

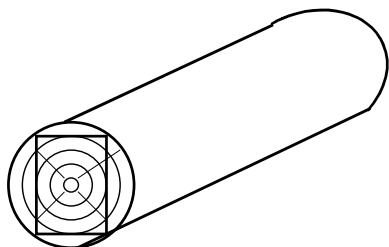
9. Izradba pilanskih proizvoda za graditeljstvo

Za uporabu u graditeljstvu najčešće se izrađuju slijedeći pilanski proizvodi poglavito iz jele i smreke: okrajčene piljenice, grede, gredice i letve.

9.1. Izradba greda

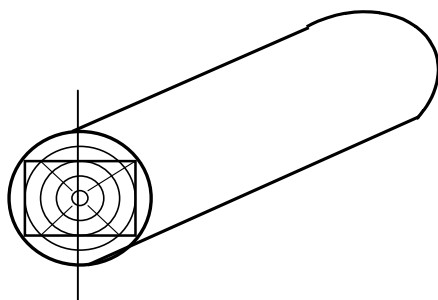
Najčešće se izrađuju piljenjem tehnikom prizmiranja na jednostrukim ili višestrukim tračnim pilama trupčarama, jarmačama, višelisnim kružnim pilama i iveračima. Pri izradbi je potrebno voditi računa o položaju srca.

a) Izradba jedne oštrobridne grede

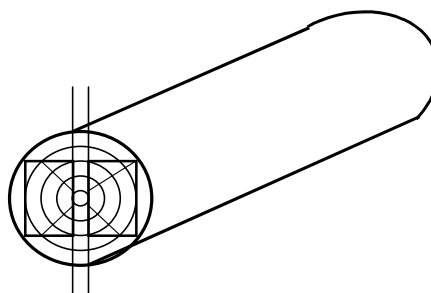


b) Izradba dvije oštrobridne grede

s raspiljenim srcem

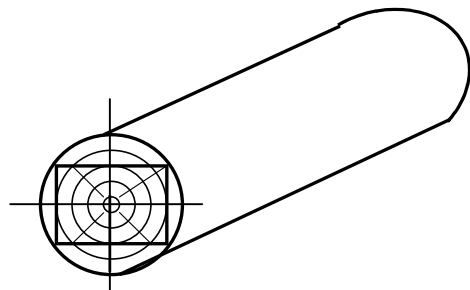


bez srca

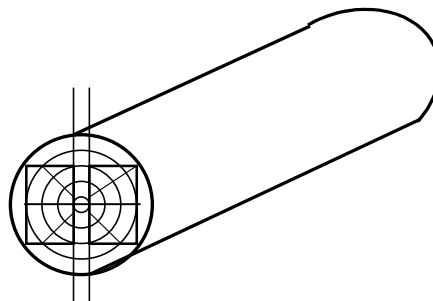


c) Izradba četiri i više oštrobridnih greda

s raspiljenim srcem



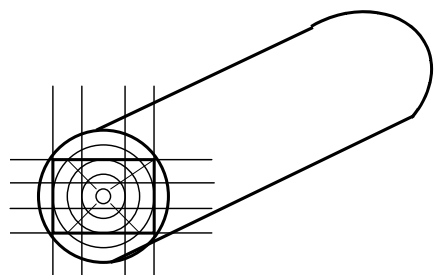
bez srca



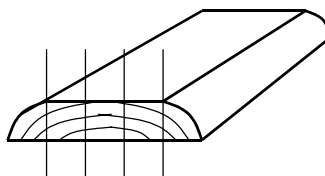
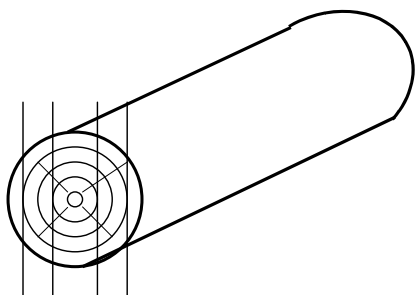
9.2. Izradba gredica

