



ŠUMARSKI FAKULTET
KATEDRA PRIMARNE PRERADE DRVETA

ELABORAT IZ

FURNIRA I SLOJEVITIH PLOČA

2020/21.

Student:
Overio:

Jovana Mirkov 14 / 2018

Sečeni furnir

Ljušteni furnir

Prezime i ime **Jovana Mirkov**

Index br. 2018/020014

Zadatak 1: Godišnje količine oblovine za preradu:

-Hrast	Mh=	7920	(m ³ /god)
-Bukva	Mb=	21724	(m ³ /god)

Srednji prečnici trupaca

-Hrast	Dsh=	51	(cm)
-Bukva	Dsb=	49	(cm)

Zadatak 2: Dimenzije fliča:

h=	32	(cm)
b=	42	(cm)

Zadatak 6: Pad prečnika

-Hrast	-Pph=	0,4	(cm/m')
-Bukva	-Ppb=	1,2	(cm/m')

Zadatak 9: Procenat od godišnje količine bukovine namenjen ljuštenju:

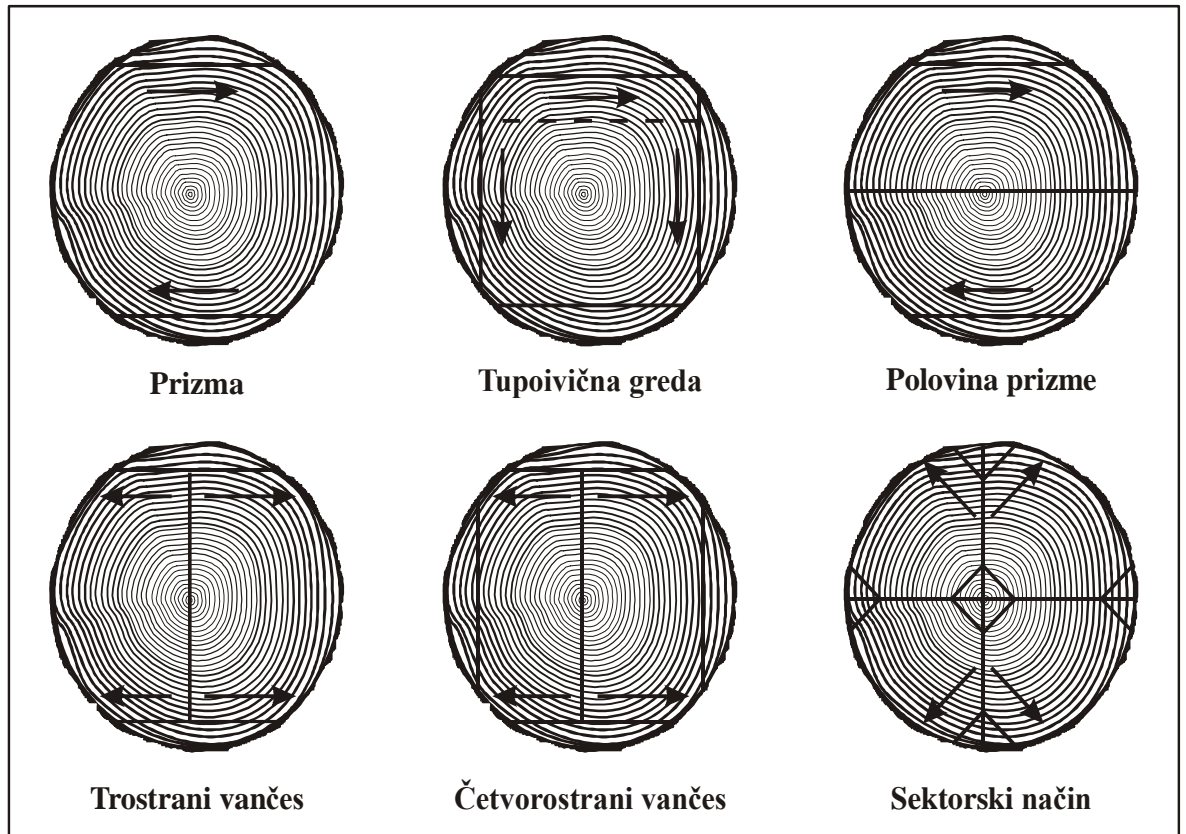
Plj= 93 (%)

