

TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV 1

HYDRAULIKA POTRUBÍ, ZÁSOBOVÁNÍ OBJEKTŮ VODOU, VNITŘNÍ VODOVOD, POTŘEBA VODY

Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.
- katedra technických zařízení budov -

1

Učební texty, legislativa

normy:

ČSN EN 806 1 - 5	<i>Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě</i>
ČSN EN 1717	<i>Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem</i>
ČSN 75 5455	<i>Výpočet vnitřních vodovodů</i>
ČSN 73 6660	<i>Vnitřní vodovody změna IV/06</i>
ČSN 73 0873	<i>Zásobování požární vodou</i>
ČSN 06 0320	<i>Ohřívání (užitkové) vody - Navrhování a projektování</i>
ČSN 75 5411	<i>Vodovodní přípojky</i>
ČSN 73 6005	<i>Prostorové uspořádání technického vybavení</i>
ČSN 01 3450	<i>Technické výkresy – Instalace - Zdravotnětechnické a plynovodní instalace</i>
ČSN 01 3502	<i>Výkresy potrubí. Značky pro kreslení potrubí</i>

2

Používané jednotky

Pa, kPa a Mpa	Pascal
Atm	Atmosféra (Atmosphere)
m VS, mm VS	Výška vodního sloupce
Bar	Bar
(PSI)	Pounds per square inch (libry na čtvereční palec)

- 1 Atm = 10 m VS
- 1Mpa = 1000 kPa = 10^6 Pa
- 1 bar = 0,1 Mpa = 100 kPa
- (1 PSI = 6,894757 kPa)
- 1 m vodního sloupce – přepočít na [Pa] $p = h \cdot \rho \cdot g = 1 \cdot 1000 \cdot 9,86 = 9860 Pa$
- 1 Atm = 0,986 bar = 10 m VS
- 1 bar = 10,14 m VS (=10/0,986)
- Pro účely výpočtů v TZB si většinou vystačíme se zaokrouhleným $g = 10 m \cdot s^{-2}$, čímž se nám vztahy zjednoduší:

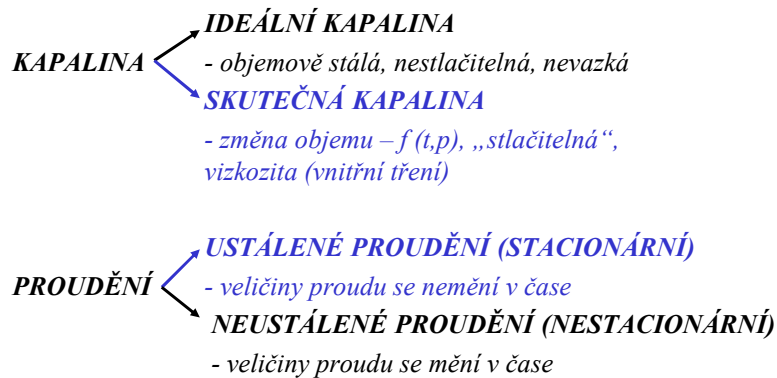
$$\mathbf{1 \text{ Bar} = 1 \text{ Atm} = 0,1 \text{ Mpa} = 100 \text{ kPa} = 10 \text{ mVS}}$$

3

Hydraulika potrubí - pojmy

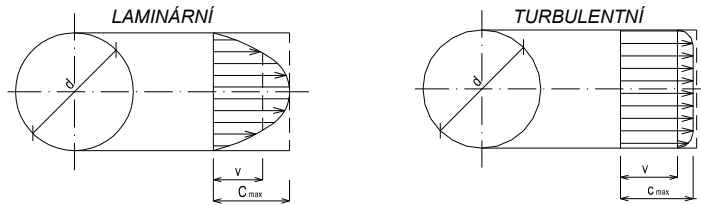
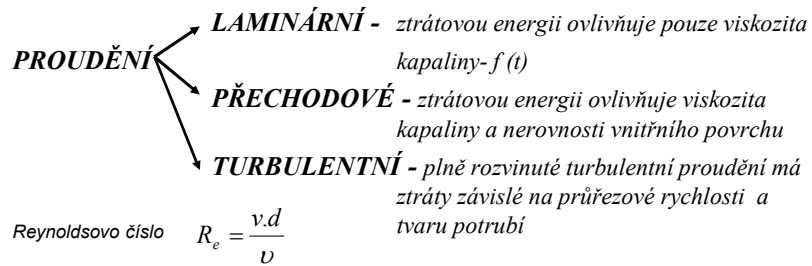
Základní veličiny, které charakterizují pohyb kapaliny, jsou :