Pri izradbi gredica bitno je odlučiti se kojoj će poprečnoj dimenziji gredice odgovarati debljina piljenice (planke)

a) *Izradba gredica totalnim raspiljivanjem trupca u na jarmači ili TPT višestrukim raspiljivanjem*



b) *Izradba gredica primarnim raspiljivanjem trupca u neokrajčene piljenice te sekundarnim raspiljivanjem tih piljenica na kružnim pilama (višelisne, jednolisne) ili tračnim pilama u gređice*



9.3. Izradba letvi

a) Izradba letvi na isti način kao i gredica

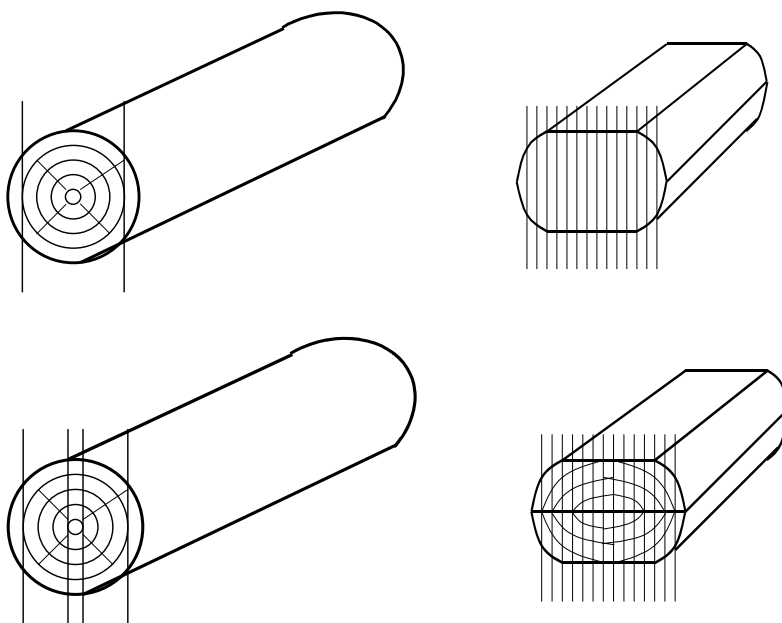
- izradba letvi totalnim raspiljivanjem trupaca u letve na jarmači ili TPT višestrukim prizmiranjem
- primarnim raspiljivanjem trupaca u neokrajčene piljenice te sekundarnim raspiljivanjem tih piljenica na kružnoj pili (višelisne, jednolisne) ili tračnoj pili

b) Izradba letvi kao glavnog proizvoda ili nusproizvoda iz okrajaka prilikom okrajčivanja neokrajčenih piljenica obično na kružnim pilama

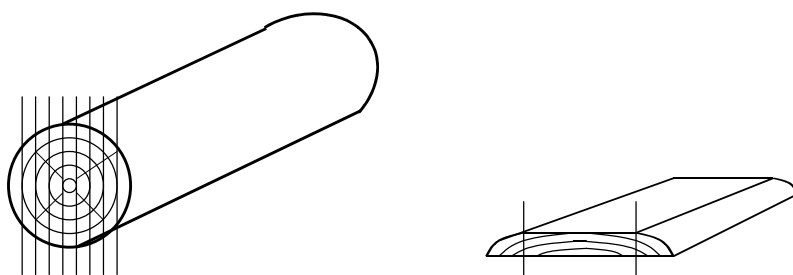
9.4. Izradba okrajčenih piljenica

a) Izradba okrajčenih piljenica tehnikom piljenja prizmiranjem

- jednostrukim ili višestrukim



b) Izradba okrajčenih piljenica primarnim raspiljivanjem trupaca u neokrajčene piljenice te sekundarnim raspiljivanjem tih piljenica na kružnoj pili (višelisne, jednolisne)



IZVADAK IZ STANDARDA (NORME) ZA PILJENU GRAĐU JELE I SMREKE
(HRN D. C1. 041)

1. Jelova i smrekova piljena građa

- neokrajčane piljenice
- okrajčane piljenice
- letve
- gredice
- grede
- težinska građa*
okorci, okrajci