Napomena:

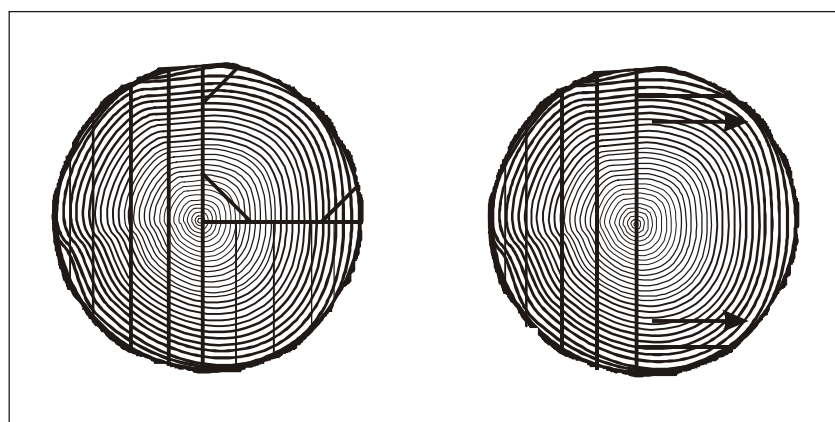
Gore navedeni podaci su osnova za izradu oba dela elaborata.
Ostali podaci biće dati na vežbama, dobiće se sopstvenim proračunom, ili će biti preuzeti iz literature.

Datum:
18.02.2021.

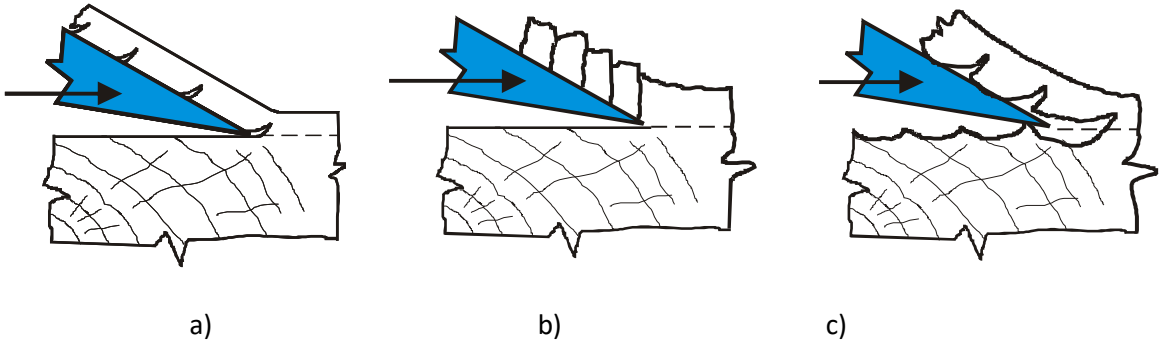
Podatke dao
dr Aleksandar Lovrić



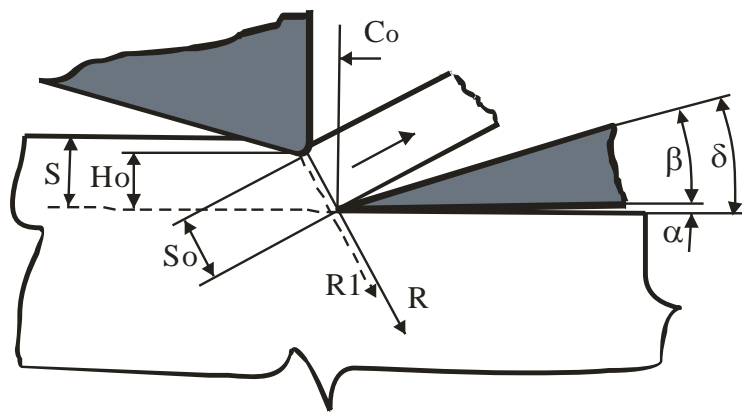
Slika 1.: Oblici fličeva za preradu na klasičnim furnirskim noževima



