

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА ПРИМАРНЕ ПРЕРАДЕ ДРВЕТА

ЕЛАБОРАТ ИЗ
ТЕХНОЛОГИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ
ПРОИЗВОДА ОД МАСИВНОГ
ДРВЕТА

2018/19

Студент:

Срђан Корба 139-2015

Оверио:

1. Направити табеларни преглед искоришћења сировине по фазама рада и операцијама.
2. Израчунати потребне количине ламела и резане грађе за израду условног производа.

1 СТОВАРИШТЕ ОБЛОВИНЕ



2 ИЗРАДА РЕЗАНЕ ГРАЂЕ



3 СУШЕЊЕ



4 ИЗРАДА ЛАМЕЛА



5 ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ЛАМЕЛАИ ИЗРАДА ЕЛЕМЕНАТА ВЕЗЕ



6 НАНОШЕЊЕ ЛЕПКА



7 ДУЖИНСКО И ШИРИНСКО СПАЈАЊЕ



8 ПРЕСОВАЊЕ ПЛОЧЕ



9 ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ПЛОЧА



10 БРУШЕЊЕ ПЛОЧА



11 ДОРАДА И СКЛАДИШТЕЊЕ

Прорачун броја ламела и плоча

Задатак

1

Лист

2

1. Искоришћење сировине

Количина трупца $M_{tr} = 1390 \text{ m}^3$

Фаза рада – Операција	Отпада		Остаје	
	(%)	(m^3)	(%)	(m^3)
Израда резане грађе	31,3	435.070	68,7	954.930
Сушење	9	125.100	59,7	829.830
Израда ламела	34,99	486.361	24,71	343.469
Израда плоча	9,64	133.996	15,07	209.473
Укупно	84,93	1180.527	15,07	209.473
Учешће дужинских плоча	Око 4 % = 55.6 m^3			
Укупно	80,93	1124.927	19,07	256.073

1. Учешће

$M_1 = \text{осушена грађа} = 829.830 \text{ m}^3$

Дужине ламела	Ламела (85мм)			Ламела (120 мм)			Димензије плоча L/B/D
	Р. Б.	%	m^3	Р. Б.	%	m^3	
750	1, 17	1,87	15,517	9, 25	2,45	20,330	700/700/25
850	2, 18	3,25	26,969	10, 26	1,59	13,194	800/800/25
950	3, 19	3,16	26,222	11, 27	2,36	27,882	900/900/25
1000	4, 20	4,50	37,342	12, 28	4,37	36,263	950/950/25
1150	5, 21	0,26	2,157	13, 29	0,99	8,21	1100/450/25
1250	6, 22	3,99	33,110	14, 30	4,89	40,578	1200/700/25
1550	7, 23	3,05	25,30	15, 31	3,89	32,280	1500/760/25
1850	8, 24	0,27	2,240	16, 32	0,49	4,006	1800/950/25

Прорачун броја ламела и плоча	Задатак	1
	Лист	3

2. Потребан број и количина ламела за израду једне плоче (дебљина ламеле = 32 мм, редни број 1).

N_{lam} = ширина плоче/ширина ламеле (комада)

N_{lam} - број ламела

$$N_{lam} = 700/120 = 5.83 \approx 6 \text{ комада}$$

$$V_{lam} = L_{lam} \cdot B_{lam} \cdot D_{lam} \cdot N_{lam} \text{ (м}^3\text{)}$$

V_{lam} - запремина плоче (м)

L_{lam} - дужина ламеле (м)

B_{lam} - ширина ламеле (м)

D_{lam} - дебљина ламеле (м)

$$V_{lam} = 1.2 \cdot 0.120 \cdot 0,032 \cdot 6 = 0,0288 \text{ м}^3$$

1. Прорачун броја плоча које се могу добити из резане грађе.

$$N_p = M_{lam}/V_{lam} \text{ (комада)}$$

N_p – број плоча (комада)

