

Doporučené hodnoty přípustného měrného tlaku pro různé materiály

Mezní tlak na jednotku plochy nesmí být při dotahování šroubů nebo matic překročen, jinak by se mohlo šroubové spojení uvolnit v důsledku sesedání.

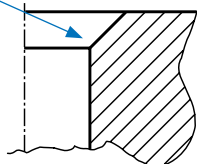
Podle VDI 2230, vydání 1986, s ověřenými mezními hodnotami

Uvedené hodnoty platí pro otvory bez sražených hran a o dostatečně velikém vnějším průměru smontovaných částí při pokojové teplotě.

Materiál jisticích dílů	Pevnost v tahu	Mezní měrný tlak ⁴⁾
	R_m [N/mm ²]	P_G [N/mm ²]
St 37	370	260
St 50	500	420
C 45	800	700
42 CrMo 4	1000	850
30 CrNiMo 8	1200	750
X 5 CrNiMo 18 10	500 až 700	210
X 10 CrNiMo 18 9	500 až 750	220
Titan, nelegovaný	390 až 540	300
GG 15	150	600
GG 25	250	800
GG 35	350	900
GG 40	400	1100
GGG 35,5	350	480
DG MgAl 9	300	220
GK MgAl 9	200	140
AlZnMg Cu 0,5	450	370

⁴⁾ Podmínky ovlivňující mezní měrný tlak

Sražená hrana



Sražením hrany u otvoru (styčná plocha ke spojovacímu prvku) lze u oceli dosáhnout až o 25 % vyššího tlaku než je hodnota povoleného měrného tlaku (opěrný účinek).

Strojní utahovací nástroj



Při utahování motorovým nástrojem může být povolena mezní hodnota povrchového tlaku až o 25 % nižší!

Podle VDI 2230, vydání 2015, s experimentálně zjištěnými referenčními hodnotami

Materiálová zkratka, označení podle EN	Číslo materiálu	Pevnost v tahu $R_{m \min}$ [N/mm ²]	Mezní měrný tlak ^{a) 1)} p_G [N/mm ²]
S235 JRG1 (UST 37-2)	1.0036	340	490
E295 (St 50-2)	1.0050	470	710
S355 JO (St 52-3U)	1.0553	490	760
Cq 45	1.1192	700	770
34 CrMo 4	1.7720	900	1170
34 CrNiMo 6	1.6582	1100	1430
38 MnSi-VS 5-BY	1.5231	900	990
16 MnCr 5	1.7131	1000	1300
X4 CrNi 18 12	1.4303	500	630
X5 CrNiMo 17 12 2	1.4401	530	630
X6 NiCrTiMoVB 25-15-2	1.4980	960	1200
NiCr20TiAl	2.4952	1000	1000
GJL-250 (GG-25)	0.6020	250	850 ^{b)}
GJS-400 (GGG-40)	0.7040	400	600 ^{b)}
GJS-500 (GGG-50)	0.7050	500	750 ^{b)}
GJS-600 (GGG-60)	0.7060	600	900 ^{b)}
AlMgSi 1 F31 (AW-6082)	3.2315.62	290	360
AlMgSi 1 F28	3.2315.61	260	325
AlMg4.5Mn F27 (AW-5083)	3.3547.08	260	325
AlZnMgCu 1.5 (AW-7075)	3.4365.71	540	540
GK-AISI9Cu3	3.2163.01	160	200
GD-AISI9Cu3	3.2163.05	240	300
GK-AISI7Mg wa	3.2371.62	250	310
GD-AZ 91	(3.5812)	240	280
TiAl6V4	3.7165.10	890	1340

a) Číselné hodnoty psané *kurzívou*: Dosud nebyly zkontrolovány podle metody v [53] nebo [64]. Doporučení pro oceli při použití zkoušky tvrdosti podle Brinella: $p_G \approx 3 \text{ HB}$

b) Podle [64]

Poznámka: Všechny číselné hodnoty musí být chápány jako krátkodobé hodnoty při pokojové teplotě a jako hodnoty orientační! V konkrétních případech může z důvodu velkého množství ovlivňujících faktorů (geometrie, relaxace atd.) docházet k odchylkám.

