

GDK 841.1/3

Sprejeto/Received: april/April 1994

UČINEK PREMAZNIH SREDSTEV NA DIMENZIJSKO STABILNOST BUKOVINE (*Fagus sylvatica* L.)

Brane KNEHTL*, Željko GORIŠEK**

Izvleček

Prispevek obravnava vpliv vrste premaznega sredstva (nitrocelulozni, poliuretanski in kislinski lak ter vodna lak lazura) in števila nanosov na dimenzijsko stabilizacijo bukovine. Premazna sredstva, ki se uporabljajo za površinsko obdelavo, imajo zelo različne sposobnosti zmanjšanja delovanja lesa. Njihova učinkovitost je odvisna predvsem od vrste veziva, načina zamreženja filma in njegove debeline. Difuzivnost filmov premaznih sredstev je pomemben parameter pri izbiri optimalnega premaznega sistema za izdelek glede na mesto njegove uporabe. Dimenzijska odzivnost bukovine na spremembo klime je bila najmanjša pri površinski obdelavi s kislinskim lakom, največja pa pri vzorcih, ki so bili obdelani z vodno lak lazuro. Kot kriterialni kazalniki so bili uporabljeni: polovični uravnovesni čas, MEE in ASE.

Ključne besede: dimenzijska stabilizacija, lesni premazi, polovični uravnovesni čas, MEE, ASE, bukovina

THE EFFECT OF WOODSURFACE COATINGS ON DIMENSIONAL STABILITY OF BEECHWOOD (*Fagus sylvatica* L.)

Abstract

The article deals with the effect of wood surface coating types (nitrocellulose lacquer, polyurethane lacquer, acid varnish and water-based clear varnish) and the number of coatings on dimensional stability of beechwood. Wood surface coatings applied for wood finishing have highly different abilities to lower wood response. Their effect depends on the type of a binding agent, film density and its thickness. Diffusivity of wood surface coating films is an important parameter when choosing the best coating system for a product as to its application. Dimensional response of beechwood to climatic changes was the lowest with acid varnish finishing and the highest with the samples finished with water-based clear varnish. Half adjusting time, MEE, ASE were used as criterion indicators.

Key words: dimensional stability, wood surface coatings, half adjusting time, MEE, ASE, beechwood

* mag. dipl. ing.les, asistent - Biotehniška fakulteta, odd. za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII./34, 61000 Ljubljana, SLO

** dr. mag. dipl. ing. les, docent - Biotehniška fakulteta, odd. za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII./34, 61000 Ljubljana, SLO

KAZALO

1	UVOD	227
2	CILJ RAZISKAVE	229
3	MATERIAL IN PRIPRAVA VZORCEV	230
3.1	Priprava podlage - lesa	230
3.2	Premazna sredstva	230
3.3	Priprava vzorcev	230
3.4	Metoda dela	231
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	232
4.1	Vpliv vrste premaznega sredstva na dimenzijsko stabilnost.....	232
5	POVZETEK	239
	SUMMARY.....	240
	VIRI	242

1 UVOD

Les je po poseku že fiziološko mrtev organski material, ki pa zaradi svoje higroskopsnosti tudi po vgraditvi še vedno "deluje".

Zaradi svoje specifične kemijske zgradbe in velike notranje površine sten je les higroskopen in vzpostavlja vlažnostno ravnovesje s klimo v okolici. Pri adsorpciji se voda veže na hidroksilne skupine, celulozni skelet se širi, celična stena nabreka. Če domnevamo, da se velikost celičnih lumnov ne spreminja, je volumensko krčenje in nabrekanje lesa količinsko enako volumnu oddane oz. sprejete higroskopske vode, upošteva je njeno zgostitev v celični steni.

Zaradi strukturnih in kemičnih razlik se sorpcijske lastnosti med lesovi razlikujejo. Vsebnost higroskopske oz. vezane vode je omejena s številom sorpcijskih mest, ki lahko vežejo vodne molekule. Zaradi heterogene kemijske zgradbe in različne sorpcijske energije tudi vsa sorpcijska mesta nimajo enake možnosti vezanja vodnih molekul. Vezalna energija površine kristalitov je 25 kJ na mol vezane vode, v amorfnih regijah (področjih) pa je njihova energija pribl. 30 kJ/mol (PIZZI ET AL. 1987 a, b).

Sprejemanje in oddajanje vlage, glede na razmere okolice v kateri je, in z njima povezana krčenja oz. nabrekanja štejemo za najbolj neugodne lastnosti lesa, še posebno zaradi njegovega anizotropnega delovanja. Večjega ali manjšega delovanja lesa zaradi nihajočih klimatskih razmer ne moremo preprečiti. Pri vgraditvi lesa je treba strogo paziti, da je lesna vlažnost enaka ravnovesni vlažnosti, ki ustreza povprečnim klimatskim razmeram na mestu vgraditve, sicer bo prišlo do dimenzijskih in oblikovnih sprememb izdelkov.

