

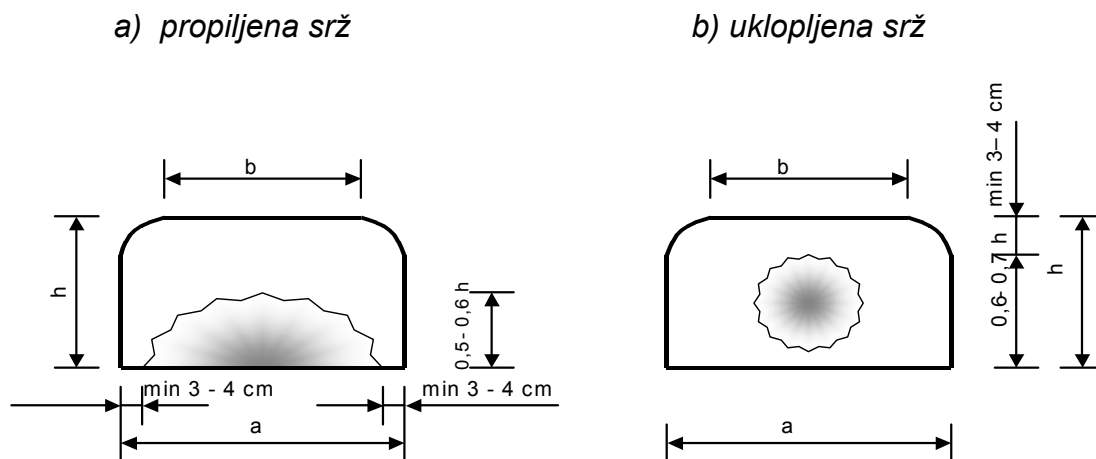
## 14. Proračun rasporeda pila za izradbu drvenih željezničkih pragova analitičkim postupkom

Drveni željeznički pragovi su vrsta pilanskih proizvoda za potrebe izgradnje željezničkih pruga prema posebnim normama o istim. Željeznički pragovi se dijele prema načinu upotrebe na obične, pragove za skretnice i pragove za mostove. Najčešće se izrađuju iz bukve i hrasta, a mogu se izrađivati i iz ariša, bagrema, bora, brijesta i pitomog kestena i to tehnikom prizmiranja najčešće na tračnoj pili trupčari ili jarmači. Trupci mogu biti slabije kvalitete ali zdravi i ravni. Kod bukve se dopušta zdrava nepravna srž u ograničenoj mjeri (slika 1).

Raspored pila predstavlja međusobni razmak listova pile u okviru (*jarmu*) vertikalne jarmače. Ova načela mogu se primjeniti i na ostale primarne pilanske strojeve (*tračne pile trupčare i kružne pile*).

Raspored pila se može izračunati analitičkim postupkom koji polazi od pretpostavke da je trupac pravilan prikraćen stožac s padom promjera oko 1%. Za poprečni presjek trupca se uzima krug, a računa se s promjerom trupca na tanjem kraju –  $D_t$  (pretpostavka izrada paralelno okrajčenih piljenica) ili na polovici duljine –  $D_s$  (pretpostavka izrada neokrajčenih piljenica). Račun se temelji na pitagorinom poučku da je u pravokutnom trokutu kvadrat hipotenuze jednak zbroju kvadrata obiju kateta. Sastavljanje rasporeda pila pri izradbi pragova zadanih dimenzija u pravilu se temelji na rasporedu pila uz metodu prizmiranja trupca uvažavajući specifikaciju za izradu točno određenih sortimenata u određenim dimenzijama i kvaliteti (pragovi). Za ovo piljenje potrebno je pripremiti i odgovarajuće trupce.

