
4	36			

steklo

vzorci	čas sušenja v min.	poprečje	min.	maks.
1	24			
2	34			
3	33	$\bar{x} = 35 \text{ min}$	24 min	46 min
4	46			
5	41			



## Skupina „E“ (les +20°C ; lak +20°C)

Debelina suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve podane v razredih po 5 $\mu$ m  
Izmerjeno 102 vzorca

razred	štev.vzorcev	poprečno	min.	maks.
30 $\mu$ m - 35 $\mu$ m	11	$\bar{x} = 45\mu\text{m}$	30 $\mu$ m	65 $\mu$ m
35 $\mu$ m - 40 $\mu$ m	4			
40 $\mu$ m - 45 $\mu$ m	19			
45 $\mu$ m - 50 $\mu$ m	27			
50 $\mu$ m - 55 $\mu$ m	27			
55 $\mu$ m - 60 $\mu$ m	8			
60 $\mu$ m - 65 $\mu$ m	5			
65 $\mu$ m - 70 $\mu$ m	1			

# Skupina „E“ (les + 20°C ; lak + 20°C)

Trdota suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (34 vzorcev)

- steklo (32 vzorcev)

steklo:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	107	108	102	43	43	41
2	108	105	107	43	42	43
3	110	111	115	44	44	46
4	114	114	112	45	45	45
5	111	109	108	44	43	43
6	108	104	108	43	41	43
7	108	109	108	43	43	43
8	104	104	103	41	41	41
9	-	-	-	-	-	-
10	111	112	114	44	45	45
11	115	115	115	46	46	46
12	116	112	111	46	45	44
13	111	111	112	44	44	45
14	102	109	112	41	43	45
15	127	116	126	51	46	50
16	125	126	126	50	50	50
17	122	118	123	49	47	49
18	125	123	119	50	49	47
19	127	125	122	51	50	49
20	126	124	122	50	49	49
21	132	133	131	53	53	52
22	134	131	133	53	52	53
23	123	123	122	53	53	49
24	114	115	110	46	46	44
25	100	109	109	40	43	43
26	110	111	111	44	44	44
27	118	122	118	47	49	47
28	115	116	118	46	46	47
29	120	118	119	48	47	47
30	122	122	120	49	49	48
31	120	123	121	48	49	48
32	120	105	103	48	42	41
33	125	126	118	50	50	47
34	124	123	123	49	49	49
35	123	124	126	49	49	50
$\bar{x} = 116,47 \text{ sek.}$ min. = 100 sek maks. = 127 sek				$\bar{x} = 46\%$ min. = 40% maks. = 53%		

les:

vzorec št.	meritve			obračun v %		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
1	80	110	95	32	44	38
2	-	-	-	-	-	-
3	94	93	87	37	37	35
4	84	102	105	33	41	42
5	88	92	85	35	37	34
6	88	84	88	35	33	35
7	87	86	80	35	34	32
8	94	101	94	37	40	37
9	-	-	-	-	-	-
10	102	94	89	41	37	35
11	74	86	64	29	34	25
12	98	90	73	39	36	29
13	95	78	96	38	31	38
14	98	97	105	39	39	42
15	89	97	109	35	39	43
16	112	94	94	45	37	37
17	95	93	84	38	37	33
18	90	89	88	36	35	35
19	110	104	72	44	41	29
20	108	108	112	43	43	45
21	88	89	80	35	35	32
22	101	97	98	40	39	39
23	81	77	87	32	31	35
24	91	77	110	36	31	44
25	104	113	98	41	45	39
26	84	90	67	33	36	27
27	102	93	98	41	37	39
28	75	89	91	30	35	36
29	90	84	90	36	33	36
30	96	92	87	38	37	34
31	84	100	99	33	40	39
32	81	88	91	32	35	36
33	-	-	-	-	-	-
34	98	79	100	39	31	40
35	98	77	74	35	31	29
$\bar{x} = 91,5 \text{ sek}$ min. = 72 sek maks. = 113 sek				$\bar{x} = 36\%$ min. = 25% maks. = 45%		

