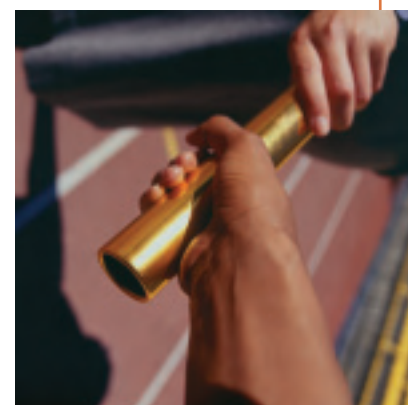
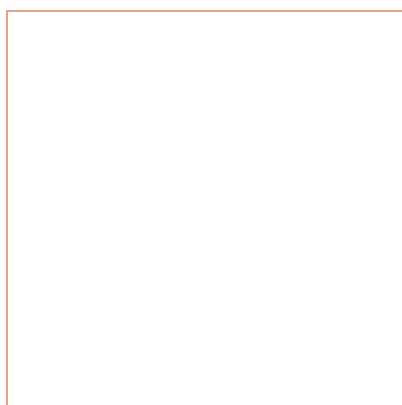
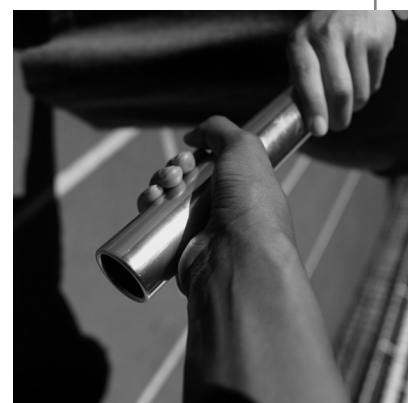
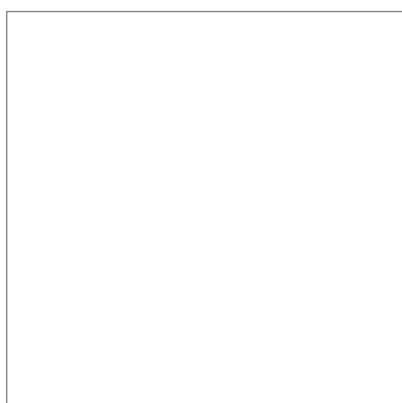




PŘÍRUČKA K PROJEKTOVÁNÍ SYSTÉMŮ Z MĚDĚNÝCH TRUBEK V TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍCH BUDOV



PŘÍRUČKA K PROJEKTOVÁNÍ SYSTÉMŮ Z MĚDĚNÝCH TRUBEK V TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍCH BUDOV



OBSAH

	Úvod	5
1.	Obecné poznatky	7
1.1.	Vlastnosti měděných trubek	7
1.2.	Odolnost měděných trubek proti tlaku	8
1.3.	Tepelná roztažnost měděných trubek	8
1.4.	Tepelná izolace	8
1.5.	Uložení trubek	9
1.6.	Spojování trubek	9
2.	Hlediska projektování	11
2.1.	Projektování rozvodu vody	11
2.2.	Projektování ústředního vytápění	13
2.3.	Projektování rozvodu plynu	17
2.4.	Projektování rozvodu oleje	17
2.5.	Projektování sítě rozvodu stlačeného vzduchu	17
	Použitá literatura	21
	Dodatek: Tab.1 až 38	21

ÚVOD

Kvalitně provedený a dimenzovaný rozvod vody lze provést z různých materiálů. To samé lze říci i o domovním rozvodu plynu. Správně dimenzovaná a hydraulicky vyvážená soustava ústředního vytápění může být rovněž provedena z různých materiálů.

Otázkou zůstává, jaká je spolehlivost použitého materiálu, jeho životnost a šetrnost k životnímu prostředí, fyzikální a mechanické vlastnosti atd. Velkou roli hraje i cena použitého materiálu v kontextu s jeho životností a pracností celé montáže. Při respektování kvality a všech nejnáročnějších kritérií na vhodný instalační materiál padne volba jednoznačně na med. Měď je totiž jedinečná z několika důvodů.

Vyznačuje se dobrou pevností, houževnatostí a tvárností. Snáší vysoké provozní teploty bez patrných změn ve vnitřní struktuře. Při dlouhodobém tepelném zatížení nedochází k jejímu znehodnocení. Stejně důležitá je odolnost mědi vůči korozi a vysokému tlaku v potrubních sítích. Nehoří, drží svůj tvar a pevnost při vysokých teplotách. To vše zaručuje její dlouhou životnost, která několikanásobně převyšuje ostatní používané materiály.

Měď je materiálem naprosto hygienicky nezávadným. Měděné rozvody brání průniku kyslíku, ultrafialových paprsků a mikrobiologických látek. Měď neabsorbuje organické substance. Měď také zabraňuje rozmnožování bakterií (např. Legionela, E-coli atd.).

Měď je přírodním materiálem, který lze bez obav použít na rozvod pitné vody. Měď jako stopový prvek je nepostradatelná pro ochranu zdraví. Účastní se tvorby krve, zachovává pružnost a mladistvost kůže, vlasů a cévních stěn. Je potřebná k normální funkci nervové soustavy.

Pro svůj přírodní charakter je šetrná k životnímu prostředí. Lze říci, že 100% mědi lze recyklovat.

Vzhledem k jednoduché montáži, menší pracnosti při provádění instalace z mědi a užitným vlastnostem samotné mědi jsou celkové náklady srovnatelné s rozvody z jiných materiálů. Rozvody z mědi převyšují svou kvalitou a životností ostatní druhy rozvodů.

Závěrem lze konstatovat, že měď je ve stavebnictví jak tradičním, tak zároveň moderním materiálem s perspektivou ještě většího rozšíření.

Předkládaná příručka poskytuje rámcový návod a také celou řadu konkrétních odborných údajů k projektování soustav z měděného potrubí. Vychází přitom z platných evropských norem a z norem národních.

Praktických řešení a techniky montáže se předkládaná příručka dotýká jen okrajově.

Hungarian Copper Promotion Centre



MĚD

1. OBECNÉ POZNATKY

Základní normou pro výrobu měděných trubek je norma EN 1057 (ČSN EN 1057). Složení materiálu trubek musí odpovídat požadavkům: Cu + Ag: min 99,90% a 0,015% < P < 0,040 %. Tato třída mědi je označena buď Cu-DHP nebo CW024A. Přítomnost fosforu napomáhá lepší svařitelnosti a pájení trubek. Měděné trubky vyrobené podle této normy se mohou použít na instalaci rozvodů pitné vody studené a teplé, vytápění, zemního plynu, LPG, oleje a stlačeného vzduchu. Na instalační účely se vždy doporučuje použít trubku, tvarovku a případně pájecí materiál se značkou jakosti. Jakostní podmínky německého Spolku pro kontrolu jakosti měděných trubek (RAL) obsahují, oproti normám (např. ČSN EN 1057 pro trubky), doplňující podmínky a předpisy pro zkoušení trubek, tvarovek a pájecího materiálu. Použití takto označených komponentů spolu s odbornou instalací a projektováním zaručuje mimořádně dlouhou životnost rozvodného systému, provedeného z měděných trubek a tvarovek. Značka jakosti spolku RAL a její zjednodušená verze:



Instalační měděné trubky vyrobené podle ČSN EN 1057 od průměru 10 mm až do průměru 54 mm (včetně) musí být průběžně označeny ve vzdálenostech ne větších než 600 mm nejméně těmito údaji:

- číslo normy (EN 1057)
- jmenovité rozměry příčného průřezu: vnější průměr x tloušťka stěny
- identifikace stavu materiálu R250 (polotvrď) značkou +++
- identifikační značka výrobce
- datum výroby: rok a čtvrtletí (I až IV) nebo rok a měsíc (1 až 12)

Trubky o průměru od 6 mm, ale menším než 10 mm, nebo větším než 54 mm musí být nejméně obdobně čitelně označeny na obou koncích. K těmto údajům bývá přidána značka spolku RAL.

Měděnou trubkou se nesmí přenášet následující látky:

- acetylén C₂H₂
- amoniak NH₃ (obsahující vodu)*

- chlór Cl₂ (obsahující vodu)*
- chlorovodík HCl (obsahující vodu)*
- fosgen COCl₂
- oxid siřičitý SO₂ (obsahující vodu)*
- sirovodík H₂S (obsahující vodu)*

ré se také dodávají v tyčích. Trubky se dodávají holé anebo s plastovým povlakem (trubky opláštěvané PVC). Tyto povlaky vydrží stálou teplotu 95 °C. Údaje trubek obsahují tab. č. 1.1. a 1.2.

1.1. VLASTNOSTI MĚDĚNÝCH TRUBEK

Trubka se zhotovuje z mědi o čistotě větší než 99,9%, bod tání je 1083 °C, tepelná vodivost je 395 W/m.K, hustota 8960 kg/m³. Trubky se vyrábějí v různých druzích tvrdosti (viz tabulka č.1.1.). Měkčí měděné trubky se vyrábějí v rozmezí vnějšího průměru 6-22 mm a dodávají se ve svitcích. Polotvrďé měděné trubky se vyrábějí o průměrech 6-133 mm, a ty se dodávají v tyčích. Tvrdé měděné trubky se vyrábějí o průměrech 64-267 mm, kte-

K montáži topení je povolené použít i pláštěvané trubky s menší tloušťkou stěny. Existují v následujících rozměrech:

- 10 × 0,7 mm
- 12 × 0,8 mm
- 14 × 0,8 mm
- 15 × 0,8 mm.

Pozor! Smějí se použít jen k montáži otopných rozvodů, protože k ostatnímu použití je předepsaná minimální tloušťka stěny 1 mm.

Stupeň tvrdosti	Její značka	Pevnost v tahu Rm [MPa]	Tažnost A [%]
měkká	R220	min. 220	min. 40
polotvrďá	R250	min. 250	min. 20
tvrdá	R290	min. 290	min. 3

Tabulka 1.1. Mechanické vlastnosti měděných trubek podle ČSN EN 1057

Rozměr trubky [mm] vnější průměr × tloušťka stěny [mm]	Hmotnost [kg/m]	Objem [l/m]	Délka trubky [m/l]	Přípustný provozní tlak [bar] bezpečnost	
				S = 3,5 ¹⁾	S = 4 ²⁾
6 × 1	0,140	0,013	79,58	229	200
8 × 1	0,196	0,028	35,38	163	143
10 × 1	0,252	0,050	19,89	127	111
12 × 1	0,308	0,079	12,73	104	91
15 × 1	0,391	0,133	7,73	82	71
18 × 1	0,475	0,201	5,00	67	59
22 × 1	0,587	0,314	3,18	54	48
28 × 1,5	1,110	0,491	2,04	65	57
35 × 1,5	1,410	0,804	1,24	51	45
42 × 1,5	1,700	1,195	0,84	42	37
54 × 2	2,910	1,963	0,51	44	38
64 × 2	3,467	2,827	0,35	38	32
76,1 × 2	4,144	4,083	0,25	31	27
88,9 × 2	4,859	5,661	0,18	26	23
108 × 2,5	7,374	8,332	0,12	27	24
133 × 3	10,904	12,668	0,08	26	23
159 × 3	13,085	18,385	0,05	22	19
219 × 3	18,118	35,633	0,03	16	14
267 × 3	22,144	53,502	0,02	13	11

¹⁾ Spoj s koeficientem bezpečnosti S = 3,5 se vztahuje na pájenou bezešvou taženou trubku a na svařované trubky.

²⁾ U tvrdě pájených trubek bez tvarovek musíme počítat s bezpečnostním koeficientem S = 4.

Tabulka č. 1.2. Hmotnost, objem a hodnoty provozního tlaku měděných trubek podle normy ČSN EN 1057. U měkkého (žíhaného) materiálu je počítáno s pevností v tahu Rm = 200 MPa a max. teplotou 100 °C.

1.2. ODOLNOST MĚDĚNÝCH TRUBEK PROTI TLAKU

Maximálně přípustný provozní tlak v potrubí se vypočítá podle následujícího vzorce:

$$P_B = \frac{20 R_m s}{(d_a - s) S}$$

kde:

- P_B je největší přípustný provozní tlak [bar],
- 20 přepočtový koeficient [bar, MPa],
- R_m pevnost v tahu [N/mm²],
- s tloušťka stěny [mm],
- d_a vnější průměr [mm]
- S bezpečnostní koeficient

V případě bezpečnostního koeficientu $S = 4$ jsou maximální přípustné tlaky uvedeny na obr. 1.1.

1.3. TEPELNÁ ROZTAŽNOST MĚDĚNÝCH TRUBEK

Tepelná roztažnost měděné trubky je o něco větší než roztažnost ocelové trubky, ale je podstatně menší, než roztažnost trubky z plastu. Tuto skutečnost musíme brát v úvahu při projektování. Koeficient tepelné roztažnosti je $\alpha = 16,6 \cdot 10^{-6} \text{ m/m.K}$.

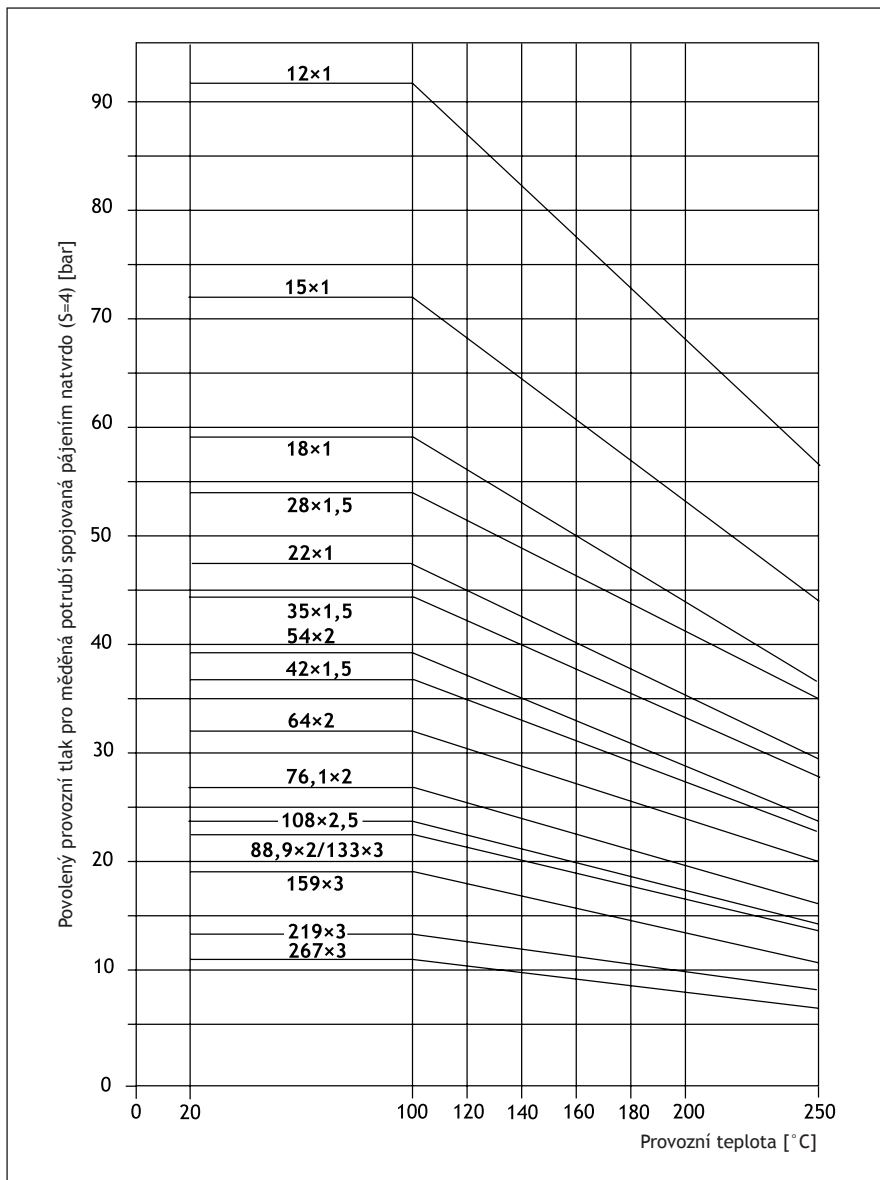
Prodloužení měděné trubky je možné zjistit z obr. 1.2. v závislosti na rozdílu mezi provozní a montážní teplotou. Totéž můžeme určit z tab. 1.3.

U volně vedených trubek musíme zachovat vzdálenost A mezi uchycením trubky a ohybem (obr. 1.3.). Této vzdálenosti je zapotřebí k tomu, aby nedošlo k trvalému zdeformování vedení.

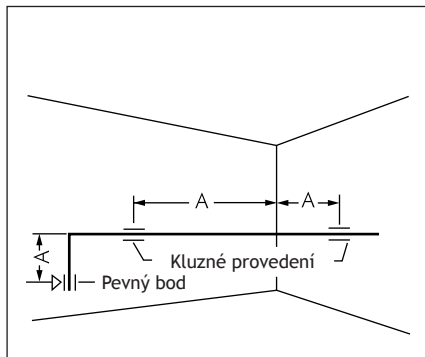
Vzdálenost A můžeme určit z tab. 1.4. v závislosti na rozměru trubky a změně její délky. Při montáži pod omítku musíme možná místa posunu vyplnit pěnou nebo jinými elastickými polštáři (obr. 1.4.).

1.4. TEPELNÁ IZOLACE

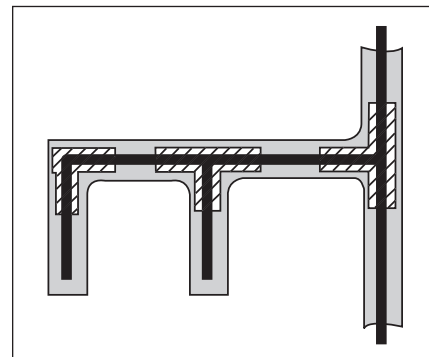
Měděné trubky musíme většinou tepelně izolovat, kromě soustav, které vedou plyn nebo stlačený vzduch. Trubky vedoucí studenou vodu izolujeme proti orosení



Obr. 1.1. Povolené provozní tlaky měděných potrubí pájených natvrdo (stupeň bezpečnosti $S = 4$) v závislosti na provozní teplotě - při použití pájených tvarovek dle ČSN EN 7254-7.



Obr. 1.3. Umístění objímek pro připevnění trubek při vedení potrubí po obvodu, jejich montážní vzdálenost „A“.



Obr. 1.4. Při uložení pod omítkou musí být odbočky vypodloženy

a ohřevu, trubky pro teplou vodu chráníme proti ochlazení.

K ochraně proti orosení stačí izolace menších tloušťek, ostatní rozvody se opatřují důkladnější tepelnou izolací. K dostání jsou již izolované trubky, splňující hodnoty uvedené v normách (např. WICU-EXTRA). U trubek WICU-EXTRA dodávaných v tyčích je 100% tepelné izolace, u trubek dodávaných ve svítcích je kvůli ohebnosti jen 50% tepelné izolace, a to vede k nutnosti je dodatečně izolovat.

Trubky vedené ve vrstvě tepelné či zvukové izolace v konstrukci podlahy (obr. 1.5.) nemusíme nijak zvlášť izolovat. Rozvody systému podlahového vytápění se neizolují. Zvýšenou pozornost je nutné věnovat dodatečné izolaci v místech spojů.

1.5. ULOŽENÍ TRUBEK

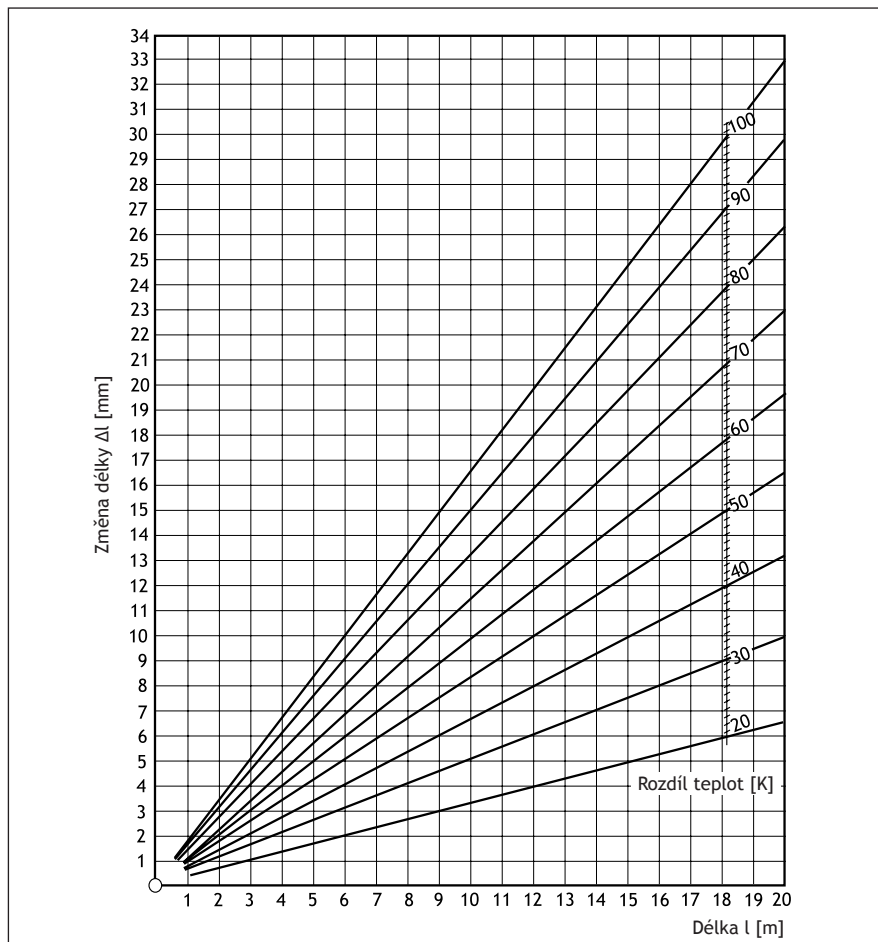
Uložení trubek je dvojího druhu: posuvné nebo pevné. K uložení lze koupit přichytky z plastu, mědi a oceli.

U ocelových přichytek musíme dbát na to, aby se přímo nedotýkaly mědi, protože účinkem vlhka dojde k elektrochemické korozi, která zničí přichytku. V tomto případě je vhodné dát mezi přichytku a trubku pryžovou vložku.

U volně vedených trubek orientačně určuje vzdálenosti mezi jednotlivým uložením tab. 1.5. Tyto hodnoty platí jen pro trubky s proudícím médiem. Mají-li přenášet i jiné zatížení, pak musíme vzdálenosti zkrátit. Pro volně vedené rozvody je nutné použít polotvrdé, nebo tvrdé trubky.

1.6. SPOJOVÁNÍ TRUBEK

Nejrozšířenější formou spojování trubek je v dnešní době kapilární pájení. To se provádí měkkým nebo tvrdým pájením. Svařované spoje se používají zřídka, protože svařování měděných trubek vyžaduje velkou praxi (pro nízký bod tání a velkou tepelnou vodivost se trubka lehce propálí). Jen zřídka se používá šroubení se svěracím kroužkem, šroubení s řezným kroužkem, trubkové spojky, přírubové spoje, závitové spoje (jen pro pájené tvarovky se závitem). Dnes je nejvíc rozšířeno spojování lisováním, které se dá provést velmi rychle (jeden spoj za 4-6 s),



Obr. 1.2. Změna délky měděných trubek v závislosti na zvýšení teploty a délce trubky

Délka trubky [m]	Rozdíl teplot [K]						
	40	50	60	70	80	90	100
1	0,66	0,83	1,00	1,16	1,33	1,49	1,66
2	1,33	1,66	1,99	2,32	2,66	2,99	3,32
3	1,99	2,49	2,99	3,47	3,99	4,48	4,98
4	2,66	3,32	3,99	4,65	5,31	5,98	6,64
5	3,32	4,15	4,98	5,81	6,64	7,47	8,30
6	3,98	4,98	5,99	6,97	7,97	8,96	9,96
7	4,65	5,81	6,97	8,13	9,30	10,46	11,62
8	5,31	6,64	7,97	9,30	10,62	11,95	13,28
9	5,98	7,47	8,96	10,46	11,96	13,45	14,94
10	6,64	8,30	9,96	11,62	13,28	14,94	16,60
11	7,30	9,13	10,96	12,78	14,61	16,43	18,26
12	7,97	9,96	11,95	13,94	15,94	17,93	19,92
13	8,63	10,79	12,95	15,11	17,26	19,42	21,58
14	9,29	11,62	13,94	16,27	18,59	20,92	23,24
15	9,96	12,45	14,94	17,43	19,92	22,41	24,90
16	10,62	13,28	15,94	18,59	21,95	23,90	26,56
17	11,29	14,11	16,93	19,75	22,58	25,40	28,22
18	11,95	14,94	17,93	20,92	23,90	26,89	29,88
19	12,62	15,77	18,92	22,08	25,93	28,39	31,54
20	13,28	16,60	19,92	23,24	26,56	29,88	33,20
21	13,94	17,43	20,92	24,40	27,89	31,37	34,86
22	14,61	18,26	21,91	25,56	29,22	32,87	36,52
23	15,27	19,09	22,91	26,73	30,54	34,36	38,18
24	15,93	19,92	23,90	27,89	31,87	35,87	39,84
25	16,60	20,75	24,90	29,05	33,20	37,35	41,50

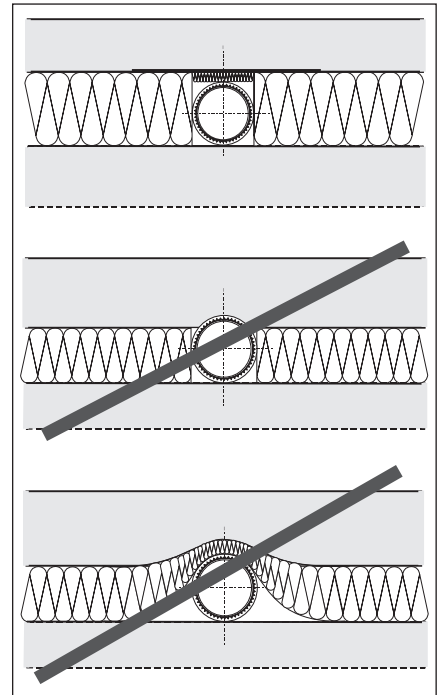
Tab. 1.3. Míry roztažnosti trubek

ale použité tvarovky jsou cenově nákladnější než tradiční tvarovky. Již zmíněné spoje jsou rozděleny na dvě skupiny:

- rozebíratelné spoje: závitové, šroubení se svěracím kroužkem, trubkové spojky, přírubové spoje,
- nerozebíratelné spoje: pájení, svařování, lisování.

Vnější průměr [mm]	Dilatace Δl [mm]			
	5	10	15	20
12	475	670	820	950
15	530	750	920	1060
18	580	820	1000	1160
22	640	910	1110	1280
28	725	1025	1250	1450
35	810	1145	1400	1620
42	890	1250	1540	1780
54	1010	1420	1740	2010
64	1095	1549	1897	2191
76,1	1195	1689	2069	2389
88,9	1291	1826	2236	2582
108	1423	2012	2465	2846
133	1579	2233	2735	3158
159	1727	2442	2991	3453
219	2026	2866	3510	4053
267	2237	3164	3875	4475

Tab. 1.4. Montážní vzdálenost „A“ závěsu trubky v závislosti na průměru trubky a její dilataci.



Obr. 1.5. Správné a špatné vedení trubek v konstrukci podlahy

Vnější průměr d_e , [mm]	12	15	18	22	28	35	42	54	64	76,1	88,9	108	133	159
Vzdálenost přichycení [m]	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50	4,00	4,25	4,75	5,00	5,00	5,00

Tab. 1.5. Směrné hodnoty montážních vzdáleností „A“ pro uchycení vodovodních potrubí z měděných trubek podle DIN 1988, část 2.

2. HLEDISKA PROJEKTOVÁNÍ

Instalace měděných trubek nám dává mnohem větší možnosti, než tomu bylo dříve, protože se s ní dají provádět všechny úkony jako s ocelí, ale kromě toho můžeme navrhnout i mnoho jiných řešení.

Návrhy musí odpovídat normám, tj. platným předpisům ve stavebnictví, kterými se zde nebudeme zabývat.

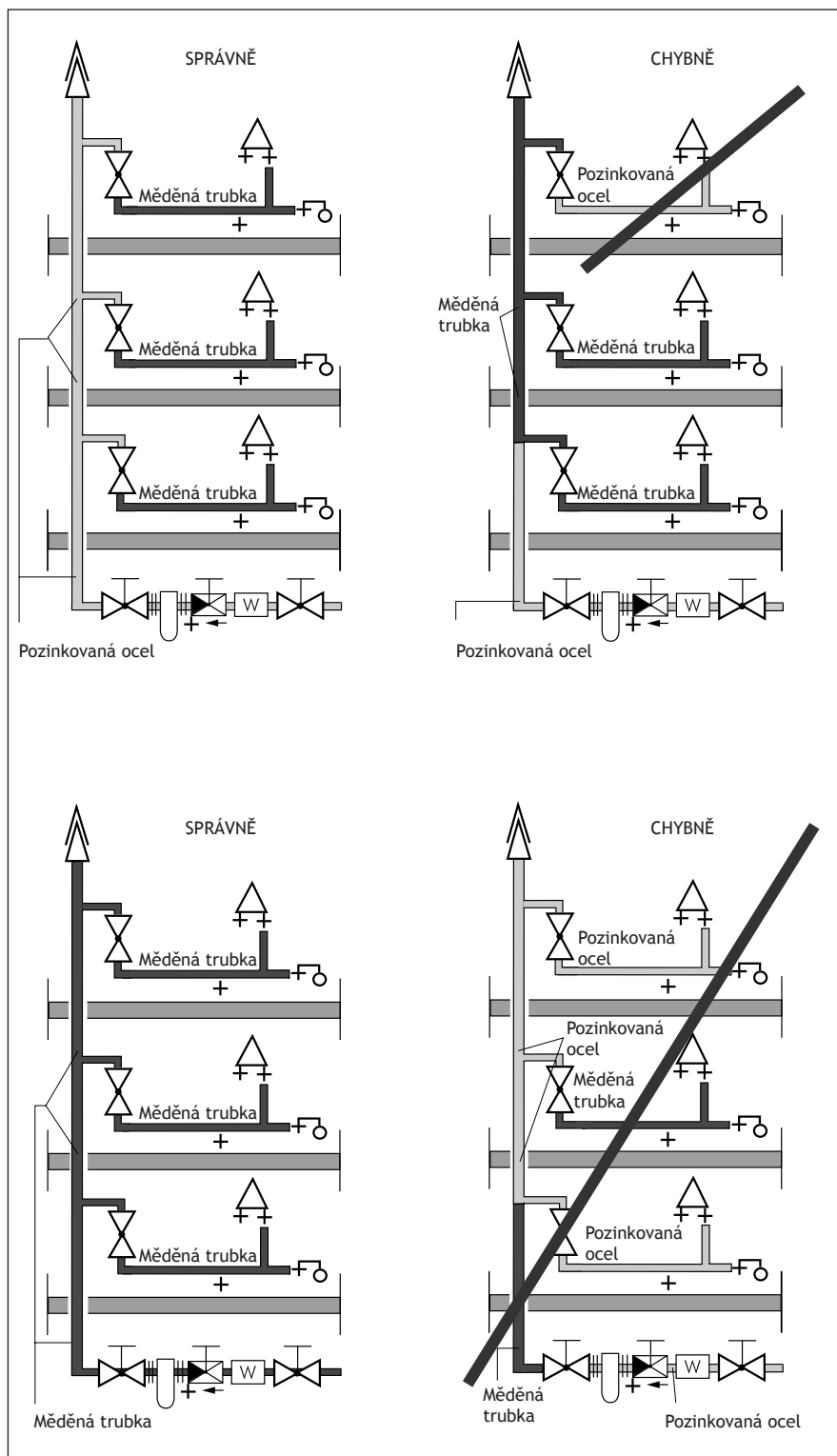
2.1. PROJEKTOVÁNÍ ROZVODU VODY

U rozvodu pitné vody provedeného měděnými trubkami je předpokládána jeho velmi dlouhá životnost. K jejímu zachování jsou požadavky na pitnou vodu stanoveny takto: Pitná voda má mít stabilní pH v rozmezí 6,5-9,5 a nemá být jinak agresivní (má splňovat hodnotu kyselinové neutralizační kapacity $KNK_{8,2} < 1,0$ mmol/l, a obsah $CO_2 < 44$ mg/l) viz vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 409/2005 Sb.

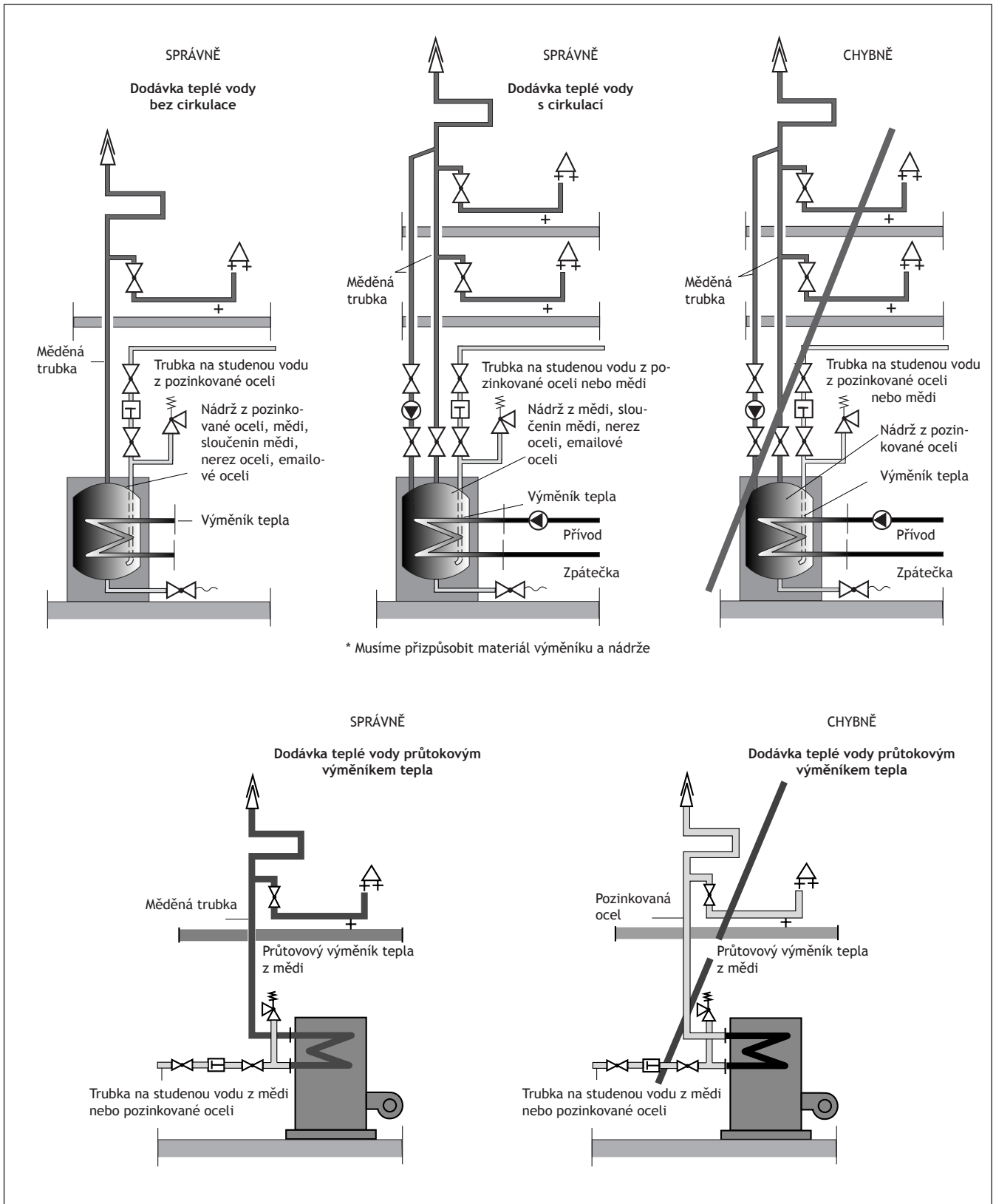
U nás jsou tyto podmínky na kvalitu vody většinou splněny. Pitná voda vždy obsahuje rozpuštěný kyslík, proto se v nových vodovodních sítích - dokud se ve vnitřní části trubky nevytvoří ochranná vrstva oxidu - vždy vyskytují ionty mědi, které mohou vyvolat elektrochemickou (bodovou) korozi ocelových (pozinkovaných) trubek. Abychom tomu zabránili, je nutné dodržet tzv. „pravidlo toku“. To nám říká, že ve směru toku vody, nesmí po mědi následovat díly z oceli. Několik příkladů sestavení je na obr. 2.1.

Při návrhu přípravy teplé vody, musíme dbát na to, aby ohřívač vyrobený z oceli nebyl zapojen do cirkulačního okruhu, protože v důsledku cirkulace bude po mědi zase následovat ocel. Není také správné, jestliže je vyroben z mědi jen výměník tepla, pokud po něm pak následuje pozinkovaná ocel. V tomto případě je nutné celou soustavu provést z mědi (obr. 2.2.).