**Slika 1.** Dopušteni položaj zdrave nepravne srži u bukovu željezničkom pragu

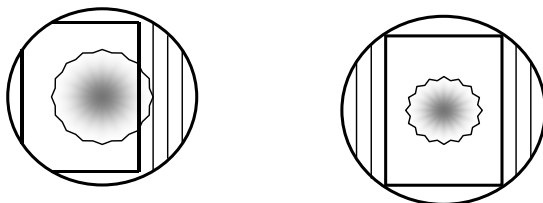


**Tablica 1.** Prikaz broja pragova koji se mogu izraditi iz jednog trupca minimalnog promjera

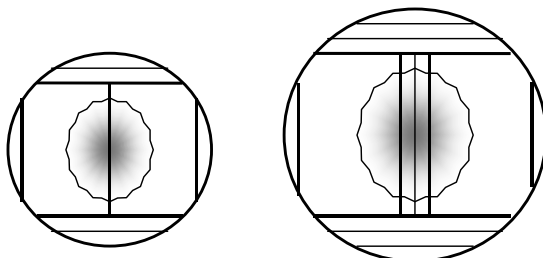
Broj pragova u trupcu	Dmin [cm]
1 (samac)	29
2 (dupljak)	38
3 (trojak)	47
4 (četverac)	59
6 (šesterac)	68

Slika 2. Položaj pragova u trupcu pri raspiljivanju

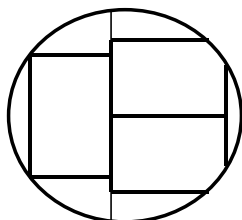
**1 prag samac**



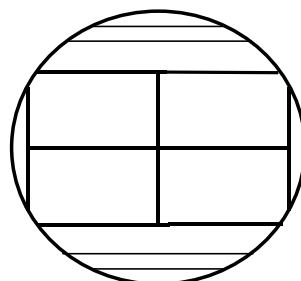
**2 praga - dupljak**



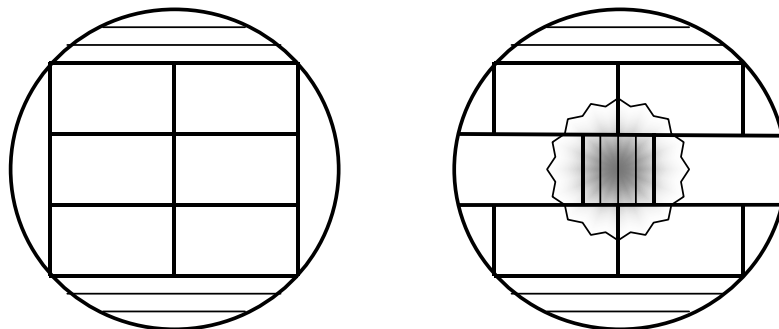
**3 praga – trojak**



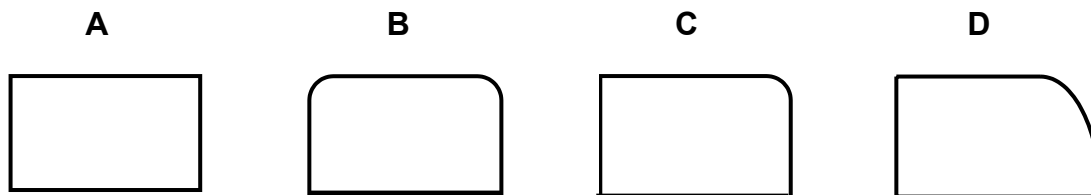
**4 praga - četverac**



**6 pragova - šesterac**



Slika 3. Osnovni oblici željezničkih pragova prema normama (HRN)

