

**Tlaková sestava -
určení kategorií a výpočet zkušebn.
tlaku pro plastová potrubí**

© Ing.Pekař

MANUÁL

Kategorizace tlakové sestavy a jednotlivých tlakových zařízení

dle PED 97/23/EC (Nařízení vlády č.26/2003 Sb.)

V uvedené směrnici EU (které identicky odpovídá citované vládní nařízení) jsou uvedeny vztahy, jejichž výsledkem je prohlášení o shodě a uvolnění výrobku pro trh. Uvedené vztahy se dají uspořádat do vývojového diagramu. Tento diagram byl převeden do tabulkového procesoru Excel a uveden na listu „Vlastní kategorizace“ tohoto souboru. Tato směrnice platí pro ČR a ostatní státy Evropské unie.

Tabulka na listu „Vlastní kategorizace“ vychází z určení kategorie tlakové sestavy. Tlaková sestava je několik tlakových zařízení sestavených výrobcem tak, že představují ucelenou funkční jednotku. Za tlaková zařízení se považují tlaková nádoba, potrubí, tlaková výstroj, bezpečnostní výstroj a parní kotel či generátor. Podrobněji je terminologie popsána ve výše uvedené směrnici. Kategorie jednotlivých prvků se odvozují z grafů, které jsou součástí uvedené směrnice. Kategorie tlakové sestavy je největší z kategorií použitých tlakových zařízení, neuvažujeme-li kategorii bezpečnostní výstroje. Podle toho se určuje i modul (nebo také postup) posuzování shody. Ale i jednotlivé prvky mají své postupy, podle kterých se posuzuje shoda.

Jak list „Vlastní kategorizace“ vyplnit? Vyplňují se pouze hodnoty ve oranžových buňkách, výsledky jsou v buňkách světle modrých.

Sloupec C. Zadejte číslo prvku (druhu) tlakové sestavy. Prvky jsou očíslovány v buňce C6. Tlakovou výstroj je nutno zadat jako tlakovou nádobu nebo potrubí, tj. podle čeho má svým charakterem blíží. Např. kompenzátor se zadává jako potrubí.

Sloupec D. Zadání identifikace tlakového zařízení nemá vliv na funkci kategorizace. Slouží jen k přesnému určení v případě potřeby (např. při tisku).

Sloupec E. Zadává se stav tekutiny formou číslice uvedené v buňce E6.

Sloupec F. Zadává se druh tekutiny formou číslice uvedené v buňce F6. Rozdělení tekutin na nebezpečné a jiné se děje podle listu „Klasifikace látek“. Vzduch, dusík, voda, pára patří jednoznačně pod druh 2 - Ostatní

Sloupec G. Zde se zadává přetlak v barech. Maximální dovolený tlak je tlak, na který je seřízen příslušný pojistný ventil(y).

Sloupec H se zadává ve stupních Celsia.

Sloupec I . Zadává se DN potrubí v milimetrech nebo objem tlakových nádob či kotlů v litrech.

Sloupec Y. Zadává se odpověď na otázku v předešlém sloupci. Zadává se pouze písmeno „A“, jestliže je odpověď na otázku kladná.

Sloupec M automaticky generuje číslo grafu (pro tlakovou výstroj a bezpečnostní výstroj graf není) podle Přílohy 2 NV 26/2003 Sb.

Sloupec W automaticky generuje z uvedeného grafu kategorii tlakového zařízení. Existují však výjimky, které jsou korigovány otázkou a odpovědí ve sloupci Y.

Sloupec Z. Na základě odpovědi na otázku jsou uvedeny korigované kategorie tlakového zařízení.

Sloupec AB automaticky generuje moduly (postupy) posuzování shody podle Přílohy 3 NV 26/2003 Sb.

Sloupece AC a AD automaticky generují potřebu spolupráce notifikované osoby na základě textu modulů posuzování shody. Přezkoušení návrhu je součástí předvýrobních etap v případě, že se využívá modul B1 nebo H1. Tyto sloupce jsou proto pouze informativní.

1. MANUÁL

1.1. ROZMĚROVÉ ŘADY PLASTOVÝCH TRUBEK

Průmyslová potrubí z plastů mají i řadu specifik, které se při výpočtu a návrhu uložení musí respektovat.