2. Dimenzije

2. 1. Piljenice

- debljina u mm
18 ; 24 ; 28 ; (33) ; 38 ; 48 ; 60 ; 76 ; 80 ; (90) ; 100
- širina u cm
od 60 mm rastući po 10 mm za debljine do 48 mm
od 76 mm rastući po 10 mm za debljine veće od 50 mm
- mjerenje širine
 - a) neokrajčane piljenice
Širina piljenica do 38 mm debljine mjeri se na užoj strani na polovini duljine na puni cm, sistemom do 5 mm na manje od 6 do 9 mm naviše (12, 4 = 12 cm ; 12, 6 = 13 cm).*
Širina piljenica preko 38 mm debljine mjeri se na užoj i široj strani na polovini duljine, širine se zbroje, podijele s dva i zaokruže na puni cm naniže.
 - b) okrajčane piljenice
Širina piljenica mjeri se zaokruživanjem na puni centimetar, sistemom do 5 mm na manje od 6 do 9 mm naviše. Kod neparalelno okrajčanih piljenica, širina se mjeri na polovini duljine.
- duljine u m
 - a) Normalne neokrajčane i okrajčane piljenice (duga građa)
od 3 m naviše rastući po 25 cm (3 ; 3,25 ; 3,50 ; 3,75 ; itd).
 - b) Kratke piljenice (kratka građa)
od 1 m do 2,75 m rastući po 25 cm.
 - c) Vrlo kratke piljenice (kratice)
od 0,5 m do 0,9 m rastući po 10 cm.

2. 2. Letve

- Dimenzije presjeka u mm
24/24 ; 24/38 ; 24/48 ; 28/28 ; 28/38 ; 28/48
- Duljine u m
od 1 m na više rastući po 25 cm

2. 3. Gredice

- Dimenzije presjeka u mm
38/38 ; 38/48 ; 38/76 ; 48/48 ; 48/76 ; 76/76 ; 48/60 ; 60/60
- Duljine u m
od 1 m naviše rastući po 25 cm

2. 4. Grede

- Širine u cm
od 10 do 22 cm rastući po 1 cm
- Visine u cm
od 10 do 30 cm rastući po 1 cm
- Duljine u m
od 2 m (3 m) na više rastući po 25 cm s tim da maksimalni odnos širine prema visini iznosi 5 : 7*

3. Klase kvalitete piljenica

- Čista – polučista (ČPČ) ; I ; II ; III ; IV ; V

PRORAČUN RASPOREDA PILA ANALITIČKIM POSTUPKOM

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 greda, gredica, letvi i okrajčenih piljenica zadanih dimenzija u pravilu se temelji na nekom od sljedećih kriterija:

- **Raspored pila za ispunjenje specifikacije**
Primjena kad postoji specifikacija za izradu točno određenih sortimenata u određenim dimenzijama i kvaliteti (grede, gredice, letve, okrajčene piljenice). Za ovaj kriterij potrebno je pripremiti i odgovarajuće trupce.
- **Raspored pila za maksimalno kvantitativno iskorištenje trupca**
Zasniva se na principu maksimizacije površine pravokutnika upisanog u krug trupca. Zahtjeva slobodu u izboru debljina piljenica koje se izrađuju. Primjena kod raspiljivanja vrsta drva ujednačene kvalitete (jela, smreka).
- **Raspored pila uz metodu prizmiranja trupca**
Najčešće se koristi obrazac proračuna po kojem je presjek prizme u trupcu približno upisani kvadrat.

Osnovna zona – zona rasporeda pila u trupcu gdje piljenice uz propisane širine trebaju imati duljinu trupca. U širinu osnovne zone se zbrajaju debljine piljenica s nadmjerom i raspiljcima. U osnovnu zonu najčešće smještamo deblje piljenice.

Dopunska zona – zona rasporeda pila u trupcu gdje piljenice uz minimalnu propisanu širinu imaju duljinu manju od duljine trupca. Dopunska zona se nalazi na bokovima trupca i njezino iskorištenje je usko povezano sa padom promjera trupca. U dopunsku zonu smještamo tanje piljenice.

