

Sortiranje rezane građe

- Vrsta sortimenta

- Kvalitet

- Dimenzije

 - debljina

- Namena



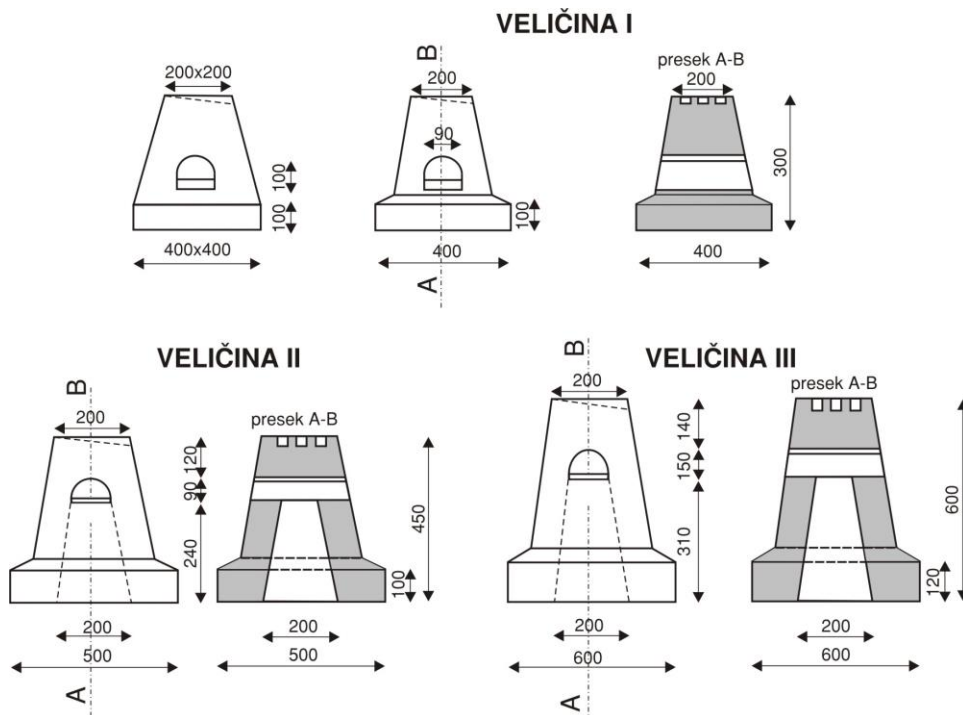
Stovarište rezane građe

Namena stovarišta

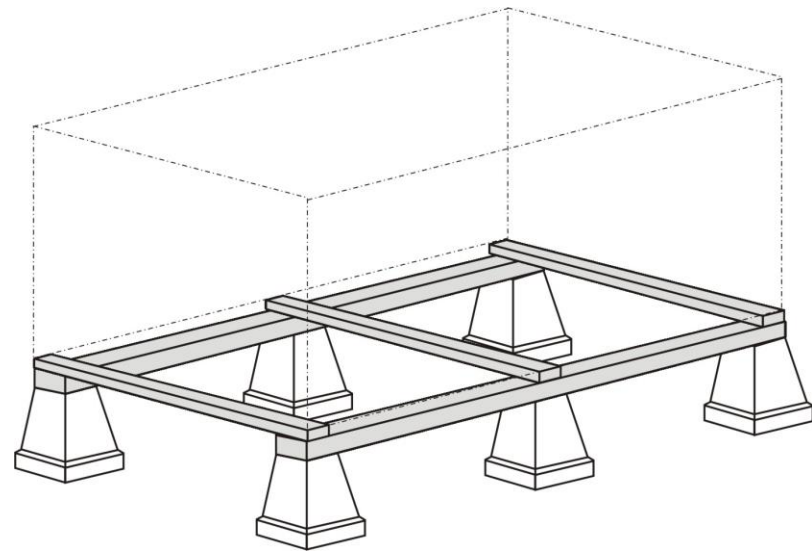
- skladištenje
- sušenje
- čuvanje
- priprema za otpremu
- otprema

Formiranje složaja

Betonske piramide za formiranje složaja



Osnova složaja



Formiranje složaja

- ručno i mehanizovano formiranje
- klasični i složaj kod paletizovanog transporta
- dimenzije



Formiranje složaja

Izgled složaja bukove građe

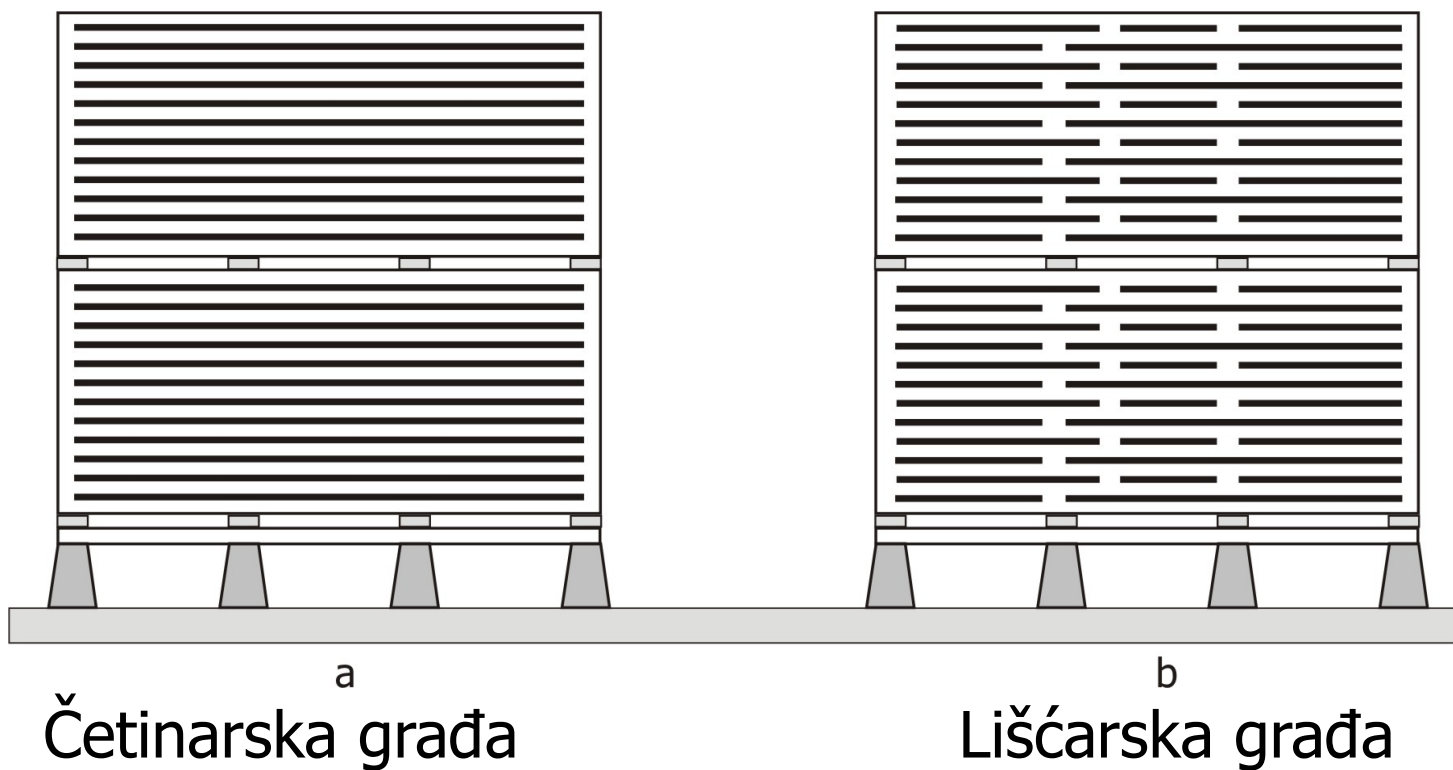


Preporučene debljine letvica i
horizontalni razmaci

Debljina građe (mm)	Poprečni presek letvica (mm)	Horizontalni razmak letvica (mm)
do 25	18 x 30	400...800
25 do 65	24 x 28	600...1000
iznad 65	35 x 50	800...1500

