

*Dipl. ing. Vladimir Barjaktarović*  
*SOUR ŠIK »Crna Gora«, Titograd*

## UTICAJ KLIMATSKIH PRILIKA NA RAVNOTEŽNU VLAŽNOST DRVETA U CRNOJ GORI

### 1. 0. UVOD

Da bi se drvo kao savremeni i nezamjenjivi materijal moglo koristiti za razne namjene, posebno u industriji namještaja, mora se do određenog stepena osušiti. To se mora uraditi iz razloga da mu se:

- poboljšaju fizičko-mehaničke osobine,
- pripremi za površinsku obradu i lijepljenje,
- smanji težina i
- zaštititi od napada gljiva i učini trajnijim.

Dakle, procesom sušenja, drvo kao prirodnu sirovinu prevodimo u industrijski materijal kome su znatno poboljšane fizičko-mehaničke, tehnološke i druge upotrebne osobine.

Procesom sušenja se najlakše uklanja slobodna voda, jer su veze između nje i drveta najslabije. Znatno teže se uklanja vezana voda, tj. voda koja učestvuje u građi drvne materije, jer je vezana za drvo jačim vezama. O konstruktivnoj, hemijski vezanoj vodi, koja se nalazi u spojevima od kojih je izgrađeno drvo, ne vodi se računa, jer se ne mijenja za vrijeme sušenja. Inače, procesom sušenja drvo prvo gubi slobodnu, a zatim vezanu vodu.

Odstranjivanjem slobodne vode ne utiče se na promjene fizičko-mehaničkih osobina drveta. Međutim, kod uklanjanja vezane vode iz drveta nastaje čitav niz fizičko-mehaničkih promjena.

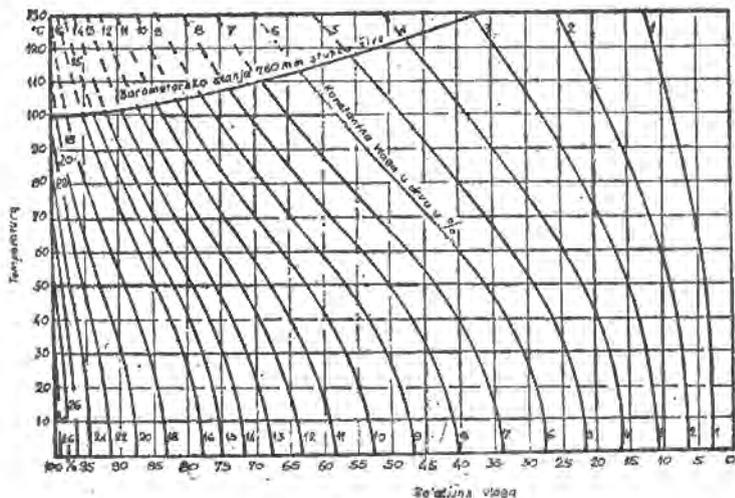
Najveća količina vezane vode koja se nalazi u drvetu naziva se tačka zasićenosti žice. Tačka zasićenosti žice (TZŽ) je od posebne važnosti kod sušenja drveta. Ona je različita u zavisnosti od vrste drveta, vlažnosti i temperature vazduha. Međutim, uzima se da je prosječna vrijednost tačke zasićenosti za sve vrste drveta oko 30%.

Drvo je materijal koji svoju vlažnost prilagodava vlažnosti okolnog vazduha (sredine), pri datoj temperaturi i pod uslovom da je duže izloženo djelovanju vazduha. Drugim riječima, pri određenoj vlažnosti vazduha i temperaturi odgovara određeni procenat vlage u drvetu, koji se zove »vlaga ravnoteže«.

