

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

Andrej Bublic

USTROJSTVO STOVARIŠTA PILJENE GRAĐE S
OBZIROM NA PRIRODNO SUŠENJE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2003.

PREDGOVOR

Za pomoć i korisne upute u svrhu izrade diplomskog rada zahvaljujem se dr. sc. Stjepanu Pervanu.

Ujedno se želim zahvaliti i rukovodstvu pogona ITC d.d. Varaždin na omogućenim mjerenjima te korištenje dobivenih rezultata u izradi ovog diplomskog rada.

Autor

SADRŽAJ

1. PREDGOVOR	
2. UVOD	4
3. CILJ I SVRHA ISTRAŽIVANJA	7
4. METODIKA RADA	10
4.1.Opis stovarišta	10
4.1.1. <i>Opće karakteristike</i>	10
4.1.2. <i>Manipulacija i shema novog stovarišta ITC d.d. Varaždin ..</i>	11
4.2.Materijal i metoda istraživanja	13
4.2.1. <i>Vrsta drva i debljine</i>	13
4.2.2. <i>Električna metoda mjerenja vlage u drvu</i>	15
4.2.3. <i>Primjena mjernih elektroda</i>	16
4.2.4. <i>Način postavljanja, označavanja i razmještaj uzoraka po stovarištu</i>	18
4.2.5. <i>Mjerenje brzine strujanja zraka</i>	21
4.2.6. <i>Određivanje smjera strujanja zraka</i>	21
4.2.7. <i>Obrada podataka</i>	21
5. REZULTATI	22
5.1.Rezultati mjerenja koji su proizašli iz metodike	22
5.2.Rezultati istraživanja koji su proizašli iz rezultata mjerenja ..	39
6. RASPRAVA	48
7. ZAKLJUČAK	51
8. LITERATURA	52

2. UVOD

Današnja povećana eksploatacija drva uzrokuje kvalitativno i kvantitativno smanjenje građe, čime se ukazuje na neophodnost efikasnog i kvalitetnog vođenja postupka sušenja drva (ŠPOLJARIĆ, 1993).

Drvo, koje je jedan od najvažnijih materijala, pristupačno je u velikim količinama u sirovom stanju, ali uglavnom s prevelikim sadržajem vode. Za daljnju preradu sadržaj vode u drvu mora biti značajno smanjen. To se može postići prirodnim ili umjetnim načinom sušenja drvene mase (PERVAN, 2000).

S obzirom na pomanjkanje energije dobivene iz prirodnih izvora (ugljena, nafte, plina, električne energije, itd.) te na pojačanu eksploataciju šuma, potrebno je razmotriti svrhovitost postupka prirodnog sušenja drva kojim bi se, uz uštedu energije, mogle sušiti velike količine drvene građe do zadovoljavajućeg sadržaja vode, uz vremensko ograničenje trajanja prirodnog sušenja na stovarištu (dugotrajnost procesa u odnosu prema umjetnom sušenju) (PAVLIN i drugi, 1994).

Voda u drvu služi kao transportno sredstvo u kojoj su otopljene razne tvari. Sušenjem se iz drva uklanja jedan dio vode, a jedan dio ostaje u drvu. Prirodnim sušenjem iz drva se može potpuno ukloniti slobodna voda, a vezana se uklanja samo djelomice jer drvo doseže određeni ravnotežni sadržaj vode s okolnim zrakom, ispod kojeg sušenje više nije moguće. Prirodnim sušenjem iz drva se odstranjuje voda bez smanjenja kvalitete drva, postiže se jednoliki raspored vode i smanjuju se naprezanja u drvu (PAVLIN i drugi, 1994).

Pošto je drvo vrlo higroskopno, znači da prilagođava svoju vlagu prema vlazi okoline, sušenjem se uspostavlja dinamička ravnoteža između prijelaza topline (iz zraka koji struji na drvo) te isparavanja vode s površine drva i difuzije vode kroz drvo i toka slobodne vode u drvu (ŠPOLJARIĆ, 1993).

Pod sušenjem se podrazumijeva odstranjivanje jednog dijela ili sve vode iz drva na takav način da mu se ne umanjuje kvaliteta. Odavno je uobičajeno razlikovati prirodno i umjetno sušenje drva. To je više zbog tradicije nego zbog stvarne potrebe, jer su za oba ova načina sušenja mjerodavni isti faktori: temperatura, relativna vlaga i brzina strujanja sredstva kojim se suši (KRPAN, 1965).

Drvo se mora sušiti iz više razloga: da mu se smanji masa, da se utezanje i nastajanje grešaka koje ga prate dokonča prije uporabe, da se zaštiti od gljiva, da bude čvršće i tvrđe, da se osposobi za impregnaciju, da mu se poboljšaju mehanička, toplinska i električna svojstva, da se osposobi za površinsku obradu i lijepljenje, te da brže gori i daje više korisne topline, ako je namijenjeno za gorivo (KRPAN, 1965).

Kao što je već ranije navedeno da na prirodno i umjetno sušenje utječu isti faktori (temperatura, relativna vlaga i brzina strujanja zraka) kod prirodnog sušenja još se javljaju neki bitni faktori koji utječu na dugotrajnost procesa sušenja: klima i vrsta godišnjeg doba, oborine, zračenje sunca, gljive, mehaničko opterećenje i prašina (KRPAN, 1965).

Osim gore navedenih uvjeta na prirodno sušenje utječu: topografija, smjer i jačina vjetrova koji kod prirodnog sušenja vrše izmjenu uzduha, zatim blizina velikih vodenih površina (mora, jezera, rijeke), ekspozicija, itd. (ŠUMARSKA ENCIKLOPEDIJA, 1963).

Na izmjenu uzduha može se utjecati načinom slaganja složajeva na stovarištima. Bolja su uska i duga stovarišta, te dužina stovarišta treba ležati u smjeru u kojem puše vjetar koji je najčešći. Složajevi moraju biti udaljeni od zgrada, drveća i svega što smeta dobroj cirkulaciji zraka. Važno je i zaštititi složaj od oborina i sunca što se provodi nagnutim krovom koji ne propušta vodu, a izrađuje se od drva slabije kvalitete koje ne smije biti zaraženo gljivama niti napadnuto od insekata (ŠUMARSKA ENCIKLOPEDIJA, 1963).

Od prednosti prirodnog sušenja najvažnije su ove: ne troši se ni toplina ni električna energija, niti su potrebna postrojenja sa skupim instrumentima (ŠUMARSKA ENCIKLOPEDIJA, 1963).

Nedostaci prirodnog sušenja su u tome što dugo traje i ne može se postići niski postotak vlage. Konačni postotak vlage koji se postiže prirodnim sušenjem ne odgovara za mnoge proizvode, pa prirodno sušeno drvo treba još dosušivati u sušionici. Nadalje, gledano s ekonomskog stajališta, troškovi skladištenja su veliki, jer se moraju plaćati kamate na sredstva uložena u drvo koje je izvan prometa. Sirovo drvo sadrži veliku količinu vode, a ona je kod rukovanja i transporta teret koji uzrokuje dodatne troškove (plaća se po težini). Odstranjivanjem jednog dijela vode iz sirovog drva pojeftinjuju se troškovi rukovanja i transporta (KRPAN, 1965 i ŠPOLJARIĆ, 1993).

3. CILJ I SVRHA ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja bio je prikazati proces prirodnog sušenja, odnosno smanjenje sadržaja vode tijekom određenog vremenskog razdoblja (osam mjerenja) koje obuhvaća period od početka proljeća do početka jeseni. Praćenje sadržaja vode u drvu je obavljeno u svrhu utvrđivanja pravilnog ustrojstva i utjecaja organizacije stovarišta na prirodno sušenje drva, djelovanju prevladavajućeg smjera vjetra i prikladnosti ustrojstva stovarišta s obzirom na klimatske uvjete karakteristične za to područje.

Istraživanje je rađeno u svrhu smanjenja grešaka građe uzrokovanih prirodnim sušenjem, odnosno nalaženje najutjecajnijeg faktora odgovornog za povećane gubitke u kvaliteti građe na stovarištu uzrokovane neadekvatnim ustrojem stovarišta s obzirom na prirodno sušenje građe (neki problemi prikazani su na slikama 1, 2, 3, 4 i 5).



Slika 1. Neadekvatno slaganje složajeva (složajevi su u doticaju sa tlom)



Slika 2. Nepokriven složaj i greške koje takav način slaganja uzrokuje (raspukline, izbočenost, sabljatost)



Slika 3. Nepravilno slaganje složaja uslijed čega je došlo do urušavanja



Slika 4. Složaj izložen utjecaju sunca i greške koje takav način uzrokuje (sivljenje, površinske i čeone pukotine, raspukline)



Slika 5. Sprječavanje strujanja zraka ispod složajeva zbog korova

4. METODIKA RADA

4.1. Opis stovarišta

4.1.1. Opće karakteristike

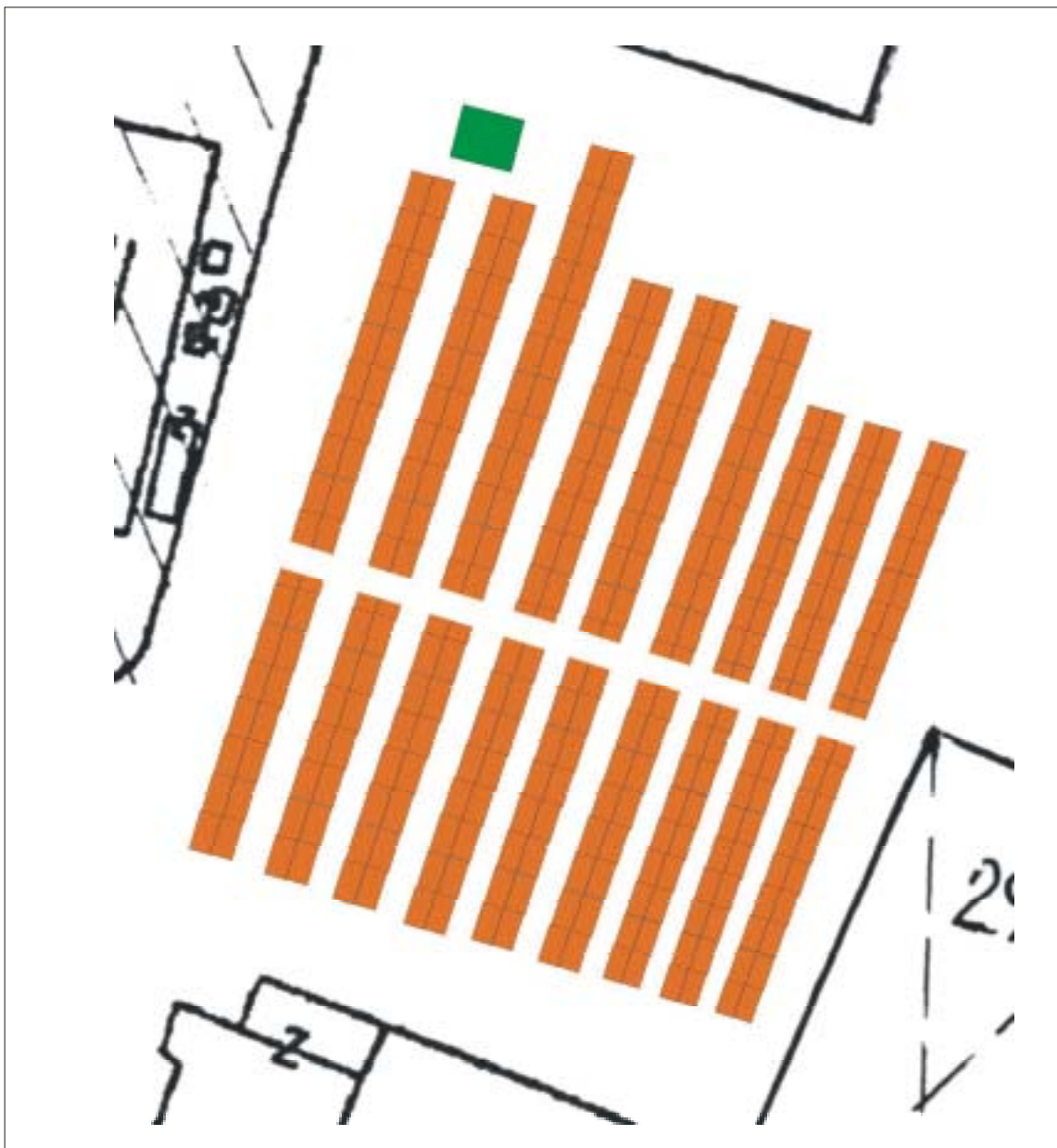
Stovarište piljene građe predstavlja dio pilanskog prostora na kojem se slaže i prirodno suši piljena građa. Stovarište treba biti na otvorenom prostoru i na suhom. Ne smije biti blizu proizvodnih hala, niti okruženo šumom, jer ne samo da se ometa cirkulacija zraka, već se i povećava opasnost od požara.

