

Klima i prirodno sušenje drva

CLIMATE AND NATURAL WOOD DRYING

Tomislav Dimitrov

Hidrometeorološki zavod
Republike Hrvatske, Zagreb

Prispjelo: 17. svibnja 1992.

Prihvaćeno: 4. studenoga 1992.

UDK 630*847

Prethodno priopćenje

Sažetak

Prvi put je i veoma sažeto prikazan izvod iz opsežne studije »Klima i prirodno sušenje drva« (Dimitrov, 1989, rukopis). Prirodno sušenje drva promatrano je isključivo sa stajališta meteorologije. Na osnovi 20-godišnjih nizova meteoroloških elemenata — temperature znaka i relativne vlage znaka sa 109 meteoroloških postaja na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije i pomoću Loughborough-Keylwerthova grafikona izrađene su tablice mjesečnih vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu. Prema tim tablicama izrađene su originalne prostorne razdiobe ravnotežnog sadržaja vode u drvu za pojedine mjesce i prosječne godišnje za cijelo 20-god. razdoblje istraživanja. Izolimije su nazvane »lignoizohigrama« po prof. dr. J. Krpanu (1965).

Gljučne riječi: klima — prirodno sušenje drva — tablice i karte lignoizohigra — ravnotežni sadržaj vode u drvu — kolebanje.

Summary

The paper offers, for the first time, a condensed presentation of the work »Climate and Natural Wood Drying« (Dimitrov, 1989, manuscript). Natural wood drying is discussed from the meteorological standpoint only. Tables of monthly average values of equilibrium moisture content of wood were drawn up following the Loughborough-Keylwerth diagram combined with 20-year series of meteorological values (air temperature and relative humidity) taken at 109 meteorological observatories in Croatia and other republics of former Yugoslavia. The tables provide the basis for original maps of regional distribution of monthly equilibrium moisture contents and the annual average for the overall 20-year period. The isolines are termed »lignoishygres« following J. Krpan (1965).

Key words: Climate, natural wood drying, lignoishygres, equilibrium moisture content of wood, oscillation.

1. UVOD

Naša i strana literatura o teorijskim i praktičnim istraživanjima prirodnoga sušenja drva veoma je bogata i neprestano se razvija.

U nas su zapažene radove o prirodnom sušenju drva objavili S. Frančišković (1951), M. Ilić (1965, 1966, 1987), Z. Pavlin (1963, 1968, 1971, 1973, 1981, 1987), a osobito iscrpno J. Krpan (1953, 1957, 1963, 1965). J. Krpan, uz ostalo, u procesu prirodnoga sušenja drva pozornost obraća i meteorološkim parametrima te povlači lignoizohigre na području bivše SFRJ. Od stranih autora najvažniji su F. Kollmann (1936, 1942, 1952, 1955), R. Keylwerth (1950, 1952), K. Loughborough (1934) i drugi, koji su mnogobrojnim istraživačkim radovima odredili osnovne spoznaje o procesima prirodnoga sušenja drva.

Po tradiciji, prirodno sušenje drva provodilo se u nas svuda u pogonima prerade drva, a u

* Prof. dr. S. Bertoviću, mr. J. Milković i dipl. ing. A. Brataniću zahvaljujem na savjetima, sugestijama i dopunama prilikom pregleda cjelokupnog materijala. Prof. dr. S. Bertoviću posebno zahvaljujem na podršci i redakciji ovog rada.

energetskoj krizi opet je aktualno. Prema statističkom godišnjaku Jugoslavije (1990), broj proizvodnih organizacija drvne industrije te obrtništva u 1989. godini, za koje se može pretpostaviti da unutar svojih pogona uključuju i prirodno sušenje drva, za Hrvatsku je oko 2.440, a za područje bivše Jugoslavije oko 6.265. U ovoj je publikaciji prirodno sušenje drva promatrano isključivo sa stajališta meteorologije. Osnovni podatak za taj rad bile su karte J. Krpana (1963, u Ilić & Pavlin 1987), odnosno nedorečenost u vremenskoj i prostornoj razdiobi lignoizohigri na području bivše Jugoslavije.

Ishodišne vrijednosti vlage higroskopske ravnoteže u ovom radu temelje se na brojčanim podacima sa 109 meteoroloških postaja na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije. Za izradu mjesečnih karata prostorne razdiobe vrijednosti ravnotežnoga sadržaja u drvu, kao i za izradu karte s vrijednostima godišnjeg kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu, meteorološki su podaci uzeti iz publikacija »Meteorološki godišnjak I« (izdavač bivši Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, za pojedine godine od 1956. do 1975).

2. LIGNOIZOHIGRE NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE I NEKADAŠNJIH REPUBLIKA BIVŠE JUGOSLAVIJE

2.1. Općenito o ravnotežnom sadržaju vode

Higroskopna tijela, u koje spada i mrtva drvna tvar, ako su neprestano izložena zraku, pri stalnoj temperaturi prilagođavaju svoju vlagu vlazi okolnog zraka. Određenoj relativnoj vlazi zraka pri stalnoj temperaturi odgovara određen postotak sadržaja vode u higroskopskom tijelu, koji se zove vlaga higroskopske ravnoteže ili ravnotežni sadržaj vode koju označavamo s u_r (Equilibrium). Higroskopsko tijelo zadržava ravnotežni sadržaj vode dok se ne promijeni relativna vlaga zraka ili temperatura zraka, ili i jedno i drugo. Pritom temperatura zraka manje utječe na sušenje ili vlaženje higroskopskog tijela nego relativna vlaga zraka. Ako drvo ima veći sadržaj vode (u_d) od ravnotežnog (u_r) suši se (desorpcija), a kad ima manji sadržaj vode od ravnotežnog vlaži se (adsorpcija), dok se ne uspostavi ravnoteža. To vrijedi samo unutar higroskopskog područja, odnosno ispod točke zasićenja vlakancu, što za drvo iznosi oko 30% (od 20% do 40%).

2.2. Metoda rada

Ova je studija izvod iz rukopisa »Klima i prirodno sušenje drva« (Dimitrov, 1989, rukopis), koji je pripremljen za tisak kao opsežnija i dokumentiranija publikacija. S obzirom na ograničen prostor u ovom časopisu, izostavljeno je: opširno poglavlje o klimi s opisom odabranih meteoroloških parametara, koji su važni za prirodno sušenje drva, tablice o vlazi higroskopske ravnoteže u drvu za 104 meteorološke postaje i, napokon, 10 karata s mjesečnim lignoizohigrama na gore citiranom području u nadi da će cjelovita publikacija ugledati svjetlo dana u mirnim vremenima. Sav taj dokumentacijski, brojčani i kartografski, tematski materijal pohranjen je kod autora. Ipak, u svezi s tematikom članka i zbog općenita uvida u velike i važne klimatske razlike naših krajeva, priloženi su klimatski dijagrami (slika 1) izabranih meteoroloških postaja iz nekih najmarkantnijih bioklimata (po Bertoviću, u Makjanić 1990).