- průřezová rychlost v [m/s]
- tlak p [Pa]



4

Hydraulika potrubí - pojmy

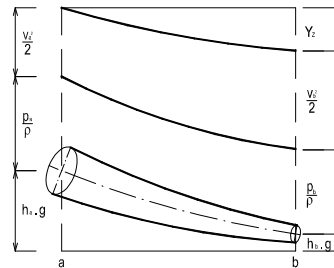
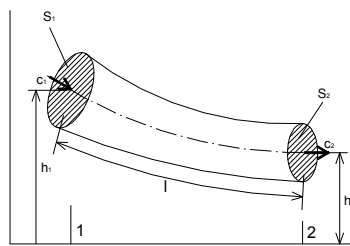


5

Proudění kapaliny

ideální

skutečné



$$\frac{c^2}{2} + \frac{p}{\rho} + g \cdot h = \text{konst.}$$

$$\frac{v_a^2}{2} + \frac{p_a}{\rho} + g \cdot h_a = \frac{v_b^2}{2} + \frac{p_b}{\rho} + g \cdot h_b + Y_z$$

6

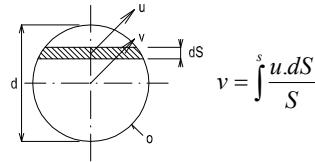
Základní pojmy pro výpočty :

- *průtočný průřez* S [m²] je plocha průřezu kolmá k proudnici

- *hydraulický poloměr* $R = \frac{S}{o}$ [m]

S je skutečný průtočný průřez proudící kapaliny [m²]

o odpovídající smáčený obvod [m]

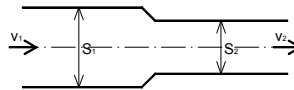


- *objemový průtok (průtočné množství) Q* [m³/s, l/s]

při ustáleném (stacionárním) pohybu kapaliny je objem kapaliny, protékající za časový interval jakýmkoliv průřezem stálý

rovnice kontinuity

$$\dot{Q} = S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = S \cdot v = konst$$



7

Hydraulika potrubí

Základní veličiny, které charakterizují pohyb kapaliny, jsou :

- *průřezová rychlost* v [m/s]

- *tlak* p [Pa]

- *průřezová rychlost* v [m/s] střední rychlost průtočného průřezu

$$v = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \cdot \sqrt{2gdI} = \sqrt{RI} \cdot \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} = C\sqrt{RI} = v \quad \text{Chezyho rovnice}$$

Rychlostní součinitel Chezyho rovnice C vyjadřuje ztráty třením, určuje se na základě empirických zjištění.

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}} \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71d} \right) \quad \text{White-Colebrookova rovnice}$$

λ – součinitel ztrát třením (Reynoldsovo číslo, hustota kapaliny, drsnost vnitřního povrchu)

8

Proudění skutečné kapaliny

Ztrátová měrná energie při proudění potrubím (plný průřez)

$$Y_z = Y_{z1} + Y_{z2} \quad [J/kg]$$

Y_{z1} - ztrátová měrná energie třením, způsobená třením kapaliny o stěny a vnitřními ztrátami způsobenými viskózním a turbulentním třením

Y_{z2} - ztrátová měrná energie místní, způsobená prouděním kapaliny tvarovkami, armaturami, přístroji apod.

Ztrátová měrná energie třením

$$Y_{z1} = \frac{p_{z1}}{\rho} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \quad [J/kg]$$

Ztrátová měrná energie místní

$$Y_{z2} = \frac{p_{z2}}{\rho} = \xi \cdot \frac{v^2}{2} \quad [J/kg]$$

9

Proudění skutečné kapaliny

Vyjádřením ztrátové měrné energie pomocí rychlostní výšky $v^2/2g$ dostaneme Darcy-Weisbachovu rovnici :

Ztrátová měrná energie třením

$$Y_{z1} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2} \quad [J/kg]$$

Ztrátová měrná energie místní

$$Y_{z2} = \xi \cdot \frac{v^2}{2} \quad [J/kg]$$

$$h_{z1} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad [m]$$

$$h_{z2} = \xi \cdot \frac{v^2}{2g} \quad [m]$$

$$\frac{J}{kg} \cdot \frac{1}{m \cdot s^2} = \frac{kg \cdot m^2 / s^2}{kg} = \frac{m^2}{s^2} \cdot \frac{1}{m / s^2} = m$$