Važno !!!

Pri pristupu proračunu zadatka voditi računa koji je zadani (najznačajniji) kriterij sastavljanja rasporeda pila. Odabir promjera trupca bazirati na najmanjem mogućem promjeru obzirom na zadanu specifikaciju pilanskih proizvoda.

9. Izradba pilanskih proizvoda za graditeljstvo – 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 27.

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

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

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

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

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

Vt – volumen trupca, [m³]
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, [m³]
d – nominalna debljina piljene građe, [mm]
b – nominalna širina piljene građe, [mm]
l – nominalna duljina piljene građe, [m³]

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

Vp' – volumen piljene građe s nadmjerom, [m³]
d' – debljina piljene građe s nadmjerom, [mm]
b' – širina piljene građe s nadmjerom, [mm]
l' – duljina piljene građe s nadmjerom, [m³]

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

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

Vkpo -- volumen krupnog pilanskog ostatka, [m³]
Vp – volumen nadmjere, [m³]

9. Izradba pilanskih proizvoda za graditeljstvo – 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]

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

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

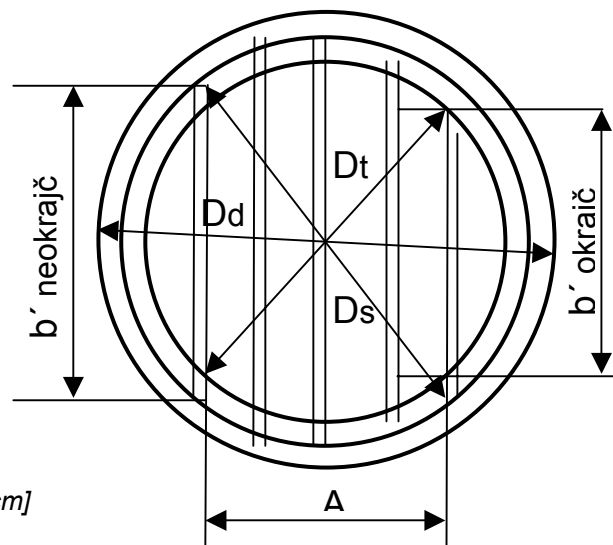
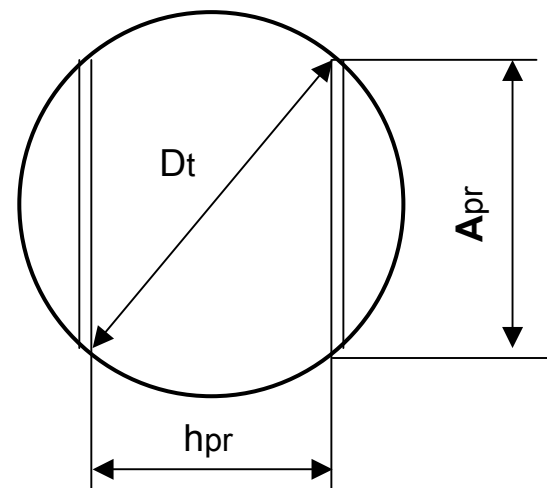
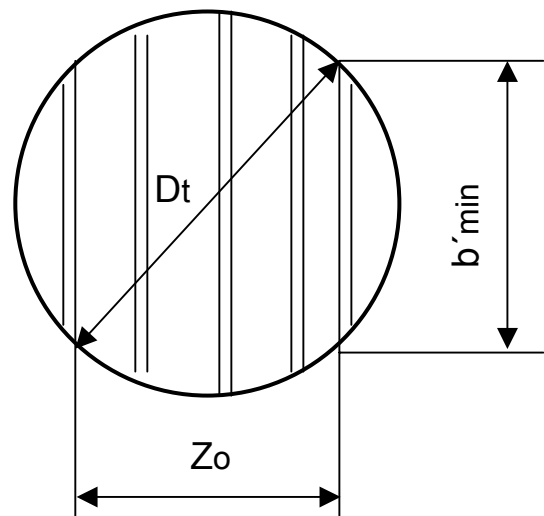
$$Apr = \sqrt{D_t^2 - hpr^2} \quad \dots\dots\dots(16)$$