Za određivanje vremenske i prostorne razdiobe vlage higroskopske ravnoteže te njezina kolebanja za istraživano područje, sređeni su podaci sa 109 meteoroloških postaja (tablica I), iz 20-godišnjeg razdoblja mjerenja za ove meteorološke elemente:

- temperatura zraka (t) u °C
- relativna vlaga zraka (U) u %.

POPIS METEOROLOŠKIH POSTAJA ZA OBRADU 20-GODIŠNJIH NIZOVA OD 1956. DO 1975. GODINE

Tablica I.

LIST OF METEOROLOGICAL OBSERVATIONS CONSIDERED WHEN CALCULATING THE VALUES FOR THE PERIOD 1956—1975

Table I.

Redni broj	Naziv meteorološke postaje	Broj postaje	Nadmorska visina H_m
1.	Ljubljana-Bežigrad	015	299
2.	Šmartno pri Slovenjgradcu	021	452
3.	Celje	023	244
4.	Maribor	026	275
5.	Varaždin	033	167
6.	Križevci	035	155
7.	Koprivnica	038	141
8.	Palić	067	102
9.	Poreč	101	15
10.	Kopar-Semedela	102	33
11.	Ajdovščina	108	110
12.	Pazin	109	291
13.	Postojna	112	533
14.	Rijeka	113	104
15.	Crikvenica	118	2
16.	Novo Mesto	121	220
17.	Ogulin	122	328
18.	Karlovac	125	112
19.	Zagreb-Maksimir	130	123
20.	Sisak	133	98
21.	Bjelovar	138	141
22.	Daruvar	142	161
23.	Slavonski Brod	150	88
24.	Osijek	157	89
25.	Sombor	160	87
26.	Vrbas	165	87
27.	Novi Sad-Rimski Šančevi	168	86
28.	Bečej	170	78
29.	Zrenjanin	173	80
30.	Kikinda	174	81
31.	Vršac	183	83
32.	Pula	209	30
33.	Cres	210	5
34.	Mali Lošinj	214	53
35.	Rab	216	24
36.	Senj	218	26
37.	Zavižan	219	1594
38.	Pag	220	3
39.	Zadar-Grad	222	5
40.	Gospić	223	564
41.	Gračac	227	560
42.	Bihac	228	246
43.	Knin	232	234
44.	Drvar	234	485
45.	Sanski Most	237	158
46.	Banja Luka	242	153
47.	Jajce	243	430
48.	Bugojno	244	562
49.	Zenica	249	344
50.	Tuzla	257	305
51.	Loznica	262	121
52.	Sremska Mitrovica	266	81
53.	Valjevo	269	174
54.	Beograd	274	132
55.	Kragujevac	278	190
56.	Smederevska Palanka	279	121
57.	Veliko Gradište	285	82
58.	Negotin	295	42
59.	Šibenik	329	77
60.	Komiža	330	6
61.	Split-Marjan	334	122
62.	Hvar	335	20
63.	Sinj	336	308
64.	Livno	340	724
65.	Makarska	341	6
66.	Opuzen	342	2

Redni broj	Naziv meteorološke postaje	Broj postaje	Nadmorska visina H_{sm}
67.	Mostar	348	99
68.	Sarajevo	353	510
69.	Gacko	355	960
70.	Užička Požega	370	311
71.	Kraljevo	376	219
72.	Kuršumlija	382	380
73.	Kruševac	383	166
74.	Cuprija	384	123
75.	Niš	388	202
76.	Leskovac	389	224
77.	Zaječar	392	137
78.	Dimitrovgrad	397	446
79.	Rovinj	402	5
80.	Palagruža	432	98
81.	Vela Luka	436	30
82.	Lastovo	439	186
83.	Korčula	440	15
84.	Orebić	441	6
85.	Dubrovnik	451	49
86.	Herceg Novi-Igalo	455	40
87.	Tivat	457	5
88.	Budva	458	2
89.	Nikšić	459	647
90.	Cetinje	460	655
91.	Bar	461	1
92.	Podgorica	462	49
93.	Virpazar	464	14
94.	Ivangrad	468	670
95.	Peć	473	498
96.	Prizren	477	402
97.	Priština	480	573
98.	Vranje	489	433
99.	Kriva Palanka	493	691
100.	Govčdari-Mljet	526	30
101.	Ston	528	2
102.	Ulcinj	562	97
103.	Ohrid	579	760
104.	Bitolj	583	586
105.	Prilep	585	673
106.	Skoplje	586	232
107.	Štip	591	326
108.	Demir-Kapija	592	125
109.	Berovo	598	824

Napomena: vrijednosti za postaje Zavižan (219) i Palagruža (432) uzete su samo kao pomoćni podaci.

Kako temperatura zraka i relativna vlaga zraka neprestano kolebaju, a to ne može brzo slijediti vlagu u drvu, uzimaju se mjesečni srednjaci temperature zraka (t) i mjesečni srednjaci relativne vlage zraka (U). Vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r) u postocima, kao produkt dvaju meteoroloških parametara: 20-godišnjih srednjaka temperature zraka i 20-godišnjih srednjaka relativne vlage zraka, dobiveni su očitavanjem na Loughborough-Keylwerthovu dijagramu. Tako je sastavljena tablica s vrijednostima (u_r) za svih 109 istraživanih lokaliteta.

Isječak iz nje (kao primjer za sve meteorološke postaje) jest tablica II, s ovim podacima: broj i ime meteorološke postaje, meteorološki elementi u stupcu (t) u °C i (U) u %, te ishodišne vrijednosti (u_r) u % (što nije meteorološki element) za sve mjeseci, te godišnju amplitudu ili kolebanje vrijednosti (u_r). Svrha je ove tablice s vrijednostima vlage higroskopske ravnoteže (u_r)

u njezinoj mogućoj praktičnoj primjeni. Ona pokazuje do koje se granice na određenom lokalitetu i mjesecu u prirodnim uvjetima drvo može osušiti radi dalje obrade. Pomoću nje se može ustanoviti i koliko će postotaka vode drvo primiti, ako mu je prethodnim mjerenjem ustanovljena vlaga manja, ili izgubiti ako mu je vlaga veća od vlage okoline za određeni lokalitet i mjesec.