10

Měrné tlakové ztráty třením

Materiál potrubí

d_{\min} [DN 10] až d_{\max} [DN 50] d_{\min} až d_{\max} - volitelný rozsah rozměrové řady potrubí [m/s]
 t_m [70] °C k [0.1] mm t_m - střední teplota vody [°C]
 w_{\max} [1.5] m/s k - absolutní hydraulická drsnost materiálu potrubí [mm]
 w_{\max} - maximální rychlost proudění vody v potrubí <0; 3.5> [m/s]

Q_v [l/s]	m [kg/h]	DN 10		DN 15		DN 20		DN 25		DN 32		DN 40		DN 50	
		R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]
0.00	0.0	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000
0.00	1.0	0.19	0.002	0.07	0.001	0.02	0.001	0.01	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
0.00	2.0	0.39	0.005	0.14	0.003	0.04	0.002	0.02	0.001	0.01	0.001	0.00	0.000	0.00	0.000
0.00	3.0	0.58	0.007	0.20	0.004	0.06	0.002	0.02	0.001	0.01	0.001	0.00	0.001	0.00	0.000
0.00	4.0	0.77	0.009	0.27	0.006	0.08	0.003	0.03	0.002	0.01	0.001	0.01	0.001	0.00	0.001
0.00	5.0	0.96	0.012	0.34	0.007	0.10	0.004	0.04	0.003	0.01	0.001	0.01	0.001	0.00	0.001
0.00	6.0	1.16	0.014	0.41	0.008	0.13	0.005	0.05	0.003	0.02	0.002	0.01	0.001	0.00	0.001
0.00	7.0	1.35	0.016	0.48	0.010	0.15	0.005	0.06	0.003	0.02	0.002	0.01	0.001	0.00	0.001
0.00	8.0	1.54	0.019	0.54	0.011	0.17	0.006	0.07	0.004	0.02	0.002	0.01	0.002	0.00	0.001
0.00	9.0	1.74	0.021	0.61	0.013	0.19	0.007	0.07	0.004	0.02	0.003	0.01	0.002	0.01	0.001
0.00	10.0	1.93	0.024	0.68	0.014	0.21	0.008	0.08	0.005	0.03	0.003	0.01	0.002	0.01	0.001
0.00	12.0	2.31	0.030	0.81	0.017	0.25	0.009	0.10	0.006	0.03	0.003	0.02	0.002	0.01	0.002
0.00	14.0	2.70	0.033	0.95	0.020	0.29	0.011	0.12	0.007	0.04	0.004	0.02	0.003	0.01	0.002
0.00	16.0	3.09	0.036	1.09	0.022	0.34	0.012	0.13	0.008	0.04	0.004	0.02	0.003	0.01	0.002
0.01	18.0	3.47	0.042	1.22	0.025	0.38	0.014	0.15	0.009	0.05	0.005	0.03	0.004	0.01	0.002
0.01	20.0	3.86	0.047	1.36	0.028	0.42	0.016	0.17	0.010	0.05	0.006	0.03	0.004	0.01	0.003
0.01	25.0	4.82	0.059	1.70	0.035	0.52	0.019	0.21	0.012	0.07	0.007	0.04	0.005	0.01	0.003
0.01	30.0	5.79	0.071	2.04	0.042	0.63	0.023	0.25	0.015	0.08	0.008	0.04	0.006	0.02	0.004
0.01	35.0	6.64	0.082	2.38	0.049	0.73	0.027	0.29	0.017	0.10	0.010	0.05	0.007	0.02	0.005
0.01	40.0	7.50	0.094	2.72	0.056	0.84	0.031	0.33	0.020	0.11	0.011	0.06	0.008	0.02	0.005
0.01	45.0	8.36	0.106	3.06	0.063	0.94	0.035	0.37	0.022	0.12	0.013	0.07	0.009	0.03	0.006
0.01	50.0	9.23	0.118	3.40	0.070	1.05	0.039	0.42	0.024	0.14	0.014	0.07	0.010	0.03	0.006
0.02	60.0	11.07	0.141	4.08	0.084	1.24	0.047	0.50	0.029	0.16	0.017	0.08	0.012	0.03	0.008
0.02	70.0	12.91	0.165	4.76	0.099	1.43	0.054	0.58	0.034	0.19	0.020	0.10	0.014	0.04	0.009
0.02	80.0	14.75	0.189	5.44	0.112	1.62	0.062	0.66	0.039	0.22	0.022	0.12	0.017	0.05	0.010
0.03	90.0	16.59	0.212	6.12	0.126	1.81	0.070	0.74	0.044	0.25	0.025	0.13	0.019	0.05	0.012
0.03	100.0	18.43	0.235	6.80	0.140	2.00	0.078	0.82	0.049	0.28	0.028	0.15	0.021	0.06	0.013
0.03	120.0	22.11	0.282	8.16	0.167	2.40	0.093	0.98	0.059	0.34	0.034	0.18	0.025	0.07	0.016
0.04	140.0	25.79	0.329	9.52	0.195	2.80	0.109	1.14	0.068	0.40	0.039	0.22	0.029	0.08	0.018
0.05	160.0	29.47	0.376	10.88	0.223	3.20	0.124	1.30	0.078	0.46	0.045	0.26	0.033	0.10	0.021