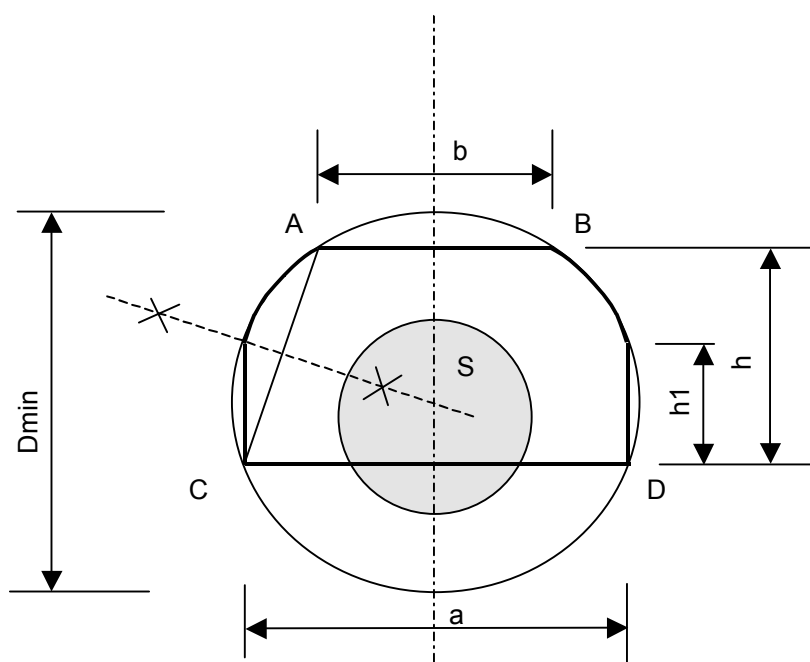


Tablica 2. Dimenzije običnih pragova [cm]

Oblik praga	a	h	$b_{min}$	$h_{1min}$	L
A	26	16	-	-	260
B	26	16	16	8	260
C	26	16	18	8	260
D	26	16	18	-	260

### GRAFIČKA METODA ODREĐIVANJE MINIMALNOG PROMJERA TRUPCA PRI PILJENJU JEDNOG PRAGA OBLIKA - B (POSTUPAK)

1. izračunati dimenzije praga (a, h, b) sa nadmjerom
2. ucrtati visinu praga (h) na simetralu praga
3. ucrtati donju (a) i gornju (b) stranu praga okomito na simetralu praga
4. konstruirati simetralu na duljinu AC (simetrala siječe visinu praga u točki S središtu trupca)
5. ucrtati promjer trupca i povući okomice iz točaka C i D



Slika 3. Veličine potrebne za proračun rasporeda pila u trupcu pri izradi asimetrično postavljenog bukovog praga samca oblika B sa uklopjenim srcem

#### 14. Izradba drvenih željezničkih pragova – naputak

Proračune veličine nadmjere na utezanje, daljnju obradu i netočnost piljenja izvesti prema izrazima iz naputka vježbe 3. Nadmjere. Proračune kapaciteta pilanskih strojeva izvesti prema izrazima iz naputka vježbe 4. Pilanska tehnologija. Proračune iskorištenja izvesti prema izrazima iz naputka vježbe 6. Iskorištenja. Ostale proračune izvesti prema relacijama 1. do 24.

$$Dt = Ds - \frac{L}{2} * i \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$Dd = Ds + \frac{L}{2} * i \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$Ds = \frac{Dt + Dd}{2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$i = \frac{Dd - Dt}{L} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$Vt = \frac{Ds^2 * \pi}{4} * L \quad \dots\dots\dots(5)$$

*Vt* – volumen trupca, [m<sup>3</sup>]  
*Ds* – srednja vrijednost unakrsnih promjera trupca na polovini duljine, [m, cm]  
*Dt* – promjer trupca na tanjem kraju [cm]  
*Dd* – promjer trupca na debljem kraju, [cm]  
*i* – pad promjera, [cm/m' ; %]  
*L* – duljina trupca, [m]

$$Vp = d * b * l \quad \dots\dots\dots(6)$$

*Vp* – nominalni volumen piljene građe, [m<sup>3</sup>]  
*d* – nominalna debljina piljene građe, [mm]  
*b* – nominalna širina piljene građe, [mm]  
*l* – nominalna duljina piljene građe, [m<sup>3</sup>]

$$Vp' = d' * b' * l' \quad \dots\dots\dots(7)$$

*Vp'* – volumen piljene građe s nadmjerom, [m<sup>3</sup>]  
*d'* – debljina piljene građe s nadmjerom, [mm]  
*b'* – širina piljene građe s nadmjerom, [mm]  
*l'* – duljina piljene građe s nadmjerom, [m<sup>3</sup>]

$$Vkpo = Vt - (V' + Vh) \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$Vp = \Sigma V' -- \Sigma V \quad \dots\dots\dots(9)$$