Ako stovarište piljene građe nije u neposrednoj blizini meteorološke postaje, što će se sigurno često događati, tada se ravnotežni sadržaj vode u drvu (u_r) za zadanu točku određuje linearnom interpolacijom između dvije najbliže meteorološke postaje ili sličnim metodama interpolacije unutar određenoga orografskog pojasa i bioklimata (usp. Bertović, Lovrić 1990). Vrijednosti temperature i relativne vlage zraka, te vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vode u drvu, u ovom radu razlikuju se od vrijednosti spomenutih meteoroloških elemenata, te od vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vlage u drvu koje navodi Krpan (1965). Razlike su vjerojatno posljedica toga što su u citiranom radu uzete u obzir nejednake duljine nizova i nehomogeni meteorološki podaci. Korištenje prekratkim nizovima (čak i četvorogodišnjim, te korelacijama nejednakih nizova) i nehomogenim nizovima (prekidi motrenja) mogu navesti na pogrešne zaključke o klimi i njezinim kolebanjima. Zna se da za vrijeme u umjerenim i višim geografskim širinama vrlo promjenljivo, te stoga i nizovi meteoroloških podataka, potrebnih za upoznavanje klime, moraju biti dulji. Stoga je u ovom radu uzet 20-godišnji homogeni niz, za ovu temu relevantnih meteoroloških elemenata.

Prema tome, iz brojčanih meteoroloških podataka mogu se izvesti pouzdani zaključci samo ako su analizirani odgovarajućim egzaktnim statističkim metodama u klimatologiji.

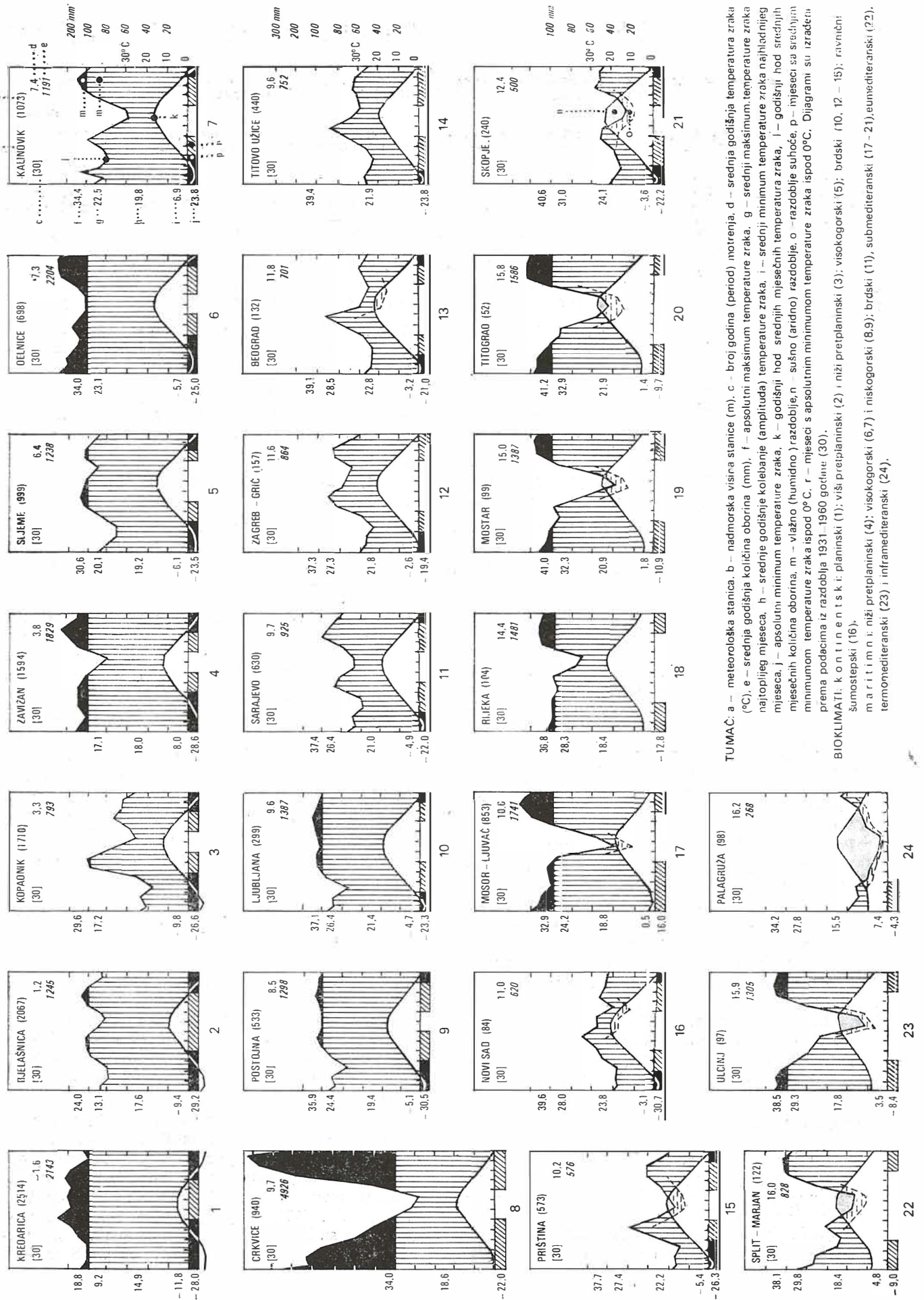
2.3. Karte mjesečnih lignoizohigra i njihova godišnjeg kolebanja

Srednje mjesečne vrijednosti ravnotežnoga sadržaja vode u drvu za određeno područje (lignoizohigre) daju uvid u klimu pojedinih predjela i u očekivane vrijednosti do kojih se drvo može prirodno osušiti. Prema podacima o vrijednosti vlage ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r) (tablica II), izrađene su karte mjesečnih izolinija ravnotežnog sadržaja vode u drvu, ili lignoizohigre, za sve mjeseci u godini i za godišnje kolebanje sadržaja vode u drvu za cijelo istraživano područje.

Kao primjer, u ovom su članku prikazane karte lignoizohigri samo za najhladniji i najtopliji mjesec (siječanj i srpanj), te godišnja karta kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu.

Radi boljeg razumijevanja prostornih razdoba ravnotežnih sadržaja vode u drvu dan je kratak komentar za svaku od spomenutih karata lignoizohigri.

KLIMATSKI DIJAGRAMI METEOROLOŠKIH STANICA IZ RAZLIČITIH KONTINENTSKIH I MARITIMNIH BIOKLIMATA JUGOSLAVIJE (po S. Bertoviću)



TUMAČ: a - meteorološka stanica, b - nadmorska visina stanice (m), c - broj godina (period) motrenja, d - srednja godišnja temperatura zraka (°C), e - srednja godišnja količina oborina (mm), f - apsolutni maksimum temperature zraka, g - srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca, h - srednje godišnje kolebanje (amplituda) temperature zraka, i - srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca, j - apsolutni minimum temperature zraka, k - godišnji hod srednjih mjesečnih temperatura zraka, l - godišnji hod srednjih mjesečnih količina oborina, m - vlažno (humidno) razdoblje, n - sušno (aridno) razdoblje, o - razdoblje suhoće, p - mjeseci sa srednjim minimumom temperature zraka ispod 0°C, r - mjeseci s apsolutnim minimumom temperature zraka ispod 0°C. Dijagrami su zrađeni prema podacima iz razdoblja 1931-1960 godine (30).