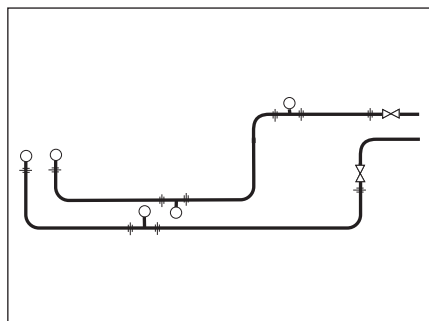
V rozvodech vody se při spojování měděných trubek kapilárním pájením musí až do průměru 28mm používat pouze pájení naměkko. Vyšší teplota, používaná při pájení natvrdo oddaluje totiž vytvoření ochranné vrstvičky na vnitřním povrchu trubky. K provedení nerozebíratelných spojů měděných trubek se také stále více začínají používat lisované spoje. Pro rozvody vody má těsnící kroužek lisované



Obr. 2.1. Příklady společné montáže pozinkovaných ocelových a měděných trubek



Obr. 2.2. Příklady na rozvod teplé vody



Obr. 2.3. Tradiční způsob instalace

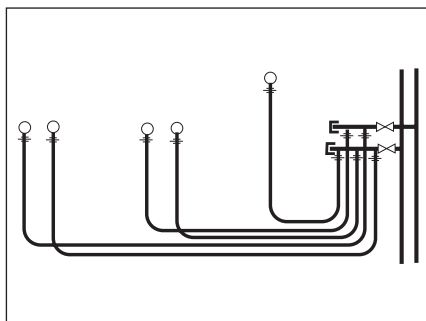
tvárovky barvu černou. Sestavení části rozvodného a stoupacího vodovodního potrubí se shoduje s tradičním postupem. Rozvětvení potrubí může být též obvyklé (obr. 2.3.), ale snadno se dá provést i alternativní řešení. Výhodou tradičního řešení je menší spotřeba materiálu, ale

Úseky potrubí	Přípustné průtočné rychlosti
Ležatá potrubí, stoupací potrubí, podlažní rozvodná potrubí	max. 2,0 m/s
Připojovací potrubí (k jedné výtokové armatuře)	max. 4,0 m/s
Cirkulační potrubí *	max. 0,5 m/s

Tab. 2.1 Povolené rychlosti v rozvodech pitné vody podle ČSN EN 806-3 *Podle ČSN 75 5455

Rozvod teplé vody, jmenovitý průměr	Cirkulační potrubí jmenovitý průměr
20 (22,0 × 1,0)	12 (15,0 × 1,0)
25 (28,0 × 1,5)	12 (15,0 × 1,0)
32 (35,0 × 1,5)	12 (15,0 × 1,0)
40 (42,0 × 1,5)	20 (22,0 × 1,0)
50 (54,0 × 2,0)	25 (28,0 × 1,5)
65 (76,1 × 2,0)	25 (28,0 × 1,5)
80 (88,9 × 2,0)	25 (28,0 × 1,5)
100 (108,0 × 2,5)	32 (35,0 × 1,5)

Tab. 2.2. Návrh dimenze cirkulačního potrubí



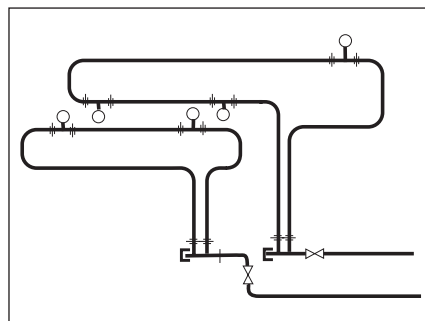
Obr. 2.4. Individuální instalace potrubí

soustava není tak stabilní, protože při odběru na více místech může dojít ke snížení tlaku. Používá-li vodu více uživatelů najednou, pak je lepší provést individuální návrh rozvodu potrubí z jednoho centrálního rozdělovače. Potom je vodu zásobeno každé místo odběru zvlášť (obr. 2.4.), což znamená rovnoměrnější odběr. Samozřejmě toto řešení má větší spotřebu materiálu. Rovnoměrnějšího tlaku dosáhneme i zokruhováním systému, kde je vyřešen i průtok vody v celé větvi soustavy. Při otevření jedné armatury začne voda vytékat z obou směrů (obr. 2.5.). Toto řešení je výhodnější v případě, kdy je větev delší. Musíme dbát na to, abychom při otevření kohoutu dosáhli výtokového tlaku 0,05 MPa.

U ventilu WC s tlakovým splachovačem je zapotřebí dosáhnout tlaku 0,1 MPa. U průtokových plynových ohřivačů vody a kombinovaných zařízení vyžaduje ohřivač vody rozdíl tlaku alespoň 0,06 MPa (u více kombinovaných zařízení soustava zapne již při tlakovém rozdílu 0,05 MPa). Kvůli ochraně proti korozi a hluku nesmíme překročit hodnoty rychlosti vody uvedené v tab. 2.1.

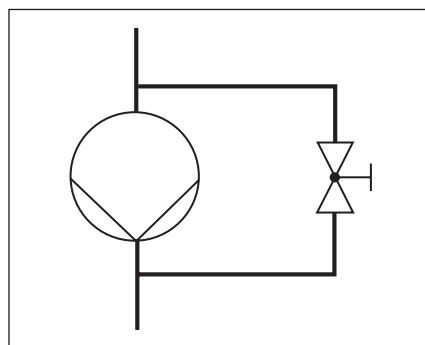
Zásadní ochrana proti hluku ale spočívá v tom, že se nikde nesmějí vytvářet hlukové mosty, t.j. nikde nesmí dojít ke kovovému styku vodovodu se stavební konstrukcí (nutno použít izolace trubek, izolační vložky v příchytkách trubek). U cirkulačního potrubí je podle zkušeností vhodné volit následující dimenze uvedené v tab. 2.2. Samozřejmě můžeme i přesně dimenzovat. V takovém případě je dobré přecirkulovat celý objem teplovodní soustavy během jedné hodiny.

Nejmenší rozměr cirkulačního potrubí volme 15 × 1. Přepravuje-li cirkulační



Obr. 2.5. Zaokruhování rozvodů

čerpadlo hodně vody, pak musíme vestavět obtok (bypass), obr. 2.6., aby nebyla v potrubí příliš velká rychlost.



Obr. 2.6. Vestavění obtoku (bypass)

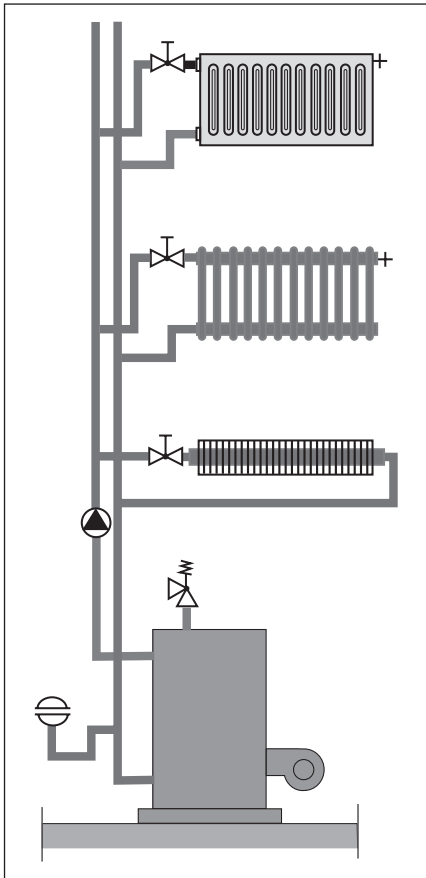
Nutné tabulky a diagramy ke stanovení množství teplé a studené vody jsou uvedeny v dodatku.

2.2. PROJEKTOVÁNÍ ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ

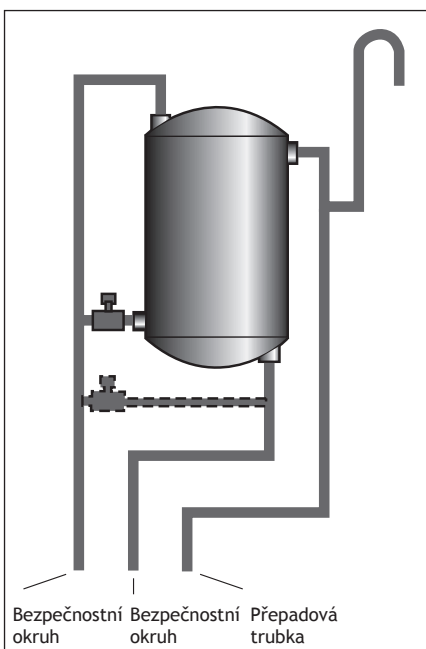
Při navrhování tradičního ústředního vytápění bereme v úvahu menší koeficient tření, takže počítáme s menším průměrem trubek.

V ústředním vytápění můžeme použít téměř jakýkoli druh spojení, protože zde nedochází k novému přívodu čerstvého kyslíku jako je tomu u pitné vody. Oproti tomu, jestliže zvolíme spojení pájením, pak je levnější měkké pájení. Při vedení trubek ve zdi nebo pod podlahou, nesmíme použít rozebíratelné spoje na nepřístupných místech.

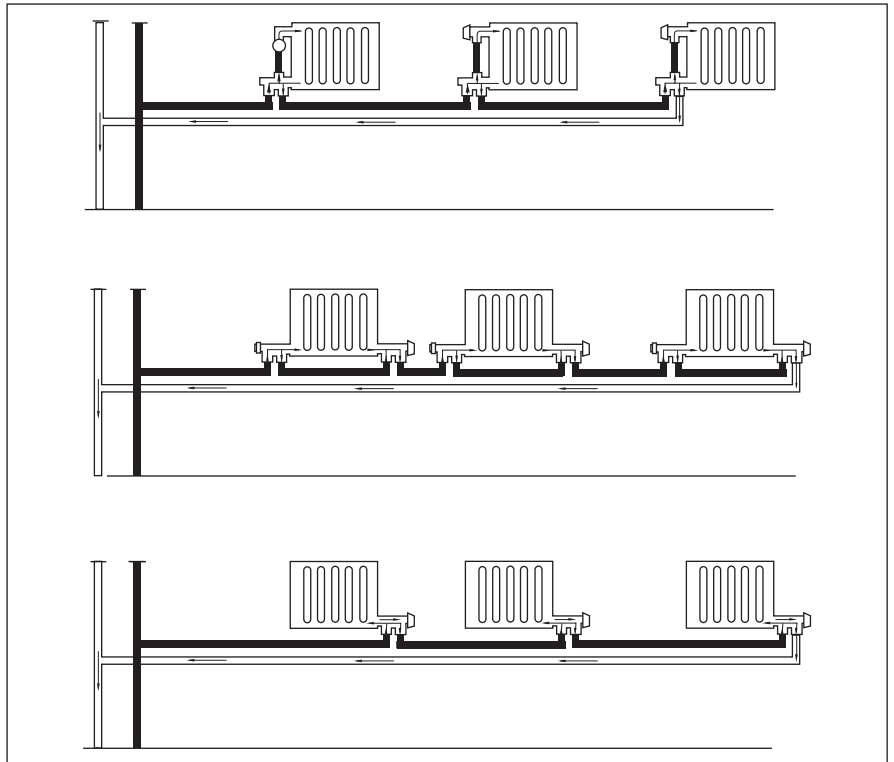
V ústředním vytápění nemusíme dbát na „pravidlo toku“, které jsme poznali u vodovodního potrubí, takže můžeme montovat dohromady ocelové a měděné



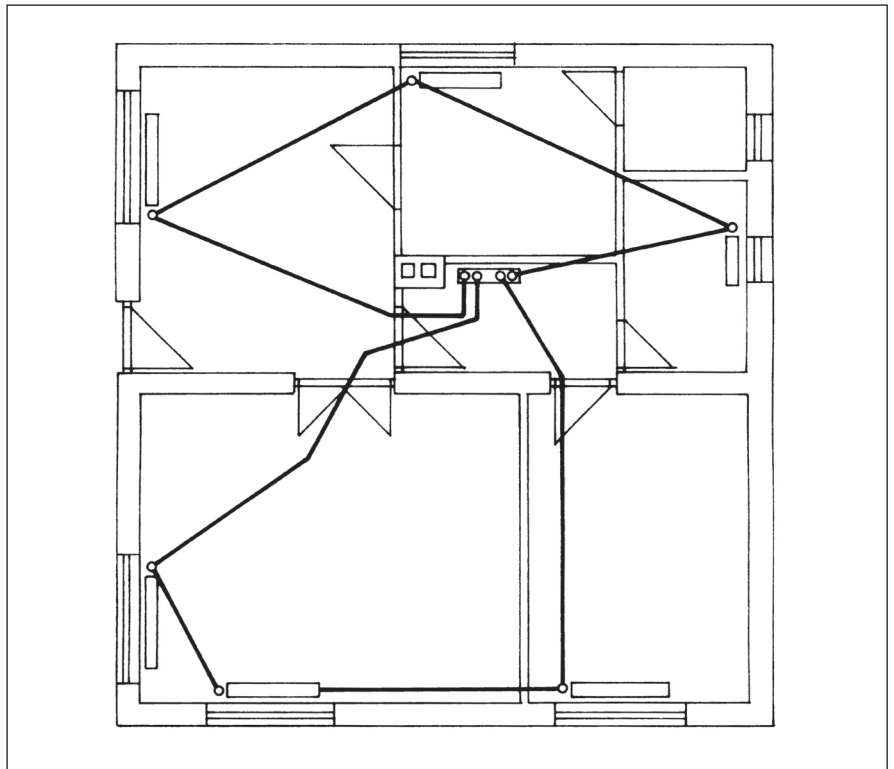
Obr. 2.7. Instalace ústředního vytápění při použití různých materiálů



Obr. 2.8. Úprava otevřené expanzní nádoby



Obr. 2.9. Jednotrubkové systémy



Obr. 2.10. Horizontální jednotrubkový rozvod

díly (obr. 2.7.), protože u dobře instalované soustavy se po vytopení vyloučí z vody plyny. V systému nezůstane volný kyslík, a tím se nevyloučí na stěně trubky měděné ionty, takže se k oceli nedostanou korozi vyvolávající ionty. Do soustavy se ale dostává kyslík otevřenou expanzní nádobou. Pokud je to možné je lepší navrhnout uzavřenou topnou soustavu. Nedá-li se osadit uzavřená expanzní nádoba (např. u stávajícího ústředního vytápění), pak musíme otevřenou expanzní nádobu upravit tak, aby se do systému dostalo kyslíku co nejméně. Na obr. 2.8. je uveden jeden z příkladů.

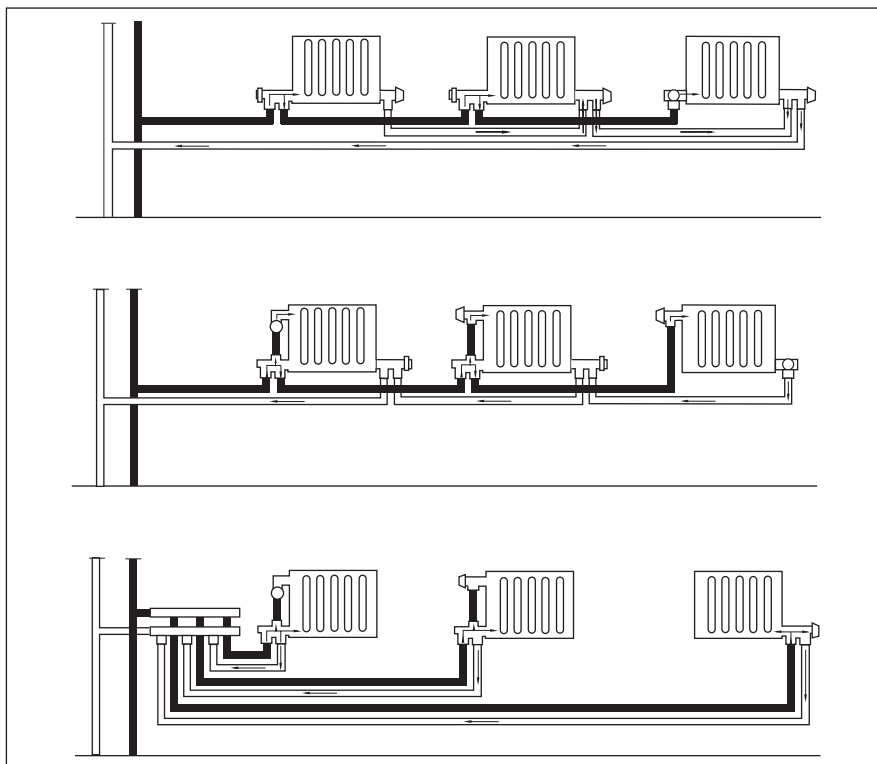
I v soustavách ústředního vytápění musíme dbát na to, aby se měď a ocel, nebo měď a hliník přímo nedotýkaly, protože to způsobuje korozi. U spojení měď-ocel musíme vložit prvky z mosazi nebo poniklovanou mosaz. U spojení měď-hliník vkládáme prvky z mosazi nebo z kadmiované mosazi.

Vedle tradičního vedení potrubí má měděná trubka tu výhodu, že se dá vést i v konstrukci podlahy. Hodně lidí si nepřeje mít v bytě viditelné potrubní rozvody. Mimo to je výhodnější i délka trubek, protože otopného tělesa lze dosáhnout kratší trasou. V podlaze by neměla být spojení, ale v případě, že je nutné je provést (např. u dvoutrubkových rozvodů ústředního vytápění), pak musíme použít spojuj pájených na tvrdo (avšak např. ve Švýcarsku je povoleno i měkké pájení). Vedení v podlaze nabízí možnost napojení zesponu pro otopná tělesa s vestavěným rozvodem a ventilovou vložkou, či možnost napojení armatur klasických těles ze směru podlahy. Také je možné vést potrubí v drážce ve zdivu za otopným tělesem a připojení provést pružným spojem.

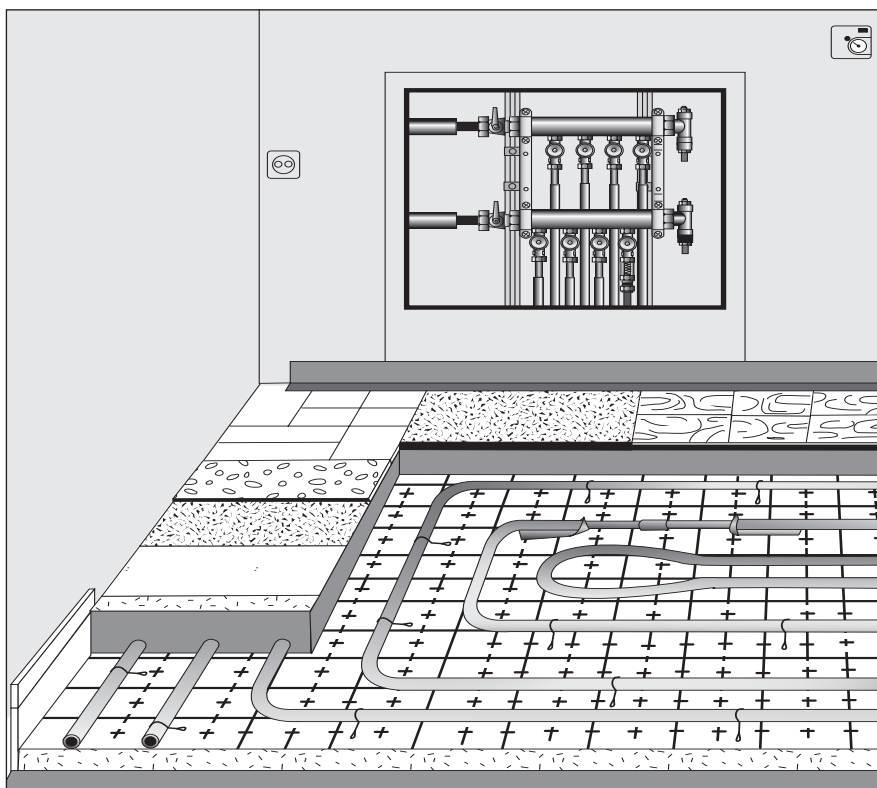
Na obr. 2.9. vidíme několik příkladů vedení vodorovného jednotrubkového rozvodu v konstrukci podlahy.

Půdorys jednotrubkového vodorovného rozvodu znázorňuje obr. 2.10. Dvoutrubkový rozvod je na obr. 2.11.

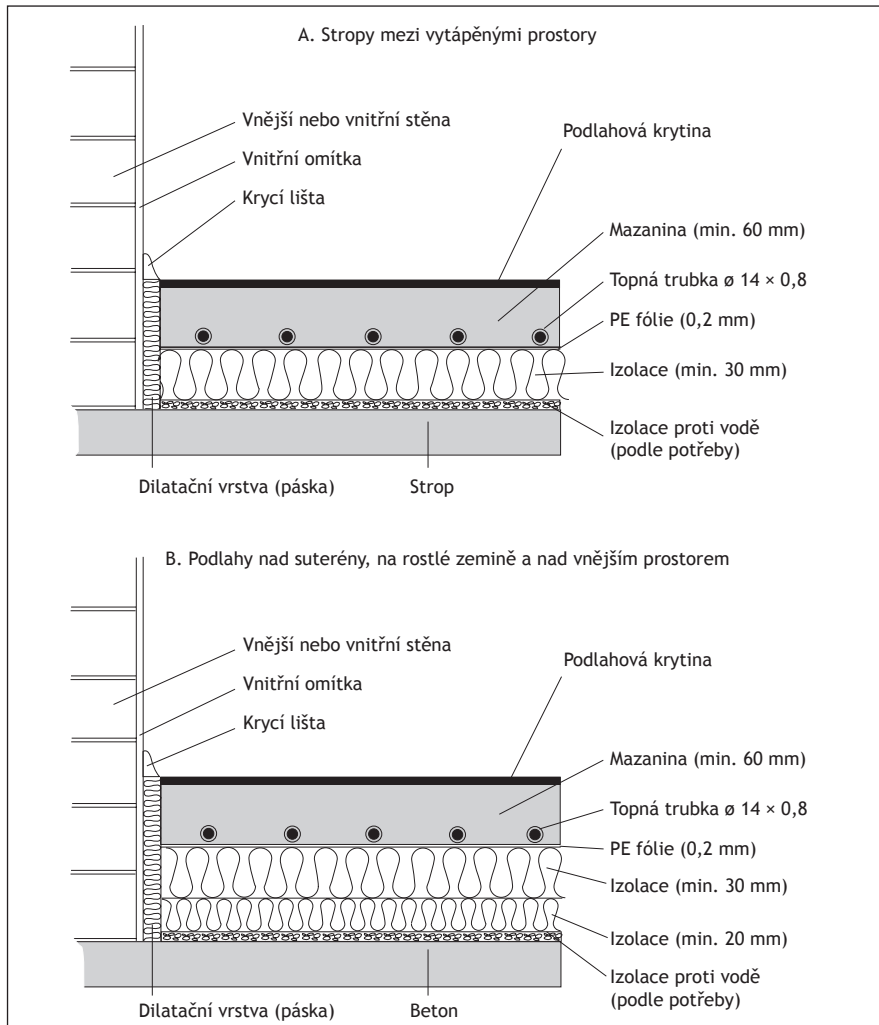
U vedení pláštovaných trubek v konstrukci podlahy si musíme dát pozor na to, abychom neměli přímou část delší než 5m, protože do pěti metrů může izolace pokrýt tepelnou roztažnost. Máme-li delší úsek, pak musíme vestavět oblouky,



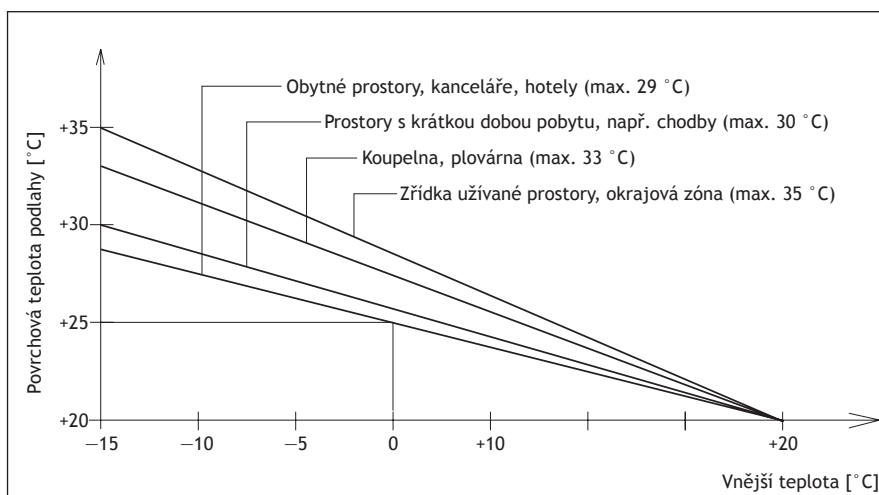
Obr. 2.11. Dvoutrubkové systémy



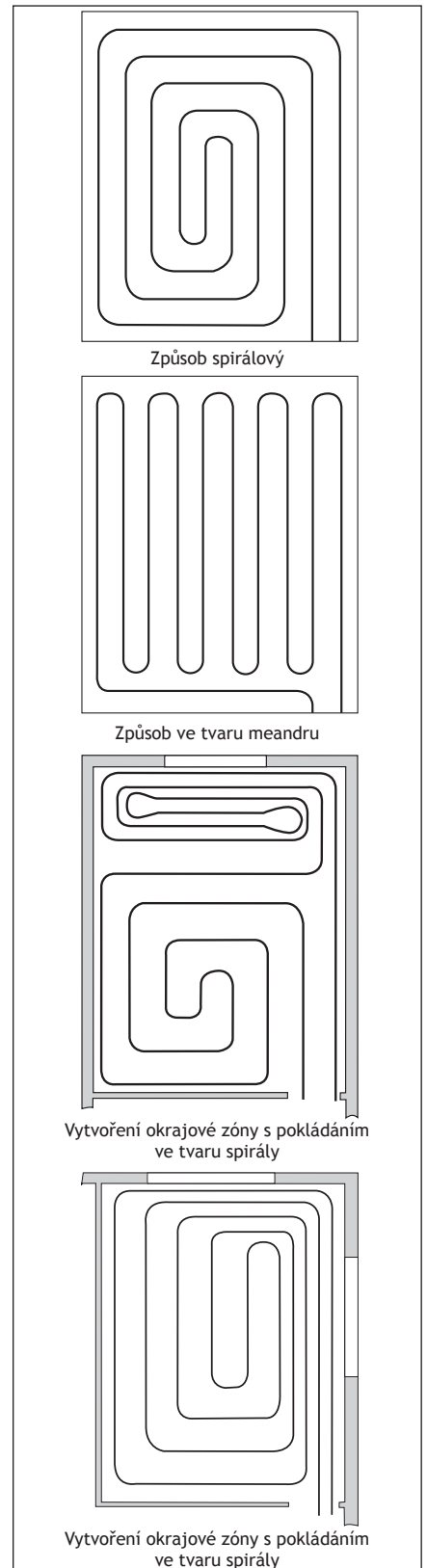
Obr. 2.12. Návrh podlahového vytápění



Obr. 2.13. Doporučená skladba podlahy při instalaci podlahového vytápění z měděných pláštbovaných trubek



Obr. 2.15. Maximální povolené povrchové teploty podlah



Obr. 2.14. Způsoby kladení topných hadů při podlahovém vytápění

anebo se musíme postarat o vyrovnání tepelné roztažnosti kompenzátory, což je daleko dražší a složitější řešení než předchozí řešení.

Dnes se často používá u podlahového vytápění plastových trubek. Některé z nich jsou vyráběny bez kyslíkové bariéry a více či méně propouští kyslík (difúze kyslíku).

Hodně kyslíku však způsobuje v soustavě korozi. Její účinek se dá snížit přidáním inhibitoru do topné vody, ale to je obtížné a hodně lidí zapomene na přidání nové roční dávky. Měděná trubka je naprosto nepropustná a její cena není vyšší než cena plastové trubky s kyslíkovou bariérou.

K podlahovému vytápění se nejčastěji používají měděné trubky s pláštěm o rozměrech 14 x 0,8 mm. Díky malé tloušťce je trubka lehce ohýbatelná a v případě správné instalace má téměř neomezenou životnost.

Příklad správného návrhu podlahového vytápění je znázorněn na obr. 2.12. V podlaze je nutná tepelná izolace. Na okrajích topných ploch a mezi jednotlivými otopnými plochami je nutné vytvořit dilatační spáry vyplněné vhodným dilatačním materiálem. To je nutné k vyrovnání tepelné roztažnosti otopné plochy (obr.2.13.).

Při spojování trubek v konstrukci podlahy nesmíme odstranit plastový povlak. Ten musíme po spojení trubek opět přetáhnout přes spoj. Uspořádání trubek v podlaze může být různé (viz příklady na obr. 2.14.).

K vytvoření tepelné pohody by neměla být překročena hodnota tepelného toku 100 W/m², což znamená, že v místě pobytu nesmí teplota podlahy překročit teplotu 29 °C. V ojedinělých případech se lze od této teploty odchýlit. Tyto výjimky jsou uvedeny na obr. 2.15.

Má-li vytápěná místnost větší potřebu tepla než 100 W/m², pak musíme použít doplňková otopná tělesa.

Opravdový komfort nám zabezpečí kombinace klasického a podlahového vytápění. Je účelné potřebu tepla rozdělit, a instalovat otopná tělesa klasická a podlahové vytápění. Tato kombinace nám zajistí

tepelnou pohodu a umožní lepší regulaci celé soustavy. Samozřejmě je toto řešení cenově nákladnější.

K návrhu jednotlivých topných systémů najdete tabulky a diagramy v dodatku.

2.3. PROJEKTOVÁNÍ ROZVODU PLYNU

Při projektování plynovodů většinou uvažujeme s rozvodem zemního plynu, protože rozvody svítiplynu jsou v provozu pouze v okolí koksáren, a na ty se už nové rozvody neinstalují. V těch oblastech, kde není rozvod plynu proveden, se zavádí instalace PB se zásobními nádržemi.

Instalace plynového rozvodu z měděných trubek je obdobná jako instalace z ocelových trubek. Její provedení je ale mnohem snazší, protože měděné trubky jsou tvárné, dají se snadno ohýbat a také samotné spojování kapilárním pájením nebo lisováním je snadné, rychlé a naprosto bezpečné. Lisované spoje navíc přispívají k významnému zvýšení požární bezpečnosti při montážních.

Rozvod měděným potrubím vypadá esteticke a také jeho případné zakrytí ve stavebních konstrukcích je snadné, protože rozměr měděné trubky vychází v důsledku malé tloušťky její stěny podstatně menší než u trubek ocelových. Celou problematiku vnitřních rozvodů plynu měděným potrubím řeší TPG 700 01 „Použití měděných materiálů pro rozvod plynu“. Při projektování a také při provádění rozvodů plynu měděným potrubím je nutná jeho znalost. Vedení v krycí liště se nepovažuje za instalaci pod omítkou, přestože je zakryté (viz obr. 2.18.).

U vybudování PB-plynových rozvodů musíme dbát na to, aby místnost s instalovanými plynovými spotřebiči nebyla pod upraveným terénem, protože hustota PB je větší než hustota vzduchu. Podmínky umožňující tyto instalace budou upraveny TPG 800 02. Umístění vnější plynové nádrže musíme vždy projednat v souladu s místním dodavatelem plynu a technickými pravidly TPG 402 01.

Pro dimenzování trubního rozvodu slouží tabulky a diagramy v dodatku.

2.4. PROJEKTOVÁNÍ ROZVODU OLEJE

Rozvod oleje může být samovysávací z nádrže (obr. 2.19.), nebo čerpadlový (obr. 2.20.), ale můžeme zabudovat i denní nádrž, a v tom případě bude soustava přitékající. Rychlost průtoku oleje v měděných trubkách je vhodné určit z tabulky 2.3. Při rozvodu oleje je dobré zvolit průtokové rychlosti tak, aby proud zůstal laminárním, tj. aby Reynoldsovo

Název	Rychlost [m/s]	
	Lehký topný olej	Těžký topný olej
Sací potrubí	0,2 až 0,3	0,1 až 0,2
Tlakové potrubí	0,4 až 0,5	0,2 až 0,3

Tab. 2.3. Doporučené rychlosti proudění oleje

číslo bylo pod hodnotou 2320 (kde $R_e = v \cdot d / \nu$, $\nu = 6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

U lehkého topného oleje můžeme nastavit odpor filtru na 100 až 200 mbar, a u těžkého topného oleje na 300 až 400 mbar. Celková ztráta tlaku by neměla překročit 0,5 bar. Celkovou tlakovou ztrátu vypočteme podle následujícího vzorce:

$$\Delta p_{\text{celk}} = \Delta p_{\text{geodetický}} + \Delta p_{\text{tření a přístroje}} + \Delta p_{\text{filtr}}$$

Tabulky a diagramy k návrhu rozvodu oleje jsou v dodatku od str. 60.

2.5. PROJEKTOVÁNÍ SÍTĚ NA ROZVOD STLAČENÉHO VZDUCHU

Ve výrobních závodech je stále častěji nutné provést rozvody stlačeného vzduchu, kterého je zapotřebí k řízení přístrojů, nebo k technologickým procesům. Schéma přípravy stlačeného vzduchu je na obr.2.21.

Vzduch, který se dostává do kompresoru musí být velice čistý, proto musíme zabudovat v řadě za sebou pasivní a aktivní filtr. Stlačený vzduch má velký obsah vody, proto ji musíme zkondenzovat v chladiči. Velikost nádrže na vzduch (vzduchojemu) určíme podobně jako u hydroforního zařízení.

$$V_T = 15 \frac{P_{sz}}{\Delta p \cdot z} Q_L \frac{100}{ED\%} s ,$$

kde:

- V_T je objem nádrže [m³],
- P_{sz} absolutní tlak kompresoru na sací straně [bar],
- Δp povolené kolísání tlaku (doporučené 1–2) [bar],
- z počet zapínání po hodinách (doporučené 12),
- Q_L průměrná spotřeba vzduchu (ve vztahu na vzduch v normálním stavu) [m³/h],
- ED% pracovní doba kompresoru [%] (doporučeno 50 %),
- s bezpečnostní koeficient (doporučená hodnota 1,2).

Množství vzduchu vedeného kompresorem má být následující:

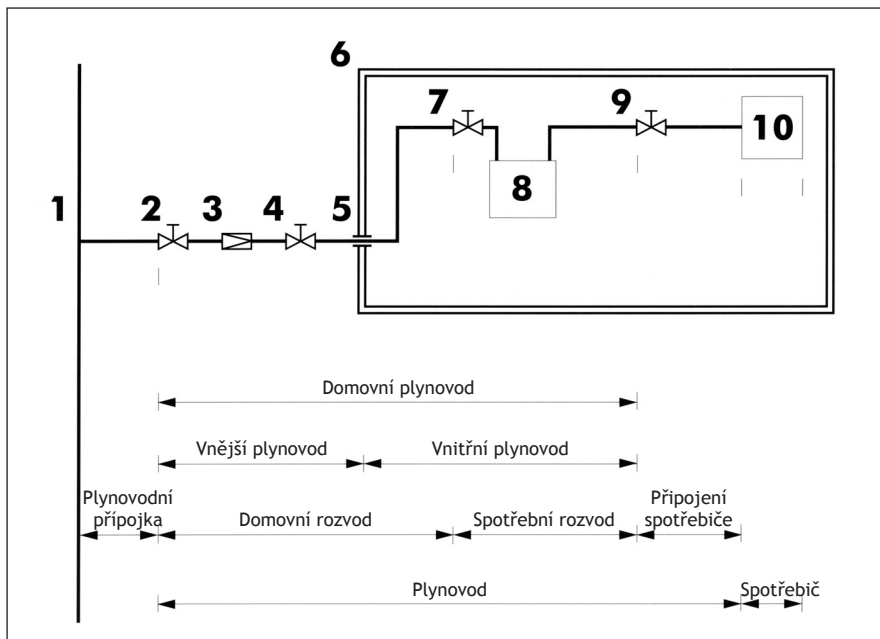
$$Q_K = Q_L \frac{100}{ED\%} s ,$$

kde:

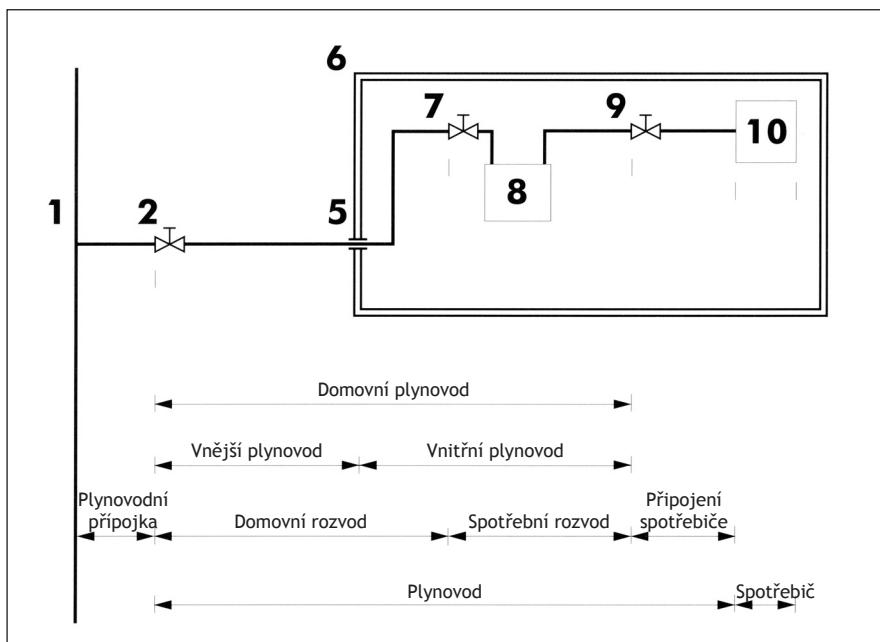
- Q_K je průtok vzduchu kompresorem [m³/h]
- ED% pracovní doba kompresoru [%] (doporučeno 50 %),
- s bezpečnostní koeficient (doporučená hodnota 1,2).