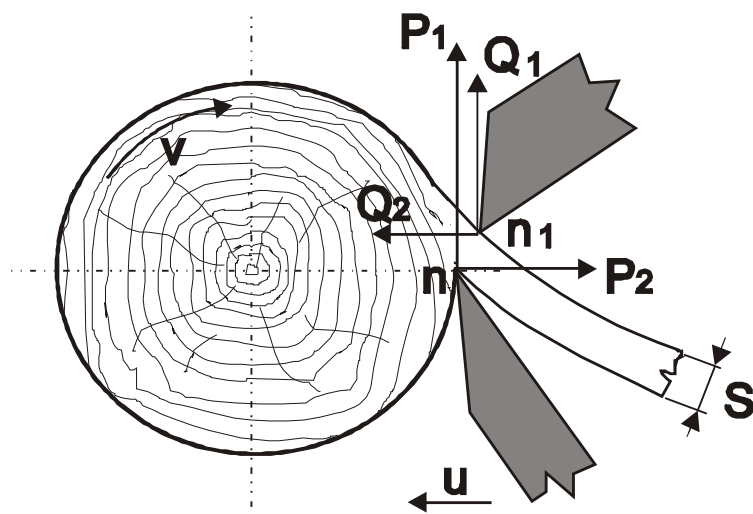
Slika 2.: Oblici fliča iz pilanskog trupca



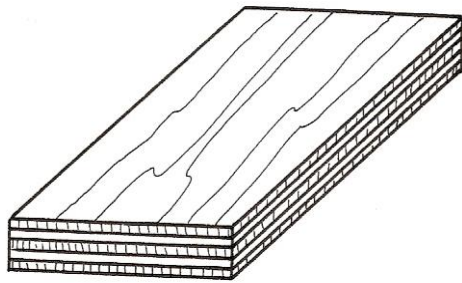
Slika 3.: Tipovi formiranja strugotine: a) Trakasta strugotina sa pukotinama; b) Elementarna strugotina; c) Otkinuta strugotina



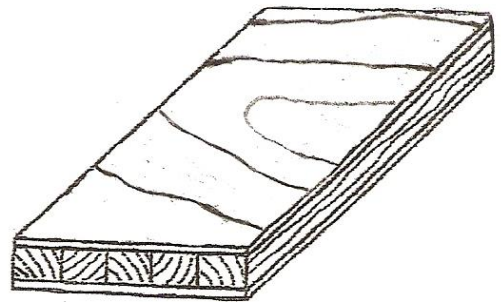
Slika 4.: Odnos noža i pritisne grede kod sječenja furnira



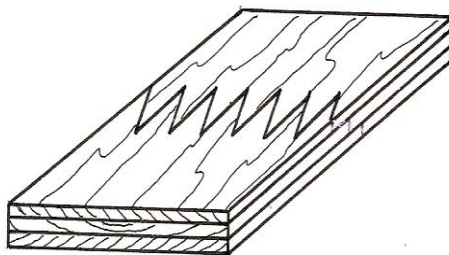
Slika 5: Šematski prikaz sila na nožu i pritisnoj gredi kod ljuštenja furnira