BIOKLIMATI: kontinentalski (1); viši preplanski (2); niži preplanski (3); visokogorski (5); brdski (10, 12 - 15); ravnični (16); šumostepski (17); termomediterranski (23); i inframediteranski (24).

Slika 1. Klimatski dijagrami meteoroloških postaja iz različitih kontinentalnih i maritimnih bioklimata Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije (po S. Bertoviću)

Fig. 1. Diagrams showing meteorological data for observatories in various continental and Mediterranean bioclimatic areas of former Yugoslav republics (according to S. Bertović)

TABLICA 20-GODIŠNJIH SREDNJAKA TEMPERATURA ZRAKA (t) U °C I RELATIVNE VLAGE ZRAKA (U) U %, te ISHODIŠNE VRIJEDNOSTI (u_r) U % ZA 5 ODABRANIH METEOROLOŠKIH POSTAJA20-YEAR AVERAGES OF AIR TEMPERATURE (t , °C) RELATIVE HUMIDITY (U , %) AND CONSEQUENT EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENTS OF WOOD FOR FIVE SELECTED METEOROLOGICAL OBSERVATORIES

Tablica II.

Table II.

Meteorološka postaja	Elementi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnja amplituda
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
334 Split — Marijan	\bar{t}	7.7	8.2	10.3	14.0	18.8	22.5	25.2	25.2	21.4	16.7	12.7	9.0	—
	\bar{U}	60	60	61	61	59	57	50	51	59	61	67	63	—
	u_r	11.6	11.6	1.8	11.6	10.7	10.0	8.8	9.0	10.5	11.4	12.7	12.2	3.9
335 Hvar	\bar{t}	9.0	9.3	10.9	14.2	18.4	22.1	24.6	24.7	21.6	17.6	14.0	10.6	—
	\bar{U}	68	66	67	68	68	66	61	62	66	67	71	69	—
	u_r	12.9	12.6	12.7	12.8	12.6	12.2	10.8	11.0	12.2	12.5	13.4	13.0	2.6
336 Sinj	\bar{t}	3.4	4.6	7.3	11.4	16.0	19.4	21.8	21.7	17.7	12.7	8.8	4.5	—
	\bar{U}	75	72	70	68	68	68	61	63	69	74	79	77	—
	u_r	14.9	14.1	13.5	12.8	12.7	12.6	11.0	11.6	12.8	14.2	15.8	15.4	4.8
340 Livno	\bar{t}	— 0.6	0.7	3.8	8.4	13.0	16.1	18.6	18.3	14.4	9.3	5.3	0.8	—
	\bar{U}	78	75	71	68	68	69	63	64	70	74	79	79	—
	u_r	15.9	15.0	13.9	12.9	12.8	12.9	11.8	12.0	13.1	14.4	16.0	16.2	4.4
341 Makarska	\bar{t}	8.0	8.8	10.6	14.2	18.4	22.1	24.6	24.4	20.9	16.6	13.3	9.6	—
	\bar{U}	69	67	66	65	65	64	60	62	66	70	72	68	—
	u_r	13.2	12.8	12.6	12.6	12.2	11.8	10.5	11.0	12.3	13.0	13.7	12.9	3.2

Siječanj (I):

U siječnju (koji je redovito najhladniji mjesec), u istraživanom području i razdoblju vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu kreću od 11.6‰ do 21.9‰ (karta 1).

Polje najniže lignoizohigre od 12‰ u srednjoj je Dalmaciji, u okolici meteoroloških postaja Šibenik (329) i Split (334), gdje je zabilježena najmanja vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 11.6‰.

Polje s najvišom vrijednošću lignoizohigre od 21‰ na području je istočne Slavonije i Vojvodine u okolišu meteoroloških postaja Osijek (157) i Vrbas (165), gdje je zabilježena najveća vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 21.9‰.

U mjesecu siječnju granična lignoizohigra od 15‰ (dijeli suho drvo od prosušenog) pruža se gotovo u cijelosti unutar područja dinarskog krša, s tim da se u okolišu meteoroloških postaja Pag (220) i Zadar-grad (222) najviše približava morskoj obali. Od spomenute lignoizohigre (15‰), vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu prema kopnu rastu, a prema moru opadaju.

Srpanj (VII):

U srpnju (koji je redovno najtopliji mjesec), u istraživanom području i razdoblju vrijednosti se ravnotežnih sadržaja vode u drvu kreću od 8.8‰ do 15.0‰ (karta 2).

Najniža lignoizohigra od 9‰ nalazi se u srednjoj Dalmaciji i obuhvaća okolicu postaje Split

(334) s vrijednošću od 8.8‰. Lignoizohigra od 10‰ zatvara nekoliko omanjih područja u okolici meteoroloških postaja: Titograd (462) 9.18‰, Šibenik (329) 9.2‰, Mostar (348) 9.3‰, Štip (591) 9.4‰ i Senj (218) 9.6‰.