Krčenja in nabrekanja lesa v spremenjivi klimi ne moremo popolnoma enačiti s krčenjem lesa pri sušenju, saj je mogoče, da se les določene vrste znatno krči pri prvem sušenju do zračne suhosti ($u=12\%$ do 15%), vendar bo doživel relativno majhne spremembe v spreminjajoči se klimi. Delovanje lesa in od njega odvisna dimenzijska stabilnost sta odvisni od inherentnih ali specifičnih, t.j.

določeni vrsti vrojenih lastnosti, in od nespecifičnih, ki veljajo za vse vrste enako (SCHWAB 1977).

Uveljavljenih je že več postopkov, s katerimi se skuša povečati dimenzijska in oblikovna stabilnost lesa, njihova učinkovitost pa temelji:

- na zmanjšanju hitrosti sorpcije vode ob neznatnem zmanjšanju dimenzijskih sprememb,
- na zmanjšanju krčenja in nabrekanja ne glede na hitrost sorpcije ali
- na zmanjšanju obojega (STAMM 1977, ROWELL & YOUNGS 1981, SKAAR 1988).

V praksi so najpogostejši:

- obdelava z vodoodpornimi površinskimi premazi,
- križno lameliranje (vezan les in panelne plošče),
- hidrotermična obdelava za zmanjšanje higroskopnosti,
- kemični postopki "prečne vezave" (crosslinking) lesnih komponent in
- kemični postopki "zapolnjevanja" (bulking).

Pri izbiri ustreznega postopka moramo upoštevati klimo mesta vgraditve končnega proizvoda, stopnjo dimenzijske stabilnosti, ki jo izdelek zahteva, ekonomičnost postopka in zahtevani estetski vidik.

V lesni tehnologiji se je uveljavilo več različnih kazalnikov dimenzijske stabilnosti. Pri ovrednotenju delovanja neobdelanega lesa so se najbolj uveljavili (NOACK ET AL. 1973, TORELLI 1983) diferencialno nabrekanja v radialni (q_R) in tangencialni (q_T) smeri, koeficient nabrekanja v radialni (h_R) in tangencialni (h_T) smeri, sorpcijski kvocient (s) kot neposredna mera higroskopnosti in polovični uravnovesni čas ($t_{1/2}$), določen z uravnovešanjem vzorcev med dvema ravnovesnima legama.

Za oceno učinkovitosti posameznih postopkov dimenzijske stabilizacije lesa pa so najpogostejši: ASE (antishrink efficiency - protikrčitvena učinkovitost), MEE (moisture excluding effectiveness -

spodobnost preprečevanja navlaževanja), WR (water repellency - vodna odbojnost) in drugi .

Večina lesnih izdelkov v uporabi je površinsko obdelanih z različnimi premaznimi sredstvi, ki imajo zaščitno in estetsko vlogo. Poleg prožnosti, oprijemnosti in trdote premaza tudi difuzivnost odločilno vpliva na trajnost zaščitnih in estetskih lastnosti površinsko obdelanih izdelkov. Če je prevleka preveč difuzivna, le-ta premalo preprečuje sorpcijo in s tem delovanje lesa zaradi sprememb okoliške klime. Če pa je prevleka premalo difuzivna, otežuje sproščanje morebitne povečane vlažnosti v izdelku zaradi kondenziranja vlage ali dežja (WASSIPPAUL / JANOTTA 1972). To lahko povzroči napetosti in popuščanje adhezijske povezave v sistemu les - premaz, kar vodi do destrukcije sistema in luščenja premaza (SCHMID 1988, OOSTERBOEK ET AL 1991). Dlje časa povečana vlažnost v izdelku pomeni tudi večjo nevarnost napada lesnih gliv.

Vsi znani premazi, ki se uporabljajo v lesni industriji so vsaj delno difuzivni. Učinkovitost premaznih sredstev je odvisna od izbire vrste veziva, drugih dodatkov (pigmenti), gostote zamreženja filma in debeline nanosa (FEIST ET AL. 1985, AHOLA 1991, HORA / BÖTTCHER 1993). Učinkovitost premazov se hitro zmanjšuje, če so izpostavljeni cikličnim klimatskim spremembam ali ostrejšim pogojem (FEIST ET AL. 1985; LJULKA 1983).

2 CILJ RAZISKAVE

Bukev kot naša najbolj razširjena drevesna vrsta vse bolj pridobiva na veljavi tudi za izdelavo notranjega pohištva. Znano je tudi, da je bukovina dimenzijsko in oblikovno zelo nestabilna vrsta ($q_T = 0,41$ %/%, $q_R = 0,20$ %/%, $s = 0,21$ %/%) (NOACK ET AL. 1973). Prav zato sva na bukovini skušala primerjalno oceniti učinkovitost štirih premaznih sredstev in treh količin nanosa. Uporabljena so bila premazna sredstva, ki se komercialno uporabljajo za površinsko obdelavo notranjega pohištva (nitrocelulozni, poliuretanski in kislinski lak ter vodna lak lazura).