Tlo stovarišta treba biti ravno, s malim nagibom po dužini stovarišta, tvrdo i suho, te bez korova i otpadaka. Kao preventiva protiv korova stovarište se nasipa šljunkom ili se prska odgovarajućim kemijskim sredstvom za uništavanje korova (herbicidi).

Veličina stovarišta ovisi o raspoloživom zemljištu za tu svrhu, te o mreži puteva, a najviše o količini ispljene građe koju treba prirodno prosušiti. Stovarište je podijeljeno na polja uzdužnim i poprečnim putevima. Polja se sastoje iz više parcela, a parcele od više složajeva. Glavni i sporedni putevi moraju biti dovoljno široki kako bi se omogućila nesmetana manipulacija građom bilo da se izvodi viličarom bilo portalnim dizalicama, tzv. kranovima ili s jednim i drugim.

4.1.2. Manipulacija i shema novog stovarišta ITC d.d. Varaždin

Manipulacija na stovarištu tvrtke ITC d.d. Varaždin vrši se pomoću bočnih viličara. Viličari su vrsta transportnog sredstva koja se koristi za sve vrste transporta i premetanja materijala. Shemu, odnosno tlocrt novog stovarišta tvrtke ITC d.d. Varaždin prikazuje slika 6.



Slika 6. Shema novog stovarišta tvrtke ITC d.d. Varaždin

4.2. Materijal i metoda istraživanja

4.2.1. Vrsta drva i debljine

Istraživanje je obavljeno na bukovim piljenicama različitih debljina. Za istraživanje su korištene piljenice triju debljina: 27 mm, 32 mm i 38 mm, sa po deset uzoraka za svaku debljinu. Za izradu uzoraka koristila se neokrajčana ili poluokrajčana građa (piljenice), različitih klasa (I, II, III) od bočnica do blistača, sa zaštićenim čelima (slika 7, slika 8 i slika 9).



Slika 7. Blistača



Slika 8. Bočnica



Slika 9. Neokrajčana piljenica

4.2.2. *Električna metoda mjerenja vlage u drvu*

Električna metoda mjerenja vlage u drvu zasniva se na električnim svojstvima drva, na električnom otporu. Električni otpor je svojstvo tijela da pruža otpor protjecanju električne struje. Električni otpor što ga drvo pruža istosmjernoj struji ovisi o: postotku vlage, temperaturi, vrsti drva i smjeru vlakana. Postotak vlage ima veliki utjecaj na promjene električnog otpora. Električni otpor se mijenja u higroskopskom području koje se nalazi između točke zasićenosti vlakana (oko 30 %) i apsolutno suhog stanja (0 % vlage). Najveći otpor pruža apsolutno suho drvo. Ispod 7 % vlage otpor se povećava u tolikoj mjeri da ga je teško izmjeriti. U higroskopskom području može se mjerenjem električnog otpora odrediti postotak vlage u drvu, jer svakom električnom otporu odgovara određeni postotak vlage u drvu i obratno. Iznad točke zasićenosti vlakana određivanje postotka vlage pomoću električnog otpora je relativno nepouzđano bez obzira što danas postoje vrlo točni električni vlagomjeri sa skalom i za nadhigroskopsko područje. Temperatura utječe na električni otpor na taj način da se on povećanjem temperature smanjuje što se može korigirati različitim tablicama koje obično proizvođači vlagomjera isporučuju zajedno sa uređajem kao i tablice za korekciju s obzirom na vrstu drva jer se uređaj baždari na jednu vrstu drva, dok se za ostale vrste uzimaju korekcije iz tablica ili dvama potenciometrima na samom uređaju. Između radijalnog i tangencijalnog smjera nema većih razlika, pa se i ne uzimaju u obzir.

Električni vlagomjeri služe za brzo mjerenje postotka vlage u drvu koje traje nekoliko sekundi, prenosivi su i rad s njima je jednostavan.

4.2.3. Primjena mjernih elektroda

Električni vlagomjer na bazi otpora je električni krug u kojem je drvo otpornik, pa treba postojati stalan kontakt na dva mjesta, odnosno na svaki uzorak se moraju postaviti po dvije elektrode kako bi se zatvorio električni krug.

Osnovno je pravilo osigurati da izabrane mjerne točke omogućuju stvarne reprezentativne vrijednosti sadržaja vode za ukupnu količinu drva.

Postoje tri vrste elektroda koje se razlikuju po dužinama i to: 8 mm, 25 mm i 35 mm. Koju vrstu ćemo uporabiti ovisi o debljini uzorka. Da bi se postavile elektrode, bušilicom i mjerачem dubine rupe izbuše se rupe u drvu promjera 3,5 mm i međusobnog razmaka 25 mm. Elektrode treba smjestiti minimalno 50 cm od kraja daske i u sredini širine piljenice. Navedena pravila prikazuje slika 10 i slika 11.



Slika 10. Izgled i međusobni razmak elektroda



Slika 11. Izgled i smještaj elektroda na uzorku

4.2.4. *Način postavljanja, označavanja i razmještaj uzoraka po stovarištu*

Svi su uzorci označeni svojim brojem fluorescentnom bojom, kao i betonski stupčići na koje su složeni složajevi radi lakšeg snalaženja. Uzorci su postavljeni ispod složaja na letvice kako ne bi bili u izravnom doticaju sa tlom. Naprijed navedeno, kao i razmještaj samih uzoraka po stovarištu, najzornije će prikazati slike 12, 13, 14 i 15.



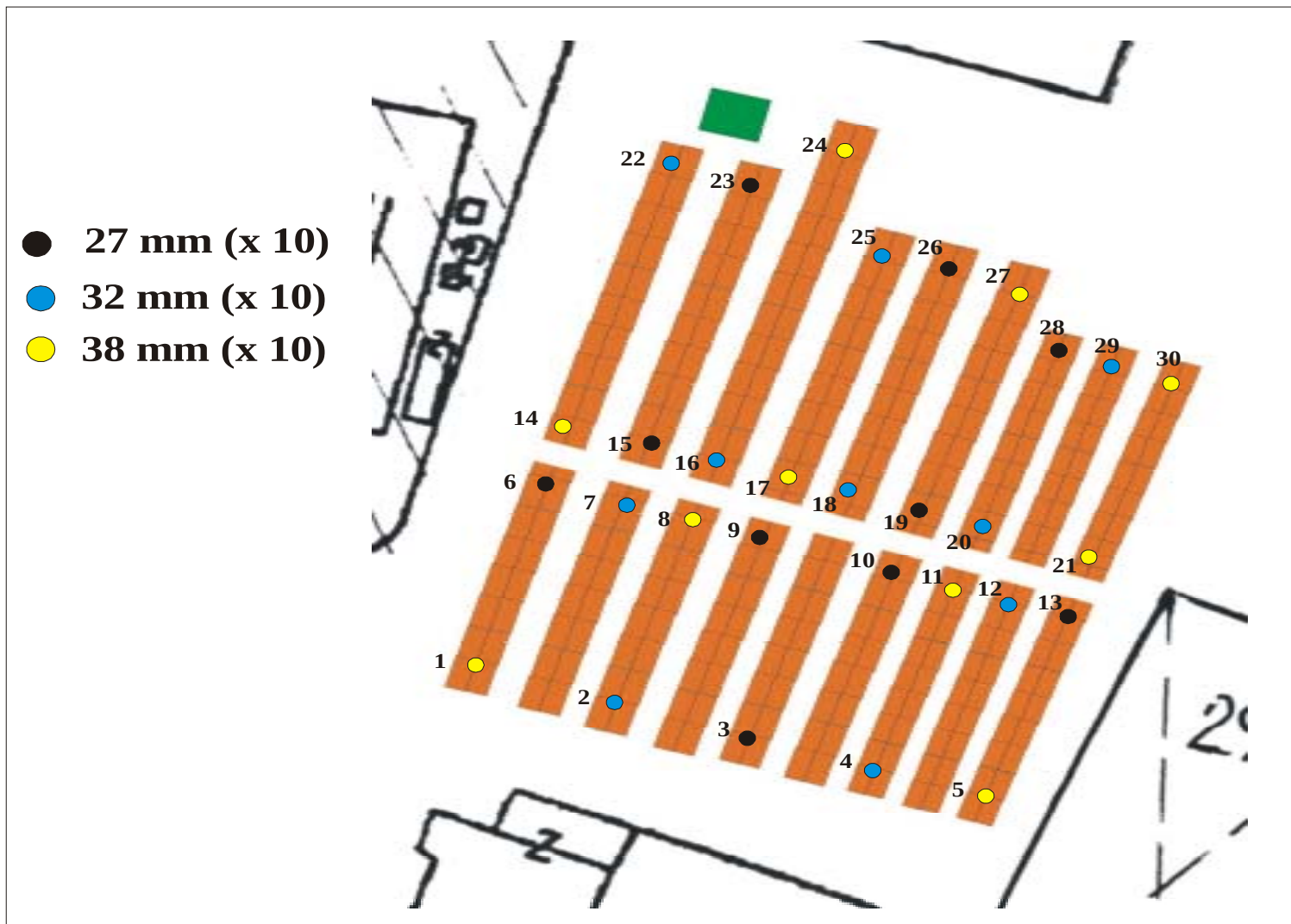
Slika 12. Označavanje uzorka fluorescentnom bojom



Slika 13. Označavanje betonskog stupčića fluorescentnom bojom



Slika 14. Smještaj uzoraka ispod složajeva



Slika 15. Shema s prikazom razmještaja uzoraka po stovarištu

4.2.5. *Mjerenje brzine strujanja zraka*

Brzina strujanja zraka mjerena je pomoću termoanemometra. To je uređaj s digitalnim ekranom koji se napaja pomoću energije iz standardnih baterija, te usmjeravanjem sonde u smjeru strujanja zraka uređaj kroz par sekundi ispisuje vrijednost brzine strujanja zraka na svom ekranu. Brzina je mjerena ispred svakog uzorka kako bi se dobilo što više podataka da bi se mogao izlučiti reprezentativni podatak dobiven kao srednja vrijednost.

4.2.6. *Određivanje smjera strujanja zraka*

Određivanje smjera strujanja zraka vršeno je pomoću obične trake papira dužine 20-30 cm, te se nakon određivanja smjera obavljala izmjera brzine strujanja zraka.

4.2.7. *Obrada podataka*

Dobiveni podaci proizašli iz istraživanja obrađivali su se kompjuterskim programom Excel pomoću kojeg su izrađene tablice i grafički prikazi dobivenih rezultata.