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]



9. Izradba pilanskih proizvoda za graditeljstvo – naputak

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

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

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

L – duljina trupca, [mm ; cm]

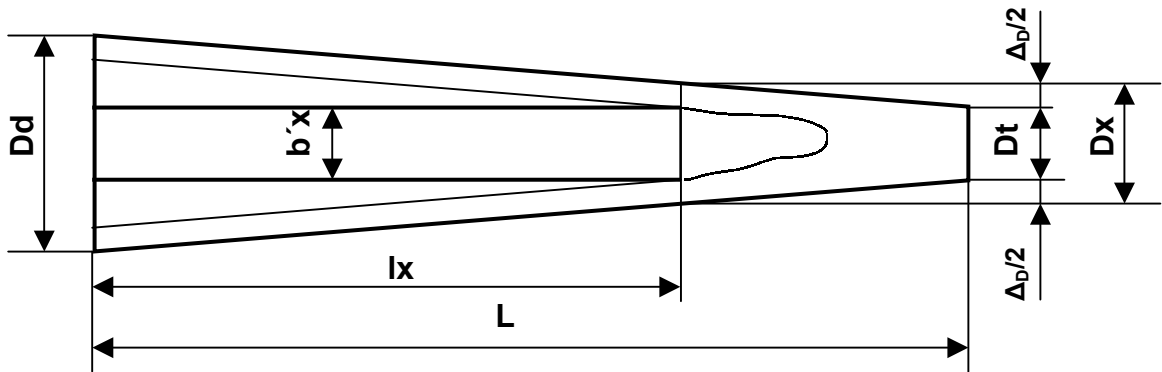
Dx -- kritični promjer trupca, [mm ; cm]

Δ_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 [%]



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

$$Ah = d' * n + \text{šp} * n \quad \dots\dots\dots(23)$$

$$Vh = \text{šp} * bh * lh \quad \dots\dots\dots(24)$$

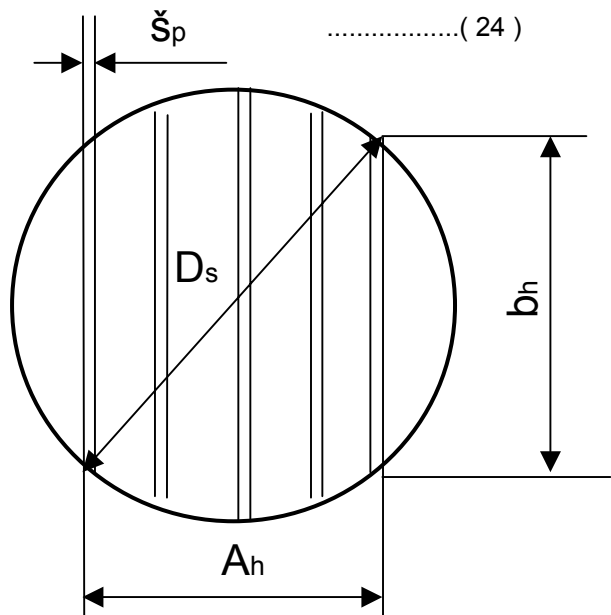
bh – visina propiljka, [m]

Ah – ležište propiljka, [m]

n – broj komada, [kom]