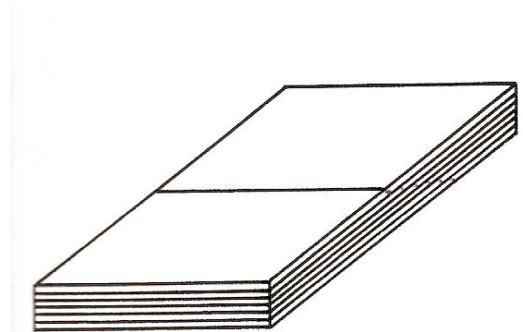
Furnirska ploča



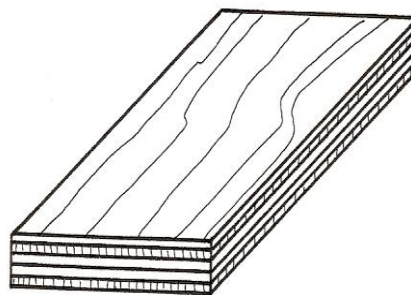
Stolarska ploča



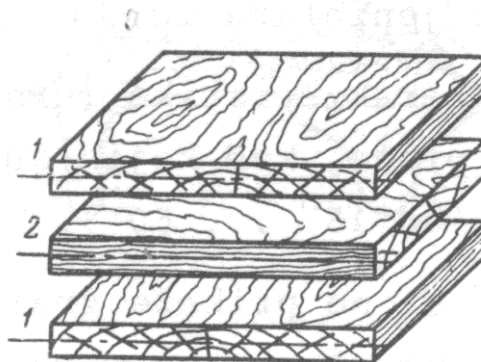
Lamelirano drvo



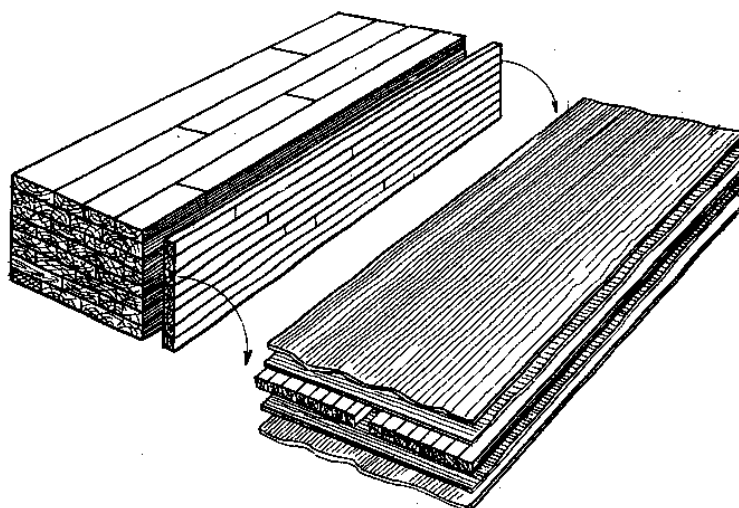
LVL ploča



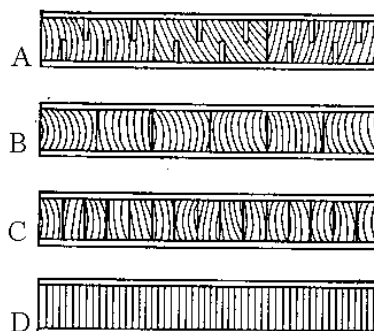
Lignofol ploča



Slika 7.: Pravila konstrukcije furnirskih ploča



Slika 8.: Blok sistem za izradu srednjica za stolarske ploče



Slika9.:Načini izrade srednjica: A-srednjica od narezanih dasaka, B-srednjica od letava, C-srednjica od letvica, D-srednjica od furnira

Datum	Crtao	Datum	Overio

Zadatak:

Projektovati stovarište oblovine namenjeno čuvanju I klasiranju tromesečne zalihe sirovine za sečeni I ljušteni furnir. Jedan deo oblovine namenjen je ljuštenju (zalihe za mesec dana) čuva se u bazenima potapanjem. Odnos širine I dužine stovarišta treba da bude približno 1:2.

- **Osnovni parametri:**

- broj radnih dana $n=260$
- godišnja količina oblovine za sečenje $M_h = M_s = 7920 \text{ m}^3$
- godišnja količina oblovine za ljuštenje $M_b = M_{lj} = 21724 \text{ m}^3$
- procenat godišnje količine bukovine namenjene ljuštenju $P_{lj} = 93 \%$
- Visina složaja $H = 5 \dots 6 \text{ m}$ (skok od 0,5 m)
 $h = 4 \dots 5 \text{ m}$ (skok od 0,5 m)
- Dužina složaja $L = L_{tr}$, kod sečenog furnira 4 m, kod ljuštenog 5 m
- ugao nagiba $\alpha = 50^\circ$; $\beta = 40^\circ$
- širina složaja $B_s = 30 \dots 50 \text{ m}$ (skok od 2 m)
- raspon krana $R = B_s + 2 \cdot 1$
- koeficijent zapunjenosti kod hrasta $k = 0,7$
bukva $k = 0,75$

- Osnovni parametri – proračun bazena

- Dubina bazena $h_{baz} = 3; 3,5; 4 \text{ m}$
- Dužina bazena $L_{baz} = L_{tr} + 2 \cdot 0,5$
- Širina bazena jednaka je širini složaja $B_{baz} = B_s$

- Proračun:

- godišnja količina trupaca za sečenje i ljuštenje

HrastBukva

$$M'_s = M_s + M_{lj} \cdot \left(1 - \frac{P_{lj}}{100}\right) (m^3/god)$$

$$M'_{lj} = M_{lj} - M_{lj} \cdot \left(1 - \frac{P_{lj}}{100}\right) (m^3/god)$$