5. REZULTATI

5.1. Rezultati mjerenja koji su proizašli iz metodike

Prije samog prikaza rezultata istraživanja potrebno je napomenuti da nema uzorka 22 što je i posebno označeno unutar tablica. Naime, uslijed nepažljivog rukovanja radnika prilikom premještanja uzoraka na stovarištu tvrtke ITC d.d. Varaždin došlo je do oštećenja elektroda na uzorku, te se je uzorak morao isključiti iz daljnjeg mjerenja tijekom istraživanja.

Rezultati istraživanja odnose se na novo stovarište tvrtke ITC d.d. Varaždin što je također dodatno označeno na tablicama i slikama grafičkih prikaza rezultata istraživanja.

U sljedećim tablicama i slikama prikazani su rezultati dobiveni istraživanjem.

Broj mjerenja	1
Datum	12.03.2003.
Vrijeme	14h 45 min
Vremenski uvjeti	promjenjivo

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	25,4
2	39,7
3	29,7
4	29,8
5	22,2
6	35,6
7	40,7
8	33,4
9	32,8
10	52,7
11	34,7
12	41,6
13	40,5
14	23,6
15	30,7
16	45,7
17	30,7
18	46,3
19	45,5
20	46,5
21	25,1
22	
23	34,3
24	30,2
25	34,4
26	41,1
27	26,7
28	34,9
29	47,7
30	32,6
Sr. vrij.	35,68

Tablica 1. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 1

Broj mjerenja	1
Datum	12.03.2003.
Vrijeme	15h 45 min
Vremenski uvjeti	promjenjivo

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	0,15	NE
2	0,29	NE
3	1,84	NE
4	0,47	N
5	0,85	SE
6	0,39	NE
7	0,11	NE
8	0,15	NW
9	2,10	NW
10	2,97	NE
11	4,21	NE
12	0,80	NE
13	2,10	NE
14	1,63	NE
15	0,24	NE
16	1,70	NE
17	0,69	NE
18	0,44	NE
19	5,07	NE
20	1,06	NE
21	3,35	NE
22		
23	0,84	NE
24	2,66	NE
25	0,20	N
26	1,53	NE
27	0,13	NE
28	0,15	NE
29	2,30	NE
30	1,68	NE
Sr. vrij.	1,38	

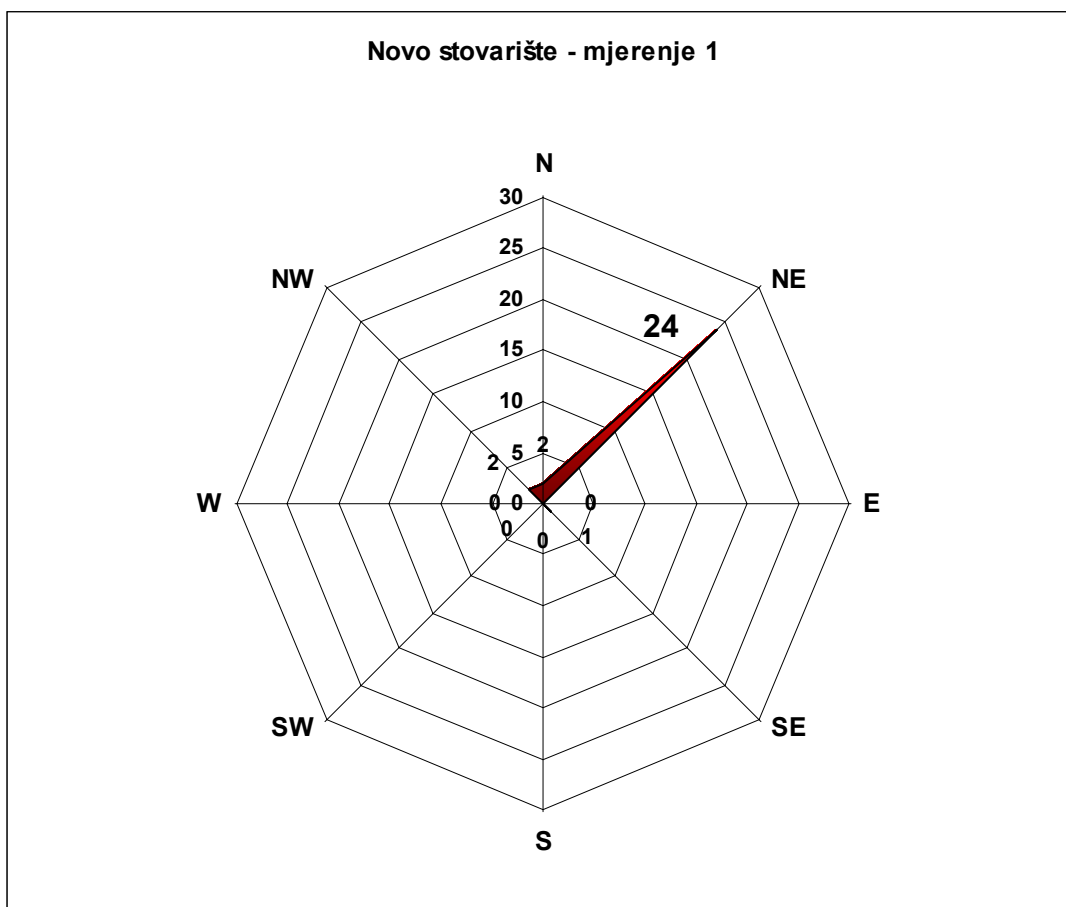
Tablica 2. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 1

Temperatura	10,7
Rel. vlaga zraka	36,6

Tablica 3. Uvjeti zraka tijekom mjerenja 1

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	2
W - zapad	NE	24
E - istok	E	0
S - jug	SE	1
	S	0
	SW	0
	W	0
	NW	2

Tablica 4. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 1



Slika 16. Grafički prikaz temeljen na tablici 4 za mjerenje 1

Broj mjerenja	2
Datum	02.04.2003.
Vrijeme	7h 15 min
Vremenski uvjeti	vedro, hladno

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	20,0
2	19,2
3	18,6
4	18,5
5	18,9
6	18,7
7	20,5
8	21,4
9	17,5
10	20,5
11	23,1
12	20,8
13	18,7
14	19,2
15	17,0
16	20,1
17	21,4
18	19,2
19	22,2
20	20,3
21	19,6
22	
23	19,1
24	21,2
25	18,9
26	19,4
27	20,7
28	19,0
29	22,7
30	19,6
Sr. vrij.	19,86

Tablica 5. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 2

Broj mjerenja	2
Datum	02.04.2003.
Vrijeme	09h 55 min
Vremenski uvjeti	vedro, hladno

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	0,53	NE
2	0,42	NE
3	0,38	NE
4	0,27	NE
5	0,14	W
6	0,22	W
7	1,23	SW
8	0,10	SW
9	0,42	SW
10	1,07	W
11	0,42	W
12	0,99	W
13	0,09	SW
14	1,11	SW
15	2,34	SW
16	0,45	SW
17	0,76	W
18	0,43	W
19	0,85	SW
20	0,59	NW
21	0,83	W
22		
23	1,15	SW
24	0,28	W
25	0,64	SW
26	0,62	W
27	1,31	SW
28	0,64	W
29	0,37	SW
30	0,90	SW
Sr. vrij.	0,67	

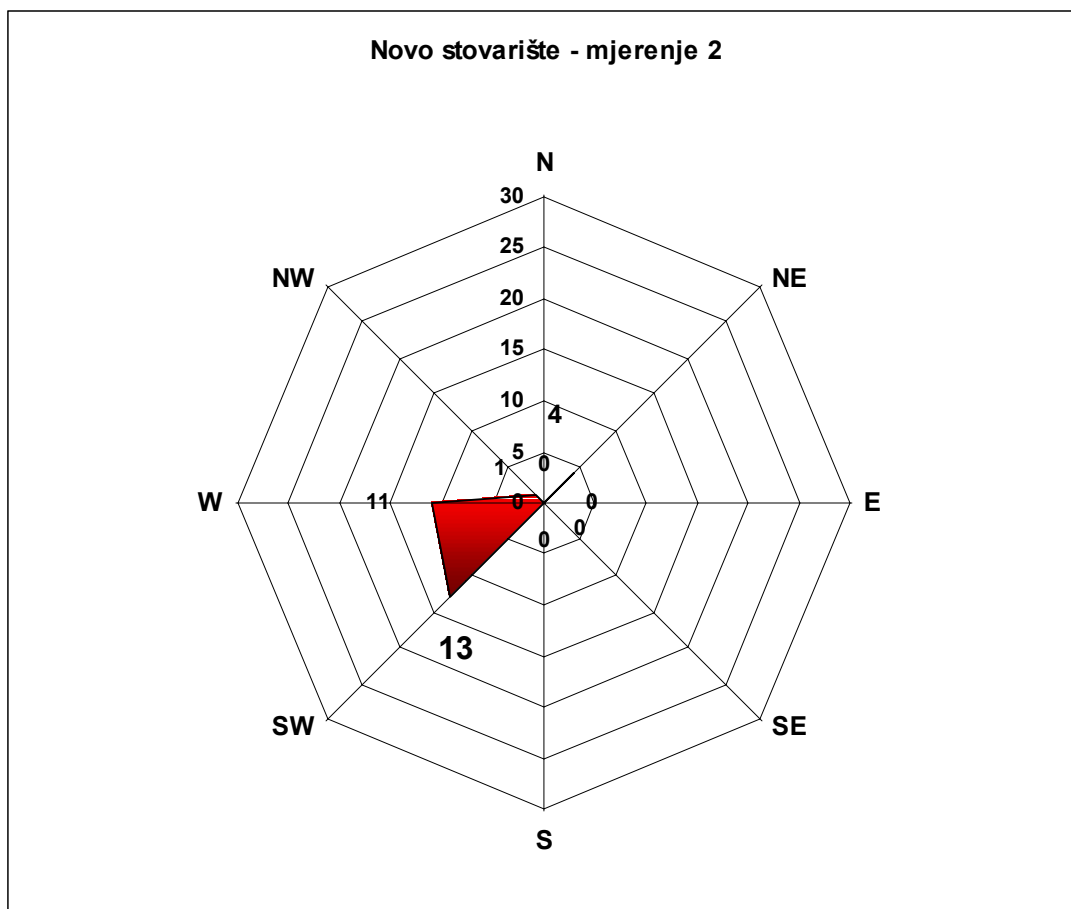
Tablica 6. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 2

Temperatura	7
Rel. vlaga zraka	41,4

Tablica 7. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 2

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	0
W - zapad	NE	4
E - istok	E	0
S - jug	SE	0
	S	0
	SW	13
	W	11
	NW	1

Tablica 8. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 2



Slika 17. Grafički prikaz temeljen na tablici 8 za mjerenje 2

Broj mjerenja	3
Datum	30.04.2003.
Vrijeme	7h 45 min
Vremenski uvjeti	sunčano

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	18,7
2	15,4
3	14,7
4	14,9
5	16,1
6	14,3
7	15,5
8	17,1
9	13,1
10	15,6
11	19,9
12	17,5
13	14,1
14	15,9
15	13,4
16	15,2
17	19,3
18	23,1
19	19,8
20	15,6
21	16,2
22	
23	14,3
24	19,3
25	14,7
26	15,1
27	19,8
28	14,5
29	18,2
30	16,3
Sr. vrij.	16,47

Tablica 9. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 3

Broj mjerenja	3
Datum	30.04.2003.
Vrijeme	8h 10 min
Vremenski uvjeti	sunčano

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	3,39	SW
2	0,07	SW
3	0,12	SW
4	0,73	W
5	0,31	SW
6	2,18	SW
7	0,41	SW
8	0,14	SW
9	1,07	SW
10	0,69	SW
11	1,48	SW
12	2,40	SW
13	0,60	SW
14	2,20	SW
15	0,15	SW
16	0,16	SW
17	0,90	SW
18	1,28	SW
19	0,88	SW
20	0,35	SW
21	0,86	SW
22		
23	0,15	SW
24	0,53	SW
25	0,06	SW
26	0,45	SW
27	0,83	SW
28	0,97	SW
29	1,21	SW
30	0,92	SW
Sr. vrij.	0,88	

