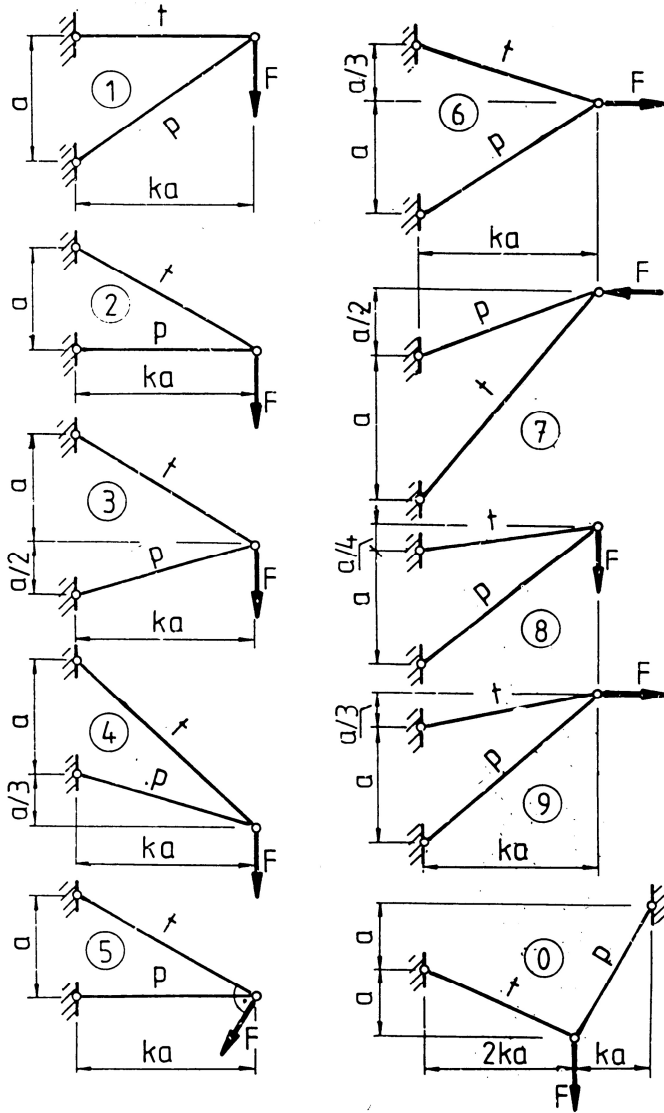


Ülesanne 9

Varda tugevusarvutus lubatava pinge meetodil

Leida **joonisel 9** kujutatud konstruktsiooni teras- (t) ja puitvarda (p) ristlõike mõõtmed.



Joonis 9

Lubatavad pinged:

$$\text{terasele } \sigma_a^t = 120 \text{ MPa}$$

$$\text{puidule } \sigma_a^p = 3 \text{ MPa}$$

Lubatava pinge antud madalate väärtuste korral osutuvad ristlõike vajalikud mõõtmed sedavõrd suurteks, et surutud varda nõtkete võib lugeda väldituks.

Pikkus $a = 1,20$ m. Muud andmed võtta **tabelist 9**.

Tabel 9

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Skeem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
F , kN	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
k	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,20	
rist- lõige	t	Ü	R	Ü	R	Ü	R	Ü	Ü	R	R
	p	Ü	Ü	R	R	R	Ü	Ü	R	R	Ü

MÄRKUS. R – ruudukujuline
Ü – ringikujuline

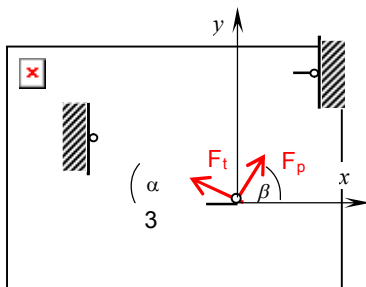
Nõutav lahenduskäik

1. Joonestada konstruktsiooni skeem sobivas mõõtkavas.
2. Leida sisejõud varrastes.
3. Dimensioonida vardad.

Lahendusnäide

Andmed:

$F = 60$ kN Ristlõige - puit – ruut küljepikkusega **b**
 $k = 0,85$ teras – ring diameetriga **d**



