

ORLEN Unipetrol RPA s.r.o. Sekce technické služby	Minimální dovolené tloušťky stěn potrubních dílců	N 13 100

Norma je závazná pro všechny útvary společnosti a externí organizace, které provádějí nebo zajišťují činnosti uvedené v normě v ORLEN Unipetrol RPA, s.r.o. Norma neplatí pro Jednotku Rafinérie Litvínov a Kralupy.

Útvary jsou povinny seznámit s normou všechny externí organizace, které pro ně provádějí tyto činnosti a pro které je norma rovněž závazná.

Obsah:

1	Všeobecná ustanovení.....	2
2	Technické požadavky.....	2
3	Rozsah a obsah normy.....	3
4	Základní data, označení a význam použitých symbolů:.....	3
5	Postup při stanovení minimální dovolené tloušťky stěny podle nomogramů:.....	4
6	Posuzování dílců při pracovních teplotách pod 0°C.....	5
7	Záznamy.....	7
8	Postup při stanovení minimální dovolené tloušťky stěny dle interaktivní Excel.....	7
9	Omezení dle tlaku a vnějšího průměru potrubí.....	11
10	Výpočet oblouků.....	12
11	Výpočet soustředné redukce.....	12
12	Seznam souvisejících norem a dokumentů.....	13

Nahrazuje: N 13 100 z 24.2.2020	Správce normy: Sekce podpory údržby	Platnost od: 21. 2. 2023
---	---	------------------------------------

1 Všeobecná ustanovení

1.1 Rozsah platnosti

Tato norma platí pro trubky, oblouky, ohyby a redukce podle rozměrových norem uvedených v jednotlivých harmonogramech (příloha 2). Platí pouze tehdy, nepřesahují-li rozteče uložení potrubí hodnoty uvedené v tabulce 1.

Norma neplatí pro tlakové nádoby, kotle apod., neplatí také v případech místního zeslabení (např. důlkovou korozí), neplatí pro svařované typy ohybů.

2 Technické požadavky

Pro hrdla tlakových nádob nebo kotlů lze normy použít pouze tehdy, není-li tloušťka stanovena výpočtem. V těchto případech je nutno vycházet z výpočtových parametrů příslušné tlakové nádoby nebo kotle.

2.1 Stanovení minimální dovolené tloušťky stěn

Tato norma stanoví minimální dovolené hodnoty tlouštěk stěn již použitých potrubních dílců kontrolovaných při opravách a pravidelných nebo namátkových kontrolách zařízení s pracovním přetlakem do 10,0 MPa.

2.2 Minimální dovolené tloušťky stěn se stanoví pomocí

- nomogram ů
- tabulek

kteře jsou sestrojeny s použitím a uplatněním podmínek ČSN EN 13480-3 a ČSN 69 0010. Nomogramy a tabulky jsou sestrojeny pro trubky bežešvé i podélně svařované, oblouky, ohyby a redukce. Pro dílce svařované platí součinitel svaru 0,7. Jeli skutečný součinitel svaru jiný, je nutno tloušťku stanovenou nomogramem ještě násobit hodnotou 0,7/v, kde „v“ je skutečný součinitel svaru. Lze také použít list „Vzorec“ v tabulkové verzi této normy.

2.3 Minimální dovolená tloušťka stěny příslušného dílce podle této normy je závazná hodnota, do jejíhož dosažení je možno dílec ještě trvale provozovat. Ve výjimečných případech zjištěného dosažení nebo podkročení této hodnoty, kdy není možno okamžitě zajistit výměnu náhradního dílce, bude další postup stanoven podle směrnice S 846 - Řešení výsledků defektoskopických kontrol.

2.4 Pro stanovení minimálních tlouštěk stěn při pracovních teplotách 0°C a vyšších, je použita bezpečnost 1,5 k mezi kluzu nebo k mezi pevnosti při tečení (10⁵ hod.) nebo 2,4 k mezi pevnosti.

Při pracovních teplotách pod 0°C, je pro austenitické oceli použita bezpečnost 1,5 k mezi kluzu při 20°C. Ve všech ostatních případech kromě ocelí zařazených v tabulce 3 je použita bezpečnost 7 k mezi pevnosti.

Pro oceli zařazené v tab. 3 má být při pracovních teplotách pod 0°C splněna podmínka mezi minimální pracovní teplotou a tloušťkou stěny. Je-li tato podmínka splněna, počítá se se jmenovitým dovoleným namáháním oceli a bezpečnosti 1,5 k mezi kluzu při 20°C. Není-li tato podmínka splněna, je nutno počítat se sníženým dovoleným namáháním a bezpečností 7 k mezi pevnosti.

2.5 Pracovní teplota

2.5.1. Pro teploty 0°C a vyšší je pracovní teplotou nejvyšší teplota pracovní látky. Pro teploty pod 0°C je pracovní teplotou nejnižší teplota pracovní látky. Vyskytují-li se u téhož zařízení oba uvedené případy, je nutno posuzovat každý samostatně (čl. 6.1, 6.2).

3 Rozsah a obsah normy

Norma obsahuje:

- a) Tabulku č. 1 udávající minimální vzdálenosti (rozteče) uložení jednotlivých druhů potrubí pro stanovení min. dovolené tloušťky stěn trubek podle nomogramu. V případech, kdy skutečné vzdálenosti uložení přesahují hodnoty uvedené v tabulce je nutno tuto část potrubí počítat samostatně.
- b) Tabulky obvykle používaných materiálů a jejich hodnoty dovoleného namáhání pro příslušné pracovní teploty.
- c) Nomogramy a tabulky pro stanovení minimálních dovolených tlouštěk stěn trubek, oblouků, ohybů a redukci do pracovního přetlaku 6,4 MPa, resp. 10 MPa. Existují dva typy nomogramů, pro oceli české výroby a pro oceli ostatní.
- d) Tabulky v digitální formě pro stanovení minimálních dovolených tlouštěk stěn trubek, oblouků, ohybů a redukci do pracovního přetlaku 6,4 MPa resp. 10 MPa.
- e) Posuzování dílců při pracovních teplotách pod 0°C.
- f) Hodnoty min. dovolených tlouštěk stěn platí pro tlaky a průměry podle Tabulky omezení dle tlaku a vnějšího průměru potrubí.