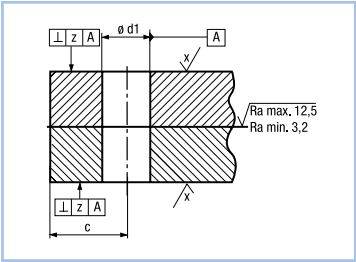
[Hodnota v závorce] viz seznam dle VDI 2230

1) Pokud není přípustné vtažení, tzn., je požadováno pouze zarovnání nerovnosti povrchu, nesmí tlak na jednotku plochy ve všech provozních stavech vést k překročení meze stlačitelnosti. Pro tento případ se doporučuje používat maximálně 70 % tabulkové orientační hodnoty. Ta bude uvedena v příštím vydání normy VDI 2230 v tabulce A9 spolu s dalšími doplňujícími informacemi.

Orientační hodnoty stavu povrchu v oblasti kontaktních ploch

Drsnost, tvar a tolerance polohy

Závít	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Dopor. minimální vzdálenost od okraje c [mm]	6	7,5	9	12	15	18	24	30
Maximální odchylka kolmosti z [mm]	0,04	0,08	0,08	0,09	0,11	0,13	0,17	0,21
Maximální drsnost Ra x [μm]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	6,3



Srovnávací tabulka možných symbolů, tříd a hodnot Rz pro drsnost povrchu podle DIN 4768

(ISO 4288, Geometrické požadavky na výrobky – Struktura povrchu: Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu.

Označení	Měřené rozpětí					Jednotky
max. Rz hodnota (≈ R _t)	40	25	25	16	10	μm
max. Ra hodnota	6,3	3,2	2	1,6	1,6	μm
Třídy drsnosti	N9	N8	N8	N7	N7	–
Staré symboly	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽	▽▽▽	–

Měrný tlak pod hlavou šroubu se šestihrannou hlavou

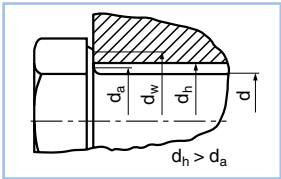
Podle DIN 931/933 (ISO 4014/4017) s normálním závitem

Jmenovitý Ø závitu d	Velikost klíče S _{max} [mm]	Ø kruhového osazení d _{w min} [mm]	Průchozí otvor (ISO 273) střední H13 d _h [mm]	Dosedací plocha A _p [mm²]	Průřez šroubu A _{s nom} [mm²]	Měrný tlak pod hlavou ¹⁾ [N/mm²]		
						Třída pevnosti		
						8.8	10.9	12.9
M4	7	5,9	4,5	11,4	8,78	385	568	665
M5	8	6,9	5,5	13,6	14,2	528	777	909
M6	10	8,9	6,6	28	20,1	364	532	625
M8	13	11,6	9	42,1	36,6	442	649	761
M10	16 (ISO)	14,63	11	73,1	58	405	594	695
M10	17	15,6	11	96,1	58	308	452	529
M12	18 (ISO)	16,63	13,5	74,1	84,3	580	853	999
M12	19	17,4	13,5	94,6	84,3	454	668	782
M14	21 (ISO)	19,64	15,5	114,3	115	517	759	888
M14	22	20,5	15,5	141,4	115	418	613	718
M16	24	22,5	17,5	157,1	157	515	756	885
M18	27	25,3	20	188,6	192	541	769	901
M20	30	28,2	22	244,4	245	532	761	888
M22	32	30	24	254,5	303	637	908	1065
M22	34 (ISO)	31,71	24	337,3	303	480	685	803
M24	36	33,6	26	355,8	353	528	750	880
M27	41	38	30	427,3	459	576	821	960
M30	46	42,7	33	576,7	561	520	740	865

¹⁾ Hodnoty měrného tlaku v tabulkách se vztahují k 90 %-nímu využití meze kluzu šroubu R_{p0,2} a μ_G = 0,12 (odkaz: VDI 2230, vydání 2015).

$$A_{s\text{ jmen}} = \pi/4 \cdot ((d_2 + d_3)/2)^2$$

d_2 = základní střední průměr
vnějšího závitu dle ISO 724
 d_3 = malý průměr vnějšího závitu