11

Tlakové ztráty místními odpory

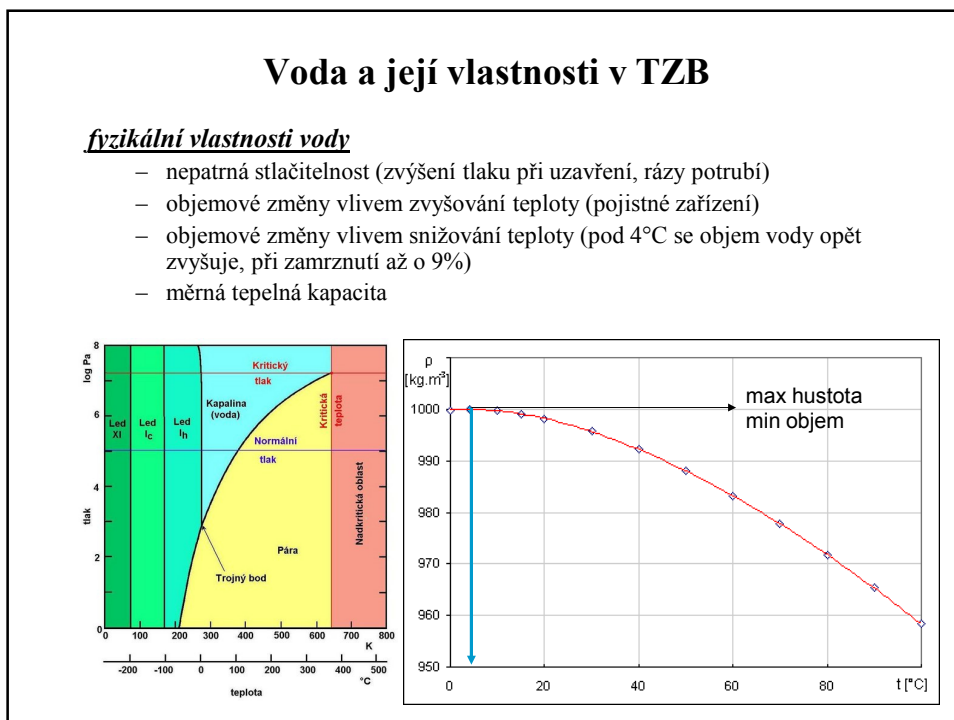
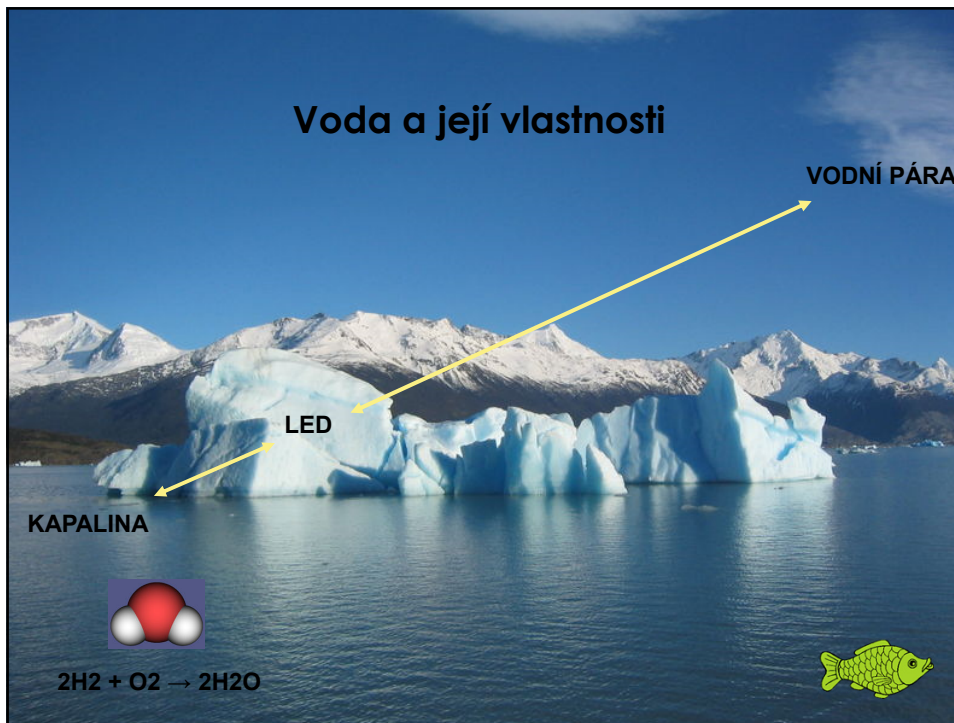
základní tvarovky potrubí		
Značka	Název	Součinitel místní ztráty ζ [-]
	Etážový odskok, shtybka	0.50
	Obchoz	0.50
	T-kus kalhotový	1.50
	T-kus šikmý - rozdělení	0.50
	T-kus šikmý - spojení	0.10
	Redukce - zúžení plynulé	1.50
	Redukce - rozšíření	o 1 DN - 0.10 o 2 DN - 0.20 o 3 DN - 0.30
	Spojení potrubí přírubovým spojem	0.05
	Spojení potrubí svárem	0.03