Radi boljeg poznavanja mogućnosti prirodnog sušenja drveta, kretanje »vlage ravnoteže« u drvetu pri datim klimatskim prilikama (temperatura i relativna vlaga vazduha) za određeno područje predstavlja korisno saznanje. Ono pokazuje do koje granice se drvo može osušiti prirodnim putem. Stog stanovišta veoma je korisno ustanoviti kolebanje »vlage ravnoteže«, odnosno u kojim granicama se ona kreće u pojedinim užim područjima Crne Gore. Ovo iz razloga jer se gotovo u svim većim naseljima nalaze stovarišta rezane građe gdje se ona prosušuje prirodnim putem.

## 2.0. VLAGA RAVNOTEŽE

Neki materijal kao: drvo, tekstil, koža i dr., svoju vlagu prilagođavaju vlazi okolne sredine. Takvi materijali, nazivaju se higroskopnim. Određenoj relativnoj vlazi vazduha pri stalnoj temperaturi odgovara određeni postotak vlage, koji se, kako je već rečeno, zove »vlaga ravnoteže«. Vлага ravnoteže za razne higroskopske materijale pri istim klimatskim uslovima (temperatura i relativna vlaga) je različita. Zbog toga treba za sve materijale posebno ustanoviti kretanje vlage ravnoteže. U ovom slučaju riječ je o vlazi ravnoteže u drvetu. Ona se očitava sa dijagrama higroskopske ravnoteže (sl. 1), koga je izradio R. Keylwerth.



Sl. 1.

Vlaga higroskopske ravnoteže (K. Loughborough po R. Keylwerthu  
(Kajlvert))

Vlaga ravnoteže predstavlja osnovu sušenja drveta. Ukoliko drvo ima vlažnost veću od vlage ravnoteže, nastupiće proces sušenja sve dok ne dostigne istu, dok, ukoliko ima vlagu manju od ravnoteže upijaće vlagu iz okoline sve do postizanja vlage ravnoteže. Kad se uspostavi ravnoteža vlaga u drvetu se ne mijenja dok se ne promijeni relativna vlaga i temperatura ili oboje. To znači, vlaga ravnoteže u drvetu je u velikoj zavisnosti od klimatskih prilika.

Od klimatskih faktora koji utiču na vlagu ravnoteže, najznačajniji su temperatura i relativna vlažnost vazduha. Pored ovih faktora, takođe utiču strujanja vazduha i padavine (kiša, snijeg, magla), kao i zračenje sunca.

### 2.1. Faktori koji utiču na vlagu ravnoteže

Za ispitivanje uticaja najznačajnijih klimatskih faktora (temperature i relativne vlage vazduha) na ravnotežnu vlažnost drveta, korišćeni su podaci meteoroloških stanica na lokacijama: Pljevlja, Žabljak, Bijelo Polje, Kolašin, Ivangrad, Nikšić, Titograd, Herceg-Novi, Bar, Cetinje, Ulcinj, iz perioda 1963-1980. godina.

### 2.1.1. *Relativna vlaga vazduha ( $\varphi$ )*

Relativna vlaga vazduha je jedan od direktnih klimatskih faktora koji utiče na ravnotežnu vlažnost drveta. Prikazana je tabelarno i grafički (tab. 1 i sl. 2) i to za karakteristične lokacije u Crnoj Gori. Iz tabela i dijagrama vidi se da je relativna vlaga vazduha za posmatrani period u primorskim mjestima (Bar, Herceg-Novi) stabilna, bez izraženog maksimuma u zimskim mjesecima, a da su velika kolebanja u ostalim djelovima Republike, posebno u Titogradu i Nikšiću. Takođe, iz tabela i dijagrama vidi se da je relativna vlaga veća u onim lokacijama gdje je temperatura niža (Kolašin, Ivanograd, Bijelo Polje, Pljevlja). Sve ovo govori u kakvoj je zavisnosti relativna vlaga vazduha sa temperaturom, a time i vlagom ravnoteže.

### 2.1.2. *Temperatura vazduha ( $t$ )*

Temperatura vazduha je klimatski faktor koji, takođe, najdirektnije utiče na kolebanje vlage ravnoteže u drvetu.