3 MATERIAL IN PRIPRAVA VZORCEV

3.1 Priprava podlage - lesa

Izbrane orientirane bukove deščice brez napak z dimenzijami 600 x 60 x 13 mm (dolžina x širina x debelina) so bile mehansko obdelane s skobljanjem in nato v smeri vlaken obrušene z brusnim papirjem št. 150. Deščice so bile uravnovešene v normalni klimi (pri temperaturi $T = 20^{\circ} \text{C}$ in relativni zračni vlažnosti $\phi = 65 \%$) nato pa razžagane na pet vzporednih vzorcev dimenzij 115 x 60 x 13 mm.

3.2 Premazna sredstva

V raziskavi so bili uporabljeni štiri komercialni brezbarvni premazi, namenjeni za površinsko obdelavo notranjega pohištva:

- *KS - kislinski lak (dvokomponentni)*
vezivo: mešanica alkidnih in sečninskih smol
suha snov: pribl. 48 %
- *NC - nitrocelulozni (nitrokombinacijski) lak*
vezivo: NC- osnova kombinirana z umetnimi smolami
suha snov: pribl. 29 %
- *PUR - poliuretan - akrilni lak*
vezivo: hidroksi akrilna smola kombinirana z izocianati
suha snov: pribl. 35 %
- *AQUA - lak lazura na vodni osnovi*
vezivo: akrilna disperzija
suha snov: pribl. 35 %

3.3 Priprava vzorcev

Vsi vzorci so bili enakomerno premazani z vseh strani (količina 1-kratnega nanosa je bila med 100 in 120 g/ m²), obdelava je bila izvedena pri normalni klimi.

Primerjave so bile izvedene v dveh delih s po petimi vzporednimi vzorci. V prvem delu so bile proučevane razlike v učinkovitosti štirih

premaznih sredstev v primerjavi z neobdelanim vzorcem, v drugem delu pa se je ugotavljal vpliv števila nanosov.

V prvem delu so bili po štirje vzporedni vzorci površinsko obdelani z enim od navedenih premazov. Lak je bil nanesen v dveh slojih z vmesnim 24 urnim sušenjem v normalni klimi. Vzorci so bili po prvem nanosu rahlo brušeni s papirjem št. 200. Peti vzorec je kot referenčni ostal površinsko neobdelan.

V drugem delu poskusa je bil po en vzporeden vzorec obdelan z enkratnim, dvakratnim ali trikratnim nanosom s predhodnim vmesnim brušenjem. Dva, zopet kot referenčna, sta ostala površinsko neobdelana. Postopek površinske obdelave je bil enak kot pri vzorcih iz prve serije.

3.4 Metoda dela

Površinsko obdelani vzorci obeh poskusov so bili po nanosu še 14 dni klimatizirani v normalni klimi, ki je bila natančno vzdrževana z nasičeno solno raztopino (NaNO_2). Popolnoma uravnovešeni vzorci so bili nato prestavljeni v klimo z relativno zračno vlažnostjo 86 % (klima je bila ravnotako uravnavana z nasičeno solno raztopino - $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$). Dnevno je bilo nato spremljano naraščanje mas in dimenzij do ravnovesnega stanja.

Kot kriterialne vrednosti so bili določeni naslednji kazalniki dimenzijske stabilnosti:

- ASE (antishrink efficiency - protikrčitvena učinkovitost) v radialni ASE_R in tangencialni ASE_T smeri, ki pove, za koliko je krčenje obdelanega materiala manjše od krčenja neobdelanega oz. kontrolnega. ASE se ocenjuje med dvema ravnovesnima legama, pogosto tudi med sušilnično suhim stanjem in napojenim stanjem;

$$ASE = (\alpha_c - \alpha_t) / \alpha_c$$

α_c skrček kontrolnega vzorčka med dvema ravnovesnima legama

α_t skrček obdelanega vzorčka med dvema ravnovesnoma legama

MEE (moisture excluding effectiveness - sposobnost preprečevanja navlaževanja) je kazalnik, ki se je široko uveljavil pri kvantificiranju uspešnosti dimenzijske stabilizacije lesa s površinskimi premazi in nam pove, za koliko odstotkov sprejme neobdelan vzorec več vode kot obdelan;

$$MEE = (\Delta m_c - \Delta m_t) / \Delta m_c$$

Δm_c ..sprememba mase kontrolnega, neobdelanega vzorca v določenem časovnem intervalu

