

## PŘÍKLAD 1.1 PROSTÝ OHYB - MONOLITICKÁ DESKA

Navrhnete výztuž a posuďte průřez monolitické stropní desky tloušťky  $0,09m$  z betonu C12/15 a oceli 10 216, je-li deska namáhána ohybovým momentem  $M_{sd} = 9 kNm/m$ . Deska je v prostředí suchém (třída prostředí 1)

### MATERIÁLY

Příloha 3

Beton C12/15  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C} = \frac{12}{1,5} = 8 MPa; \alpha = 1,0$

Příloha 4

Výztuž 10 216  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{206}{1,15} = 179,1 MPa; \epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{179,1}{200 \cdot 10^3} = 0,9 \text{‰}$

Uvažujeme rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlačené oblasti, neomezené přetvoření oceli.

### GEOMETRIE

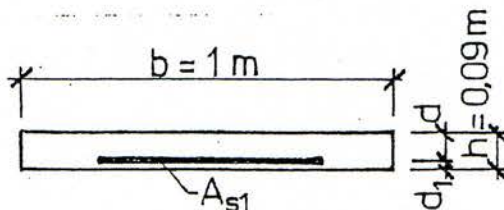
Příloha 7

Krytí  $c = c_{\min} + \Delta h = 15 + 5 = 20mm$

$$d_1 = 0,02 + \frac{0,01}{2} = 0,025m$$

(předpokládáme  $\varnothing 10$ )

$$d = h - d_1 = 0,09 - 0,025 = 0,065m$$



Obr. 1.1.1

### NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd}} = \frac{9,0}{1 \cdot 0,065^2 \cdot 1,8 \cdot 10^3} = 0,266$$

Příloha 9b

Z tabulky:  $\omega = 0,317; \xi = 0,395 < \xi_{\max} = 0,45$

$$\epsilon_{s1} = 5,637 \text{‰} > \epsilon_{yd} \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd}$$

$$A_{s1d} = \omega \cdot b \cdot d \cdot \frac{\alpha \cdot f_{cd}}{\sigma_{s1}} = 0,317 \cdot 1 \cdot 0,065 \cdot \frac{1 \cdot 8,0}{179,1} = 920,4 \cdot 10^{-6} m^2$$

Příloha 21

Navrženo:  $\varnothing E10$  po  $85 mm; A_{s1} = 924,0 \cdot 10^{-6} m^2$

### POSOUZENÍ OHYBOVÉ VÝZTUŽE

Příloha 19

Kontrola stupně vyztužení

$$\rho = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{924,0 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 0,065} = 0,0142 > 0,0015$$

$$\rho_h = \frac{A_{s1}}{b \cdot h} = \frac{924,0 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 0,09} = 0,0103 < 0,04$$

$$> \frac{0,6}{f_{yk}} = \frac{0,6}{206} = 0,0029$$

### Posouzení užitím tabulek

$$\omega = \rho \cdot \frac{\sigma_{s1}}{\alpha \cdot f_{cd}}; \text{ předpokládáme } \sigma_{s1} = f_{yd} = 179,1 \text{ MPa}$$

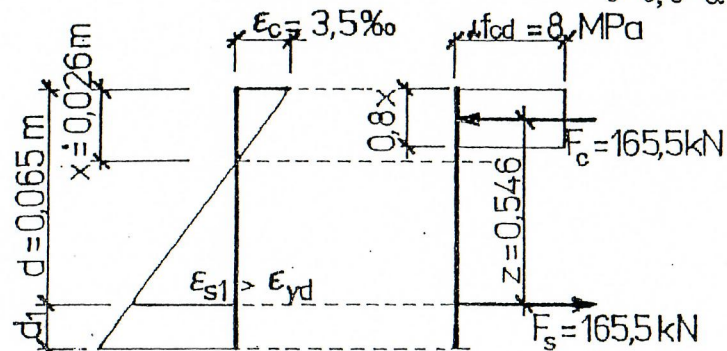
$$\omega = 0,0142 \cdot \frac{179,1}{1 \cdot 8,0} = 0,318$$

Příloha 9b

Z tabulky:  $\mu = 0,267; \epsilon_{s1} = 5,331 \text{‰} > \epsilon_{yd} \Rightarrow$  předpoklad splněn  
 $M_{Rd} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot \alpha \cdot f_{cd} = 0,267 \cdot 1 \cdot 0,065^2 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 10^3 = 9,03 \text{ kNm}$   
 $M_{Rd} > M_{Sd}$  Vyhovuje.