Tabelarnim prilogom (tab. 1) dati su podaci o prosječnoj temperaturi vazduha po mjesecima i za godinu. Ti podaci su naneseni i grafički (sl. 2) za karakteristične lokacije, gdje se formira linija godišnjeg toka temperature. Ovo variranje temperature je zavisno od nadmorske visine, geografskog položaja lokacije planinskih masiva, godišnjeg doba. Ona se kreće od 4,6°C (prosječna godišnja temperatura) na Žabljaku, do 15,6°C, u Herceg-Novom. Posmatranjem godišnjeg toka temperature vazduha vidi se da ona raste od januara do jula, a od jula do januara opada.

### 2.1.3. *Strujanje vazduha*

Strujanje vazduha kao klimatski faktor, čije se vrijednosti mijenjaju brže i više od ostalih elemenata, takođe značajno utiče na vlagu ravnoteže drveta. Ovo iz razloga jer strujanje vazduha

utiče na stanje temperature vazduha i relativne vlage. Brzina strujanja vazduha zavisi od otvorenosti lokacije i visine od tla. Najmanja brzina je u naseljenim mjestima, a povećava se sa otvorenosti terena i visinom. Stoga na navedenim lokacijama u Crnoj Gori (tab. 2) prikazan je prosječan broj dana u mjesecu, odnosno godišnje, sa brzinom strujanja vazduha preko 14 m/sek. Ovo pokazuje da pojedine lokacije imaju povoljnije provjetravanje, jer imaju veliki broj dana sa brzinom strujanja vazduha iznad 14 m/sek: (Nikšić sa prosječno 138 dana, Titograd sa 117 dana). Međutim, ima lokacija koje imaju veoma slabo strujanje vazduha, odnosno imaju veoma mali broj dana sa brzinom strujanja vazduha većim od 14 m/sek: Žabljak i Bijelo Polje 6 dana godišnje, Kolašin i Pljevlja po 14 dana godišnje. Neke lokacije karakteriše veoma slabo strujanje vazduha, moglo bi se reći, praktično mirovanje vazduha. Takvih dana u godini u Pljevljima ima 277, u Kolašinu 131, Ivangradu 157, Žabljaku 146 i u Cetinju 255.

#### 2.1.4. *Magla*

Magla je klimatski faktor koji je dosta promjenljiv i prostorno i vremenski. Ovaj faktor je naročito izražen u sjevernom dijelu Republike (Pljevlja, Ivangrad, Bijelo Polje, Nikšić), dok u srednjem i primorskom dijelu Republike je rijetka pojava (Titograd, Bar, Herceg-Novi).

#### 2.1.5. *Padavine*

Padavine su, takođe, faktor koji utiče na vlagu ravnoteže. Najveće količine padavina su u primorskom i središnjem dijelu Republike, dok u sjevernom dijelu padavine su ravnomjernije, ali i znatno manje.

Tab. 1. Srednje mjesečne i godišnje temperature (t), relativne vlage vazduha ( $\varphi$ ) i vlage u drvetu (Uv) za karakteristične lokacije u Crnoj Gori za period od 20 dana