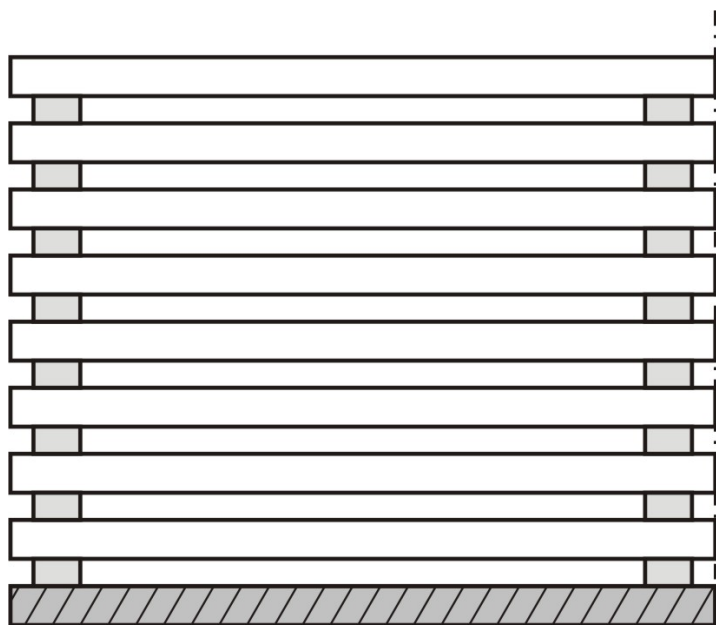
Formiranje složaja

Podužni presek složaja

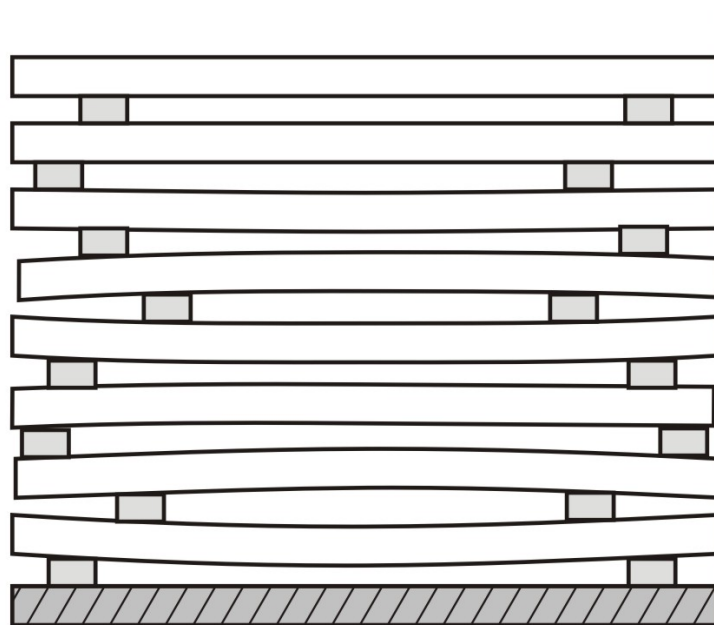


Formiranje složaja

Pravilno (a) i nepravilno (b) postavljanje letvica



a

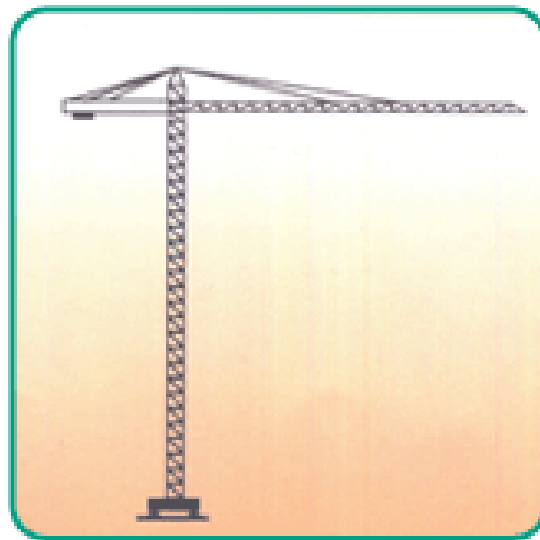


b

Površina stovarišta

- oblik
- priprema terena
- dimenzije i odnos strana
- od čega zavisi veličina (količina robe i transportno sredstvo)