## Skupina „E“ (les +20°C ; lak +20°C)

Sijaj suhega filma laka - rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi - les (32 vzorcev)

vzorec št.	meritve v %		
	I.	II.	III.
1	25	28	25
2	38	39	46
3	40	33	40
4	39	44	42
5	31	30	34
6	21	22	21
7	16	23	21
8			
9			
10	31	32	22
11	33	39	39
12	33	35	37
13	56	57	54
14	53	51	55
15	34	35	36
16	31	36	25
17	38	38	38
18	18	18	24

vzorec št.	meritve v %		
	I.	II.	III.
19	40	39	40
20	39	39	55
21	36	36	30
22	29	29	34
23	23	28	25
24	33	32	33
25	39	39	44
26	36	35	34
27	38	46	52
28	20	16	18
29	29	29	25
30	32	27	30
31	16	15	20
32	30	23	21
33			
34	22	23	26
35	18	21	19

$$\bar{x} = 32,5 \%$$

$$\text{min} = 16\%$$

$$\text{maks} = 57\%$$

# Skupina „E“ (les + 20°C ; lak + 20°C)

Odpornost suhega filma laka na udarce –  
rezultati meritev

Meritve izvršene na podlagi – les (35 vzorcev)  
– steklo (34 vzorcev)

les:

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
1	A5	A5
2	A4	A5
3	A5	A5
4	A5	A5
5	A4	A5
6	A4	A5
7	A5	A5
8	A4	A4
9	A5	A5
10	A5	A5
11	A5	A5
12	A5	A5
13	A5	A5
14	A5	A5
15	A5	A5
16	A4	A5
17	A5	A5
18	A4	A5

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
19	A5	A5
20	A5	A5
21	A5	A5
22	A5	A5
23	A5	A5
24	A5	A5
25	A5	A5
26	A5	A5
27	A5	A5
28	A5	A5
29	A5	A5
30	A5	A5
31	A5	A5
32	A5	A5
33	A5	A5
34	A5	A5
35	A5	A5

steklo:

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
1	B	B
2	B	C
3	B	C
4	B	B
5	B	C
6	B	C
7	B	C
8	B	C
9	-	-
10	B	C
11	B	C
12	B	B
13	B	B
14	B	B
15	B	B
16	B	B
17	B	C
18	B	C

vzorec št.	Meritve	
	3000 udarcev	6000 udarcev
19	B	B
20	B	C
21	B	C
22	B	B
23	B	C
24	B	C
25	B	C
26	B	C
27	B	C
28	B	C
29	B	C
30	B	C
31	B	C
32	B	C
33	B	C
34	B	C
35	B	C

# Skupina „E“ (les +20°C ; lak +20°C)

Rezultati meritev suhega filma laka pri naslednjih lastnostih :

- odpornost na obrabo
- oprijemnost
- prožnost

Meritve izvršene na podlagi - les

vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost	vzorec št.	Obraba	Oprijemnost	Prožnost
	št. dvojnih gibov	vrednost oprijema	stopnja prožnosti		št. dvojnih gibov	vrednost oprijema	stopnja prožnosti
1	9,33	Gt 1	1,2	19	9,33	Gt 1	1,2
2	9,33	-	-	20	9,33	Gt 1	1,2
3	9,85	Gt 1	1,2	21	9,16	Gt 1	1,3
4	9,85	Gt 1	1,3	22	9,16	Gt 1	1,2
5	9,00	Gt 1	1,3	23	10,24	Gt 0	1,3
6	9,00	Gt 1	1,2	24	9,67	Gt 1	1,3
7	8,85	Gt 1	1,2	25	10,04	Gt -	-
8	9,00	Gt 1	1,3	26	9,85	Gt 1	1,2
9	9,00	-	1,3	27	9,67	Gt 1	1,2
10	9,85	Gt 1	1,2	28	10,04	Gt 1	1,3
11	10,04	Gt 0	1,3	29	10,24	Gt 1	1,3
12	9,00	Gt 1	1,3	30	10,24	Gt 1	1,2
13	9,67	Gt 1	1,3	31	10,88	Gt 1	1,3
14	9,50	Gt 1	1,3	32	10,04	Gt 1	1,3
15	10,04	Gt 1	1,3	33	10,66	-	-
16	9,50	Gt 1	1,3	34	10,04	Gt 1	1,3
17	9,33	Gt 1	1,2	35	10,24	Gt 1	1,3
18	9,67	Gt 1	1,2				
					$\bar{x}=9,66$	$\bar{x}=Gt 1$	$\bar{x}=1,3$
					min=8,85	min=Gt 0	min=1,2
					maks=10,88	maks=Gt 1	maks=1,3