M_{lam} – ширинско учешће ламела (м³)

$$N_p = 40.578 / 0.0288 = 1408.95 \approx 1409$$

Датум	Радила	Датум	Оверио
04.03.2020.	Срђан Корба		

1. Прорачун броја ламела у 1 м³ плоча

Димензије плоча	Тип ламеле (мм)	Број ламела у плочи	Запремина плоче (м ³)	Број плоча у 1 м ³
700/700/25	85	9	0,01225	82
	120	6		
800/800/25	85	10	0,016	63
	120	7		
900/900/25	85	11	0,02025	50
	120	8		
950/950/25	85	12	0,02256	45
	120	8		
1100/450/25	85	6	0,010375	97
	120	4		
1200/700/25	85	9	0,021	48
	120	6		
1500/760/25	85	9	0,0285	36
	120	7		
1800/950/25	85	12	0,04275	24
	120	8		

2. Прорачун броја сљубница у 1 м³ плоча

Димензије плоча	Тип ламеле (мм)	Број сљубница	Број сљубница у 100 плоча	Број сљубница у 1 м ³
700/700/25	85	8	800	656
	120	5	500	410
800/800/25	85	9	900	567
	120	6	600	378
900/900/25	85	10	1000	500
	120	7	700	350
950/950/25	85	11	1100	495
	120	7	700	315
1100/450/25	85	5	500	485
	120	3	300	291
1200/700/25	85	8	800	384
	120	5	500	240
1500/760/25	85	8	800	288
	120	6	600	216
1800/950/25	85	11	1100	264
	120	7	700	168

3. Прорачун потребне количине лепка

Димензије изабраног производа (мм): 1200 · 700 · 25

Површина лепљења = Дужина ламеле · Дебљина ламеле · Број сљубница

Потрошња лепка – 250 г/м²

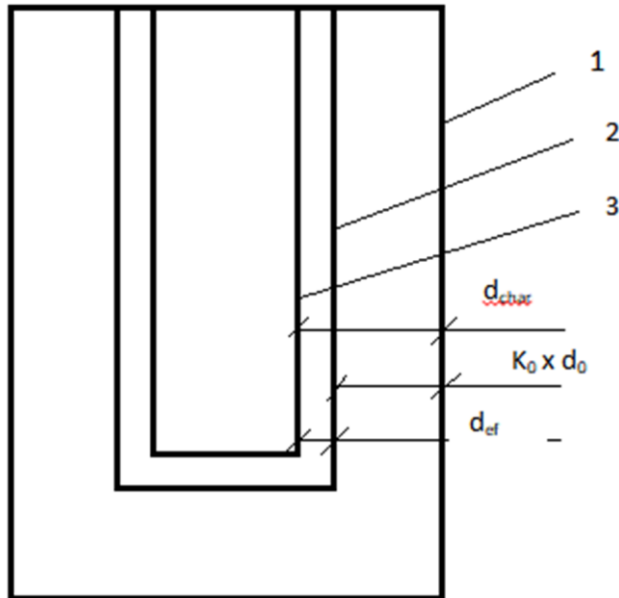
$$P_1 = D_1 \cdot V_1 \cdot N_1 = 1.25 \cdot 0.028 \cdot 5$$

$$P_1 = 0,175 \text{ м}^2$$

Потрошња лепка	За 1 плочу	За 100 плоча	За 1м ³ плоча
	43.75 g	4375 g	2100 g

Датум	Радио	Датум	Оверио
13.03.2020	Срђан Корба		

- Димензије ламела 3.2 x 10 цм
- Димензије носача 0,4 x 0,28 x 5 м



- 1 – почетна површина елемента
 2 – граница преосталог попречног пресека
 3 – граница прорачунског попречног пресека
 d_{char} – прорачунска дубина угљенисања

$$d_{ef} = d_{char, n} + k_0 \times d_0$$

$$d_{char} = \beta n \times t$$

βn – брзина угљенисања 0,7 мм/мин, зависи од врсте материјала (иверица, масив...)

d_0 – слој нулте носивости, 20 % од $d_{char, n}$

	k_0
$t < 20$ мин	$t/20$
$t > 20$ мин	1

Условни производ

Број и запремина ламела		За условни кровни носач
Број ламела	По висини	13
	По ширини	3
Укупна запремина ламела		0.624 м ³

Извршити преправку прорачуна ако су кровни носачи изложени пожару са три стране

- 15 мин.
- 30 мин.
- 60 мин.

Прорачун потребног броја и запремине ламела за израду ламелираног кровног носача	Задатак	3
	Лист	2

а) 15 мин.