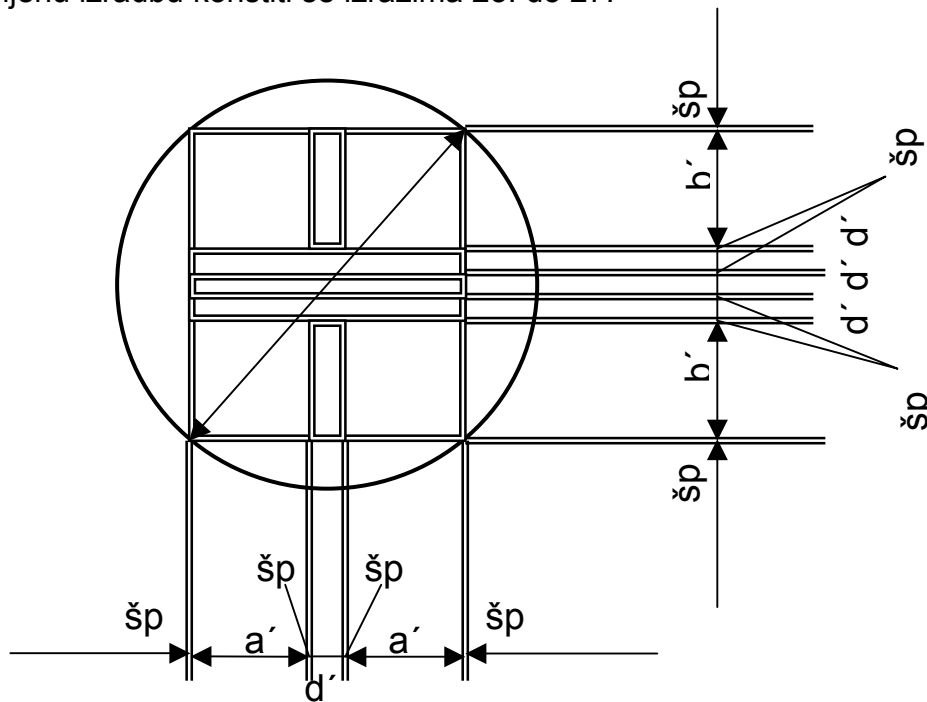
lh – duljina (propiljka) piljenice [m]

Vh -- volumen piljevine u jednom propiljku, [m³]



9. Izradba pilanskih proizvoda za graditeljstvo – naputak

Pri proračunu potrebnog promjera trupca za izradbu građe, te potrebne količine trupca za njenu izradbu koristiti se izrazima 25. do 27.



$$Dt = \sqrt{(a'_g * n_g + d' * n_d + šp * (n_{šp} - 2))^2 + (b'_g * n_g + d' * n_d + šp * (n_{šp} - 2))^2} \quad \text{.....(25)}$$

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

a'_g – širina grede (gredica, letvi) s nadmjerom, [mm ; cm]

b'_g – visina grede (gredica, letvi) s nadmjerom [mm ; cm]

$šp$ – širina propiljka

n_g – broj greda (gredica, letvi) smještenih u trupac s obzirom na visinu ili širinu [kom]

n_d – broj piljenica smještenih u trupac [kom]

$n_{šp}$ – broj propiljaka [kom]

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

$$nt = \frac{V_{RN}}{d * b * l * n_k} \quad \text{.....(26)}$$

$$Vt_g = Vt * nt \quad \text{.....(27)}$$

nt – potrebni broj trupca za izradbu specificirane količine građe (grede, gredice, letve ili piljenice), [kom]

Vt – proračunati volumen jednog trupca za izradbu specificirane količine građe (grede, gredice, letve ili piljenice), [m³]

Vt_g – ukupni potrebni volumen trupca za izradbu specificirane količine građe (grede, gredice, letve ili piljenice), [m³]

V_{RN} – ukupni volumen specificirane građe – Radni nalog (grede, gredice, letve ili piljenice), [m³]

d (a) – nominalna debljina piljene građe, [m]

b – nominalna širina piljene građe, [m]

l – nominalna duljina piljene građe, [m]

n_k – ukupni broj komada građe (grede, gredice, letve ili zadane piljenice) izrađene iz jednog trupca [kom]