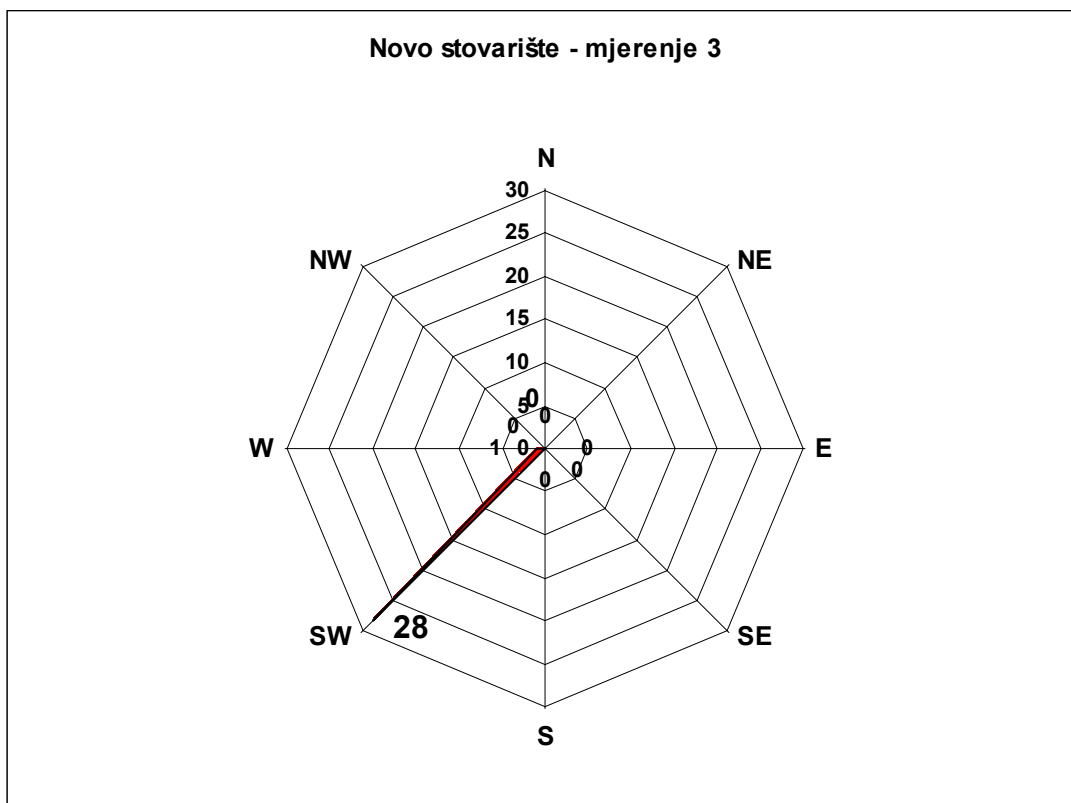
Tablica 10. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 3

Temperatura	19,4
Rel. vlaga zraka	44,0

Tablica 11. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 3

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	0
W - zapad	NE	0
E - istok	E	0
S - jug	SE	0
	S	0
	SW	28
	W	1
	NW	0

Tablica 12. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 3



Slika 18. Grafički prikaz temeljen na tablici 12 za mjerenje 3

Broj mjerenja	4
Datum	14.05.2003.
Vrijeme	7h 35 min
Vremenski uvjeti	sunčano

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	15,3
2	12,5
3	12,4
4	12,7
5	14,3
6	11,9
7	12,6
8	14,4
9	11,0
10	13,4
11	18,1
12	14,0
13	12,1
14	14,4
15	11,1
16	12,4
17	16,2
18	12,8
19	14,9
20	12,7
21	14,6
22	
23	12,4
24	18,3
25	12,0
26	12,9
27	16,2
28	12,2
29	15,1
30	13,8
Sr. vrij.	13,68

Tablica 13. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 4

Broj mjerenja	4
Datum	14.05.2003.
Vrijeme	8h
Vremenski uvjeti	sunčano

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	0,83	SW
2	0,47	SW
3	0,23	NE
4	0,62	NE
5	0,67	NE
6	0,77	NE
7	0,16	NE
8	0,53	NE
9	0,84	NE
10	0,18	NE
11	1,01	NE
12	1,86	NE
13	2,07	NE
14	2,14	NE
15	0,07	NE
16	0,17	NE
17	0,12	NE
18	0,67	NE
19	0,25	NE
20	1,84	NE
21	0,60	NE
22		
23	0,31	NE
24	0,28	NE
25	1,06	NE
26	0,15	NE
27	0,13	NE
28	0,58	NE
29	0,64	NE
30	0,47	NE
Sr. vrij.	0,68	

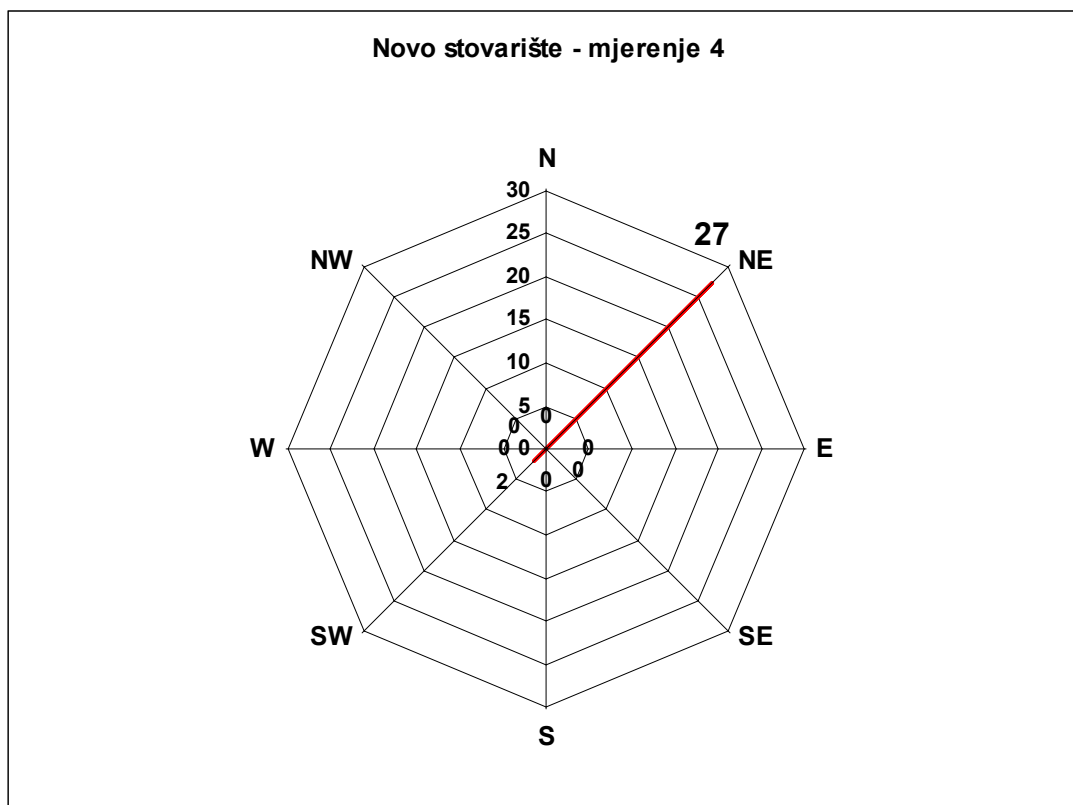
Tablica 14. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 4

Temperatura	13,6
Rel. vlaga zraka	56,0

Tablica 15. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 4

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	0
W - zapad	NE	27
E - istok	E	0
S - jug	SE	0
	S	0
	SW	2
	W	0
	NW	0

Tablica 16. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 4



Slika 19. Grafički prikaz temeljen na tablici 16 za mjerenje 4

Broj mjerenja	5
Datum	09.06.2003.
Vrijeme	6h 05 min
Vremenski uvjeti	sunčano, vruće

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	13,0
2	12,2
3	11,7
4	12,1
5	13,2
6	11,5
7	12,1
8	13,2
9	9,7
10	12,3
11	15,1
12	12,6
13	12,5
14	13,1
15	10,4
16	11,6
17	13,8
18	11,7
19	13,5
20	13,4
21	13,1
22	
23	12,0
24	15,1
25	11,4
26	12,0
27	14,1
28	11,4
29	12,6
30	12,9
Sr. vrij.	12,53

Tablica 17. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 5

Broj mjerenja	5
Datum	09.06.2003.
Vrijeme	6h 05 min
Vremenski uvjeti	sunčano, vruće

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	1,51	SW
2	0,10	SW
3	0,62	S
4	1,32	SW
5	0,35	SW
6	0,94	SW
7	0,63	SW
8	0,49	SW
9	0,39	SW
10	0,61	W
11	0,80	NE
12	0,80	SW
13	0,31	SW
14	1,28	SW
15	0,86	SW
16	0,49	SW
17	0,10	SW
18	0,69	SW
19	0,05	SW
20	0,69	SW
21	0,08	SW
22		
23	0,33	SW
24	0,07	SW
25	0,23	SW
26	1,09	SW
27	0,75	SW
28	1,43	SW
29	0,86	SW
30	1,18	SW
Sr. vrij.	0,66	

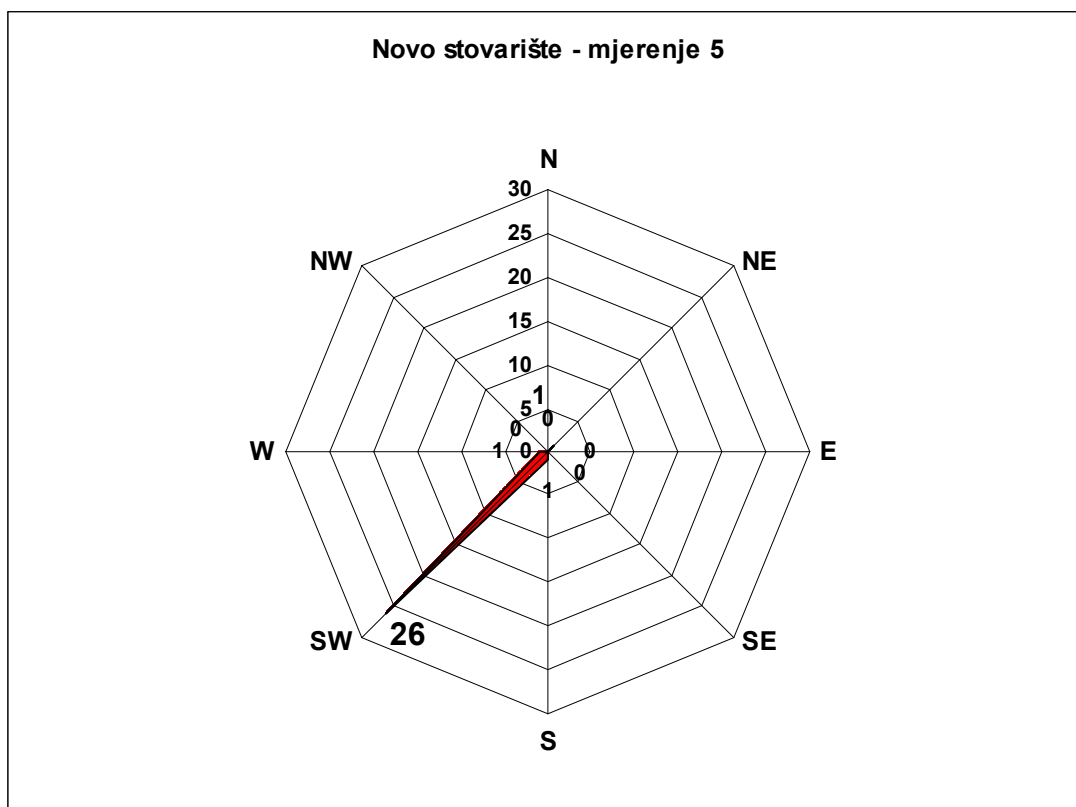
Tablica 18. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 5