Ламела 0,032 x 0,10 m Носач 0,4 x 0,28 x 5 m

$$d_{char} = \beta n \times t = 0,7 \times 15 = 10,5 \text{ мм}$$

$$k_0 \times d_0 = 0,75 \times 2,1 = 1,575 \text{ мм}$$

$$d_{ef} = d_{char, n} + k_0 \times d_0 = 12,075 \text{ мм} \rightarrow 0,012075 \text{ м}$$

Димензије носача: 0,412075 x 0,30415 x 5

Број и запремина ламела		За условни кровни носач
Број ламела	По висини	13
	По ширини	3
Укупна запремина ламела		0.624 м ³

б)30 мин.

$$d_{char} = \beta n \times t = 0,7 \times 30 = 21 \text{ мм}$$

$$k_0 \times d_0 = 1 \times 4,2 = 4,2 \text{ мм}$$

$$d_{ef} = d_{char, n} + k_0 \times d_0 = 25,2 \text{ мм} \rightarrow 0,0252 \text{ м}$$

Димензије носача: 0,4252 x 0,3304 x 5

Број и запремина ламела		За условни кровни носач
Број ламела	По висини	14
	По ширини	4
Укупна запремина ламела		0.896 м ³

с) 60 мин.

$$d_{char} = \beta n \times t = 0,7 \times 60 = 42 \text{ мм}$$

$$k_0 \times d_0 = 1 \times 8,4 = 8,4 \text{ мм}$$

$$d_{ef} = d_{char, n} + k_0 \times d_0 = 50,4 \text{ мм} \rightarrow 0,0504 \text{ м}$$

Димензије носача: 0,454 x 0,3808 x 5

Број и запремина ламела		За условни кровни носач
Број ламела	По висини	15
	По ширини	4
Укупна запремина ламела		0.960м ³

Датум	Урадио	Датум	Оверио
25.03.2020.	Срђан Корба		

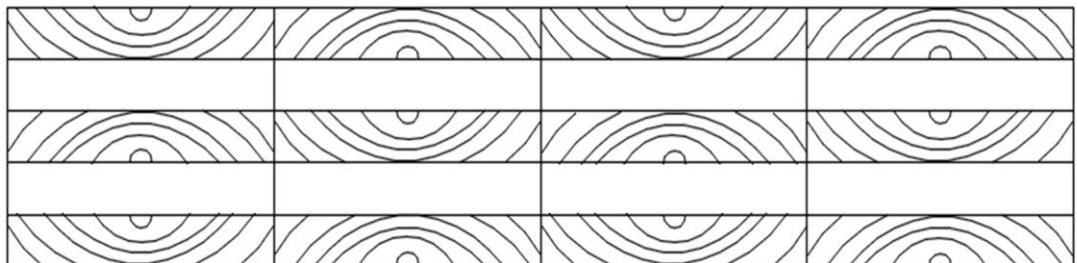
А- Задатак

- 1) Израчунати потребан број и запремину дасака за израду CLT-плоча
- 2) Направити прорачун потрошње лепка за изабрани условни производ

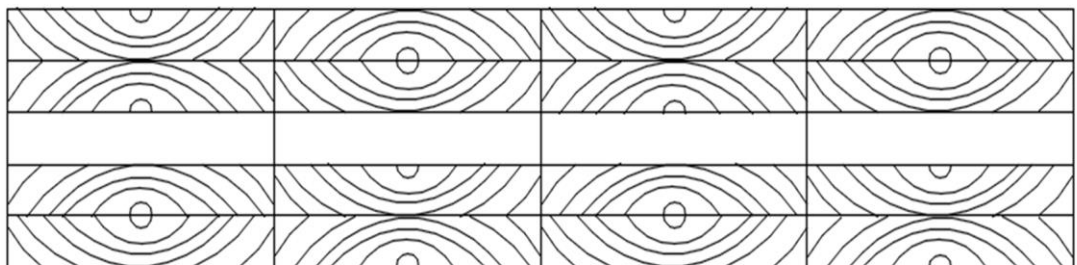
Б- Полазни подаци

- Најчешће дебљине дасака: 20; 30; 40 mm (6-45) mm
- Најчешће ширине дасака: 100; 120; 150 mm (40-300) mm
- Препоручени однос ширине и дебљине: $\check{S} \geq 4 \times D$
- Стандард 150 x 30 mm
- Распоживе ширине дасака: 110; 120; 130; 140 mm
- Редни број, 1: Дужина (5,9 m); Ширина (2,8m); I CLT-плоча 5,9/0,11 2,8/0,14
Дужина (4,4 m); Ширина (2,8m); II CLT-плоча 4,4/0,13 2,8/0,14