Δm_t ..sprememba mase obdelanega vzorca v določenem časovnem intervalu

Polovični uravnovesni čas je bil izračunan z eksponentne regresijske krivulje uravnovešanja, ki prikazuje hitrost sorpcije, izraženo z relativnim prirastkom mase kot funkcijo časa med dvema ravnovesnima legama. Relativni prirastek mase (E) je brezdimenzijska spremenljivka, ki pomeni delež vode, ki se sorbira v času t:

$$E = (m(t) - m_z) / (m_k - m_z)$$

E.....relativni prirastek mase

$m(t)$masa vzorca v času t

m_zmasa vzorca na spodnji (začetni) ravnovesni legi

m_kmasa vzorca na zgornji (končni) ravnovesni legi.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

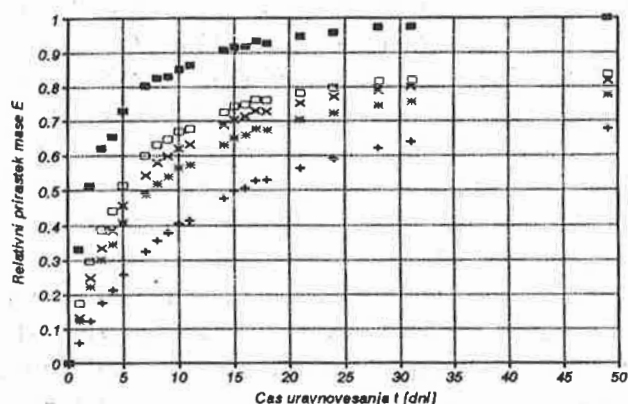
4.1 Vpliv vrste premaznega sredstva na dimenzijsko stabilnost

Rezultati meritev MEE, polovičnih uravnovesnih časov in ASE za tangencialno in radialno orientirane vzorce iz prvega dela poskusov, ki so bili površinsko obdelani po standardnem postopku z različnimi premazi, so prikazani v preglednici 1. Tipične uravnovesne krivulje za te vzorce prikazuje slika 1.

Preglednica 1: Polovični uravnesni časi ($t_{1/2}$), MEE in ASE za tangencialno (ASE_T) in radialno (ASE_R) smer za vzorce, obdelane z nitroceluloznim (NC), kislinskim (KS), poliuretanskim (PUR) lakom in vodno lak lazuro (AQUA).

Table 1: Half adjusting times ($t_{1/2}$), MEE and ASE for radial (ASE_R) and tangential (ASE_T) oriented samples coated with nitrocellulose lacquer (NC), acid varnish (KS), polyurethane lacquer (PUR) and water-based clear varnish (AQUA).

	MEE	$t_{1/2}$	ASE_T	ASE_R
NC	22,7	5,9	17,1	17,9
KS	31,7	10,3	23,9	31,0
PUR	17,4	5,9	18,0	15,2
AQUA	15,2	4,7	16,0	14,5
Površinsko neobdelan		2,3		



Grafikon 1: Tipične uravnesne krivulje za vzorce obdelane z nitroceluloznim (X), kislinskim (+), poliuretanskim (*) in vodnim (□) lakom v relativnem razmerju s krivuljo za neobdelane (■) vzorce.

Fig. 1: Typically adjusting curves for samples coated with nitrocellulose lacquer (X), acid varnish (+), polyurethane lacquer (*) and water-based clear varnish (□) in relative relation with curve for untreated (■) sample.

Najdaljše polovične uravnovesne čase so imeli vzorci obdelani s kislinskim lakom, ki so imeli kar 4,5-krat daljši čas od površinsko neobdelanih kontrolnih vzorcev. Sledijo vzorci obdelani z nitroceluloznim in poliuretanskim lakom z enakim povprečnim polovičnim uravnovesnim časom (2,6-krat daljšim od kontrolnih), vzorci obdelani z vodno lak lazuro pa so po pričakovanju izkazali največjo difuzivnost (z 2,0-krat daljšim polovičnim uravnovesnim časom od kontrolnih). Rezultate potrjujejo tudi meritve MEE in ASE. Razlike med ASE v radialni in tangencialni smeri pri nobenem premazu niso bile signifikantne.

Vzorci zaščiteni s kislinskim lakom so izkazali najmanjšo občutljivost za spremembo klime. Nižja difuzivnost kislinskega laka je posledica dveh mehanizmov: polikondenzacijsko zamreženega kompaktnega filma na površini lesa in večje debeline zaradi višje vsebnosti suhe snovi v primerjavi z drugimi premazi.

Difuzivnost poliuretan - akrilnega laka je zelo podobna difuzivnosti nitroceluloznega laka. Potrebno je poudariti, da ta lak ni klasičen poliuretanski lak. Običajno je kombinacija OH - funkcionalnega poliestra in utrjevalca, ki ga poznamo po odličnih mehanskih in kemičnih odpornostnih lastnostih, kratkem "pot life" in dolgimi časi utrjevanja. Vezivo preizkušane laka pa je hidroksi akrilna smola, ki je kombinirana z izocianati. Ta lak je namenjen za lakiranje notranjega pohištva na odprte pore in tvori nekoliko manj "gosto" zamrežen film (low cross - link density), kar vpliva tudi na njegovo zmanjšano obstojnost proti vodi (FLEITER 1991, TURNER 1988). Seveda pa lahko z ustrežno kombinacijo poliolne komponente ter vrste in razmerja utrjevalca dosežemo tudi ustrezno zaščito celo atmosferskim vplivom izpostavljenega pohištva.