M'_s - korigovana količina trupaca za sečenje (m^3)

M'_{lj} - korigovana količina trupaca za ljuštenje (m^3)

M_s - početna količina drveta za sečenje (m^3)

M_{lj} - početna količina oblovine za ljuštenje (m^3)

P_{lj} - procenat godišnje količine bukovine namenjen ljuštenju (%)

HrastBukva

$$M'_s = 7920 + 21724 \cdot \left(1 - \frac{93}{100}\right)$$

$$M'_{lj} = 21724 - 21724 \cdot \left(1 - \frac{93}{100}\right)$$

$$M'_s = 9440,68 \text{ m}^3$$

$$M'_{lj} = 20203,32 \text{ m}^3$$

- tromesečna zaliha trupaca za sečenje i ljuštenje

HrastBukva

$$M_{s3} = \frac{M'_s}{4}$$

$$M_{lj3} = \frac{M'_{lj}}{4}$$

M_{s3} - tromesečna zaliha trupaca za sečenje (m^3)

M_{lj3} - tromesečna zaliha trupaca za ljuštenje (m^3)

M'_s - korigovana količina trupaca za sečenje (m^3)

M'_{lj} - korigovana količina trupaca za ljuštenje (m^3)

HrastBukva

$$M_{s3} = \frac{9440,68}{4}$$

$$M_{lj3} = \frac{20203,32}{4}$$

$$M_{s3} = 2360,17 \text{ m}^3$$

$$M_{lj3} = 5050,83 \text{ m}^3$$

- količina trupaca za ljuštenje koja se čuva u bazenima (samo bukva)

$$M_{lj_b} = M_{lj_3} \cdot \frac{1}{3}$$

M_{lj_b} - količina trupaca za ljuštenje koja se čuva u bazenima (m^3)

M_{lj_3} – tromesečna zaliha trupaca za ljuštenje (m^3)

$$M_{lj_b} = 5050,83 \cdot \frac{1}{3}$$

$$M_{lj_b} = 1683,61 \text{ m}^3$$

- količina trupaca za ljuštenje koja se čuva u složajevima

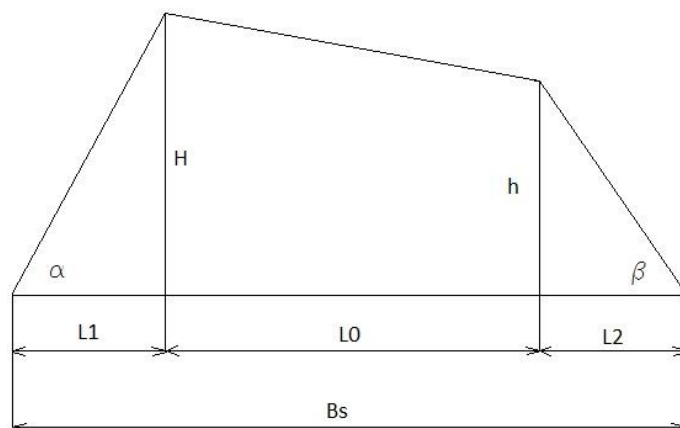
$$M_{lj_s} = M_{lj_3} \cdot \frac{2}{3}$$

M_{lj_s} - količina trupaca za ljuštenje koja se čuva u složajevima (m^3)

M_{lj_3} – tromesečna zaliha trupaca za ljuštenje (m^3)

$$M_{lj_s} = 5050,83 \cdot \frac{2}{3}$$

$$M_{lj_s} = 3367,22 \text{ m}^3$$

- geometrijska zapremina složaja

$$L_1 = \frac{H}{\operatorname{tg}\alpha} (m)$$

$$L_2 = \frac{h}{\operatorname{tg}\beta} (m)$$

$$L_0 = B_s - L_1 - L_2 (m)$$

$$V_g = L_0 \cdot \frac{H+h}{2} \cdot L_{tr} + \frac{H^2}{2\operatorname{tg}\alpha} \cdot L_{tr} + \frac{h^2}{2\operatorname{tg}\beta} \cdot L_{tr} (m^3)$$

V_g – geometrijska zapremina složaja (m^3)