4 Základní data, označení a význam použitých symbolů:

D (mm)	-	vnější průměr dílce
k (MPa)	-	dovolené namáhání materiálu
p (MPa)	-	nejvyšší prac. přetlak (je roven vnitřnímu přetlaku, na který je zařízení jištěno nebo jinak zabezpečeno, že nebude za

provozu překročen; u kapalného media je nutno přičíst navíc ještě hydrostatický přetlak)

(mm)	- poloměr zakřivení
(°C)	- pracovní teplota (viz čl. 2.5.1)
(mm)	- min. dovolená tloušťka stěny trubky
(mm)	- min. dovolená tloušťka stěny ohybu nebo oblouku na vnějším poloměru zakřivení, jinak také velký oblouk (Vo)
(mm)	- min. dovolená tloušťka stěny ohybu nebo oblouku na vnitřním poloměru zakřivení, jinak také malý oblouk (Mo)
(mm)	- min. dovolená tloušťka stěny svařovaného (segmentového) ohybu jak na vnějším, tak na vnitřním poloměru zakřivení.

5 Postup při stanovení minimální dovolené tloušťky stěny podle nomogramů:

- v tabulce dovolených namáhání (příloha 3) pro daný materiál a teplotu se najde hodnota dovoleného namáhání „k“
- podle tab. č. 1 se posoudí s ohledem na hodnotu „k“, zda-li vzdálenosti uložení potrubí nepřesahují hodnoty v tabulce
- v příslušném nomogramů (s ohledem na prac. přetlak a typ oceli) na přímkce v pravé spodní části postupujeme od hodnoty „k“ kolmo nahoru na křivku daného přetlaku. Z průsečíku vodorovně vlevo na čáru příslušného vnějšího průměru a z průsečíku kolmo dolů na vodorovnou přímkku trubky, oblouku nebo ohybu, kde se odečte hodnota minimální tloušťky stěny v mm (viz klíč na každém nomogramů).

Příklady stanovení min. tloušťky stěny:

Příklad č. 1: (graficky proveden čerchovaně na nomogramů č. 2)

Dáno: trubka bezešvá $D = 377$ (trubkový ohyb $R = 3 DN$) materiál

12 021.1 prac. teplota 390°C nejvyšší prac. přetlak $3,2 \text{ MPa}$

V tabulce dovolených namáhání k mat. 12 021.1 najdeme hodnotu „k“ = 72. Po zjištění, že uložení odpovídá ustanovení tab. č. 1 použijeme nomogramů. V nomogramů vycházíme z „k“ = 72 a postupujeme po čerchovaných čarách k výsledku:

trubka $t = 8,3 \text{ mm}$ ohyb $t_v = 9,2 \text{ mm}$

$t_x = 7,7 \text{ mm}$

Příklad ě. 2: (graficky proveden ěerchovaně na nomogramu ě. 1)

Dáno: stejně jako v pŕíkladě ě. 1, pouze se změnou „p“ na 1,4 MPa

Postup stejně (znaěeno na nomogramu ěerchovaně) s věsledkem:

trubka $t = 4$ mm ohyb $t_v = 4$ mm
 $t_x = 3,4$ mm

Poznámka! ěáry jednotlivěch pŕěměrů D jsou lomeně, vlevo ukoněeny svislěmi pŕěmkami - pro trubky nutno pouŕžit pouze silně vytaŕeněch ěar, u oblouků a ohybů lze pouŕžit ěárkovaně prodlouŕeněch ěar.

5.1 Dělce z ocelě, kterě nejsou podle ěSN nebo EN, se posuzujě podle odpovědajěcích materiálů dle ěSN nebo EN.

5.2 Dělce, zejměna potrubě, u kterěch se pracovní teploty nacházejě v blězkosti 0°C a u kterěch hrozě, ŕe vlivem klimatickěch podměnek dojde k poklesu teploty pod 0°C , je nutné posuzovat ě jako dělce pod pracovní teplotou pod 0°C .

6 Posuzování dělců pŕi pracovních teplotách pod 0°C

6.1 Pro dělce pouŕžívané v chladicěch zaŕízeněch, na věstupněch potruběch destilaěních zaŕízeněí a v jiněch zaŕízeněch se specifickěmi vlastnostmi pracovní látky, u nichŕ dochází k zákonětemu poklesu tlaku pŕi poklesu teploty, je nutno pouŕžit kombinovaně způsobilost stanoveně min. tloušťky stěny, tj. zvlášt' pro pracovní teploty pod 0°C a zvlášt' pro pracovní teploty 0°C a věšší.

6.2 Potŕebně věchozěí ũdaje a postup pŕi stanoveněí minimální tloušťky stěny dělce pro podměnky dle ěl. 6.1 je patrně z následujěcího pŕíkladu.

Dáno: materiál 11 353.1
 trubka DN 100, 0 D x t = o 108 x 4 mm (k, = věrobněí tloušťka stěny)
 pŕípadně oblouk R = 2 DN
 potruběí vodorovně izolace -
 minerální vlna max. rozteě
 uloŕení - 2,5 m pracovní látka -
 etan (kapalina)

I. případ - pracovní teploty pod 0°C nejnižší teplota pracovní

látky - -20°C nejvyšší teplota pracovní látky - ~ 0°C

nejvyšší přetlak, který může nastat při teplotách pod 0°C - tj. v daném příkladě v rozsahu -20°C až 0°C nastane nejvyšší přetlak při 0°C

$$p = 2,3 \text{ MPa (viz čl. 6.3)}$$

II. případ - pracovní teploty 0°C a vyšší

nejvyšší teplota pracovní látky ... 50°C

nejvyšší pracovní přetlak (ve smyslu čl. 4) ... $p = 3,5 \text{ MPa}$

Postup:

nejprve stanovíme min. tloušťku stěny pro I. případ

- a) pro materiál 11 353.1 a -20°C odečteme v tabulce dovolených namáhání v kolonce „pod 0°C“ ... „k“ = 49.
- b) zkontrolujeme v tab. č. 1 rozteč uložení - provedená max. rozteč uložení 2,5 m je menší než dle tab. č. 1 ... 2,8 m;
z toho plyne, že normy lze použít (v opačném případě je nutné provést výpočet).
- c) pro „k“ = 49; $p = 2,3 \text{ MPa}$ a $D = 108 \text{ mm}$ odečteme v nomogramu č. 2 ... $t = 2,5 \text{ mm}$ (případně pro $R = 2 \text{ DN}$... $t_v = 3,0 \text{ mm}$; $t_x = 2,3 \text{ mm}$).