Vytvoření rozvodů může být podobné vodní síti např. rozvětvené nebo okružové (obr. 2.22.).

Potrubí musíme instalovat jako spádové s odbočkami napojenými shora. Stejně zásady jsou také pro rozvody páry. Při projektování bychom neměli ztráty vedení vzduchu udávat větší než 0,1 bar z důvodu hospodárnosti. Potřebné tabulky a diagramy k návrhu sítě jsou uvedeny v dodatku od str. 68.



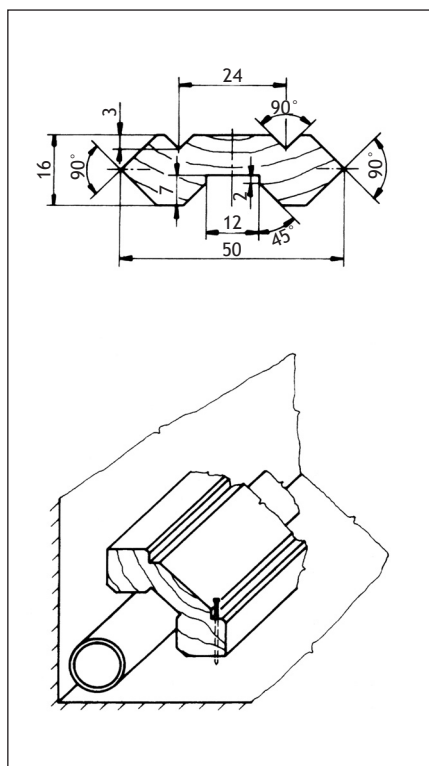
Obr. 2.16. Rozdělení plynárenského odběrného zařízení ze středotlakého veřejného rozvodu dle TPG 704 01



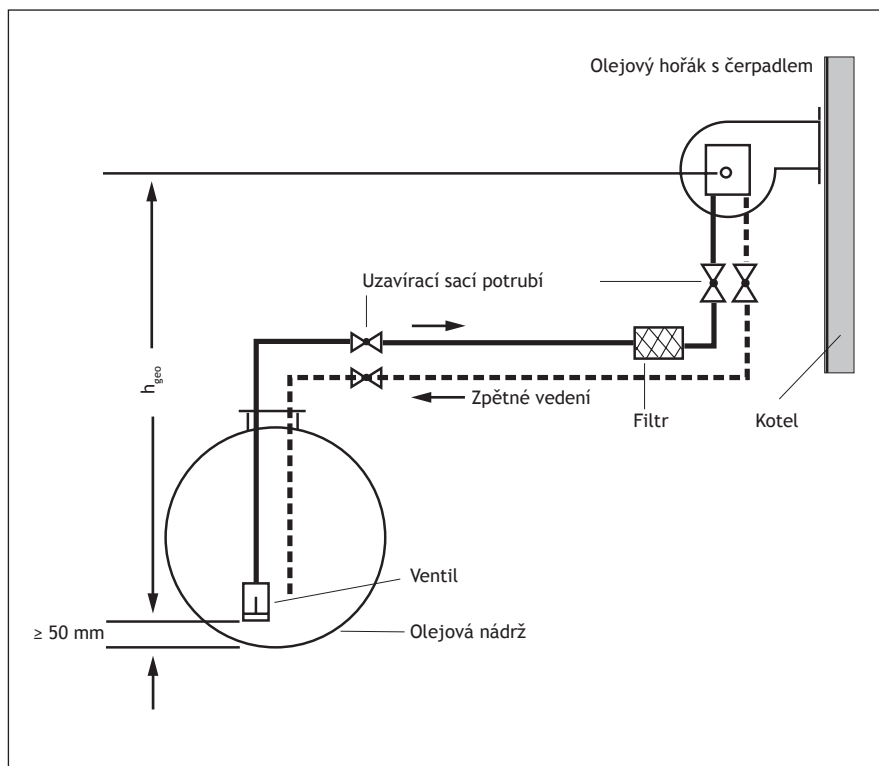
Obr. 2.17. Zásobování objektu z nízkotlakého veřejného rozvodu dle TPG 704 01

LEGENDA:

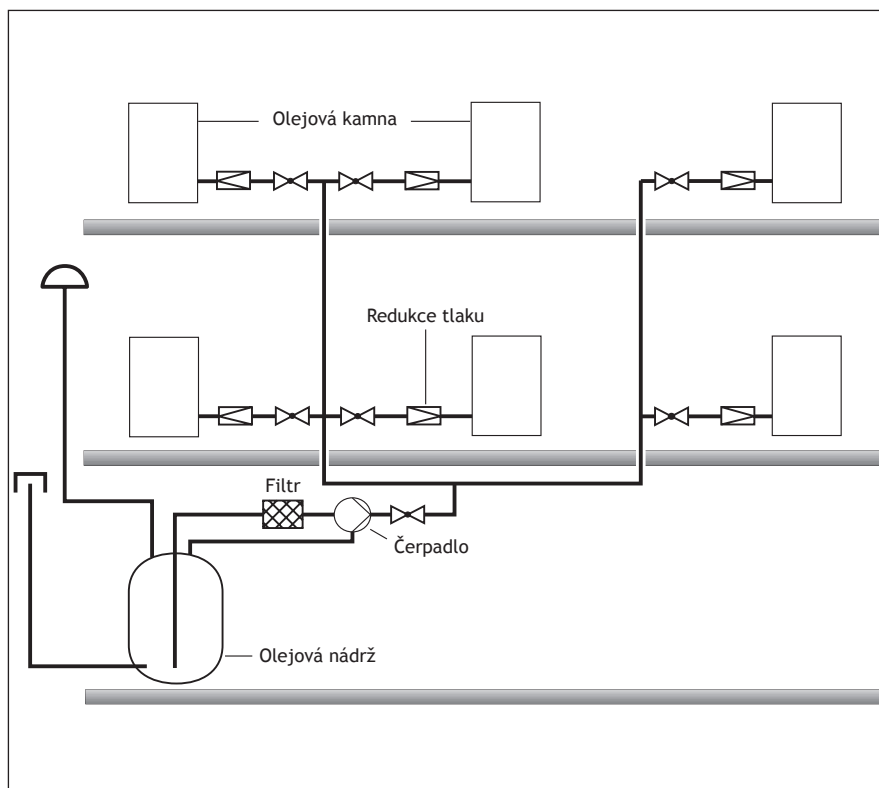
- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Uliční rozvod | 6. Samostatný objekt |
| 2. Hlavní uzávěr plynu | 7. Uzávěr před plynoměrem |
| 3. Regulátor | 8. Plynoměr |
| 4. Uzávěr za regulátorem | 9. Uzávěr spotřebiče |
| 5. Prostup domovního plynovodu obvodovou zdí | 10. Spotřebič |



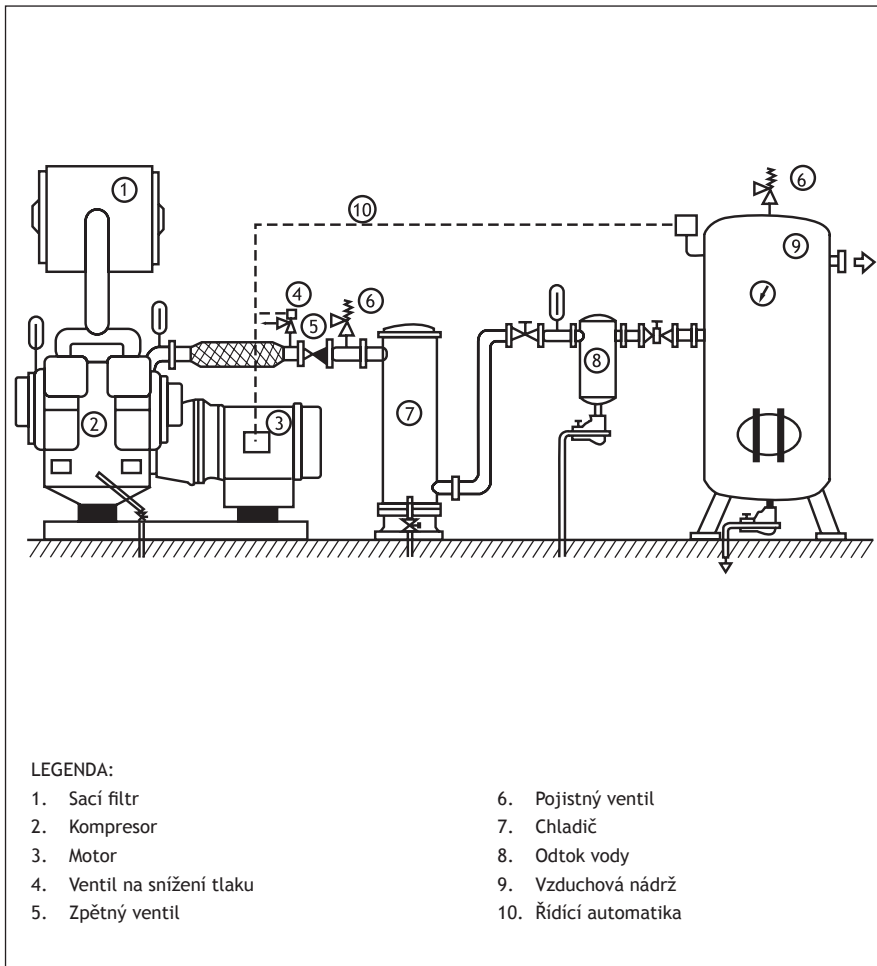
Obr. 2.18. Měděné potrubí vedené nad podlahou zakryté lištou



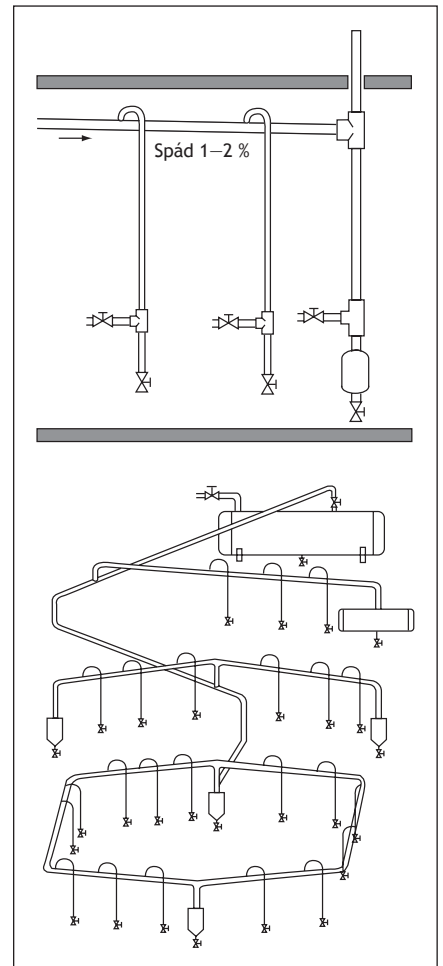
Obr. 2.19. Samovysávací zásobování olejem



Obr. 2.20. Zásobování olejem pomocí čerpadla



Obr. 2.21. Podrobné schéma stanice s kompresorem



Obr. 2.22. Příklad na vytvoření potrubní sítě

POUŽITÁ LITERATURA

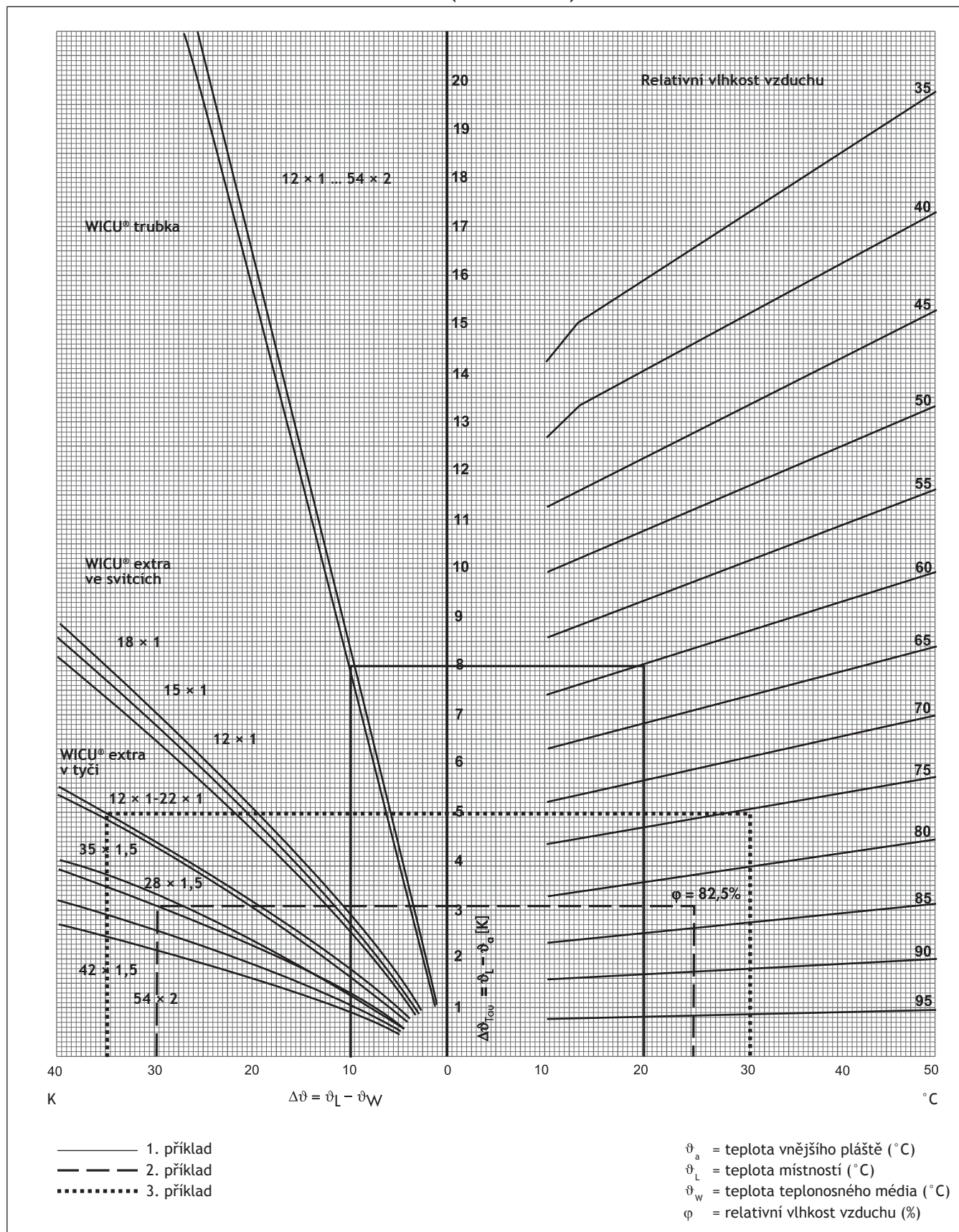
1. Az ipari pneumatika alapjai, Finom-szerelvénygyár.
2. Fußbodenheizung mit Kupferrohr, Wieland Werke AG, KM Europa Metal AG.
3. Gázvezeték építése rézcsóvel, Magyar Rézpiaci Központ, 1993.
4. Gázvezeték építése rézcsóvel, Magyar Rézpiaci Központ, 1997
5. Kupfer für die menschliche Gesundheit und Sicherheit, Deutsches Kupfer-Institut.
6. Kupfer im Trinkwasser, Deutsches Kupfer-Institut.
7. Pneumatikus rendszerek karbon-tartása, Finomszerelvénygyár.
8. Rézcsövek alkalmazása fűtési és vízellátási rendszerekben, Szerelési útmutató, Magyar Rézpiaci Központ.
9. Rézcsövek alkalmazása fűtési és vízellátási rendszerekben, Tervezési útmutató, Magyar Rézpiaci Központ.
10. Szakszerű rézcsőszerelés, Magyar Rézpiaci Központ.
11. WICU Arbeitsbroschüre Teil I., Wieland Werke AG, KM Europa Metal AG.
12. WICU Arbeitsbroschüre Teil II., Wieland Werke AG, KM Europa Metal AG.
13. WICU Arbeitsbroschüre Teil III., Wieland Werke AG, KM Europa Metal AG.
14. Wieland pracovní sešit, Wieland Werke AG.



DODATEK

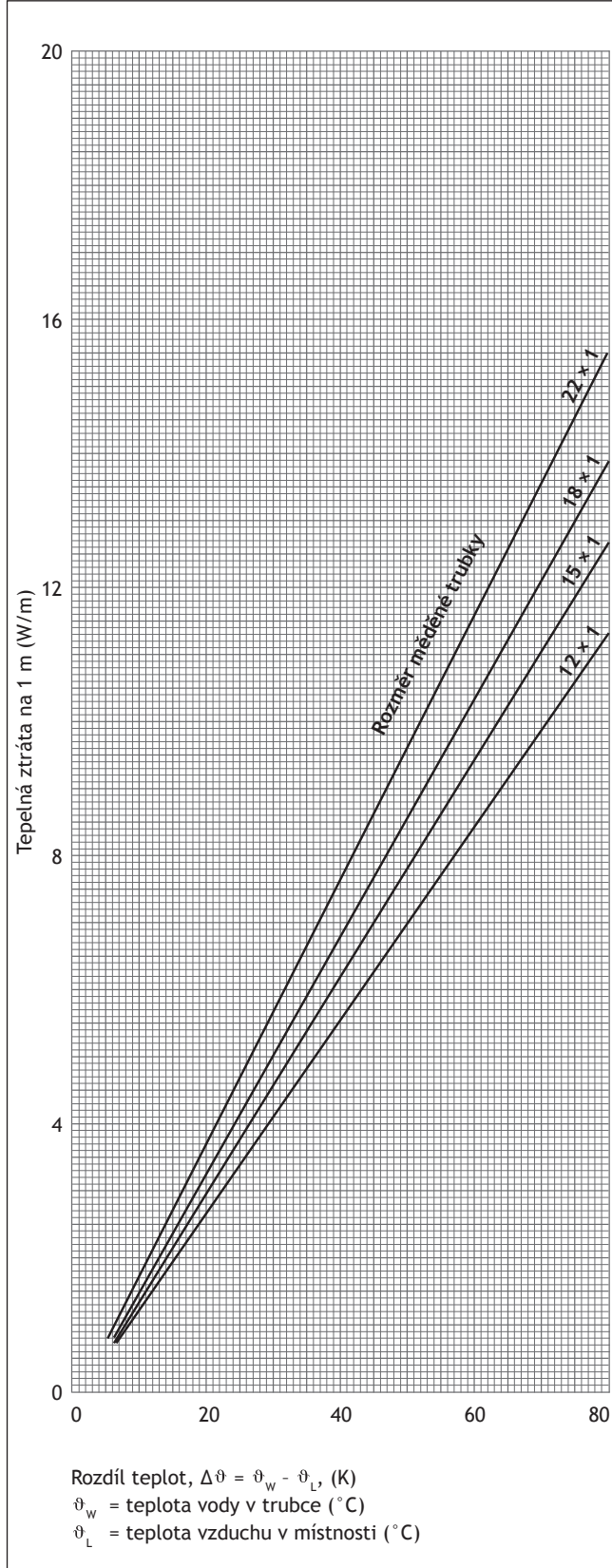


1. OROSENÍ PLÁŠŤOVANÉ MĚĚNÉ TRUBKY (ROSNÝ BOD)

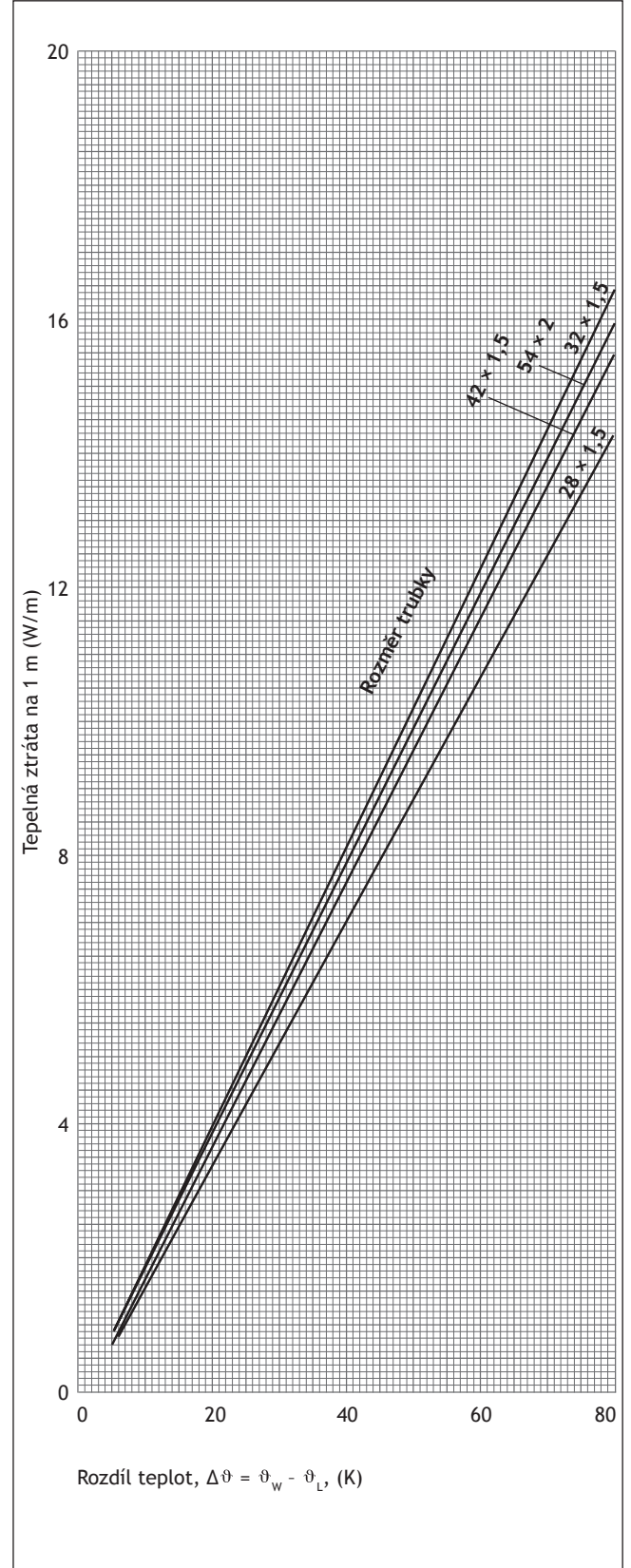


2. TEPELNÁ ZTRÁTA VOLNÉ MĚĎĚNÉ TRUBKY NA 1 METR

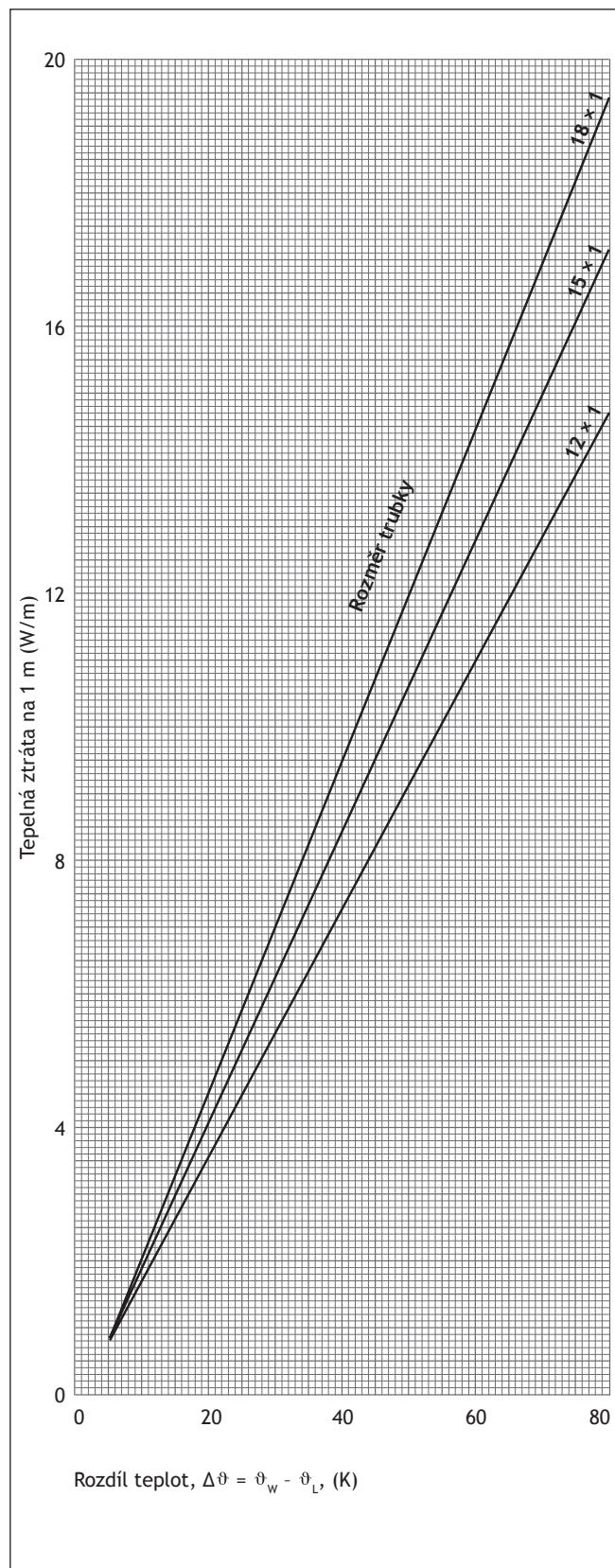
2 a) WICU-Extra v tyči



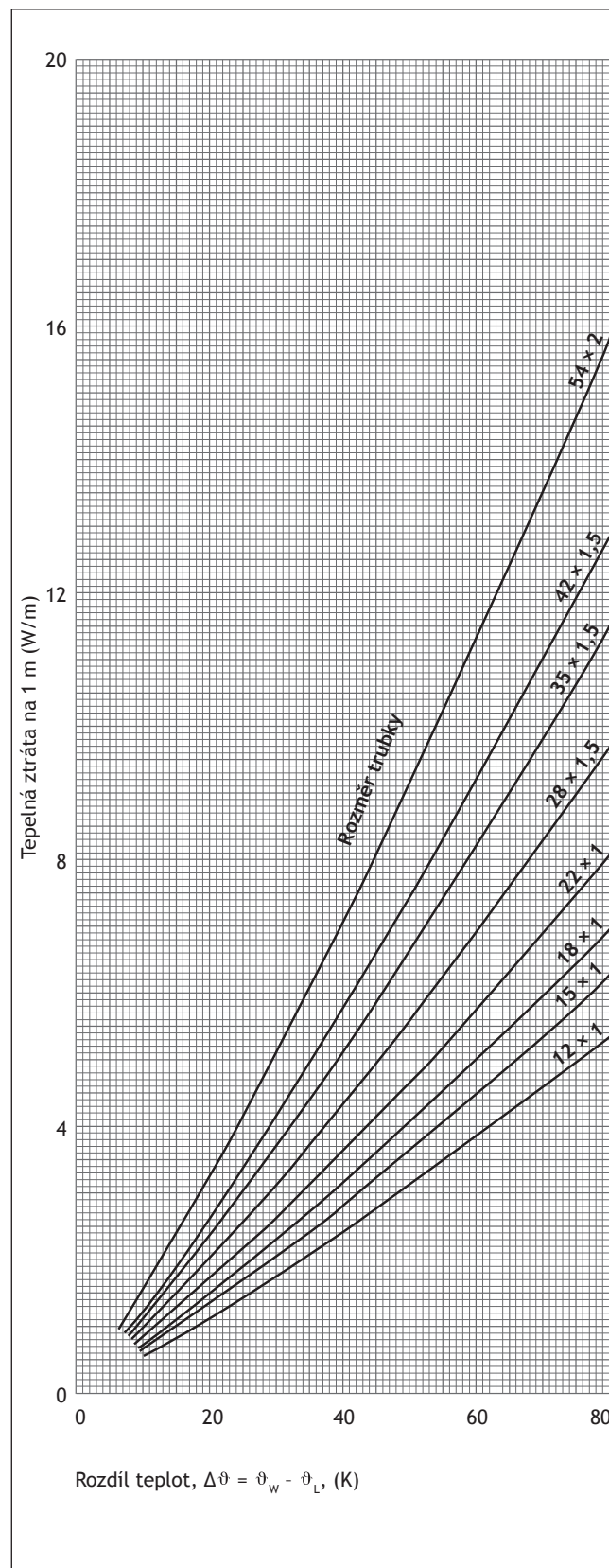
2 b) WICU-Extra v tyči




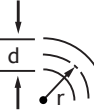












2 c) WICU-Extra ve svítících



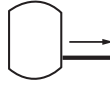
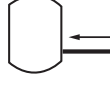

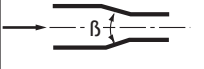
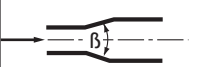










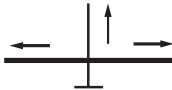







2 d) Měděná trubka plášťovaná

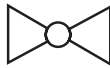

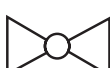










3. SOUČINTEL MÍSTNÍCH ODPORŮ ζ PRO PITNOU VODU (PV), ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ (T), PLYN (P)

Symbol	Označení	ζ	Použití		
			PV	T	P
	Koleno nebo oblouk (směrný údaj podle DIN 1988 T3 a TRGI)	0,70	•		•
	Oblouk 90° (r/d=1,2 1,0 2,0 3,0 u tvarovek dle a DIN 29856 č. 11)	1,00 0,35 0,20 0,15	• • • •	• • • •	
	Koleno $\beta=90^\circ$ 60° 45°	1,30 0,80 0,40	• • •	• • •	
	Shybka	0,5	•	•	•
	Odbočka, pravouhlá Dělení proudů	1,30	•	•	•
	Spojení proudů	0,90	•	•	•
	Průchod - dělení proudů	0,30	•	•	•
	Průchod - spojení proudů	0,60	•	•	•
	Protiproud - spojení proudů	3,00	•	•	
	Protiproud - dělení proudů	1,50	•	•	•
	Odbočka, oblouková Dělení proudů	0,90	•	•	•
	Spojení proudů	0,40	•	•	
	Průchod - dělení proudů	0,30	•	•	•
	Průchod - spojení proudů	0,20	•	•	

Symbol	Označení	ζ	Použití		
			PV	T	P
	Rozdělovač - výstup	0,50	•	•	
	Sběrač - vstup	1,00	•	•	
	Zásobník Výstup	0,50	•		
	Vstup	1,00	•		
	Redukce	0,40	•		•
	Zúžení plynulé $\beta=30^\circ$ 45° 60°	0,02 0,04 0,07	• • •	• • •	
	Rozšíření plynulé $\beta=10^\circ$ 20° 30° 40°	0,10 0,15 0,20 0,20	• • • •	• • • •	
	Dilatační oblouk	1,00	•	•	
	Kompenzátor	2,00	•	•	
	Kompenzátor	2,00	•	•	
	Čistící T-kus 90°	1,30			•
	Čistící oblouk T	0,90			•
	Dvojitý oblouk T - protiproud (úsek „G“ končí tvarovkou)	1,30			•
	Křížový kus 90° Dělení proudů Průchod	1,30			•
	Křížový kus 90° Dělení proudů Odbočka	2,00			•

Symbol	Označení	ζ	Použití		
			PV	T	P
	Čistíci kříž 90° Dělení proudů Průchod	0,50			•
	Čistíci kříž 90° Dělení průchodů Odbočka	1,3			•
	Přípojka DN 25	2,0			•
	Hrdlo GZ > DN 25	4,0			•
	Uzavírací ventily Přímé ventily				
	DN 15 10,0 DN 20 8,5 DN 25 7,0 DN 32 6,0 DN 40 až DN 100 5,0	• • • • • • • • • •			
	Šikmé ventily				
	DN 15 3,5 DN 20 2,5 DN 25 až DN 50 2,0 DN 65 0,7	• • • • • • • •			
	Rohové ventily				
	DN 10 7,0 DN 15 4,0 DN 20 2,0 DN 50 3,5 DN 65 až DN 100 4,0	• • • • • • • • • •			
	Membránové ventily				
	DN 15 10,0 DN 20 8,5 DN 25 7,0 DN 32 6,0 DN 40 až DN 100 5,0	• • • • • • • • • •			
	Uzavírací šoupata, pístová šoupata, kulové kohouty				
	DN 10 až DN 15 1,0 DN 20 až DN 25 0,5 DN 32 až DN 150 0,3	• • • • • •			•
	Ventil na topném tělese - Průchod	4,0		•	
	Ventil na topném tělese - Rohový ventil	2,0		•	

Symbol	Označení	ζ	Použití		
			PV	T	P
	Uzavírací kohout (kuželový) průchozí	2,0			•
	Uzavírací kohout (kuželový) rohový přípojovací armatura	5,0			•
	Uzavírací kohout (kuželový) průchozí	0,5			•
	Uzavírací kohout (kuželový) rohový	1,3			•
	Zpětná klapka				
	DN 15 až DN 20 7,7 DN 25 až DN 40 4,3 DN 50 3,8 DN 65 až DN 100 2,5	• • • • • • • •			
	Průchozí ventil se zpětnou klapkou				
	DN 20 6,0 DN 25 až DN 50 5,0	• •			
	Navrtávací pás pro ventil				
	DN 25 až DN 80	5,0		•	
	Redukční ventil zcela otevřený	30,0		•	
	Kotel	2,5		•	
	Článekové otopné těleso	2,5		•	
	Deskové topné těleso	3,0		•	

4. ROZMĚRY TRUBEK PRO PITNOU VODU, PRO 10 °C

Průtok vody V (l/s)	DN 4 (6×1) d _b = 4mm		DN 6 (8×1) d _b = 6mm		DN 8 (10×1) d _b = 8mm		DN 10 (12×1) d _b = 10mm	
	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)
0,01	36,93	0,80	4,09	0,35	1,29	0,20	0,5	0,13
0,02	120,39	1,59	17,78	0,71	4,60	0,40	1,6	0,25
0,03	242,58	2,39	35,54	1,06	9,15	0,60	3,2	0,38
0,04	400,39	3,18	58,34	1,41	14,97	0,80	5,2	0,51
0,05	591,96	3,98	85,87	1,77	21,97	0,99	7,7	0,64
0,06	816,01	4,77	117,93	2,12	30,10	1,19	10,5	0,76
0,07	1071,57	5,57	154,36	2,48	39,32	1,39	13,7	0,89
0,08			195,04	2,83	49,60	1,59	17,2	1,02
0,09			239,87	3,18	60,91	1,79	21,1	1,15
0,10			288,75	3,54	73,22	1,99	25,4	1,3
0,15			591,88	5,31	149,25	2,98	51,5	1,9
0,20					248,24	3,98	85,5	2,5
0,25					369,10	4,97	126,8	3,2
0,30					511,08	5,97	175,2	3,8
0,35							230,5	4,5
0,40							292,5	5,1

Průtok vody V (l/s)	DN 12 (15×1) d _b = 13mm		DN 15 (18×1) d _b = 16mm		DN 20 (22×1) d _b = 20 mm		DN 25 (28×1,5) d _b = 25mm	
	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)
0,01	0,2	0,08	0,1	0,05	0,0	0,03	0,0	0,02
0,02	0,5	0,15	0,2	0,10	0,1	0,06	0,0	0,04
0,03	0,9	0,23	0,4	0,15	0,1	0,10	0,0	0,06
0,04	1,5	0,30	0,6	0,20	0,2	0,13	0,1	0,08
0,05	2,2	0,38	0,8	0,25	0,3	0,16	0,1	0,10
0,06	3,0	0,45	1,1	0,30	0,4	0,19	0,1	0,12
0,07	4,0	0,53	1,5	0,35	0,5	0,22	0,2	0,14
0,08	5,0	0,60	1,9	0,40	0,7	0,25	0,2	0,16
0,09	6,1	0,68	2,3	0,45	0,8	0,29	0,3	0,18
0,10	7,3	0,8	2,7	0,5	1,0	0,3	0,3	0,2
0,15	14,8	1,1	5,5	0,7	1,9	0,5	0,7	0,3
0,20	24,5	1,5	9,1	1,0	3,2	0,6	1,1	0,4
0,25	36,2	1,9	13,5	1,2	4,7	0,8	1,6	0,5
0,30	49,9	2,3	18,5	1,5	6,4	1,0	2,2	0,6
0,35	65,6	2,6	24,3	1,7	8,4	1,1	2,9	0,7
0,40	83,1	3,0	30,8	2,0	10,6	1,3	3,7	0,8
0,45	102,4	3,4	37,9	2,2	13,1	1,4	4,5	0,9
0,50	123,6	3,8	45,7	2,5	15,7	1,6	5,4	1,0
0,55	146,5	4,1	54,1	2,7	18,6	1,8	6,4	1,1
0,60	171,1	4,5	63,2	3,0	21,7	1,9	7,5	1,2
0,65	197,5	4,9	72,9	3,2	25,0	2,1	8,6	1,3
0,70	225,5	5,3	83,2	3,5	28,5	2,2	9,8	1,4
0,75			94,1	3,7	32,3	2,4	11,1	1,5
0,80			105,6	4,0	36,2	2,5	12,4	1,6
0,85			117,6	4,2	40,3	2,7	13,9	1,7
0,90			130,3	4,5	44,6	2,9	15,3	1,8
0,95			143,6	4,7	49,2	3,0	16,9	1,9
1,00			157,4	5,0	53,9	3,2	18,5	2,0
1,05					58,8	3,3	20,2	2,1
1,10					63,9	3,5	21,9	2,2
1,15					69,2	3,7	23,7	2,3
1,20					74,7	3,8	25,6	2,4
1,25					80,3	4,0	27,5	2,5
1,30					86,2	4,1	29,5	2,6
1,35					92,2	4,3	31,6	2,8
1,40					98,4	4,5	33,7	2,9
1,45					104,8	4,6	35,9	3,0
1,50					111,4	4,8	38,1	3,1
1,55					118,2	4,9	40,4	3,2
1,60					125,1	5,1	42,8	3,3
1,65							45,2	3,4
1,70							47,7	3,5
1,75							50,2	3,6
1,80							52,8	3,7
1,85							55,5	3,8
1,90							58,2	3,9
1,95							61,0	4,0
2,00							63,9	4,1
2,05							66,8	4,2
2,10							69,7	4,3
2,15							72,7	4,4
2,20							75,8	4,5
2,25							78,9	4,6
2,30							82,1	4,7
2,35							85,4	4,8
2,40							88,7	4,9
2,45							92,0	5,0
2,50							95,4	5,1