Hrast

$$H = 5,5 \text{ m}$$

$$h = 4 \text{ m}$$

$$L_{tr} = 4 \text{ m}$$

$$L_1 = \frac{5,5}{1,19} = 4,62 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{4}{0,839} = 4,77 \text{ m}$$

$$L_0 = 40 - 4,62 - 4,77 = 30,61 \text{ m}$$

$$V_{gs} = 30,61 \cdot \frac{5,5+4}{2} \cdot 4 + \frac{5,5^2}{2 \cdot 1,19} \cdot 4 + \frac{4^2}{1,678} \cdot 4 = 670,57 \text{ m}^3$$

- Stvarna zapremina složaja

$$V_s = V_g \cdot k (m^3)$$

V_s - stvarna zapremina složaja (m^3)

V_g – geometrijska zapremina složaja (m^3)

k - koeficijent zapunjenosti složaja

Hrast

$$V_{ss} = 670,57 \cdot 0,7$$

$$V_{ss} = 469,40 \text{ m}^3$$

- Potreban broj složajeva

Hrast

$$n_s = \frac{M_{s3}}{V_{ss}}$$

Bukva

$$H = 6 \text{ m}$$

$$h = 4,5 \text{ m}$$

$$L_{tr} = 5 \text{ m}$$

$$L_1 = \frac{6}{1,19} = 5,04 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{4,5}{0,839} = 5,36 \text{ m}$$

$$L_0 = 40 - 5,04 - 5,36 = 29,59 \text{ m}$$

$$V_{glj} = 29,59 \cdot \frac{6+4,5}{2} \cdot 5 + \frac{6^2}{2 \cdot 1,19} \cdot 5 + \frac{4,5^2}{1,678} \cdot 5 = 912,7 \text{ m}^3$$

Bukva

$$V_{slj} = 912,7 \cdot 0,75$$

$$V_{slj} = 684,53 \text{ m}^3$$

Bukva

$$n_{lj} = \frac{M_{lj3}}{V_{slj}}$$

n_s - potreban broj složajeva trupaca za sečeni furnir
 n_{lj} - potreban broj složajeva trupaca za ljušteni furnir
 M_{s3} – tromesečna zaliha trupaca za sečenje (m^3)
 M_{ljs} – količina trupaca za ljuštenje koji se čuvaju u složajevima (m^3)
 V_{ss} - stvarna zapremina složaja trupaca za sečeni furnir (m^3)
 V_{slj} - stvarna zapremina složaja trupaca za ljušteni furnir (m^3)

Hrast

$$n_s = \frac{2360,17}{469,40}$$

$$n_s = 5,02 \approx 5 \text{ kom}$$

$$n_{ukupno} = 10 \text{ složajeva}$$

**Bukva**

$$n_{lj} = \frac{3367,22}{684,53}$$

$$n_{lj} = 4,92 \approx 5 \text{ kom}$$

- Proračun bazena

$$\begin{aligned}
 B_{baz} &= B_s = 40 \text{ m} \\
 L_{baz} &= L_{trlj} + 2 \cdot 0,5 = 5 + 1 = 6 \text{ m} \\
 h_{baz} &= 3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Geometrijska zapremina bazena

$$V_{gbaz} = B_{baz} \cdot L_{baz} \cdot h_{baz} (m^3)$$

V_{gbaz} - geometrijska zapremina bazena (m^3)
 B_{baz} - širina bazena (m)
 L_{baz} - dužina bazena (m)
 h_{baz} - dubina bazena (m)

$$\begin{aligned}
 V_{gbaz} &= 40 \cdot 6 \cdot 3 \\
 V_{gbaz} &= 720 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Stvarna zapremina bazena

$$V_{sbaz} = V_{gbaz} \cdot k (m^3)$$

V_{sbaz} – stvarna zapremina bazena (m^3)
 V_{gbaz} - geometrijska zapremina bazena (m^3)
 k - koeficijent zapunjenosti složaja

$$\begin{aligned}
 V_{sbaz} &= 720 \cdot 0,75 \\
 V_{sbaz} &= 540 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Potreban broj bazena

$$n_{baz} = M_{ljb} / V_{sbaz}$$

n_{baz} - potreban broj bazena

M_{ljb} - količina trupaca za ljuštenje koja se čuva u bazenima (m^3)