Jako základní fakt musíme brát specifické rozměry trubek z plastů a jejich řady. Tyto jsou dány následujícími vztahy:

Řada trubek S je bezrozměrné číslo dané vztahem

$$S = \frac{d_n - s_n}{2s_n}$$

kde d_n je jmenovitý vnější průměr trubky

s_n je jmenovitá tloušťka stěny potrubí

Standardní rozměrový poměr SDR (Standard Dimension Ratio) je bezrozměrné číslo dané vztahem:

$$SDR = \frac{d_n}{s_n} = 2S + 1$$

Dolní mez pevnosti (v normách je také udáván nepřesný výraz *spolehlivosti*) σ_{LCL} je 97,5% dlouhodobé srovnávací pevnosti potrubí při dané teplotě a čase
Celkový koeficient C má hodnotu větší než 1 a zohledňuje ostatní provozní i konstrukční podmínky.

Jmenovitý tlak PN je označení používané k referenčním účelům se závislostí na mechanických vlastnostech. Vypočítá se takto:

$$PN = \frac{10\sigma_s}{S} = \frac{20\sigma_s}{SDR - 1}$$

1.2. VÝPOČET ZKUŠEBNÍHO TLAKU

Zkušební tlak PT se určuje podle následující rovnice:

$$\sigma = PT \cdot \frac{D_s - s_{\min}}{2s_{\min}} \Rightarrow PT = \frac{2s_{\min} \sigma_{Pt}}{D_s - s_{\min}}$$

Avšak výpočet zkušební tlaku podle PED je takovýto:

Zkušební tlak nesmí být menší než větší ze dvou hodnot určených následovně:

$$P_{test} = 1,25 PS F_{test}/F$$

nebo

$$P_{test} = 1,43 PS$$

Kde

F dovolené namáhání pro konstrukční podmínky při nejvyšší dovolené teplotě TS a navrhované životnosti potrubí

F_{test} dovolené namáhání pro konstrukční podmínky při zkušební teplotě a navrhované životnosti potrubí

PS nejvyšší dovolený tlak potrubního svařence v barech

PT, P_{test} zkušební tlak v barech

σ_{Pt} Z toho vyplývá následující postup: Je nutno vypočítat zkušební tlak podle PED a potom zkontrolovat, zda tímto tlakem není překročena pevnost plastu v tahu, a to při 20°C - podle úvodního vzorce této kapitoly. Jestliže překročena je, je nutno zkušební tlak omezit.

Kategorizace tlakové sestavy a jednotlivých tlakových zařízení dle PED 97/23/EC (Nař.vlády č.26/2003Sb.)

Umístění tlakové sestavy:

Rozvod páry

Číslo prvku tl. sest.	Druh tlakového zařízení	Číslo či identifikace tlakového zařízení	Stav tekutiny		Max. dovolený tlak (PS)	Max. dovolená tepl. (TS)	Objem nádoby(V)/ Jmenovitý průměr potrubí (DN)	mezisoučin	Číslo grafu	Kategorie dle §3 NV č.26/2003Sb.		Modul posuzování shody		Nutnost spolupráce notifikované osoby při posuzování shody		
			1- plyn, pára 2- kapalina	1- nebezpečná 2- ostatní						původní	doplňková informace/ otázka	Ano/Ne	opravená	dle Přílohy 3 "Postupy posuzování shody" NV č.26/2003Sb.	průzkoušení návrhu	po výrobě realizaci
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Tlaková nádoba	Parní kotel K xxx	plyn pára	ostatní	15	450	20000	300000	2	IV.	Jde o přenosné hasicí přístroj či lahve dýchacích přístrojů?	Ne	IV.	B+D nebo B+F nebo G nebo H1	ANO	ANO
2	Tlaková nádoba	Výměník E xxx	kapalina	ostatní	15	400	5000	75000	4	I.	není	Ano	I.	A	NE	NE
3	Potrubí	Potrubní větev x	plyn pára	ostatní	10	400	500	5000	7	III.	není	-	III.	B1+D n. B1+F n. B+E n. B+C1 n. H	ANO	ANO
4	Potrubí	Potrubní větev y	plyn pára	ostatní	10	400	250	2500	7	I.	není	-	I.	A	NE	NE
5	Potrubí	Potrubní větev z	kapalina	nebezpečná	10	150	250	2500	8	I.	není	-	I.	A	NE	NE
6	Tlaková výstroj	Armatura a	plyn pára	ostatní	10	400	500	5000	zkuste znova	není	Zadejte jako tlakovou nádobu nebo potrubí!	Ano	není	neurčeno	NE	NE
7	Tlaková výstroj	Kompenzátor a	plyn pára	nebezpečná	10	400	500	5000	zkuste znova	není	Zadejte jako tlakovou nádobu nebo potrubí!	Ano	není	neurčeno	NE	NE
8	Bezpečnostní výstr.	Pojišť.ventil x	plyn pára	ostatní	15	400	100	1500	graf není	IV.	není	-	IV.	B+D nebo B+F nebo G nebo H1	ANO	ANO
9	Potrubí		plyn pára	nebezpečná	10	20	300	3000	6	II.	Obsahuje zařízení nestabilní plyn?	Ne	II.	A1 nebo D1 nebo E1	NE	ANO
10	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
11	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
12	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
13	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
14	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
15	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
16	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
17	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
18	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
19	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
20	XXX		-	-				0	není tl.zařiz.	0	není	-	0	bez posuzování shody	NE	NE
Celá tlaková sestava					15	450				IV.	není	-	IV.	B+D nebo B+F nebo G nebo H1	ANO	ANO