## 5.0 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Še proučevanjem posameznih znakov (predvsem urednih vrednosti) v obsočju posameznih lastnosti in načina obdelave, a brez zveze s drugimi, lahko sicer pridemo dosti globoko v značilnost podatkov takih meritev, vendar se pri tem ne dotaknemo važnega svojstva pojavov, to je medsebojne odvisnosti. Še pri našem razmišljanju pa spoznamo, da se posamezne značilnosti pojavov odvisne od niza faktorjev, ki vplivajo nanje. To pa je bil tudi cilj naloge, torej ne samo priti do suhih ugotovitev, ki nam povedo, da je lastnost taka ali drugačna, temveč ugotoviti tudi medsebojno odvisnost - korelacijsko odvisnost teh ugotovitev od parametrov temperature take laka, kakor podlage.

Valeč samega načina odčitavanja podatkov pri meritvah, ki so enkrat numerični, drugič opisni smo bili prisiljeni to upoštevati tudi pri statistični obdelavi. Zato smo morali podatke obdelovati na dva načina:

- numerične podatke s analizo urednih vrednosti, to je s pomočjo  $t$  - testa in faktorjsko analizo variance.

Za metoda statistične obdelave je bila uporabljena pri naslednjih lastnostih filma laka - čas sušenja

- debelina
- trdota
- sijaj
- odpornost na obrabo

Razlike med postopki za lastnosti, ki so bile izražene s numeričnimi podatki smo preiskovali s  $t$  - testi

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$$

$$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{S^2 \frac{(n_1 + n_2)}{n_1 \cdot n_2}}$$

$$S^2 = \frac{\sum X_1^2 + \sum X_2^2}{(n_1 + n_2) - 2}$$

Fri tem smo ugotovljali tudi stopnjo značilnosti razlike med srednjimi vrednostmi in jih označili s naslednjimi znaki

- \*  $P < 0,10$
- \*\*  $P < 0,05$
- \*\*\*  $P < 0,01$
- \*\*\*  $P < 0,005$
- NS - neznačilno

Napravljene so bile tabele, ki kažejo značilnosti razlik med srednjimi vrednostmi postopkov in značilnosti razlik med podlogami.

Vplive temperature laka in podlage na preiskovanih lastnostih smo v nadaljevanju ugotovljali s analizo variance v dvofaktorskem poskusu (faktor "A" - temperatura laka in faktor "B" - temperatura podlage). Ker so bili vzorci nesnaki po številu je bila uporabljena obdelava s harmonično sredino.

Rezultati faktorjskega poskusa so prikazani v tabeli analize variance, kjer nam vrednosti "P" kažejo moč vpliva faktorjev na preiskovane lastnosti.

- opisne podatke pa s neparametričnimi  $\chi^2$  - testi, kjer smo ugotavljali razlike na podlagi primerjave s hipotetično varianco.

Ta metoda statistične obdelave je bila uporabljena pri naslednjih lastnostih filna laka -

- odpornost na udarce
- prožnost
- oprijemnost

Da bi bili rezultati preglednejši, so pripravljene tabele doprinosov (deležev) k  $\chi^2$  za posamezne postopke in pa tabele značilnosti razlik med posameznimi postopki, kjer so s zvezdicami označene stopnje značilnosti enako kot pri lastnostih, kjer so podatki podani v numerični obliki.



5.1 *Lastnosti filma laka  
izražene ob meritvah z  
numericnimi podatki*

## Čas sušenja

Čas sušenja smo merili na dveh podlagah in to steklo in les

A. Preizkušnja razlik s *t*-testom (razlike med srednjimi vrednostmi)

Tabeli značilnosti razlik med srednjimi vrednostmi podlaga - steklo postopkov

postopki	A	B	C	D	E
A	—				
B	210 <sup>***</sup>	—			
C	2367 <sup>**</sup>	267 <sup>NS</sup>	—		
D	4125 <sup>****</sup>	2025 <sup>****</sup>	1758 <sup>****</sup>	—	
E	22,40 <sup>**</sup>	1,4 <sup>NS</sup>	-127 <sup>NS</sup>	-18,85 <sup>****</sup>	—

podlaga - les

postopki	A	B	C	D	E
A	—				
B	6,80 <sup>NS</sup>	—			
C	22,85 <sup>**</sup>	16,05 <sup>****</sup>	—		
D	2960 <sup>****</sup>	22,80 <sup>****</sup>	6,75 <sup>*</sup>	—	
E	11,35 <sup>NS</sup>	4,55 <sup>NS</sup>	-11,50 <sup>**</sup>	-18,25 <sup>****</sup>	—