Průtok vody V (l/s)	DN 32 (35×1,5) d _b = 32mm		DN 40 (42×1,5) d _b = 39mm		DN 50 (54×2) d _b = 50mm	
	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)
0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1
0,4	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2
0,6	2,3	0,7	0,9	0,5	0,3	0,3
0,8	3,8	1,0	1,5	0,7	0,5	0,4
1,0	5,7	1,2	2,2	0,8	0,7	0,5
1,2	7,8	1,5	3,1	1,0	0,9	0,6
1,4	10,3	1,7	4,0	1,2	1,2	0,7
1,6	13,1	2,0	5,1	1,3	1,6	0,8
1,8	16,2	2,2	6,3	1,5	1,9	0,9
2,0	19,5	2,5	7,6	1,7	2,3	1,0
2,2	23,1	2,7	9,0	1,8	2,7	1,1
2,4	27,0	3,0	10,5	2,0	3,2	1,2
2,6	31,2	3,2	12,1	2,2	3,7	1,3
2,8	35,7	3,5	13,8	2,3	4,2	1,4
3,0	40,4	3,7	15,6	2,5	4,7	1,5
3,2	45,3	4,0	17,5	2,7	5,3	1,6
3,4	50,6	4,2	19,5	2,8	5,9	1,7
3,6	56,1	4,5	21,6	3,0	6,6	1,8
3,8	61,8	4,7	23,8	3,2	7,2	1,9
4,0	67,8	5,0	26,2	3,3	7,9	2,0
4,2	74,1	5,2	28,6	3,5	8,6	2,1
4,4			31,0	3,7	9,4	2,2
4,6			33,6	3,9	10,2	2,3
4,8			36,3	4,0	11,0	2,4
5,0			39,1	4,2	11,8	2,5
5,2			42,0	4,4	12,7	2,6
5,4			44,9	4,5	13,6	2,8
5,6			48,0	4,7	14,5	2,9
5,8			51,1	4,9	15,4	3,0
6,0			54,4	5,0	16,4	3,1
6,2					17,4	3,2
6,4					18,4	3,3
6,6					19,5	3,4
6,8					20,6	3,5
7,0					21,7	3,6
7,2					22,8	3,7
7,4					24,0	3,8
7,6					25,2	3,9
7,8					26,4	4,0
8,0					27,6	4,1
8,2					28,9	4,2
8,4					30,2	4,3
8,6					31,5	4,4
8,8					32,8	4,5
9,0					34,2	4,6
9,2					35,6	4,7
9,4					37,0	4,8
9,6					38,4	4,9
9,8					39,9	5,0
10,0					41,4	5,1

5. ROZMĚRY TRUBEK PRO TEPLOU VODU, PRO 60 °C

Průtok vody \dot{V} (l/s)	DN 4 (6×1) $d_b = 4\text{mm}$		DN 6 (8×1) $d_b = 6\text{mm}$		DN 8 (10×1) $d_b = 8\text{mm}$		DN 10 (12×1) $d_b = 10\text{mm}$		DN 12 (15×1) $d_b = 13\text{mm}$	
	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)
0,005	8,37	0,40	0,74	0,18	0,23	0,10	0,10	0,06	0,04	0,04
0,006	11,43	0,48	1,69	0,21	0,28	0,12	0,11	0,08	0,04	0,05
0,007	14,89	0,56	2,20	0,25	0,57	0,14	0,13	0,09	0,05	0,05
0,008	18,74	0,64	2,76	0,28	0,71	0,16	0,15	0,10	0,05	0,06
0,009	22,96	0,72	3,38	0,32	0,87	0,18	0,31	0,11	0,06	0,07
0,010	27,56	0,80	4,04	0,35	1,04	0,20	0,37	0,13	0,07	0,08
0,020	92,48	1,59	13,39	0,71	3,42	0,40	1,19	0,25	0,35	0,15
0,030	189,49	2,39	27,20	1,06	6,91	0,60	2,40	0,38	0,69	0,23
0,040	316,58	3,18	45,14	1,41	11,43	0,80	3,95	0,51	1,14	0,30
0,050	472,56	3,98	67,00	1,77	16,92	0,99	5,84	0,64	1,68	0,38
0,060	656,66	4,77	92,66	2,12	23,33	1,19	8,04	0,76	2,31	0,45
0,070	868,34	5,57	122,00	2,48	30,65	1,39	10,54	0,89	3,02	0,53
0,080			154,95	2,83	38,85	1,59	13,35	1,02	3,82	0,60
0,090			191,85	3,18	47,90	1,79	16,44	1,15	4,69	0,68
0,100			231,43	3,54	57,80	1,99	19,81	1,27	5,65	0,75
0,150			482,32	5,31	119,58	2,98	40,80	1,91	11,58	1,13
0,200					201,07	3,98	68,34	2,55	19,33	1,51
0,250					301,58	4,97	102,19	3,18	28,82	1,88
0,300					420,66	5,97	142,15	3,82	39,99	2,26
0,350							188,11	4,46	52,79	2,64
0,400							239,95	5,09	67,20	3,01
0,450									83,18	3,39
0,500									100,72	3,77
0,550									119,79	4,14
0,600									140,37	4,52
0,650									162,47	4,90
0,700									186,05	5,27

Průtok vody \dot{V} (l/s)	DN 15 (18×1) $d_b = 16\text{mm}$		DN 20 (22×1) $d_b = 20\text{mm}$		DN 25 (28×1,5) $d_b = 25\text{mm}$		DN 32 (35×1,5) $d_b = 32\text{mm}$	
	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)	R_s (mbar/m)	v_s (m/s)
0,01	0,10	0,05	0,00	0,03	0,00	0,02		
0,02	0,13	0,10	0,08	0,06	0,00	0,04		
0,03	0,26	0,15	0,09	0,10	0,00	0,06		
0,04	0,43	0,20	0,15	0,13	0,05	0,08		
0,05	0,63	0,25	0,22	0,16	0,08	0,10		
0,06	0,86	0,30	0,30	0,19	0,10	0,12		
0,07	1,13	0,35	0,39	0,22	0,14	0,14		
0,08	1,42	0,40	0,49	0,25	0,17	0,16		
0,09	1,75	0,45	0,60	0,29	0,21	0,18		
0,10	2,10	0,50	0,73	0,32	0,25	0,20		
0,15	4,29	0,75	1,48	0,48	0,51	0,31		
0,20	7,14	0,99	2,46	0,64	0,85	0,41	0,26	0,25
0,25	10,63	1,24	3,65	0,80	1,26	0,51	0,39	0,31
0,30	14,72	1,49	5,05	0,95	1,73	0,61	0,53	0,37
0,35	19,40	1,74	6,64	1,11	2,28	0,71	0,70	0,44
0,40	24,67	1,99	8,43	1,27	2,89	0,81	0,89	0,50
0,45	30,49	2,24	10,41	1,43	3,57	0,92	1,09	0,56
0,50	36,88	2,49	12,58	1,59	4,31	1,02	1,32	0,62
0,55	43,81	2,74	14,93	1,75	5,11	1,12	1,56	0,68
0,60	51,29	2,98	17,46	1,91	5,97	1,22	1,83	0,75
0,65	59,30	3,23	20,17	2,07	6,89	1,32	2,11	0,81
0,70	67,85	3,48	23,06	2,23	7,87	1,43	2,40	0,87
0,75	76,92	3,73	26,12	2,39	8,91	1,53	2,72	0,93
0,80	86,51	3,98	29,36	2,55	10,01	1,63	3,05	0,99
0,85	96,63	4,23	32,77	2,71	11,16	1,73	3,40	1,06
0,90	107,25	4,48	36,34	2,86	12,37	1,83	3,77	1,12
0,95	118,40	4,72	40,09	3,02	13,64	1,94	4,16	1,18
1,00	130,05	4,97	44,01	3,18	14,96	2,04	4,56	1,24
1,05	142,21	5,22	48,09	3,34	16,34	2,14	4,97	1,31
1,10			52,34	3,50	17,78	2,24	5,41	1,37
1,15			56,76	3,66	19,27	2,34	5,86	1,43
1,20			61,34	3,82	20,81	2,44	6,33	1,49
1,25			66,08	3,98	22,41	2,55	6,81	1,55
1,30			70,99	4,14	24,07	2,65	7,31	1,62
1,35			76,06	4,30	25,77	2,75	7,82	1,68
1,40			81,29	4,46	27,54	2,85	8,36	1,74
1,45			86,69	4,62	29,35	2,95	8,90	1,80
1,50			92,24	4,77	31,22	3,06	9,47	1,87
1,55			97,95	4,93	33,14	3,16	10,04	1,93
1,60			103,83	5,09	35,11	3,26	10,64	1,99
1,65					37,14	3,36	11,25	2,05
1,70					39,21	3,46	11,87	2,11
1,75					41,34	3,57	12,51	2,18
1,80					43,52	3,67	13,17	2,24
1,85					45,76	3,77	13,84	2,30
1,90					48,04	3,87	14,53	2,36
1,95					50,38	3,97	15,23	2,42

Průtok vody \dot{V} (l/s)	DN 15 (18x1) $d_b = 16\text{mm}$		DN 20 (22x1) $d_b = 20\text{mm}$		DN 25 (28x1,5) $d_b = 25\text{mm}$		DN 32 (35x1,5) $d_b = 32\text{mm}$	
	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)
2,00					52,77	4,07	15,95	2,49
2,20					62,83	4,48	18,96	2,74
2,40					73,70	4,89	22,22	2,98
2,60					85,38	5,30	25,71	3,23
2,80							29,44	3,48
3,00							33,40	3,73
3,20							37,59	3,98
3,40							42,01	4,23
3,60							46,65	4,48
3,80							51,52	4,72
4,00							56,62	4,97
4,20							61,71	5,22

Průtok vody \dot{V} (l/s)	DN 40 (42x1,5) $d_b = 39\text{mm}$		DN 50 (54x2) $d_b = 50\text{mm}$	
	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)
0,2	0,10	0,17	0,03	0,10
0,4	0,35	0,33	0,11	0,20
0,6	0,71	0,50	0,22	0,31
0,8	1,18	0,67	0,36	0,41
1,0	1,76	0,84	0,54	0,51
1,2	2,44	1,00	0,74	0,61
1,4	3,22	1,17	0,98	0,71
1,6	4,10	1,34	1,24	0,81
1,8	5,07	1,51	1,53	0,92
2,0	6,13	1,67	1,85	1,02
2,2	7,29	1,84	2,20	1,12
2,4	8,53	2,01	2,57	1,22
2,6	9,87	2,18	2,98	1,32
2,8	11,29	2,34	3,40	1,43
3,0	12,80	2,51	3,85	1,53
3,2	14,40	2,68	4,33	1,63
3,4	16,08	2,85	4,84	1,73

Průtok vody \dot{V} (l/s)	DN 40 (42x1,5) $d_b = 39\text{mm}$		DN 50 (54x2) $d_b = 50\text{mm}$	
	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)
3,6	17,85	3,01	5,36	1,83
3,8	19,70	3,18	5,92	1,94
4,0	21,64	3,35	6,50	2,04
4,2	23,66	3,52	7,10	2,14
4,4	25,76	3,68	7,73	2,24
4,6	27,95	3,85	8,38	2,34
4,8	30,22	4,02	9,05	2,44
5,0	32,57	4,19	9,75	2,55
5,2	35,00	4,35	10,48	2,65
5,4	37,51	4,52	11,22	2,75
5,6	40,11	4,69	11,99	2,85
5,8	42,79	4,86	12,79	2,95
6,0	45,54	5,02	13,61	3,06
6,2			14,45	3,16
6,4			15,31	3,26
6,6			16,20	3,36
6,8			17,11	3,46

Průtok vody \dot{V} (l/s)	DN 40 (42x1,5) $d_b = 39\text{mm}$		DN 50 (54x2) $d_b = 50\text{mm}$	
	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)	R_t (mbar/m)	v_t (m/s)
7,0			18,05	3,57
7,2			19,00	3,67
7,4			19,98	3,77
7,6			20,99	3,87
7,8			22,01	3,97
8,0			23,06	4,07
8,2			24,13	4,18
8,4			25,23	4,28
8,6			26,34	4,38
8,8			27,48	4,48
9,0			28,64	4,58
9,2			29,83	4,69
9,4			31,03	4,79
9,6			32,26	4,89
9,8			33,51	4,99
10,0			34,78	5,09

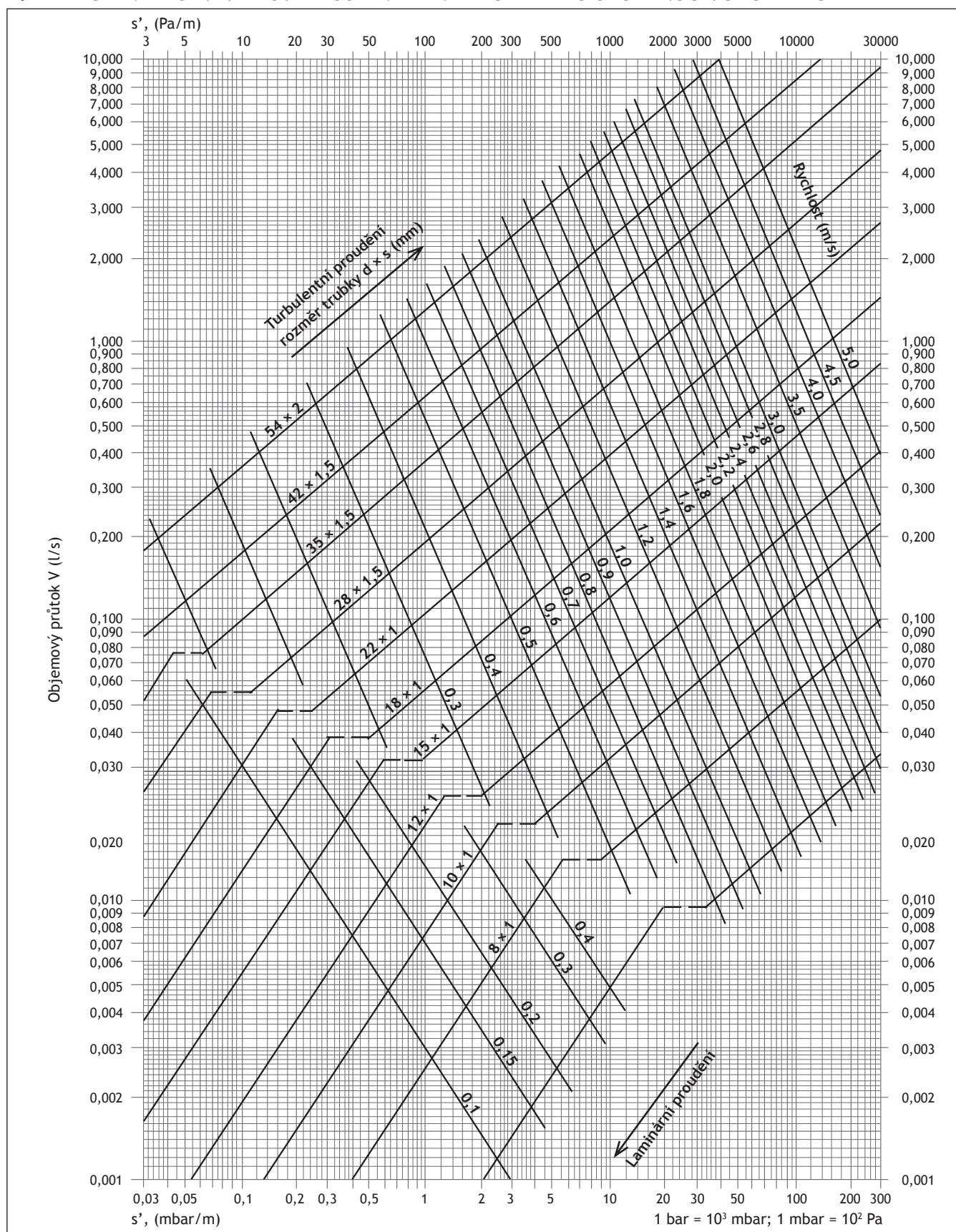
6. HODNOTY TLAKOVÝCH ZTRÁT VŘAZENÝMI ODPORY STUDENÉ VODY 10 °C A TEPLÉ VODY 60 °C

Průtoková rychlost v_t (m/s)	Tlaková ztráta $\zeta=1$, (mbar)
0,01	0,0005
0,02	0,0020
0,04	0,0080
0,06	0,0180
0,08	0,0320
0,10	0,0500
0,15	0,1100
0,20	0,2000
0,30	0,5000
0,40	0,8000
0,50	1,3000
0,60	1,8000
0,70	2,5000
0,80	3,2000
0,90	4,1000
1,00	5,0000
1,10	6,1000
1,20	7,2000
1,30	8,5000

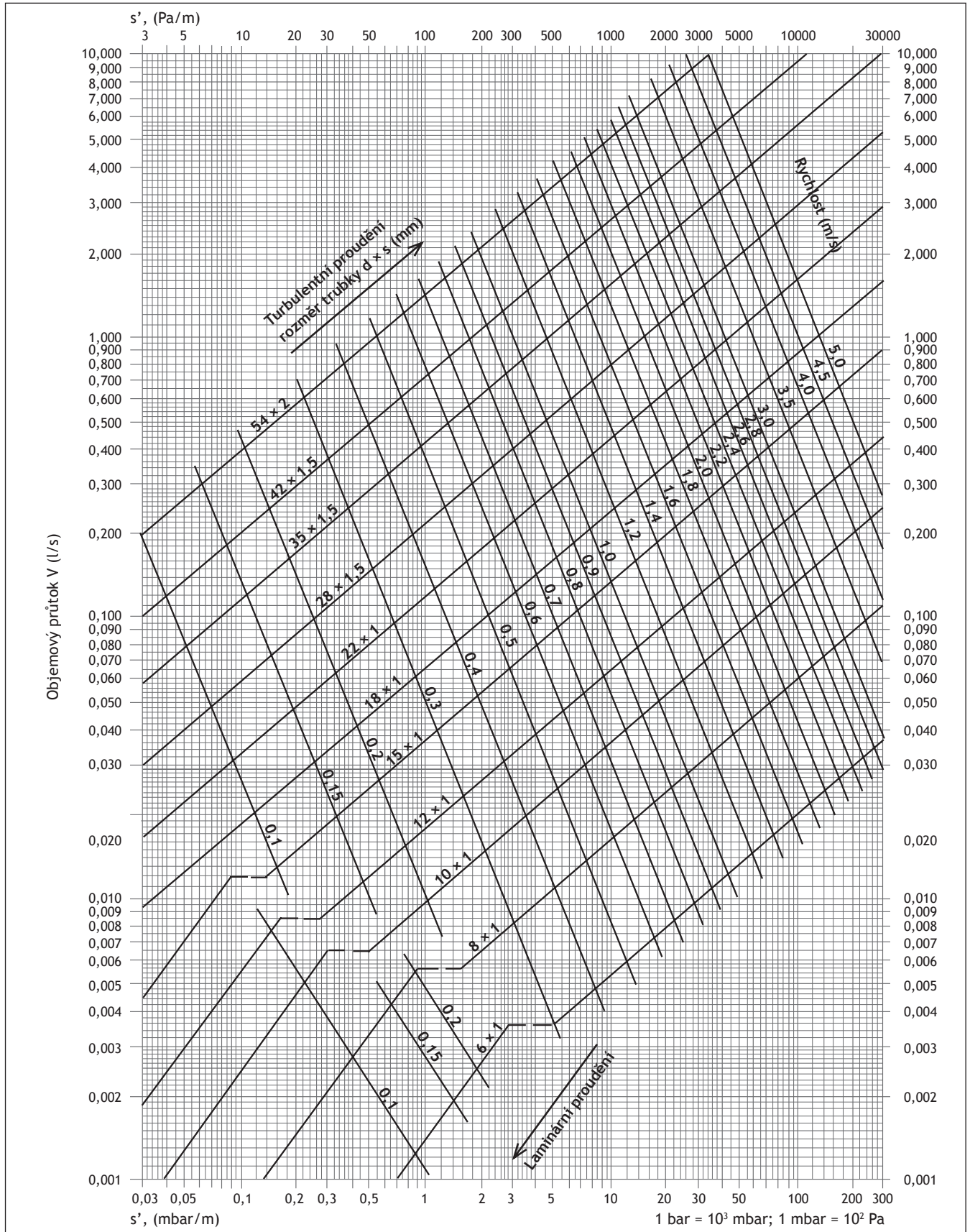
Průtoková rychlost v_t (m/s)	Tlaková ztráta $\zeta=1$, (mbar)
1,4	9,8
1,5	11,3
1,6	12,8
1,7	14,5
1,8	16,2
1,9	18,1
2,0	20,0
2,1	22,1
2,2	24,2
2,3	26,5
2,4	28,8
2,5	31,3
2,6	33,8
2,7	36,5
2,8	39,2
2,9	42,1
3,0	45,0
3,1	48,0
3,2	51,0

Průtoková rychlost v_t (m/s)	Tlaková ztráta $\zeta=1$, (mbar)
3,3	55
3,4	58
3,5	61
3,6	65
3,7	68
3,8	72
3,9	76
4,0	80
4,1	84
4,2	88
4,3	92
4,4	97
4,5	101
4,6	106
4,7	110
4,8	115
4,9	120
5,0	125

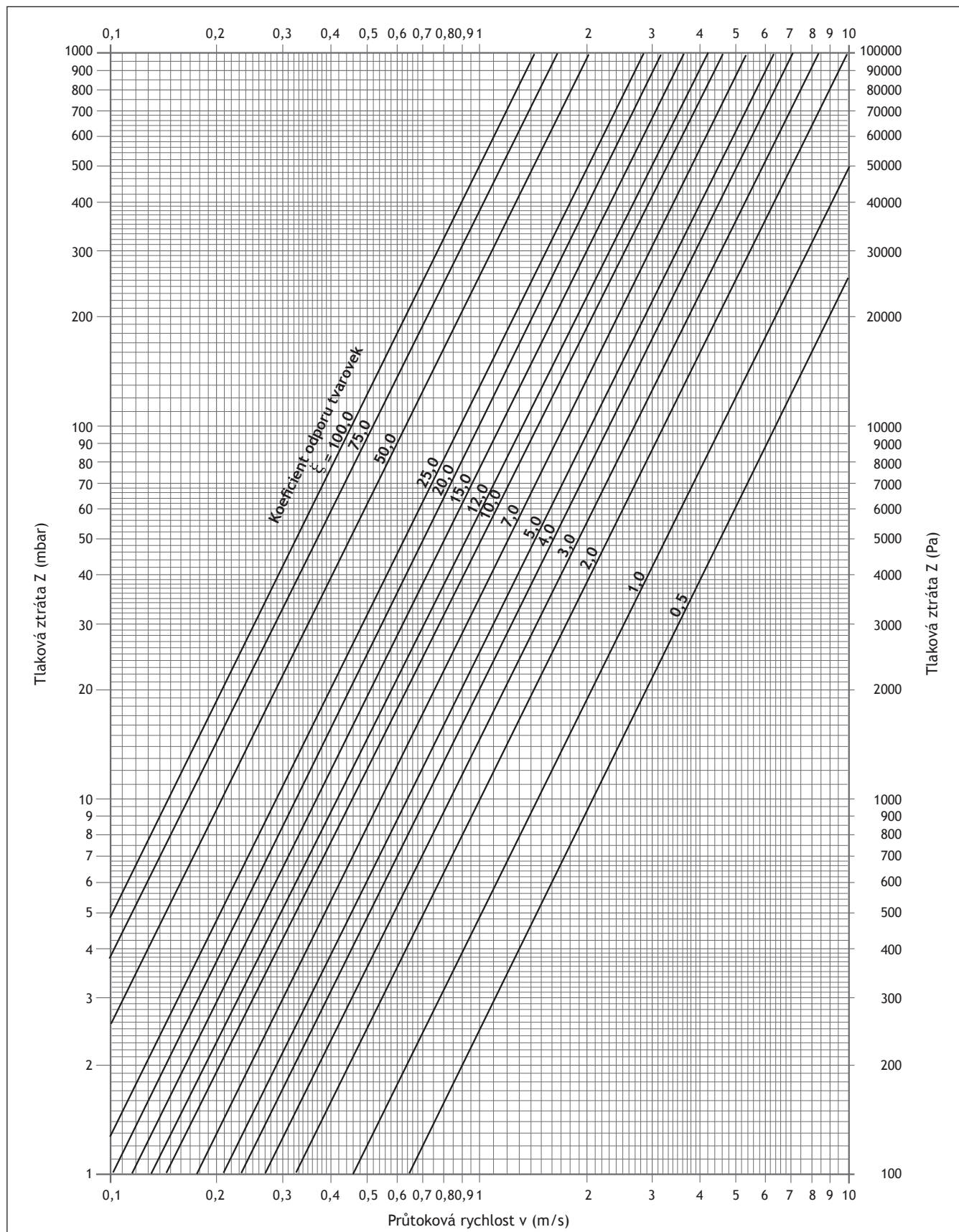
7. DIAGRAM PRO NÁVRH SVĚTLOSTI MĚŘENÉ TRUBKY PRO STUDENOU VODU 10 °C



8. DIAGRAM PRO NÁVRH SVĚTLOSTI MĚŘĚNÉ TRUBKY PRO TEPLOU VODU 60 °C



9. TLAKOVÁ ZTRÁTA PRO STUDENOU A TEPLOU VODU



10. VÝPOČET POTRUBNÍ SÍTĚ ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ (STŘEDNÍ TEPLOTA 40 °C)

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
0,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0172 0,0004	0,0873 0,0009	0,276 0,0015	0,673 0,0024	1,92 0,0041	4,41 0,0061	10,8 0,0096	26,3 0,0150	70,6 0,0246	156 0,0365	232 0,0331
1,0	m (kg/h) v (m/s)	0,0345 0,0008	0,175 0,0017	0,552 0,0031	1,35 0,0048	3,85 0,0081	8,83 0,0123	21,6 0,0192	52,6 0,0300	101 0,0352	176 0,0412	350 0,0499
1,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0517 0,0012	0,262 0,0026	0,828 0,0046	2,02 0,0072	5,77 0,0122	13,2 0,0184	32,3 0,0288	78,9 0,0450	129 0,0449	223 0,0523	443 0,0632
2,0	m (kg/h) v (m/s)	0,0690 0,0015	0,349 0,0035	1,10 0,0061	2,69 0,0096	7,69 0,0162	17,7 0,0246	43,1 0,0384	105 0,0600	153 0,0532	264 0,0620	524 0,0748
2,2	m (kg/h) v (m/s)	0,0759 0,0017	0,384 0,0038	1,21 0,0068	2,96 0,0106	8,46 0,0178	19,4 0,0270	47,4 0,0422	81,3 0,0464	162 0,0563	280 0,0655	554 0,0790
2,4	m (kg/h) v (m/s)	0,0828 0,0018	0,419 0,0041	1,32 0,0074	3,23 0,0115	9,23 0,0195	21,2 0,0295	51,7 0,0461	85,7 0,0489	170 0,0593	294 0,0690	583 0,0831
2,6	m (kg/h) v (m/s)	0,0897 0,0020	0,454 0,0045	1,43 0,0080	3,50 0,0125	10,0 0,0211	23,0 0,0320	56,0 0,0499	89,9 0,0513	179 0,0621	308 0,0723	611 0,0871
2,8	m (kg/h) v (m/s)	0,0965 0,0022	0,489 0,0048	1,54 0,0086	3,77 0,0134	10,8 0,0227	24,7 0,0344	60,3 0,0538	93,9 0,0536	187 0,0649	322 0,0755	638 0,0909
3,0	m (kg/h) v (m/s)	0,103 0,0023	0,524 0,0052	1,66 0,0092	4,04 0,0144	11,5 0,0243	26,5 0,0369	64,7 0,0576	97,9 0,0558	194 0,0676	335 0,0786	664 0,0946
3,3	m (kg/h) v (m/s)	0,114 0,0025	0,576 0,0057	1,82 0,0101	4,44 0,0158	12,7 0,0268	29,1 0,0406	71,1 0,0634	104 0,0591	205 0,0715	355 0,0831	701 0,100
3,6	m (kg/h) v (m/s)	0,124 0,0028	0,628 0,0062	1,99 0,0111	4,85 0,0173	13,8 0,0292	31,8 0,0442	77,6 0,0691	109 0,0622	216 0,0753	373 0,0874	738 0,105
4,0	m (kg/h) v (m/s)	0,138 0,0031	0,698 0,0069	2,21 0,0123	5,39 0,0192	15,4 0,0325	35,3 0,0492	62,3 0,0555	116 0,0662	230 0,0801	397 0,0930	784 0,112
4,5	m (kg/h) v (m/s)	0,155 0,0035	0,786 0,0078	2,48 0,0138	6,06 0,0216	17,3 0,0365	39,7 0,0553	66,9 0,0596	125 0,0710	247 0,0858	425 0,0996	893 0,120
5,0	m (kg/h) v (m/s)	0,172 0,0038	0,873 0,0086	2,76 0,0154	6,73 0,0240	19,2 0,0406	44,1 0,0614	71,2 0,0635	133 0,0756	262 0,0913	452 0,106	892 0,127
5,5	m (kg/h) v (m/s)	0,190 0,0042	0,960 0,0095	3,03 0,0169	7,41 0,0264	21,2 0,0446	48,5 0,0676	75,4 0,0672	140 0,0799	277 0,0965	477 0,112	942 0,134
6,0	m (kg/h) v (m/s)	0,207 0,0046	1,05 0,0104	3,31 0,0184	8,08 0,0288	23,1 0,0487	53,0 0,0737	79,4 0,0707	148 0,0841	292 0,102	502 0,118	990 0,141
6,5	m (kg/h) v (m/s)	0,224 0,0050	1,13 0,0112	3,59 0,0200	8,75 0,0312	25,0 0,0527	57,4 0,0799	83,3 0,0742	155 0,0882	306 0,106	526 0,123	1037 0,148
7,0	m (kg/h) v (m/s)	0,241 0,0054	1,22 0,0121	3,86 0,0215	9,43 0,0336	26,9 0,0568	61,8 0,0860	87,0 0,0775	162 0,0921	319 0,111	549 0,129	1082 0,154
7,5	m (kg/h) v (m/s)	0,259 0,0058	1,31 0,0130	4,14 0,0230	10,1 0,0360	28,9 0,0608	66,2 0,0922	90,7 0,0808	168 0,0960	332 0,116	571 0,134	1126 0,160
8,0	m (kg/h) v (m/s)	0,276 0,0061	1,40 0,0138	4,41 0,0246	10,8 0,0384	30,8 0,0649	50,6 0,0704	94,2 0,0839	175 0,0997	345 0,120	593 0,139	1168 0,167
9,0	m (kg/h) v (m/s)	0,310 0,0069	1,57 0,0156	4,97 0,0277	12,1 0,0432	34,6 0,0730	54,3 0,0755	101 0,0900	187 0,107	369 0,129	635 0,149	1250 0,178
10,0	m (kg/h) v (m/s)	0,345 0,0077	1,75 0,0173	5,52 0,0307	13,5 0,0480	38,5 0,0811	57,8 0,0804	107 0,0958	199 0,114	393 0,137	675 0,158	1327 0,189
11,0	m (kg/h) v (m/s)	0,379 0,0084	1,92 0,0190	6,07 0,0338	14,8 0,0528	42,3 0,0892	61,2 0,0851	114 0,101	211 0,120	415 0,144	713 0,167	1402 0,200
12,0	m (kg/h) v (m/s)	0,414 0,0092	2,09 0,0207	6,62 0,0369	16,2 0,0576	46,2 0,0974	64,4 0,0897	120 0,107	222 0,126	436 0,152	749 0,176	1473 0,210
13,0	m (kg/h) v (m/s)	0,448 0,0100	2,27 0,0225	7,17 0,0399	17,5 0,0624	50,0 0,105	67,5 0,0940	125 0,112	232 0,132	457 0,159	785 0,184	1542 0,220
14,0	m (kg/h) v (m/s)	0,483 0,0108	2,44 0,0242	7,72 0,0430	18,9 0,0672	53,9 0,114	70,6 0,0983	131 0,117	242 0,138	477 0,166	819 0,192	1609 0,229

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
15,0	m (kg/h) v (m/s)	0,517 0,0115	2,62 0,0259	8,28 0,0461	20,2 0,0720	41,2 0,0869	73,5 0,102	136 0,122	252 0,144	497 0,173	852 0,200	1673 0,239
16,0	m (kg/h) v (m/s)	0,552 0,0123	2,79 0,0277	8,83 0,0492	21,6 0,0768	42,8 0,0904	76,4 0,106	142 0,126	262 0,149	515 0,179	884 0,207	1736 0,248
17,0	m (kg/h) v (m/s)	0,586 0,0131	2,97 0,0294	9,38 0,0522	22,9 0,0816	44,4 0,0937	79,2 0,110	147 0,131	271 0,155	534 0,186	915 0,214	1797 0,256
18,0	m (kg/h) v (m/s)	0,621 0,0138	3,14 0,0311	9,93 0,0553	24,2 0,0864	46,0 0,0969	81,9 0,114	152 0,135	281 0,160	552 0,192	946 0,222	1856 0,265
19,0	m (kg/h) v (m/s)	0,655 0,0146	3,32 0,0328	10,5 0,0584	25,6 0,0912	47,5 0,100	84,6 0,118	157 0,140	290 0,165	569 0,198	975 0,229	1914 0,273
20,0	m (kg/h) v (m/s)	0,690 0,0154	3,49 0,0346	11,0 0,0614	26,9 0,0960	48,9 0,103	87,2 0,121	162 0,144	298 0,170	586 0,204	1005 0,235	1971 0,281
22,0	m (kg/h) v (m/s)	0,759 0,0169	3,84 0,0380	12,1 0,0676	29,6 0,106	51,8 0,109	92,2 0,128	171 0,152	315 0,180	619 0,216	1061 0,249	2081 0,297
24,0	m (kg/h) v (m/s)	0,828 0,0184	4,19 0,0415	13,2 0,0737	32,3 0,115	54,6 0,115	97,1 0,135	180 0,160	332 0,189	651 0,227	1115 0,261	2186 0,312
26,0	m (kg/h) v (m/s)	0,897 0,0200	4,54 0,0449	14,3 0,0799	35,0 0,125	57,2 0,121	102 0,142	188 0,168	347 0,198	682 0,237	1167 0,273	2288 0,326
28,0	m (kg/h) v (m/s)	0,965 0,0215	4,89 0,0484	15,4 0,0860	37,7 0,134	59,8 0,126	106 0,148	197 0,175	363 0,207	711 0,248	1218 0,285	2386 0,340
30,0	m (kg/h) v (m/s)	1,03 0,0230	5,24 0,0518	16,6 0,0922	40,4 0,144	62,3 0,131	111 0,154	205 0,182	377 0,215	740 0,258	1266 0,297	2481 0,354
33,0	m (kg/h) v (m/s)	1,14 0,0253	5,76 0,0570	18,2 0,101	31,7 0,113	65,9 0,139	117 0,163	216 0,193	399 0,227	781 0,272	1337 0,313	2619 0,373
36,0	m (kg/h) v (m/s)	1,24 0,0277	6,28 0,0622	19,9 0,111	33,4 0,119	69,4 0,146	123 0,171	228 0,203	419 0,239	821 0,286	1405 0,329	2751 0,392
40,0	m (kg/h) v (m/s)	1,38 0,0307	6,98 0,0691	22,1 0,123	35,6 0,127	73,8 0,156	131 0,182	242 0,216	445 0,254	872 0,304	1492 0,350	2920 0,416
45,0	m (kg/h) v (m/s)	1,55 0,0346	7,86 0,0778	24,8 0,138	38,2 0,136	79,1 0,167	140 0,195	259 0,231	477 0,272	933 0,325	1595 0,374	3121 0,445
50,0	m (kg/h) v (m/s)	1,72 0,0384	8,73 0,0864	27,6 0,154	40,6 0,145	84,2 0,178	149 0,208	275 0,245	506 0,289	991 0,345	1694 0,397	3312 0,472
55,0	m (kg/h) v (m/s)	1,90 0,0422	9,60 0,0951	30,3 0,169	43,0 0,153	89,0 0,188	158 0,220	291 0,259	535 0,305	1046 0,364	1788 0,419	3495 0,498
60,0	m (kg/h) v (m/s)	2,07 0,0461	10,5 0,104	33,1 0,184	45,3 0,161	93,7 0,198	166 0,231	306 0,273	562 0,321	1099 0,383	1878 0,440	3671 0,523
65,0	m (kg/h) v (m/s)	2,24 0,0499	11,3 0,112	25,5 0,142	47,5 0,169	98,2 0,207	174 0,242	320 0,285	589 0,336	1151 0,401	1965 0,460	3840 0,547
70,0	m (kg/h) v (m/s)	2,41 0,0538	12,2 0,121	26,7 0,148	49,6 0,177	103 0,216	182 0,253	334 0,298	614 0,350	1200 0,418	2049 0,480	4003 0,571
75,0	m (kg/h) v (m/s)	2,59 0,0576	13,1 0,130	27,8 0,155	51,7 0,184	107 0,225	189 0,263	348 0,310	639 0,364	1248 0,434	2131 0,499	4162 0,593
80,0	m (kg/h) v (m/s)	2,76 0,0614	14,0 0,138	28,9 0,161	53,7 0,191	111 0,234	196 0,273	361 0,322	663 0,378	1295 0,451	2210 0,518	4316 0,615
90,0	m (kg/h) v (m/s)	3,10 0,0691	15,7 0,156	31,0 0,172	57,6 0,205	119 0,250	210 0,292	386 0,344	709 0,404	1384 0,482	2362 0,554	4611 0,657
100	m (kg/h) v (m/s)	3,45 0,0768	17,5 0,173	33,0 0,184	61,2 0,218	126 0,266	223 0,311	410 0,366	753 0,429	1470 0,512	2507 0,587	4892 0,697
110	m (kg/h) v (m/s)	3,79 0,0845	19,2 0,190	34,9 0,194	64,8 0,231	133 0,281	236 0,328	434 0,386	795 0,453	1551 0,540	2645 0,620	5160 0,736
120	m (kg/h) v (m/s)	4,14 0,0922	20,9 0,207	36,7 0,205	68,2 0,243	140 0,296	248 0,345	456 0,406	836 0,476	1630 0,567	2778 0,651	5418 0,772
130	m (kg/h) v (m/s)	4,48 0,0999	22,7 0,225	38,5 0,214	71,4 0,255	147 0,310	260 0,362	477 0,425	875 0,499	1705 0,593	2906 0,681	5666 0,808