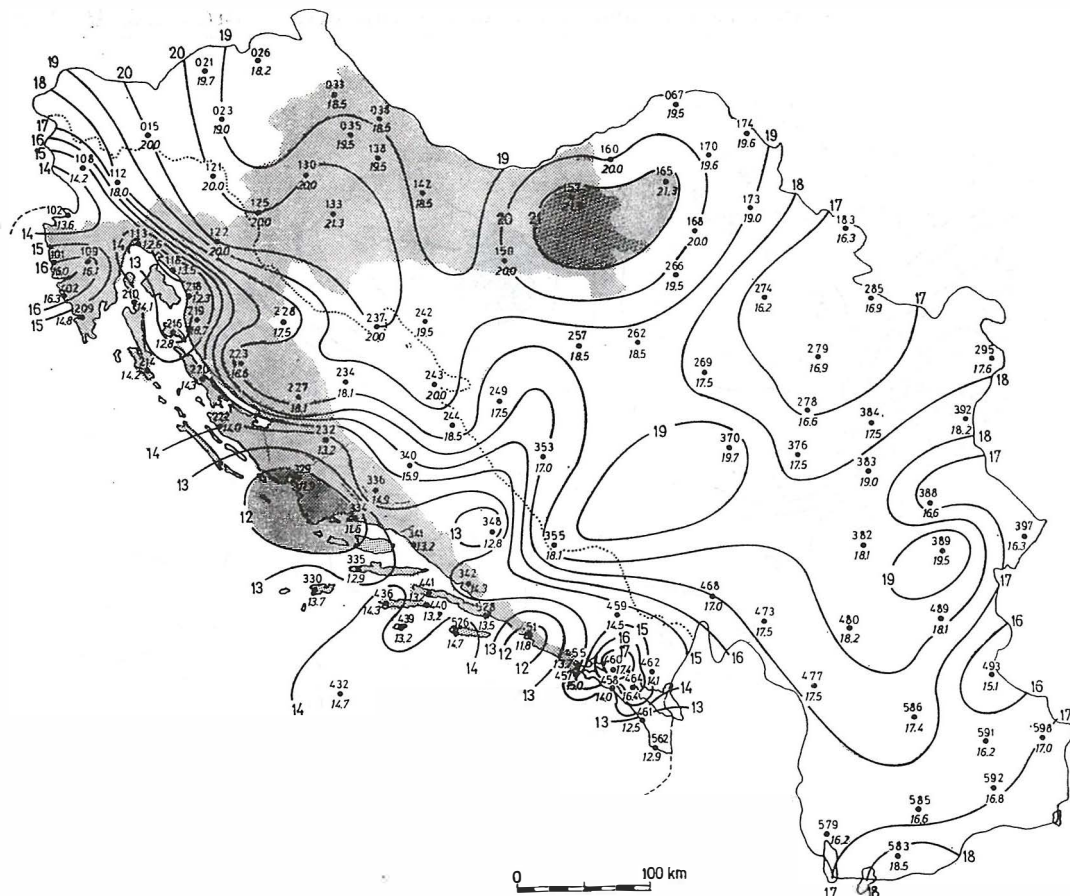
Najviša lignoizohigra od 14‰ obuhvaća središnju Sloveniju, gdje je zabilježena najviša vrijednost na meteorološkoj postaji Celje (023) — 15.0‰, i sjeverozapadni dio Bosne, između meteoroloških postaja Sanski Most (237) i Jajce (243), gdje je zabilježena najviša vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 14.7‰.

U Podravini i Slavoniji slabo je izraženo polje s lignoizohigrom od 14‰ između meteoroloških postaja Koprivnica (038) i Osijek (157), gdje je zabilježena vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 14.1‰.

Izolnije godišnjeg kolebanja

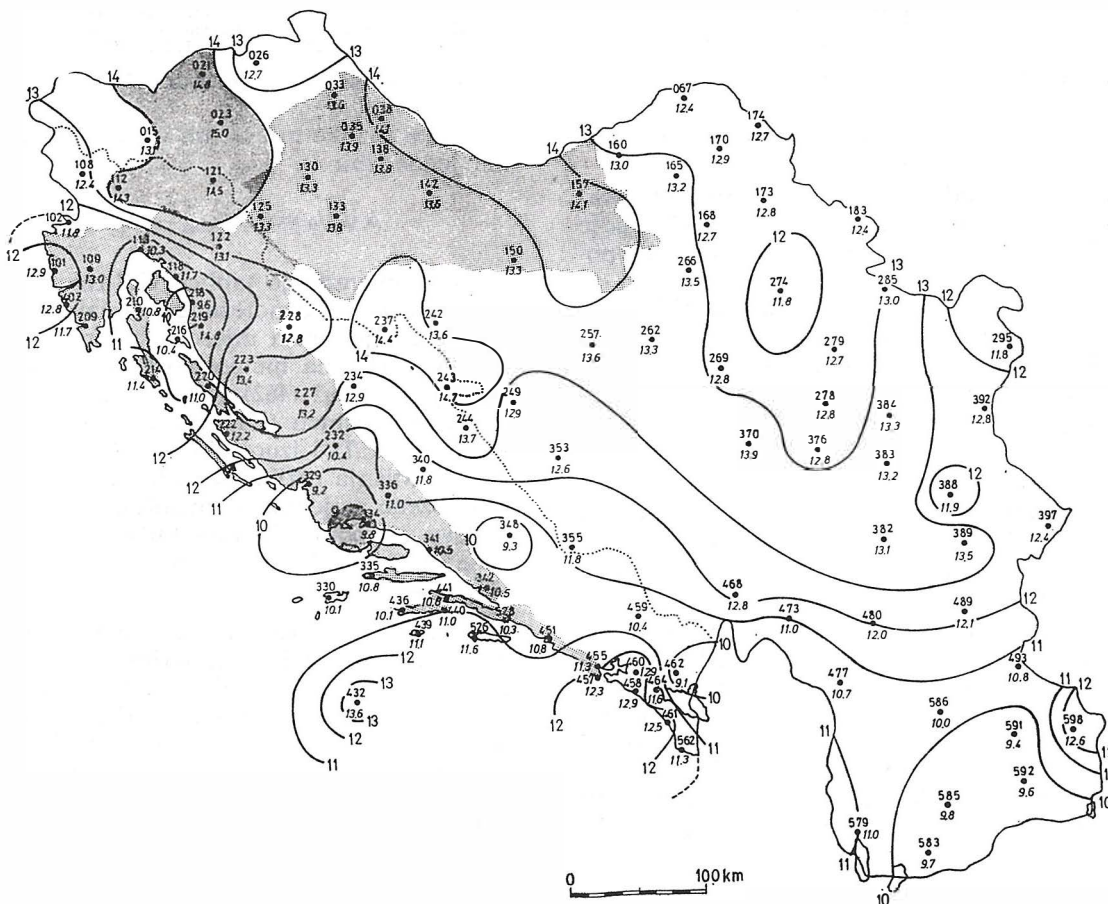
U promatranom razdoblju od 20 godina (1956—1975), u bivšem se jugoslavenskom području godišnje kolebanje vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu kretalo između 1.1‰ i 9.3‰ (karta 3).