Potom stanovíme minimální tloušťku stěny pro II. případ

- a) pro materiál 1 1 353.1 a 50°C odečteme v tabulce dovolených namáhání hodnotu „k“ = 140 (pro nejbližší vyšší teplotu 60°C a výrobní tloušťku do 12 mm).
- b) zkontrolujeme v tab. č. 1 rozteč uložení - provedená max. rozteč 2,5 m je menší než dle tab. č. 1 ... 4.4 m; vyhovuje (v opačném případě viz I. případ bod b).
- c) pro „k“ = 140; $p = 3,5 \text{ MPa}$ a $D = 108 \text{ mm}$ odečteme v nomogramu č. 2 ... $t = 2,0 \text{ mm}$ (případně pro $R = 2 \text{ DN}$... $t_v = 2,0$; $t_x = 1,5 \text{ mm}$).

Výsledkem je větší z obou stanovených hodnot min. tloušťky stěny ...

I. případ $t = 2,5 \text{ mm}$ (případně pro $R = 2 \text{ DN}$... $t_v = 3,0 \text{ mm}$; $t_x = 2,3 \text{ mm}$).

6.3 Jsou-li zaručeny podmínky dle čl. 6.1, lze pro pracovní teploty pod 0°C použít hodnoty nejvyšších přetlaků dle následující tabulky, které odpovídají tenzi par při 0°C.

Tabulka nejvyšších přetlaků

Pracovní látka	Nejvyšší přetlak v MPa	Pracovní látka	Nejvyšší přetlak v MPa	Pracovní látka	Nejvyšší přetlak v MPa
aceton	0,1	etylalkohol	0,1	n - pentan	0,1
acetylén	2,5	etylén	3,9	propan	0,37
i - butan	0,1	chlorovodík	2,5	propylen	0,5
n - butan	0,1	CO ₂	3,4	sirovodík	1,0
čpavek	0,34	SO ₂	0,1		
etan	2,3	i - pentan	0,1		

Pro jiné pracovní látky nebo směsi je nutno vyžádat hodnoty nejvyšších přetlaků pro teploty pod 0°C od provozu.

6.4 Způsob uvedený v čl. 6.2 lze aplikovat i na případy, kdy se vyskytují teploty pouze pod 0°C a jsou splněny podmínky dle čl. 6.1. Potom je nejvyšší přetlak určen tenzí par při nejvyšší pracovní teplotě v oblasti pod 0°C a postup se zredukuje pouze na 1. případ dle čl. 6.2.

6.5 U zařízení s pracovními látkami, u nichž nelze využít zákonitostí dle čl. 6.1, např. u podchlazených kapalin se postupuje dle čl. 6.2, avšak je nutno vycházet z nejvyššího pracovního přetlaku ve smyslu čl. 4. Nevyskytují-li se teploty 0°C a vyšší, postup se opět redukuje na I. případ.

7 Záznamy

7.1 V případě, že naměřená tloušťka nevyhovuje nebo se blíží minimální hodnotě (viz bod 7.2), je nutné uvádět do protokolů minimální tloušťku a označit tyto hodnoty do protokolu např. slovem „sledovat“.

7.2 Inspektor, příp. technik údržby v případech naměřených tlouštěk podle bodu 7.1:

- a) rozhodne o výměně nebo
- b) zkrátí intervaly kontrol příp. i zvýší počet kontrolovaných míst

8 Postup při stanovení minimální dovolené tloušťky stěny dle interaktivní tabulky v programu Excel

8.1 Hlavní list interaktivní tabulky (příloha 1) :

Výpočet minimální tloušťky stěny pro vybrané oceli
Vypočtené hodnoty platí pouze při splnění max. rozteče uložení potrubí (tab. 1 z N13100).

Provedení	Tlak média Teplota	Vnější průměr	Konstrukční tloušťka	Poměr R:D	Úhel redukce
<-> Bitivé 10 Svařování	0.8 -i 60 -I	114,3	5	R = 1.5 + 2,j	15
		[mm]	{mm}		n

< W_j 8.2

Pro výpočet je nutné u některých ocelí nutné vyplnit "Konstrukční tloušťka". U většiny je však možné ponechat hodnotu 5mm.

Viz. 8.3

Březešvé provedení
XSN EN 10 216

Materiál		
J P195GH		
Minimální tloušťka (mm)		
stěny	ohybu	redukce
2,0	2,4	2,1
	1,8	
s	k	Do/Di
0,37	123,00	1,04

Min. teplota [°C]
Platí pro teploty nad - 10°C.

Svařované (švové) provedení
ČSN EN 10 217

Materiál		
1 X2CrNiMoN17-13-5		
Minimální tloušťka (mm)		
stěny	ohybu	redukce
s	k	Do/Di
0,30	151,00	1,04

Min. teplota [°C]
-50

Viz. 8.4

VÍZ. 8.4

Staré oceli dle původní N13 100

Materiál		
I 15Mn3 3.....		
Minimální tloušťka (mm)		
stěny	ohybu	redukce
2,2	2,6	2,3
	2,0	
s	k	Do/Oi
0,26	178,00	1,04

Min. teplota [°C]

Hodnoty minimálních teplot pro dané oceli je možné nalézt ve zvláštní tabulce, či ve fyzické kopii této normy.

8.2 Vstupní parametry

Zde zadáváme vstupní parametry potrubí pro výpočet.

U teploty a tlaku zadáváme max. provozní či výpočtové hodnoty.
Pro výpočet ohybu je nutno zvolit správný typ ohybu (poměr R:D).

U úhlu redukce zadáváme polovinu vrcholového úhlu. Výpočet je platný pouze pro soustředné redukce.

Pro některé druhy ocelí je nutné zadat „Konstrukční tloušťka“ pro výběr správné hodnoty „k“. U většiny ocelí je možné nechat předvyplněnou hodnotu. Hodnotu je nutné upravit zejména u potrubí s konstrukční silou stěny nad 10 mm.

8.3 Výběr oceli

Zde pozor na rozdělení ocelí bezešvých a svařovaných. Je nutné vždy vybrat dle daného provedení potrubí.

Oceli českého značení starší výroby a zahraniční oceli starší výroby, jsou ve výběru „Staré oceli dle původní N 13100“.