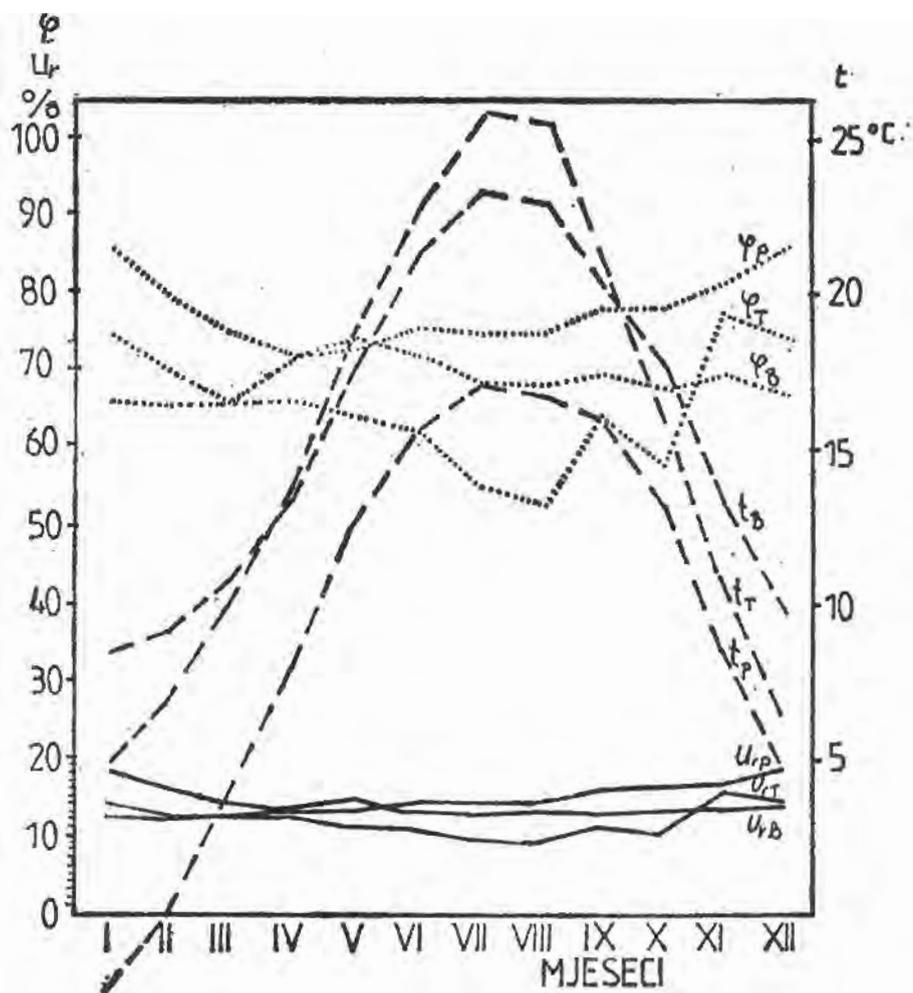
LOKACIJA	Ozn.	M J E S E C I												Godišnje	P E R I O D
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PLJEVLJA	t	-2,9	0,1	3,5	7,9	12,6	15,5	17,1	16,8	13,3	8,6	4,6	-1,4	8,0	1961-1980
	$\varphi$	84	79	74	71	72	75	74	74	74	78	79	81	86	7,7
ŽABLJAK	u	18,5	16,3	14	13,4	13,6	14,7	14,4	14,3	16	16,2	16,4	19	15,5	"
	t	-4,7	-3,6	-0,2	2,8	8,2	11,9	13,6	13,3	9,9	5,3	1,8	-2,7	4,6	"
BUJELO POLJE	$\varphi$	83	80	77	73	74	76	74	74	78	80	84	86	78	"
	u	18,2	16,8	15,8	14,2	14,7	15	14,4	14,4	16,2	16,5	18,4	19	16,3	"
KOLAŠIN	t	-2,1	0,8	4,2	9,0	13,4	16,2	17,5	17,0	13,8	8,9	4,9	-0,3	8,6	"
	$\varphi$	83	80	77	73	74	76	74	74	78	80	84	86	73	"
KOLAŠIN	u	17,6	16,8	15,8	14,4	14,6	14,9	14,4	14,4	16	16,5	18,2	19,2	16,2	"
	t	-3,1	-1,0	1,8	6,8	10,8	14,0	15,7	15,4	12,1	8,0	5,2	-0,5	7,1	"
KOLAŠIN	$\varphi$	84	82	80	76	78	82	79	79	82	82	84	87	81	"
	u	18,5	17,5	16,4	15,3	16	16,3	16,1	16,1	16,2	16,5	17,2	19,5	16,8	"