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
140	m (kg/h) v (m/s)	4,83 0,108	24,4 0,242	40,2 0,224	74,6 0,266	154 0,324	271 0,377	498 0,444	912 0,520	1778 0,619	3030 0,710	5906 0,842
150	m (kg/h) v (m/s)	5,17 0,115	18,8 0,186	41,9 0,233	77,7 0,277	160 0,337	282 0,393	518 0,461	949 0,541	1849 0,643	3150 0,738	6139 0,875
160	m (kg/h) v (m/s)	5,52 0,123	19,6 0,194	43,5 0,242	80,7 0,288	166 0,350	293 0,407	537 0,479	984 0,561	1917 0,667	3266 0,765	6364 0,907
170	m (kg/h) v (m/s)	5,86 0,131	20,3 0,201	45,1 0,251	83,6 0,298	172 0,362	303 0,422	556 0,496	1019 0,581	1984 0,691	3379 0,792	6584 0,939
180	m (kg/h) v (m/s)	6,21 0,138	21,0 0,208	46,7 0,260	86,4 0,308	178 0,375	313 0,436	575 0,512	1052 0,600	2049 0,713	3490 0,818	6797 0,969
190	m (kg/h) v (m/s)	6,55 0,146	21,7 0,214	48,2 0,268	89,2 0,318	183 0,386	323 0,450	593 0,528	1085 0,619	2112 0,735	3597 0,843	7006 0,999
200	m (kg/h) v (m/s)	6,90 0,154	22,3 0,221	49,7 0,277	91,9 0,328	189 0,398	333 0,463	610 0,544	1117 0,637	2174 0,757	3702 0,868	7209 1,03
220	m (kg/h) v (m/s)	7,59 0,169	23,6 0,234	52,5 0,292	97,1 0,346	199 0,421	351 0,489	644 0,574	1179 0,672	2294 0,799	3905 0,915	7603 1,08
240	m (kg/h) v (m/s)	8,28 0,184	24,9 0,246	55,3 0,308	102 0,364	210 0,442	369 0,514	677 0,603	1238 0,706	2409 0,839	4100 0,961	7980 1,14
260	m (kg/h) v (m/s)	8,97 0,200	26,1 0,258	57,9 0,323	107 0,382	220 0,463	387 0,538	709 0,631	1296 0,739	2520 0,877	4288 1,00	8344 1,19
280	m (kg/h) v (m/s)	9,65 0,215	27,3 0,270	60,5 0,337	112 0,398	229 0,483	403 0,562	739 0,659	1351 0,771	2628 0,915	4470 1,05	8696 1,24
300	m (kg/h) v (m/s)	10,3 0,230	28,4 0,281	63,0 0,351	116 0,415	238 0,503	420 0,584	769 0,685	1405 0,801	2731 0,951	4646 1,09	9036 1,29
330	m (kg/h) v (m/s)	11,4 0,253	30,1 0,298	66,6 0,371	123 0,438	252 0,531	443 0,617	811 0,723	1483 0,845	2881 1,00	4900 1,15	9528 1,36
360	m (kg/h) v (m/s)	12,4 0,277	31,6 0,313	70,1 0,390	129 0,461	265 0,558	466 0,648	852 0,760	1557 0,888	3026 1,05	5144 1,21	10000 1,43
400	m (kg/h) v (m/s)	13,8 0,307	33,7 0,333	74,5 0,145	137 0,490	281 0,593	494 0,688	905 0,806	1652 0,942	3210 1,12	5455 1,28	10602 1,51
450	m (kg/h) v (m/s)	15,5 0,346	36,1 0,357	79,8 0,444	147 0,524	301 0,635	529 0,736	967 0,862	1766 1,01	3428 1,19	5826 1,37	11318 1,61
500	m (kg/h) v (m/s)	12,4 0,277	38,4 0,380	84,8 0,472	156 0,557	320 0,674	561 0,782	1027 0,915	1873 1,07	3636 1,27	6178 1,45	11998 1,71
550	m (kg/h) v (m/s)	13,2 0,293	40,6 0,402	89,6 0,499	165 0,588	337 0,712	593 0,825	1083 0,965	1976 1,13	3835 1,33	6514 1,53	12649 1,80
600	m (kg/h) v (m/s)	13,9 0,309	42,7 0,423	94,3 0,525	174 0,619	355 0,748	623 0,867	1138 1,01	2075 1,18	4026 1,40	6837 1,60	13273 1,89
650	m (kg/h) v (m/s)	14,5 0,324	44,8 0,443	98,7 0,550	182 0,648	371 0,783	652 0,907	1190 1,06	2171 1,24	4210 1,47	7148 1,68	13873 1,98
700	m (kg/h) v (m/s)	15,2 0,339	46,8 0,463	103 0,574	190 0,676	387 0,817	680 0,946	1241 1,11	2263 1,29	4388 1,53	7448 1,75	14454 2,06
750	m (kg/h) v (m/s)	15,8 0,353	48,7 0,482	107 0,597	197 0,703	403 0,849	707 0,984	1290 1,15	2352 1,34	4560 1,59	7739 1,81	15015 2,14
800	m (kg/h) v (m/s)	16,5 0,366	50,5 0,500	111 0,620	205 0,730	418 0,881	733 1,02	1338 1,19	2439 1,39	4727 1,65	8021 1,88	15560 2,22
900	m (kg/h) v (m/s)	17,6 0,393	54,1 0,536	119 0,664	219 0,781	447 0,942	783 1,09	1430 1,27	2605 1,49	5047 1,76	8562 2,01	16604 2,37
1000	m (kg/h) v (m/s)	18,8 0,418	57,6 0,570	127 0,705	233 0,829	474 1,00	831 1,16	1517 1,35	2763 1,58	5351 1,86	9077 2,13	17597 2,51
1100	m (kg/h) v (m/s)	19,9 0,443	60,8 0,602	134 0,745	246 0,876	501 1,06	877 1,22	1600 1,43	2914 1,66	5642 1,96	9568 2,24	18546 2,64

11. VÝPOČET POTRUBNÍ SÍTĚ ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ (STŘEDNÍ TEPLOTA 60 °C)

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
0,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0240 0,0005	0,122 0,0012	0,384 0,0022	0,938 0,0034	2,68 0,0057	6,15 0,0086	15,0 0,0135	36,6 0,0211	71,1 0,0250	123 0,0292	246 0,0353
1,0	m (kg/h) v (m/s)	0,0480 0,0011	0,243 0,0024	0,768 0,0043	1,88 0,0067	5,36 0,0114	12,3 0,0173	30,0 0,0270	73,3 0,0422	107 0,0377	186 0,0439	368 0,0530
1,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0720 0,0016	0,365 0,0036	1,15 0,0065	2,81 0,0101	8,04 0,0171	18,4 0,0259	45,0 0,0405	68,7 0,0396	136 0,0479	236 0,0557	466 0,0671
2,0	m (kg/h) v (m/s)	0,0960 0,0022	0,486 0,0049	1,54 0,0086	3,75 0,0135	10,7 0,0228	24,6 0,0346	60,0 0,0540	81,6 0,0469	162 0,0568	279 0,0659	551 0,0793
2,2	m (kg/h) v (m/s)	0,106 0,0024	0,535 0,0053	1,69 0,0095	4,13 0,0148	11,8 0,0251	27,0 0,0380	46,3 0,0417	86,3 0,0497	171 0,0600	295 0,0697	582 0,0837
2,4	m (kg/h) v (m/s)	0,115 0,0026	0,583 0,0058	1,84 0,0104	4,50 0,0162	12,9 0,0274	29,5 0,0415	48,8 0,0439	90,9 0,0523	180 0,0632	310 0,0733	612 0,0880
2,6	m (kg/h) v (m/s)	0,125 0,0028	0,632 0,0063	2,00 0,0112	4,88 0,0175	13,9 0,0297	32,0 0,0449	51,2 0,0461	95,3 0,0548	188 0,0662	325 0,0768	641 0,0922
2,8	m (kg/h) v (m/s)	0,134 0,0030	0,681 0,0068	2,15 0,0121	5,25 0,0189	15,0 0,0319	34,4 0,0484	53,5 0,0481	99,5 0,0573	197 0,0691	339 0,0802	669 0,0962
3,0	m (kg/h) v (m/s)	0,144 0,0032	0,729 0,0073	2,31 0,0130	5,63 0,0202	16,1 0,0342	36,9 0,0518	55,8 0,0502	104 0,0597	205 0,0720	353 0,0834	696 0,100
3,3	m (kg/h) v (m/s)	0,158 0,0036	0,802 0,0080	2,54 0,0143	6,19 0,0223	17,7 0,0376	40,6 0,0570	59,0 0,0531	110 0,0631	217 0,0761	373 0,0882	735 0,106
3,6	m (kg/h) v (m/s)	0,173 0,0039	0,875 0,0087	2,77 0,0155	6,75 0,0243	19,3 0,0411	44,3 0,0622	62,2 0,0559	115 0,0664	228 0,0801	392 0,0927	773 0,111
4,0	m (kg/h) v (m/s)	0,192 0,0043	0,972 0,0097	3,07 0,0173	7,50 0,0270	21,4 0,0456	35,5 0,0499	66,2 0,0595	123 0,0707	242 0,0851	417 0,0986	821 0,118
4,5	m (kg/h) v (m/s)	0,216 0,0049	1,09 0,0109	3,46 0,0194	8,44 0,0304	24,1 0,0513	38,1 0,0536	70,9 0,0638	132 0,0757	260 0,0912	446 0,106	878 0,126
5,0	m (kg/h) v (m/s)	0,240 0,0054	1,22 0,0121	3,84 0,0216	9,38 0,0337	26,8 0,0570	40,6 0,0570	75,5 0,0679	140 0,0805	276 0,0969	474 0,112	933 0,134
5,5	m (kg/h) v (m/s)	0,264 0,0059	1,34 0,0134	4,23 0,0238	10,3 0,0371	29,5 0,0627	43,0 0,0604	79,9 0,0718	148 0,0852	292 0,102	501 0,118	985 0,142
6,0	m (kg/h) v (m/s)	0,288 0,0065	1,46 0,0146	4,61 0,0259	11,3 0,0405	32,1 0,0684	45,2 0,0636	84,1 0,0756	156 0,0896	307 0,108	527 0,125	1035 0,149
6,5	m (kg/h) v (m/s)	0,312 0,0070	1,58 0,0158	4,99 0,0281	12,2 0,0439	34,8 0,0741	47,4 0,0667	88,1 0,0793	163 0,0939	321 0,113	551 0,130	1084 0,156
7,0	m (kg/h) v (m/s)	0,336 0,0076	1,70 0,0170	5,38 0,0302	13,1 0,0472	37,5 0,0798	49,6 0,0697	92,1 0,0828	170 0,0980	335 0,118	575 0,136	1131 0,163
7,5	m (kg/h) v (m/s)	0,360 0,0081	1,82 0,0182	5,76 0,0324	14,1 0,0506	29,0 0,0616	51,7 0,0726	95,9 0,0862	177 0,102	349 0,123	599 0,142	1176 0,169
8,0	m (kg/h) v (m/s)	0,384 0,0086	1,94 0,0194	6,15 0,0346	15,0 0,0540	30,1 0,0641	53,7 0,0754	99,6 0,0896	184 0,106	362 0,127	621 0,147	1220 0,176
9,0	m (kg/h) v (m/s)	0,432 0,0097	2,19 0,0219	6,92 0,0389	16,9 0,0607	32,3 0,0687	57,5 0,0809	107 0,0960	197 0,113	388 0,136	665 0,157	1305 0,188
10,0	m (kg/h) v (m/s)	0,480 0,0108	2,43 0,0243	7,68 0,0432	18,8 0,0675	34,4 0,0732	61,2 0,0861	113 0,102	210 0,121	412 0,145	706 0,167	1385 0,199
11,0	m (kg/h) v (m/s)	0,528 0,0119	2,67 0,0267	8,45 0,0475	20,6 0,0742	36,4 0,0775	64,8 0,0910	120 0,108	222 0,128	435 0,153	746 0,176	1463 0,210
12,0	m (kg/h) v (m/s)	0,576 0,0130	2,92 0,0292	9,22 0,0518	22,5 0,0810	38,3 0,0816	68,2 0,0958	126 0,114	233 0,134	457 0,161	784 0,185	1537 0,221
13,0	m (kg/h) v (m/s)	0,624 0,0140	3,16 0,0316	9,99 0,0561	24,4 0,0877	40,2 0,0855	71,5 0,100	132 0,119	244 0,140	479 0,168	820 0,194	1608 0,231
14,0	m (kg/h) v (m/s)	0,672 0,0151	3,40 0,0340	10,8 0,0605	26,3 0,0945	42,0 0,0894	74,7 0,105	138 0,124	255 0,147	500 0,176	856 0,202	1677 0,241

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
15,0	m (kg/h) v (m/s)	0,720 0,0162	3,65 0,0364	11,5 0,0648	28,1 0,101	43,7 0,0931	77,8 0,109	144 0,129	265 0,153	520 0,183	890 0,210	1744 0,251
16,0	m (kg/h) v (m/s)	0,768 0,0173	3,89 0,0389	12,3 0,0691	30,0 0,108	45,4 0,0967	80,8 0,113	149 0,134	275 0,158	540 0,190	923 0,218	1809 0,260
17,0	m (kg/h) v (m/s)	0,816 0,0184	4,13 0,0413	13,1 0,0734	22,7 0,0816	47,1 0,100	83,7 0,118	155 0,139	285 0,164	559 0,196	956 0,226	1872 0,269
18,0	m (kg/h) v (m/s)	0,864 0,0194	4,38 0,0437	13,8 0,0777	23,5 0,0844	48,7 0,104	86,5 0,122	160 0,144	295 0,170	577 0,203	988 0,234	1934 0,278
19,0	m (kg/h) v (m/s)	0,912 0,0205	4,62 0,0462	14,6 0,0821	24,2 0,0872	50,3 0,107	89,3 0,125	165 0,148	304 0,175	595 0,209	1018 0,241	1994 0,287
20,0	m (kg/h) v (m/s)	0,960 0,0216	4,86 0,0486	15,4 0,0864	25,0 0,0899	51,9 0,110	92,0 0,129	170 0,153	313 0,180	613 0,215	1049 0,248	2052 0,295
22,0	m (kg/h) v (m/s)	1,06 0,0238	5,35 0,0534	16,9 0,0950	26,5 0,0952	54,8 0,117	97,3 0,137	180 0,162	331 0,190	647 0,227	1107 0,262	2166 0,312
24,0	m (kg/h) v (m/s)	1,15 0,0259	5,83 0,0583	18,4 0,104	27,9 0,100	57,7 0,123	102 0,144	189 0,170	348 0,200	680 0,239	1163 0,275	2275 0,327
26,0	m (kg/h) v (m/s)	1,25 0,0281	6,32 0,0632	20,0 0,112	29,2 0,105	60,5 0,129	107 0,151	198 0,178	364 0,209	712 0,250	1217 0,288	2380 0,342
28,0	m (kg/h) v (m/s)	1,34 0,0302	6,81 0,0680	21,5 0,121	30,5 0,110	63,2 0,135	112 0,157	207 0,186	380 0,219	743 0,261	1269 0,300	2482 0,357
30,0	m (kg/h) v (m/s)	1,44 0,0324	7,29 0,0729	23,1 0,130	31,8 0,114	65,8 0,140	117 0,164	215 0,193	395 0,227	773 0,271	1320 0,312	2580 0,371
33,0	m (kg/h) v (m/s)	1,58 0,0356	8,02 0,0802	18,1 0,102	33,7 0,121	69,6 0,148	123 0,173	227 0,204	417 0,240	816 0,287	1393 0,329	2722 0,392
36,0	m (kg/h) v (m/s)	1,73 0,0389	8,75 0,0875	19,0 0,107	35,4 0,127	73,2 0,156	130 0,182	239 0,215	439 0,252	857 0,301	1464 0,346	2859 0,411
40,0	m (kg/h) v (m/s)	1,92 0,0432	9,72 0,0972	20,3 0,114	37,7 0,136	77,9 0,166	138 0,194	254 0,228	466 0,268	910 0,320	1553 0,367	3034 0,436
45,0	m (kg/h) v (m/s)	2,16 0,0486	10,9 0,109	21,7 0,122	40,4 0,145	83,4 0,178	148 0,207	272 0,244	498 0,287	973 0,342	1660 0,393	3241 0,466
50,0	m (kg/h) v (m/s)	2,40 0,0540	12,2 0,121	23,2 0,130	43,0 0,155	88,7 0,189	157 0,220	288 0,259	529 0,305	1033 0,363	1762 0,417	3439 0,495
55,0	m (kg/h) v (m/s)	2,64 0,0594	13,4 0,134	24,5 0,138	45,5 0,164	93,8 0,200	166 0,233	305 0,274	559 0,322	1090 0,383	1859 0,440	3627 0,522
60,0	m (kg/h) v (m/s)	2,88 0,0648	14,6 0,146	25,8 0,145	47,9 0,172	98,6 0,210	174 0,245	320 0,288	587 0,338	1145 0,402	1953 0,462	3809 0,548
65,0	m (kg/h) v (m/s)	3,12 0,0702	15,8 0,158	27,1 0,152	50,2 0,181	103 0,220	182 0,256	335 0,302	615 0,354	1198 0,421	2043 0,483	3983 0,573
70,0	m (kg/h) v (m/s)	3,36 0,0756	17,0 0,170	28,3 0,159	52,4 0,189	108 0,230	190 0,268	350 0,315	641 0,369	1250 0,439	2130 0,504	4152 0,597
75,0	m (kg/h) v (m/s)	3,60 0,0810	13,2 0,132	29,4 0,165	54,6 0,196	112 0,239	198 0,278	364 0,327	667 0,384	1299 0,456	2214 0,524	4315 0,621
80,0	m (kg/h) v (m/s)	3,84 0,0864	13,7 0,137	30,6 0,172	56,7 0,204	117 0,248	206 0,289	378 0,340	692 0,398	1348 0,473	2296 0,543	4474 0,644
90,0	m (kg/h) v (m/s)	4,32 0,0972	14,7 0,147	32,8 0,184	60,7 0,218	125 0,266	220 0,309	404 0,363	739 0,426	1440 0,506	2453 0,580	4778 0,688
100	m (kg/h) v (m/s)	4,80 0,108	15,7 0,157	34,9 0,196	64,6 0,232	133 0,282	234 0,329	429 0,386	785 0,452	1528 0,537	2602 0,615	5068 0,729
110	m (kg/h) v (m/s)	5,28 0,119	16,6 0,166	36,9 0,207	68,3 0,246	140 0,298	247 0,347	453 0,407	829 0,477	1613 0,567	2745 0,649	5345 0,769
120	m (kg/h) v (m/s)	5,76 0,130	17,5 0,175	38,8 0,218	71,8 0,258	147 0,314	260 0,365	476 0,428	870 0,501	1694 0,595	2882 0,682	5610 0,807
130	m (kg/h) v (m/s)	6,24 0,140	18,3 0,183	40,7 0,229	75,2 0,271	154 0,328	272 0,382	498 0,448	911 0,524	1772 0,622	3015 0,713	5866 0,844

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
140	m (kg/h) v (m/s)	6,72 0,151	19,2 0,191	42,5 0,239	78,5 0,282	161 0,343	284 0,398	519 0,467	950 0,547	1847 0,649	3142 0,743	6113 0,880
150	m (kg/h) v (m/s)	7,20 0,162	20,0 0,199	44,2 0,249	81,7 0,294	168 0,357	295 0,414	540 0,486	987 0,568	1920 0,674	3266 0,772	6352 0,914
160	m (kg/h) v (m/s)	7,68 0,173	20,7 0,207	45,9 0,258	84,9 0,305	174 0,370	306 0,430	560 0,504	1024 0,589	1991 0,699	3386 0,801	6585 0,947
170	m (kg/h) v (m/s)	8,16 0,184	21,5 0,215	47,6 0,268	87,9 0,316	180 0,383	317 0,445	580 0,522	1060 0,610	2060 0,724	3502 0,828	6810 0,980
180	m (kg/h) v (m/s)	8,64 0,194	22,2 0,222	49,2 0,277	90,8 0,327	186 0,396	327 0,460	599 0,539	1094 0,630	2127 0,747	3616 0,855	7030 1,01
190	m (kg/h) v (m/s)	9,12 0,205	22,9 0,229	50,8 0,286	93,7 0,337	192 0,408	338 0,474	618 0,556	1128 0,649	2192 0,770	3727 0,881	7244 1,04
200	m (kg/h) v (m/s)	9,60 0,216	23,7 0,236	52,3 0,294	96,6 0,347	198 0,421	348 0,488	636 0,572	1161 0,668	2256 0,793	3835 0,907	7454 1,07
220	m (kg/h) v (m/s)	10,6 0,238	25,0 0,250	55,3 0,311	102 0,367	209 0,444	367 0,516	671 0,604	1225 0,705	2380 0,836	4044 0,957	7858 1,13
240	m (kg/h) v (m/s)	11,5 0,259	26,3 0,263	58,2 0,327	107 0,386	219 0,467	386 0,542	705 0,634	1287 0,741	2499 0,878	4245 1,00	8247 1,19
260	m (kg/h) v (m/s)	8,94 0,201	27,6 0,276	61,0 0,343	112 0,404	0,230 0,489	403 0,567	738 0,663	1346 0,775	2613 0,918	4439 1,05	8621 1,24
280	m (kg/h) v (m/s)	9,35 0,210	28,8 0,288	63,6 0,358	117 0,422	240 0,510	421 0,591	769 0,692	1403 0,808	2723 0,957	4626 1,09	8982 1,29
300	m (kg/h) v (m/s)	9,74 0,219	30,0 0,300	66,2 0,372	122 0,439	249 0,530	438 0,615	800 0,719	1459 0,840	2830 0,994	4807 1,14	9331 1,34
330	m (kg/h) v (m/s)	10,3 0,232	31,7 0,317	70,0 0,393	129 0,464	263 0,560	462 0,649	844 0,759	1539 0,886	2985 1,05	5068 1,20	9837 1,42
360	m (kg/h) v (m/s)	10,9 0,244	33,4 0,334	73,6 0,414	135 0,487	277 0,589	485 0,682	886 0,797	1616 0,930	3133 1,10	5319 1,26	10321 1,49
400	m (kg/h) v (m/s)	11,6 0,260	35,5 0,355	78,2 0,440	144 0,518	294 0,625	515 0,724	941 0,846	1714 0,987	3323 1,17	5639 1,33	10940 1,57
450	m (kg/h) v (m/s)	12,4 0,279	38,0 0,380	83,7 0,471	154 0,554	314 0,668	551 0,774	1005 0,904	1831 1,05	3548 1,25	6020 1,42	11674 1,68
500	m (kg/h) v (m/s)	13,2 0,297	40,4 0,404	89,0 0,500	164 0,588	333 0,710	584 0,821	1066 0,959	1942 1,12	3762 1,32	6382 1,51	12372 1,78
550	m (kg/h) v (m/s)	14,0 0,314	42,8 0,427	94,0 0,528	173 0,621	352 0,749	617 0,867	1125 1,01	2048 1,18	3967 1,39	6727 1,59	13039 1,88
600	m (kg/h) v (m/s)	14,7 0,330	45,0 0,449	98,8 0,555	181 0,653	370 0,787	648 0,910	1181 1,06	2150 1,24	4163 1,46	7059 1,67	13679 1,97
650	m (kg/h) v (m/s)	15,4 0,346	47,1 0,471	103 0,582	190 0,683	387 0,823	678 0,952	1235 1,11	2248 1,29	4352 1,53	7378 1,74	14295 2,06
700	m (kg/h) v (m/s)	16,1 0,362	49,2 0,491	108 0,607	198 0,713	403 0,859	706 0,993	1288 1,16	2343 1,35	4534 1,59	7686 1,82	14889 2,14
750	m (kg/h) v (m/s)	16,8 0,377	51,2 0,511	112 0,631	206 0,741	419 0,893	734 1,03	1338 1,20	2435 1,40	4711 1,65	7985 1,89	15464 2,23
800	m (kg/h) v (m/s)	17,4 0,391	53,1 0,531	117 0,655	214 0,769	435 0,926	762 1,07	1388 1,25	2524 1,45	4883 1,72	8274 1,96	16022 2,31
900	m (kg/h) v (m/s)	18,6 0,419	56,9 0,568	125 0,701	229 0,822	465 0,990	814 1,14	1482 1,33	2695 1,55	5211 1,83	8829 2,09	17092 2,46
1000	m (kg/h) v (m/s)	19,8 0,446	60,4 0,604	132 0,744	243 0,873	493 1,05	863 1,21	1572 1,41	2857 1,64	5524 1,94	9356 2,21	18108 2,61
1100	m (kg/h) v (m/s)	21,0 0,471	63,8 0,638	140 0,786	256 0,922	521 1,11	911 1,28	1658 1,49	3012 1,73	5822 2,05	9860 2,33	19079 2,75

12. VÝPOČET POTRUBNÍ SÍTĚ ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ (STŘEDNÍ TEPLOTA 80 °C)

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
0,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0313 0,0007	0,159 0,0016	0,501 0,0029	1,22 0,0045	3,50 0,0075	8,02 0,0114	19,6 0,0178	47,8 0,0278	74,4 0,0265	129 0,0308	256 0,0372
1,0	m (kg/h) v (m/s)	0,0627 0,0014	0,317 0,0032	1,00 0,0057	2,45 0,0089	6,99 0,0151	16,0 0,0228	39,2 0,0356	56,5 0,0329	112 0,0399	194 0,0463	383 0,0557
1,5	m (kg/h) v (m/s)	0,0940 0,0021	0,476 0,0048	1,50 0,0086	3,67 0,0134	10,5 0,0226	24,1 0,0342	38,6 0,0352	71,9 0,0419	142 0,0506	245 0,0586	484 0,0704
2,0	m (kg/h) v (m/s)	0,125 0,0029	0,634 0,0064	2,01 0,0114	4,90 0,0178	14,0 0,0301	32,1 0,0456	45,9 0,0417	85,2 0,0496	168 0,0598	290 0,0693	571 0,0831
2,2	m (kg/h) v (m/s)	0,138 0,0031	0,698 0,0071	2,21 0,0125	5,38 0,0196	15,4 0,0331	35,3 0,0502	48,5 0,0442	90,1 0,0525	178 0,0632	306 0,0732	603 0,0878
2,4	m (kg/h) v (m/s)	0,150 0,0034	0,761 0,0077	2,41 0,0137	5,87 0,0214	16,8 0,0361	27,4 0,0390	51,1 0,0465	94,8 0,0552	187 0,0665	322 0,0770	634 0,0923
2,6	m (kg/h) v (m/s)	0,163 0,0037	0,825 0,0083	2,61 0,0148	6,36 0,0232	18,2 0,0391	28,8 0,0409	53,6 0,0488	99,4 0,0579	196 0,0697	337 0,0806	663 0,0966
2,8	m (kg/h) v (m/s)	0,175 0,0040	0,888 0,0090	2,81 0,0160	6,85 0,0249	19,6 0,0422	30,1 0,0428	56,0 0,0509	104 0,0604	205 0,0727	352 0,0842	692 0,101
3,0	m (kg/h) v (m/s)	0,188 0,0043	0,952 0,0096	3,01 0,0171	7,34 0,0267	21,0 0,0452	31,4 0,0446	58,3 0,0531	108 0,0629	213 0,0757	366 0,0876	720 0,105
3,3	m (kg/h) v (m/s)	0,207 0,0047	1,05 0,0106	3,31 0,0188	8,08 0,0294	23,1 0,0497	33,2 0,0472	61,7 0,0561	114 0,0665	225 0,0800	387 0,0925	760 0,111
3,6	m (kg/h) v (m/s)	0,226 0,0051	1,14 0,0115	3,61 0,0205	8,81 0,0321	25,2 0,0542	34,9 0,0497	64,9 0,0591	120 0,0700	237 0,0842	406 0,0973	799 0,116
4,0	m (kg/h) v (m/s)	0,251 0,0057	1,27 0,0128	4,01 0,0228	9,79 0,0356	28,0 0,0602	37,2 0,0529	69,1 0,0629	128 0,0745	252 0,0894	432 0,103	849 0,124
4,5	m (kg/h) v (m/s)	0,282 0,00640	1,43 0,0144	4,51 0,0257	11,0 0,0401	22,4 0,0482	39,9 0,0567	74,0 0,0674	137 0,0797	269 0,0957	462 0,111	908 0,132
5,0	m (kg/h) v (m/s)	0,313 0,0071	1,59 0,0160	5,01 0,0285	12,2 0,0445	23,8 0,0513	42,5 0,0604	78,8 0,0717	146 0,0848	286 0,102	491 0,117	964 0,140
5,5	m (kg/h) v (m/s)	0,345 0,0078	1,74 0,0176	5,51 0,0314	13,5 0,0490	25,2 0,0543	44,9 0,0639	83,3 0,0758	154 0,0896	302 0,107	518 0,124	1018 0,148
6,0	m (kg/h) v (m/s)	0,376 0,0086	1,90 0,0192	6,02 0,0342	14,7 0,0535	26,6 0,0572	47,3 0,0673	87,6 0,0798	162 0,0943	318 0,113	545 0,130	1069 0,156
6,5	m (kg/h) v (m/s)	0,407 0,0093	2,06 0,0208	6,52 0,0371	15,9 0,0579	27,9 0,0600	49,6 0,0705	91,8 0,0836	170 0,0987	333 0,118	570 0,137	1119 0,163
7,0	m (kg/h) v (m/s)	0,439 0,0100	2,22 0,0225	7,02 0,0399	17,1 0,0624	29,1 0,0627	51,8 0,0737	95,9 0,0873	177 0,103	347 0,124	595 0,142	1167 0,170
7,5	m (kg/h) v (m/s)	0,470 0,0107	2,38 0,0241	7,52 0,0428	18,4 0,0668	30,3 0,0653	53,9 0,0767	99,8 0,0909	184 0,107	361 0,128	619 0,148	1214 0,177
8,0	m (kg/h) v (m/s)	0,501 0,0114	2,54 0,0257	8,02 0,0456	19,6 0,0713	31,5 0,0679	56,0 0,0797	104 0,0943	191 0,111	375 0,133	642 0,154	1259 0,183
9,0	m (kg/h) v (m/s)	0,564 0,0128	2,85 0,0289	9,02 0,0513	22,0 0,0802	33,8 0,0728	60,0 0,0854	111 0,101	205 0,119	401 0,143	687 0,164	1346 0,196
10,0	m (kg/h) v (m/s)	0,627 0,0143	3,17 0,0321	10,0 0,0570	17,3 0,0630	36,0 0,0775	63,9 0,0908	118 0,107	218 0,127	426 0,152	729 0,175	1429 0,208
11,0	m (kg/h) v (m/s)	0,689 0,0157	3,49 0,0353	11,0 0,0627	18,3 0,0667	38,0 0,0819	67,5 0,0960	125 0,114	230 0,134	450 0,160	770 0,184	1508 0,220
12,0	m (kg/h) v (m/s)	0,752 0,0171	3,81 0,0385	12,0 0,0684	19,3 0,0703	40,0 0,0863	71,1 0,101	131 0,119	242 0,141	473 0,168	809 0,194	1584 0,231
13,0	m (kg/h) v (m/s)	0,815 0,0185	4,12 0,0417	13,0 0,0741	20,3 0,0737	42,0 0,0904	74,5 0,106	137 0,125	253 0,147	495 0,176	847 0,203	1657 0,241
14,0	m (kg/h) v (m/s)	0,877 0,0200	4,44 0,0449	14,0 0,0798	21,2 0,0770	43,8 0,0944	77,8 0,111	143 0,131	264 0,154	517 0,184	883 0,211	1728 0,252

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
15,0	m (kg/h) v (m/s)	0,940 0,0214	4,76 0,0481	15,0 0,0855	22,1 0,0803	45,7 0,0984	81,0 0,115	149 0,136	275 0,160	537 0,191	919 0,220	1796 0,262
16,0	m (kg/h) v (m/s)	1,00 0,0228	5,08 0,0513	16,0 0,0912	22,9 0,0834	47,4 0,102	84,1 0,120	155 0,141	285 0,166	558 0,198	953 0,228	1863 0,271
17,0	m (kg/h) v (m/s)	1,07 0,0242	5,39 0,0545	17,0 0,0969	23,8 0,0865	49,1 0,106	87,1 0,124	161 0,146	295 0,172	577 0,205	986 0,236	1928 0,281
18,0	m (kg/h) v (m/s)	1,13 0,0257	5,71 0,0577	18,0 0,103	24,6 0,0895	50,8 0,109	90,0 0,128	166 0,151	305 0,178	596 0,212	1019 0,244	1991 0,290
19,0	m (kg/h) v (m/s)	1,19 0,0271	6,03 0,0609	13,6 0,0775	25,4 0,0924	52,5 0,113	92,9 0,132	171 0,156	315 0,183	615 0,219	1050 0,251	2052 0,299
20,0	m (kg/h) v (m/s)	1,25 0,0285	6,34 0,0641	14,0 0,0799	26,2 0,0952	54,1 0,116	95,7 0,136	176 0,160	324 0,189	663 0,225	1081 0,251	2113 0,308
22,0	m (kg/h) v (m/s)	1,38 0,0314	6,98 0,0706	14,9 0,0846	27,7 0,101	57,2 0,123	101 0,144	186 0,170	342 0,199	668 0,238	1141 0,273	2229 0,325
24,0	m (kg/h) v (m/s)	1,50 0,0342	7,61 0,0770	15,7 0,0891	29,1 0,106	60,1 0,130	106 0,151	196 0,178	360 0,209	702 0,250	1199 0,287	2341 0,341
26,0	m (kg/h) v (m/s)	1,63 0,0371	8,25 0,0834	16,4 0,0934	30,5 0,111	63,0 0,136	111 0,158	205 0,187	376 0,219	735 0,261	1254 0,300	2448 0,356
28,0	m (kg/h) v (m/s)	1,75 0,0399	8,88 0,0898	17,2 0,0976	31,9 0,116	65,8 0,142	116 0,165	214 0,195	393 0,229	767 0,273	1308 0,313	2552 0,372
30,0	m (kg/h) v (m/s)	1,88 0,0428	9,52 0,0962	17,9 0,102	33,2 0,121	68,5 0,148	121 0,172	223 0,203	408 0,238	797 0,283	1360 0,325	2653 0,386
33,0	m (kg/h) v (m/s)	2,07 0,0470	10,5 0,106	18,9 0,108	35,1 0,128	72,4 0,156	128 0,182	235 0,214	431 0,251	841 0,299	1435 0,343	2799 0,408
36,0	m (kg/h) v (m/s)	2,26 0,0513	11,4 0,115	19,9 0,113	37,0 0,135	76,2 0,164	135 0,191	247 0,225	453 0,264	884 0,314	1507 0,361	2939 0,428
40,0	m (kg/h) v (m/s)	2,51 0,0570	12,7 0,128	21,2 0,121	39,3 0,143	81,0 0,174	143 0,203	263 0,239	481 0,280	938 0,333	1599 0,383	3117 0,454
45,0	m (kg/h) v (m/s)	2,82 0,0641	10,2 0,103	22,7 0,129	42,1 0,153	86,7 0,187	153 0,218	281 0,256	515 0,300	1003 0,356	1708 0,409	3329 0,485
50,0	m (kg/h) v (m/s)	3,13 0,0713	10,9 0,110	24,2 0,138	44,8 0,163	92,1 0,198	163 0,231	298 0,271	546 0,318	1064 0,378	1813 0,434	3531 0,514
55,0	m (kg/h) v (m/s)	3,45 0,0784	11,5 0,116	25,6 0,146	47,4 0,172	97,4 0,210	172 0,244	315 0,287	577 0,336	1123 0,399	1912 0,458	3724 0,542
60,0	m (kg/h) v (m/s)	3,76 0,0855	12,1 0,123	26,9 0,153	49,9 0,181	102 0,221	180 0,257	331 0,301	606 0,353	1179 0,419	2008 0,481	3910 0,569
65,0	m (kg/h) v (m/s)	4,07 0,0927	12,7 0,129	28,2 0,161	52,2 0,190	107 0,231	189 0,269	346 0,315	634 0,369	1234 0,439	2100 0,503	4088 0,595
70,0	m (kg/h) v (m/s)	4,39 0,0998	13,3 0,134	29,5 0,168	54,5 0,199	112 0,241	197 0,280	361 0,329	661 0,385	1286 0,457	2189 0,524	4261 0,620
75,0	m (kg/h) v (m/s)	4,70 0,107	13,8 0,140	30,7 0,175	56,8 0,207	116 0,251	205 0,292	376 0,342	687 0,400	1337 0,475	2275 0,545	4428 0,645
80,0	m (kg/h) v (m/s)	5,01 0,114	14,4 0,145	31,9 0,181	58,9 0,215	121 0,260	213 0,303	390 0,355	713 0,415	1387 0,493	2359 0,565	4590 0,668
90,0	m (kg/h) v (m/s)	5,64 0,128	15,4 0,156	34,2 0,194	63,1 0,230	129 0,279	228 0,324	417 0,379	762 0,444	1481 0,527	2520 0,603	4900 0,714
100	m (kg/h) v (m/s)	6,27 0,143	16,4 0,166	36,3 0,207	67,1 0,244	137 0,296	242 0,344	443 0,403	809 0,471	1572 0,559	2672 0,640	5196 0,757
110	m (kg/h) v (m/s)	6,89 0,157	17,4 0,175	38,4 0,218	70,9 0,258	145 0,313	255 0,363	467 0,425	853 0,497	1658 0,589	2819 0,675	5479 0,798
120	m (kg/h) v (m/s)	7,52 0,171	18,3 0,185	40,4 0,230	74,5 0,271	153 0,329	268 0,381	491 0,447	896 0,522	1741 0,619	2959 0,708	5750 0,837
130	m (kg/h) v (m/s)	8,15 0,185	19,1 0,194	42,3 0,241	78,1 0,284	160 0,344	281 0,399	514 0,467	938 0,546	1820 0,647	3094 0,740	6011 0,875