Zona s vrijednošću izolnije od 2‰ nalazi se u Crnoj Gori i obuhvaća okoliš meteorološke postaje Bar (461), gdje je zabilježeno najmanje godišnje kolebanje vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 1.1‰. Druga je zona u okolišu Dubrovnika (451), gdje godišnje kolebanje ravnotežnog sadržaja vode u drvu iznosi 1.8‰, a treća je oko meteorološke postaje Koper-Semedela



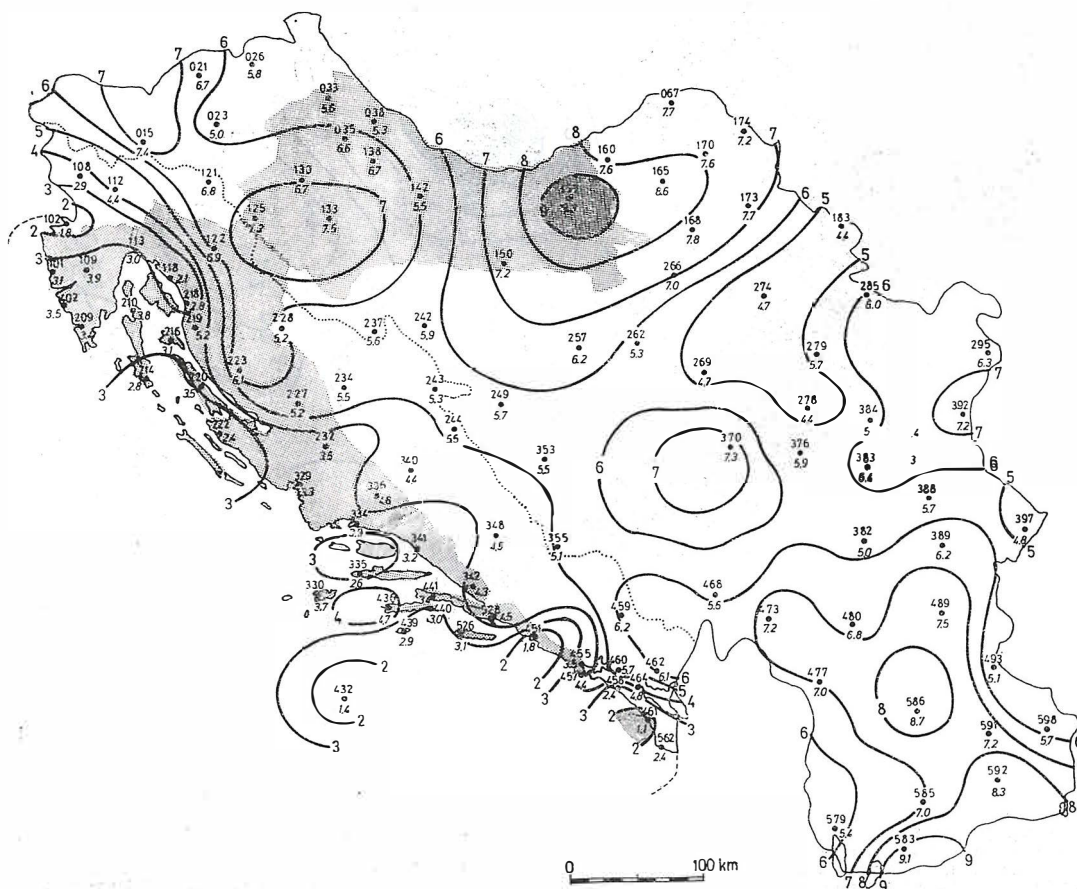
Karta 1. LIGNOIZOHIGRE ZA SIJEČANJ (I) (1956—1975)
 015—598: Oznake meteorološke stanice
 11.6—21.9: Vrijednosti sadržaja vode u drvu
: Približna granica dinarskog krša

Map 1: LIGNOISOHYGRES FOR JANUARY (1956—1975)
 015—598: Meteorological observatory number
 11.6—21.9: Values of moisture content of wood
: Approximate boundary of Dinaric karst



Karta 2. LIGNOIZOHIGRE ZA SRPANJ (VII) (1956—1975)
 015—598: Oznake meteorološke stanice
 8.8—15.0: Vrijednost sadržaja vode u drvu
: Približna granica dinarskog krša

Map 2: LIGNOISOHYGRES FOR JULY (VII) (1956—1975)
 015—598: Meteorological observatory number
 8.8—15.0: Values of moisture content of wood
: Approximate boundary of Dinaric karst



Karta 3: IZOLINIJJE GODIŠNJIH KOLEBANJA RAVNOTEŽNOG SADRŽAJA VODE U DRVU (1956—1975)
015—598: Oznake meteorološke stanice
1.1—9.3: Vrijednosti kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu
.....: Približna granica dinarskog krša

Map 3: ISOLINES OF ANNUAL VARIATION IN EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD
015—598: Meteorological observatory number
1.1—9.3: Values of annual variation in equilibrium moisture content of wood
.....: Approximate boundary of Dinaric karst

(102), gdje godišnje kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu također iznosi 1.8‰.

Zona izolinije od 9‰ je u Slavoniji i obuhvaća okolicu meteorološke postaje Osijek (157), gdje je zabilježeno najveće godišnje kolebanje ravnotežnog sadržaja vode u drvu s vrijednošću od 9.3‰. Druga je zona u južnoj Makedoniji, gdje obuhvaća područje oko meteorološke postaje Bitolj (583), u kojem godišnje kolebanje ravnotežnog sadržaja vode u drvu iznosi 9.1‰.

Izolinija s godišnjim kolebanjem ravnotežnog sadržaja vode u drvu od 4‰, uz manja odstupanja, približno dijeli naš primorski i otočni od kopnenog (kontinentalnog) dijela naše zemlje. Od spomenute izolinije godišnja kolebanja ravnotežnog sadržaja vode u drvu prema kopnu rastu, a prema moru opadaju.

Na kraju, priložena je i tablica III, u kojoj su prikazane najveće i najmanje vrijednosti ravnotežnih sadržaja vode u drvu (u_r^0) za sve mjesece u godini za promatrano 20-godišnje razdoblje (1956—1975) na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije, s naznakom brojeva meteoroloških postaja na kojima su te vrijednosti zabilježene. Na dnu su tablice iz-

računate razlike mjesečnih vrijednosti Δu_r^0 , prema jednadžbi:

$$\Delta u_r^0 = (u_r^0)_{\max} - (u_r^0)_{\min}$$

Iz spomenute je tablice vidljivo da je najmanja vrijednost ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r^0) zabilježena u mjesecima srpnju (VII) i kolovozu (VIII) na meteorološkim postajama Split (334) i Titograd (462) i iznosi 8.8‰, a najveća u mjesecu prosincu (XII) na meteorološkoj postaji Osijek (157) i iznosi 23.4‰. Prema tome, apsolutna godišnja razlika između najveće i najmanje zabilježene vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu na području Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije iznosi 14.6‰ (23.4‰—8.8‰).

Iz iste se tablice za isto promatrano područje po mjesecima vidi da je najmanja razlika u ravnotežnom sadržaju vode u drvu (Δu_r^0) u mjesecu travnju (VI), iz vrijednosti sa meteoroloških postaja Rovinj (402) i Šibenik (329) i iznosi 3.8‰, a najveća razlika (Δu_r^0) u mjesecu prosincu (XII), iz vrijednosti sa meteoroloških postaja Osijek (157) i Dubrovnik (451) i iznosi 11.3‰.