Temperatura	21,1
Rel. vlaga zraka	73,0

Tablica 19. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 5

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	0
W - zapad	NE	1
E - istok	E	0
S - jug	SE	0
	S	1
	SW	26
	W	1
	NW	0

Tablica 20. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 5



Slika 20. Grafički prikaz temeljen na tablici 20 za mjerenje 5

Broj mjerenja	6
Datum	30.06.2003.
Vrijeme	6h 20 min
Vremenski uvjeti	sunčano, toplo

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	12,1
2	12,4
3	12,0
4	12,3
5	13,1
6	11,9
7	12,1
8	12,7
9	11,1
10	12,4
11	14,3
12	13,4
13	12,8
14	12,5
15	11,1
16	11,9
17	13,1
18	11,7
19	13,7
20	12,8
21	12,7
22	
23	12,2
24	13,7
25	11,6
26	12,0
27	13,2
28	12,2
29	13,4
30	12,4
Sr. vrij.	12,5

Tablica 21. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 6

Broj mjerenja	6
Datum	30.06.2003.
Vrijeme	6h 42 min
Vremenski uvjeti	sunčano, toplo

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	0,17	W
2	0,19	SW
3	0,05	SW
4	0,15	SW
5	0,11	NE
6	0,43	SW
7	0,26	SW
8	0,83	SW
9	0,10	W
10	0,10	SW
11	0,07	SW
12	0,22	SW
13	0,11	SW
14	0,22	SW
15	0,05	SW
16	0,80	SW
17	0,13	SW
18	0,75	SW
19	0,30	SW
20	0,14	SW
21	0,18	SW
22		
23	0,20	NE
24	0,26	SW
25	0,16	SW
26	0,15	NE
27	0,16	SW
28	0,15	NE
29	0,06	NE
30	0,08	NE
Sr. vrij.	0,23	

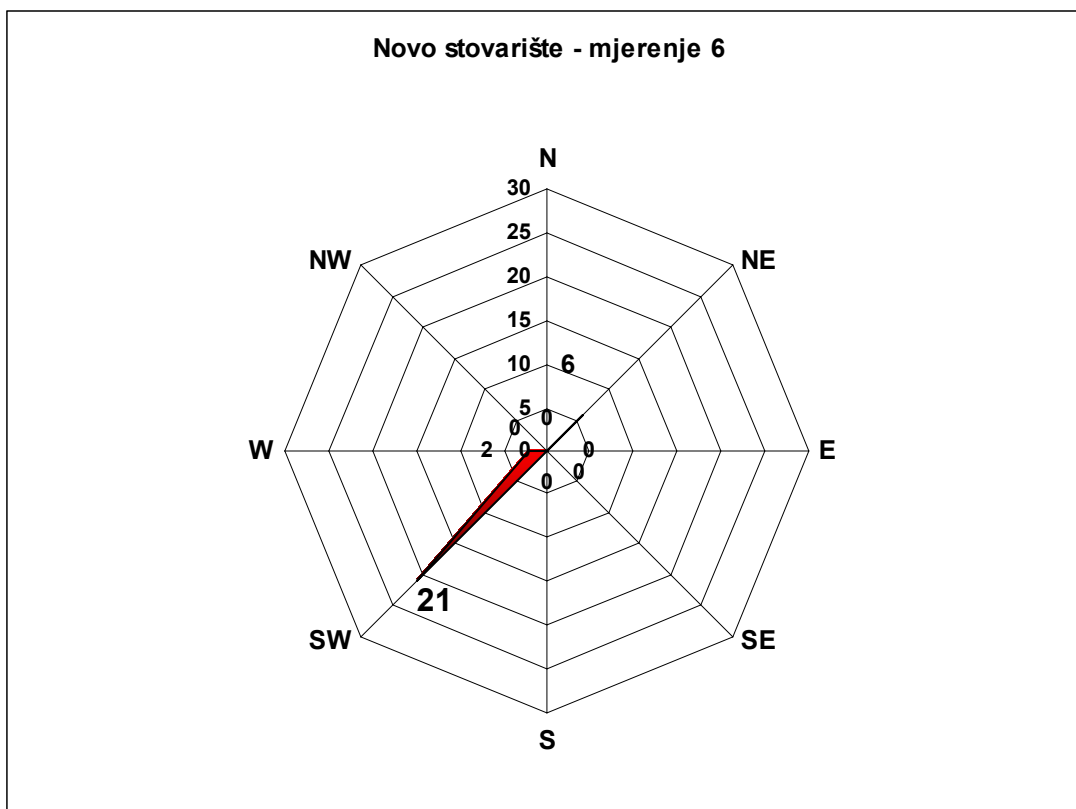
Tablica 22. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 6

Temperatura	18,1
Rel. vlaga zraka	83,7

Tablica 23. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 6

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	0
W - zapad	NE	6
E - istok	E	0
S - jug	SE	0
	S	0
	SW	21
	W	2
	NW	0

Tablica 24. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 6



Slika 21. Grafički prikaz temeljen na tablici 24 za mjerenje 6

Broj mjerenja	7
Datum	22.07.2003.
Vrijeme	7h 20 min
Vremenski uvjeti	sunčano, vruće

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	12,2
2	11,7
3	11,2
4	11,2
5	13,6
6	10,9
7	11,2
8	12,0
9	9,7
10	11,8
11	13,4
12	11,6
13	11,9
14	11,9
15	9,5
16	11,0
17	12,4
18	10,4
19	12,1
20	11,9
21	11,8
22	
23	11,4
24	13,0
25	12,1
26	11,0
27	12,7
28	10,9
29	11,4
30	11,5
Sr. vrij.	11,6

Tablica 25. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 7

Broj mjerenja	7
Datum	22.07.2003.
Vrijeme	7 h 50 min
Vremenski uvjeti	vruće

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	1,08	SW
2	0,34	SW
3	0,12	SW
4	0,19	SW
5	0,30	SW
6	1,50	SW
7	0,51	SW
8	0,53	SW
9	0,11	SW
10	0,68	SW
11	0,14	NE
12	0,14	NE
13	0,31	SW
14	0,50	SW
15	0,38	SW
16	0,13	SW
17	0,10	NE
18	0,07	SW
19	0,36	SW
20	0,10	NE
21	0,26	SW
22		
23	0,32	NE
24	0,55	NE
25	1,35	NE
26	1,20	NE
27	0,56	NE
28	0,15	SW
29	0,52	NE
30	0,13	NE
Sr. vrij.	0,44	

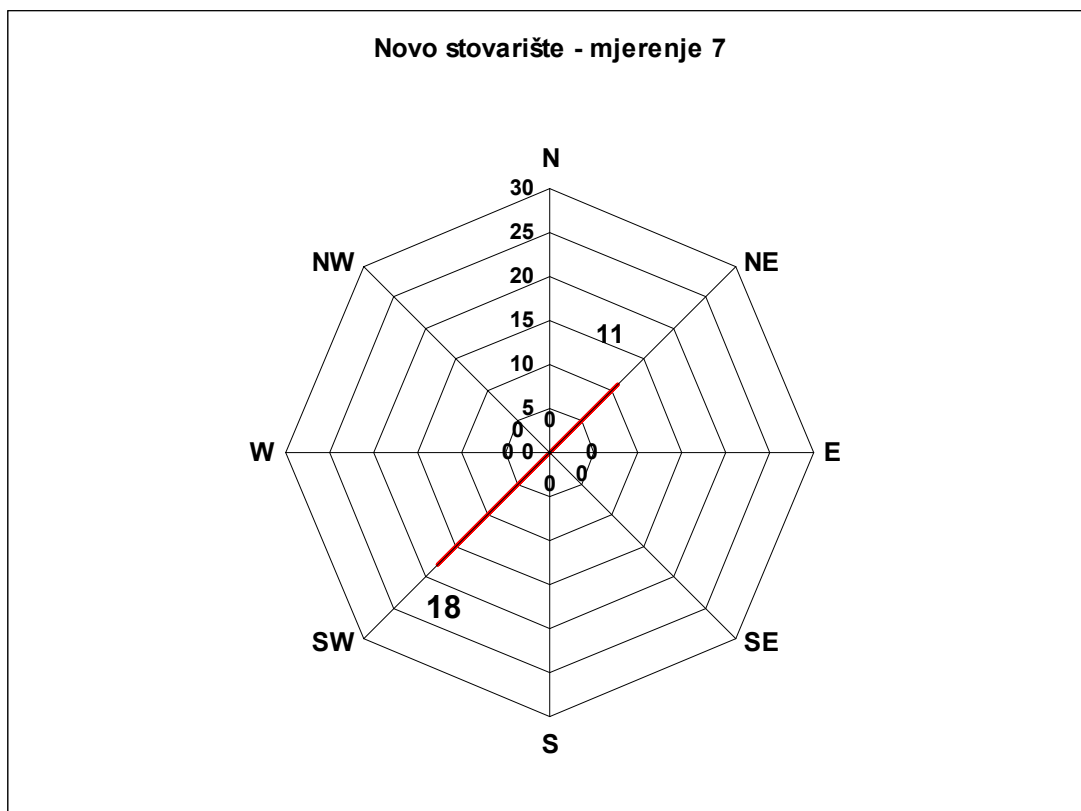
Tablica 26. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 7

Temperatura	24,3
Rel. vlaga zraka	59,6

Tablica 27. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 7

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	0
W - zapad	NE	11
E - istok	E	0
S - jug	SE	0
	S	0
	SW	18
	W	0
	NW	0

Tablica 28. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 7



Slika 22. Grafički prikaz temeljen na tablici 28 za mjerenje 7

Broj mjerenja	8
Datum	12.09.2003.
Vrijeme	09h 05 min
Vremenski uvjeti	oblačno (dva dana kiša, prije suho)

NOVO STOVARIŠTE	
Uzorak br.	Vlaga (%)
1	42,6
2	18,4
3	18,5
4	15,0
5	21,5
6	13,6
7	11,1
8	17,7
9	15,9
10	11,2
11	44,5
12	42,5
13	11,8
14	19,8
15	16,9
16	47,0
17	42,5
18	52,5
19	47,5
20	43,6
21	12,1
22	
23	43,5
24	39,6
25	21,5
26	11,7
27	18,5
28	44,0
29	38,0
30	34,4
Sr. vrij.	28,2

Tablica 29. Rezultati mjerenja vlage za mjerenje 8

Broj mjerenja	8
Datum	12.09.2003.
Vrijeme	09h 05 min
Vremenski uvjeti	oblačno (dva dana kiša, prije suho)

NOVO STOVARIŠTE		
Uzorak br.	Brzina zraka (m/s)	Smjer strujanja zraka
1	1,06	SW
2	0,34	NE
3	0,09	NE
4	0,59	NE
5	0,25	SW
6	0,13	SW
7	0,08	SW
8	0,37	SW
9	0,23	SW
10	1,23	SW
11	0,56	SW
12	0,56	SW
13	0,48	SW
14	0,13	SW
15	0,26	SW
16	0,30	SW
17	0,69	NE
18	0,24	NE
19	1,23	SW
20	1,23	SW
21	0,37	SW
22		
23	0,13	SW
24	0,73	SW
25	0,51	SW
26	0,09	SW
27	0,33	SW
28	0,80	SW
29	0,46	SW
30	0,78	SW
Sr. vrij.	0,49	