Tabela značilnosti razlik med podlagama les-steklo

A	- 14,4 <sup>NS</sup>
B	- 0,2 <sup>NS</sup>
C	- 13,58 <sup>**</sup>
D	- 2,75 <sup>*</sup>
E	- 3,35 <sup>NS</sup>

## B. Faktorska analiza z dvema faktorjema (2x2)

### I. Podlaga les

Tabela srednjih vrednosti

		les		$\Sigma$
		-20	+50	
lak	-20	43,60	36,80	80,40
	+50	14,00	20,75	34,75
	$\Sigma$	57,6	57,55	115,15

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S.	F	
A lak	2451,67	1	2451,67	40,74	****
B les	0,0	1	0,0	0,0	
AB	216,0	1	216,0	3,59	*
Napaka	902,75	15	60,18		

## II. Podlaga steklo

Tabela srednjih vrednosti

		steklo		$\Sigma$
		-20	+50	
lak	-20	58,00	37,00	95,0
	+50	16,75	34,33	51,08
	$\Sigma$	74,75	71,33	146,08

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S	F	
A lak	1961,66	1	1916,66	32,22	****
Bsteklo	11,89	1	11,89	0,20	NS
AB	1513,64	1	1513,64	24,86	****
Napaka	791,42	13	60,88		

## *Debelina*

Z obdelavo podatkov debelin suhega filma laka je potrjena naša domneva, da so debeline pri različnih nanosih zelo odstopale.

Veroki za to različnost so naslednji:

1. Od postopka do postopka je opazen različen procent suhe snovi (telesnine), ki vpliva na debelino filma.
2. Različnost nanosa v okviru onega postopka je v zvezi z metodo nanašanja (brisanja), kjer ni mogoče zagotoviti enotnega nanosa.

Naša nadaljna domneva je, da vseh tega ni bila možna najustreznejša primerjava lastnosti suhih filmov laka.

## Trdota

Trdoto smo merili po vseh postopkih, na dveh podlagah in to steklo in les

**A.** Preizkušnja razlik s *t*-testom (razlike med srednjimi vrednostmi)

Tabeli značilnosti razlik med srednjimi vrednostmi postopkov podlaga - steklo

postopki	A	B	C	D	E
A	—				
B	-3,80****	—			
C	5,45****	9,25****	—		
D	-4,384****	-40,04****	-49,29****	—	
E	-47,75****	-43,95****	-53,20****	-3,91****	—

podlaga - les

postopki	A	B	C	D	E
A	—				
B	-6,17****	—			
C	-4,44****	1,73 NS	—		
D	-15,64****	-9,47****	-11,20****	—	
E	-27,85****	-21,68****	-23,41****	-12,21****	—

Tabela značilnosti razlik med podlagama les - steklo

A	-5,00****
B	-2,63**
C	4,89****
D	-33,20****
E	-24,90****

**B.** Faktorska analiza z dvema faktorjema ( $2 \times 2$ )

I. Podlaga temperature  $+50^{\circ}\text{C}$

Tabela srednjih vrednosti

		les	steklo	$\Sigma$
lak	-20	69,90	72,53	142,43
	+50	68,17	63,28	131,45
	$\Sigma$	138,07	135,81	273,88

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S.	F	
A lak	3141,61	1	3141,61	42,09	****
B podlaga	133,10	1	133,10	1,78	
AB	1473,61	1	1473,61	19,74	****
Napaka	30829,02	413	74,65		

II. Podlaga temperature  $-20^{\circ}\text{C}$

Tabela srednjih vrednosti

		les	steklo	$\Sigma$
lak	-20	63,73	68,73	132,46
	+50	79,37	112,57	191,94
	$\Sigma$	143,10	181,30	324,40