8.4 Dodatečné informace, omezení teplot a další poznámky

V těchto polích jsou zobrazována především upozornění a omezení, jedná se zejména o:

- Překročení maximálního dovoleného vnějšího průměru potrubí
- Překročení maximální možné tloušťky potrubí pro zvolenou ocel
- Překročení kontrolního součinu $PN \cdot DN$
- Informace o minimální možné teplotě použití dané oceli

8.5 Příklady

Příklad 1: Bezešvá trubka z oceli P265GH o provozních parametrech 250 °C, 4 MPa a vnějším průměrem 273 mm (DN250):

- Ve vstupních parametrech zvolíme Bezešvé provedení
- Zvolíme Tlak média 4 MPa, Teplotu 250°C (je možno vybrat ze seznamu či vepsat ručně)
- Zadáme vnější průměr v mm do příslušného pole: 273
- Konstrukční tloušťku ponecháváme: 5 Zvolíme správný materiál:
- Jedná se o bezešvou trubku, ocel P265GH tedy hledáme z prvního seznamu pod normou ČSN EN 10 216-2+A1

Výsledek

- Minimální tloušťky stěny pro ocel P265GH = **4,7 mm**

Příklad 2: Svařovaná trubka z oceli P355N o provozních parametrech 180°C, 2 MPa a vnějším průměrem 114,3 mm (DNI00):

- Ve vstupních parametrech zvolíme Svařované provedení
- Zvolíme Tlak média 2 MPa, Teplota 180°C (je možno vybrat ze seznamu či vepsat ručně)
- Zadáme vnější průměr v mm do příslušného pole: 114,3
- Konstrukční tloušťku ponecháváme: 5 Zvolíme správný materiál:
- Jedná se o trubku svařovanou, ocel P355N tedy hledáme z druhého seznamu pod normou ČSN EN 10 217-3
- Volíme ocel P355NH (oproti P355N se jedná jen o jiné zpracování oceli)

Výsledek

- Minimální tloušťky stěny pro ocel P265GH = **3,5 mm**

Příklad 3: Bezešvá trubka z oceli St35 o provozních parametrech 80 °C, 1,3 MPa a vnějším průměrem 88,9 mm (DN80):

- Ve vstupních parametrech zvolíme Bezešvé provedení
- Zvolíme Tlak média 1,4 MPa (nejbližší vyšší hodnota), Teplota 80°C (je možno vybrat ze seznamu či vepsat ručně)
- Zadáme vnější průměr v mm do příslušeného pole: 88,9
- Konstrukční tloušťku ponecháváme: 5 Zvolíme správný materiál:
- Jedná se ocel starší výroby, nalezneme ji ve třetím seznamu “Staré oceli dle původní NI 3 ÍOO’-
- Volíme ocel St35(.4)

Výsledek

- Minimální tloušťky stěny pro ocel St35 (.4) = **1,7 mm**

Příklad 4: Bezešvá trubka z oceli P215NL o provozních parametrech -20°C, 0,3 MPa a vnějším průměrem 33,7 mm (DN25):

- Ve vstupních parametrech zvolíme Bezešvé provedení
- Zvolíme Tlak média 0,4 MPa (nejbližší vyšší hodnota), Teplota “< 0” (je možno vybrat ze seznamu či vepsat ručně)
- Zadáme vnější průměr v mm do příslušeného pole: 33,7
- Konstrukční tloušťku ponecháváme: 5 Zvolíme správný materiál:
- Jedná se o trubku svařovanou, ocel P215NL tedy hledáme z druhého seznamu pod normou ČSN EN 10 216-4

Výsledek

- Minimální tloušťky stěny pro ocel P215NL = **1,7 mm**
- Minimální teplota použití: **-40°C** - teplota je v nad minimální hodnotou, hodnotu min tloušťky stěny lze použít

Příklad 5: Redukce a ohyb, Svařované trubka z oceli P265GH o provozních parametrech 160°C, 4,15 MPa a vnějším průměrem 88,9 mm (DN80), dlouhý oblouk, vrcholový úhel redukce 30°:

- Ve vstupních parametrech zvolíme Svařované provedení
- Zvolíme Tlak média 4,2 MPa (nejbližší vyšší hodnota), Teplota 160°C (je možno vybrat ze seznamu či vepsat ručně)
- Zadáme vnější průměr v mm do příslušeného pole: 88,9
- Konstrukční tloušťku ponecháváme: 5
- Poměr R:D volíme: $R = 2,5^{\wedge}5D$

- Úhel redukce: 15 Zvolíme správný materiál:
- Jedná se o trubku svařovanou, ocel P265GH tedy hledáme z druhého seznamu pod normou ČSN EN 10 217-2
- Volíme ocel P265GH (oproti P265GH se jedná jen o jiné zpracování oceli)

Výsledek

- Minimální tloušťky stěny pro ocel P265GH = **2 mm**
- Pro **zjištění hodnot pro ohyb a redukce**, musíme zvolit **“Bezešvé” provedení**. Jinak by byla výsledná minimální tloušťka vyšší.
- Minimální tloušťka stěny ohybu: vnitřní oblouk: **1,9 mm**; vnější oblouk: **1,6 mm**
- Minimální tloušťka stěny redukce: **1,8 mm**

Poznámka: V horním informačním okně se zobrazilo upozornění “Minimální tloušťka přesahuje maximální tl. pro danou ocel”. Toto upozornění se zobrazilo díky oceli zvolené u Bezešvého provedení (první seznam), toto nebrání určení min. tloušťky stěny svařované trubky. Pokud by byla hodnota maximální tloušťky přesažena, pole s vypočtenou minimální hodnoty tloušťky stěny se zabarví dočervena.

9 Omezení dle tlaku a vnějšího průměru potrubí

Tabulka omezení dle tlaku a vnějšího průměru potrubí

Maximální možný tlak pro daný vnější průměr	
DN [mm]	P [MPa]
508 a menší	10,0
609,6	10,0
711,2	8,6
812,8	7,5
914,4	6,7
1016	6,0
1220	5,0
1420	4,3
1620	3,8
1820	3,3
2020	3,0
2235	2,7
2540	2,4

10 Výpočet oblouků

Oblouk (koleno) vypočteme z tloušťky rovné, bezešvé části potrubí vynásobené koeficientem dle typu oblouku.

Typ oblouku	Koeficient vnitřního poloměru (k_{int})	Koeficient vnějšího poloměru (k_{ext})
R = D	1,5	0,83
R = 1,5 - 2,5 D	1,2	0,9
R = 2,5 - 5 D	1,1	0,93

Minimální tloušťku vnitřního oblouku tedy vypočteme:

$$t_{int} = s \cdot k_{int}$$

Minimální tloušťku vnějšího oblouku tedy vypočteme:

$$t_{ext} = s \cdot k_{ext}$$

Tuto normu nelze použít pro výpočet svařených a kovaných oblouků.