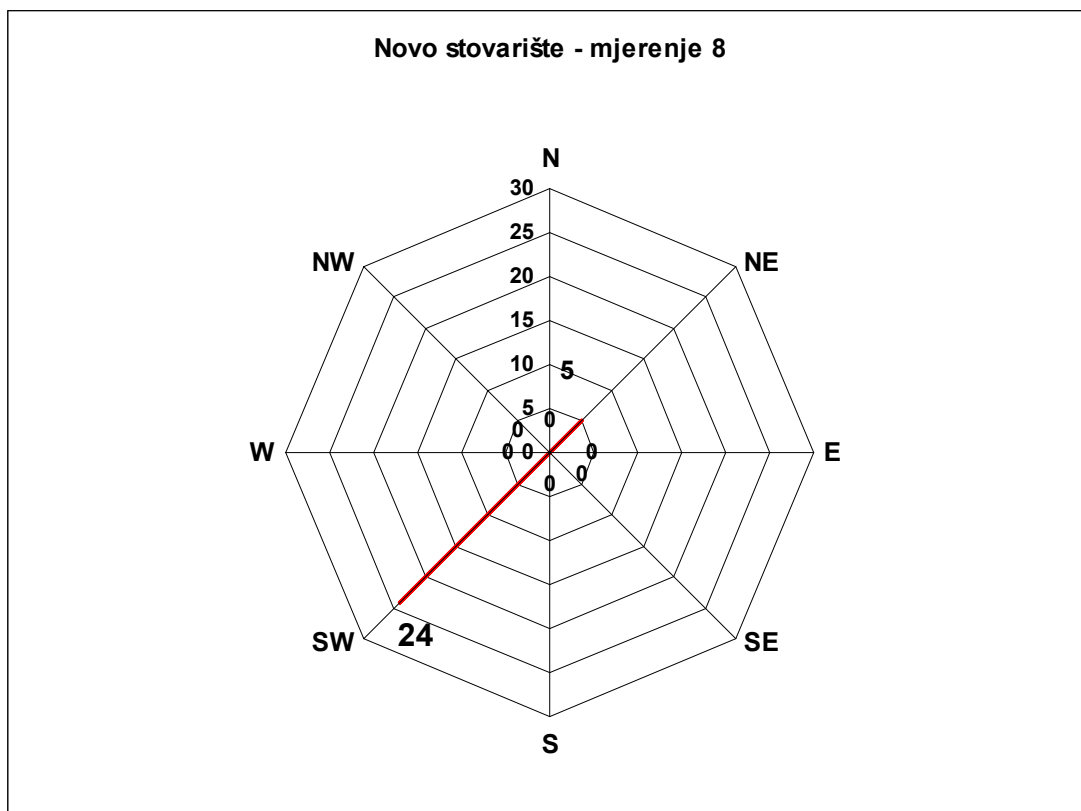
Tablica 30. Rezultati mjerenja brzine i smjera zraka za mjerenje 8

Temperatura	15,9
Rel. vlaga zraka	63,0

Tablica 31. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 8

Legenda	Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera
N - sjever	N	0
W - zapad	NE	5
E - istok	E	0
S - jug	SE	0
	S	0
	SW	24
	W	0
	NW	0

Tablica 32. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom mjerenja 8



Slika 23. Grafički prikaz temeljen na tablici 32 za mjerenje 8

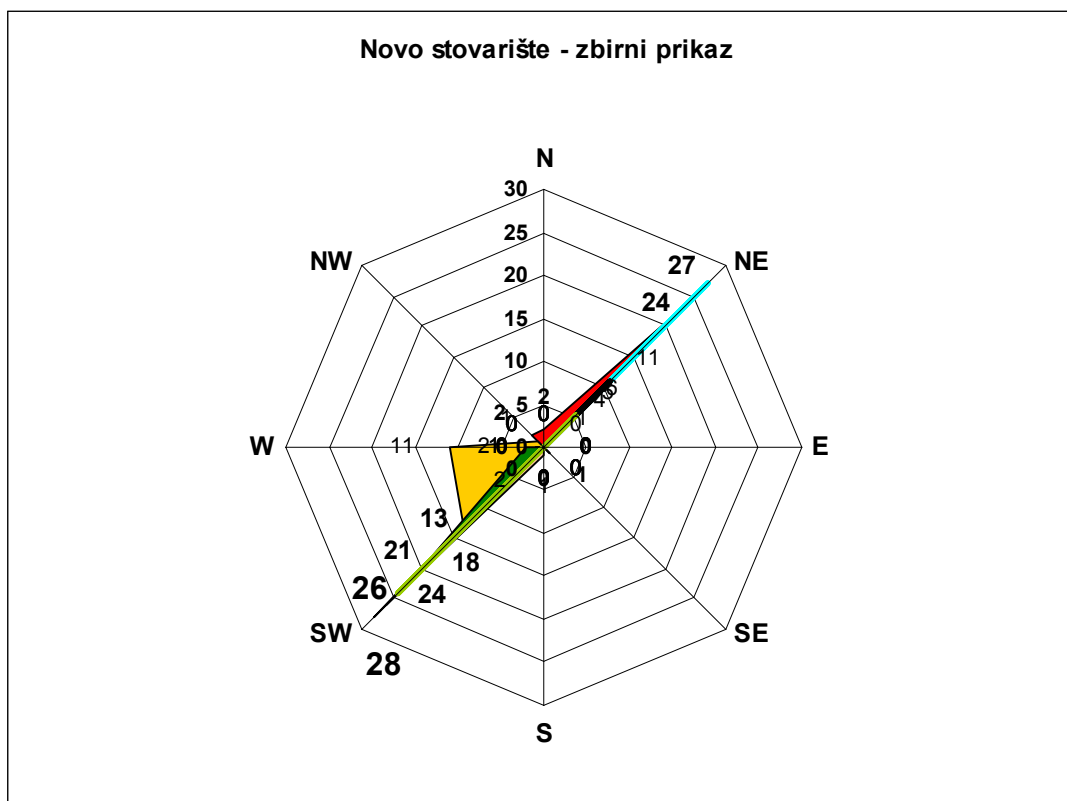
5.2. Rezultati istraživanja koji su proizašli iz rezultata mjerenja

Sljedeće tablice i slike prikazuju rezultate dobivene obradom podataka, odnosno rezultata dobivenih mjerenjem koji su proizašli iz metodike rada.

Legenda
N - sjever
W - zapad
E - istok
S - jug

Strana svijeta	Broj izmjera iz smjera							
N	2	0	0	0	0	0	0	0
NE	24	4	0	27	1	6	11	5
E	0	0	0	0	0	0	0	0
SE	1	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	1	0	0	0
SW	0	13	28	2	26	21	18	24
W	0	11	1	0	1	2	0	0
NW	2	1	0	0	0	0	0	0

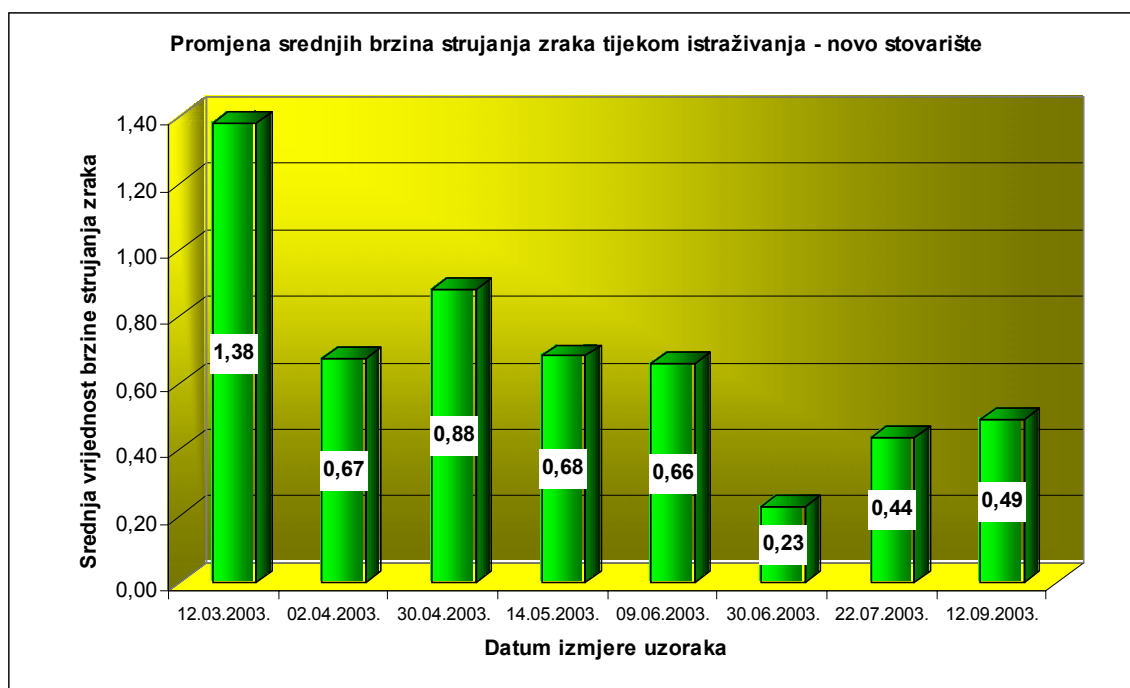
Tablica 33. Rezultati broja smjerova vjetra tijekom svih osam mjerenja



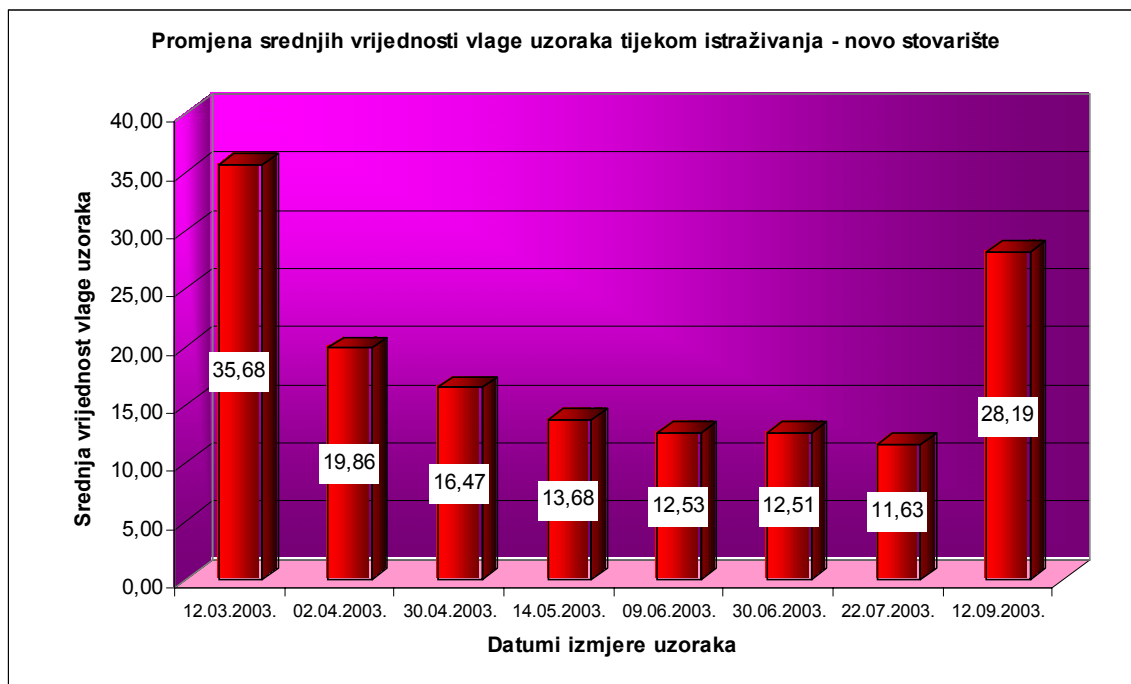
Slika 24. Grafički prikaz temeljen na tablici 33 tijekom svih osam mjerenja