### b) posouzení přímým výpočtem

Předpoklad:  $\sigma_{s1} = f_{yd} = 179,1 \text{ MPa}$   
 $F_{s1} = A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 924,0 \cdot 10^{-6} \cdot 179,1 \cdot 10^3 = 165,5 \text{ kN}$   
 $F_c = b \cdot 0,8x \cdot \alpha \cdot f_{cd} \Rightarrow x = \frac{F_{s1}}{b \cdot 0,8 \cdot \alpha \cdot f_{cd}} = \frac{165,5}{1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 10^3} = 0,0259 \text{ m}$



Obr. 1.1.2

Kontrola předpokladu o napětí viz obr. 1.1.2

$$z = d - 0,4x = 0,065 - 0,4 \cdot 0,0259 = 0,0546 \text{ m}$$

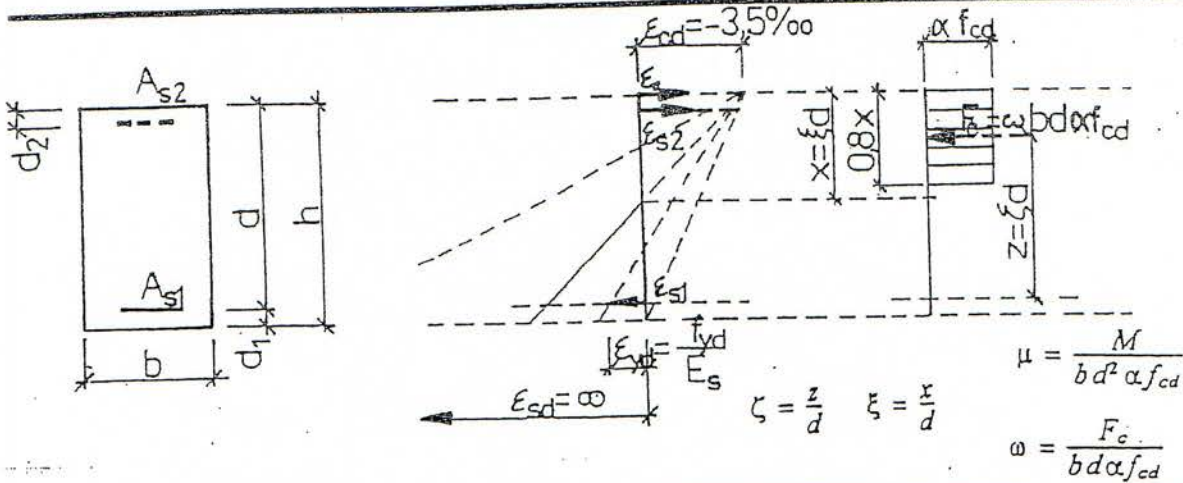
$$M_{Rd} = F_c \cdot z = 165,5 \cdot 0,0546 = 9,03 \text{ kNm} > M_{Sd}$$

### ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ

Navrženo:  $4\text{Ø}8/\text{m}'$  (Ø8 po 250mm)

$$A_s = 201 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 > 0,2 \cdot A_c = 0,2 \cdot 924,0 \cdot 10^{-6} = 184,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

**PŘÍLOHA 9b**    **OBDELNÍKOVÝ PRŮŘEZ, ROVNOMĚRNÉ**  
**ROZDĚLENÍ NAPĚTÍ V BETONU,**  
**PŘETVOŘENÍ TAHOVÉ VÝZTUŽE NEOMEZENÉ**