Nitrocelulozni lak je bil modificiran z alkidnimi smolami, kar največ prispeva k manjši prepustnosti filma in relativno dobrim stabilnostnim lastnostim.

Nizke vrednosti kazalnikov dimenzijske stabilnosti lesa vzorcev, obdelanih z vodno lak lazuro, so posledica značilnih lastnosti akrilne smole kot veziva in nižje gostote zamreženja filma.

4.2 Vpliv števila nanosov

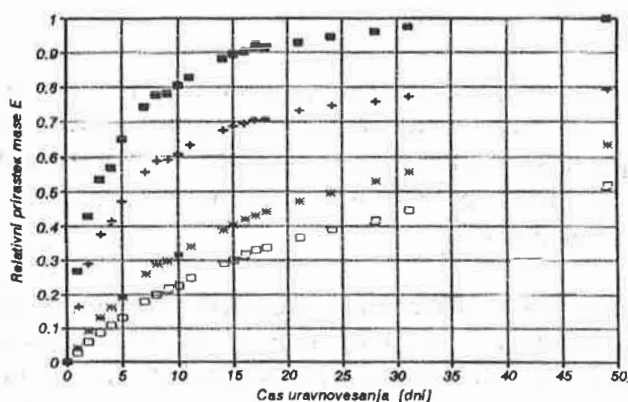
S številom nanosov premaznega sredstva se povečuje debelina filma na površini, kar pri vseh vrstah premazov vpliva na zmanjšanje difuzivnosti prevleke. Vplivi števila nanosov na dimenzijsko stabilnost so ocenjeni z MEE, polovičnim uravnovesnim časom in ASE ter prikazani v preglednici 2.

Prvi nanos pri vseh premaznih sredstvih večinoma prodre v les. Odvisno od velikosti molekul veziva penetrira premaz različno globoko v les. Čeprav imata nitrocelulozni in poliuretanski lak podobna MEE, se njuni vrednosti ASE bistveno razlikujeta. Utrjevanje nitroceluloznega laka je fizikalen proces (samo oddajanje hlapnih komponent). Molekule celuloznega nitrata kot glavnega veziva so velike molekule, ki lahko prodrejo le v celične lumne. Poliuretanski lak se utrjuje z oddajanjem topil in sočasno kemijsko reakcijo poliadicije. Izhodiščne snovi imajo bistveno nižjo molsko maso v primerjavi s celuloznim nitratom. Do povečanja molske mase pride šele v procesu kemijske reakcije zamreževanja po združitvi osnovnih komponent (lak in utrjevalec). Nizkomolekularne sestavine laka tako lahko penetrirajo tudi v celično steno in tam dokončno zreagirajo. To odločilno prispeva k boljši stabilizaciji lesa. Po nanosu drugega in tretjega sloja je ta učinek vedno manj izrazit.

Preglednica 2: Polovični uravnovesni časi ($t_{1/2}$), MEE in ASE za vzorce z enkratnim (1X), dvakratnim (2X) in trikratnim (3X) nanosom, obdelane z nitroceluloznim (NC), kislinskim (KS), poliuretanskim (PUR) lakom in vodno lak lazuro (AQUA).

Table 2: Half adjusting time ($t_{1/2}$), MEE and ASE for samples coated once (1X), twice (2X) and three times (3X) with nitrocellulose lacquer (NC), acid varnish (KS), polyurethane lacquer (PUR) and water-based clear varnish (AQUA).

	1X			2X			3X		
	MEE	$t_{1/2}$	ASE	MEE	$t_{1/2}$	ASE	MEE	$t_{1/2}$	ASE
NC	12,7	3,3	6,4	19,4	5,8	15,2	32,3	10,5	23,8
KS	18,7	5,3	18,4	35,7	12,0	29,5	47,2	14,1	38,7
PUR	15,9	3,7	16,6	18,2	6,4	20,0	26,0	9,6	22,6
AQUA	12,6	2,8	7,7	15,0	5,0	14,7	24,4	6,8	24,4