V_{sbaz} - stvarna zapremina bazena (m^3)

$$n_{baz} = 1683,61 / 540$$

$$n_{baz} = 3,11 \approx 3 \text{ kom} \quad \text{☰}$$

- **Odnos dužine i širine stovarišta**

- Širina stovarišta

$$B_{stov} = B_s + 2 \cdot 1$$

B_{stov} - širina stovarišta (m)

B_s - širina složaja (m)

$$B_{stov} = 40 + 2 \cdot 1 = 42 \text{ m}$$

- Dužina stovarišta

$$L_{stov} = n_s \cdot L_{trs} + n_s \cdot 1 + 5 + n_{lj} \cdot L_{trlj} + n_{lj} \cdot 1 + n_{baz} \cdot L_{baz} + n_{baz} \cdot 1 \text{ (m)}$$

L_{stov} - dužina stovarišta (m)

n_s - broj složajeva trupaca za sečeni furnir

L_{trs} - dužina trupaca za sečeni furnir (m)

n_{lj} - broj trupaca za ljušteni furnir

L_{trlj} - dužina trupaca za ljušteni furnir (m)

n_{baz} - potreban broj bazena

L_{baz} - dužina bazena (m)

$$L_{stov} = 5 \cdot 4 + 5 \cdot 1 + 5 + 5 \cdot 5 + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 6 + 3 \cdot 1$$

$$L_{stov} = 81 \text{ m}$$

$$L_{stov} : B_{stov} = 1,93 : 1$$

Datum	Radio	Datum	Overio

Izračunati vreme potrebno da se u centru prizme zdatog preseka postigne željena temperatura.

• **Osnovni parametri:**

- presek hrastove prizme $b = 42 \text{ cm}$; $h = 32 \text{ cm}$
- gustina hrastovine $\rho_0 = 650 \text{ kg/m}^3$
- vlažnost drveta u sirovom stanju $V_a = 80 \%$
- temperatura zasićene vodene pare $t_1 = 85^\circ\text{C}$
- početna temperatura drveta $t_0 = 5^\circ\text{C}$
- željena temperatura u centru prizme $t = 68^\circ\text{C}$
- zapreminsko bubrenje hrastovine $\beta_v = 14 \%$

• **Proračun:**

$$t = t_1 + (t_0 - t_1) \cdot \frac{16}{\pi^2} \cdot \left[e^{-\pi^2 \cdot z \cdot \left(\frac{a^2 r}{b^2} + \frac{a^2 t}{h^2} \right)} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{b} \cdot \sin \frac{\pi \cdot y}{h} \right] (\text{°C})$$

- **toplotna provodnost drveta pri $t = 27^\circ\text{C}$ i $V_a = 12 \%$**

$$\lambda_{t1} = (0,168 \cdot \rho_{12} + 0,022) \cdot 1,163 \left[\frac{\text{J}}{\text{sm}^\circ\text{C}}; \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \right]$$

λ_{t1} - toplotna provodnost drveta

$$\rho_{12} = \rho_0 \cdot \frac{1 + V_a}{1 + 0,84 \cdot V_a \cdot \rho_0}$$

ρ_{12} - gustina drveta pri vlažnosti od 12 % (g/cm^3)

ρ_0 - gustina drveta pri apsolutno suvom stanju (g/cm^3)

V_a - apsolutna vlažnost drveta (%)

$$\rho_{12} = 0,65 \cdot \frac{1 + 0,12}{1 + 0,84 \cdot 0,12 \cdot 0,65}$$

$$\rho_{12} = 0,683 \text{ g/cm}^3$$

$$\lambda_{t1} = (0,168 \cdot 0,683 + 0,022) \cdot 1,163$$

$$\lambda_{t1} = 0,159 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}$$

- **toplotna provodnost drveta kod određene vlažnosti drveta $V_a = 84 \%$**

$$\lambda_{t2} = \lambda_{t1} \cdot [1 - 0,0125 \cdot (V_1 - V_2)] \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}} \right]$$

λ_{t_2} - korekcija vlažnosti za toplotnu provodnost drveta

λ_{t_1} - toplotna provodnost drveta

V_1 - željena vlažnost drveta

V_2 - stvarna vlažnost drveta

$$\lambda_{t_2} = 0,159 \cdot [1 - 0,0125 \cdot (12 - 80)]$$

$$\lambda_{t_2} = 0,294 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

- toplotna provodnost drveta kod određene temperature $t = 67^{\circ}C$

$$\lambda'_{t_2} = \lambda_{t_2} \cdot \left[1 - (1,1 - 0,98 \cdot \rho_0) \cdot \left(\frac{t_1 - t_2}{100} \right) \right] \left[\frac{W}{m^{\circ}C} \right]$$