μ	ω	ξ	ζ	‰ εs1	‰ εc	εs2 pro d2/d			
						0,05	0,1	0,15	0,2
0,010	0,0101	0,013	0,995	275,093	-3,500	10,430	24,359	38,289	52,219
0,020	0,0202	0,025	0,990	135,086	-3,500	3,429	10,359	17,288	24,217
0,030	0,0305	0,038	0,985	88,412	-3,500	1,096	5,691	10,287	14,882
0,040	0,0408	0,051	0,980	65,071	-3,500	-0,071	3,357	6,786	10,214
0,050	0,0513	0,064	0,974	51,063	-3,500	-0,772	1,956	4,684	7,413
0,060	0,0619	0,077	0,969	41,722	-3,500	-1,239	1,022	3,283	5,544
0,070	0,0726	0,091	0,964	35,047	-3,500	-1,573	0,355	2,282	4,209
0,080	0,0835	0,104	0,958	30,039	-3,500	-1,823	-0,146	1,531	3,208
0,090	0,0945	0,118	0,953	26,142	-3,500	-2,018	-0,536	0,946	2,428
0,100	0,1056	0,132	0,947	23,022	-3,500	-2,174	-0,848	0,478	1,804
0,110	0,117	0,146	0,942	20,468	-3,500	-2,302	-1,103	0,095	1,294
0,120	0,128	0,160	0,936	18,337	-3,500	-2,408	-1,316	-0,224	0,867
0,130	0,140	0,175	0,930	16,533	-3,500	-2,498	-1,497	-0,495	0,507
0,140	0,151	0,189	0,924	14,985	-3,500	-2,576	-1,651	-0,727	0,197
0,150	0,163	0,204	0,918	13,642	-3,500	-2,643	-1,786	-0,929	-0,072
0,160	0,175	0,219	0,912	12,465	-3,500	-2,702	-1,903	-1,105	-0,307
0,170	0,188	0,234	0,906	11,426	-3,500	-2,754	-2,007	-1,261	-0,515
0,180	0,200	0,250	0,900	10,500	-3,500	-2,800	-2,100	-1,400	-0,700
0,190	0,213	0,266	0,894	9,670	-3,500	-2,841	-2,183	-1,524	-0,866
0,200	0,225	0,282	0,887	8,922	-3,500	-2,879	-2,258	-1,637	-1,016
0,210	0,238	0,298	0,881	8,244	-3,500	-2,913	-2,326	-1,738	-1,151
0,220	0,252	0,315	0,874	7,626	-3,500	-2,944	-2,387	-1,831	-1,275
0,230	0,265	0,331	0,867	7,060	-3,500	-2,972	-2,444	-1,916	-1,388
0,240	0,279	0,349	0,861	6,540	-3,500	-2,998	-2,496	-1,994	-1,492
0,250	0,293	0,366	0,854	6,060	-3,500	-3,022	-2,544	-2,066	-1,588
0,260	0,307	0,384	0,846	5,615	-3,500	-3,044	-2,588	-2,133	-1,677
0,270	0,322	0,402	0,839	5,202	-3,500	-3,065	-2,630	-2,195	-1,760
0,280	0,337	0,421	0,832	4,817	-3,500	-3,084	-2,668	-2,253	-1,837
0,290	0,352	0,440	0,824	4,456	-3,500	-3,102	-2,704	-2,307	-1,909
0,300	0,368	0,459	0,816	4,118	-3,500	-3,119	-2,738	-2,357	-1,976
0,310	0,384	0,479	0,808	3,800	-3,500	-3,135	-2,770	-2,405	-2,040
0,320	0,400	0,500	0,800	3,500	-3,500	-3,150	-2,800	-2,450	-2,100
0,330	0,417	0,521	0,792	3,216	-3,500	-3,164	-2,828	-2,493	-2,157
0,340	0,434	0,543	0,783	2,947	-3,500	-3,178	-2,855	-2,533	-2,211
0,350	0,452	0,565	0,774	2,691	-3,500	-3,190	-2,881	-2,571	-2,262
0,360	0,471	0,589	0,765	2,447	-3,500	-3,203	-2,905	-2,608	-2,311
0,370	0,490	0,613	0,755	2,213	-3,500	-3,214	-2,929	-2,643	-2,357
0,380	0,510	0,638	0,745	1,989	-3,500	-3,226	-2,951	-2,677	-2,402
0,390	0,531	0,664	0,735	1,773	-3,500	-3,236	-2,973	-2,709	-2,445
0,400	0,553	0,691	0,724	1,565	-3,500	-3,247	-2,993	-2,740	-2,487
0,410	0,576	0,720	0,712	1,363	-3,500	-3,257	-3,014	-2,770	-2,527
0,420	0,600	0,750	0,700	1,167	-3,500	-3,267	-3,033	-2,800	-2,567
0,430	0,626	0,782	0,687	0,974	-3,500	-3,276	-3,053	-2,829	-2,605
0,440	0,654	0,817	0,673	0,784	-3,500	-3,286	-3,072	-2,857	-2,643
0,450	0,684	0,855	0,658	0,595	-3,500	-3,295	-3,091	-2,886	-2,681
0,460	0,717	0,896	0,641	0,404	-3,500	-3,305	-3,110	-2,914	-2,719
0,470	0,755	0,944	0,622	0,208	-3,500	-3,315	-3,129	-2,944	-2,758
0,480	0,800	1,000	0,600	0,000	-3,500	-3,325	-3,150	-2,975	-2,800
0,490	0,859	1,073	0,571		-3,500	-3,337	-3,174	-3,011	-2,848