11 Výpočet soustředné redukce

Pro výpočet soustředné (koncentrické) redukce je nutné znát minimální tloušťku většího průměru rovné části potrubí. Výpočet je dále obdobný jako výpočet oblouků. Koeficientem je převrácený cosinus polovičního vrcholového úhlu.

$$k_{con} = \frac{1}{\cos\left(\frac{a}{2}\right)}$$

Výpočet neplatí pro redukce s vrcholovým úhlem $a > 60^\circ$.

12 Seznam souvisejících norem a dokumentů

S 846	Řešení výsledků defektoskopických kontrol
ČSN EN 13 480-3	Kovová průmyslová potrubí - Část 3: Konstrukce a výpočet
ČSN EN 10 216-2+A1	Bezešvé ocelové trubky pro tlakové účely - Technické dodací podmínky - Část 2: Trubky z nelegovaných a legovaných ocelí se stanovenými vlastnostmi při zvýšených teplotách
ČSN EN 10 216-4	Bezešvé ocelové trubky pro tlakové účely - Technické dodací podmínky - Část 4: Trubky z nelegovaných a legovaných ocelí se stanovenými vlastnostmi při nízkých teplotách
ČSN EN 10 217-2	Svařované ocelové trubky pro tlakové účely - Technické dodací podmínky - Část 2: Elektricky svařované trubky z nelegovaných a legovaných ocelí se zaručenými vlastnostmi při zvýšených teplotách
ČSN EN 10 217-3	Svařované ocelové trubky pro tlakové účely - Technické dodací podmínky - Část 3: Elektricky svařované a obloukově svařované trubky pod tavidlem z jemnozrnné legované oceli a s předepsanými vlastnostmi
ČSN 69 0010	Tlakové nádoby stabilní. Technická pravidla. Část 1.1: Základní část. Všeobecná ustanovení a terminologie

Tab. 1

MAX. ROZTEČE ULOŽENÍ POTRUBÍ V m

DN [mm]	VODOROVNÉ POTRUBÍ						SVISLÉ POTRUBÍ		
	Naplněné kapalinou 1)			Naplněné plynem			Tepelně izolované	Bez izolace	
	Tepelně izolované 2)	Bez izolace 3)	Tepelně izolované 2)	Bez izolace 3)					
	Dovolené namáhání „k“			Dovolené namáhání „k“			Dovolené namáhání „k“		
nad 100	od 49 do 100	nad 100	nad 100	od 49 do 100	nad 100	nad 100	od 49 do 100	nad 100	
10	0,86	0,55	2,4	0,86	0,55	2,4	0,9	0,58	2,5
15	1,48	0,95	3,3	1,5	0,96	3,5	1,6	1,0	3,7
25	2,0	1,3	4,0	2,1	1,3	4,4	2,3	1,4	4,6
32	2,4	1,5	4,4	2,4	1,6	4,8	2,7	1,7	5,1
40	2,7	1,7	4,7	2,8	1,8	5,3	3,1	2,0	5,5
50	3,0	1,9	5,4	3,2	2,0	6,3	3,6	2,3	6,7
65	3,6	2,3	5,9	4,0	2,6	7,4	4,7	3,0	7,9
80	4,2	2,6	6,5	4,8	3,0	8,3	5,7	3,6	9,1
100	4,4	2,8	7,1	4,9	3,1	9,7	6,5	4,1	10,9
125	5,1	3,3	7,9	6,0	3,8	11,2	8,1	5,2	12,8
150	5,9	3,8	8,6	7,0	4,5	12,6	9,9	6,3	14,9
175	6,1	3,9	9,5	7,2	4,6	14,6	11,3	7,2	17,9
200	6,5	4,2	9,8	7,8	5,0	15,5	12,5	8,0	19,2
225	7,3	4,7	10,5	9,0	5,7	16,9	14,7	9,4	22,0
250	7,7	4,9	10,7	9,7	6,2	17,9	16,0	10,3	23,3
300	8,7	5,6	11,5	11,3	7,2	20,0	19,5	12,5	27,0
350	9,0	5,8	11,8	12,2	7,7	21,5	21,8	14,0	29,2
400	9,0	5,8	12,0	12,2	7,8	22,8	22,4	14,3	31,2
450	9,4	6,0	12,1	12,9	8,2	24,0	24,4	15,7	33,1
500	9,6	6,2	12,3	13,6	8,6	25,6	26,3	16,8	34,8
600				15,3	9,8	27,9			
800				17,8	11,4	31,7			
1000				20,3	13,0	35,5			
1400				26,3	16,9	43,0			
2000				33,7	21,6	52,2			
2400				39,0	25,0	57,8			

Poznámky:

- 1) Pro kapalinu těžší než voda nutno posoudit samostatně.
- 2) Pro těžší druhy izolací než minerální vlna obalená plechem nutno posoudit samostatně.
- 3) Potrubí bez izolace s dovoleným namáháním „k“ = 100 a nižším se posuzuje jako potrubí tepelně izolované s dovoleným namáháním od 49 do 100.

Tab. 2

MATERIÁLY A JEJICH DOVOLENÁ NAMÁHÁNÍ				
ZAHRANIČNÍ ZNAČENÍ		ČS. ZNAČENÍ	MECH. HODNOTY PODLE	TABULKA
		11 369.1	ČSN 41 1369	4
		11 419.1	ČSN 41 1419	4
SGP		11 353.1	ČSN 41 1353	5
		11 364.1	ČSN 41 1364-r. 1967	5
		11 368.1	ČSN 41 1368	5
STPY41		11 373.1(11375.1)	ČSN 69 0010	5
		11 416.1	ČSN 41 1416	5
		11 418.1	ČSN 41 1418	6
		11 453.1	ČSN 41 1453	6
		11 474.1	ČSN 41 1474	6
STPG 38, STS 42		12 021.1	ČSN 41 2021	6
		12 022.1	ČSN 41 2022	6
		15 110.5	ČSN 41 5110	7
		15 111.5	ČSN 41 5111-r. 1972	7
		15 121.5	ČSN 41 5121	7
STPA 25		17 102.2	ČSN 41 7102	7
SUS 27		17 240.4	ČSN 41 7240	7
		17 246.4	ČSN 41 7246	7
SUS28		17 249.4	ČSN 41 7249	8
		17 347.4	ČSN 41 7347-r.1965	8
	St 35 (.4)		DIN 1629-r. 196	9
STPT 38	St 35.8		DIN 1629, 17 175	9
	St 37.2 (R St 37.2)		DIN 1626-r. 1965	9
	13 Cr Mo 44		DIN 17 155-r. 1959	9
W.Nr. 1.4306	X2 Cr Ni 189		DIN 17 440	9
W.Nr. 1.4435	X2 Cr Ni Mo 1812		DIN 17 440	9
W.Nr. 1.4410	X5 Cr Ni Mo 1810		DIN 17 440	9
W.Nr. 1.4541	X10CrNi Ti 189		DIN 17 440	10
W.Nr. 1.4878	X12 Cr Ni Ti 189		KATALOG PHOENIX - RHEINROHR AG.	10