Joonis 1a

Vastavalt joonisele 1a

$$\tan \alpha = \frac{a}{3ka} = \frac{1}{3k} = \frac{1}{2,55} = 0,392$$

$$\tan \beta = \frac{2a}{ka} = \frac{2}{k} = \frac{2}{0,85} = 2,353$$

$$\alpha = \arctan 0,392 = 21,41^\circ$$

$$\beta = \arctan 2,353 = 66,97^\circ \approx 67^\circ$$

$$\cos \alpha = 0,931; \sin \alpha = 0,365; \cos \beta = 0,391; \sin \beta = 0,921$$

Tähistanud jõud teras- ja puitvardas vastavalt sümbolitega F_t ja F_p koostame saadud koonduvale jõusüsteemile tasakaalutingimused jõudude projektsioonides x ja y telgedel

$$\sum F_{kx} = 0 \quad \left| \quad F_p \cos \beta - F_t \cos \alpha = 0 \quad (9.1)$$

$$\sum F_{ky} = 0 \quad \left| \quad F_p \sin \beta + F_t \sin \alpha - F = 0 \quad (9.2)$$

Avaldame nüüd võrrandist (9.1) jõu F_p ja asendame võrrandisse (9.2)

$$F_p = F_t \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \quad (9.3)$$

$$F_t \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \sin \beta + F_t \sin \alpha - F = 0 \quad (9.4)$$

Võrrandist (9.4) leiame

$$F_t = \frac{F \cos \beta}{\cos \alpha \sin \beta + \sin \alpha \cos \beta} = \frac{F}{\cos \alpha \tan \beta + \sin \alpha} \quad (9.5)$$

ja seejärel võrrandist (9.3)

$$F_p = \frac{F}{\cos \beta \tan \alpha + \sin \beta} \quad (9.6)$$

Arvestades antud andmeid saame

$$F_t = \frac{60}{0,931 \cdot 2,353 + 0,365} = 23,48 \text{ kN} \quad (9.7)$$

$$F_p = \frac{60}{0,391 \cdot 0,392 + 0,921} = 55,85 \text{ kN} \quad (9.8)$$

ja ristlõike pindalad

$$A_t = \frac{\pi d^2}{4} \quad A_p = b^2 \quad (9.9)$$

Arvestades lubatavaid pingeid

$$\sigma_t = \frac{F_t}{\pi r^2} < \sigma_a^t \quad \sigma_p = \frac{F_p}{b^2} < \sigma_a^p \quad (9.10)$$

saame

$$d > \sqrt{\frac{4F_t}{\pi \sigma_a^t}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 23,48 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 120 \cdot 10^6}} = \sqrt{2,493 \cdot 10^{-4}} = 1,5789 \cdot 10^{-2} \text{ m} \approx 1,6 \text{ cm}$$

$$b > \sqrt{\frac{F_p}{\sigma_a^t}} = \sqrt{\frac{55,85 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^6}} = \sqrt{186,2 \cdot 10^{-4}} = 13,65 \cdot 10^{-2} \text{ m} \approx 13,7 \text{ cm}$$

Terasvarda ristlõike tunnismõõt (b või d) millimeetrites

Tabel 9a

A \ B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2,86	3,60	2,79	3,59	2,28	2,30	2,50	1,78	2,17	0,85
2	2,62	3,23	2,50	3,19	2,09	2,03	2,44	1,62	1,91	0,78
3	3,06	3,69	2,86	3,63	2,44	2,27	2,10	1,89	2,14	0,90
4	2,79	3,31	2,56	3,25	2,23	2,01	2,06	1,72	1,89	0,81
5	3,24	3,78	2,93	3,70	2,59	2,26	2,01	1,99	2,13	0,94
6	2,95	3,39	2,63	3,30	2,35	1,99	2,23	1,81	1,88	0,85
7	3,42	3,87	3,00	3,76	2,73	2,24	2,19	2,09	2,12	0,97
8	3,50	3,92	3,04	3,80	2,79	2,24	1,91	2,14	2,11	0,99
9	3,18	3,52	2,73	3,39	2,53	1,98	1,88	1,94	1,87	0,90
0	3,32	3,61	2,79	3,46	2,65	1,97	2,06	2,02	1,86	0,93