**PŘÍLOHA 21 b TABULKA PLOCH VÝZTUŽE PODLE VZDÁLENOS-  
TI PRUTŮ**

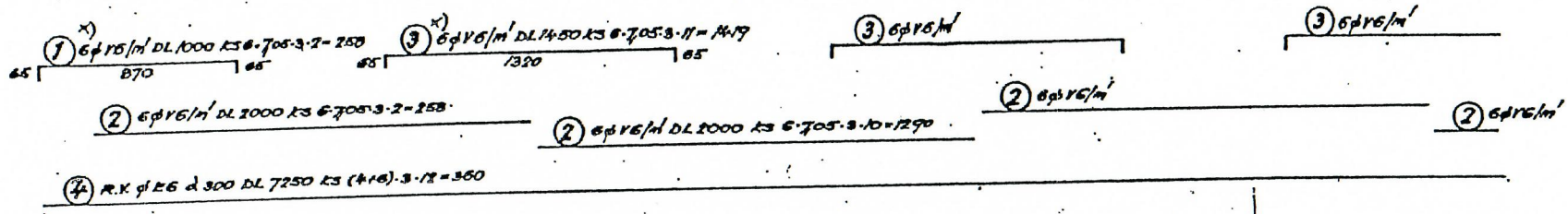
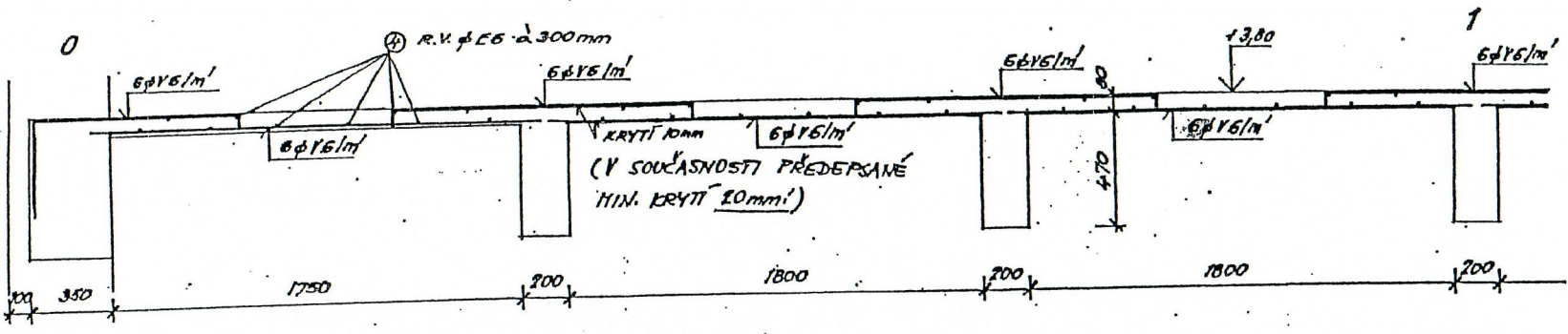
průřezová plocha  $A_s$  v  $\text{mm}^2$  na šířku 1 m