*Vkpo* -- volumen krupnog pilanskog ostatka, [m<sup>3</sup>]  
*Vp* – volumen nadmjere, [m<sup>3</sup>]

## 14. Izradba drvenih željezničkih pragova – naputak

$$Z_o = 0,9 * D_t \quad \dots\dots\dots( 10 )$$

$$Z_o = \sqrt{D_t^2 - b'_{min}^2} \quad \dots\dots\dots( 11 )$$

$$A = d' * n + \text{šp} * n \quad \dots\dots\dots( 12 )$$

$$\text{šp} = a + 2 * e \quad \dots\dots\dots( 13 )$$

šp – širina propiljka, [mm]  
 e – veličina proširenja vrhova zubaca na jednu stranu  
 Zo – osnovna zona trupca, [mm]  
 A – ležište piljenica, [mm]  
 b'min – minimalna propisana širina piljenice sa nadmjerom, [mm]  
 d' – debljina piljenice s nadmjerom, [mm]  
 d – nominalna debljina piljenice [mm]  
 np – približan broj piljenica iste debljine i širine koje je moguće smjestiti u prizmu, [mm]

$$n_p = \frac{Apr}{d + P + \text{šp}} \quad \dots\dots\dots( 14 )$$

$$hpr = 0,7 * D_t \quad \dots\dots\dots( 15 )$$

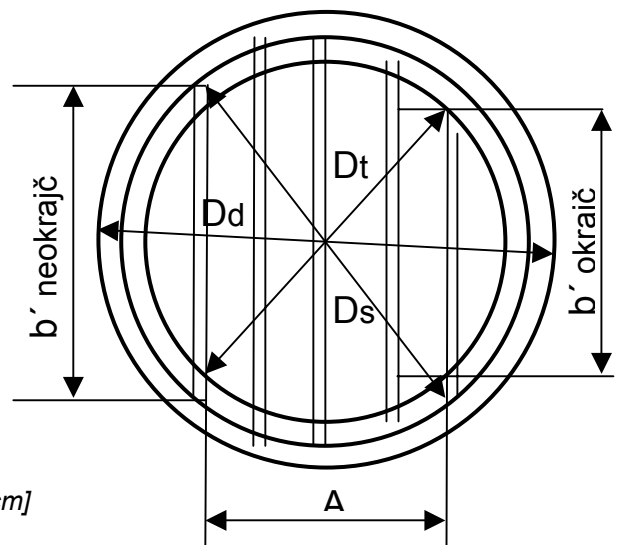
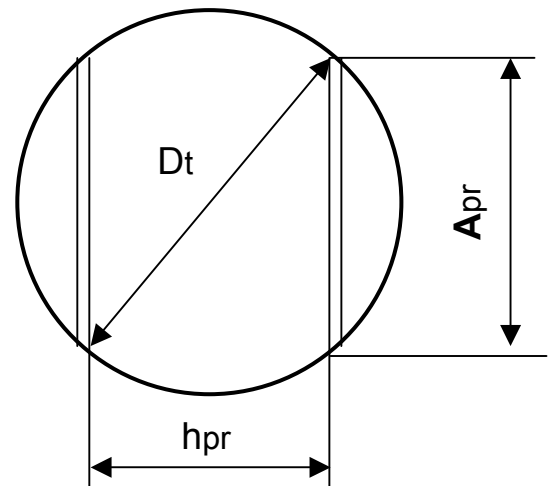
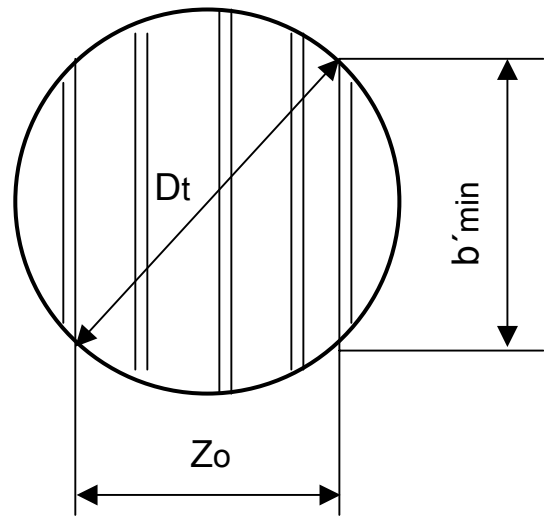
$$Apr = \sqrt{D_t^2 - hpr^2} \quad \dots\dots\dots( 16 )$$