Datumi mjerenja	Sr. vrij. brzine strujanja zraka	Sr. vrij. vlage uzoraka
12.03.2003.	1,38	35,68
02.04.2003.	0,67	19,86
30.04.2003.	0,88	16,47
14.05.2003.	0,68	13,68
09.06.2003.	0,66	12,53
30.06.2003.	0,23	12,51
22.07.2003.	0,44	11,63
12.09.2003.	0,49	28,19

Tablica 34. Rezultati srednjih vrijednosti brzina strujanja zraka i vlaga uzoraka tijekom svih osam mjerenja



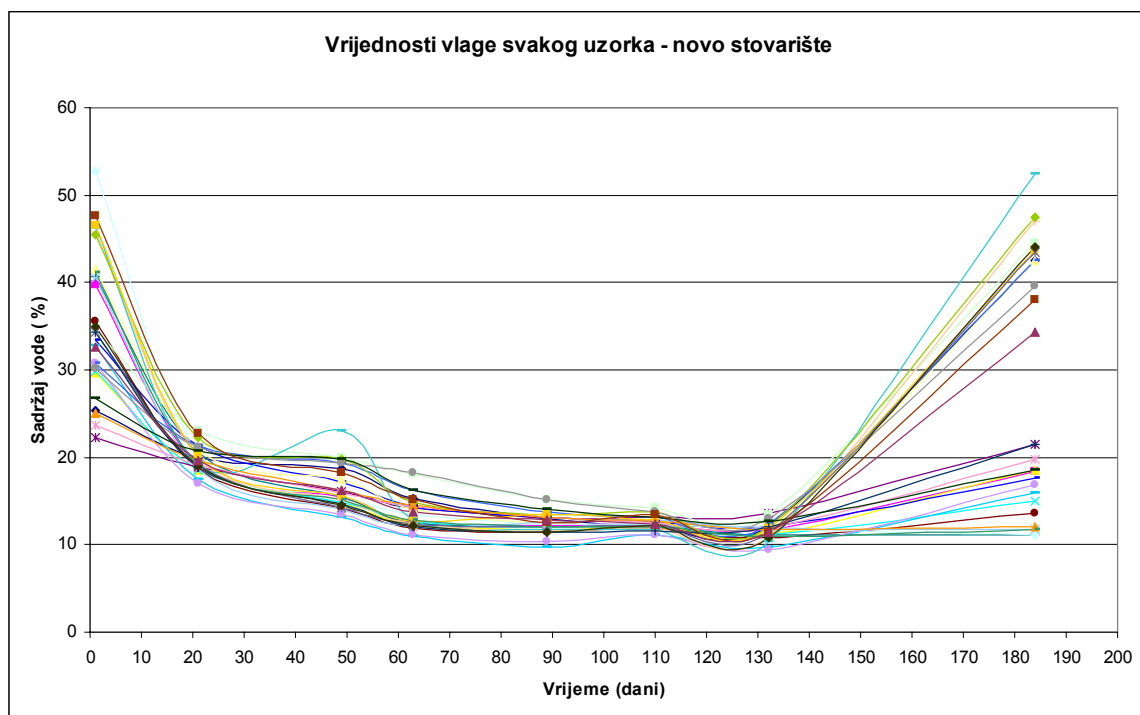
Slika 25. Grafički prikaz srednjih vrijednosti brzina strujanja zraka temeljen na tablici 34 tijekom svih osam mjerenja



Slika 26. Grafički prikaz srednjih vrijednosti vlage uzoraka temeljen na tablici 34 tijekom svih osam mjerenja

	Dani							
NOVO STOVARIŠTE	1	21	49	63	89	110	132	184
Uzorak br.	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)
1	25,4	20,0	18,7	15,3	13,0	12,1	12,2	42,6
2	39,7	19,2	15,4	12,5	12,2	12,4	11,7	18,4
3	29,7	18,6	14,7	12,4	11,7	12,0	11,2	18,5
4	29,8	18,5	14,9	12,7	12,1	12,3	11,2	15,0
5	22,2	18,9	16,1	14,3	13,2	13,1	13,6	21,5
6	35,6	18,7	14,3	11,9	11,5	11,9	10,9	13,6
7	40,7	20,5	15,5	12,6	12,1	12,1	11,2	11,1
8	33,4	21,4	17,1	14,4	13,2	12,7	12,0	17,7
9	32,8	17,5	13,1	11,0	9,7	11,1	9,7	15,9
10	52,7	20,5	15,6	13,4	12,3	12,4	11,8	11,2
11	34,7	23,1	19,9	18,1	15,1	14,3	13,4	44,5
12	41,6	20,8	17,5	14,0	12,6	13,4	11,6	42,5
13	40,5	18,7	14,1	12,1	12,5	12,8	11,9	11,8
14	23,6	19,2	15,9	14,4	13,1	12,5	11,9	19,8
15	30,7	17,0	13,4	11,1	10,4	11,1	9,5	16,9
16	45,7	20,1	15,2	12,4	11,6	11,9	11,0	47,0
17	30,7	21,4	19,3	16,2	13,8	13,1	12,4	42,5
18	46,3	19,2	23,1	12,8	11,7	11,7	10,4	52,5
19	45,5	22,2	19,8	14,9	13,5	13,7	12,1	47,5
20	46,5	20,3	15,6	12,7	13,4	12,8	11,9	43,6
21	25,1	19,6	16,2	14,6	13,1	12,7	11,8	12,1
22								
23	34,3	19,1	14,3	12,4	12,0	12,2	11,4	43,5
24	30,2	21,2	19,3	18,3	15,1	13,7	13,0	39,6
25	34,4	18,9	14,7	12,0	11,4	11,6	12,1	21,5
26	41,1	19,4	15,1	12,9	12,0	12,0	11,0	11,7
27	26,7	20,7	19,8	16,2	14,1	13,2	12,7	18,5
28	34,9	19,0	14,5	12,2	11,4	12,2	10,9	44,0
29	47,7	22,7	18,2	15,1	12,6	13,4	11,4	38,0
30	32,6	19,6	16,3	13,8	12,9	12,4	11,5	34,4
Sr. vrij.	35,68	19,86	16,47	13,68	12,53	12,51	11,63	28,19
Max	52,70	23,10	23,10	18,30	15,10	14,30	13,60	52,50
Min	22,20	17,00	13,10	11,00	9,70	11,10	9,50	11,10
							0,18	0,04

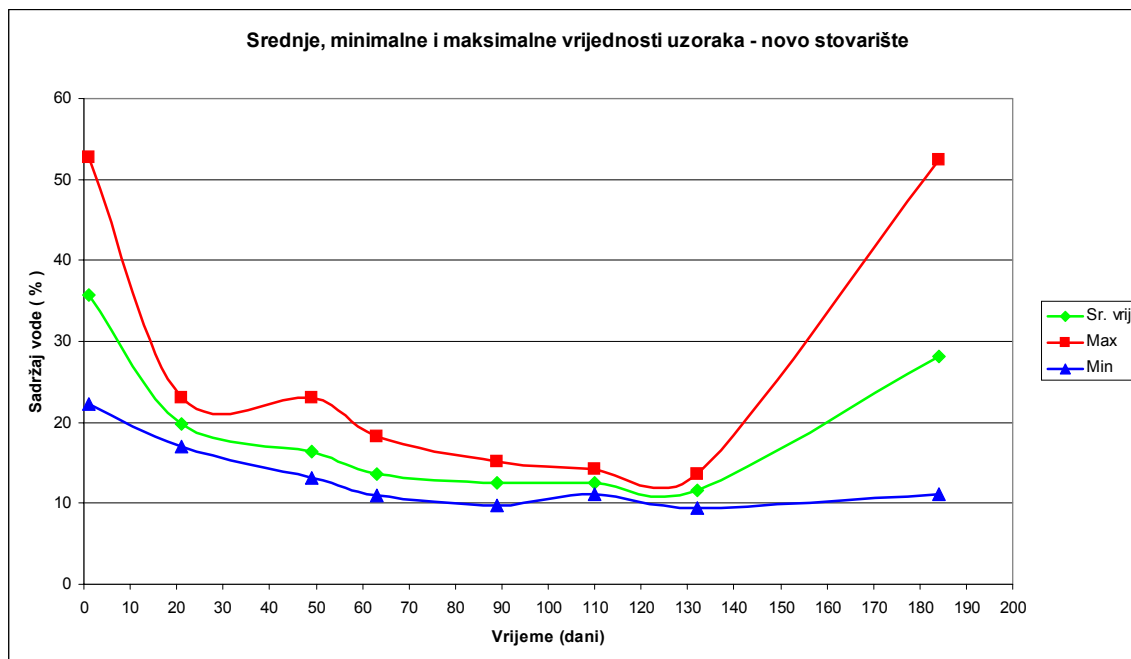
Tablica 35. Prikaz promjena vrijednosti vlage svakog pojedinog uzorka tijekom svih osam mjerenja i srednja vrijednost prosječne dnevne promjene tijekom svih osam mjerenja (0,18 i 0,04)



Slika 27. Grafički prikaz vrijednosti vlage svakog pojedinog uzorka tijekom svih osam mjerenja

Dani >	1	21	49	63	89	110	132	184
Sr. vrij.	35,68	19,86	16,47	13,68	12,53	12,51	11,63	28,19
Max	52,70	23,10	23,10	18,30	15,10	14,30	13,60	52,50
Min	22,20	17,00	13,10	11,00	9,70	11,10	9,50	11,10

Tablica 36. Prikaz srednjih, maksimalnih i minimalnih vrijednosti vlage svih uzoraka tijekom svih osam mjerenja



Slika 28. Grafički prikaz srednjih, maksimalnih i minimalnih vrijednosti vlage svih uzoraka tijekom svih osam mjerenja