Vzdál. vložek [m/mv]	Profil prutů $d_s$ [mm]											
	5,5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25
70	339	404	550	718	1 122	1 616	2 199	2 872	3 635	4 488	5 431	7 013
75	317	377	513	670	1 045	1 508	2 053	2 681	3 393	4 189	5 069	6 545
80	297	353	481	628	982	1 414	1 924	2 513	3 181	3 927	4 752	6 136
85	279	333	453	591	924	1 331	1 811	2 366	2 994	3 696	4 472	5 775
90	264	314	426	559	873	1 257	1 711	2 234	2 828	3 491	4 224	5 454
95	250	298	405	529	827	1 191	1 620	2 117	2 679	3 307	4 002	5 170
100	238	283	385	503	785	1 131	1 539	2 011	2 545	3 142	3 802	4 902
105	226	269	367	479	748	1 077	1 466	1 915	2 424	2 992	3 621	4 675
110	216	257	350	457	714	1 028	1 400	1 828	2 313	2 856	3 456	4 463
115	207	246	335	437	683	984	1 339	1 748	2 213	2 732	3 306	4 269
120	198	236	321	419	655	943	1 283	1 676	2 121	2 618	3 168	4 091
125	190	226	308	402	628	905	1 232	1 609	2 036	2 513	3 041	3 927
130	183	217	296	387	604	870	1 184	1 547	1 958	2 417	2 924	3 776
135	176	209	285	372	582	838	1 140	1 489	1 885	2 327	2 816	3 636
140	170	202	275	359	561	808	1 100	1 436	1 818	2 244	2 715	3 506
145	164	195	265	347	542	780	1 062	1 387	1 755	2 167	2 622	3 386
150	158	188	257	335	524	754	1 026	1 340	1 697	2 095	2 534	3 273
155	153	182	248	324	507	730	993	1 297	1 642	2 027	2 453	3 167
160	148	177	241	314	419	707	962	1 257	1 591	1 964	2 376	3 068
170	140	166	226	296	462	665	906	1 183	1 497	1 848	2 236	2 888
175	136	162	220	287	449	646	880	1 149	1 454	1 795	2 172	2 805
180	132	157	214	279	436	628	855	1 117	1 414	1 745	2 112	2 727
185	128	153	208	272	425	611	832	1 087	1 376	1 698	2 055	2 654
190	125	149	203	265	413	595	810	1 058	1 339	1 654	2 001	2 584
195	122	145	197	258	403	580	789	1 031	1 305	1 611	1 950	2 517
200	119	141	192	251	393	566	770	1 005	1 272	1 571	1 901	2 455
210	113	134	183	239	374	538	733	957	1 212	1 496	1 810	2 337
220	108	128	175	226	357	514	700	914	1 156	1 428	1 728	2 231
230	103	123	167	218	341	492	669	874	1 106	1 366	1 653	2 134
240	99	118	160	209	327	471	641	838	1 060	1 309	1 534	2 045
250	95	113	154	201	314	452	616	804	1 018	1 256	1 520	1 963
300	79	94	128	167	262	372	513	670	848	1 047	1 267	1 636



Vlastnost betonu		Třída betonu								
		C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
Pevnost v tlaku	$f_{ck}$ [MPa]	12	16	20	25	30	35	40	45	50
	$f_{cm}$ [MPa]	20	24	28	33	38	43	48	53	58
Pevnost v tahu	$f_{ctm}$ [MPa]	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
	$f_{ctk,0.05}$ [MPa]	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9
	$f_{ctk,0.95}$ [MPa]	2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3
$E_{cm}$ [GPa]		26	27,5	29	30,5	32	33,5	35	36	37
Mezní přetvoření	$\epsilon_{cu} \cdot 10^{-4} \text{‰}^U$	-3,6	-3,5	-3,4	-3,3	-3,2	-3,1	-3	-2,9	-2,8
	$\epsilon_{cu} \cdot 10^{-4} \text{‰}^Z$	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5

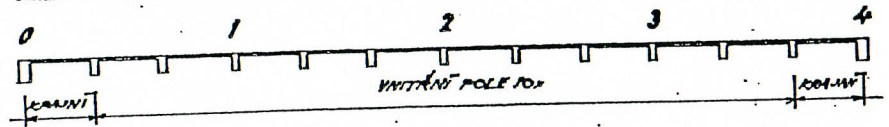
<sup>U</sup> pro výpočet únosnosti                      <sup>Z</sup> pro výpočet účinků zatížení



VÝKAZ VÝZTUŽE

č.	φ	DĚLKA (m)	KUSŮ	φ 16	φ 18
1	16	100	258		159,4
2	16	200	1578		3096,0
3	16	145	1417		2057,5
4	16	725	360	2610,00	
CELKEM km φ				2610,00	8714,5
MŮŽNOST km φ v kg				9222	9222
CELKEM kg φ				5775,50	17014,1
				10216	10216