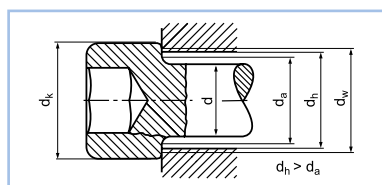


Měrný tlak pod hlavou šroubu s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem

podle DIN 912 (ISO 4762) s normálním závitem

Jmenovitý Ø závitu d	Ø hlavy d _K [mm]	Ø kruhového osazení d _{w min} [mm]	Průchozí otvor (ISO 273) střední H13 d _h [mm]	Dosedací plocha A _p [mm²]	Průřez šroubu A _{s nom} [mm²]	Měrný tlak pod hlavou ¹⁾ [N/mm²]		
						Třída pevnosti		
						8.8	10.9	12.9
M4	7	6,53	4,5	17,6	8,78	250	370	432
M5	8,5	8,03	5,5	26,9	14,2	268	394	461
M6	10	9,38	6,6	34,9	20,1	292	427	502
M8	13	12,33	9	55,8	36,6	333	489	574
M10	16	15,33	11	89,5	58	331	485	567
M12	18	17,23	13,5	90	84,3	478	702	822
M14	21	20,17	15,5	130,8	115	452	663	776
M16	24	23,17	17,5	181,1	157	447	656	767
M18	27	25,87	20	211,5	192	482	686	804
M20	30	28,87	22	274,5	245	474	678	791
M22	33	31,81	24	342,3	303	473	675	792
M24	36	34,81	26	420,8	353	447	635	744
M27	40	38,61	30	464	459	530	756	884
M30	45	43,61	33	638,4	561	470	669	782

¹⁾ Hodnoty měrného tlaku v tabulkách se vztahují k 90 %-nímu využití meze kluzu šroubu $R_{p0,2}$ a $\mu_G = 0,12$ (odkaz: VDI 2230, vydání 2015).

**Měrný tlak pod hlavou**

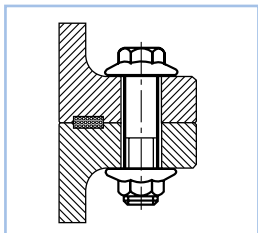
Povolený měrný tlak nelze pro daný materiál konstrukčního dílu přesně definovat. Rozhodující roli zde hrají vlivy jako výrobní postup, provedení sražení otvoru, zušlechťení povrchu a teplotní změny.

Měrný tlak lze snížit těmito opatřeními:

- použití přírubových šroubů a přírubových matic
- použití otvorů se sraženými hranami; z praktických zkoušek vyplývá až 20 %-ní zvýšení povoleného měrného tlaku
- zvolení průchozí díry podle ISO 273 – zvolit jemné provedení

Výhody přírubových šroubů a přírubových matic

- menší hodnoty sesedání.
- montážní svěrná síla zůstává ve spoji vesměs stabilní.
- přírubové produkty jsou racionálnější než velké podložky pod normálními šrouby a maticemi (méně spojovacích prvků a rychlejší montáž).
- přírubové šrouby a matice umožňují větší, hospodárnější tolerance otvorů.
- přírubové matice mají oproti běžným šroubům a maticím lepší odolnost proti vibracím.

Typické použití

Pokyny pro používání plochých podložek u šroubů a matic
podle ISO 887

Přehled vhodných kombinací plochých podložek u šroubů a matic se zřetelem na třídy pevnosti (třídy tvrdosti).
Při výběru je třeba přiměřeně zohlednit krajní podmínky jako jsou pevnost konstrukčního dílu, strukturu povrchu, výrobní postup, provedení sražení otvoru a provozní teploty.

Šrouby Třída pevnosti	Matice Třída pevnosti	Použití podložek s odpovídající tvrdostí povoleno		
		Podložky – třída tvrdosti a přiřazená pevnost v tahu [N/mm²] podle ISO 18265		
		100 HV 320	200 HV 640	300 HV 965
		Povolené orientační hodnoty tlaku na jednotku plochy [N/mm²]		
		200–300	300–500	500–800
Závitovářecí šrouby kalené po cementování		ano	ano	ano
Šrouby a matice z nerezové ocele		–	ano	–
≤ 6.8	≤ 6	ano	ano	ano
8.8	8	ne	ano	ano
9.8	9	ne	ne	ano
10.9	10	ne	ne	ano
12.9	12	ne	ne	ne

Pokyny pro používání plochých podložek u šroubů a matic z austenitické nerezové ocele
Doporučení bez přihlédnutí k normě

Šrouby Třída pevnosti	Matice Třída pevnosti	Použití podložek s odpovídající tvrdostí povoleno		
		Podložky – třída tvrdosti a přiřazená pevnost v tahu [N/mm²] podle ISO 18265		
		100 HV	140 HV	200 HV
		320	450	640
		A2-50/ A4-50	ano	ano
70	ne	ano	ano	
80	ne	ne	ano	