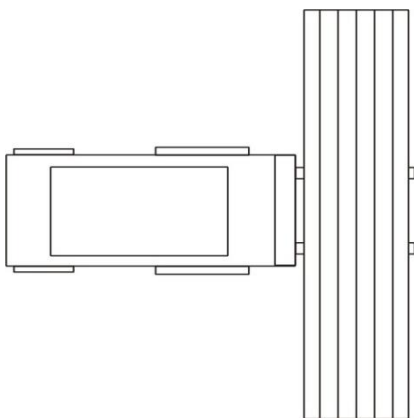
Transportna sredstva



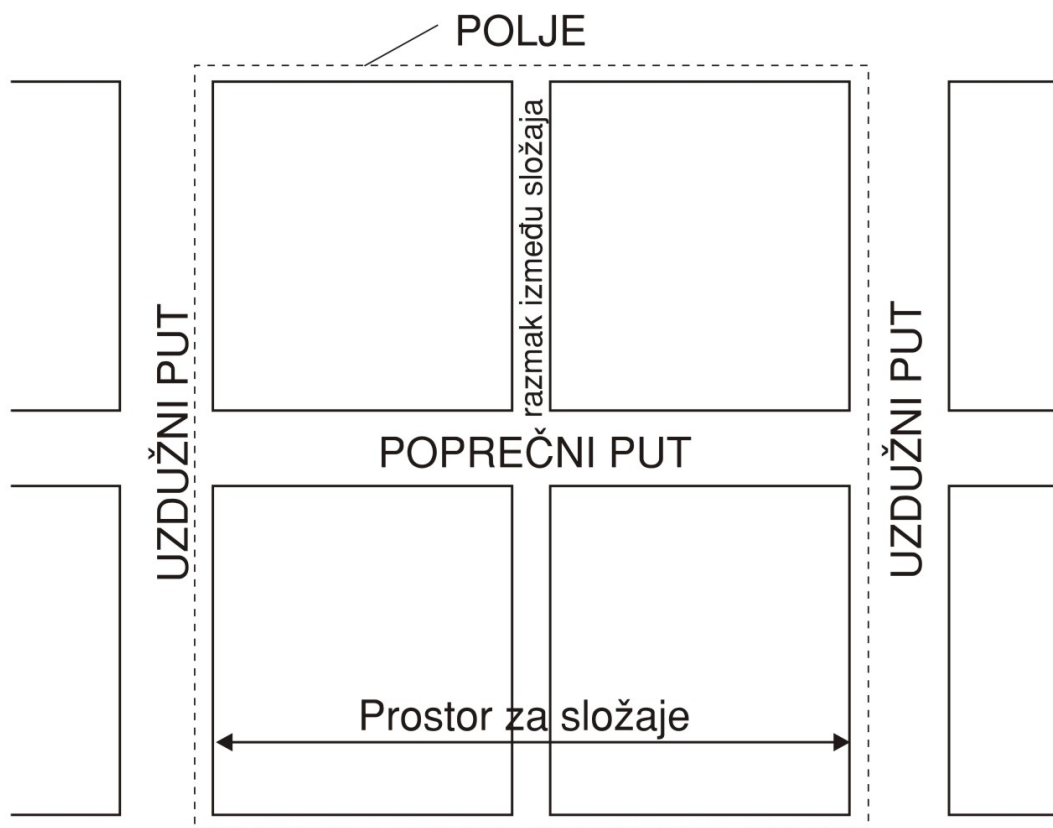
Transportna sredstva



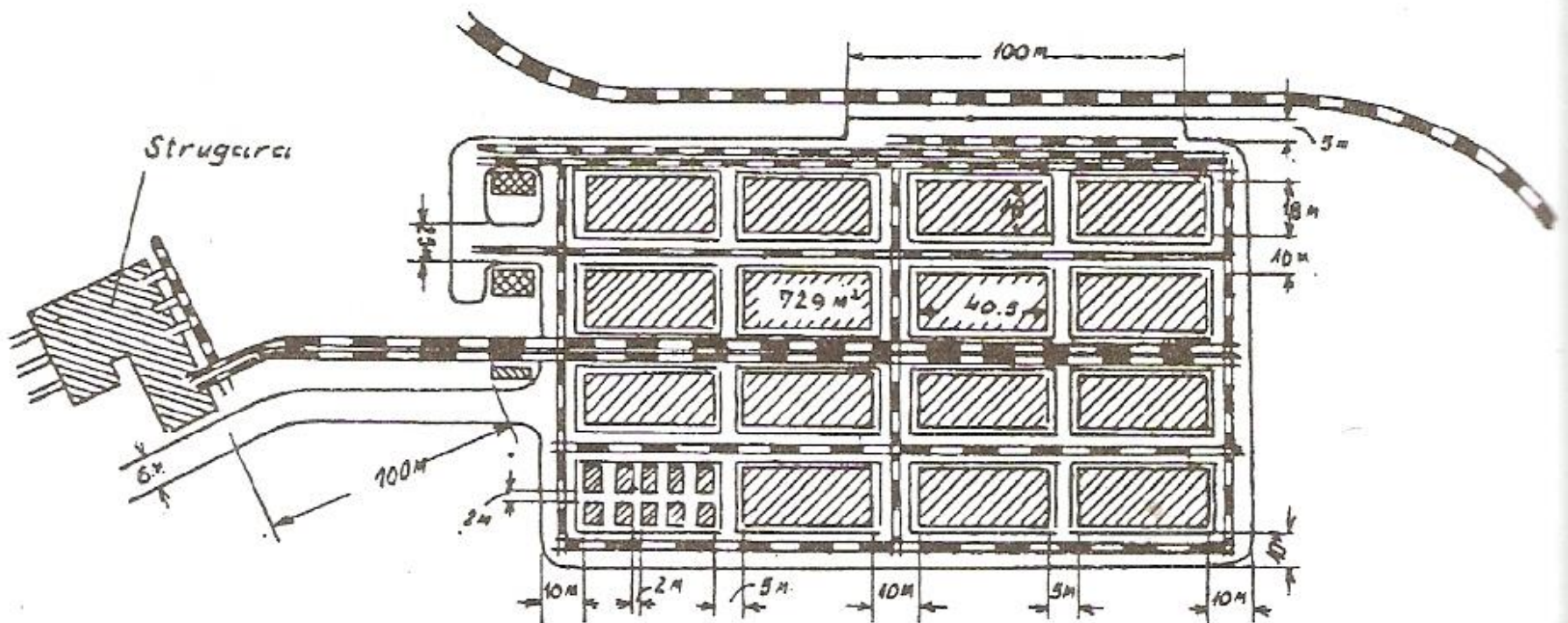
Transportna sredstva



Organizacija



Организација

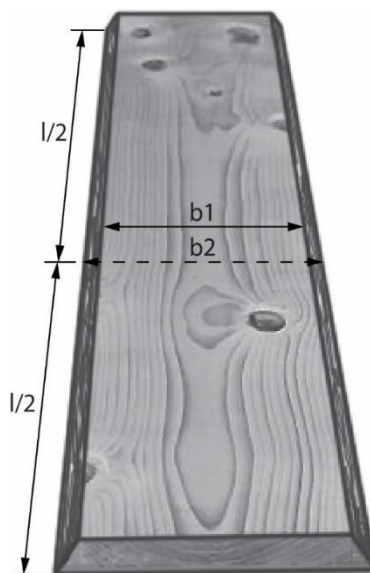
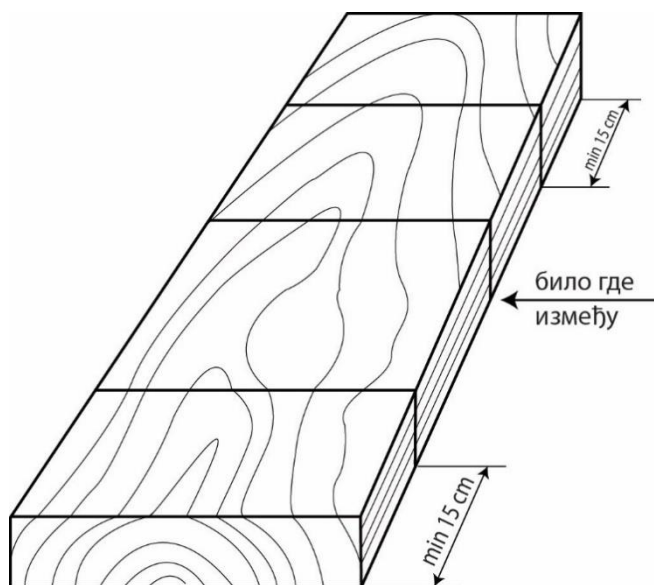




Primanje rezane građe

- tip sortimenta
- merenje dimenzija
- kvalitet
- obeležavanje
- merenje složajeva i koeficijent
zapunjenosti

Primanje rezane građe



Pakovanje rezane građe



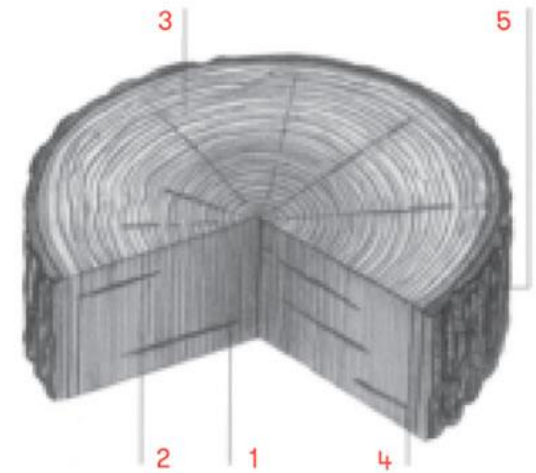
Otprema rezane grade



Sušenje rezane građe

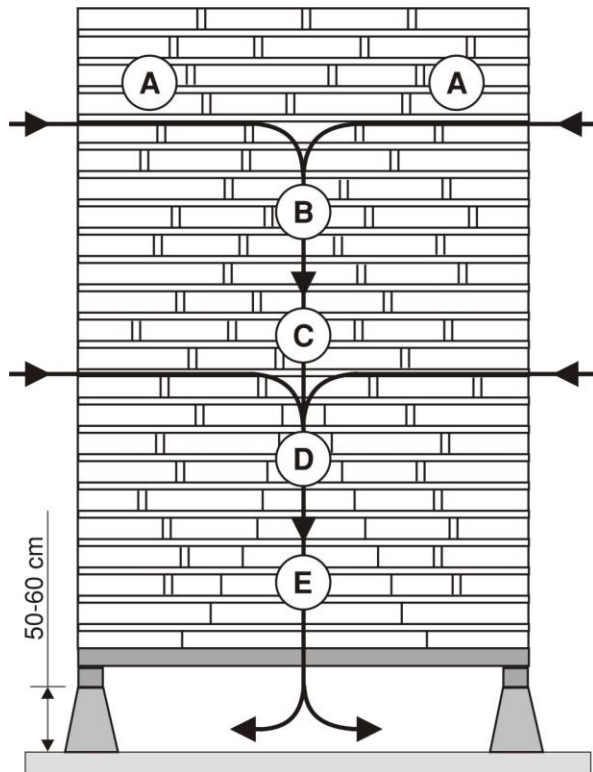
Osnovne informacije

- Voda u drvetu:
 - Slobodna (lumeni)
 - Vezana (zidovi)
- Uticaj vlažnosti na svojstva
 - Utezanje
 - Dimenzije
 - Oblik
 - Ostala svojstva (fizička, mehanička...)
- Anizotropija



Sušenje rezane građe

Horizontalna i vertikalna cirkulacija vazduha kroz složaj na prirodnom sušenju

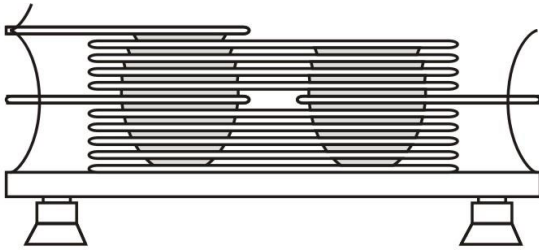


Raspored vlažnosti po zonama složaja

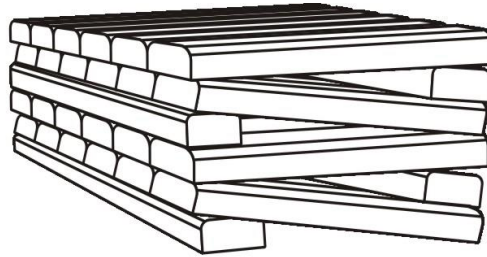
Zona složaja	Konačna vlažnost (%)	
	25	18
A	2 nedelje	2.5 nedelja
B	3	4
C	4	7
D	8	12
E	20	27

Sušenje rezane građe

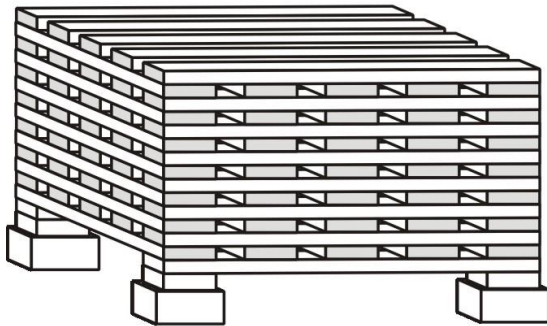
Specifične forme složaja za prirodno sušenje (shematski prikaz)