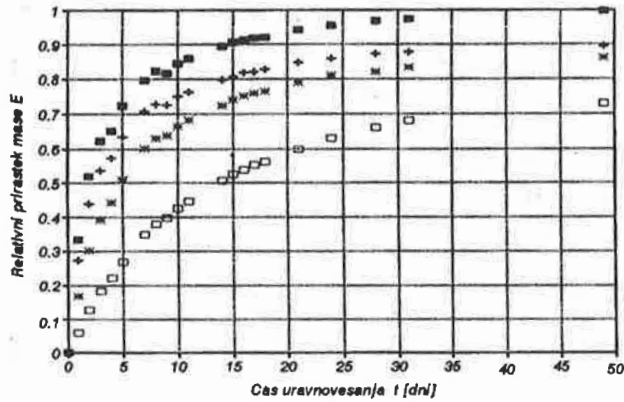


Grafikon 2: Uravnesne krivulje za enkratni (+), dvakratni (*) in trikratni (□) nanos kislinskega laka v relativnem razmerju s primerjalnim površinsko neobdelanim vzorcem (■)

Fig. 2: Adjusting curves for samples coated once (+), twice (*) and three times (□) with acid varnish compared with untreated sample (■)

Pri vzorcih obdelanih s kislinskim lakom že prva dva nanosa bistveno zmanjšata difuzivnost filma (slika 2). Razlog je predvsem v večji debelini filma (večji delež suhe snovi) in naravi polikondenzacijsko zamreženega filma na osnovi vezlva iz alkidnih in sečninskih smol. Relativno manjši prispevek tretjega sloja je verjetno posledica morebitno tanjšega nanosa ali močnejšega odvzema filma pri vmesnem brušenju.

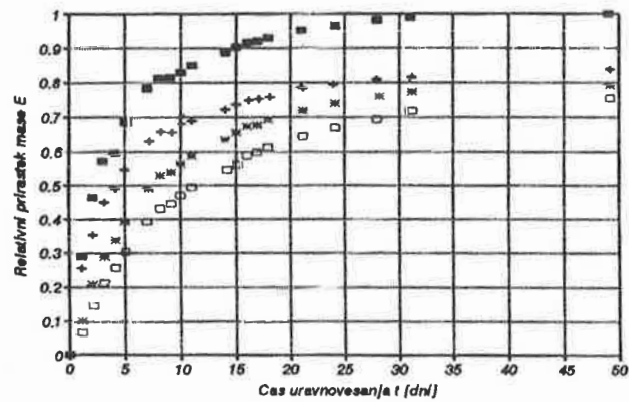
Kot je razvidno iz slike 3, ki prikazuje uravnesne krivulje za vzorce obdelane z različnim številom nanosov nitroceluloznega laka, imata prvi in tretji nanos največji vpliv na zmanjšanje difuzivnosti prevleke. Relativno manjši prispevek drugega sloja je predvsem posledica vmesnega brušenja po prvem nanosu, kjer se tisti del premaza, ki ni penetriral v les, večinoma odstrani od podlage. Ta učinek ne nastopa več po vmesnem brušenju drugega nanosa, ker celotna količina tretjega ostane na površini (ni več penetracije v podlago). Tretji nanos zato bistveno več prispeva k povečanju debeline premaznega filma in zmanjšanju njegove difuzivnosti.



Grafikon 3: Uravnesne krivulje za enkratni (+), dvakratni (*) in trikratni (□) nanos nitroceluloznega laka v relativnem razmerju s primerjalnim površinsko neobdelanim vzorcem (■)

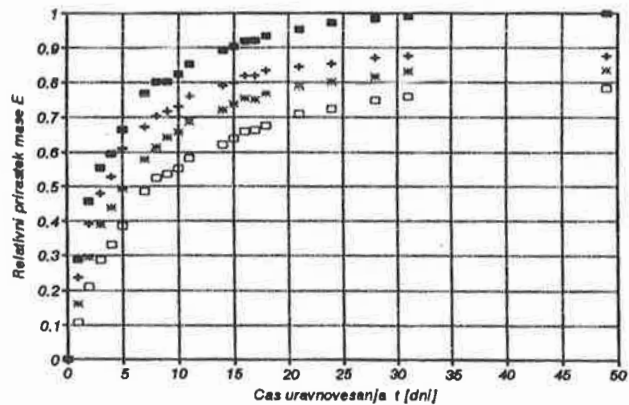
Fig. 3: Adjusting curves for samples coated once (+), twice (*) and three times (□) with nitrocellulose lacquer compared with untreated sample (■)

Vpliv števila nanosov na difuzivnost prevleke pri obdelavi s poliuretanskim lakom je podoben kot pri nitroceluloznem laku (slika 4). Kljub nekoliko večjemu deležu suhe snovi v poliuretanskem laku v primerjavi z nitroceluloznim je njegova difuzivnost le malo nižja. K dimenzijski stabilizaciji relativno največ prispeva prvi nanos, zaradi penetracije nizkomolekularnih sestavin laka v celične stene lesa, kjer se kemično zamrežijo. Razlika v učinkovitosti posameznih nanosov se povečuje prvih deset dni izpostave v vlažni klimi, nato pa pojema zlasti zaradi lažje prepustnosti redkeje zamreženega površinskega filma.