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S.	F	
A lak	89429,50	1	89429,50	535,78	****
B podlaga	36886,34	1	36886,34	220,99	****
AB	20101,90	1	20101,07	120,43	****
Napaka	67100,07	402	166,92		



III. Podlaga je les -temperatura (-20°C; +50°C)

Tabela srednjih vrednosti

		les		$\Sigma$
		-20	+50	
lak	-20	63,73	69,90	133,63
	+50	79,37	68,17	147,54
	$\Sigma$	143,10	138,07	281,17

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S	F	
A lak	4856,56	1	4856,56	43,86	****
B les	635,05	1	635,05	5,73	**
AB	7573,11	1	7573,11	68,39	****
Napaka	44182,8	403-4	110,73		

IV. Podlaga je steklo - temperatura (-20°C; +50°C)

Tabela srednjih vrednosti

		steklo		$\Sigma$
		-20	+50	
lak	-20	68,73	72,53	141,26
	+50	112,57	63,28	175,85
	$\Sigma$	181,30	135,81	317,11

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S.	F	
A-lak	31407,29	1	31407,29	243,10	****
B steklo	54320,18	1	54320,18	420,45	****
AB	73986,89	1	73986,89	572,67	****
Napaka	53745,33	416	129,20		

## Sijaj

Meritve sijaja so bile izvršene po vseh postopkih temperaturnih sprememb. Vzeta je bila v poštev le varianta s podlago - les.

A. Preizkušanje razlik s t-testom (razlike med srednjimi vrednostmi)

Tabela značilnosti razlik med srednjimi vrednostmi postopkov

Podlaga - les

postopki	A	B	C	D	E
A	-				
B	3,99****	-			
C	-45,50****	-49,49****	-		
D	-20,58****	-24,57****	24,92****	-	
E	-25,38****	-29,37****	20,12****	-4,8****	-

**B.** Faktorska analiza z dvema faktorjema ( $2 \times 2$ )

Podlaga les

Tabela srednjih vrednosti

		les		$\Sigma$
		-20	+50	
lak	-20	7,12	3,13	10,25
	+50	27,70	52,62	80,32
	$\Sigma$	34,82	55,75	90,57

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S.	F.	
A lak	125 032,57	1	125 032,57	2592,05	****
B les	11 155,71	1	11 155,71	231,27	****
AB	21 284,09	1	21 284,09	441,24	****
Napaka	19 487,73	404	48,24		

## Odpornost na obrabo

Meritve odpornosti na obrabo so bile izvršene po vseh postopkih temperaturnih sprememb. Vzeta je bila v poštev le varianta s podlago - les.

A. Preizkušanje razlik s *t*-testom (razlike med srednjimi vrednostmi)

Tabela značilnosti razlik med srednjimi vrednostmi postopkov

Podlaga - les

postopki	A	B	C	D	E
A	—				
B	-1,64****	—			
C	-2,89****	-1,25**	—		
D	-1,03****	0,61*	1,86****	—	
E	-2,43****	-0,79****	0,46 <sup>NS</sup>	-	—

## B. Faktorska analiza z dvema faktorjema ( $2 \times 2$ )

Podlaga les

Tabela srednjih vrednosti

		les		$\Sigma$
		-20	+50	
lak	-20	7,25	8,89	16,14
	+50	8,28	10,14	18,42
	$\Sigma$	15,53	19,03	34,56

Tabela analize variance

Izvor	SS	d.f.	M.S.	F	
A lak	43,43	1	43,43	14,54	****
B les	102,34	1	102,34	34,27	****
AB	0,40	1	0,40	0,14	
Napaka	388,17	130	2,99		

52 *Lastnosti filma laka  
izražene ob meritvah z  
opisnimi podatki*

# Odpornost na udarce

Odpornost na udarce smo merili po vseh postopkih temperaturnih sprememb na dveh podlagah in to steklo in les

## A. Tabele frekvenčne porazdelitve

### I. Podlaga - les

a.) 3000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	B	C	Σ
A								0
B		6	21	6				33
C		22	12					34
D				13	22			35
E				6	29			35
Σ		28	33	25	51			137

b.) 6000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	C	Σ
A	12	19	1					32
B		5	14	12	2			33
C		16	18					34
D					35			35
E				1	34			35
Σ	12	40	33	13	71			169