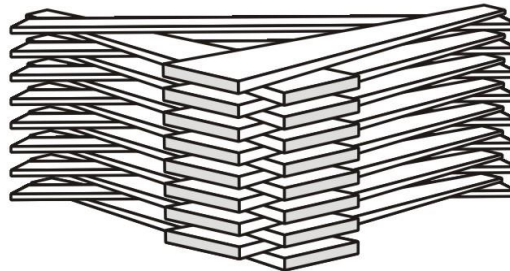
a



b



c



d

a. bulovi

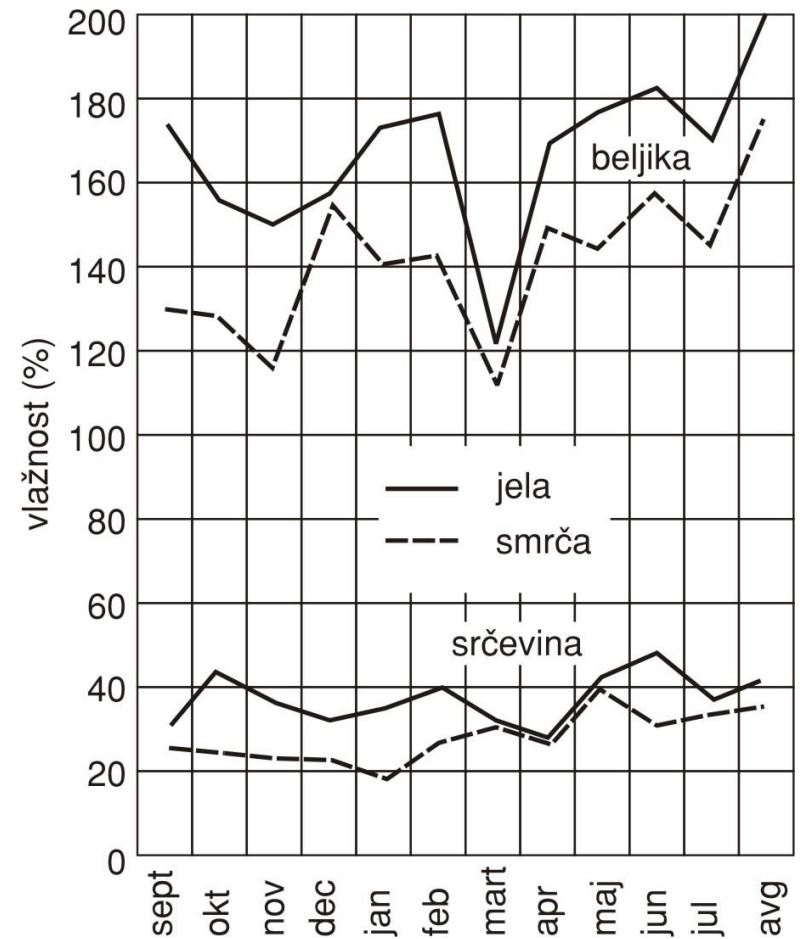
b. složaj pragova

c. unakrsno slaganje

d. trouglasti složaj

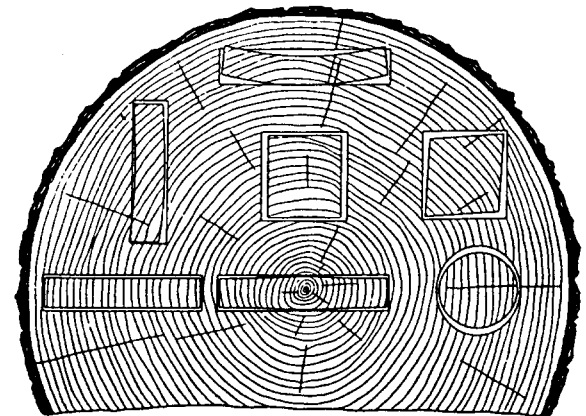
Sušenje rezane građe

Na vlažnost svežeg drveta utiču
vrsta drveta
godišnje doba
mesto merenja (beljika – srčevina)



Sušenje rezane građe

Vrsta drveta	Ukupno utezanje (%)			Koeficijent utezanja (%/%)		
	α_t	α_r	α_v	k_t	k_r	k_v
Brest	8.3	4.6	13.8	0.28	0.15	0.46
Breza	7.8	5.3	14.2	0.26	0.18	0.47
Bukva	11.8	5.8	17.5	0.39	0.19	0.58
Hrast	9.4	4.9	14.1	0.36	0.19	0.54
Javor	8.0	3.0	11.8	0.27	0.10	0.39
Jasen	8.0	5.0	13.6	0.27	0.17	0.45
Lipa	9.1	5.5	14.4	0.28	0.17	0.45
Orah	7.5	5.4	13.9	0.26	0.19	0.48
Topola	8.3	5.2	14.3	0.22	0.14	0.38
Bor	7.7	4.4	12.4	0.26	0.15	0.41
Jela	7.6	3.8	11.7	0.24	0.12	0.37
Smr̃a	7.4	3.6	12.0	0.26	0.12	0.41

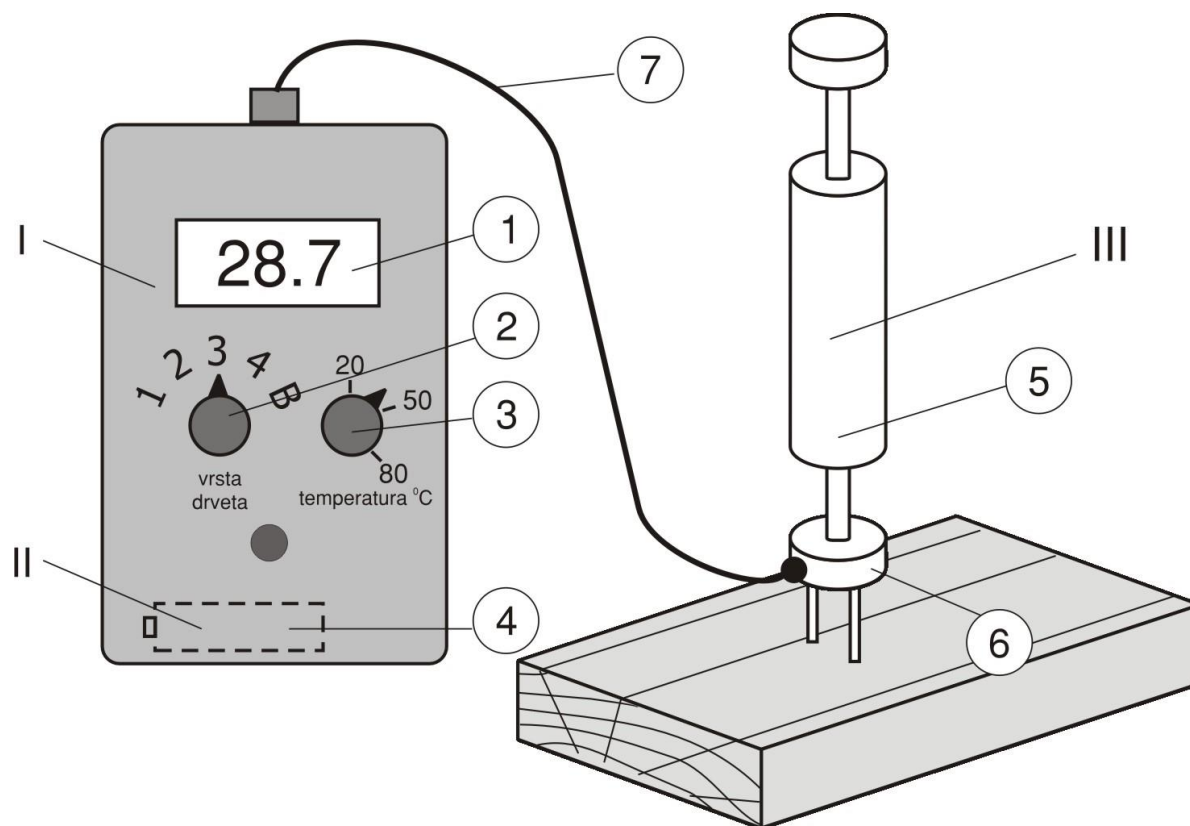


Sušenje rezane građe

- Konačni sadržaj vlage do koje drvo sušimo zavisi od namene drveta

Vrsta proizvoda	Sadržaj vlage (%)
Drvo za proizvodnju papira	4-6
Drvo za proizvodnju namještaja	8-10
Drvo za proizvodnju građevnog materijala	12-14
Drvo za proizvodnju energije	15-17
Drvo za proizvodnju drvne građe	18-20
Drvo za proizvodnju drvne građe	20-22
Drvo za proizvodnju drvne građe	22-24
Drvo za proizvodnju drvne građe	24-26
Drvo za proizvodnju drvne građe	26-28
Drvo za proizvodnju drvne građe	28-30
Drvo za proizvodnju drvne građe	30-32
Drvo za proizvodnju drvne građe	32-34
Drvo za proizvodnju drvne građe	34-36
Drvo za proizvodnju drvne građe	36-38
Drvo za proizvodnju drvne građe	38-40
Drvo za proizvodnju drvne građe	40-42
Drvo za proizvodnju drvne građe	42-44
Drvo za proizvodnju drvne građe	44-46
Drvo za proizvodnju drvne građe	46-48
Drvo za proizvodnju drvne građe	48-50