hpr – visina prizme, [mm]  
 Apr – ležište prizme, [mm]

$$b'_{okrajč} = \sqrt{D_t^2 - A^2} \quad \dots\dots\dots( 17 )$$

$$b'_{neokrajč} = \sqrt{D_s^2 - A^2} \quad \dots\dots\dots( 18 )$$

b'okrajč – širina paralelno okrajčene piljenice s nadmjerom, [mm ; cm]  
 b'neokrajč – širina neokrajčene ili neparalelno okrajčene piljenice s nadmjerom, [mm ; cm]



## 14. Izradba drvenih željezničkih pragova – naputak

$$Dx = \sqrt{b'x^2 + Ax^2} \dots\dots\dots(19)$$

$$\Delta_D = Dx - Dt \dots\dots\dots(20)$$

$$lx = L - \frac{\Delta_D}{i} * 100 \dots\dots\dots(21)$$

*L* – duljina trupca, [mm ; cm]

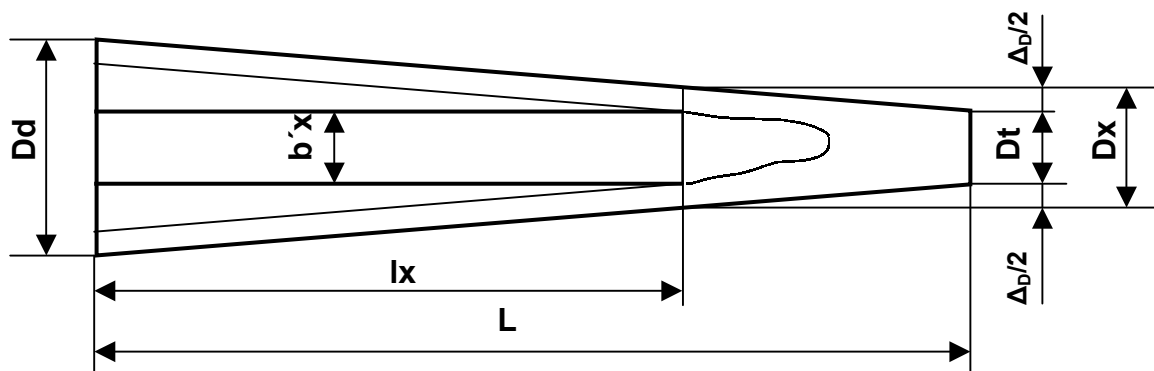
*Dx* -- kritični promjer trupca, [mm ; cm]

$\Delta_D$  – razlika promjera [mm ; cm]

*lx* – duljina piljenice u dopunskoj zoni, [m]

*b'x* – širina piljenice s nadmjerom obzirom na veličinu kritičnog promjera [mm, cm]