R, (Pa/m)	Označení, jednotka	ROZMĚR TRUBKY										
		6 × 1	8 × 1	10 × 1	12 × 1	15 × 1	18 × 1	22 × 1	28 × 1,5	35 × 1,5	42 × 1,5	54 × 2
140	m (kg/h) v (m/s)	8,77 0,200	20,0 0,202	44,2 0,251	81,5 0,297	167 0,359	293 0,416	536 0,487	977 0,569	1898 0,675	3224 0,772	6263 0,912
150	m (kg/h) v (m/s)	6,75 0,154	20,8 0,211	46,0 0,262	84,8 0,309	173 0,373	305 0,433	557 0,507	1016 0,592	1972 0,701	3350 0,802	6507 0,947
160	m (kg/h) v (m/s)	7,01 0,160	21,6 0,219	47,8 0,272	88,0 0,320	180 0,387	316 0,449	578 0,526	1054 0,614	2045 0,727	3473 0,831	6744 0,982
170	m (kg/h) v (m/s)	7,27 0,165	22,4 0,227	49,5 0,281	91,1 0,332	186 0,401	327 0,465	598 0,544	1090 0,635	2115 0,752	3592 0,860	6974 1,02
180	m (kg/h) v (m/s)	7,52 0,171	23,2 0,234	51,1 0,291	94,2 0,343	192 0,414	338 0,480	617 0,562	1126 0,656	2184 0,776	3708 0,887	7198 1,05
190	m (kg/h) v (m/s)	7,77 0,177	23,9 0,242	52,8 0,300	97,1 0,354	198 0,427	348 0,495	636 0,579	1160 0,676	2250 0,800	3821 0,914	7416 1,08
200	m (kg/h) v (m/s)	8,01 0,182	24,7 0,249	54,4 0,309	100 0,364	204 0,440	359 0,510	655 0,596	1194 0,696	2316 0,823	3932 0,941	7630 1,11
220	m (kg/h) v (m/s)	8,48 0,193	26,1 0,264	57,4 0,327	106 0,385	216 0,465	378 0,538	691 0,629	1260 0,734	2442 0,868	4145 0,992	8042 1,17
240	m (kg/h) v (m/s)	8,93 0,203	27,4 0,277	60,4 0,344	111 0,404	227 0,488	398 0,565	726 0,661	1323 0,770	2563 0,911	43,50 1,04	8438 1,23
260	m (kg/h) v (m/s)	9,36 0,213	28,7 0,291	63,3 0,360	116 0,423	237 0,511	416 0,591	759 0,691	1383 0,806	2680 0,953	4548 1,09	8819 1,28
280	m (kg/h) v (m/s)	9,78 0,223	30,0 0,303	66,0 0,375	121 0,442	247 0,533	434 0,617	791 0,720	1442 0,840	2793 0,993	4738 1,13	9187 1,34
300	m (kg/h) v (m/s)	10,2 0,232	31,2 0,316	68,7 0,391	126 0,459	257 0,554	451 0,641	823 0,749	1498 0,873	2902 1,03	4923 1,18	9543 1,39
330	m (kg/h) v (m/s)	10,8 0,245	33,0 0,334	72,6 0,413	133 0,485	272 0,585	476 0,677	868 0,790	1580 0,920	3060 1,09	5189 1,24	10057 1,46
360	m (kg/h) v (m/s)	11,3 0,258	34,7 0,351	76,3 0,434	140 0,510	285 0,614	500 0,711	911 0,829	1659 0,966	3211 1,14	5445 1,30	10551 1,54
400	m (kg/h) v (m/s)	12,1 0,275	36,9 0,373	81,0 0,461	149 0,541	303 0,652	530 0,754	967 0,880	1759 1,02	3405 1,21	5771 1,38	11180 1,63
450	m (kg/h) v (m/s)	12,9 0,294	39,5 0,399	86,7 0,493	159 0,579	324 0,697	567 0,806	1033 0,940	1878 1,09	3634 1,29	6159 1,47	11927 1,74
500	m (kg/h) v (m/s)	13,8 0,313	42,0 0,425	92,1 0,524	169 0,615	343 0,740	601 0,855	1095 0,997	1992 1,16	3852 1,37	6527 1,56	12637 1,84
550	m (kg/h) v (m/s)	14,6 0,331	44,4 0,449	97,3 0,553	178 0,649	362 0,781	634 0,902	1155 1,05	2100 1,22	4061 1,44	6879 1,65	13315 1,94
600	m (kg/h) v (m/s)	15,3 0,348	46,6 0,472	102 0,581	187 0,682	381 0,820	666 0,947	1213 1,10	2204 1,28	4261 1,51	7217 1,73	13966 2,03
650	m (kg/h) v (m/s)	16,0 0,365	48,8 0,494	107 0,609	196 0,714	398 0,858	697 0,990	1268 1,15	2304 1,34	4453 1,58	7541 1,80	14591 1,12
700	m (kg/h) v (m/s)	16,8 0,381	51,0 0,515	112 0,635	204 0,744	415 0,894	726 1,03	1321 1,20	2401 1,40	4639 1,65	7855 1,88	15195 2,21
750	m (kg/h) v (m/s)	17,4 0,397	53,0 0,536	116 0,660	213 0,774	432 0,930	755 1,07	1373 1,25	2494 1,45	4819 1,71	8158 1,95	15780 2,30
800	m (kg/h) v (m/s)	18,1 0,412	55,0 0,557	120 0,685	220 0,803	448 0,964	782 1,11	1423 1,30	2585 1,51	4994 1,78	8453 2,02	16346 2,38
900	m (kg/h) v (m/s)	19,4 0,441	58,9 0,595	129 0,732	236 0,858	478 1,03	836 1,19	1520 1,38	2759 1,61	5328 1,89	9017 2,16	17432 2,54
1000	m (kg/h) v (m/s)	20,6 0,469	62,6 0,633	137 0,778	250 0,910	507 1,09	886 1,26	1611 1,47	2925 1,70	5646 2,01	9553 2,29	18464 2,69
1100	m (kg/h) v (m/s)	21,8 0,496	66,1 0,668	144 0,821	264 0,961	535 1,15	935 1,33	1699 1,55	3083 1,80	5950 2,12	10065 2,41	19448 2,83

13. KOREKČNÍ KOEFICIENT OTOPNÉHO TĚLESA V PŘÍPADĚ, ŽE $\Delta t_k \neq 60 \text{ }^\circ\text{C}$

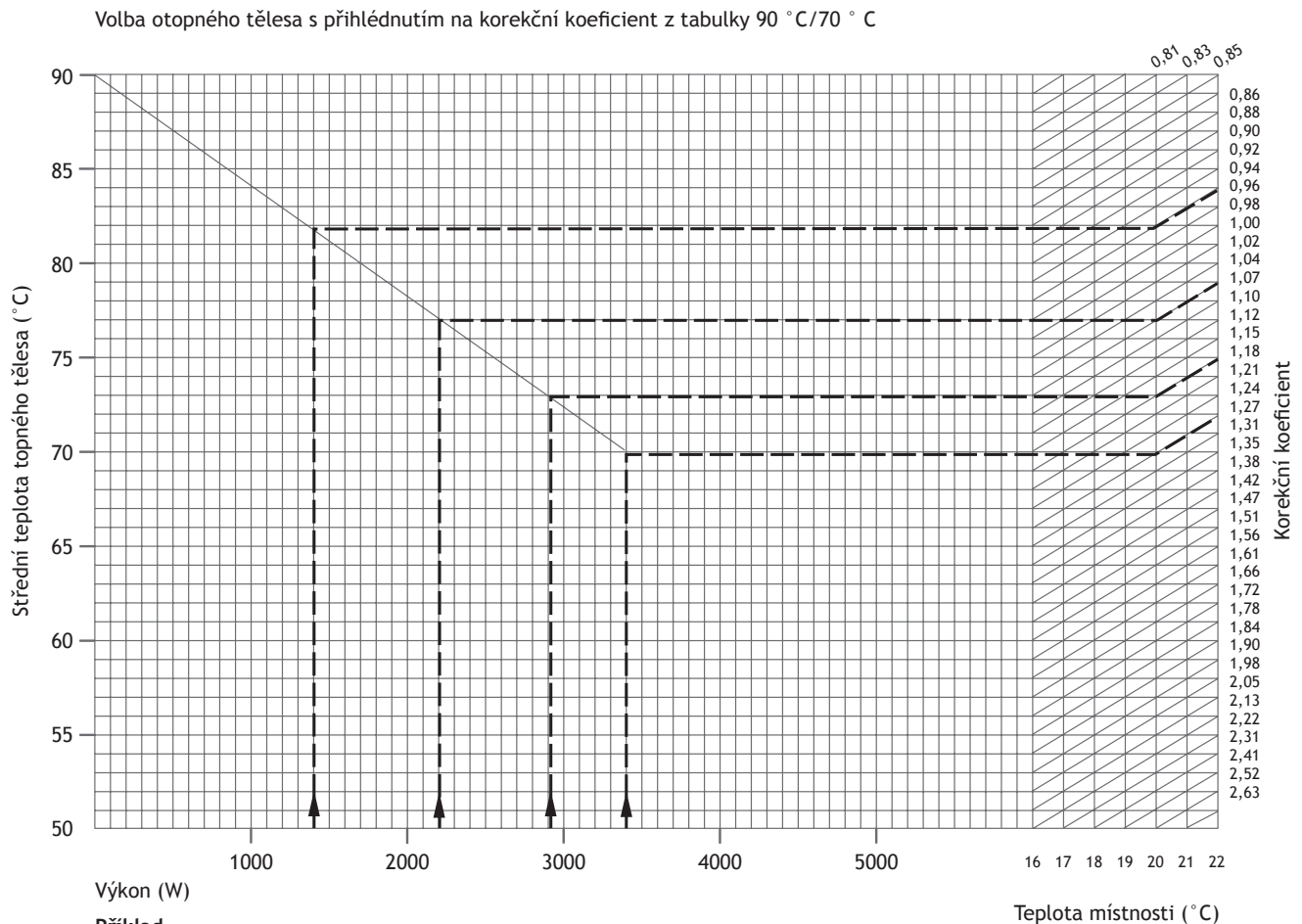
$\Delta\vartheta_{rk}$	f	$\Delta\vartheta_{rk}$	f	$\Delta\vartheta_{rk}$	f	$\Delta\vartheta_{rk}$	f	$\Delta\vartheta_{rk}$	f	$\Delta\vartheta_{rk}$	f	$\Delta\vartheta_{rk}$	f
20	4,17												
21	3,91	31	2,36	41	1,64	51	1,24	61	0,98	71	0,80	81	0,67
22	3,69	32	2,26	42	1,59	52	1,20	62	0,96	72	0,79	82	0,66
23	3,43	33	2,18	43	1,54	53	1,18	63	0,94	73	0,77	83	0,65
24	3,29	34	2,09	44	1,50	54	1,15	64	0,92	74	0,76	84	0,64
25	3,12	35	2,02	45	1,45	55	1,12	65	0,90	75	0,75	85	0,63
26	2,97	36	1,94	46	1,41	56	1,09	66	0,88	76	0,73	86	0,62
27	2,82	37	1,87	47	1,37	57	1,07	67	0,87	77	0,72	87	0,61
28	2,69	38	1,81	48	1,34	58	1,05	68	0,85	78	0,70	88	0,60
29	2,57	39	1,75	49	1,30	59	1,02	69	0,83	79	0,69	89	0,59
30	2,46	40	1,69	50	1,27	60	1,00	70	0,82	80	0,68	90	0,58

$\Delta\vartheta_{rk}$ = je rozdíl teplot mezi střední teplotou otopného tělesa a teplotou v místnosti

14. DÉLKA TRUBKY, PŘI, $\xi = 1$

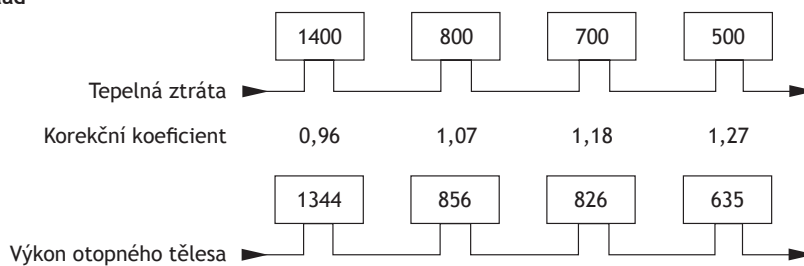
Rychlost, v (m/s)	ROZMĚR TRUBKY								
	10×1	12×1	15×1	18×1	22×1	28×1,5	35×1,5	42×1,5	54×2
	Vztažná délka trubky (m)								
0,05	0,14	0,21	0,33	0,55	0,45	0,60	0,82	1,06	1,46
0,10	0,27	0,22	0,29	0,41	0,55	0,73	1,00	1,28	1,75
0,15	0,19	0,25	0,33	0,46	0,61	0,81	1,11	1,42	1,94
0,20	0,20	0,27	0,35	0,50	0,66	0,87	1,19	1,52	2,07
0,30	0,23	0,30	0,39	0,55	0,73	0,97	1,31	1,68	2,28
0,40	0,25	0,33	0,42	0,60	0,78	1,04	1,40	1,79	2,43
0,50	0,26	0,35	0,45	0,63	0,83	1,09	1,47	1,88	2,55
1,00	0,31	0,41	0,52	0,73	0,96	1,26	1,71	2,17	2,92
1,50	0,34	0,45	0,57	0,80	1,05	1,37	1,85	2,35	3,16
2,00	0,36	0,48	0,61	0,84	1,11	1,45	1,95	2,47	3,33
2,50	0,38	0,50	0,63	0,88	1,16	1,51	2,03	2,57	3,45
3,00	0,39	0,51	0,65	0,91	1,19	1,56	2,09	2,65	3,57

15. KOREKČNÍ DIAGRAM JEDNOTRUBKOVÉHO ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ



Výkon (W)

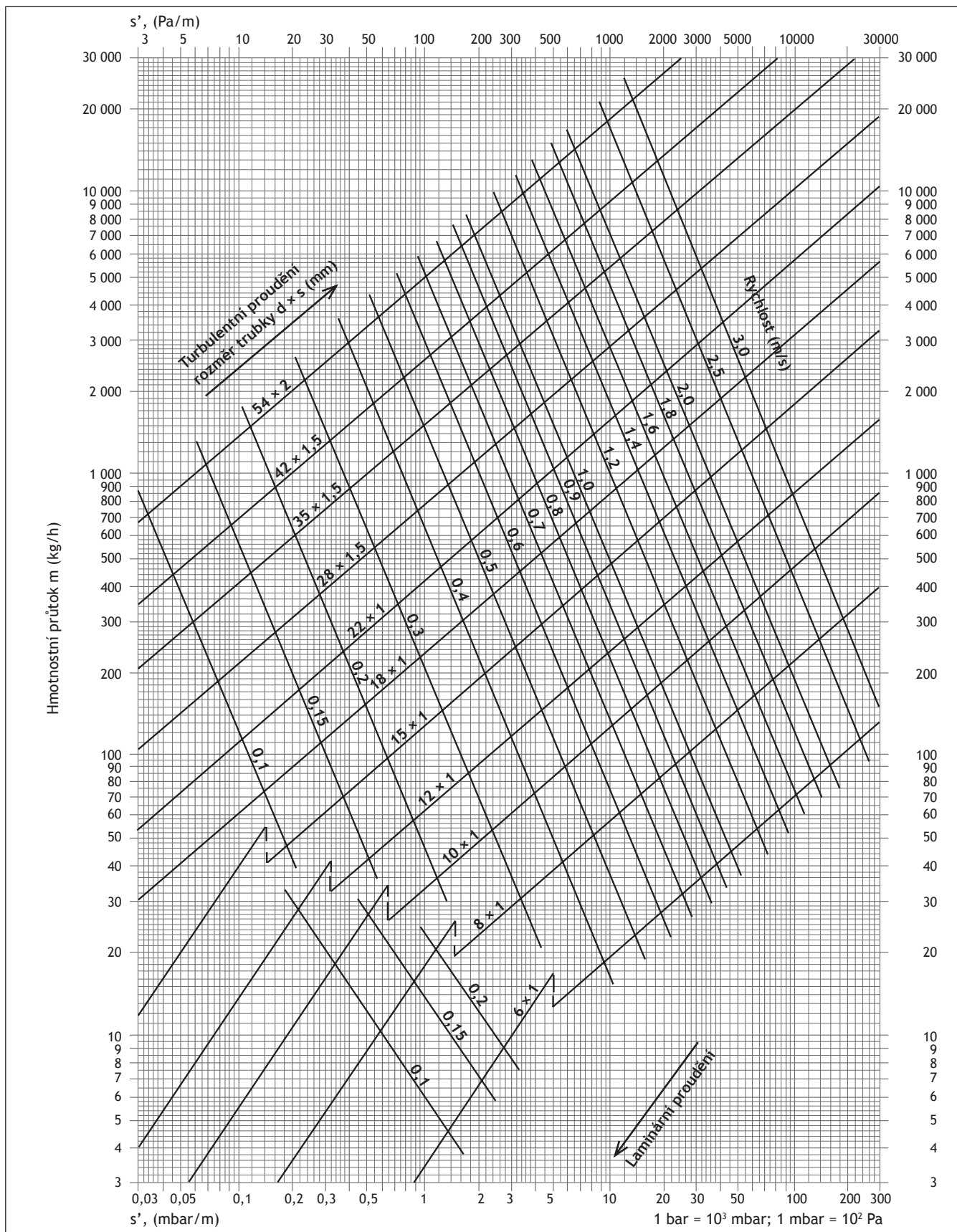
Příklad



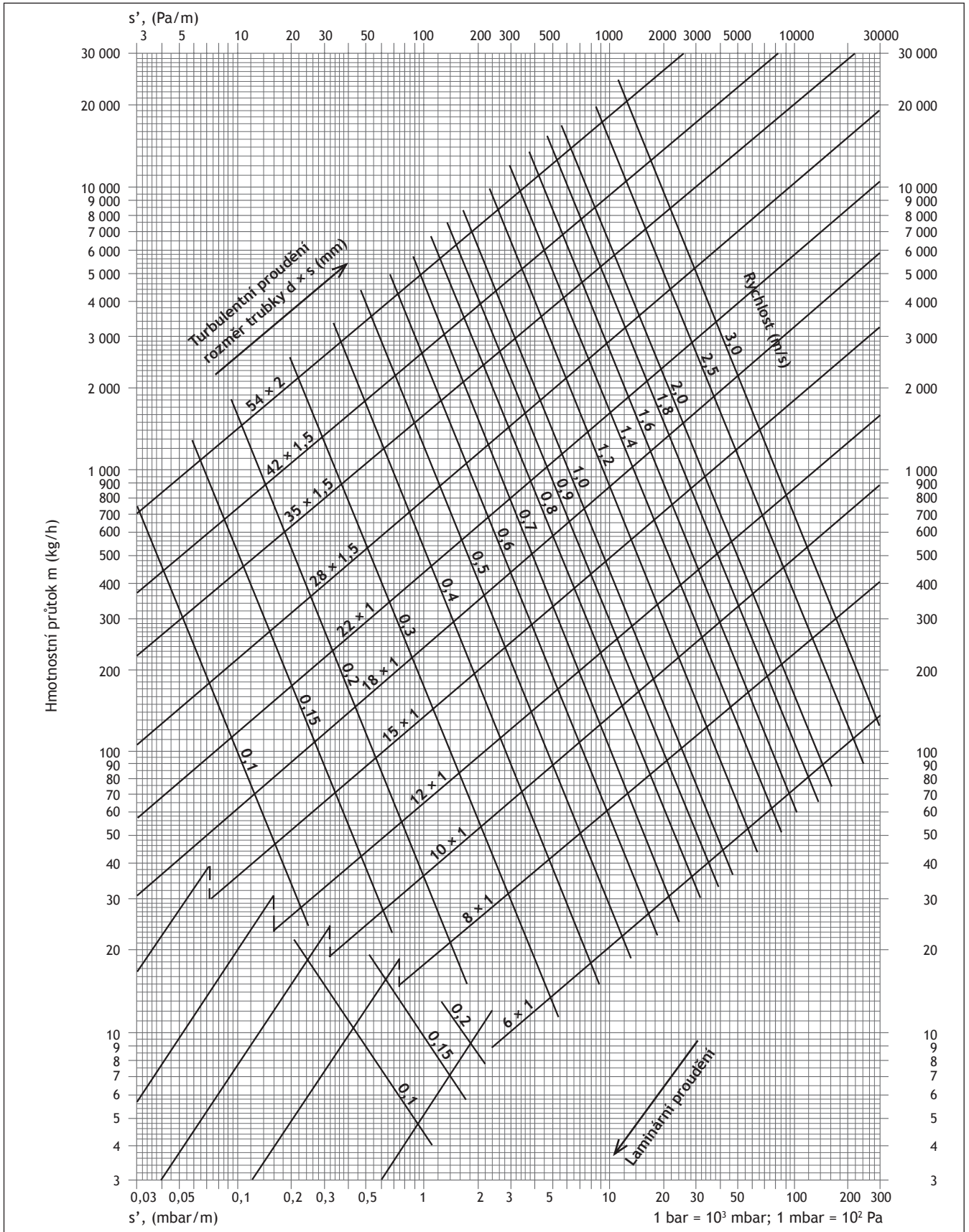
Návod:

1. Určení výkonu celého okruhu ($1400 + 800 + 700 + 500 = 3400$ W)
2. Návrh tepelného spádu topné vody (např. 90/70 °C)
3. Konstrukce pomocné přímky (spojíme 0 watt - 90 °C, 3400 wattů - 70 °C)
4. Určení korekčního
 - 4.1 od 1400 W svisle vzhůru k pomocné přímce - vodorovně k teplotě místnosti (20 °C), šikmá čára ke korekčnímu koeficientu - 0,96
 - 4.2 1400 W + 800 W = 2200 W 20 °C → 1,07
 - 4.3 2200 W + 700 W = 2900 W 20 °C → 1,18
 - 4.4 2900 W + 500 W = 3400 W 20 °C → 1,27
5. Násobit ztrátu tepla korekčním koeficientem → výkon otopného tělesa
6. Z tabulky 90 °C/70 °C navrhnout typ otopného tělesa

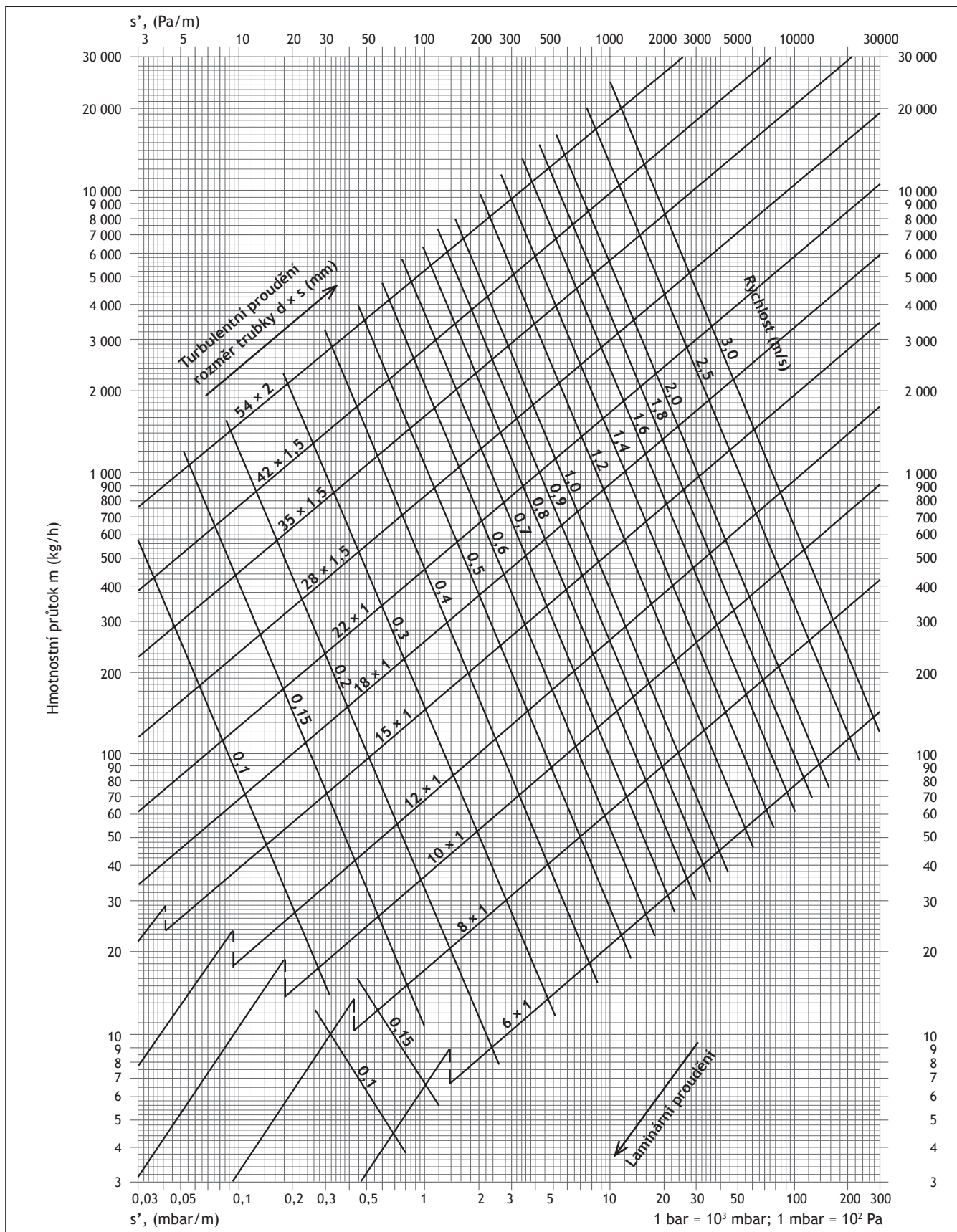
16. NÁVRHOVÝ DIAGRAM ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ 40 °C



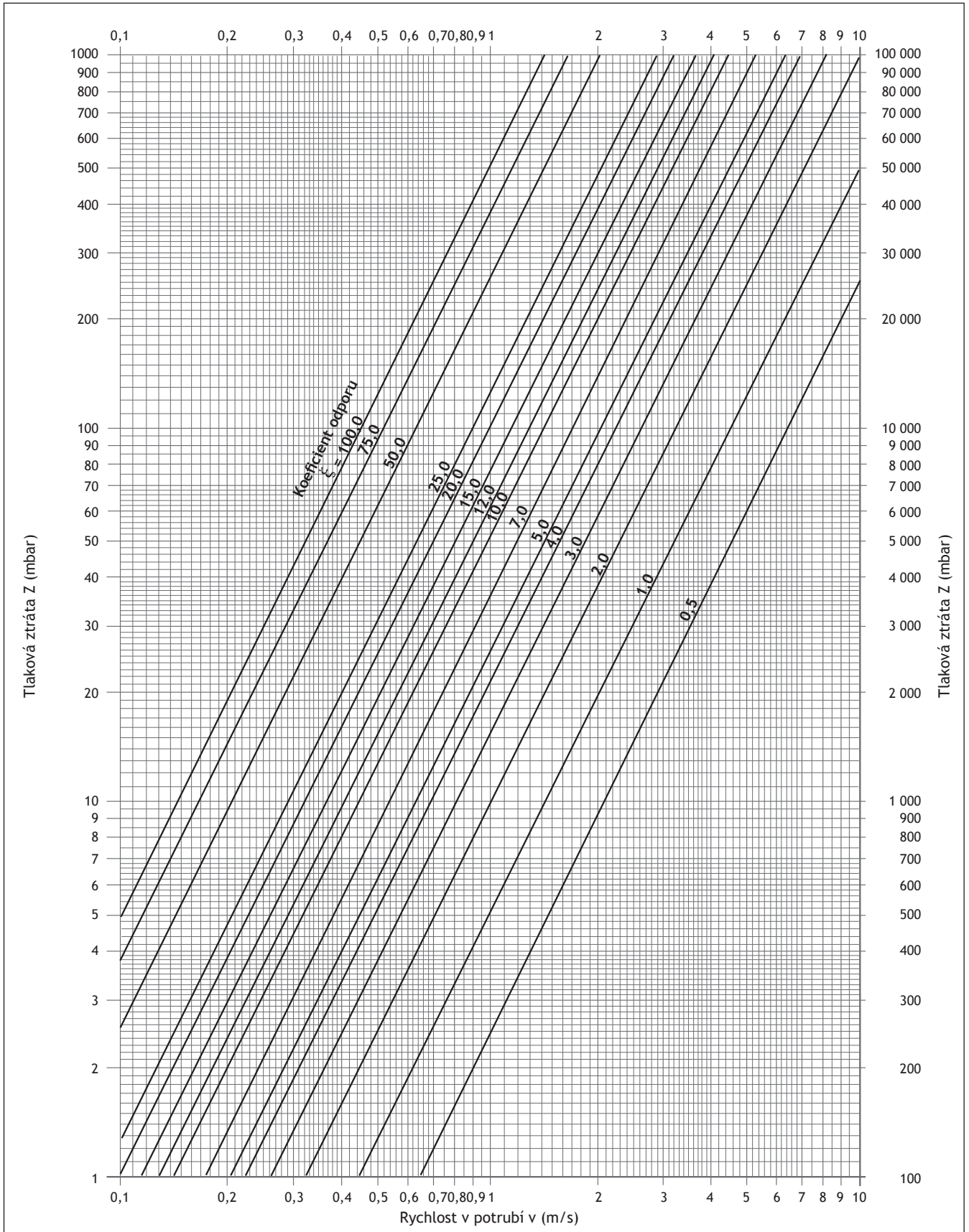
17. NÁVRHOVÝ DIAGRAM ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ 60 °C



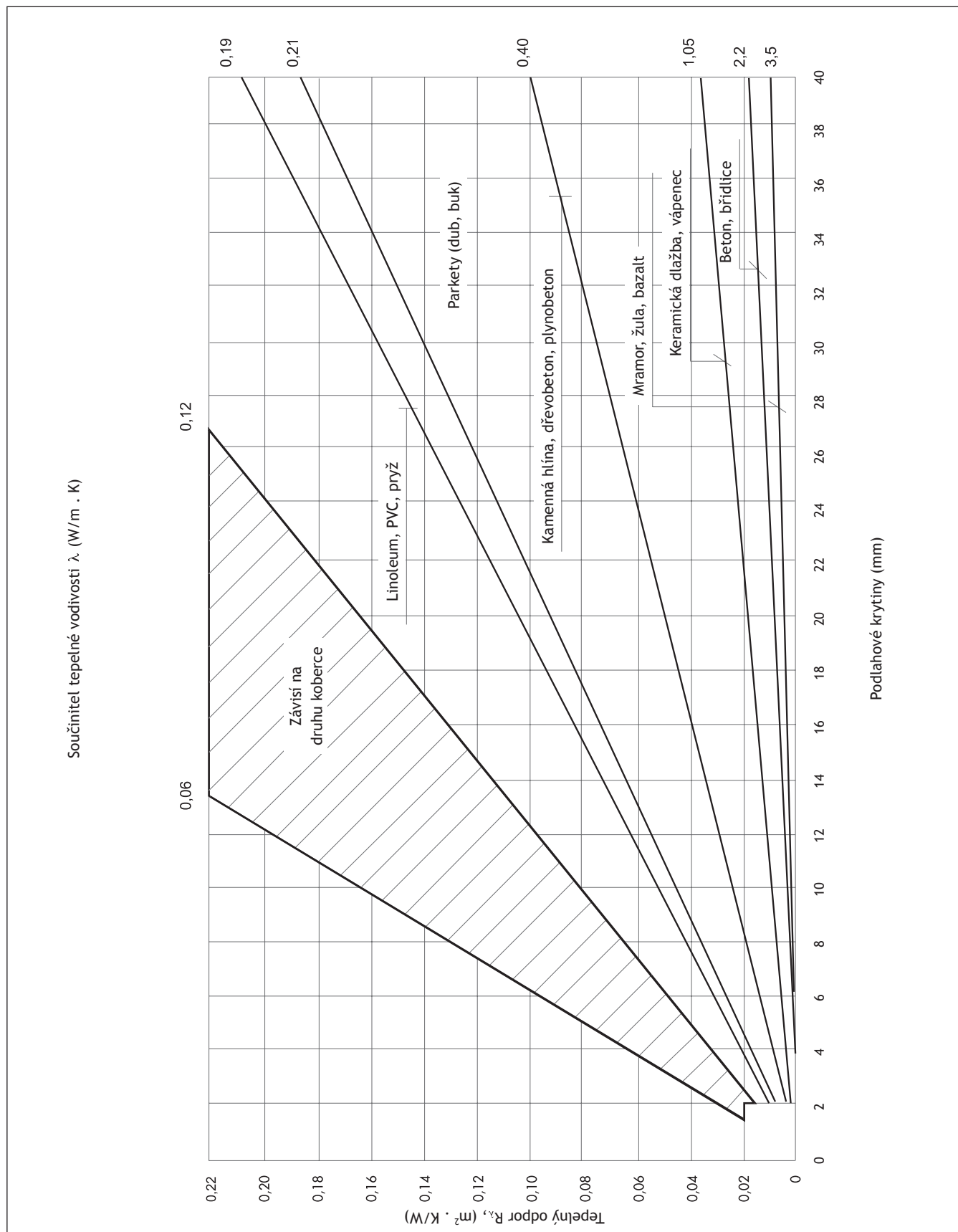
18. NÁVRHOVÝ DIAGRAM ÚSTŘEDNÍHO VYTÁPĚNÍ 80 °C