Merenje vlažnosti



Prirodno sušenje rezane građe

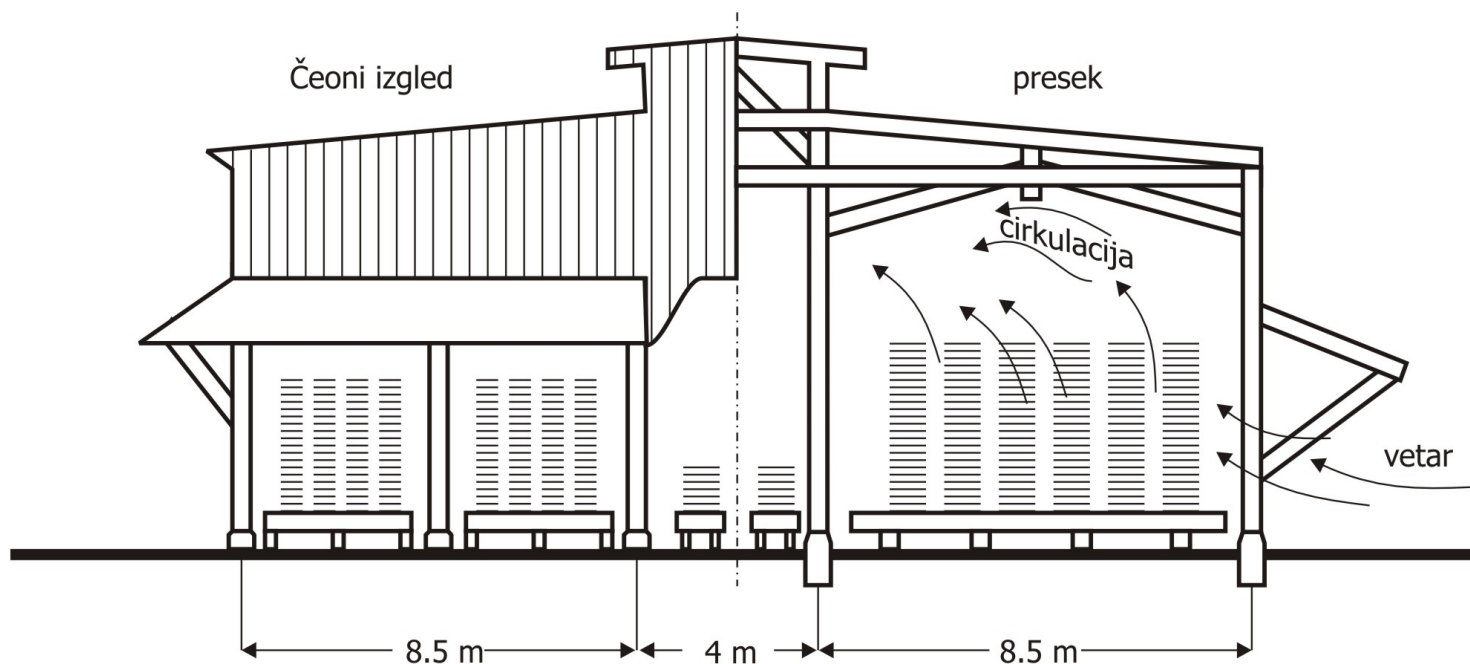
Izračunavanje trajanja prirodnog sušenja po **Kesneru**

$$z = k \cdot d$$

Vrsta drveta	k	Vrsta drveta	k
Javor	5.0	Topola	3.5
Breza	4.9	Lipa	3.9
Hrast	5.7	Ariš	3.8
Jasen	5.1	Bor	4.5
Bukva	5.3	Jela	4.4

Prirodno sušenje rezane građe

Shematski prikaz poprečnog preseka šupe za prirodno sušenje



Prirodno sušenje rezane građe

Greške koje nastaju na prirodnom sušenju

- Čeone pukotine
- Površinske (sunčane) pukotine
- Smeđenje
- Plavetnilo (kod borovine)
- Buđ, prozuklost (kod bukovine)
- Promena oblika građe (podužne deformacije i koritavost)
- Promena boje od prašine

Prirodno sušenje rezane građe

Nedostaci prirodnog sušenja:

- ne mogu se postići konačne vlažnosti niže od 14%,
- sušenje dugo traje, kapital,
- veliki su investicioni troškovi za uređenje stovarišta.

TEHNIČKO SUŠENJE PILJENE GRAĐE

Tehničko sušenje rezane građe

- Pod tehničkim sušenjem podrazumeva se sušenje drveta u zatvorenim prostorima, tj. instalacijama posebno konstruisanim za tu namenu koje se nazivaju **sušare**.
- U sušarama, bez obzira na tip i konstrukciju, moguće je merenje i regulacija relevantnih parametara od kojih zavisi proces sušenja:
 - vlažnost vazduha
 - temperatura
 - cirkulacija

Tehničko sušenje rezane građe

- Zavisno od načina razmene toplote između radnog tela i predmeta obrade (drveta) metode tehničkog sušenja možemo da podelimo na:
 - konvektivno (prelaženjem toplote)
 - konduktivno (provodjenjem toplote)
 - radijaciono (zračenjem toplote) i
 - dielektrično, tj. kapacitivno (električnom energijom)

Tehničko sušenje rezane građe

- Podela metoda tehničkog sušenja može se još izvršiti na:
 - konvencionalne i
 - nekonvencionalne metode
- U zavisnosti od visine primenjene temperature tehničko sušenje se deli na:
 - niskotemperaturno (do 40 °C)
 - srednjetemperaturno (40 do 100 °C) i
 - visokotemperaturno (preko 100 °C)

Tehničko sušenje rezane građe

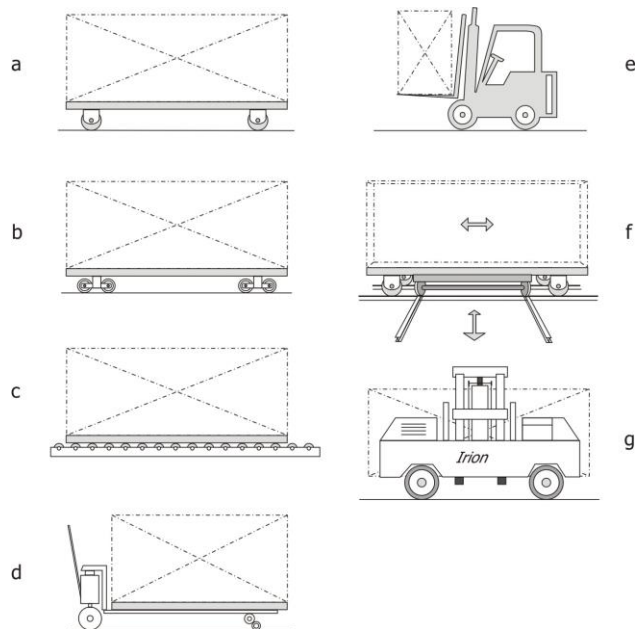
- Pod konvencionalnim metodama tehničkog sušenja podrazumeva se **sušenje drveta vlažnim vazduhom**
- Faze sušenja drveta
 - Zagrevanje
 - Sušenje
 - Izjednačavanje i kondicioniranje
- Konvencionalne sušare, zavisno od načina rada, dele se na:
 - **sušare tipa komore** (sušare periodičnog dejstva)
 - **sušare tipa kanala** (sušare neprekidnog dejstva)