Tab.2 - pokračování

MATERIÁLY A JEJICH DOVOLENÁ NAMÁHANÍ				
ZAHRANIČNÍ ZNAČENÍ		ČS. ZNAČENÍ	MECH. HODNOTY PODLE	TABULKA
		11 524.1	ČSN 41 1524-T.1967	4
		15 128.5	ČSN 41 5128	8
		15 313.5	ČSN 41 5313	4
		15 323.9	ČSN 41 5323	4
		16 222.1	ČSN 41 6222	4
		17 248.4	ČSN 41 7248	8
		17 350.4	ČSN 41 7350	8
A 53 Gr. B	St 45		DIN 1629-r. 1961	10
	St 45.8		DIN 17 175	10
	H I		DIN 17 155-r. 1959	10
	H II		DIN 17 155-r. 1959	10
	15 Mo 3		DIN 17 155-r. 1959	10
	10 Cr Mo 910		DIN 17 175	11
	X5 Cr Ni 189		DIN 17 440	11
A 106 Gr. B			ASTM A 520	11
A 335 Gr. P 5			ASME SEC. III	11
A 335 Gr. P 11, P 22			ASME SEC. III	11
A 312 TP 304			ASME SEC. III	11
A 312 TP 316			ASME SEC. III	11
A 312 TP 321			ASME SEC, III	12

Tab. 3

MINIMÁLNÍ TEPLoty PRO JMENOVITÉ DOVOLENÉ NAMÁHÁNÍ „k“ *				
Trubky bezešvé a svařované		Min. teplota (°C), použití odpovídající tloušťky stěny trubky		
ocel		do 10 mm	do 16 mm	do 20 mm
I.	11 368.1 12 021.1	-30	-10	0
II.	11 369.1 11 419.1 11 524.1 16 222.1	-60	-40	-20

* Není-li splněna závislost mezi teplotou a odpovídající tloušťkou stěny trubky, je nutno počítat se sníženým dovoleným namáháním jako pro teploty nižší než -30°C (část I.), případně -60°C (část II.).

Tabulka č. 3 je převzata z normy Chemoprojektu „PT 10 P 07 - tlaková potr. pro teploty pod 0°C“ a upravena podle N 12 100.

Tab. 4

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]

11 369.1		11 419.1		11 524.1			16 222.1		15 313.5		15 323.9	
Výr. tloušťka stěny		Výr. tloušťka stěny		Výr. tloušťka stěny			Výr. tloušťka stěny		Výr. tloušťka stěny		Výr. tloušťka stěny	
T[°C]	do 30 mm *	T[°C]	do 30 mm *	T[°C]	do 12	nad 12 do 20	T[°C]	do 30	T[°C]	do 36	T[°C]	
pod -60 do -200	50	pod-60 do -200	55	pod -60 do -200	55		pod -60 do -200	55	pod 0	55	pod 0	55
od -60 do +20	151 *	od-60 do +20	170 *	od-60 do +20	235 *	222 *	od -60 do +20	222 *	20	177	20	327
									40	176	40	322
40	146	40	165						60	174	60	317
60	141	60	161						80	172		311
80	136	80	156						100	171		306
100	131	100	151						120	170		301
120	128	120	148						140	168		295
140	125	140	145						160	167		290
160	122	160	143						180	165		285
180	120	180	140						200	164		281
200	117	200	137						220	161		278
									240	158		274
									260	156		270
									280	153		266
									300	150		262
									320	148		254
									340	145		246
									360	142		238
									380	140		230
									400	137		223
									420	134		193
									440	132		165
									460	125	450	150
									480	113	460	136
									490	102	470	122
									500	91	480	107
									510	81	490	93
									520	71	500	78
									530	62		
									540	53		
									550	46		

* Pro teploty 0°C až do -60°C platí pouze při splnění podmínek v tab. 3

Tab. 5

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]												
11 353.1				11 364.1		11 368.1			11 373.1		11 416.1	
Výr. tloušťka stěny				Výr. tloušťka stěny		Výr. tloušťka stěny						
T[°C]	do 12 mm	12 až 25 mm	25 až 36 mm	T[°C]	do 25 mm	T[°C]	do 25 mm	nad 25 mm	T[°C]		T[°C]	
pod 0	49			pod 0	50	pod -30 do -200	50		pod 0 do -100	52	pod 0 do -120	55
20	157	151	144	20	151	od -30 do 0	163 *		20	157	20	170
40	149	144	139	40	146				40	149	40	165
60	140	137	134	60	141				20	163	157	60
80	132	131	129	80	136	40	155	150	80	132	80	155
100	124	124	124	100	131	60	147	143	100	124	100	151
120	121			120	128	80	139	137	120	120	120	148
140	119			140	125	100	131	131	140	116	140	145
160	117			160	122	120	129		160	113	160	143
180	114			180	120	140	128		180	109	180	140
200	111			200	117	160	127		200	105	200	137
220	107			220	115	180	125		220	99	220	132
240	103			240	113	200	124		240	94	240	127
260	99			250	111	220	119		250	91	250	124
280	95			260	107	240	114		260	89	260	121
300	91			280	99	250	111		280	84	280	114
				300	91	260	107		300	79	300	108
				320	86	280	99				320	101
				340	82	300	91				340	95
				350	79	320	86				350	91
				360	76	340	81				360	89
				380	71	350	79				380	84
				400	65	360	76				400	79
				420	60	380	71				410	71
				430	54	400	65				420	61
				440	48	420	60				430	54
				450	43	430	54				440	48
						440	48				450	43
						450	43					