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TVANGRAD	t	-1,8	0,8	4,0	8,8	13,5	16,2	18,2	18,0	14,0	9,1	5,4	0,4	8,9	1961-1980
	φ	81	77	73	71	68	69	69	69	76	76	79	84	74	"
	u	17	15,6	14,3	13,6	12,7	12,9	12,8	12,8	15	15,2	16,3	18,3	14,6	"
NIKIŠIĆ	t	1,2	2,4	5,4	9,4	14,2	17,7	19,4	19,9	16,0	11,2	6,9	2,9	10,6	"
	φ	74	70	69	68	68	67	59	60	68	71	77	74	69	"
	u <sub>r</sub>	15,7	13,5	13,3	13	13,8	13,6	10,6	10,9	12,8	13,5	15,6	14,6	13,1	"
TITOGRAD	t	4,8	6,9	9,9	13,8	18,9	22,9	25,7	25,4	21,1	15,8	10,9	6,5	15,1	"
	φ	73	69	65	66	63	61	54	52	63	57	77	74	65	"
	u <sub>r</sub>	14,4	13,2	12,1	12,2	11,5	10,9	9,6	9,4	11,4	10,4	15,5	14,5	12	"
HERCEG NOVI	t	8,0	8,7	10,7	13,5	17,8	21,6	24,1	23,7	20,5	16,5	12,8	9,5	15,6	"
	φ	76	68	70	73	70	71	64	66	71	73	77	74	71	"
	u <sub>r</sub>	15	14,4	13,3	14,1	13,1	13,2	11,5	11,9	13,5	14	15,4	14,6	13,3	"
BAR	t	8,2	9,0	10,6	13,4	17,6	21,2	23,2	22,9	20,3	16,7	13,3	9,8	15,5	"
	φ	66	65	66	71	73	71	68	68	70	68	70	68	69	"
	u <sub>r</sub>	12,3	12,2	12,2	13,3	14,9	13,1	12,7	12,8	12,8	12,9	13,2	13	12,9	"

Tab. 2. Srednji broj dana sa brzinom strujanja vazduha  $\geq 14$  m/sek.

Tabela 2.

L O K A C I J A	M J E S E C I												Period	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		God.
Pljevlja	0,8	1,7	1,4	1,7	1,1	1,1	0,7	0,2	0,6	1,9	1,3	1,8	14,3	1961-1980
Žabljak	0,4	0,9	0,5	1,0	0,6	0,2	0,2	0,9	0,2	0,1	0,4	0,7	6,1	"
Bijelo Polje	0,4	0,9	0,5	1,0	0,6	0,2	0,2	0,9	0,2	0,1	0,4	0,7	6,1	"
Kolašin	0,9	1,9	1,5	0,9	2,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,9	2,6	1,9	13,6	"
Ivangrad	2,3	4,0	3,8	5,2	6,6	3,9	3,8	3,2	1,8	2,1	4,8	3,4	44,9	"
Nikšić	9,6	12,2	14,0	15,6	12,4	11,4	11,8	11,0	8,6	10,5	10,5	10,8	138,4	"
Titograd	9,2	11,3	11,0	10,2	8,1	8,8	10,8	11,1	8,1	9,9	8,0	10,5	117,0	"
Herceg Novi	4,2	4,1	4,3	3,6	1,8	1,6	2,9	2,6	2,6	4,0	5,0	4,7	34,5	"
Bar	7,0	7,6	6,1	4,1	2,9	2,6	2,9	3,0	4,2	6,2	6,3	7,9	60,8	"



Sl. 2.

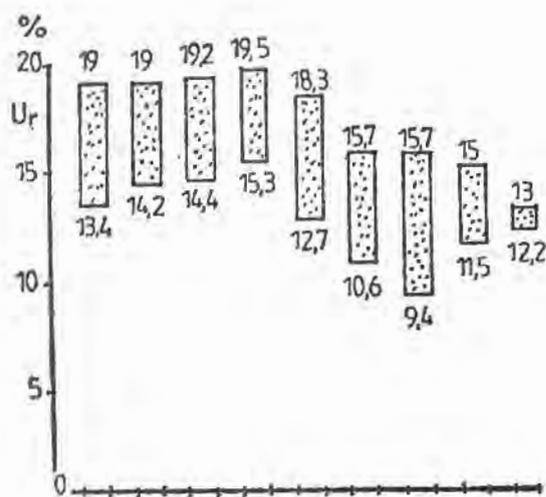
Sl. 2. Godišnje kretanje srednje temperature ( $t$ ), relativne vlage ( $\phi$ ) i vlage ravnoteže ( $U_v$ ) u Titogradu (indeks T), Bara (indeks B) i Pljevljima (indeks P)