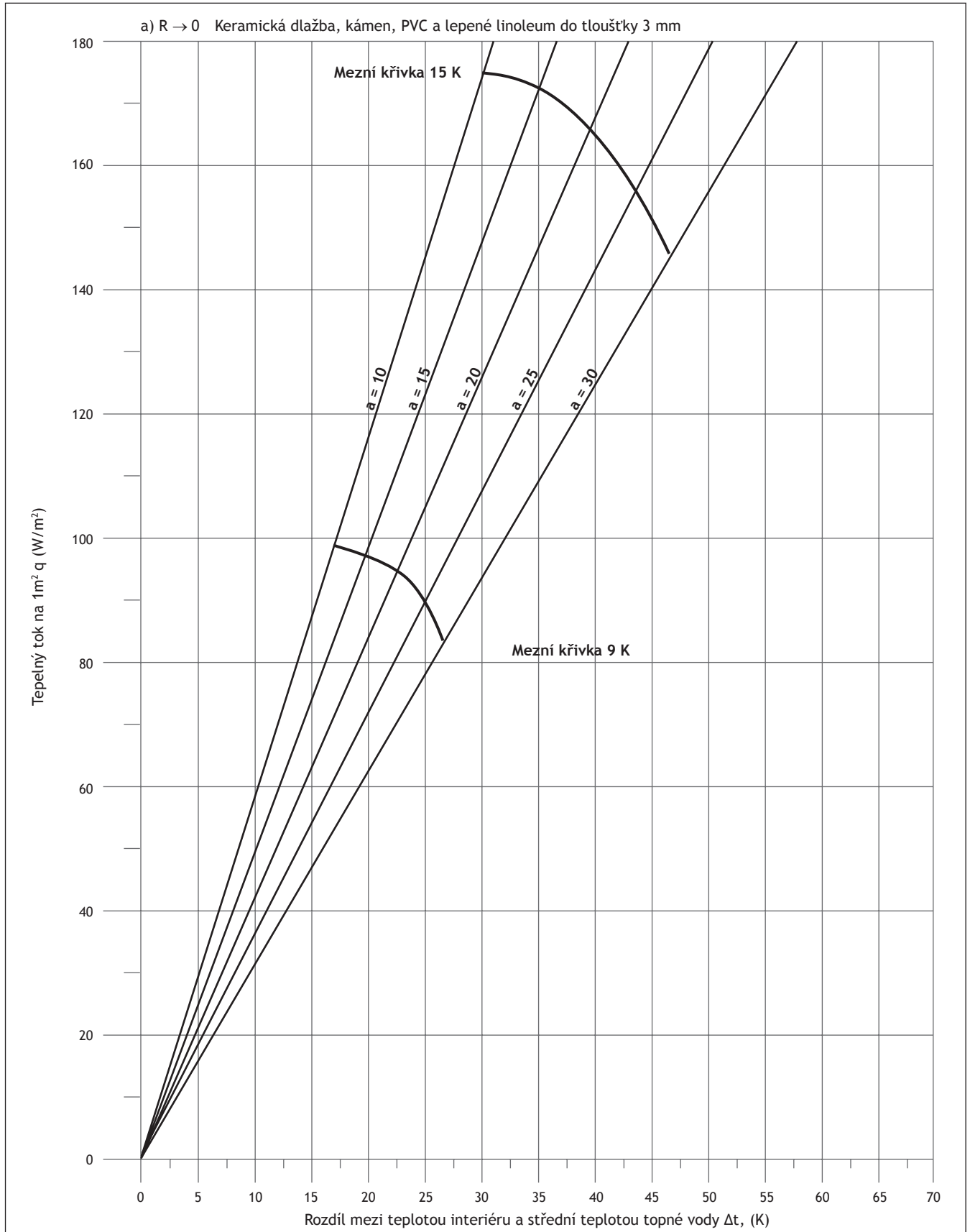
19. TLAKOVÁ ZTRÁTA

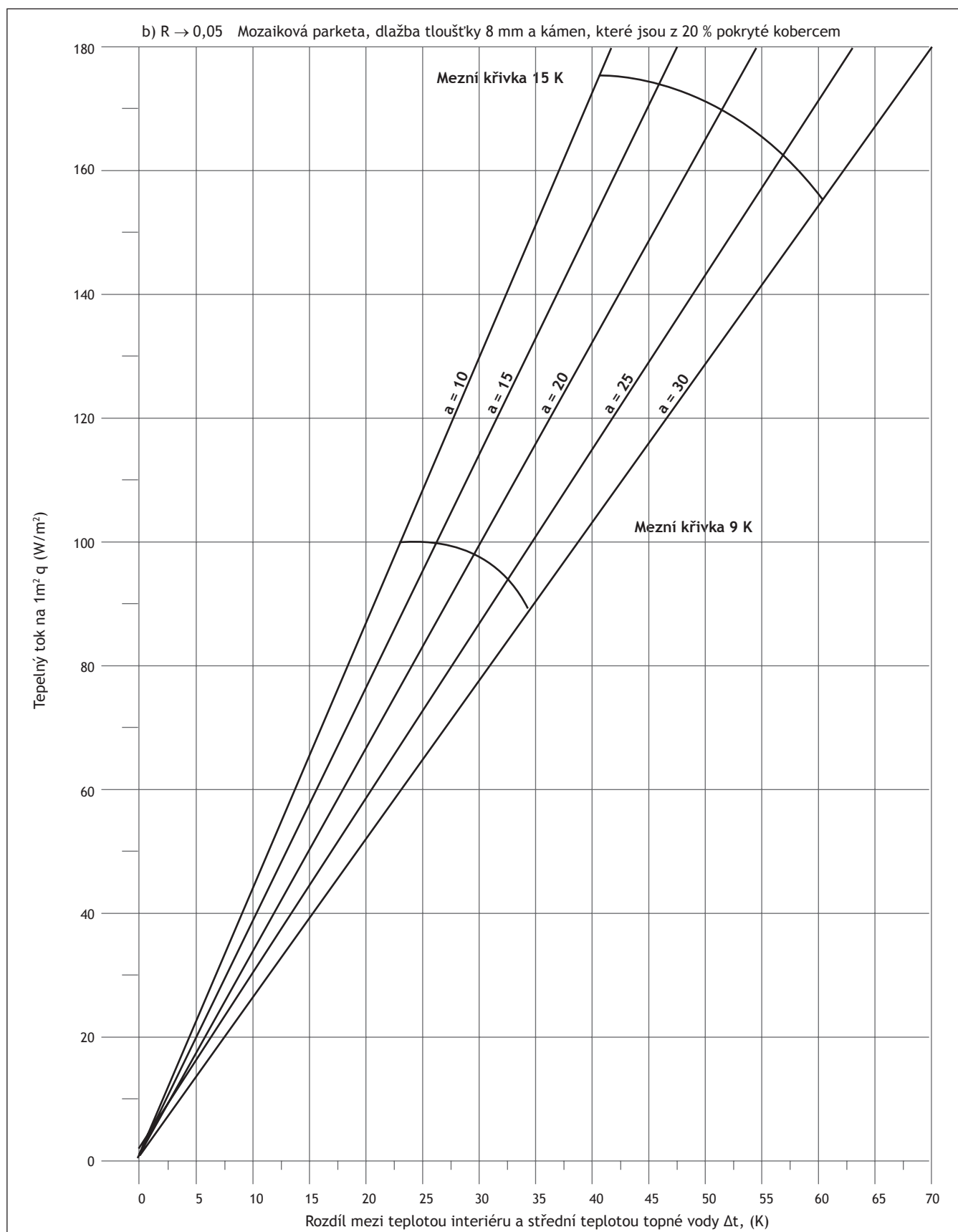


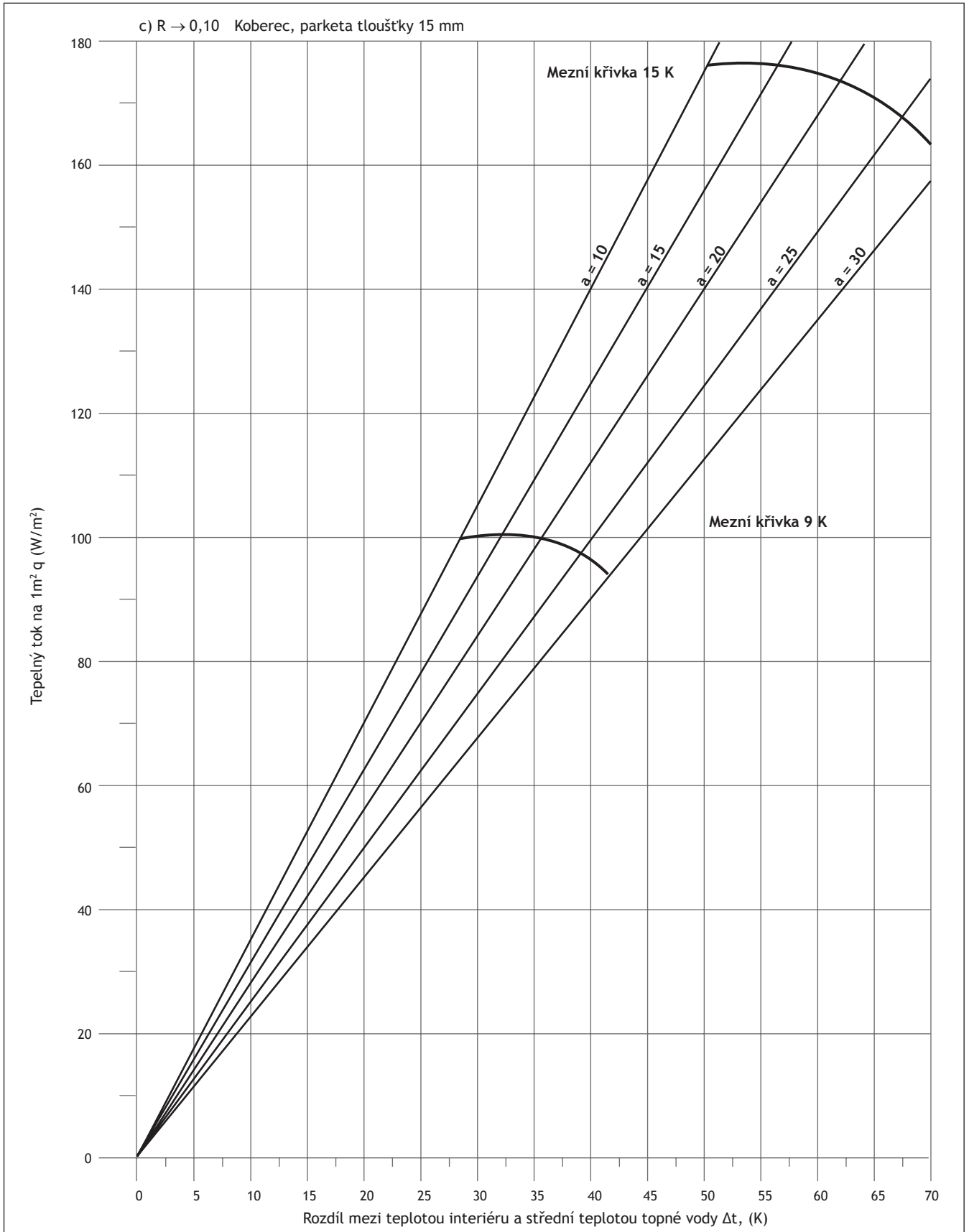
20. TEPELNÝ ODPOR RŮZNÝCH PODLAHOVÝCH KRYTIN

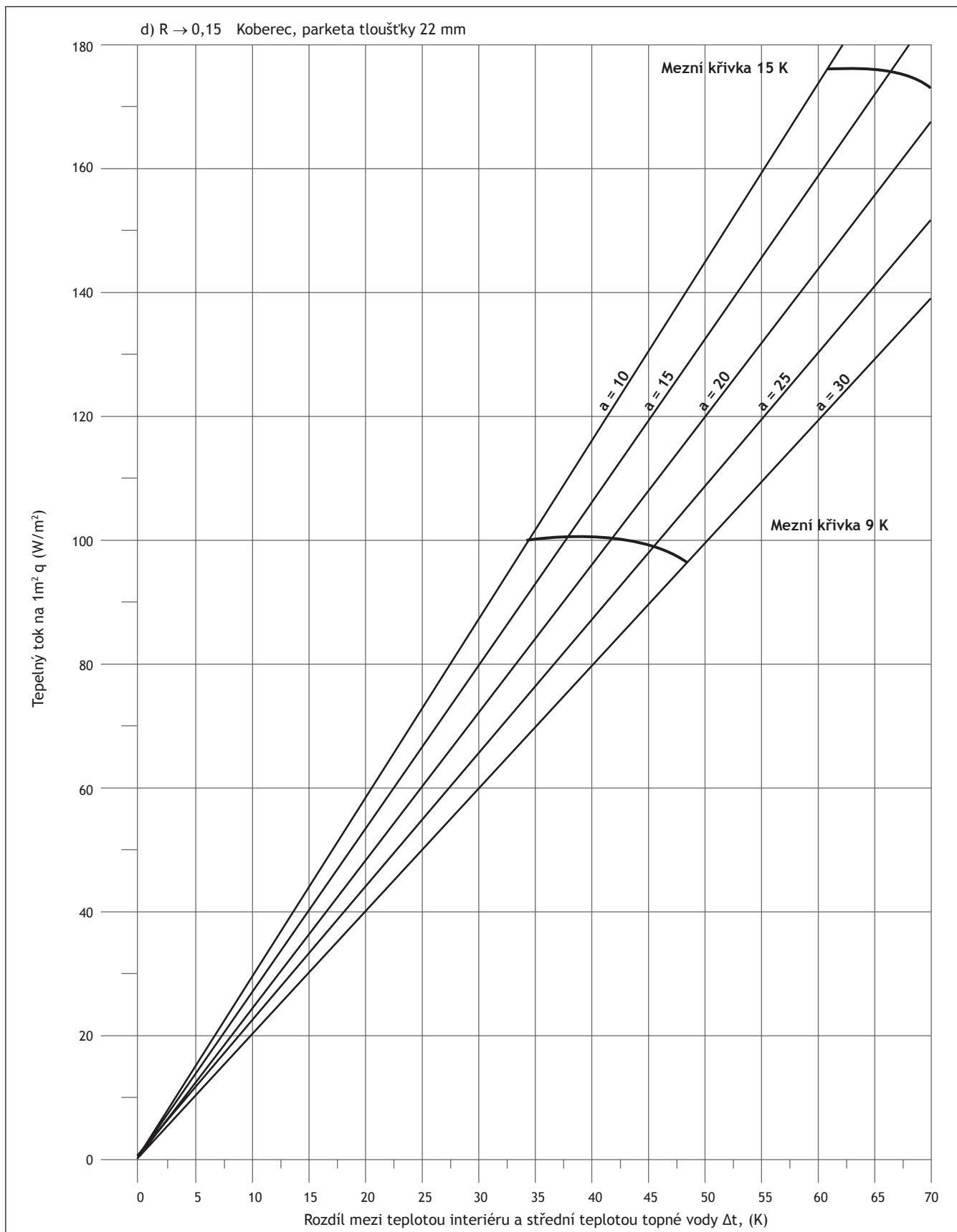


21. DIAGRAM PRO NÁVRH PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ PRO TRUBKU 14 × 0,8

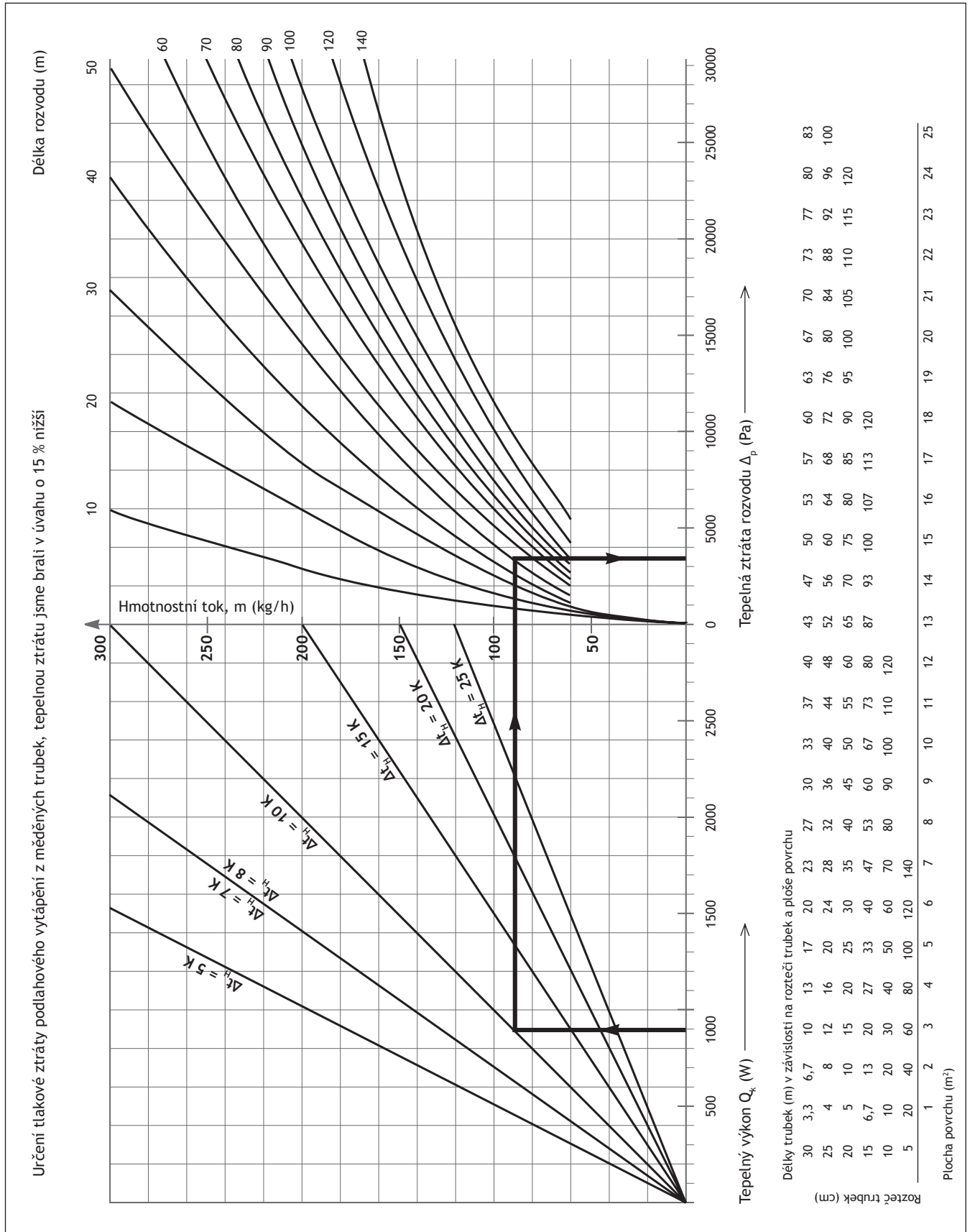




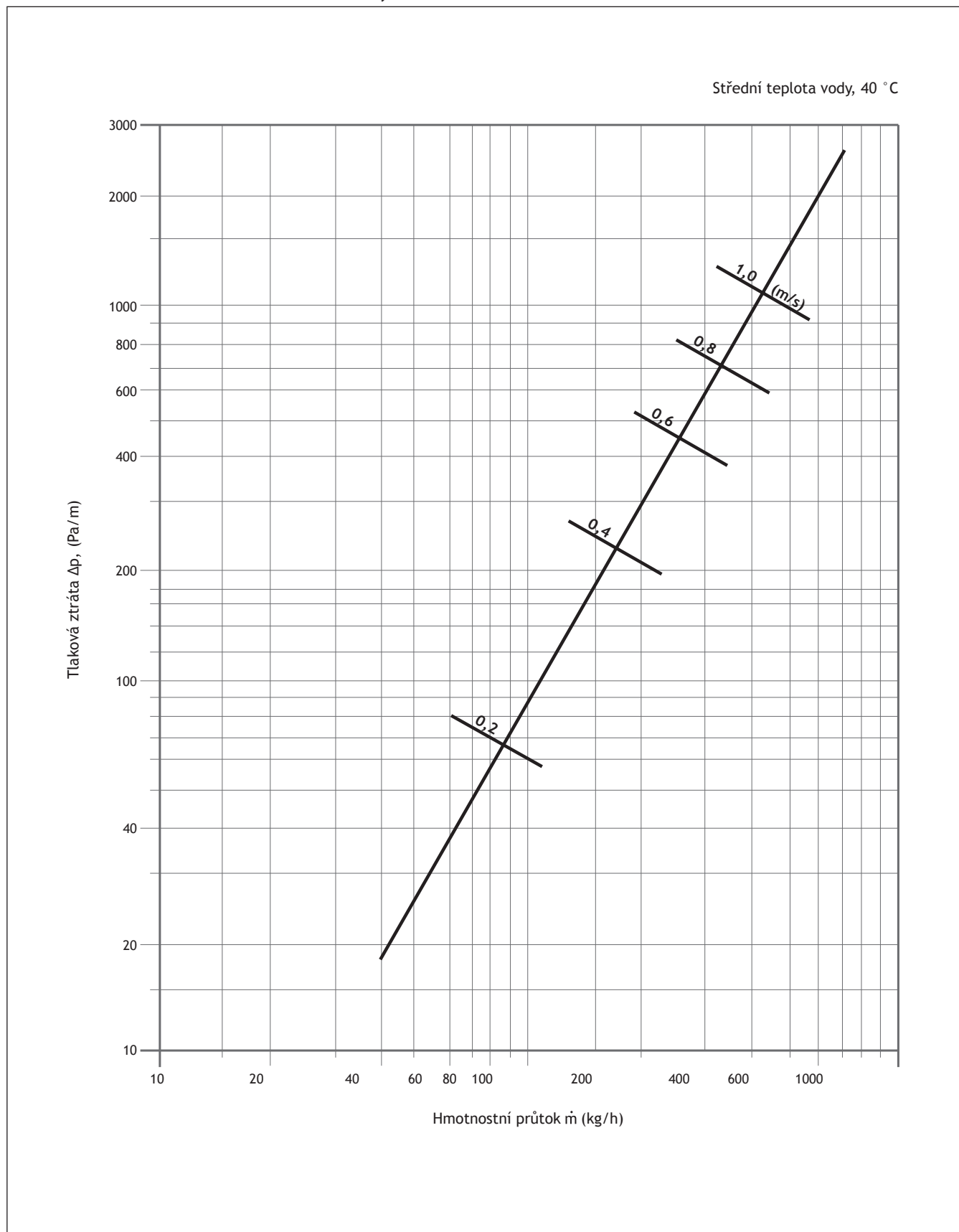




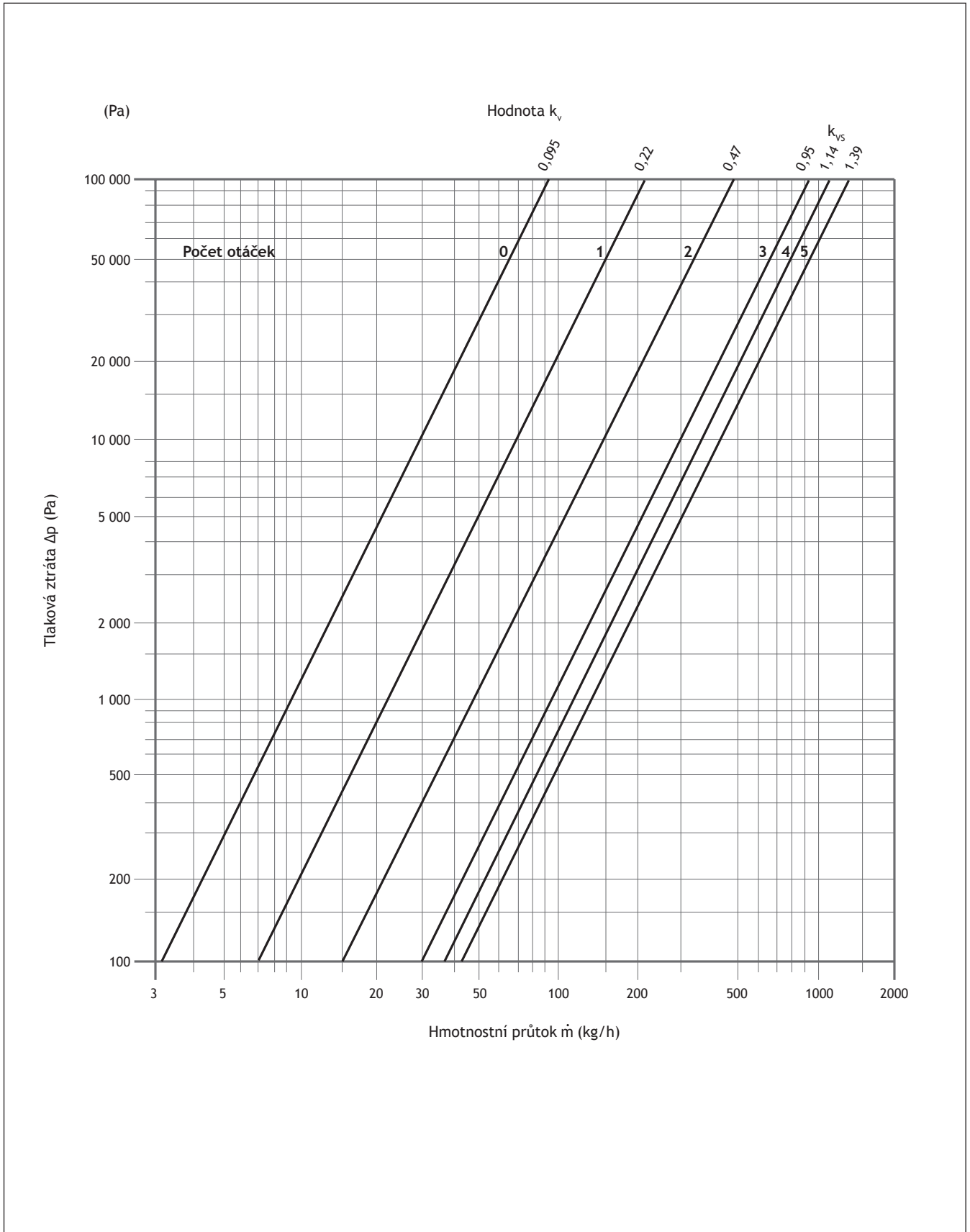
22. TLAKOVÉ ZTRÁTY PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ



23. TLAKOVÉ ZTRÁTY TRUBEK 14 × 0,8 PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ



24. DIAGRAM PŘEDNASTAVENÍ REGULAČNÍ ARMATURY, DN 15



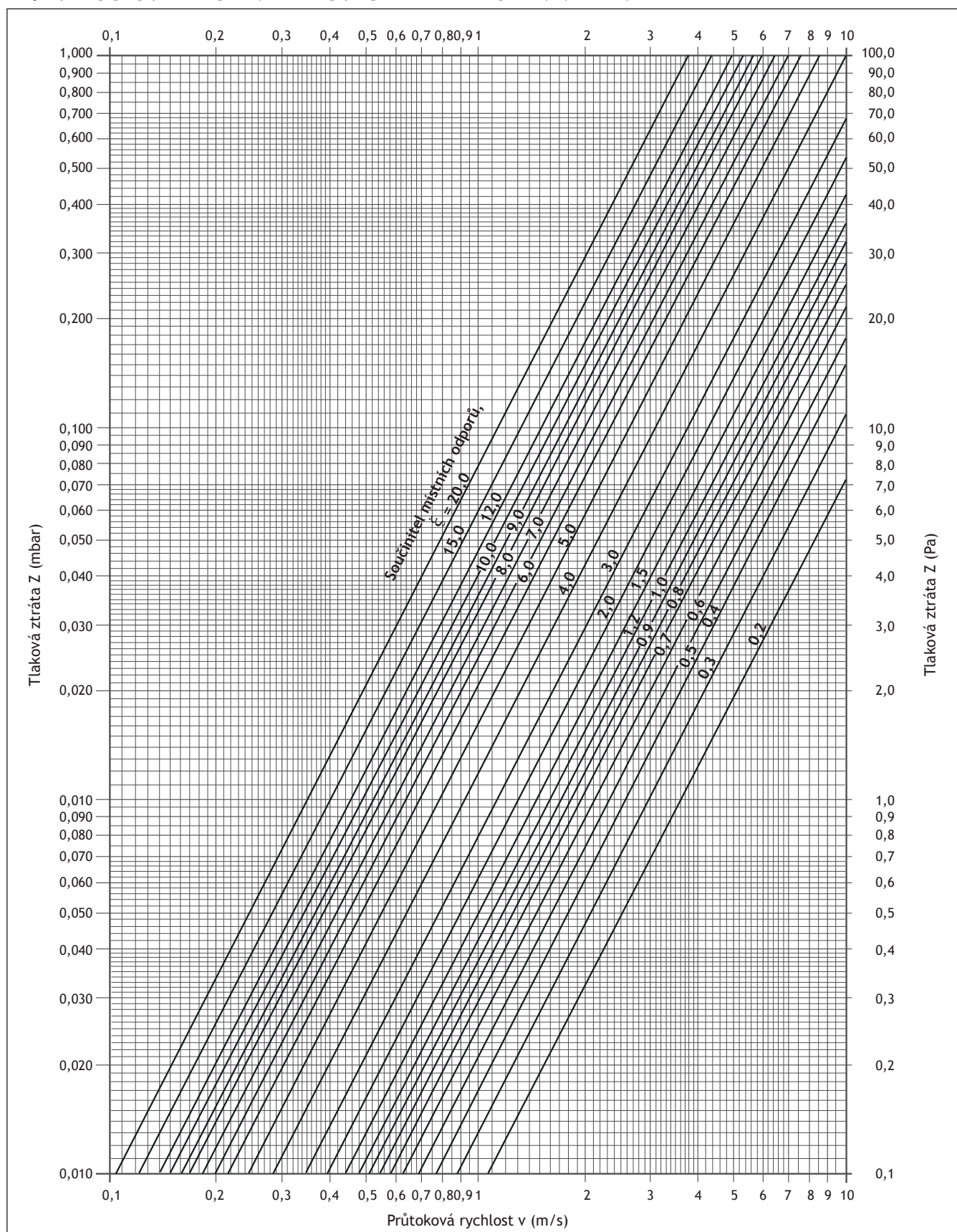
25. TABULKA PRO NÁVRH ROZVODŮ ZEMNÍHO PLYNU

Objemový tok V (m ³ /h)	ROZMĚR TRUBKY															
	12x1		15x1		18x1		22x1		28x1,5		35x1,5		42x1,5		54x2	
	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)	R _s (mbar/m)	v _s (m/s)
1,0	0,2371	3,5	0,0438	2,1	0,0191	1,4	0,0078	0,9								
1,5	0,4750	5,3	0,1369	3,1	0,0514	2,1	0,0117	1,3								
2,0	0,7819	7,1	0,2242	4,2	0,0838	2,8	0,0293	1,8	0,0064	1,1						
2,5	1,1549	8,8	0,3295	5,2	0,1228	3,5	0,0427	2,2	0,0149	1,4						
3,0	1,5914	10,6	0,4524	6,3	0,1680	4,1	0,0583	2,7	0,0204	1,7	0,0064	1,0				
3,5	2,0907	12,4	0,5916	4,8	0,2196	4,8	0,0760	3,1	0,0265	2,0	0,0083	1,2				
4,0	2,6504	14,2	0,7479	8,4	0,2769	5,5	0,0957	3,5	0,0333	2,3	0,0104	1,4				
4,5					0,3402	6,2	0,1173	4,0	0,0407	2,5	0,0127	1,6				
5,0							0,1410	4,4	0,0488	2,8	0,0152	1,7	0,0060	1,2		
5,5							0,1663	4,9	0,0575	3,1	0,0179	1,9	0,0070	1,3		
6,0							0,1934	5,3	0,0669	3,4	0,0207	2,1	0,0081	1,4		
6,5							0,2224	5,7	0,0768	3,7	0,0238	2,2	0,0093	1,5		
7,0							0,2536	6,2	0,0874	4,0	0,0271	2,4	0,0106	1,6	0,0033	1,0
7,5							0,2858	6,6	0,0985	4,2	0,0305	2,6	0,0119	1,7	0,0037	1,1
8,0							0,3203	7,1	0,1103	4,5	0,0341	2,8	0,0133	1,9	0,0041	1,1
8,5									0,1225	4,8	0,0378	2,9	0,0148	2,0	0,0046	1,2
9,0									0,1354	5,1	0,0418	3,1	0,0163	2,1	0,0051	1,3
9,5									0,1488	5,4	0,0459	3,3	0,0179	2,2	0,0055	1,3
10,0									0,1629	5,7	0,0501	3,5	0,0196	2,3	0,0060	1,4
10,5									0,1774	5,9	0,0546	3,6	0,0213	2,4	0,0066	1,5
11,0									0,1925	6,2	0,0592	3,8	0,0231	2,6	0,0071	1,6
11,5									0,2081	6,5	0,0640	4,0	0,0250	2,7	0,0077	1,6
12,0									0,2243	6,8	0,0689	4,1	0,0269	2,8	0,0083	1,7
12,5									0,2411	7,1	0,0741	4,3	0,0289	2,9	0,0089	1,8
13,0											0,0793	4,5	0,0309	3,0	0,0095	1,8
13,5											0,0848	4,7	0,0330	3,1	0,0101	1,9
14,0											0,0904	4,8	0,0351	3,3	0,0108	2,0
14,5											0,0960	5,0	0,0374	3,4	0,0115	2,1
15,0											0,1019	5,2	0,0396	3,5	0,0122	2,1
15,5											0,1079	5,4	0,0420	3,6	0,0129	2,2
16,0											0,1142	5,5	0,0444	3,7	0,0136	2,3
16,5											0,1206	5,7	0,0469	3,8	0,0144	2,3
17,0											0,1270	5,9	0,0494	4,0	0,0151	2,4
17,5											0,1337	6,0	0,0519	4,1	0,0159	2,5
18,0											0,1406	6,2	0,0545	4,2	0,0167	2,5
18,5											0,1474	6,4	0,0573	4,3	0,0175	2,6
19,0											0,1546	6,6	0,0599	4,4	0,0184	2,7
19,5											0,1620	6,7	0,0628	4,5	0,0192	2,8
20,0											0,1693	6,9	0,0657	4,7	0,0201	2,8
21,0													0,0715	4,9	0,0219	3,0
22,0													0,0776	5,1	0,0237	3,1
23,0													0,0839	5,3	0,0256	3,3
24,0													0,0905	5,6	0,0276	3,4
25,0													0,0973	5,8	0,0296	3,5
26,0													0,1043	6,0	0,0317	3,7
27,0													0,1115	6,3	0,0339	3,8
28,0													0,1188	6,5	0,0362	4,0
29,0													0,1264	6,7	0,0385	4,1
30,0													0,1344	7,0	0,0409	4,2
31,0													0,1422	7,2	0,0432	4,4

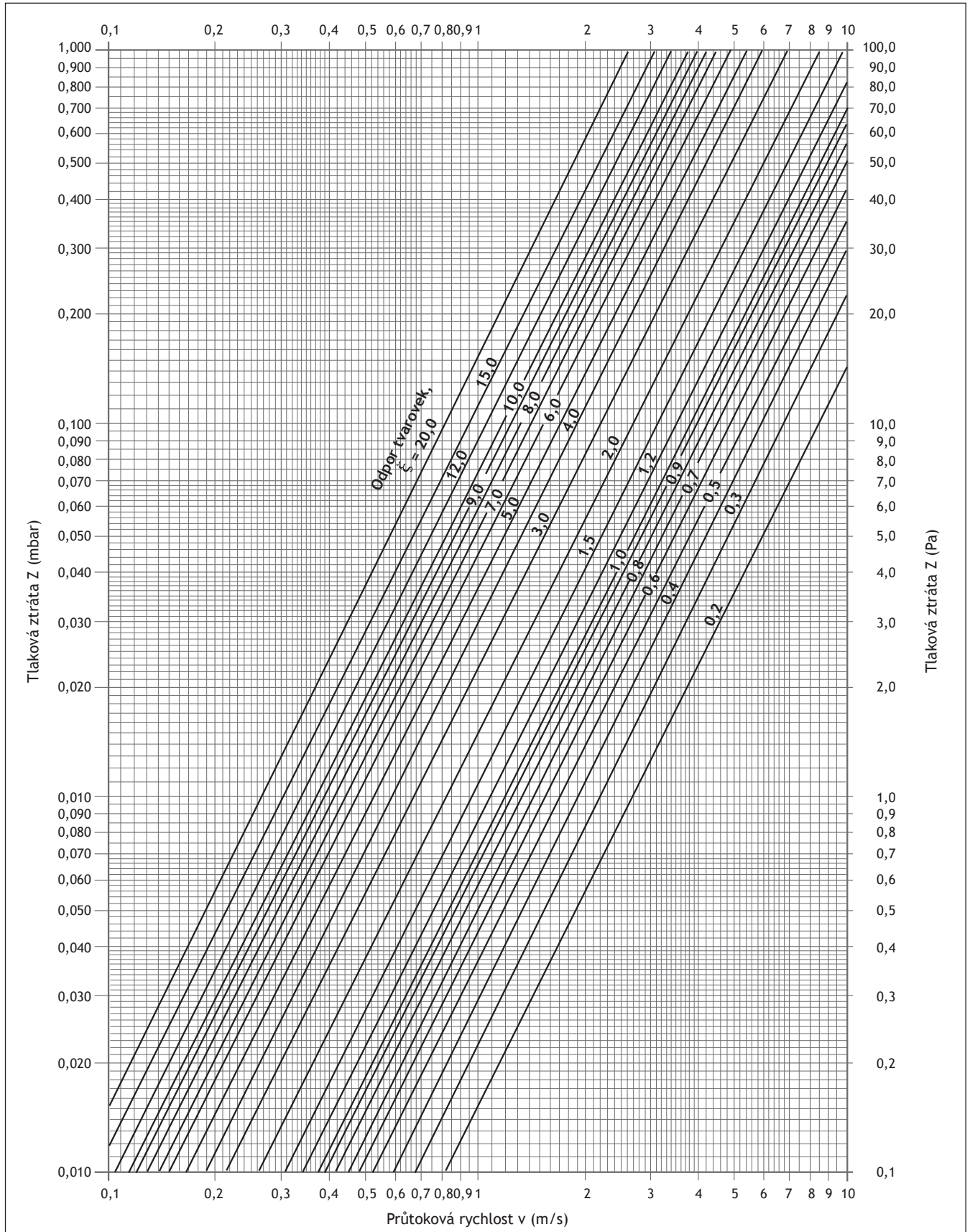
26. TABULKA PRO NÁVRH ROZVODŮ KAPALNÉHO PLYNU