* Pro teploty 0 až -30°C platí při splnění podmínek v tab. 3

Tab. 6

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]														
11 418.1			11 453.1			11 474.1		12 021.1				12 022.1		
Výr. tloušťka stěny			Výr. tloušťka stěny					Výr. tloušťka stěny				Výr. tloušťka stěny		
T[°C]	do 25 mm	nad 25 mm	T[°C]	do 25 mm	nad 25 mm	T[°C]		T[°C]	do 12 mm	12 až 25 mm	nad 25 mm	T[°C]	do 25 mm	nad 25 mm
pod 0 do -200	55		pod 0	55		pod 0	55	pod -30 do-120	49			pod 0 do-120	55	
20	170	163	20	177	170	20	190	od -30 do 0	157 *	151 *	49	20	170	163
40	165	160	40	167	162	40	186					40	167	161
60	160	157	60	157	154	60	181	20	157	151	144	60	163	160
80	156	154	80	147	145	80	177	40	152	147	142	80	160	158
100	151	151	100	137	137	100	173	60	147	144	141	100	157	157
120	148		120	135		120	170	80	142	141	139	120	153	
140	145		140	132		140	167	100	137	137	137	140	150	
160	143		160	130		160	163	120	135			160	147	
180	140		180	127		180	160	140	132			180	144	
200	137		200	124		200	157	160	129			200	141	
220	132		220	120		220	152	180	127			220	134	
240	127		240	116		240	147	200	124			240	127	
250	124		260	113		250	144	220	119			250	124	
260	121		280	109		260	141	240	114			260	121	
280	114		300	105		280	134	250	111			280	117	
300	108					300	127	260	108			300	111	
320	101					320	121	280	103			320	103	
340	95					340	115	300	98			340	95	
350	91					350	111	320	93			350	91	
360	89					360	109	340	87			360	90	
380	84					380	103	350	85			380	87	
400	79					400	82	360	82			400	81	
410	71					410	71	380	77			410	71	
420	61					420	61	400	72			420	61	
430	53					430	54	410	69			430	54	
440	48					440	48	420	61			440	48	
450	43					450	43	430	54			450	43	
								440	48					
								450	43					

* Pro teploty 0 až -30°C platí při splnění podmínek v tab. 3

Tab. 7

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]

15 110.5			15111.5			15 121.5		17 102.2		17 240.4		17 246.4		
Výr. tloušťka stěny			Výr. tloušťka stěny			Výr. tloušťka stěny		Výr. tloušťka stěny				Výr. tloušťka stěny		
TPC	do 25 mm	25 až 36	T[°C]	do 25 mm	25 až 36	T[°C]	do 36 mm	T[°C]	do 24 mm	T[°C]		T[°C]	do 15 mm	nad 15 mm
pod 0	55		pod 0	55		pod 0	55	pod 0	55	pod 0	124	pod 0	177	163
20	170	157	20	196	183	20	196	20	137	20	124	20	177	163
40	170	155	40	195	181	40	195	40	134	40	119	30	168	159
60	169	154	60	193	180	60	193	60	130	50	117	40	159	155
80	168	153	80	191	179	80	191	80	127	60	115	50	151	151
100	167	151	100	190	177	100	190	100	123	80	110	60	147	
120	166	149	120	189	175	120	189	120	119	100	105	80	139	
140	165	148	140	187	174	140	187	140	116	120	101	100	131	
160	165	147	160	186	173	160	186	160	112	140	97	120	125	
180	164	145	180	184	171	180	184	180	109	150	95	140	120	
200	163	144	200	182	170	200	182	200	105	160	93	150	117	
220	161	141	220	180	167	220	177	220	102	180	89	160	116	
240	158	139	240	178	165	240	173	240	99	200	85	180	114	
250	157	137	250	177	163	250	170	260	97	220	82	200	111	
260	155	135	260	175	162	260	167	280	94	240	80	220	110	
280	153	129	280	173	159	280	162	300	91	250	79	240	109	
300	151	124	300	170	157	300	157	320	90	260	77	250	108	
320	145	119	320	165	152	320	151	340	89	280	75	260	107	
340	140	114	340	159	147	340	147	360	87	300	72	280	106	
350	137	111	350	157	144	350	144	380	86	320	71	300	105	
360	135	110	360	154	141	360	143	400	85	340	69	320	103	
380	129	107	380	149	136	380	140	420	83	350	69	340	102	
400	124	105	400	144	131	400	137	440	82	360	68	350	101	
425	117	91	425	137	124	420	135	450	81	380	67	360	101	
450	104	88	450	127	117	440	132			400	66	380	99	
460	95	88	475	117	111	450	131					400	98	
470	87		500	101		460	128					420	95	
480	80		520	75		480	123					440	93	
490	72		525	69		490	117					450	91	
500	65					500	97					460	90	
510	59					510	81					480	87	
520	52					520	66					500	85	
530	47					530	54					550	52	
						540	45							

Tab. 8

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]

17 249.4		17 347.4		17 350.4		17 248.4		15 128.9		15 128.5		
						Výr.tloušť. stěny		Výr.tloušťka stěny		Výr. tloušťka stěny		
T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]	do 20 mm	T[°C]	nad 12 mm	T[°C]	do 16 mm	nad 16 mm
pod 0	117	pod 0	177	pod 0	118	pod 0	137	pod 0	55	pod 0	55	
20	117	20	177	20	118	20	137	20	287	20	242	235
40	113	30	169	40	115	40	132	40	283	40	238	232
50	111	40	161	60	113	60	127	60	279	60	235	230
60	109	50	153	80	110	80	122	80	276	80	232	228
80	103	60	150	100	108	100	117	100	272	100	228	225
100	98	80	144	120	106	120	114	120	268	120	226	223
120	94	100	137	140	104	140	111	140	264	140	223	220
140	90	120	135	160	102	160	108	160	260	160	219	217
160	87	140	132	180	100	180	106	180	256	180	216	215
180	83	150	131	200	98	200	103	200	252	200	213	
200	79	160	129	220	95	220	100	220	249	220	209	
220	76	180	127	240	93	240	98	240	246	240	205	
240	73	200	124	260	90	260	96	260	243	260	201	
260	71	220	123	280	87	280	93	280	239	280	199	
280	68	240	121	300	85	300	91	300	235	300	196	
300	65	250	121	320	83	320	89	320	230	320	192	
320	64	260	120	340	82	340	88	340	225	340	188	
340	63	280	119	360	81	360	85	360	220	360	184	
360	61	300	117	380	79	380	84	380	215	380	180	
380	60	320	116	400	78	400	83	400	209	400	177	
400	59	340	115			440	82	420	204	420	172	
		350	115			460	81	440	199	440	166	
		360	114			480	80	460	186	460	161	
		380	113			500	79	480	160	480	145	
		400	111			550	78	490	146	490	130	
						560	77	500	134	500	113	
						580	75	510	119	510	100	
						590	68	520	106	520	87	
						600	61	530	93	530	76	
						610	55	540	81	540	67	
						620	49	550	68	550	59	
						630	43	560	60	560	52	
						640	37	570	52	570	45	
						650	31	580	46	580	40	