Kategorizaci vyhotovil:

Abc

Dne:

1.1.2020

© Ing. Pekař

Výpočet zkušební tlaku při tlakové zkoušce pro plastová potrubí

dle PED 97/23/EC (Nař.vlády č.26/2003Sb. Příloha č.1) a harmonizovaných norem

Poř. č.	Identifikace potrubní větve	Druh materiálu	Max. dovolený tlak (PS)	Max. dovolená teplota (TS)	Vnější průměr	Tloušťka stěny trubky	Pevnost v tahu	Srovnávací napětí plastu	Srovnávací napětí plastu	Zkušební tlak 1	podíl	Zkušební tlak 2	Výběr většího ze zk. tlaku 1 a 2	Zkušební tlak 3	Výsledný zkušební tlak
	Identifikační číslo	Označení plastu	bar g	°C	mm	mm	při zk. teplotě (sigma Pt) MPa	při zk. teplotě (Ftest) MPa	při teplotě TS (F) MPa	1,43 x PS bar g	Ftest/F	1,25 x PS x Ftest/F bar g	bar g	vypočítaný na základě pevnosti v tahu bar g	bar g
1	a	PP-H	10	60	200	6	33,0	9,0	4,0	14,30	2,25	28,13	28,13	19,39	19,39
2	abc	PE-63	8	40	350	12	18,0	6,0	4,5	11,44	1,33	13,33	13,33	12,14	12,14
3	xyz	PE-100	5	20	100	2	25,0	8,8	8,8	7,15	1,00	6,25	7,15	9,69	7,15
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

Zkušební tlak určil:

dne:

Nejčastější rozměry plastových trubek

Vnější rozměr mm	Tloušťka stěny mm
1	2
12	1,8
16	1,8
20	1,8
20	1,9
25	1,8
25	2,3
32	1,9
32	2,9
40	1,8
40	2,3
40	2,4
40	3,7
50	2,0
50	2,9
50	3,0
50	4,6
63	2,0
63	2,9
63	3,0
63	4,6

Vnější rozměr mm	Tloušťka stěny mm
1	2
75	2,9
75	4,3
75	4,5
75	6,8
90	3,5
90	5,1
90	5,4
90	8,2
110	4,2
110	6,3
110	6,6
110	10,0
125	4,8
125	7,1
125	7,4
125	11,4
140	5,4
140	8,0
140	8,3
140	12,7

Vnější rozměr mm	Tloušťka stěny mm
1	2
160	6,2
160	9,1
160	9,5
160	14,6
180	6,9
180	10,2
180	10,7
180	16,4
200	7,7
200	11,4
200	11,9
200	18,2
225	8,6
225	12,8
225	13,4
225	20,5
250	9,6
250	14,2
250	14,8
250	22,7

Vnější rozměr mm	Tloušťka stěny mm
1	2
280	10,7
280	15,9
280	16,6
280	25,4
315	12,1
315	17,9
315	18,7
315	28,6
355	13,6
355	20,1
355	21,1
355	32,2
400	15,3
400	22,7
400	23,7
400	36,3
450	17,2
450	25,5
450	26,7
450	40,9

Vnější rozměr mm	Tloušťka stěny mm
1	2
500	19,2
500	28,3
500	29,7
500	45,4
560	21,4
560	31,7
560	33,2
560	50,8
630	24,1
630	35,7
630	37,4
710	27,2
710	40,2
710	42,1
800	30,6
800	45,3
800	47,4

Tabulka srovnávacích napětí a pevností v MPa pro plastová potrubí v závislosti na teplotě a životnosti