λ'_{t_2} - korekcija temperature za toplotnu provodnost drveta

λ_{t_2} - korekcija vlažnosti za toplotnu provodnost drveta

ρ_0 - gustina drveta pri apsolutno suvom stanju (g/cm^3)

t_1 - korekciona temperatura (%)

t_2 - željena temperatura drveta (%)

$$\lambda'_{t_2} = 0,294 \cdot \left[1 - (1,1 - 0,98 \cdot 0,65) \cdot \left(\frac{27 - 68}{100} \right) \right]$$

$$\lambda'_{t_2} = 0,350 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

- masena specifična toplota drveta za određen stepen vlage $V_a = 84\%$

$$C_u = \frac{C_o + C_v \cdot V_a}{1 + V_a} = \frac{1,356 + 4,186 \cdot V_a}{1 + V_a} \left(\frac{kJ}{kg^{\circ}C} \right)$$

V_a - vlažnost drveta u decimalnom obliku

$$C_u = \frac{1,356 + 4,186 \cdot 0,80}{1 + 0,80}$$

$$C_u = 2,613 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} = 2613,8 \frac{J}{kg^{\circ}C}$$

- određivanje gustine drveta u vlažnom stanju vlažnosti $V_a = 84\%$

$$\rho_s = \rho_0 \cdot \frac{1 + V_a}{1 + \beta_v}$$

ρ_s - gustina drveta pri nekoj određenoj vlažnosti (g/cm^3)

ρ_0 - gustina drveta u apsolutno suvom stanju (g/cm^3)

V_a - apsolutna vlažnost drveta (%)

β_v - zapreminsko bubrenje drveta (%)

$$\rho_s = 0,65 \cdot \frac{1 + 0,80}{1 + 0,14}$$

$$\rho_s = 1,026 \text{ (g/cm}^3\text{)} = 1026,32 \text{ kg/cm}^3$$

- konstanta toplotne provodnosti

$$a_t = \frac{\lambda'_{t2}}{C_u \cdot \rho_v} \left[\frac{m^2}{s} \right]; a_r = \frac{\lambda'_{r2}}{C_u \cdot \rho_v} \left[\frac{m^2}{s} \right]; \frac{\lambda'_{r2}}{\lambda'_{t2}} = 1,07$$

$$a_t = \frac{0,350}{2613,8 \cdot 1026,32} = 1,305 \cdot 10^{-7} \frac{m^2}{s} \Rightarrow 4,697 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{h}$$

$$a_r = \frac{0,373}{2613 \cdot 1026} = 1,398 \cdot 10^{-7} \frac{m^2}{s} \Rightarrow 5,032 \cdot 10^{-4} \frac{m^2}{h}$$

- vreme zagrevanja fliča

$$z = \frac{\ln \left[\frac{(t-t_1) \cdot \pi^2}{(t_0-t_1) \cdot 16} \right]}{-\pi^2 \cdot \left(\frac{a_r}{b^2} + \frac{a_t}{h^2} \right)} \text{ (h)}$$

z - vreme zagrevanja fliča (h)

t - željena temperatura u centru prizme ($^{\circ}C$)

t_1 - temperatura zasićene vodene pare ($^{\circ}C$)

t_0 - početna temperatura drveta ($^{\circ}C$)

a_r - konstanta toplotne provodnosti u radijalnom smeru ($\frac{m^2}{h}$)

a_t - konstanta toplotne provodnosti u tangencijalnom smeru ($\frac{m^2}{h}$)

b^2 - širina fliča (m)

h^2 - visina fliča (m)

$$z = \frac{\ln \left[\frac{(68-85) \cdot 3,14^2}{(5-85) \cdot 16} \right]}{-3,14^2 \cdot \left(\frac{0,00046969}{0,42^2} + \frac{0,00050324}{0,32^2} \right)}$$

$$z = \frac{\ln \left[\frac{-167,78}{-1280} \right]}{-9,859^2 \cdot (0,00266 + 0,004914)} = \frac{-2,033}{-0,07478} = 27 \text{ h } 11 \text{ min}$$

Datum	Radio	Datum	Overio