I CLT-плоча; 20x20x20x20x20



II CLT-плоча; 20x20x30x20x20



Ц- Прорачун

1) Потребан број и запремина дасака за израду CLT- плоча:

Број и запремина дасака		CLT-плоча I	CLT-плоча II
Број уздужних дасака	У слоју	20	20
	У плочи	60	80
Број попречних дасака	У слоју	54	34
	У плочи	108	34
Запремина уздужних дасака	У слоју	0,3304	0,2464
	У плочи	0,9912	0,9856
Запремина попречних дасака	У слоју	0,3326	0,37128
	У плочи	0,6653	0,37128

2) Прорачун потрошње лепка за изабрани условни производ: 220 g/m²

Потрошња лепка (kg)		CLT-плоча I	CLT-плоча II
Број уздужних сљубница	У слоју	19	19
	У плочи	57	76
Број попречних сљубница	У слоју	53	33
	У плочи	106	33
1) Ако се спајају само слојеви дасака		14,5376 kg	10,8416 kg
2) Ако се међусобно спајају и слојеви и уздужне даске		16,0173 kg	12,3123 kg
3) Ако се међусобно спајају слојеви, уздужне даске и попречне даске		17,323 kg	12,922 kg

Датум

Урадио

Датум

Оверио

08.04.2020

Корба Срђан

- 1) Razlika između SRPS i EN standarda kod furnirskih ploča
- 2) Izračunati smicajne čvrstoće u sloju lepka kod daščanih (stolarskih) ploča

SRPS STANDARD

$$f_s = \frac{2F}{b * l * (n - 1)} \text{ (MPa)}$$

b – širina uzorka 25mm

$l = 10 * \sigma$ - dužina ispitivanja (razmak rezova),

δ - prosečna debljina lista furnira

n - broj slojeva

TP 20 - za enterijer - 24h u vodi na 20 °C

TP 67 - nadkriveni eksterijer - 3h u vodi na 67°C, 2h u vodi na 20°C

TP 100 - eksterijer - 6h u vodi na 100°C, 2h u vodi na 20°C

TP 100T - 4h u vodi na 100°C, 16-20h sušenje na 60°C,
4h u vodi na 100°C, 2-3h u vodi na 20°C

Uslovi za prolaz ispitivanja:

- Tvrdi lišćari 1,2MPa
- Meki lišćari 1 MPa
- Četinari i egzote 0,8MPa

EN STANDARD

$b_1 = (25 \pm 0,5)$ mm

$b_2 = (2,5 - 4)$ mm

$L_1 = (25 \pm 0,5)$ mm

$L_2 = 50$ mm

$$f_s = \frac{F}{b_1 * l_1} \text{ (MPa)}$$

Klasa 1 - enterijer - 24h u vodi na 20°C

Klasa 2 - nadkriveni eksterijer - 6h u vodi na 100°C, 1h u vodi na 20°C

Klasa 3 - eksterijer - 4h u vodi na 100°C, 16-20h sušenja na 60°C,

4h u vodi na 100°C, 1h na 20°C

Srednja smicajna čvrstoća N/mm^2	Procenat učešća zone drveta u sloju lepka %
$0,2 \leq f_v < 0,4$	≥ 80
$0,4 \leq f_v < 0,6$	≥ 60
$0,6 \leq f_v < 1,0$	≥ 40
$1,0 \leq f_v$	No requirements

REDNI BROJ: 1. $F = 680 \text{ N}$,
konstrukcija ploče: 1,1 -2- 3 - 3 -3 -2- 1,1

SRPS D.A8.067.

- 1) Ako je u pitanju bukova furnirska ploča, da li su zadovoljeni kriterijumi standarda?
- 2) Koliko treba da budu min.prosečne sile smicanja da bi ploča zadovoljila zahteve ispitivanja za tvrde lišćare, meke lišćare I za četinare.