Tehničko sušenje rezane građe



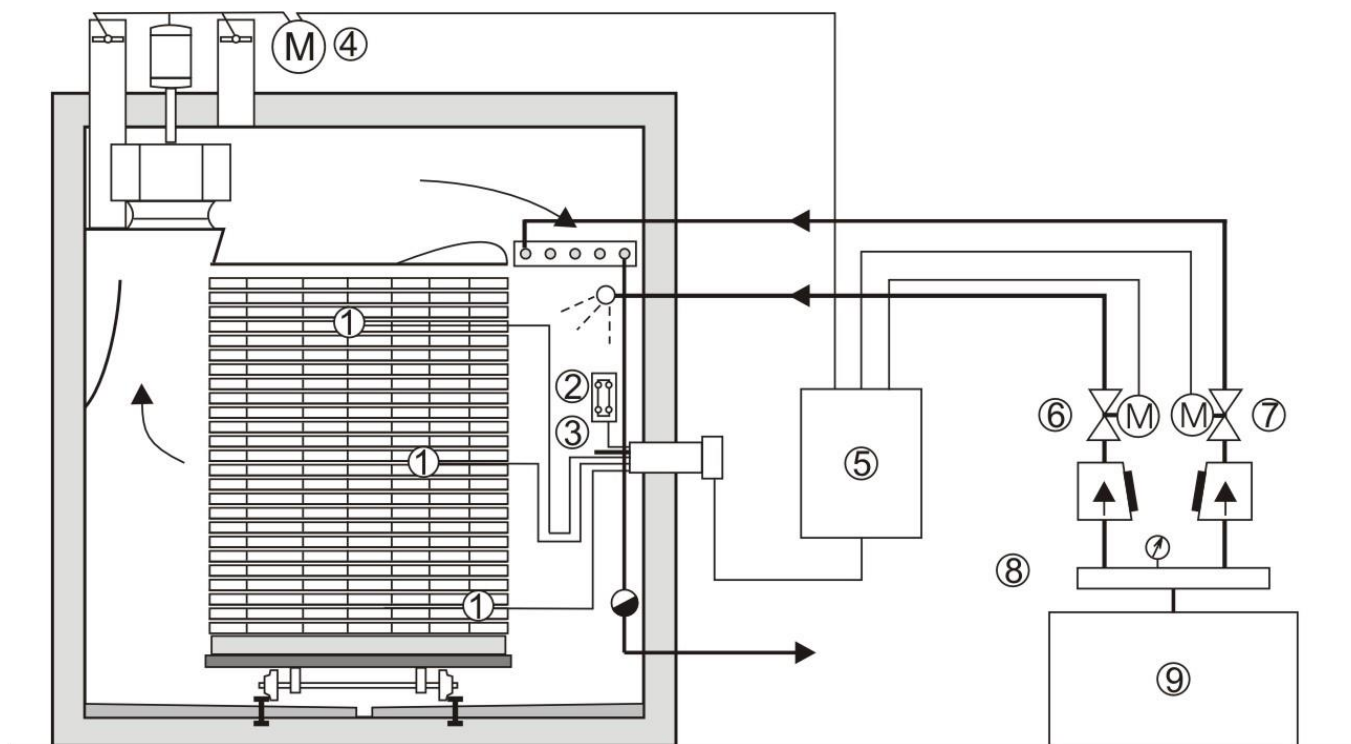
Tehničko sušenje rezane građe

Oprema za punjenje i pražnjenje sušara



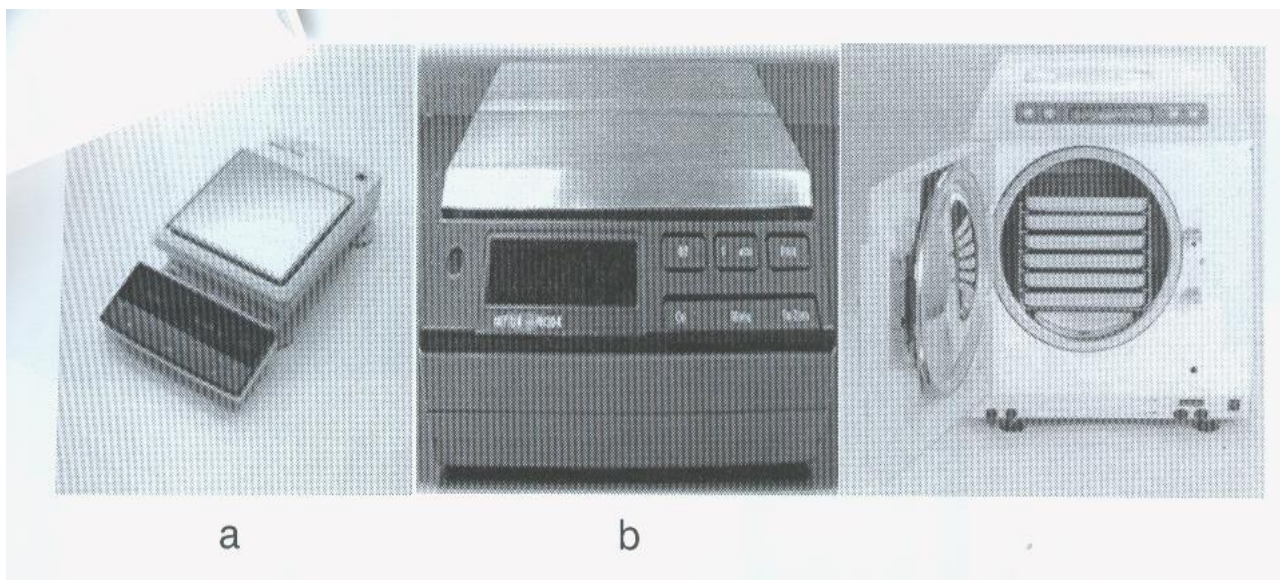
Tehničko sušenje rezane građe

Princip funkcionisanja automatskog upravljanja radom sušare



Tehničko sušenje rezane građe

Oprema za gravimetrijsko određivanje vlažnosti drveta



Tehničko sušenje rezane građe

Tablica 7.12: Oznake preporučenih medisonskih režima za lišćarske vrste

Vrsta drveta	Oznaka režima za građu debljine (mm)				
	25..38	50	60	75	100
Bukva	T8,C2	T5,C1	—	—	—
Jasen	T8,B4	T5,B3	T5,B3	T3,B2	T3,A1
Breza	T8,C4	T5,C3	T5,B3	T3,B2	T3,A1
Topola	T10,F5	T8,F4	T6,E3	T5,D2	—
Brest	T6,D4	T5,D3	T3,B2	T3,B1	T3,A1
Javor	T8,D4	T6,C3	T5,C2	T3,B2	—
Hrast	T4,C2	T3,C1	T3,B1	T3,B1	—
Orah	T6,D4	T3,D3	T3,D3	T3,C2	—

Tablica 7.13: Medisonski temperaturni režimi

Red. broj	Sadržaj vlage	Temperature suvog termometra (°C) za temperaturni režim broj													
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
1	Iznad 30	38	38	43	43	49	49	54	54	60	60	66	71	77	82
2	30 do 25	40	43	49	49	54	54	60	60	66	66	71	77	82	88
3	25 do 20	40	49	54	54	60	60	66	66	71	71	71	77	82	88
4	20 do 15	46	54	60	60	66	66	71	71	71	77	77	82	88	93
5	15 do uk	49	66	71	82	71	82	71	82	71	82	82	82	88	93

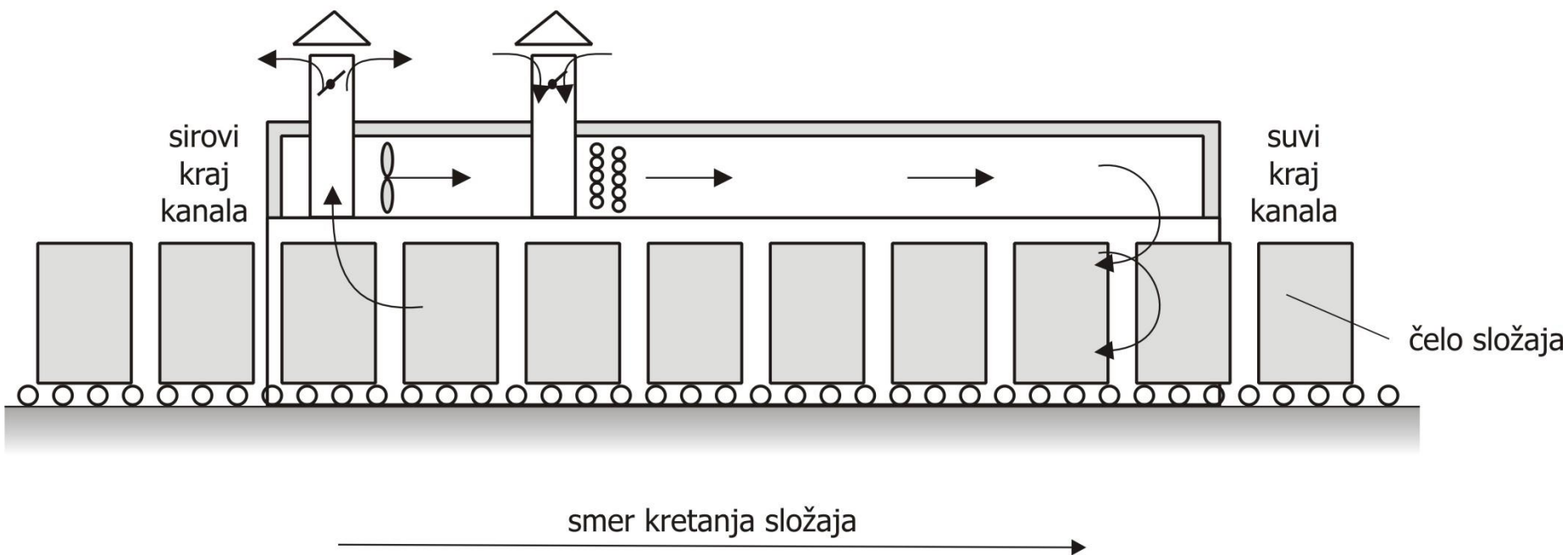
Tablica 7.14: Medisonski režimi razreda vlage i psihrometerskih razlika za lišćarske vrste