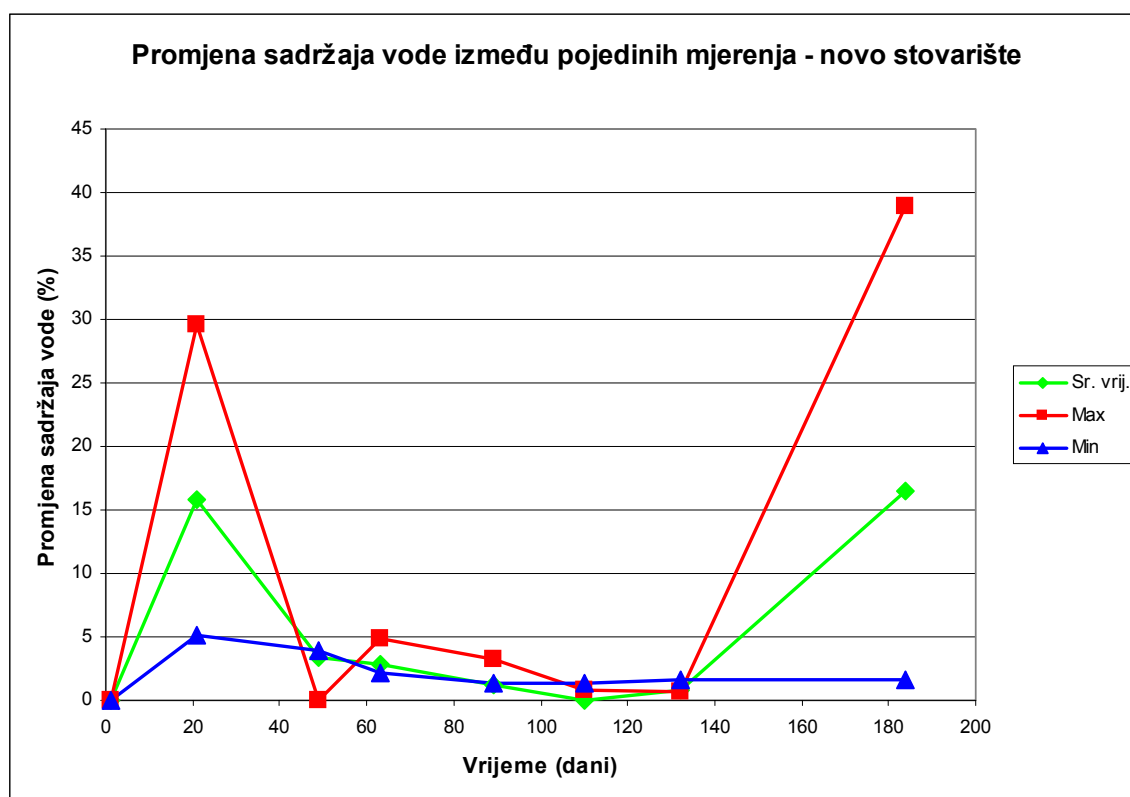
Promjena sadržaja vode

NOVO STOVARIŠTE	Dani							
	1	21	49	63	89	110	132	184
Uzorak br.	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)	Vlaga (%)
1		5,4	1,3	3,4	2,3	0,9	-0,1	-30,4
2		20,5	3,8	2,9	0,3	-0,2	0,7	-6,7
3		11,1	3,9	2,3	0,7	-0,3	0,8	-7,3
4		11,3	3,6	2,2	0,6	-0,2	1,1	-3,8
5		3,3	2,8	1,8	1,1	0,1	-0,5	-7,9
6		16,9	4,4	2,4	0,4	-0,4	1,0	-2,7
7		20,2	5,0	2,9	0,5	0,0	0,9	0,1
8		12,0	4,3	2,7	1,2	0,5	0,7	-5,7
9		15,3	4,4	2,1	1,3	-1,4	1,4	-6,2
10		32,2	4,9	2,2	1,1	-0,1	0,6	0,6
11		11,6	3,2	1,8	3,0	0,8	0,9	-31,1
12		20,8	3,3	3,5	1,4	-0,8	1,8	-30,9
13		21,8	4,6	2,0	-0,4	-0,3	0,9	0,1
14		4,4	3,3	1,5	1,3	0,6	0,6	-7,9
15		13,7	3,6	2,3	0,7	-0,7	1,6	-7,4
16		25,6	4,9	2,8	0,8	-0,3	0,9	-36,0
17		9,3	2,1	3,1	2,4	0,7	0,7	-30,1
18		27,1	-3,9	10,3	1,1	0,0	1,3	-42,1
19		23,3	2,4	4,9	1,4	-0,2	1,6	-35,4
20		26,2	4,7	2,9	-0,7	0,6	0,9	-31,7
21		5,5	3,4	1,6	1,5	0,4	0,9	-0,3
22								
23		15,2	4,8	1,9	0,4	-0,2	0,8	-32,1
24		9,0	1,9	1,0	3,2	1,4	0,7	-26,6
25		15,5	4,2	2,7	0,6	-0,2	-0,5	-9,4
26		21,7	4,3	2,2	0,9	0,0	1,0	-0,7
27		6,0	0,9	3,6	2,1	0,9	0,5	-5,8
28		15,9	4,5	2,3	0,8	-0,8	1,3	-33,1
29		25,0	4,5	3,1	2,5	-0,8	2,0	-26,6
30		13,0	3,3	2,5	0,9	0,5	0,9	-22,9
Sr. vrij.		15,82	3,39	2,79	1,15	0,02	0,88	-16,55
Max		29,60	0,00	4,80	3,20	0,80	0,70	-38,90
Min		5,20	3,90	2,10	1,30	-1,40	1,60	-1,60

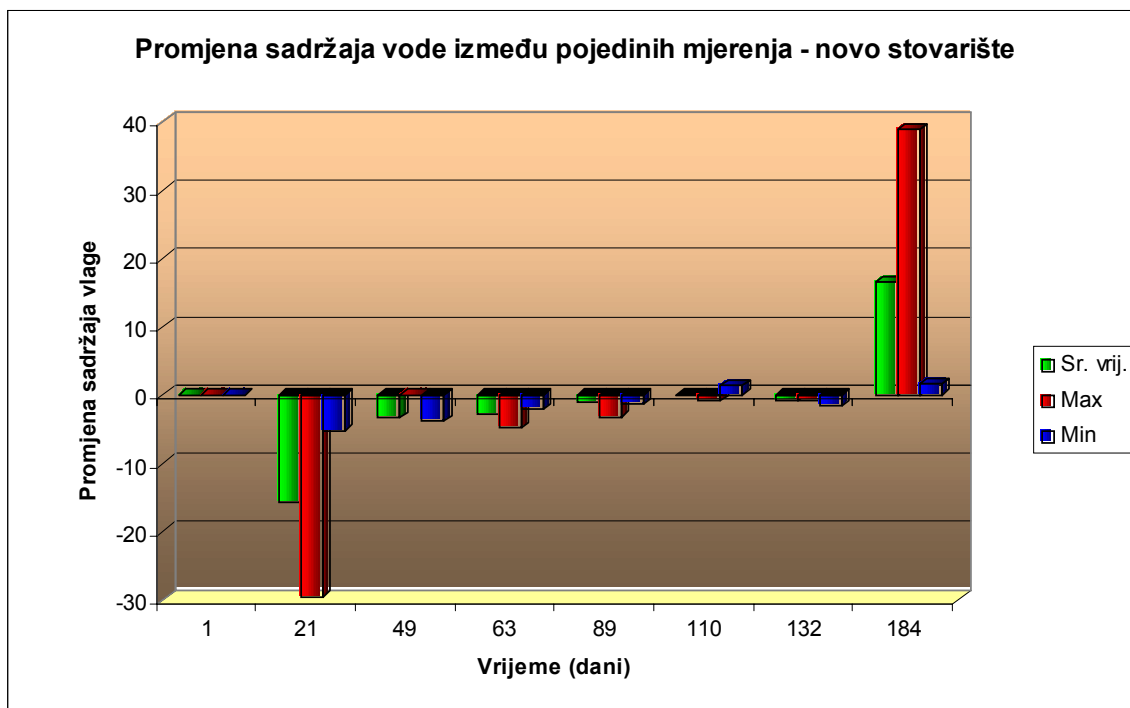
Tablica 37. Prikaz promjene sadržaja vode s obzirom na prethodno mjerenje
napravljen prema tablici 35

Dani >	1	21	49	63	89	110	132	184
Sr. vrij.	0	15,82	3,39	2,79	1,15	0,02	0,88	16,55
Max	0	29,60	0,00	4,80	3,20	0,80	0,70	38,90
Min	0	5,20	3,90	2,10	1,30	1,40	1,60	1,60

Tablica 38. Prikaz srednjih, maksimalnih i minimalnih vrijednosti (bez negativnog predznaka) promjene sadržaja vode s obzirom na prethodno mjerenje napravljeno prema tablici 35



Slika 29. Grafički prikaz srednjih, maksimalnih i minimalnih vrijednosti promjene sadržaja vode s obzirom na prethodno mjerenje napravljen prema tablici 38



Slika 30. Grafički prikaz srednjih, maksimalnih i minimalnih vrijednosti promjene sadržaja vode s obzirom na prethodno mjerenje napravljen prema tablici 38

6. RASPRAVA

Potrebno je napomenuti da je tijekom istraživanja, prije osmog mjerenja stovarište ispražnjeno u velikoj mjeri, te su uzorci ostali nepokriveni i pod utjecajem atmosferilija (slika 16 i 17). To je razlog velikih odstupanja u vlazi uzoraka i u promjeni sadržaja vode tijekom osmog mjerenja što je vidljivo iz tablica i slika, te bi zaključke trebalo izvesti na temelju prvih sedam mjerenja kao što bi i raspravu trebalo voditi samo za prvih sedam mjerenja.



Slika 16. Poluprazno stovarište



Slika 17. Stanje većine uzoraka tijekom osmog mjerenja

Na osnovu dobivenih rezultata vidljivo je da se najbrži pad sadržaja vode odvija u početnom stadiju, tj. u prvih 21 dan postupka prirodnog sušenja, što odgovara dosad postignutim rezultatima istraživanja (prema A. Viller-u). Daljnjim sušenjem vrijednost sadržaja vode u drvu pada u manjoj mjeri, iz razloga što je drvo dostiglo točku zasićenosti vlakanaca, a ispod nje se sušenje odvija sporije.

Isto tako je vidljivo iz istraživanja da se pravilnom orijentacijom stovarišta prema prevladavajućem smjeru vjetra, jugozapadnom, mogu znatno poboljšati uvjeti, te se ubrzati proces prirodnog sušenja (slika 24).

Također pri pravilnom rasporedu stovarišta (centralizacija stovarišta u odnosu na okolne objekte) povećala bi se i brzina strujanja zraka koja najviše ipak ovisi o vremenskom periodu (proljeće, ljeto, jesen ili zima) kao što prikazuje slika 25.

Gubici na stovarištu smanjili bi se, osim naprijed navedenim uvjetima, pravilnim slaganjem složajeva, te brigom o samom stovarištu (uništavanje korova) što zahtijeva dobru organizaciju radnika i rukovodstva same tvrtke.

Iako prilikom kvalitetnog vođenja umjetnog sušenja koje se provodi u kontroliranim uvjetima gubici su manji nego kod prirodnog sušenja, pravilnim ustrojstvom stovarišta s obzirom na prirodne parametre na koje se ne može utjecati finansijski izdaci za skupo umjetno sušenje bili bi manji zbog kraćeg vremena trajanja dosušivanja drvene građe.

7. ZAKLJUČAK

Prirodno sušenje vršeno je u proljetno-ljetnom periodu od 12. ožujka do 12. rujna 2003. godine. To je doba najpogodnije i optimalno za prirodno sušenje ili dosušivanje drvene građe. Na osnovu istraživanja i dobivenih podataka možemo zaključiti sljedeće:

- 1) Praćenjem pada sadržaja vode u pokusnim komadima utvrđeno je da su složajevi dobro prirodno osušeni s obzirom na uvjete u kojima se trenutno nalaze.
- 2) Moguće je poboljšanje prirodnog sušenja tako da se stovarište slaže u smjeru prevladavajućeg vjetrova i to prema jugozapadu.
- 3) Zbog nepokrivanja svih složajeva česte su pojave slijevanja oborinske vode niz složaj, pa dolazi do nepotrebnog navlaživanja, odnosno povećanja sadržaja vode kao i do izravnog utjecaja sunca.
- 4) Uklanjanjem korova i boljom organizacijom stovarišta povećala bi se mogućnost boljeg sušenja, jer stovarište ima pogodne uvjete (prostor, asfalt, dobra drenaža) za iskorištenje mogućnosti prirodnog sušenja.
- 5) Daljnjim sušenjem se ne bi bitno smanjio postotak vlage (jer se u listopadu povećava relativna vlaga, odnosno sve su nepovoljniji uvjeti za prirodno sušenje), pa treba iskoristiti što je bolje moguće vremenski period proljeće-ljeto.
- 6) Prirodno sušenje bi se trebalo provoditi u slučaju ako je dopušteno vezanje financijskih sredstava u zaliham na stovarištu. Ovakvim načinom bi se znatno uštedjela financijska sredstva, a smanjila bi se i pojava nekih grešaka kod kasnijeg umjetnog sušenja na odgovarajući sadržaj vode potreban za daljnju proizvodnju.

8. LITERATURA

- 1) KRPAN, J. (1965): Sušenje i parenje drva. Vjesnik, Zagreb, 2, 1-363.
- 2) PAVLIN, Z. i drugi (1994): Promjene sadržaja vode tijekom prirodnog sušenja listača. Drvna industrija, 45 (2), 64-67.
- 3) PERVAN, S. (2000): Priručnik za tehničko sušenje drva. Sand d.o.o., Zagreb, 1, 1-272.
- 4) ŠPOLJARIĆ, M. (1993.): Promjene sadržaja vode za vrijeme prirodnog sušenja drva. Diplomski rad, 1-49.
- 5) *** (1963): Sušenje drva. Šumarska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 2, 497-508.