### 3.0. OCJENA DOBIJENIH REZULTATA

Sa stanovišta prirodnog sušenja »vlaga ravnoteže« predstavlja značajno svojstvo drveta, jer se preko nje može cijeliti do kog stepena je moguće drvo prirodno sušiti.

Vlaga ravnoteže, kako je već rečeno, je zavisna od klimatskih faktora koji vladaju na tom području. Prema podacima hidrometeoroloških stanica o klimatskim faktorima (temperatura, relativna vlaga vazduha, brzina strujanja vazduha, magla), za karakteristične lokacije u Crnoj Gori (tab. 1, 2), dobijena je odgovarajuća vlaga ravnoteže u drvetu. Ona je očitana sa dijagrama higroskopske ravnoteže po Keylwerthy (sl. 1).

Na osnovu tabelarnih i grafičkih prikaza urađen je i grafikon kolebanja vlage ravnoteže, za posmatrane lokacije pojedinačno (sl. 3), koji pokazuje kolebanje, odnosno moguće granice od minimalne do maksimalne vrijednosti.



Sl. 3  
Kolebanje vlage ravnoteže

Pljevlja  
Žabljak  
B. Polje  
Kolašin  
Ivangrad  
Nikšić  
Titograd  
H. Novi  
Bar

Posmatrano u cjelini, ravnotežna vlažnost u drvetu na području Crne Gore, zavisno od lokacije, godišnjeg doba, odnosno mjeseca u godini, kreće se u granicama od 9,4% u Titogradu do 19,5% u Kolašinu. Najveće kolebanje je u Titogradu (9,4 — 15,5%), a najmanje u Baru (12,2 — 13%).

#### 4. 0. ZAKLJUČCI

Analizom uticaja klimatskih faktora na vlagu ravnoteže može se zaključiti da:

— Na području Crne Gore, odnosno na posmatranim lokacijama, drvo se prirodnim putem može osušiti do vlage ravnoteže koja se kreće u granicama od 9,4 — 19,5%;

— Donja granica vlage ravnoteže od 9,4% postiže se u Titogradu u julu, dok se gornja granica postiže u Kolašinu u januaru od 19,5%;

— Sjeverno područje Crne Gore u odnosu na središnje i primorsko je nepovoljnije za prirodno sušenje drveta, jer se vlaga ravnoteže u sjevernom području kreće u granicama od 12,7 — 19,5, dok u središnjem i primorskom dijelu od 9,4 — 15,7;

— Posmatrano po pojedinim lokacijama, najmanje kolebanje vlage ravnoteže je u Baru (12,2 — 13%), a najveće u Titogradu (9,4 — 15,5%);

— Najnepovoljnija lokacija za prirodno sušenje sa stanovišta vlage ravnoteže kao moguće donje granice osušenosti drveta je Kolašin (15,3 — 19,5%), a najpovoljnija lokacija Titograd (9,4 — 15,5%);

— Bilo bi veoma korisno buduća istraživanja detaljnije usmeriti na pojedine vrste drveta koje su najviše zastupljene u industrijskoj preradi na području Crne Gore (jela, smrča, bor, bukva).

#### LITERATURA

1. Krpan, J.: Sušenje i parenje, Sumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1965.
2. Mišilo, P.: Hidrotermička obrada, ŠIPAD-IRC Sarajevo, 1979.
3. Republički zavod za statistiku Crne Gore, Titograd.
4. Hidrometeorološki zavod Crne Gore.