*i* – pad promjera [%]



$$bh = \sqrt{Ds^2 - Ah^2} \dots\dots\dots(22)$$

$$Ah = d' * n + šp * n \dots\dots\dots(23)$$

$$Vh = šp * bh * lh \dots\dots\dots(24)$$

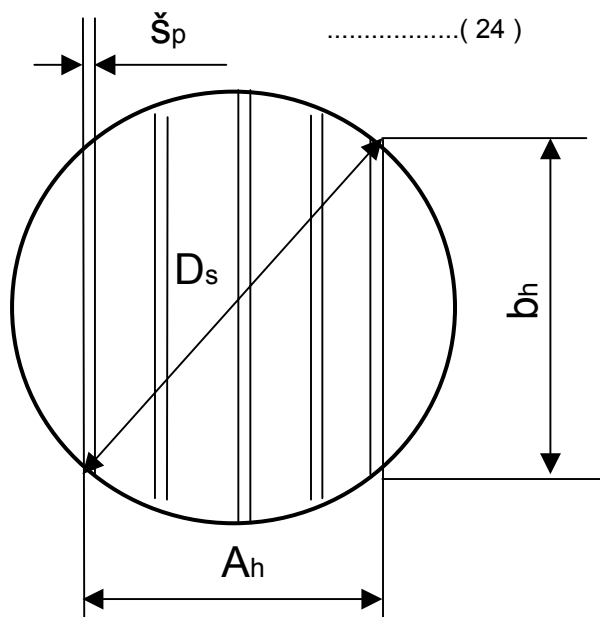
*bh* – visina propiljka, [m]

*Ah* – ležište propiljka, [m]

*n* – broj komada, [kom]

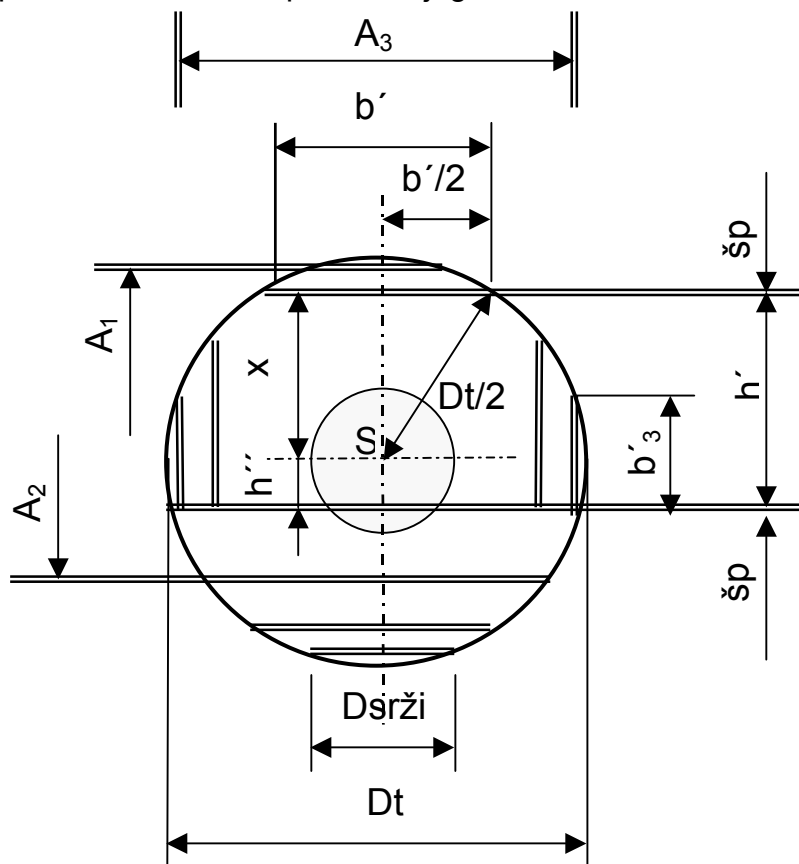
*lh* – duljina (propiljka) piljenice [m]

*Vh* -- volumen piljevine u jednom propiljku, [m<sup>3</sup>]



#### 14. Izradba drvenih željezničkih pragova – naputak

Pri proračunu promjera trupca za izradbu jednog asimetrično smještenog praga, te potrebne količine trupca za njegovu izradbu koristiti se izrazima 25. do 29.