Red. broj	Sadržaj vlage (%) za razred vlage						Psihrometerske razlike u °C za režim psihrometerskih razlika broj							
	A	B	C	D	E	F	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Iznad 30	Iznad 35	Iznad 40	Iznad 50	Iznad 60	Iznad 70	1.5	2	3	4	5	8	11	14
2	30 do 25	35 do 30	40 do 35	50 do 40	60 do 50	70 do 60	2	3	4	5	8	11	17	19
3	25 do 20	30 do 25	35 do 30	40 do 35	50 do 40	60 do 50	3	4	6	8	11	17	22	28
4	20 do 15	25 do 20	30 do 25	35 do 30	40 do 35	50 do 40	5	8	10	14	19	28	28	28
5	15 do 10	20 do 15	25 do 20	30 do 25	35 do 30	40 do 35	14	17	19	22	28	28	28	28
6	10 do u _k	15 do u _k	20 do u _k	25 do u _k	30 do u _k	35 do u _k	28	28	28	28	28	28	28	28

Tehnično sušenje rezane građe

KANALNA SUŠARA SA PRAVOLINIJSKIM SUPROTOSMERNIM KRETANJEM VAZDUHA

Podužni presek



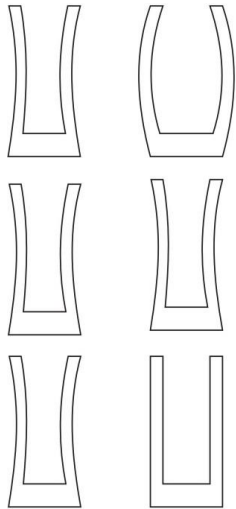
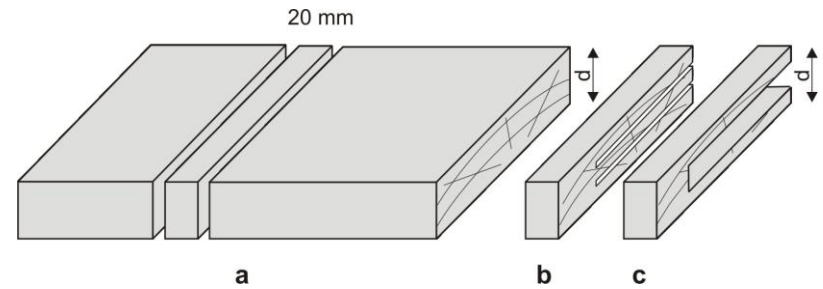
Greške sušenja

1. Greške usled utezanja drveta su:

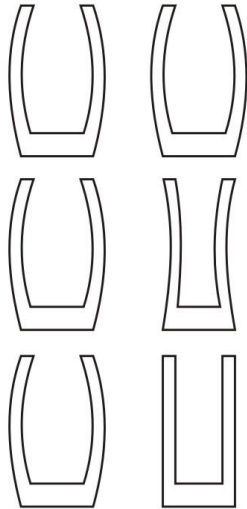
- skorelost
- kolaps
- ispadanje kvrga
- pukotine (površinske, čeone, unutrašnje)
- greške promene oblika

Greške sušenja

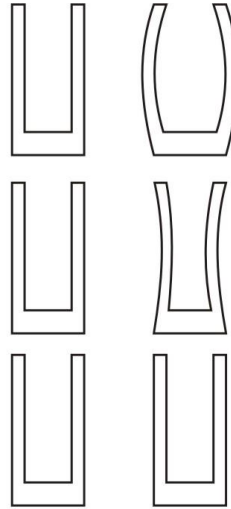
UZROK NASTAJANJA SKORELOSTI JE
**NEUSKLAĐENOST POVRŠINSKOG
ISPARAVANJA I DIFUZIJE VLAGE**



1



2



3

Greške sušenja

KOLAPS – NASTAJE USLED NAGLOG
ISPARAVANJA VLAGE U LUMENIMA ĆELIJA I
MAKROKAPILARIMA.

UZROK NASTAJANJA KOLAPSA SU **PREOŠTRI**
USLOVI REŽIMA SUŠENJA DOK JE GRAĐA U
SIROVOM STANJU VLAŽNOSTI.

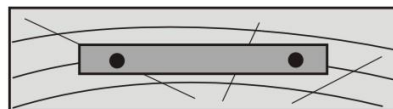
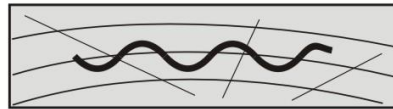
MANIFESTACIJA KOLAPSA JE U VIDU
NABORANOSTI POVRŠINE PILJENE GRAĐE.
KOLAPS SE MOŽE SMANJITI (ILI ČAK UKLONITI)
POSTUPKOM KOJI SE NAZIVA **REKONDICIJA**

ISPADANJE KVRGA – UZROK OVE GREŠKE JE
RAZLIČITOST VELIČINA UTEZANJA KVRGA OD
OKOLNOG LIGNUMA (kvrge se više utežu od
okolnog drveta).

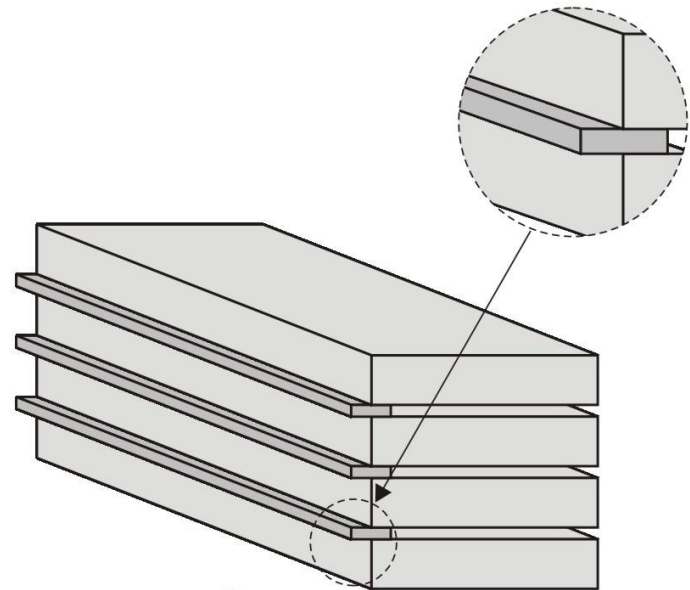
PUKOTINE (POVRŠINSKE, ČEONE I
UNUTRAŠNJE) SU, TAKOĐE, POSLEDICA
UTEZANJA DRVETA

Greške sušenja

MOGUĆNOSTI SPREČAVANJA NASTAJANJA ČEONIH PUKOTINA



a

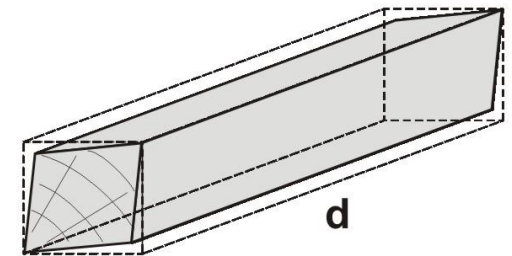
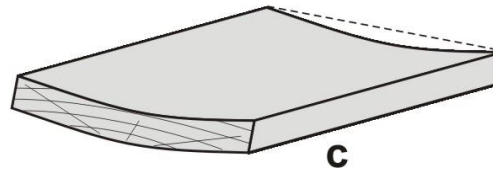
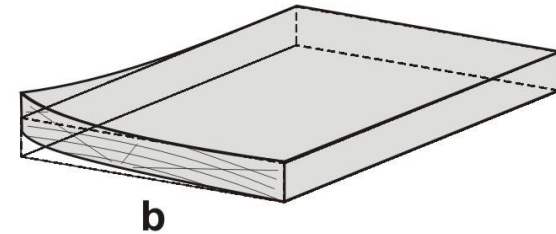
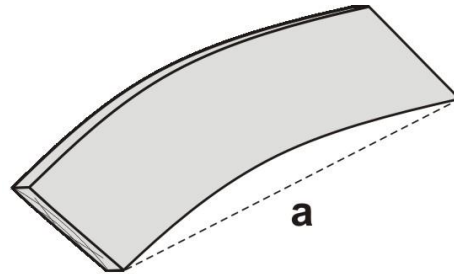