### II. Podlaga steklo

a.) 3000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	B	C	Σ
A						18	17	35
B						9	26	35
C						0	35	35
D						33	0	33
E						34	0	34
Σ						94	78	172

b.) 6000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	B	C	Σ
A						6	29	35
B						0	35	35
C								
D						10	18	28
E						9	26	35
Σ						25	108	133



B. Tabele doprinosov h  $\chi^2$ I. Podlaga - les  
a.) 3000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	
A	-	-	-	-	-	
B		0,08	21,43	0,0	12,28	33,80
C		32,60	1,77	6,20	12,66	53,23
D		7,15	8,43	6,85	6,18	28,61
E		7,15	8,43	0,02	19,58	35,18

$$\chi^2 = 150,82^{****}$$

## b.) 6000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	
A	41,65	17,24	4,41	2,46	13,44	79,20
B	2,34	1,01	8,86	35,27	10,15	57,63
C	2,41	7,86	19,44	2,62	14,28	46,61
D	2,49	8,28	6,83	2,69	28,01	48,31
E	2,49	8,28	6,83	1,06	25,32	43,99

$$\chi^2 = 257,74^{****}$$

II. Podlaga - steklo  
a.) 3000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	B	C	Σ
A						0,7	0,8	0,15
B						5,36	4,46	11,83
C						19,13	23,05	42,16
D						12,42	14,97	27,38
E						12,79	15,42	28,21

$$\chi^2 = 109,75^{****}$$

## b.) 6000 udarcev

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	B	C	Σ
A						0,05	0,01	0,06
B						6,58	1,52	8,10
C						-	-	-
D						4,26	0,99	5,25
E						0,89	0,21	1,10

$$\chi^2 = 14,51^{****}$$

C. Tabele značilnosti razlik med pari postopkov

I. Podlaga - les

a.) 3000 udarcev

	(A)	B	C	D	E
(A)					
B					
C		****			
D		****	****		
E		****	****	NS	

b.) 6000 udarcev

	A	B	C	D	E
A					
B	****				
C	****	****			
D	****	****	****		
E	****	****	****	NS	

II. Podlaga - steklo

a.) 3000 udarcev

	A	B	C	D	E
A	-				
B	**	-			
C	****	****	-		
D	****	****	****	-	
E	****	****	****	NS	-

b.) 6000 udarcev

	A	B	C	D	E
A	-		##		
B	**	-	##		
C	-	-	-	##	
D	NS	****	-	-	
E	NS	****	-	NS	

## Prožnost

Prožnost smo merili po vseh postopkih temperaturnih sprememb, na dveh podlagah in to steklo in les

### A. Tabela frekvenčne porazdelitve I. Podloga - les

	1,1	1,2	1,3	2	$\Sigma$
A	-	2	25	8	35
B	-	16	16	2	34
C	16	18	1	-	35
D	-	13	19	-	32
E	-	13	19	-	32
$\Sigma$	16	62	80	10	168

### II. Podloga - steklo

	1,1	1,2	1,3	2	$\Sigma$
A	-	3	32		35
B	1	5	29		35
C	-	-	-		-
D	-	9	25		34
E	-	9	25		34
$\Sigma$	1	26	111		138

B. Tabela doprinosov h  $\chi^2$   
I. Podlaga - les

	1,1	1,2	1,3	2	$\Sigma$
A	3,33	9,23	4,17	16,80	33,53
B	3,24	0,95	0,0	0,0	4,19
C	48,13	2,00	14,73	2,08	66,94
D	3,05	0,12	0,93	1,90	6,00
E	3,05	0,12	0,93	1,90	6,00

$$\chi^2 = 116,67^{***}$$

II. Podlaga - steklo

	1,1	1,2	1,3	$\Sigma$
A	0,25	1,96	0,53	2,74
B	2,20	0,39	0,03	2,61
C	-	-	-	-
D	0,25	1,05	0,20	1,50
E	0,25	1,05	0,20	1,50

$$\chi^2 = 8,34^{NS}$$

C. Tabela značilnosti razlik med pari postopkov

I. Podlaga - les

	A	B	C	D
A				
B	****			
C	****	***		
D	****	NS	****	
E	****	NS	****	NS

II. Podlaga - steklo

	A	B	C	D
A	-			
B	NS	-		
C	-	-	-	
D	**	NS	-	-
E	**	NS	-	NS

# Oprijemnost

Oprijemnost smo merili po vseh postopkih temperaturnih sprememb na dveh podlagah in to steklo in les.