Grafikon 4: Uravnesne krivulje za enkratni (+), dvakratni (*) in trikratni (□) nanos poliuretanskega laka v relativnem razmerju s primerjalnim površinsko neobdelanim vzorcem (■)

Fig. 4: Adjusting curves for samples coated once (+), twice (*) and three times (□) with polyurethane lacquer compared with untreated sample (■)



Grafikon 5: Uravnesne krivulje za enkratni (+), dvakratni (*) in trikratni (□) nanos vodne lak lazure v relativnem razmerju s primerjalnim, površinsko neobdelanim vzorcem (■)

Fig. 5: Adjusting curves for samples coated once (+), twice (*) and three times (□) with water-based clear varnish compared with untreated sample (■)

Difuzivnost lak lazurnega premaznega filma na vodni osnovi je najvišja v primerjavi z ostalimi preizkušanimi premazi, z večanjem debeline filma (večje število nanosov) pa nekoliko pada (slika 5). Glavni razlog temu je kemična zgradba veziva na osnovi akrilnih smol, ki tudi pri večji debelini filma zadrži značilne "ventilacijske" lastnosti, ki se zahtevajo za površinsko obdelavo dimenzijsko stabilnih izdelkov stavbnega pohištva.

5 POVZETEK

Površinska obdelava z vodoodpornimi premaznimi sredstvi je v svetu zelo razširjen način estetskega in zaščitnega oplemenitenja lesnih površin v uporabi. Zaradi svoje higroskopsnosti in heterogene kemične in anatomske zgradbe se les odziva na spremembo klime z uravnovešanjem svoje vlažnosti glede na klimatska nihanja okolice. Sprememba vlažnosti v izdelku se kaže navzven kot njegova dimenzijska nestabilnost. Čeprav leseni izdelki v zaprtih prostorih niso izpostavljeni tako ekstremnim spremembam klime kot na prostem, je difuzivnost premaznih filmov na lesu zelo pomemben kazalnik trajnosti premaznega sistema. Premazni filmi morajo biti zadosti, a ne preveč difuzivni, da omogočajo izravnavanje sprememb vlažnosti v izdelku in hkrati zmanjšajo delovanje lesa.

Relativni prirastek mase in iz njega izračunani polovični uravnovesni čas se je, poleg v literaturi uveljavljenih kriterijev (MEE in ASE), pokazal kot dober kriterialni znak za ovrednotenje dimenzijske stabilizacije površinsko obdelanega lesa oz. difuzivnosti premaznih filmov. Rezultati zato niso neposredno primerljivi s podatki iz literature, njihova medsebojna odvisnost pa vodi do enakih sklepov.

Med vsemi preizkušanimi premaznimi sistemi, ki so bili pripravljene z običajnim dvakratnim nanosom premaznega sredstva, imajo najkrajše polovične uravnovesne čase lak lazura na vodni osnovi ($t_{1/2} = 4,7$ dni), najdaljše pa kislinski lak ($t_{1/2} = 10,3$ dni). Približno enako dolge polovične uravnovesne čase ($t_{1/2} = 5,9$ dni) imata poliuretanski in nitrocelulozni lak. Različna difuzivnost premazih

filmov je posledica predvsem njihove različne kemične zgradbe (vrsta veziva, način utrjevanja in gostota zamreženja) in debeline filma.

Z večanjem števila nanosov premaznega sredstva (večja debelina suhega filma) se po pričakovanju zmanjšuje difuzivnost filma pri vseh preskušanih vrstah premaznih sredstev. Prvi nanos premaza se pri vseh preskušanih večinoma vpije v podlago in podaljša $t_{1/2}$ od 20 % (pri vodni lak lazuri) do 61 % (pri poliuretanskem laku) v primerjavi z neobdelanimi vzorci. Izjema je kislinski lak pri katerem se $t_{1/2}$ že pri prvem nanosu podaljša za 130 % v primerjavi z neobdelanimi vzorci. Kislinski lak ima med vsemi premazi najvišji delež suhe snovi, kar predstavlja pri enakem mokrem nanosu tudi največjo debelino suhega filma. Drugi in tretji nanos dokaj enakomerno vplivata na zmanjšanje difuzivnosti premaznega filma.

Difuzivnost premaznega filma je pomemben kriterij za celostno vrednotenje trajnosti in kvalitete premaznega sistema, ki je pogojena predvsem z zahtevami kupca in mestom ter namenom uporabe izdelka.

SUMMARY

Water-repellent wood surface coatings have been used extensively all over the world in wood finishing ansure superior aesthetic quality and protection of wood surfaces in practical applications. Due to its hygroscopicity and heterogeneous chemical composition and anatomy, wood responds to changes in environmental conditions by adjusting its moisture content accordingly. Outwardly, such moisture content changes are manifested as dimensional instability of wood. Although wood products are expose to less severe climatic changes under indoor than under outdoor conditions, the diffusivity of wood coating films is an important indicator of durability of a coating system. Coating films should be just enough, but not too diffusive, to make adjustment to moisture content changes in a product possible, and also to decrease wood response.