Parovi linija lepljenja		Br.uzoraka za ispitivanje									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	sila N	500	450	600	460	600	630	720	800	500	460
	W (%)	60	30	80	50	40	80	70	70	80	30
2	sila N	600	610	620	605	520	580	530	670	700	520
	W (%)	50	80	60	60	50	50	40	50	60	70
3	sila N	800	730	720	650	790	830	600	820	760	795
	W (%)	30	20	20	50	40	30	60	50	50	60

$L = 25\text{mm}$, $B = 25\text{mm}$

- 1) prosek $F = 572\text{N}$, $W = 59\%$
- 2) prosek $F = 595,5\text{N}$, $W = 57\%$
- 3) prosek $F = 749,5\text{N}$, $W = 41\%$

EN 314

- 1) Da li su zadovoljeni kriterijumi standarda EN 314?
- 2) Ako se posle odg.predtretmana prosečne sile loma po linijama leplejnja smanje 20%, a učešće loma u zoni drveta za 30%, da li su tada zadovoljeni kriterijumi standard EN 314?

I - SRPS D.A8.067 STANDARD

1) $F=680N$

$$f_s = \frac{2F}{b \cdot l \cdot (n-1)} = \frac{2 \cdot 680}{25 \cdot 21,7 \cdot (7-1)} = 0,41 \text{ MPa} \quad \text{NE ISPUNJAVA}$$

$$l = 10 \cdot \delta = 10 \cdot 2,17 = 21,7 \text{ mm}$$

2) $f_s = 1,2 \text{ Mpa}$ – tvrdi lišćar

$$F_{1,2} = \frac{f_s \cdot b \cdot l \cdot (n-1)}{2} = \frac{1,2 \cdot 25 \cdot 21,7 \cdot (7-1)}{2} = 1\,953 \text{ N}$$

 $f_s = 1 \text{ Mpa}$ – meki lišćar

$$F_1 = \frac{f_s \cdot b \cdot l \cdot (n-1)}{2} = \frac{1 \cdot 25 \cdot 21,7 \cdot (7-1)}{2} = 1\,627,5 \text{ N}$$

 $f_s = 0,8 \text{ Mpa}$ – četinari i egzote

$$F_{0,8} = \frac{f_s \cdot b \cdot l \cdot (n-1)}{2} = \frac{0,8 \cdot 25 \cdot 21,7 \cdot (7-1)}{2} = 1\,302 \text{ N}$$

II - EN 341 STANDARD

$$1) f_s = \frac{F}{b \cdot l} = \frac{680}{625} = 1,088 \text{ MPa}$$

$$f_{s1} = \frac{F}{b \cdot l} = \frac{572}{625} = 0,9152 \text{ MPa} \quad W = 59\% \quad \text{ISPUNJAVA}$$

$$f_{s2} = \frac{F}{b \cdot l} = \frac{595,5}{625} = 0,9528 \text{ MPa} \quad W = 57\% \quad \text{ISPUNJAVA}$$

$$f_{s3} = \frac{F}{b \cdot l} = \frac{749,5}{625} = 1,199 \text{ MPa} \quad W = 41\% \quad \text{ISPUNJAVA}$$

$$2) F' = F \cdot 0,8 = 572 \cdot 0,8 = 457,6 \text{ N}$$

$$f_{s1} = \frac{F'}{b \cdot l} = \frac{457,6}{625} = 0,732 \text{ MPa}, \quad W' = W \cdot 0,7 = 59 \cdot 0,7 = 41,3\% \quad \text{ISPUNJAVA}$$

$$F' = F \cdot 0,8 = 595,5 \cdot 0,8 = 476,4 \text{ N}$$

$$f_{s2} = \frac{F'}{b \cdot l} = \frac{476,4}{625} = 0,762 \text{ MPa}, \quad W' = W \cdot 0,7 = 57 \cdot 0,7 = 39,9\% \quad \text{NE ISPUNJAVA}$$