## A. Tabela frekvenčne porazdelitve I. Podlaga les

	Gt 0	Gt 1	Gt 2	Gt 3	Gt 4	$\Sigma$
A	30	38	1			69
B	16	48	4			68
C		70				70
D	18	43	3			64
E	22	40				62
$\Sigma$	86	239	8			333

## II. Podlaga stekla

	Gt 0	Gt 1	Gt 2	Gt 3	Gt 4	$\Sigma$
A	48	21	1			70
B	10	48	11	1		70
C		57	4	5	4	70
D	65	3				68
E	67	1				68
$\Sigma$	190	130	16	6	4	346

B. Tabela doprinosov h  $\chi^2$

I. Podlaga - les

	Gt0	Gt1	Gt2	$\Sigma$
A	8,33	2,68	0,26	11,27
B	0,14	0,01	3,43	3,58
C	18,08	7,77	1,68	27,53
D	0,13	0,19	1,39	1,71
E	2,24	0,45	1,49	4,18

$$\chi^2 = 48,27^{****}$$

II. Podlaga - steklo

	Gt0	Gt1	Gt2	Gt3	G4	$\Sigma$
A	2,38	1,07	1,55	1,21	0,81	7,02
B	21,04	17,90	18,62	0,04	0,81	58,41
C	38,44	35,83	0,18	11,81	12,58	98,84
D	20,49	19,90	3,14	1,18	0,79	45,50
E	23,56	23,59	3,14	1,18	0,79	52,26

$$\chi^2 = 262,02^{****}$$

*C. Tabela značilnosti razlik med pari postopkov*

*I. Podlaga - les*

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
<i>A</i>	—				
<i>B</i>	**	—			
<i>C</i>	****	****	—		
<i>D</i>	NS	NS	****	—	
<i>E</i>	NS	*	****		—

*II. Podlaga - steklo*

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
<i>A</i>	—				
<i>B</i>	****	—			
<i>C</i>	****	****	—		
<i>D</i>	****	****	****	—	
<i>E</i>	****	****	****	NS	—



## 6.0 DISKUSIJA

Osnovni cilj celotne obdelave naloga skupaj s statistično obdelavo podatkov je bil ugotoviti ali se uporabljeni postopki, tako nanašanje laka v različnih temperaturnih intervalih, kakor tudi temperatura podlage, med seboj značilno razlikujejo. V mislu bolj jasno izražene ocene značilnih razlik pa je bila vzeta v primerjavo tudi kontrolna serija osiroca kontrolni postopek "B". Končni odgovor na nalogo je ugotovitev, kateri od obeh faktorjev (temperatura laka ali temperatura podlage) najmočnejše vpliva na nastanek razlik.

Osnovni podatki so bili numerični (za debelino, trdoto, obrabo, sijaj in osušitev) in opisni (za prožnost, udarce in oprijemnost), temu primerne je bilo potrebno tudi izbrati metode statistične obdelave.

Za preiskujanje razlik med postopki za opisne podatke, kjer smo razpolagali s frekvenčnimi porazdelitvami znakov, so bili uporabljeni neperanevrični  $\chi^2$ -testi. S njimi smo ugotavljali značilnost razlik med lesom in steklom kot podlago in lakom za posamezne postopke.  $\chi^2$ -preiskuni so pokazali, da se pri opisnih znanih postopki nasploh med seboj razlikujejo in to za les in steklo. Deleži, ki jih doprinesejo posamezni postopki k celotni vrednosti  $\chi^2$ , so zelo različni, videti pa je, da s visokim deležem od ostalih odstopa postopek "C", kar pomeni, da je od ostalih postopkov in tudi od kontrole najbolj različen. Posebno velikih razlik ni pri opisnih znanih tudi med postopkom "D" in "B" (kontrola). Statistično neznailne so se tudi pokazale razlike med postopki (na steklu) pri prožnosti.