Označení plastu	Pevnost plastu v	Životnost potrubí	Maximální dovolená teplota										
			-40°C	20°C	0°C	10°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	120°C	140°C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PE-63	18,0	5 let			7,9		6,5	4,9	2,6	1,0			
		10 let			7,8		6,1	4,8					
		25 let			7,8		6,0	4,8					
		50 let			7,5		6,0	4,5					
PE-80	25,0	5 let			9,9		8,3	7,3	6,0	2,0			
		10 let			9,5		7,9	7,0	4,0				
		25 let			9,1		7,8	7,0					
		50 let			9,0		7,8	6,9					
PE-100	25,0	5 let			12,5		9,3	7,2	6,0	2,0			
		10 let			12,4		8,9	6,9	4,0				
		25 let			12,2		8,8	6,9					
		50 let			12,0		8,8	6,8					
PP-H	33,0	5 let				12,5	11,5	7,7	5,0	3,0	1,2		
		10 let				12,0	10,5	7,5	4,7	2,0	1,0		
		25 let				11,5	9,7	7,0	4,3	1,7			
		50 let				10,5	9,0	6,5	4,0				
PP-B	33,0	5 let				12,5	11,5	7,6	5,0	3,0	1,2		
		10 let				12,0	11,0	7,4	4,7	2,0	1,0		
		25 let				11,2	10,2	6,9	4,3	1,7			
		50 let				10,5	9,6	6,4	4,0				
PP-R	33,0	5 let				13,0	11,0	7,2	5,0	3,0	1,2		
		10 let				12,5	10,5	7,0	4,7	2,0	1,0		
		25 let				12,0	9,7	6,8	4,3	1,7			
		50 let				11,5	9,0	6,3	4,0				
PB	33,0	5 let				15,0	14,5	11,5	10,0	7,0	5,2		
		10 let				14,4	14,0	11,0	9,2	6,5	4,0		
		25 let				14,3	13,6	10,6	8,3	6,0			
		50 let				14,0	13,3	10,2	8,0				
ABS	45,0	5 let				17,5	16,0	11,0	4,8				
		10 let				17,0	15,3	10,5	4,5				
		25 let				16,8	15,0	10,0	4,0				
		50 let				16,5	14,5						
PVC-C	55,0	5 let				31,0	27,5	20,0	12,5	6,5			
		10 let				30,0	26,5	19,0	11,5	6,0			
		25 let				29,0	25,5	18,0	11,0				
		50 let				28,0	25,0	16,5	10,5				
PVC-U	55,0	5 let					28,0	19,0	8,0				
		10 let					26,0	17,0	7,0				
		25 let					24,5	16,0	6,3				
		50 let					24,0	15,0					
PVDF	54,0	5 let					31,0			18,5	13,5	10,0	5,0
		10 let					30,0			17,5	13,0	10,0	5,0
		25 let					29,5			17,5	13,0	10,0	5,0
		50 let					29,0			17,5	13,0	10,0	5,0

Tabulka 1. Klasifikace látek (nebezpečnost – nutné pro zařazení tlakových systémů)

Klasifikace dle 157/1998 Sb., §2, odst.8 (356/2003 Sb., §2, odst.5)		Označení dle 25/1999 Sb. (232/2004 Sb.)	Označení skupiny tekutiny pro NV26/2003
a) výbušné	mohou exotermně reagovat i bez přístupu kyslíku za rychlému vývinu plynu nebo u nich dochází k detonaci a prudkému shoření nebo při zahřátí vybuchují, jsou-li umístěny v částečně uzavřené nádobě	E	1
b) oxidující	při styku s jinými látkami, zejména hořlavými, vyvolávají vysoce exotermní reakci	O	1
c) extrémně hořlavé	1. kapaliny bod vzplanutí < 0 °C, bod varu < 35 °C 2. plyny - vznětlivé při styku se vzduchem za normální (pokojové) teploty a normálního (atmosférického) tlaku	F+	1 1
d) vysoce hořlavé	1. mohou se samovolně zahřívát a poté vznítit při styku se vzduchem za normální (pokojové) teploty a normálního (atmosférického) tlaku 2. pevné - mohou se snadno vznítit po krátkém styku se zápalným zdrojem a po jeho odstranění dále hoří a nebo doutnají 3. kapaliny bod vzplanutí < 21 °C, nejsou extrémně hořlavé při styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v množství nejméně 1 l.kg ⁻¹ .h ⁻¹	F	1
e) hořlavé	bod vzplanutí v rozmezí od 21 °C do 55 °C	R10	1
f) vysoce toxické	po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i ve velmi malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt	T+	1
g) toxické	po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt	T	1
h) zdraví škodlivé	po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt	Xn	2
i) žíravé	při styku s živou tkání mohou způsobit její zničení	C	2
j) dráždivé	nemají vlastnosti žíravín, ale při dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánět	Xi	2