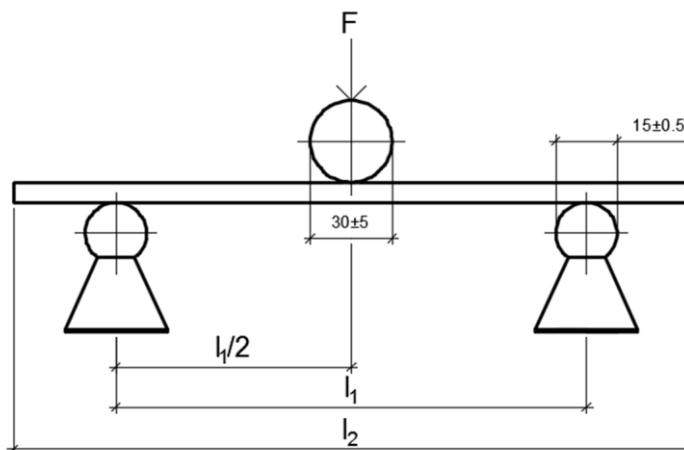
$$F' = F \cdot 0,8 = 749,5 \cdot 0,8 = 599,6 \text{ N}$$

$$f_{s3} = \frac{F'}{b \cdot l} = \frac{599,6}{625} = 0,959 \text{ MPa}, \quad W' = W \cdot 0,7 = 41 \cdot 0,7 = 28,7\% \quad \text{NE ISPUNJAVA}$$

Datum	Radio	Datum	Overio
15.04	Srdan Korba		

1) Razlika između EN standarda 310 i 789.

EN 310 STANDARD – ispitivanje strukturalnih ploča



1-eproveta za ispitivanje

$B=50\text{mm}$

F-sila pritiska $l_{2\text{min}}=150\text{mm}$

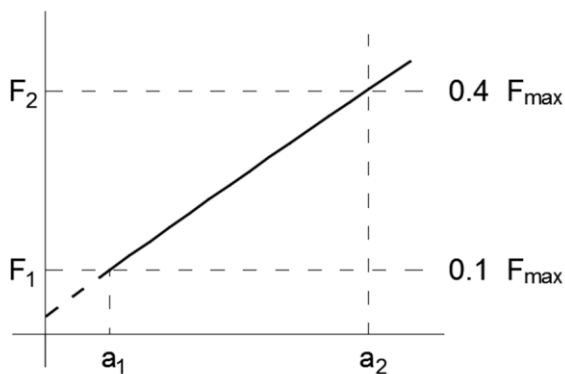
t-debljina epruvete

$l_{2\text{max}}=1050\text{mm}$

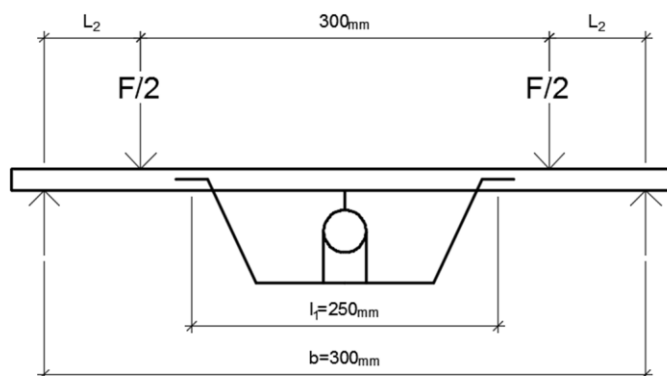
$l_1=20t$ (mm)

$l_2=l_1+50$ (mm)

$$f_s = \frac{3F_{\text{max}} * l_1}{2 * b * t^2} (\text{MPa}) E_m = \frac{M^3 * (F_2 - F_1)}{4 * b * t^3 * (a_1 - a_2)} (\text{Mpa})$$



EN 789 STANDARD – ispitivanje strukturalnih ploča



$L_2 = 16t$
 min 240, max 400
 $l_1 = 250$
 $b = 300\text{mm}$

$$f_s = \frac{F_{max} * l_2}{2 * \frac{b * t^2}{6}} \text{ (Mpa)} \quad E_m = \frac{l_1^2 * l_2 * (F_2 - F_1)}{16 * \frac{b * t^3}{12} * (a_2 - a_1)} \text{ (MPa)}$$

REDNI BROJ SA SPISKA 14

d (mm)	Fmax	F ₂	F ₁	a ₁	a ₂
18	680N	40%	10%	29	25

B – PRORAČUN

- 1) Izračunati dimenzije uzoraka za ispitivanje savojne čvrstoće po EN 310 i EN 789 standarda, ako se ispituju ploče sledećih debljina: 4mm, 20mm i 60mm
- 2) Za izabrane vrednosti debljine ploče, sile lomaiugibauzoraka, izračunati savojnu čvrstoću i modulelastičnosti prisavijanju. Proračun uraditi i za EN 310 i EN 789, a kod EN 789 uzeti da je sila loma (Fmax) 10 puta veća od zadate u tabeli.