NAJVEĆE I NAJMANJE VRIJEDNOSTI RAVNOTEŽNOG SADRŽAJA VODE U DRVU (u_r , %) ZABILJEŽENIH NA METEOROLOŠKIM POSTAJAMA PO MJESECIMA, KAO I MJESEČNE RAZLIKE (Δu_r , %) ZA RAZDOBLJE OD 20 GODINA (1956—1975), TE NAJVEĆE I NAJMANJE GODIŠNJE KOLEBANJE PO JEDNOJ METEOROLOŠKOJ POSTAJI NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE I NEKADAŠNJIH REPUBLIKA BIVSE JUGOSLAVIJE

Tablica III.

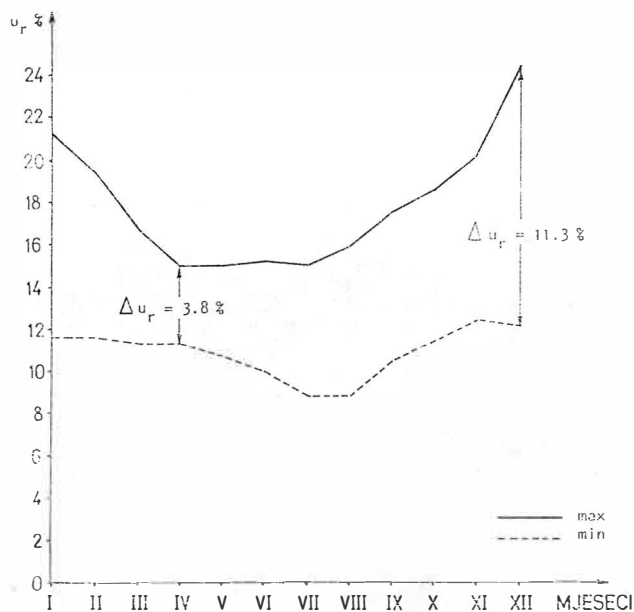
MONTHLY MAXIMA AND MINIMA FOR EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD (u_r , %) AS RECORDED IN METEOROLOGICAL OBSERVATORIES WITH MONTHLY VARIATION (Δu_r , %) OVER 20 YEARS (BOTTOM). MAXIMUM AND MINIMUM ANNUAL VARIATION RECORDED (FAR RIGHT)

Table III.

Mjeseci	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnje kolebanje po jednoj postaji
Maksimalne vrijednosti u_r , %	21.9	19.4	16.7	15.1	15.0	15.2	15.0	15.9	17.5	18.5	20.1	23.4	9.3
Broj meteorološke postaje	157	165	460	402	243	112	023	023 i 121	121	121	157	157	157
Minimalne vrijednosti u_r , %	11.6	11.6	11.3	11.3	10.7	10.0	8.8	8.8	10.5	11.4	12.5	12.1	1.1
Broj meteorološke postaje	334	334	329	329	334 i 329	334	334	462	334	334	329	451	461
Mjesečna razlika Δ_r , %	10.3	7.8	5.4	3.8	4.3	5.2	6.2	7.1	7.0	7.1	7.6	11.3	—

Na kraju tablice III, u koloni: »godišnje kolebanje po jednoj postaji« za 20-godišnje razdoblje (1956—1975), zabilježeni su podaci o kolebanju vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu u_r , % na jednoj meteorološkoj postaji. Tako je na meteorološkoj postaji Osijek (157) vrijednost godišnjeg kolebanja 9.3%, a na postaji Bar (461) samo 1.1%.

Na temelju vrijednosti iz tablice III, sačinjen je dijagram (slika 2), na kome su grafički prikazani hodovi najveće (max) i najmanje (min) vri-



Slika 2. Dijagram hoda najvećih (max) i najmanjih (min) vrijednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r , %) na prostoru Republike Hrvatske i nekadašnjih republika bivše Jugoslavije po mjesecima za razdoblje od 20 godina (1956—1975), s dvjema karakterističnim vrijednostima za travanj (IV) i prosinac (XII)

Fig. 2. Annual change in maxima and minima of equilibrium moisture contents of wood in Croatia and other former Yugoslav republics (monthly averages over 20 years with characteristic values for April and December)

jednosti ravnotežnog sadržaja vode u drvu (u_r , %) po mjesecima. Na dijagramu su naznačene i dvije karakteristične vrijednosti razlika za mjesec travanja (IV) Δu_r , % = 3.8% i prosinac (XII) Δu_r , % = 11.3% za promatrano područje i razdoblje.

3. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir činjenicu da je prošlost ključ za budućnost — sve dosadašnje znanstvene spoznaje o prirodnom sušenju drva mogu vrijediti i za buduća istraživanja. Stoga prvo treba pomno proučiti rezultate prijašnjih istraživanja i, ako je moguće, prilagoditi ih današnjici, umjesto da svaki put počinjemo ni od čega kad se pojavi problem.

Druga je pouka, da određeni produkti istraživanja mogu zahtijevati stalno ponovno razvijanje. Tome je tako upravo s prirodnom sušenjem drva, kojega se proces sastoji u izlaganju drva atmosferi. Ako je pritom drvo stalna, klima je zasigurno promjenljiva varijabla. Prema tome slijedi novi 20-godišnji ciklus utvrđivanja vrijednosti u_r u postocima.

U novije vrijeme ekspertski sustavi i umjetna inteligencija stupili su na scenu, a kompjutorski kapacitet širi se na način koji je gotovo posve otvoren i tko zna kakav će mu biti kraj. Razvoj tih sustava svakako će utjecati na buduća istraživanja o prirodnom sušenju drva, a njihovi će rezultati također naći svoje mjesto u znanosti. Pritom će čvrsti znanstveni zaključak utemeljen na terenskim i laboratorijskim rezultatima uz odgovarajuće spoznaje iz fizike i biologije biti osnova za svaki stvarni napredak.

Verojatno je da će se i u budućnosti veći dio piljene građe prirodno sušiti. Kako su potrebe suvremenog čovjeka za drvom, a isto tako i za energijom, sve veće, u procesu ubrzanja prirod-

noga sušenja, kao i kod umjetnog sušenja, intenzivirat će se upotreba i nekonvencionalnih primarnih oblika energije u koje se prije svega ubrajaju: energija zračenja sunca i energija vjetra. Prema tome, neprestano praćenje klime i pravilno korištenje meteoroloških podacima donosit će goleme uštede operativni raznih gospodarskih djelatnosti u koje se ubraja i drvna industrija.