LITERATURA

1. Brežnjak, M.; Herak, V. 1970: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima, *Drvena industrija*, 21, (1-2): 2-12.
2. Brežnjak, M. 1996: Drvo taj divni materijal, *Šumarski list*, 12, (5-6): 219-224.
3. Brežnjak, M. 1997: Pilanska tehnologija drva, I dio, Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
4. Brežnjak, M. 2000: Pilanska tehnologija drva, II dio, Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
5. Butković, J. 1978: Piljenje jelovih trupaca u cijelo i prizmiranjem, Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
6. Butković, J. 1978: Komparativna istraživanja volumnog iskorištenja trupaca kod simuliranog i eksperimentalnog piljenja, *Bilten ZIDI*, 7, (5): 15-34.
7. Butković, J. 1980: Utjecaj tehnologije piljenja na iskorištenje jelovih trupaca, *Drvena industrija*, 31, (5-6): 120-136.
8. Butković, J. 1984: Mogućnosti i načini određivanja kvalitete trupaca i piljenica, Zbornik radova, Savjetovanje u Osijeku, Istraživanje, razvoj i kvaliteta proizvoda u preradi drva: 231-236.
9. Butković, J. 1993: Utjecaj nekih načina raspiljivanja trupaca jele/smreke na iskorištenje u primarnoj preradi, *Drvena industrija*, 44, (3): 85-90.
10. Butković, J. 1998: Usporedba iskorištenja za tri načina piljenja jelovih/smrekovih trupaca, *Drvena industrija*, 49, (1): 3-7.
11. Gornik Bučar, D.; Merzelj, F. 1998: Žagarski praktikum, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.
12. Hitrec, V. 1978: Optimizacija piljenja korištenjem kompjuterske tehnike, Rangiranje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca s obzirom na kvantitativno iskorištenje, *Bilten ZIDI*, 3, (7): 1-52.
13. Hitrec, V. 1979: Određivanje rasporeda pila za piljenje jelovih trupaca metodom simuliranja, *Kolokvij iz pilanarstva*, *Bilten ZIDI*, 5, (7): 34-40.
14. Hitrec, V. 1979: RARAVO – ZIDI, Program za elektronski računar – rangiranje rasporeda pila na jarmači prema volumnom iskorištenju, *Bilten ZIDI*, 1, (7): 1-52.
15. Hitrec, V. 1983: Utjecaj debljine i pada promjera trupaca te širine propiljka i netočnosti piljenja na volumno iskorištenje trupaca kod piljenja na jarmačama, te neke ideje za sortiranje trupaca, *Bilten ZIDI*, 3, (11): 64-83.
16. Horvat, I. 1963: Pilanska prerada drva 1 i 2, Skripta, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
17. Horvat, I. 1976: Tehnologija drva I dio, Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
18. Horvat, I.; Krpan, J. 1967: Drvno-industrijski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb.
19. Knežević, M. 1970: Prerada drveta na strugarama, Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd.
20. Merzelj, F. 1996: Žagarstvo: Udžbenik, Kmečki glas, Ljubljana.
21. Muhamedagić, I. 1983: Niskokvalitetni jelovi trupci i proizvodnja obradaka, *Bilten ZIDI*, 11, (3): 39-51.
22. Nikolić, M. 1983: Prerada drveta na pilanama, I i II knjiga, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet.
23. Prka, T. 1973: Iskorištenje sirovine u pilanskoj preradi drva, *Drvena industrija*, 24, (7-8): 147-157.

9. Izradba pilanskih proizvoda za graditeljstvo – naputak

24. Prka, T. 1995: Pilanska prerada drva, stanje, pravci i strategija razvitka industrijske prerade drva u RH do 2010 god., Croatiadrvo, Zagreb.
25. Prka, T. 1996: Stanje i pravci razvitka pilanske prerade drva u Republici Hrvatskoj, Zbornik radova simpozija Revitalizacija i restrukturiranje šumarstva i drvne industrije Republike Hrvatske, Tuhelj.
26. Zubčević, R. 1979: Istraživanje racionalnije izrade grubih obradaka u pilanskoj preradi četinjača, Drvna industrija, 30, (7-8): 219-224.
27. ***** HRN D. B0. 022 Razvrstavanje i mjerenje neobrađenog i obrađenog drveta
28. ***** HRN D. C1. 041 (1982) Rezana (piljena) građa jele i smreke
29. ***** 1998: Cjenik glavnih šumskih proizvoda za domaće tržište, "JP Hrvatske šume"