$$x = \sqrt{\left(\frac{Dt}{2}\right)^2 - \left(\frac{b'}{2}\right)^2} \quad \text{.....( 25 )}$$

$$h'' = h' - x \quad \text{.....( 26 )}$$

$$A_1 = 2 * x + 2 * \text{šp} + 2 * d'_1 \quad \text{.....( 27 )}$$

$$A_2 = 2 * h'' + 2 * \text{šp} + 2 * d'_2 \quad \text{.....( 28 )}$$

$$b'_3 = \frac{\sqrt{Ds^2 - A_3^2}}{2} + h'' \quad \text{.....( 29 )}$$

*Dt* – promjer trupca na tanjem kraju [mm ; cm]

*Ds* – promjer trupca na polovici duljine [mm ; cm]

*Dsrži* – promjer nepravne srži [mm ; cm]

*a'* – širina (donje ležište) praga s nadmjerom, [mm ; cm]

*h'* – visina praga s nadmjerom [mm ; cm]

*h''* – visina od vodoravne simetrale (središta – *S*) trupca do donjeg ležišta praga [mm ; cm]

*x* – visina od vodoravne simetrale (središta – *S*) trupca do gornjeg ležišta praga [mm ; cm]

*A<sub>1...3</sub>* – ležište piljenice [mm ; cm]

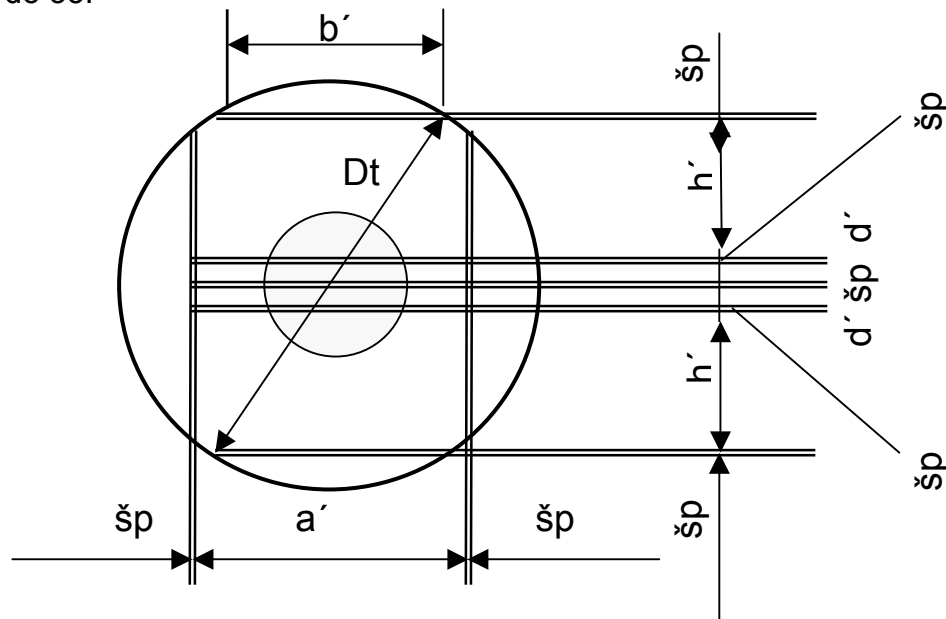
*šp* – širina propiljka [mm ; cm]

*b'* – širina piljenice s nadmjerom [mm ; cm]

*d'* – debljina piljenice s nadmjerom [mm ; cm]

#### 14. Izradba drvenih željezničkih pragova – naputak

Pri proračunu promjera trupca za izradbu jednog ili više simetrično smještenih pragova, te općenito potrebne količine trupca za njihovu izradbu možemo se koristiti izrazima 30. do 33.



$$Dt = \sqrt{(a' * n_{pr} + d' * n_d + \text{šp} * (n_{\text{šp}} - 2))^2 + (h' * n_{pr} + d' * n_d + \text{šp} * (n_{\text{šp}} - 2))^2} \quad \text{.....( 30 )}$$

*Dt* – promjer trupca na tanjem kraju [mm ; cm]

*a'* – širina (ležište) praga s nadmjerom, [mm ; cm]