Tab. 9

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]														
St 35(.4)		St 35.8		St 37.2			13CrMo44		X2CrNi189		X2CrNiMo1812		X5CrNiMo1810	
Výr. tloušťka stěny														
T[°C]		T[°C]		T[°C]	do 16 mm	16 až 40 mm	T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]	
pod 0	49	pod 0	49	pod 0	52		pod 0	55	pod 0	117	pod 0	130	pod 0	137
20	157	20	157	20	157	151	20	196	20	117	20	130	20	137
40	153	40	153	40	153	148	40	195	40	113	40	126	40	133
60	149	60	149	60	149	145	60	193	50	110	50	123	50	130
80	146	80	146	80	146	142	80	191	60	107	60	120	60	127
100	142	100	142	100	142	139	100	190	80	102	80	115	80	122
120	139	120	139	120	139	136	120	189	100	97	100	110	100	117
140	135	140	135	140	135	133	140	187	120	93	120	106	120	112
160	131	160	131	160	131	130	160	186	140	89	140	102	140	107
180	128	180	128	180	128	127	180	184	150	87	150	100	150	105
200	124	200	124	200	124	124	200	182	160	85	160	98	160	103
210	121	220	119	220	119		220	177	180	82	180	94	180	100
220	119	240	114	240	114		240	173	200	79	200	91	200	97
230	117	250	111	260	107		250	170	220	76	220	89	220	94
240	114	260	107	280	99		260	167	240	73	240	86	240	92
250	111	280	99	300	91		280	162	250	72	250	85	250	90
260	107	300	91				300	157	260	71	260	84	260	89
270	103	320	87				320	152	280	69	280	81	280	87
280	99	340	82				340	147	300	67	300	79	300	85
290	95	350	79				350	144	320	65	320	77	320	83
300	91	360	77				360	143	340	64	340	76	340	81
		380	75				380	140	350	63	350	75	350	80
		400	72				400	137	360	61	360	74	360	79
		410	69				420	135	380	60	380	73	380	78
		420	61				440	132	400	59	400	72	400	77
		430	54				450	131						
		440	48				460	128						
		450	43				480	123						
							500	111						
							510	93						
							520	75						
							530	58						
							540	44						

Tab. 10

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]													
X10CrNiTi 189		X12CrNiTi 189		St 45 A53 Gr. B		St 45.8		H I		H II		15 Mo3	
T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]	
pod 0	137	pod 0	163	pod 0	55	pod 0	55	pod 0	49	pod 0	55	pod 0	55
20	137	20	163	20	170	20	170	20	150	20	170	20	182
40	131	40	158	40	166	40	166	40	146	40	166	40	180
50	127	60	153	50	165	50	165	50	144	50	164	50	179
60	125	80	147	60	163	60	163	60	143	60	163	60	178
80	121	100	142	80	159	80	159	80	139	80	159	80	176
100	117	120	136	100	155	100	155	100	135	100	155	100	174
120	114	140	131	120	152	120	152	120	132	120	152	120	172
140	112	160	125	140	148	140	148	140	128	140	148	140	170
150	110	180	120	150	146	150	146	150	126	150	146	150	169
160	108	200	115	160	144	160	144	160	124	160	144	160	167
180	105	220	113	180	141	180	141	180	121	180	141	180	165
200	103	240	112	200	137	200	137	200	117	200	137	200	163
220	100	250	111	220	132	220	132	220	114	220	132	220	158
240	98	260	110	240	126	240	126	240	112	240	126	240	153
250	97	280	109	250	123	250	124	250	110	250	123	250	150
260	96	300	108	260	120	260	121	260	107	260	120	260	146
280	93	320	107	280	112	280	116	280	99	280	112	280	138
300	91	340	105	300	104	300	110	300	91	300	104	300	130
320	89	350	104			320	105	320	86	320	99	320	125
340	88	360	103			340	100	340	81	340	94	340	120
350	87	380	101			350	98	350	78	350	91	350	117
360	86	400	98			360	95	360	76	360	89	360	116
380	84	420	95			380	90	380	70	380	84	380	113
400	83	440	93			400	84	400	65	400	78	400	110
420	82	450	91					420	60	420	73	420	108
440	81	460	90					440	54	440	68	440	106
450	81	480	87					450	52	450	65	450	104
460	80	500	85										
480	80	520	82										
500	79	550	79										

Tab. 11

DOVOLENÁ NAMÁHANÍ „k“ [MPa]													
10CrMo 910		X5CrNi189		A 106 Gr. B		A 335 Gr. P5		A 335 Gr.P11,P22		A 312 TP 304		A 312 TP 316	
T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]		T[°C]	
pod 0	55	pod 0	123	pod 0	55	pod 0	55	pod 0	55	pod 0	138	pod 0	138
20	176	20	123	20	160	20	138	20	138	20	138	20	138
40	175	40	119	40	156	40	137	40	137	40	137	40	137
50	174	50	116	50	154	50	135	50	135	50	133	50	133
60	174	60	114	60	152	60	133	60	134	60	130	60	130
80	172	80	108	80	147	80	128	80	131	80	123	80	123
100	171	100	103	100	143	100	125	100	128	100	116	100	117
120	169	120	99	120	138	120	123	120	126	120	110	120	113
140	168	140	95	140	134	140	120	140	124	140	104	140	109
150	167	150	93	150	132	150	119	150	123	150	102	150	108
160	166	160	91	160	130	160	118	160	123	160	99	160	106
180	165	180	88	180	125	180	116	180	122	180	95	180	103
200	163	200	84	200	121	200	114	200	121	200	91	200	100
220	160	220	82	220	116	220	112	220	120	220	88	220	97
240	158	240	80	240	112	240	111	240	119	240	86	240	95
250	156	250	78	250	110	250	110	250	119	250	85	250	93
260	155	260	77	260	108	260	109	260	118	260	84	260	92
280	153	280	75	280	103	280	108	280	117	280	82	280	90
300	150	300	73	300	99	300	106	300	116	300	81	300	89
320	148	320	72	320	95	320	104	320	114	320	79	320	87
340	145	340	70	340	92	340	103	340	112	340	78	340	85
350	144	350	69	350	90	350	102	350	110	350	78	350	84
360	142	360	68	360	89	360	102	360	109	360	77	360	84
380	140	380	67	380	87	380	101	380	107	380	77	380	82
400	137	400	65	400	85	400	100	400	105	400	76	400	81
420	134	420	64										
440	132	440	64										
450	130	450	63										