Pri preiskujanjih med postopki za numerične podatke sta bili uporabljeni faktoriska analiza variance in pa običajni studentov test za preiskujanje razlik med vrednjsimi vrednostmi.

Faktoriska analiza variance je pokazala, da sta oba faktorja temperatura laka in temperatura podlage (lesa ali stekla) visoko značilna, vendar poleg njiju običajno tudi interakcija med njima.

Ta ugotovitev velja za vse numerično izražene lastnosti razen za obrabo. Na sploh se kaže, da temperatura laka močnejše vpliva na nastajanje razlik med postopki kot temperatura podlage. Za faktor temperatura laka se namreč kažejo višji nivoji statističnih značilnosti, medtem ko tega za faktor temperatura podlage ne moremo reči. Kot primer je razvidno da faktor temperatura podlage sploh ni značilen pri osušitvi in je nekoliko manj značilen pri trdoti na lesu.

Š faktorskim poskusom smo tudi skušali ugotoviti ali različna podlaga les in steklo, ki imata enako temperaturo, vpliva na lastnosti površinske obdelave. Kjer je bilo mogoče smo poleg temperature laka za drugi faktor vneli v analizo podlago - les in steklo in sicer pri temperaturi  $+50^{\circ}\text{C}$  (postopki "D" in "G") in  $-20^{\circ}\text{C}$  (postopki "A" in "B"). Ponovno se je pokazalo, da je temperatura laka močan dejavnik, ki vpliva na nastajanje razlik med postopki, medtem ko podlaga sploh ne vpliva (npr. pri  $+50^{\circ}\text{C}$  na debelino in trdoto ali pa pri  $+50^{\circ}\text{C}$  in  $-20^{\circ}\text{C}$  na osušitev) na nastanek razlik.

Zaradi značilnih interakcij med temperaturo laka in temperaturo podlage oziroma temperaturo laka in vrste podlage je bilo potrebno proučiti vse pomembne medsebojne razlike med postopki (med srednjimi vrednostmi).

Večina razlik med srednjimi vrednostmi, ki so bile preiskuvane s t - testom so visoko značilne. Za sijaj so značilne vse razlike, prav tako za trdoto na steklu in lesu. V obrabi se od kontrole "H" ne razlikuje postopek "G", pri osušitvi pa postopka "A" in "B". Postopek "D", ki se pri vseh preiskavih sploh ni razlikoval od kontrole "E" je pri numeričnih podatkih povsod visoko značilno različen od nje.

**LITERATURA :**

- Jenekovič-Landel :** Sistemi prijava nitrolakova i lakboja,  
Zagreb-Kemijski kombinat  
Chromos-Katron-Kutrilin
- Kraus A. :** Handbuch der Nitrocellulose Lacke  
Teil II - Berlin 1955-1961- Verlag  
W. Pansongrau
- Kretschmar-Kende-Wollmann :** Physikalisches Praktikum -  
Leipzig 1965 - VEB Fachbuchverlag
- Mihavc-Bekleva :** Kontrolne metode površinske obdelave  
lesa-Ljubljana 1970 - Katedra za  
mehaniko predelavo lesa SR
- Smolčić-Kerdik :** Površinska obrada drveta - Zagreb 1960  
- Institut za drvoindustrijska istraži-  
vanja
- Sponaal-Wallenfng :** Lexikon der Anstrichstoffe -  
München 1968 Verlag Callwoy
- Stock E. :** Taschenbuch für Farben-u. Lackindu-  
strie, Stuttgart 1954 - Wissenschaft-  
liche Verlagsgesellschaft
- H.W. Thalen :** Mechanische Untersuchungen auf  
Lacken-Chemie u. Technologie der  
Kunststoffe Bd.III-Leipzig
- Zeidler-Bleich :** Laboratoriumsbuch für die Lack-u.  
Anstrichmittelindustrie, Düsseldorf  
1967 Verlag Wilhelm Knapp

Razni članki in revij :

Drvena industrija

Deutsche Farbenseitung

Farben und Lacke

Holztechnik

Holztechnologie

Holz als Roh- und Werkstoff

Industrie Lackierbetrieb

Les

L' industria del legno

Woodworking Industrie