SCHEMA VÝZTUŽOVANÉ DESKY



BETON B15  
OCEL 10425(V), 10216(E)

VYPRACOVAL M.A. FALK	KRESLIL A. NOVÁKOVÁ	KONTROLOVAL M. P. NEUDVÁN	STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT PRAHA 6
OBJEKT: SKLAD OPBH PRAHA 6 PRAHA 6 NAD KAJETÁNKOU 31			FORMÁT A4
VÝKRES VÝZTUŽI DESKY D <sub>1</sub> +300			ČÍSLO 3.1985
			MĚŘÍTKO 1:10
			ČÍSLO 52

POZNÁMKY:

- x) POLOŽKY ① a ③ (VÝZTUŽ U HORNÍHO POVRCHU - PRUTY S PRAVOÚHLÝMI HÁKY) JE MOŽNO NAHRADIT ROVNÝMI PRUTY (BEZ HÁKŮ) + PODEPŘÍT PODLOŽKAMI (ALE U POL. ① DOSTATEČNĚ KOTVIT ZA LÍC PODPORY!)
- ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ: PLOCHA  $a_{s.r.v.} \geq \frac{f_{yd}}{f_{yd.n.v.}}$  (DOPORUČENO  $\geq 0,25 a_s$  PRO ROZDĚLENÍ LOKÁLNÍCH ZATÍŽENÍ)  $+ 5\phi$  (1)  $+ 5\phi$  (5)
- NOSNÁ HLADKÁ VÝZTUŽ (10 216) MUSÍ BÝT OPATŘENY POLOKR. HÁKY
- DĚLKY PRUTŮ NOSNÉ VÝZTUŽE: U DOLNÍHO POVRCHU: MIN 10φ ZA LÍC PODPOR  
U HORNÍHO POVRCHU: MIN 1/4 SVĚTELÉHO ROZPĚTÍ ZA LÍCE PODPOR (1/3 PRO ZA LÍC KRAJ. PODPORY NUTNÁ KOTEVNÍ DĚLKA!)

**PŘÍLOHA 21a TABULKA PLOCH VÝZTUŽE PODLE POČTU PRUTŮ**

obvod průřezu $3,14d_s$ [mm]	hmot- nost 1 m prutu [kg/m]	průměr prutu $d_s$ [mm]	$A_s=0,7854d_s^2$ [mm <sup>2</sup> ]								
			počet prutů								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
17,3	0,187	5,5	13,8	48	71	95	119	143	166	190	214
18,9	0,222	6	28,3	57	85	113	141	170	198	226	254
20,4	0,260	6,5	33,2	66	100	133	166	199	232	265	299
22,0	0,303	7	38,5	77	115	154	192	231	269	308	346
25,1	0,395	8	50,3	101	151	201	251	302	352	402	452
31,4	0,617	10	78,5	157	236	314	393	471	550	628	707
37,7	0,888	12	113,1	226	339	452	566	679	792	905	1 018
44,0	1,208	14	153,9	308	462	616	770	924	1 078	1 232	1 385
50,3	1,578	16	201,1	402	603	804	1 005	1 206	1 407	1 608	1 810
56,6	1,998	18	254,5	509	763	1 018	1 272	1 527	1 781	2 036	2 290
62,8	2,466	20	314,2	628	942	1 257	1 571	1 885	2 199	2 513	2 827
69,1	2,984	22	380,1	760	1 140	1 521	1 901	2 281	2 661	3 041	3 421
78,5	3,853	25	490,9	982	1 473	1 964	2 454	2 945	3 436	3 927	4 418
88,0	4,834	28	615,8	1 232	1 847	2 463	3 079	3 694	4 310	4 926	5 542
100,5	6,313	32	804,2	1 608	2 413	3 217	4 021	4 825	5 630	6 434	7 238
113,1	7,990	36	1 017,9	2 036	3 054	4 072	5 089	6 107	7 125	8 143	9 161
122,5	9,378	39	1 194,6	2 389	3 584	4 778	5 973	7 168	8 362	9 557	10 751
157,1	15,413	50	1 963,5	3 927	5 890	7 854	9 817	11 781	13 744	15 708	17 671