b

Greške sušenja

– GREŠKE PROMENE OBLIKA

- a. zakrivljenost
- b. vitoperenje
- c. koritavost
- d. rombičan presek



Greške sušenja

2. Greške usled delovanja gljiva

- Mogu nastati i tokom prirodnog (češće) i tokom veštačkog sušenja drveta (ređe)
- Kod prirodnog sušenja ove greške nastaju na građi iz vrsta drveća koje su sklone zarazi (npr. bukva, bor..), a uzrok je konstanto prisustvo povećane relativne vlažnosti, i loša cirkulacija vazduha
- Kod veštačkog sušenja osnovni uzrok je nedovoljna brzina cirkulacije vazduha ($< 1,0 \text{ m/s}$)

Greške sušenja

3. Greške usled promene na ekstraktivnim materijama:

- smeđenje**
- promena boje na površini (usled letvica) i**
- vodene mrlje**

TOPLITNA OBRADA DRVETA

Ciljevi toplotne obrade drveta najčešće su :

- **Priprema drveta za izradu furnira**
- **Parenje piljene građe**
- **Priprema drveta za savijanje**
- **Sterilizacija drveta**

Parenje rezane građe

- Osnovni ciljevi parenja građe su:
 - promena boje drveta (svetlo i tamno)
 - povećanje dimenzionalne stabilnosti drveta
 - sterilizacija drveta
 - rekondicija (pri otklanjanju kolapsa)
- Jednovremenim delovanjem temperature na drvo u sirovom stanju vlažnosti dolazi do oksidacije pentozana, što uzrokuje promenu boje drveta

Parenje rezane građe

- Vrste drveta koje se kod nas najčešće pare su:
 - bukva (svetlo, parenje na crveno)
 - orah (tamno)
 - bagrem (tamno)
 - kesten (tamno)
- Medijum za parenje je zasićena vodena para temperature od 95...105 °C i pritiska oko 0.3 bara

Parenje rezane građe

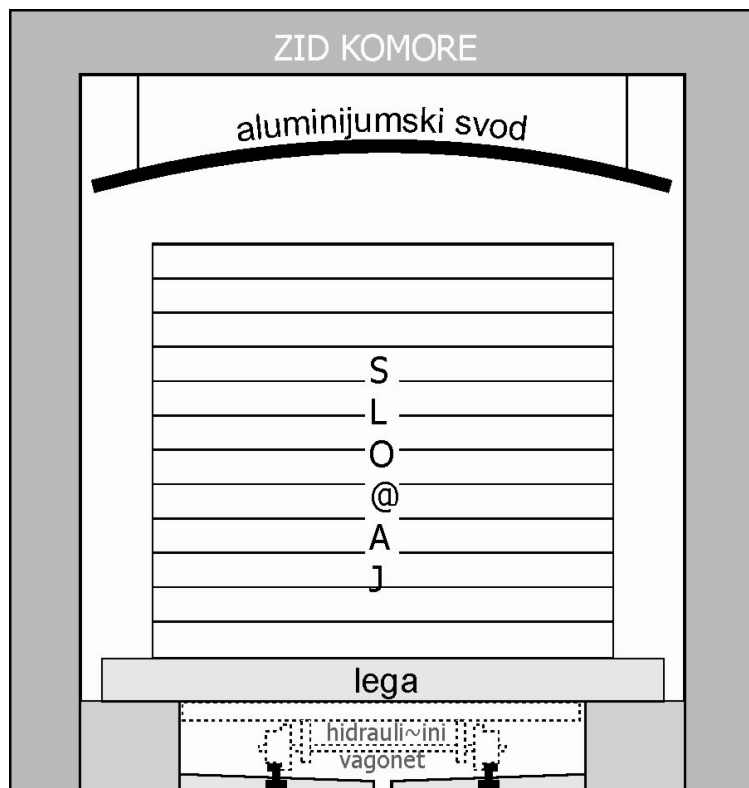
- Rezana građa priprema se za parenje tako što se:
 - očisti od piljevine
 - slažu se složaji:
 - puni, tj. “slepi”
 - sa letvicama (kod “svetlog” parenja” bukove piljene građe)

Parenje rezane građe

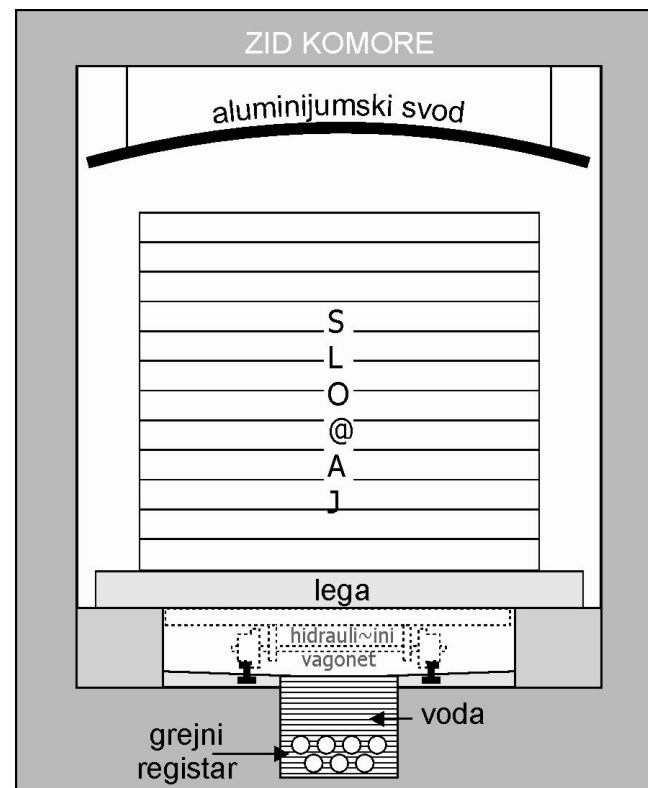
- Parenje piljene građe izvodi se u komorama, a može da bude:
 - direktno i
 - indirektno
- Kod direktnog parenja, zasićena vodena para proizvodi se u parnim kotlovima, a kod indirektnog se proizvodi neposredno u samoj instalaciji

Parenje rezane građe

DIREKTNO PARENJE



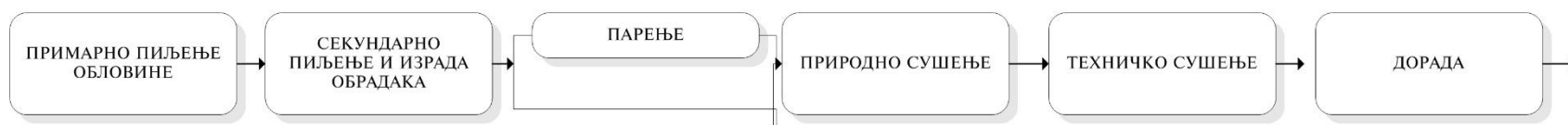
INDIREKTNO PARENJE



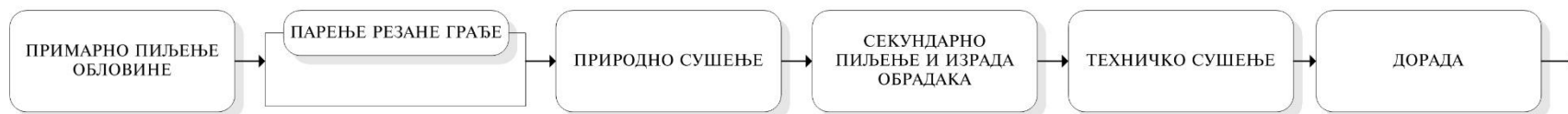
Двофазна прерада

ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПЦИ ПРОИЗВОДЊЕ РЕЗАНЕ ГРАЂЕ

СИРОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК $v_a > 30\%$



ПРОСУШЕНИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК $v_a > 18 < 30\%$



СУВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК $v_a 8 \div 12\%$