LITERATURA

- [1] Barišić, T.: Umjetno sušenje drveta, Beograd, 1957.
- [2] Bertović, S., Dimitrov, T., Jurčić, V. i dr.: Osnove zaštite šuma od požara, CiP, Zagreb, 1987.
- [3] Bertović, S., Lovrić, A. Z.: Jugoslavija — biljni pokrivač. Orografski pojasi, analogni bioklimati te zonalna i raširenija intrazonalna šumska vegetacija u SFRJ. Enciklopedija Jugoslavije, 6, Zagreb 1990, str. 198/99.
- [4] Bratanić, A.: Mjerjenje sunčevog zračenja, Sunčeva energija, vol. 2, br. 3, 1980, Rijeka, str. 13—16.
- [5] C. E. Van Wagner: Forest Fire Research — Hindsight and Foresight, Presented at the Symposium on Wildland Fire 2000, April 27—30, 1987 South Lake Tahoe, California.
- [6] Cividini, B., Poje, D.: Potencijal energije vjetra u SR Hrvatskoj, Rasprave 21, Zagreb, 1986, str. 59—68.
- [7] Delijanić, I.: Osnovi meteorologije, Beograd, 1976.
- [8] Dimitrov, T.: Klima i prirodno sušenje drva, Zagreb, 1989, (rukopis).
- [9] Dukić, D.: Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [10] Einführung in die Holztechnik, Leipzig: Fachbuchverlag, 1959.
- [11] Frančišković, S.: Prirodno sušenje drveta, Školska knjiga, Zagreb, 1951.
- [12] Horvat, I., Krpan, J.: Drvno industrijski priručnik: Tehnička knjiga, Zagreb, 1967.
- [13] Ilić, M.: Ispitivanje uslova za prirodno sušenje bukove rezane građe na nekim pilanama u BiH (ljetni ciklus 1964. godine), Zavod za tehnologiju drveta, Sarajevo, 1965.
- [14] Ilić, M.: Isto (proljetni ciklus 1965. godine), Zavod za tehnologiju drveta, Sarajevo, 1965.
- [15] Ilić, M.: Isto (zimski ciklus 1965/66 godine), Poslovno udruženje šumarstva i industrije za preradu drveta, Sarajevo, 1966.
- [16] Ilić, M., Pavlin, Z.: Sušenje drva, Šumarska enciklopedija, 3, Zagreb, 1987, str. 300—313.
- [17] Janik, W.: Handbuch der Holz Trocknung, Fachbuchverlag Leipzig, 1960.
- [18] Keylwerth, R.: Die gleichzeitige Trocknung und Tränkung in heissen Ölen, HZ, Stuttgart, 1950.
- [19] Keylwerth, R.: Der Verlauf der Holztemperatur während der Furnier- und Schnittholztrocknung, Holz als Roh- und Werkstoff, 1952.
- [20] Kolić, B.: Šumarska ekoklimatologija sa osnovama fizike atmosfere, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [21] Kollmann, F.: Technologie des Holzes, Berlin, 1936.
- [22] Kollmann, F.: Künstliche Holz Trocknung und Holzlagerung, Leipzig & Berlin, 1942.
- [23] Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Bd. I i II, Berlin, 1952. i 1955.
- [24] Krpan, J.: Istraživanja higroskopske ravnoteže vlage uzduha i drveta, Glasnik za šumske pokuse Poljoprivredno-Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 11, Zagreb, 1953, str. 5—51.
- [25] Krpan, J.: Istraživanje točke zasićenosti vlaknaca važnijih domaćih vrsta drveta, Ibid., 13, Zagreb, 1957, str. 18—109.
- [26] Krpan, J.: Sušenje drva, Šumarska enciklopedija, 2, Zagreb, 1963, str. 497—508.
- [27] Krpan, J.: Sušenje i parenje drva, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1965.
- [28] Makjanić, B.: Jugoslavija — klima, Enciklopedija Jugoslavije, 6, Zagreb, 1990, str. 188.
- [29] Milković, J.: Statističke metode proučavanja meteoroloških polja u svrhu racionalizacije mreže stanica, magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu, 1983.
- [30] Milosavljević, M.: Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
- [31] Milosavljević, M.: Meteorologija, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [32] Pavlin, Z.: Sadržaj vode u drvu građevne stolarije, Drvna industrija, 1—2, 1963, 3—10.
- [33] Pavlin, Z.: Sadržaj vode u bukovim piljenicama prije i nakon parenja. Drvna industrija, 11—12, 1968, 179—187.
- [34] Pavlin, Z.: Predsušenje drva, Bilten, Šumarski fakultet Zagreb, Zavod za istraživanja u drvoindustriji, god. 1, br. 2, 1971, 6—15.
- [35] Pavlin, Z.: Svojstva građevne stolarije sa stanovišta klimatskih uvjeta u građevnom objektu. Bilten, Šumarski fakultet Zagreb, Zavod za istraživanja u drvoindustriji, god. 3, br. 2, 1973, 10—18.
- [36] Pavlin, Z.: Istraživanja o mogućnostima primjene sunčane energije u hidrotermičkoj obradi drva, Drvna industrija 32 (4), 1981, 125—128.
- [37] Pavlin, Z.: Sušenje hrastovine, Glasnik za šumske pokuse Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, br. 3, Zagreb 1987, 363—374.
- [38] Penzar, I.: O sunčevoj energiji u vezi sa projektiranjem heliotehničkih uređaja, Klimatizacija grijanje hlađenje, br. 2, Zagreb, 1978.
- [39] Penzar, B., Makjanić, B.: Uvod u opću klimatologiju, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1978.
- [40] Penzar, B., Makjanić, B.: Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1980.
- [41] Penzar, I., Penzar, B.: Agroklimatologija, Školska knjiga, Zagreb, 1989.
- [42] Statistički godišnjak SFRJ, izdavač Savezni zavod za statistiku SFRJ, Beograd, 1990.

NOVOSTI IZ TEHNIKE

POLIURETANI ZA VRATNA KRILA

Baypreg®, proizveden od poliuretanskih sirovina tvrtke Bayer AG, novo je područje primjene poliuretana u unutrašnjoj izgradnji. Kao osobito povoljna ekološka konstrukcija, nadomjestak je za prirodne materijale.

Kod vratnog krila drvo služi kao okvir, a srednji dio, tj. jezgra je od recikliranog kartona sačaste strukture. Kao ojačanje na obje je strane laneno vlakno natopljeno Baypregom®.

Nakon nanošenja pokrivnih slojeva s obje strane cijeli se element preša i otvrdnjava pri temperaturi između 75 i 85 °C i pod tlakom od 0,8 bara.

Vrata su lagana, kruta i izdržljiva. Taj je princip gradnje isto tako prikladan i za proizvodnju pregradnih zidova, gradnju interijera i tavana, te za gradnju izložbenih prostora na sajmovima.

B. Lj.

Vratno krilo s poliuretanskim slojem