*h'* – visina praga s nadmjerom [mm ; cm]

*šp* – širina propiljka [mm ; cm]

*n<sub>pr</sub>* – broj pragova smještenih u trupac s obzirom na visinu ili širinu (poprečni presjek) [kom]

*n<sub>d</sub>* – broj piljenica smještenih u trupac [kom]

*n<sub>šp</sub>* – broj propiljaka [kom]

*d'* – debljina piljenice s nadmjerom [mm ; cm]

$$nt = \frac{Npr_{RN}}{n_{pr}} \quad \text{.....( 31 )}$$

$$Vt_{pr} = Vt * nt \quad \text{.....( 32 )}$$

$$Vpr = \left( \frac{a + b}{2} \right) * h * l \quad \text{.....( 33 )}$$

*Npr<sub>RN</sub>* – ukupni broj pragova za izradbu prema radnom nalogu [kom]

*nt* – potrebni broj trupca za izradbu specificirane količine pragova, [kom]

*n<sub>pr</sub>* – broj pragova koji je moguće izraditi iz jednog trupca, [kom]

*Vt* – proračunati volumen jednog trupca za izradbu pragova, [m<sup>3</sup>]

*Vt<sub>pr</sub>* – ukupni potrebni volumen trupca za izradbu specificirane količine pragova, [m<sup>3</sup>]

*Vpr* – volumen jednog praga [m<sup>3</sup>]

*a* – nominalna širina gornje strane (ležišta) praga, [m]

*b* – nominalna širina donje strane (ležišta) praga, [m]

*h* – nominalna visina praga, [m]

*l* – nominalna duljina praga, [m]



**LITERATURA**

1. Brežnjak, M. 1997: Pilanska tehnologija drva, I dio, Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
2. Brežnjak, M. 2000: Pilanska tehnologija drva, II dio, Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
3. D. K. 1951: Izvoz željezničkih pragova. Drvna industrija, 2, (5): 6-7.
4. D. K. 1951: Neki problemi proizvodnje i isporuke željezničkih pragova. Drvna industrija, 2, (7): 18-19.
5. Benić, R. 1956: Ekonomičnost kod izrade željezničkih pragova. Drvna industrija, 7, (1): 2-16.
6. Benić, R. 1958: Minimalni promjer trupaca i maksimalno učešće crvenog srca kod pragovske oblovine. Drvna industrija, 9, (3-4): 34-40.
7. Brežnjak, M. 1963: Piljenje pragova i veličina neprave srži bukove pragovske oblovine. Drvna industrija, 14, (7-8): 100-112.
8. Frančišković, S. 1951: Bukovi željeznički pragovi. Drvna industrija, 2, (5): 1-5.
9. Kovač, D. 1951: Nekoliko napomena u pripremi, prodaji i otpremi željezničkih pragova za eksport. Drvna industrija, 2, (10): 20-21.
10. Kovač, D. 1952: Željeznički pragovi kao artikal svjetske trgovine. Drvna industrija, 3, (3): 1-7.
11. Kovačević, S.; Hlevnjak, M. 1982: Bukovi pragovi za vrijeme uskladištenja na stovarištima i njihova zaštita, Drvna industrija, 33, (11-12): 267-271.
12. Rokoš, Z. 1957: Impregnacija i reimpregnacija željezničkih pragova. Drvna industrija, 8, (1-2): 11-15.
13. Uidl, N. 1983: Bukovo drvo i njegova upotreba za izradu željezničkih pragova, Drvna industrija, 34, (4): 107-110.
14. D. B4. 026; D. B4. 026/1 Proizvodi iskorištavanja šuma, Trupci za pragove
15. D. D1. 020 Drveni željeznički pragovi, Tehnički uvjeti
16. D. D1. 021 Željeznički pragovi za skretnice
17. D. D1. 022 Željeznički pragovi za mostove
18. D. D1. 023 Željeznički pragovi za industrijske, lučioničke, radioničke i sporedne kolodvorske kolosjeke