EN 310

1) $t = 4\text{mm}$

$$l_1 = 20 * t = 20 * 4 = 80\text{mm}$$

$$l_2 = l_1 + 50 = 80 + 50 = 130\text{mm} \Rightarrow 150\text{mm}$$

2)

$t = 20\text{mm}$

$$l_1 = 20 * t = 20 * 20 = 400\text{mm}$$

$$l_2 = l_1 + 50 = 400 + 50 = 450\text{mm}$$

3) $t = 60\text{mm}$

$$l_1 = 20 * t = 20 * 60 = 1200\text{mm}$$

$$l_2 = l_1 + 50 = 1200 + 50 = 1250\text{mm} \Rightarrow 1050\text{mm}$$

EN 789

1) $t = 4\text{mm}$

$$l_1 = 250\text{mm}$$

$$l_2 = 16 * t = 16 * 4 = 64\text{mm} \Rightarrow 240\text{mm}$$

$$L_{uk} = 2 l_2 + 300 + 50 = 830\text{mm}$$

2) $t = 20\text{mm}$

$$l_1 = 250\text{mm}$$

$$l_2 = 16 * t = 16 * 20 = 320\text{mm}$$

$$L_{uk} = 2 l_2 + 300 + 50 = 990\text{mm}$$

3) $t = 60\text{mm}$

$$l_1 = 250\text{mm}$$

$$l_2 = 16 * t = 16 * 60 = 960\text{mm} \Rightarrow 400\text{mm}$$

$$L_{uk} = 2 l_2 + 300 + 50 = 1150\text{mm}$$

EN 310

1) $t = 18\text{mm}$

$F_{\max} = 810\text{N}$

$l_1 = 20 \cdot t = 20 \cdot 18 = 360\text{mm}$

$$f_s = \frac{3F_{\max} \cdot l_1}{2 \cdot b \cdot t^2} = \frac{3 \cdot 680 \cdot 360}{2 \cdot 50 \cdot 18^2} = 22,66 \text{ Mpa}$$

$F_2 = 0,4 \cdot F_{\max} = 272\text{N}$

$F_1 = 0,1 \cdot F_{\max} = 68\text{N}$

$$E_m = \frac{l_1^3 \cdot (F_2 - F_1)}{4 \cdot b \cdot t^3 \cdot (a_1 - a_2)} = \frac{360^3 \cdot (272 - 68)}{4 \cdot 50 \cdot 18^3 \cdot (29 - 25)} = 2040 \text{ N/mm}^2$$

EN 789

2) $t = 18 \text{ mm}$

$F_{\max} = 6800\text{N}$

$l_1 = 250\text{mm}$

$l_2 = 16 \cdot t = 16 \cdot 18 = 288\text{mm}$

$b = 300\text{mm}$

$$f_s = \frac{F_{\max} \cdot l_2}{2 \cdot b \cdot t^2} = \frac{6800 \cdot 288}{2 \cdot \frac{300 \cdot 18^2}{6}} = 60,44 \text{ Mpa}$$

$F_2 = 0,4 \cdot F_{\max} = 2720\text{N}$

$F_1 = 0,1 \cdot F_{\max} = 680\text{N}$

$$E_m = \frac{l_1^2 \cdot l_2 \cdot (F_2 - F_1)}{16 \cdot \frac{b \cdot t^3}{12} \cdot (a_2 - a_1)} = \frac{250^2 \cdot 288 \cdot (2720 - 680)}{16 \cdot \frac{300 \cdot 18^3}{12} \cdot (29 - 25)} = 3935,18 \text{ N/mm}^2$$

Datum

Radio

Datum

Overio

22.04.2020

Srđan Korba