In addition to the established criteria cited in literature (MEE and ASE), relative increase in weight and the half adjusting time calculated on its basis have proved to be suitable criteria used in assessing dimensional stabilization of finished wood surfaces and diffusivity of coating films. Although the results so obtained are not directly comparable with the data found in relevant literature, their correlation leads to the same conclusion.

Among all of the coating systems submitted to tests (as usual, two coatings were applied) the shortest half adjusting times were observed in the case of water based clear lacquer ($t_{1/2} = 4.7$ days) and the longest in the case of acid varnish ($t_{1/2} = 10.3$ days). Half adjusting times about the same length ($t_{1/2} = 5.8$ days) are also characteristic of polyurethane and nitrocellulose lacquers. Different diffusivity of coating films is mainly due to their different chemical composition (type of binding agent, drying mechanism and density of cross-linking) and to film thickness.

As expected, increasing the number of coatings (and thus also the total thickness of dried coating) lead to a decrease in film diffusivity with all of the coating agents tested. With all test samples, the initial coating is mainly absorbed by substrate, which increases $t_{1/2}$ by 20 % (water based clear varnish) to 61 % (polyurethane lacquer) in comparison with nontreated samples. Acid varnish is an exception because the initial layer already increases $t_{1/2}$ by 130 % in comparison with nontreated samples. Of all the coatings, acid varnish has the highest dry matter content, and if identical wet coatings are applied, it produces the greatest dry film thickness. The second and third coatings have a rather uniform effect on reducing the diffusivity of the coating film.

The diffusivity of the coating film is an important criterion used in comprehensive assessment of durability and the quality of a coating system, which mainly depend on the requirements of customers and the designed use of a product.

VIRI

- AHOLA, P., 1991. Moisture transport in wood coated with joinery paints. - Holz als Roh- und Werkstoff. 49, s. 428-432.
- FEIST, W. C., 1985. The moisture excluding effectiveness of finishes on wood surface. - Research Paper FPL 462. Madison: USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- FLEITER, L., 1991. Einsatz von 2K-PUR- Lacken im Industriebereich. - Industrie Lackierbetrieb 59, 3, s. 91-94
- HORA, G. / BÖTTCHER, P. 1993. Beurteilung des Feuchteschutzes von Holzaußenanstrichen. - Farbe und Lack. 99, 11, s. 924-928.
- LJULJKA, B., 1983. Utjecaj drva in njegove vlažnosti na obradu poliuretanskim lakovima. - Šumarski fakultet, Zagreb, s. 121-177
- NOACK, D. / SCHWAB, E. / BARTZ, A., 1973. Characteristics for a judgement on the sorption and swelling behavior of wood. - Wood Science and Technology. 7, 4, s. 218-236.
- OOSTERBROEK, M. / LAMMERS, R. J. / VAN DER VEN, L. G. J. / PERERA, D. Y., 1991. Crack formation and stress development in an organic coating. - Journal of coatings technology. 63, 797, s. 55-60.
- PIZZI, A. / EATON, N. / BARISHA, M., 1987A. Theoretical water sorption energies by conformation analysis. I. Crystalline cellulose. - Wood Science and Technology. 21, 3, s. 235-248.
- PIZZI, A. / BARISHA, M. / EATON, N., 1987B. Theoretical water sorption energies by conformation analysis. II. Amorphous cellulose and the sorption isotherm. - Wood Science and Technology. 21, 3, s. 317-327.
- ROWELL, R. M. / YOUNGS, R. L., 1981. Dimensional stabilisation of wood in use. Research Note F- PL-0243. Madison, Wisconsin. 8 s.
- SCHMID, E. V., 1988. Risse und Abblätterungen bei alternde Anstrichen. - Farbe und Lack. 94, 8, s. 161-620.
- SCHWAB, E., 1977. Ermittlung der Holzeigenschaften als Voraussetzung für eine Werkstoffgerechte Holzverwendung. - Mitteilung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg-Reinbek, 118, s. 197-204.
- SKAAR, C., 1988. Wood water relations. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, 283 s.
- STAMM, A. J., 1977. "Dimensional changes of wood and their control." - Wood Technology: Chemical Aspects. I. S. Goldstein, ed. ACS Symp. Ser. 43, s. 115-140.
- TORELLI, N., 1983. Sorpcija in stabilnost lesa. - Les. 35, 4-5, s. 101-106.

TURNER, G. P. A., 1988. Introduction to Paint Chemistry and Principles of Paint Technology. - 3.th Edition. Chapman and Hall. London, New York. s. 138-228.

WASSIPPAUL, F. / JANOTTA, O., 1972. Die Wasserdampfdurchlässigkeit von Anstrichmitteln. - *Holzforschung und Holzverwertung* 24, 4, s. 74-80.