Objemový tok \dot{V} (m ³ /h)	ROZMĚR TRUBKY															
	12×1		15×1		18×1		22×1		28×1,5		35×1,5		42×1,5		54×2	
	R, (mbar/m)	v, (m/s)	R, (mbar/m)	v, (m/s)	R, (mbar/m)	v, (m/s)	R, (mbar/m)	v, (m/s)	R, (mbar/m)	v, (m/s)	R, (mbar/m)	v, (m/s)	R, (mbar/m)	v, (m/s)	R, (mbar/m)	v, (m/s)
1,0	0,3721	3,5	0,1069	2,1	0,0401	1,4	0,0086	0,9								
1,5	0,7538	5,3	0,2149	3,1	0,0801	2,1	0,0279	1,3								
2,0	1,2518	7,1	0,3548	4,2	0,1317	2,8	0,0456	1,8	0,0159	1,1						
2,5	1,8605	8,8	0,5244	5,2	0,1940	3,5	0,0670	2,2	0,0233	1,4						
3,0	2,5791	10,6	0,7239	6,3	0,2667	4,1	0,0919	2,7	0,0318	1,7	0,0099	1,0				
3,5	3,4046	12,4	0,9507	7,3	0,3495	4,8	0,1202	3,1	0,0416	2,0	0,0129	1,2				
4,0	4,3330	14,2	1,2063	8,4	0,4428	5,5	0,1518	3,5	0,0524	2,3	0,0162	1,4				
4,5					0,5457	6,2	0,1866	4,0	0,0643	2,5	0,0199	1,6	0,0078	1,0		
5,0					0,6577	6,9	0,2247	4,4	0,0773	2,8	0,0238	1,7	0,0093	1,2		
5,5							0,2657	4,9	0,0912	3,1	0,0281	1,9	0,0110	1,3		
6,0							0,3098	5,3	0,1064	3,4	0,0327	2,1	0,0128	1,4		
6,5							0,3572	5,7	0,1224	3,7	0,0376	2,2	0,0147	1,5		
7,0							0,4078	6,2	0,1393	4,0	0,0429	2,4	0,0167	1,6	0,0051	1,0
7,5							0,4607	6,6	0,1574	4,2	0,0483	2,6	0,0188	1,7	0,0058	1,1
8,0							0,5167	7,1	0,1765	4,5	0,0541	2,8	0,0211	1,9	0,0065	1,1
8,5									0,1964	4,8	0,0602	2,9	0,0234	2,0	0,0072	1,2
9,0									0,2172	5,1	0,0665	3,1	0,0259	2,1	0,0080	1,3
9,5									0,2391	5,4	0,0732	3,3	0,0284	2,2	0,0087	1,3
10,0									0,2619	5,7	0,0801	3,5	0,0311	2,3	0,0095	1,4
10,5									0,2856	5,9	0,0873	3,6	0,0339	2,4	0,0104	1,5
11,0									0,3103	6,2	0,0947	3,8	0,0367	2,6	0,0113	1,6
11,5									0,3361	6,5	0,1025	4,0	0,0397	2,7	0,0122	1,6
12,0									0,3627	6,8	0,1105	4,1	0,0429	2,8	0,0131	1,7
12,5											0,1188	4,3	0,0461	2,9	0,0141	1,8
13,0											0,1274	4,5	0,0493	3,0	0,0151	1,8
13,5											0,1360	4,7	0,0527	3,1	0,0161	1,9
14,0											0,1451	4,8	0,0562	3,3	0,0171	2,0
14,5											0,1546	5,0	0,0598	3,4	0,0182	2,1
15,0											0,1643	5,2	0,0635	3,5	0,0193	2,1
15,5											0,1739	5,4	0,0672	3,6	0,0205	2,2
16,0											0,1842	5,5	0,0711	3,7	0,0217	2,3
16,5											0,1944	5,7	0,0751	3,8	0,0229	2,3
17,0											0,2052	5,9	0,0791	4,0	0,0241	2,4
17,5											0,2159	6,0	0,0834	4,1	0,0254	2,5
18,0											0,2272	6,2	0,0877	4,2	0,0267	2,5
18,5											0,2384	6,4	0,0920	4,3	0,0280	2,6
19,0											0,2503	6,6	0,0965	4,4	0,0293	2,7
19,5											0,2620	6,7	0,1010	4,5	0,0307	2,8
20,0											0,2745	6,9	0,1057	4,7	0,0321	2,8
21,0													0,1153	4,9	0,0350	3,0
22,0													0,1253	5,1	0,0380	3,1
23,0													0,1355	5,3	0,0411	3,3
24,0													0,1462	5,6	0,0443	3,4
25,0													0,1574	5,8	0,0476	3,5
26,0													0,1690	6,0	0,0511	3,7
27,0													0,1805	6,3	0,0545	3,8
28,0													0,1929	6,5	0,0582	4,0
29,0													0,2052	6,7	0,0620	4,1
30,0													0,2183	7,0	0,0658	4,2
31,0													0,2313	7,2	0,0698	4,4

27. VÝPOČTOVÝ DIAGRAM TLAKOVÝCH ZTRÁT PRO ZEMNÍ PLYN



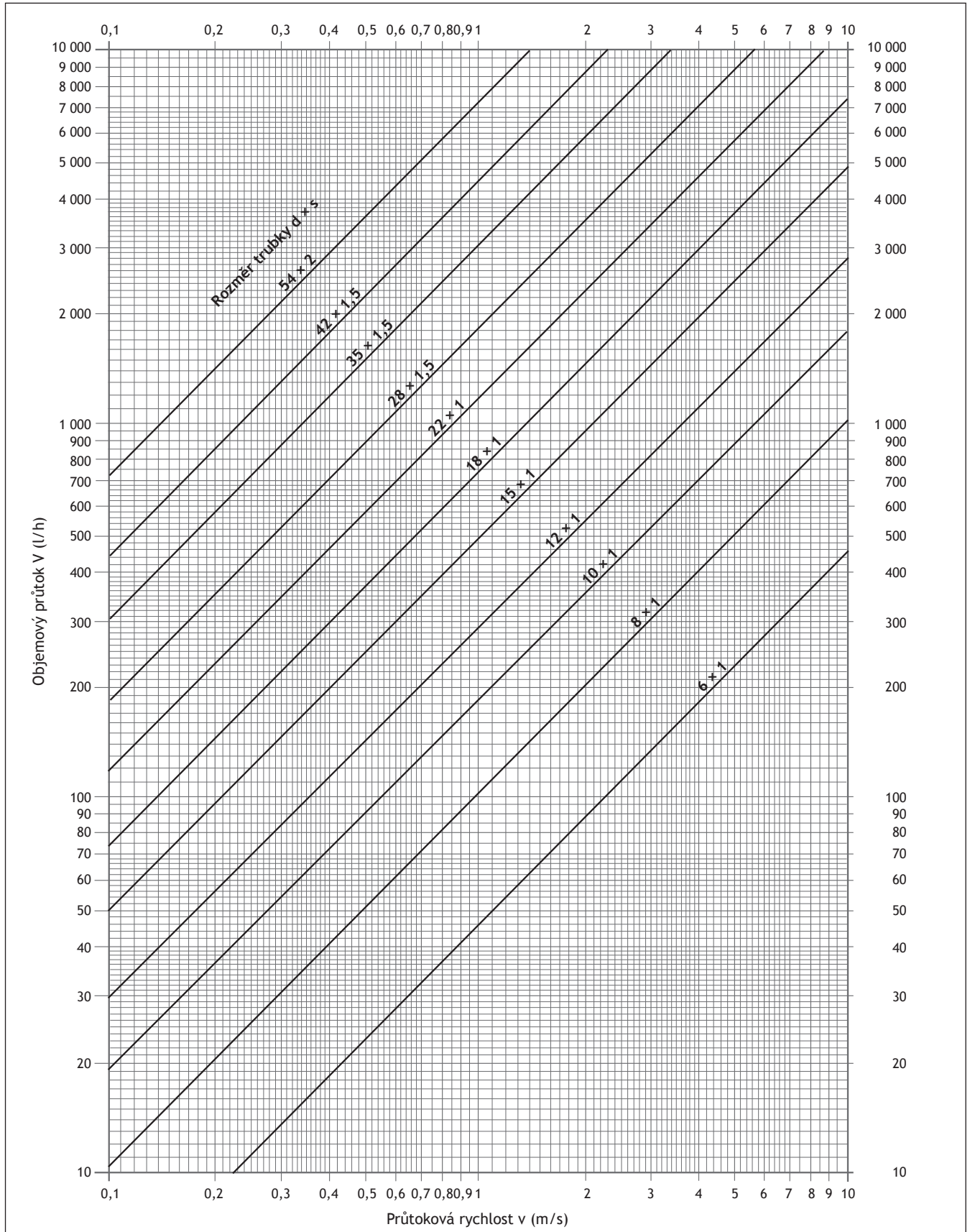
28. VÝPOČTOVÝ DIAGRAM TLAKOVÝCH ZTRÁT PRO KAPALNÝ PLYN



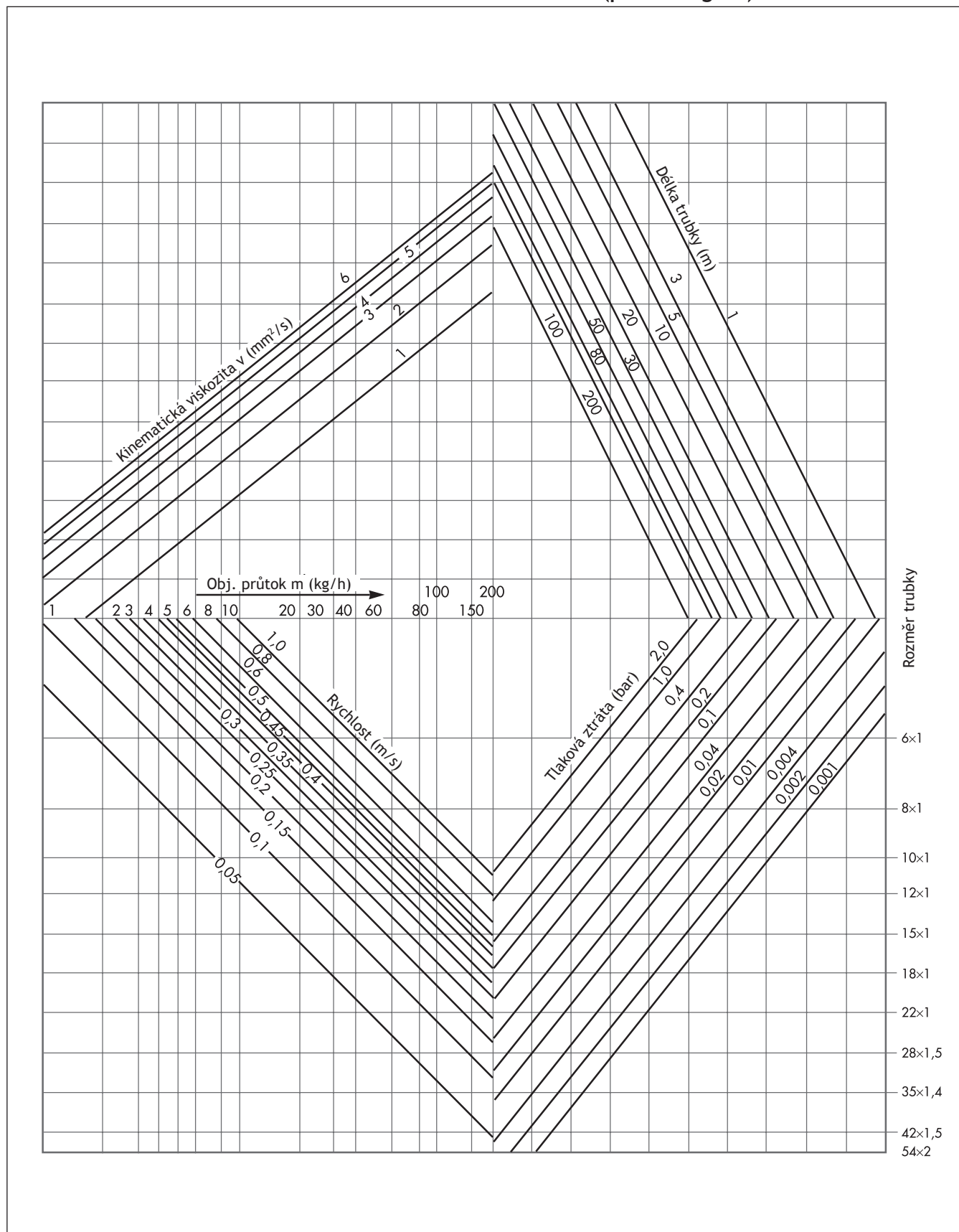
29. TABULKA PRO PŘEPOČET VISKOZITY OLEJE

Viskozita, (mm ² /s) (cST)	Stupeň Englera, (°E)
1	1,00
2	1,12
3	1,22
4	1,30
5	1,40
6	1,48
7	1,56
8	1,65
9	1,75
10	1,83
12	2,02
14	2,22
16	2,43
18	2,65
20	2,90
22	3,10
24	3,35
26	3,60
28	3,85
30	4,10
35	4,70
40	5,35
45	6,00
50	6,65
60	7,90
70	9,24
80	10,60
90	11,90
100	13,20
114	15,00
152	20,00
227	30,00
303	40,00
379	50,00
400	53,00
520	69,00
620	82,00
720	96,00
900	120,00
1080	143,00

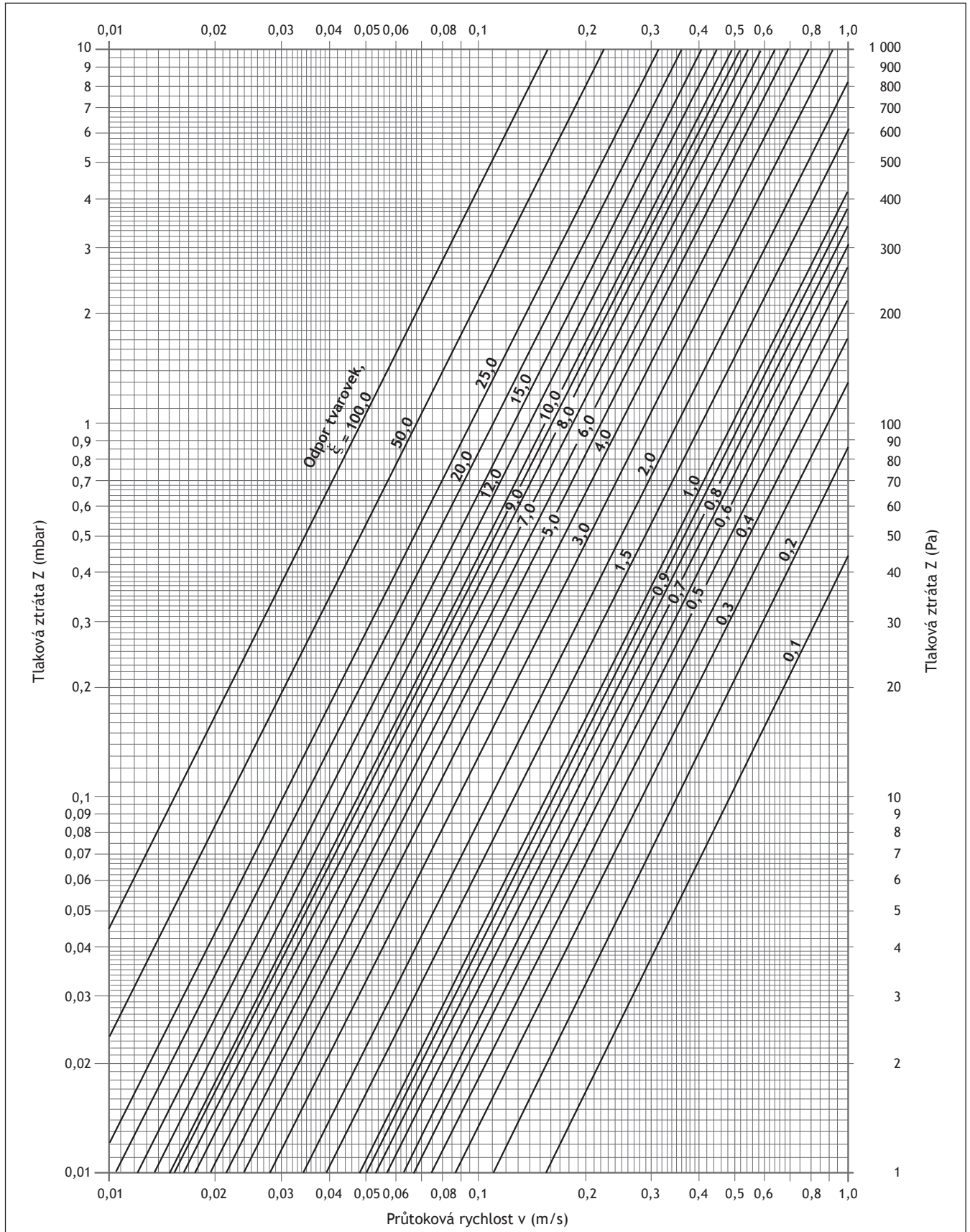
30. DIAGRAM PRO NÁVRH ROZVODU TOPNÉHO OLEJE



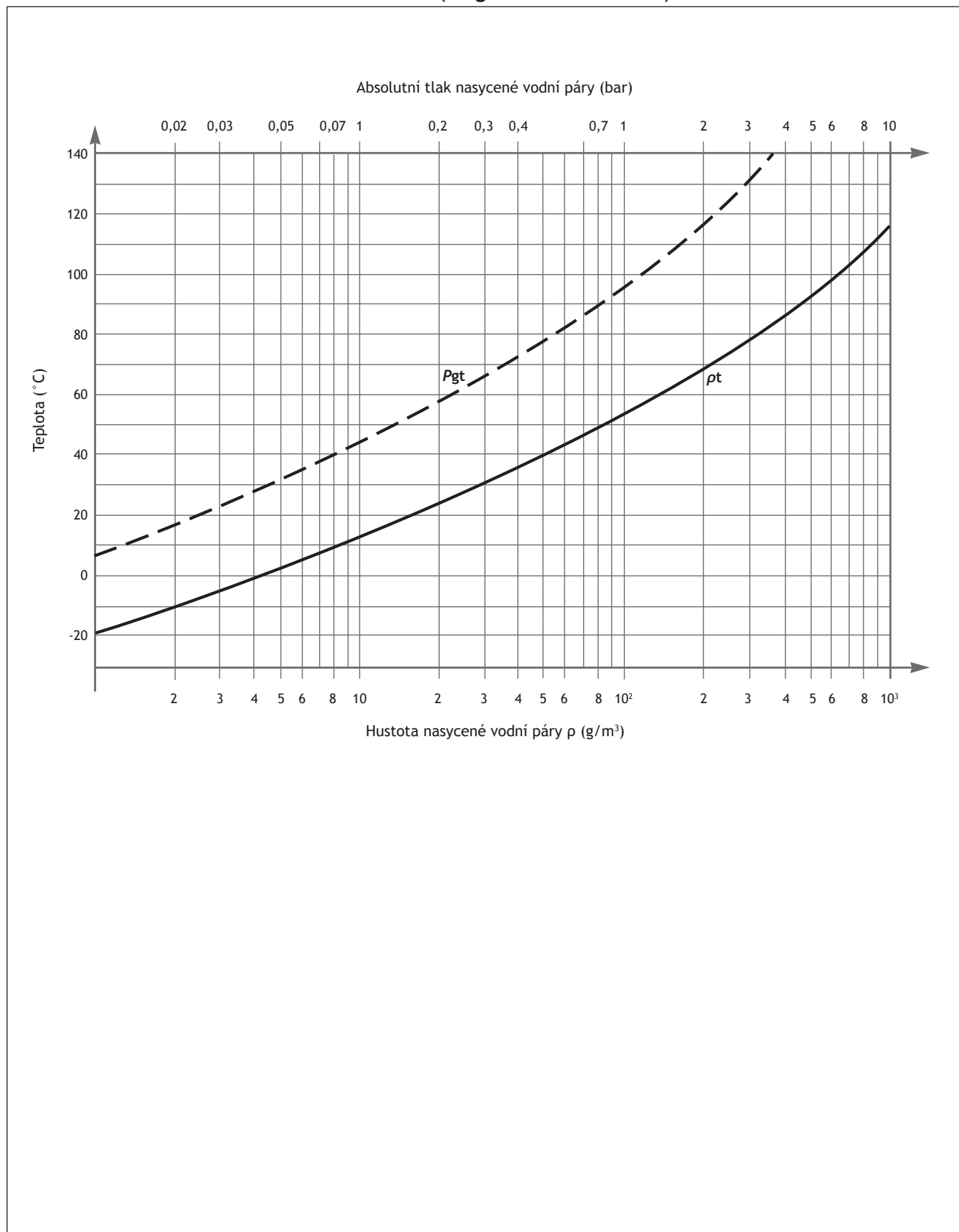
31. URČENÍ TLAKOVÉ ZTRÁTY U ROZVODU TOPNÉHO OLEJE ($\rho = 860 \text{ kg/m}^3$)



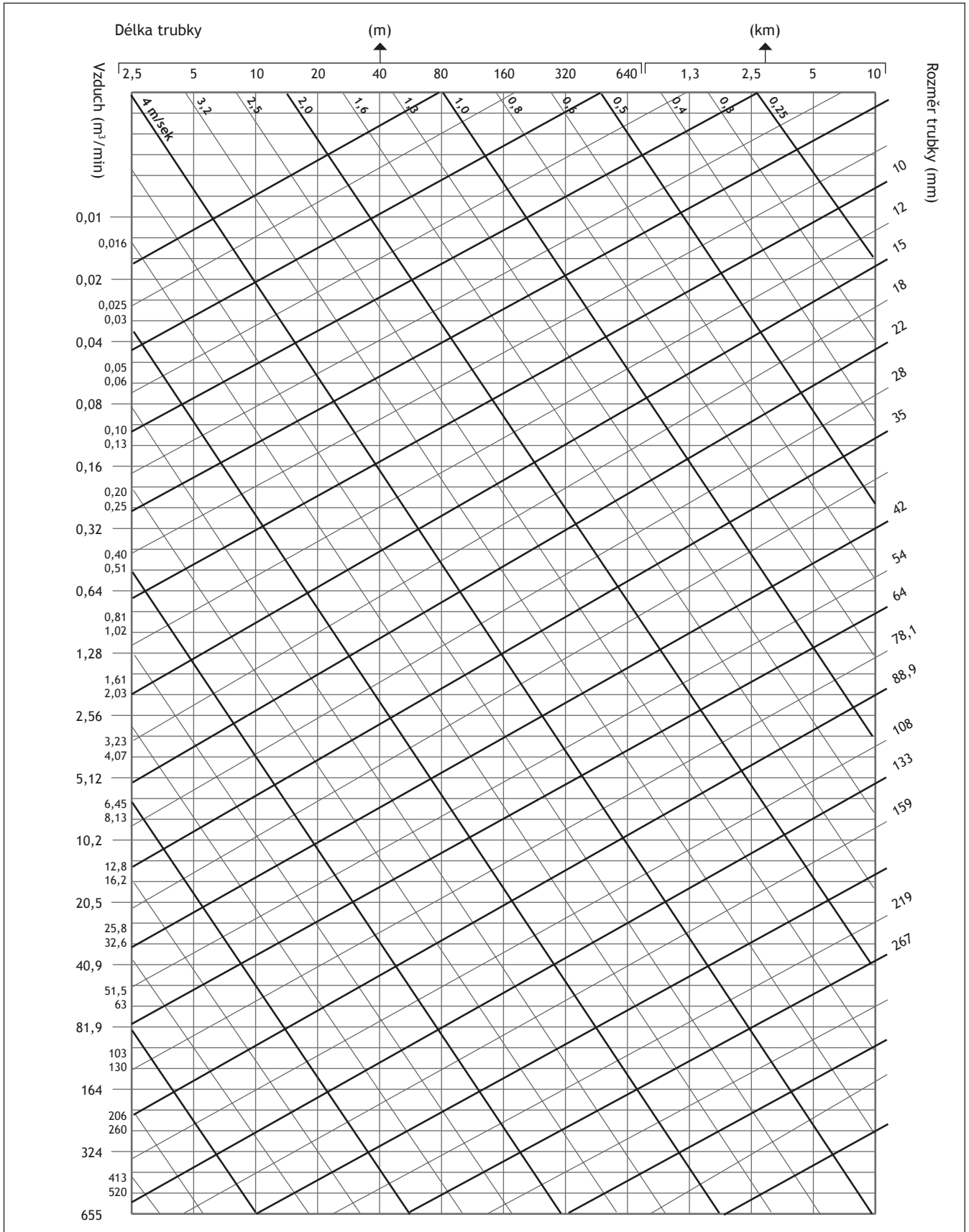
32. URČENÍ ODPORU TVAROVEK U ROZVODU TOPNÉHO OLEJE ($\rho = 860 \text{ kg/m}^3$)



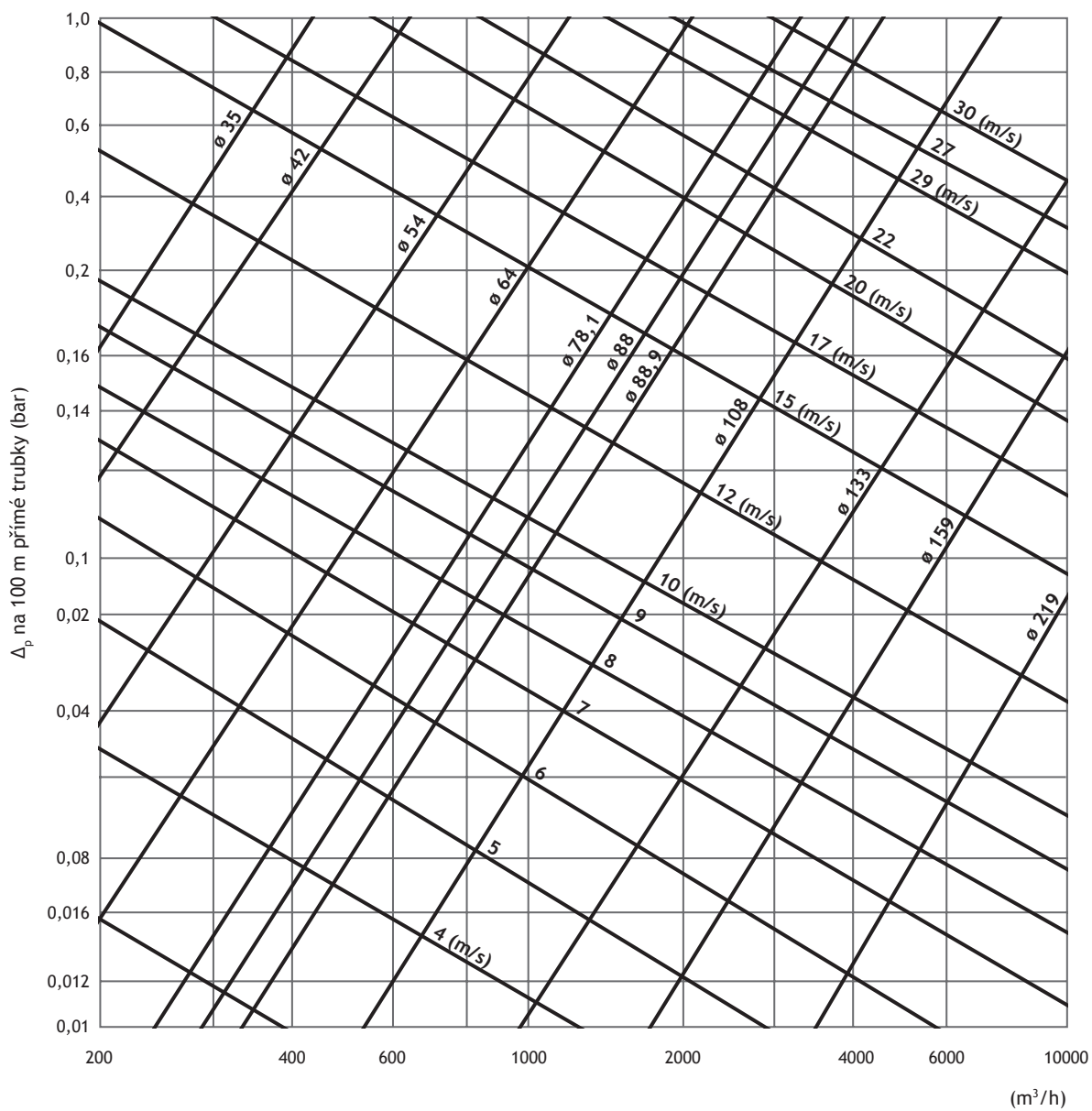
33. DIAGRAM NASYCENOSTI VZDUCH-VODA (diagram rosného bodu)



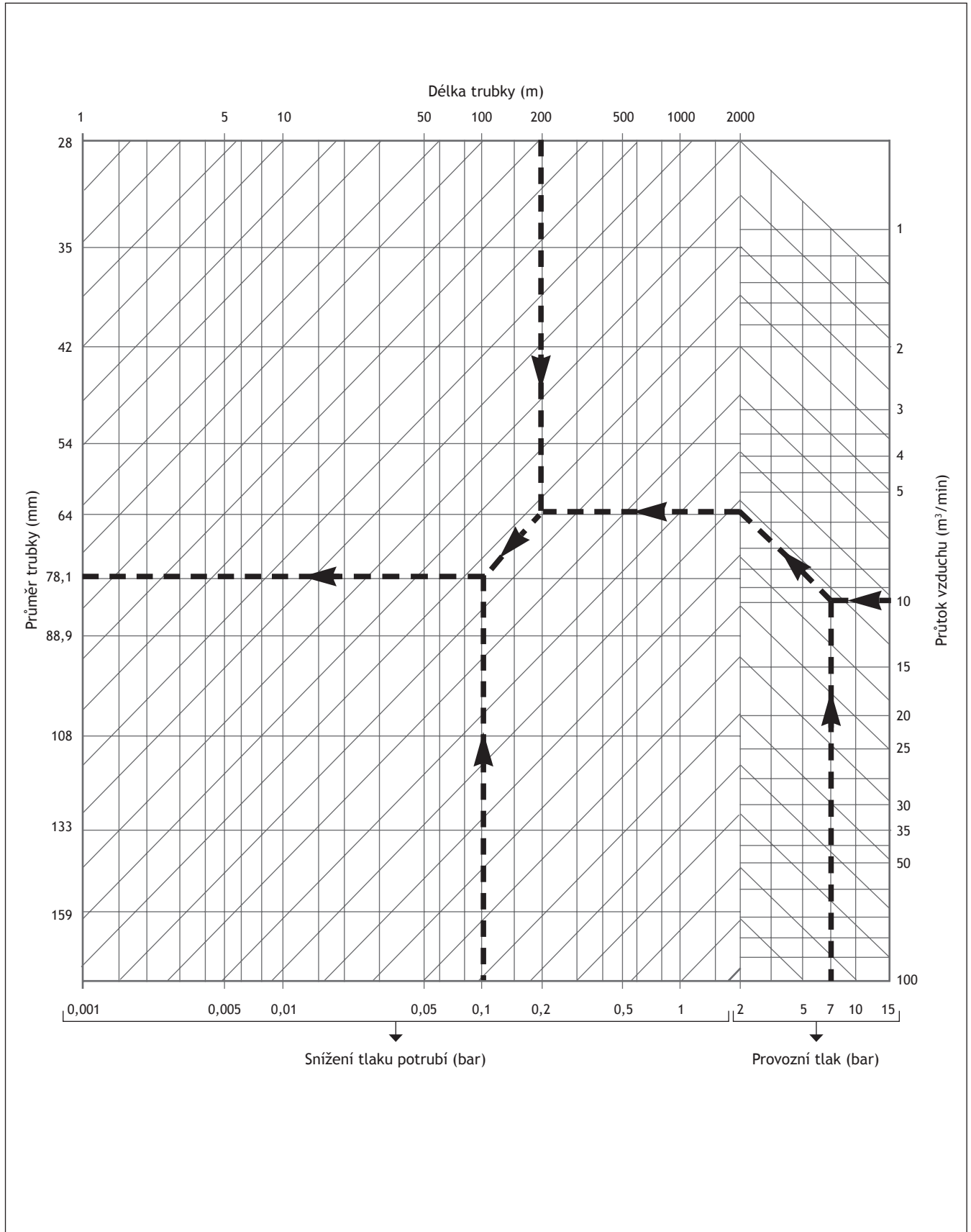
34. DIAGRAM PRO NÁVRH ROZVODU STLAČENÉHO VZDUCHU (1)
Tabulka pro případ tlakové ztráty 1/10 bar a přetlaku 6 bar



35. DIAGRAM PRO NÁVRH ROZVODU STLAČENÉHO VZDUCHU (2)

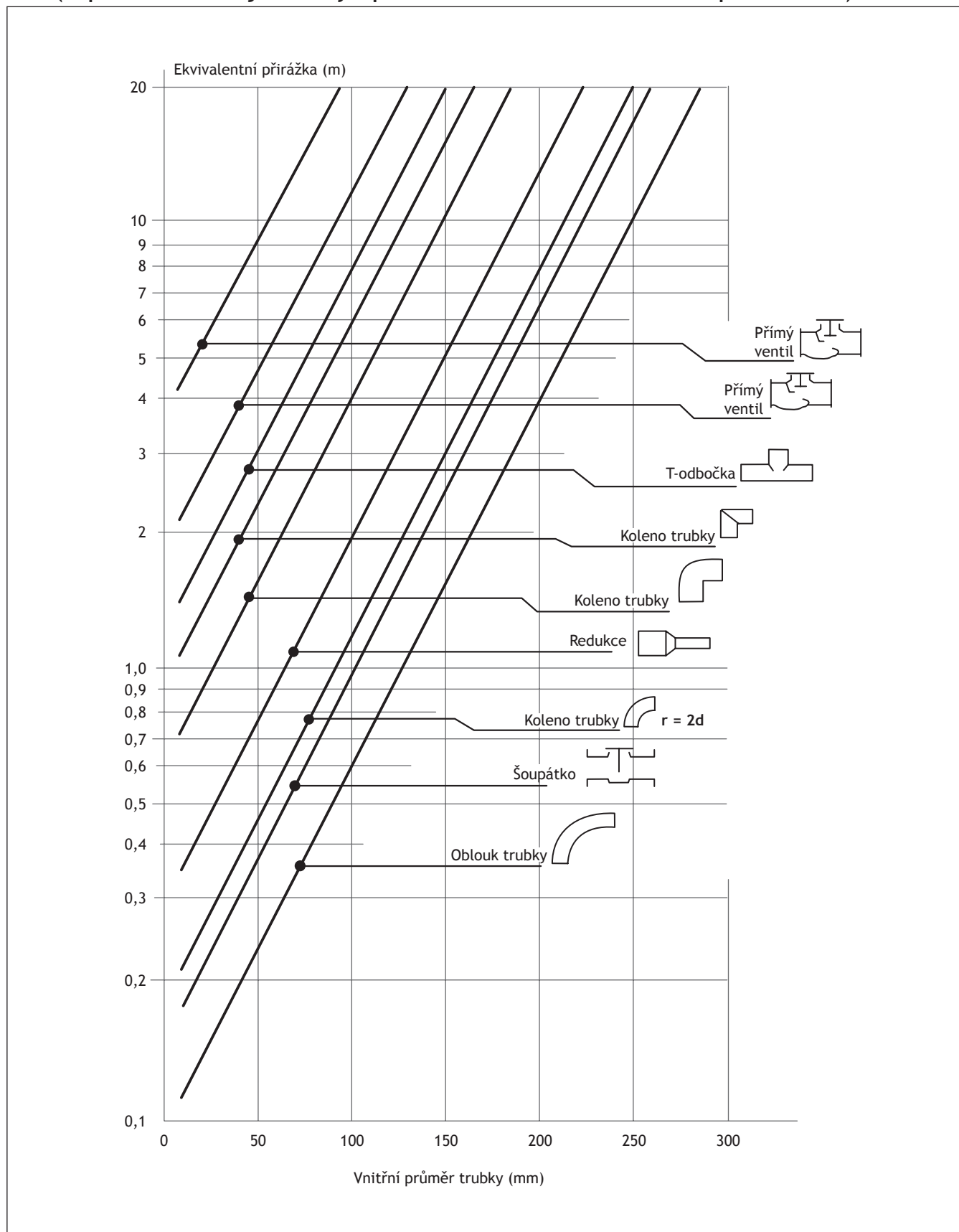


36. DIAGRAM PRO NÁVRH ROZVODU STLAČENÉHO VZDUCHU (3)



37. EKVIVALENTNÍ PŘIRÁŽKY PRO TVAROVKY A ARMATURY

(Např. T-tvarovka s jmenovitým průměrem 25 mm má ekvivalentní přírážku 2 m)









HUNGARIAN COPPER PROMOTION CENTRE

Hungarian Copper Promotion Centre (HCPC)
Středisko mědi
1053 Budapest, Képiró str. 9., Maďarsko
tel: +36 1 266 48 10
fax: +36 1 266 48 04
e-mail: hcpc@hcpcinfo.org

Kontakt v ČR:

Ing. Mojmír Kelča, partner HCPC
Jírovcova 16,
623 00 Brno
Tel/fax: 547 382 984
e-mail: mojmir.kelca@worldonline.cz

www.medportal.cz

Copper Connects Life.™