T-kus pravouhlý, odbočka ζ_b - spojení

d_p/d_c [-]	M_p/M_c [-]									
	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
1.00	-36.6	-3.6	0.7	1.7	1.8	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2
0.90	-25.1	-2.3	0.7	1.4	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
0.80	-16.4	-1.3	0.7	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9
0.71	-10.5	-0.8	0.8	1.0	1.1	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
0.63	-6.6	-0.1	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
0.56	-4.1	0.2	0.8	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
0.50	-2.4	0.5	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
0.45	-1.4	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
0.40	-0.6	0.8	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
0.36	-0.1	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
0.32	0.4	1.0	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

T-kus pravouhlý, odbočka ζ_b - rozdělení

12



Voda a její vlastnosti v TZB

Kvalita vody :

- voda obsahuje nadbytek CO₂
- zvýšený obsah Fe a Mn
- vysoký obsah solí Ca a Mg
- malý obsah minerálů
- kontaminace odpadní vodou

Způsoby úpravy vody :

- odkyselení
- magnetická, elektronická
- magnetická, elektronická
- stabilizace minerálů
- odkalovací filtry, desinfekce

POŽADAVKY NA KVALITU VODY : VYHLÁŠKA MZd č. 252/2004 Sb. – hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

Základní pojmy :

- » pitná voda
- » užitková voda
- » teplá voda (TUV)
- » provozní voda

ČSN EN 806-1, ČSN 73 6660

pitná voda – pro lidskou spotřebu (vaření, mytí, pití ...)
nepitná voda (ostatní – zalévání, mytí aut...)

15

ZÁSOBOVÁNÍ OBJEKTŮ VODOU - VNĚJŠÍ VODOVODNÍ SÍŤ -

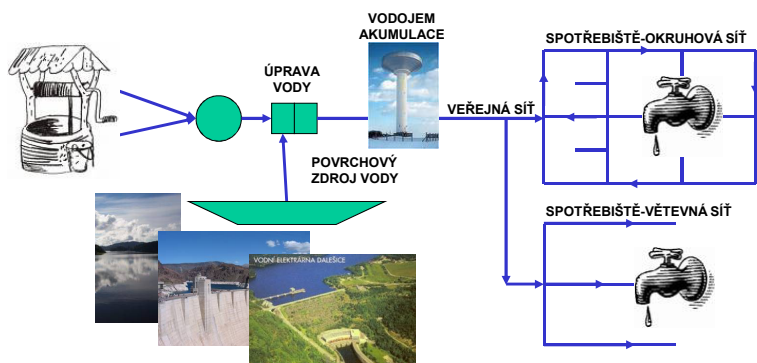
16

ZÁSOBOVÁNÍ OBJEKTŮ VODOU

Nerovnoměrnost odběru vody v průběhu dne, týdne i roku vyvolává nutnost vodu akumulovat. Mezi zdrojem a místem spotřeby je tedy umístěna akumuláční nádrž – vodojem.

Funkce vodojemu :

- vyrovnání rozdílu mezi spotřebou a potřebou vody
- zajištění rovnoměrných tlakových poměrů v síti



17

Zásobování objektů vodou

- místní (lokální) – studny
- veřejný řad + soustava vodojemů
- kombinace

Studny :

dle účelu

- veřejné (zásobování pitnou vodou velkých celků)
- domovní (zásobování pitnou vodou jedné, výjimečně několika nemovitostí)
- požární (akumulace a vydatnost vody pro rychlý požární zásah)

dle konstrukce

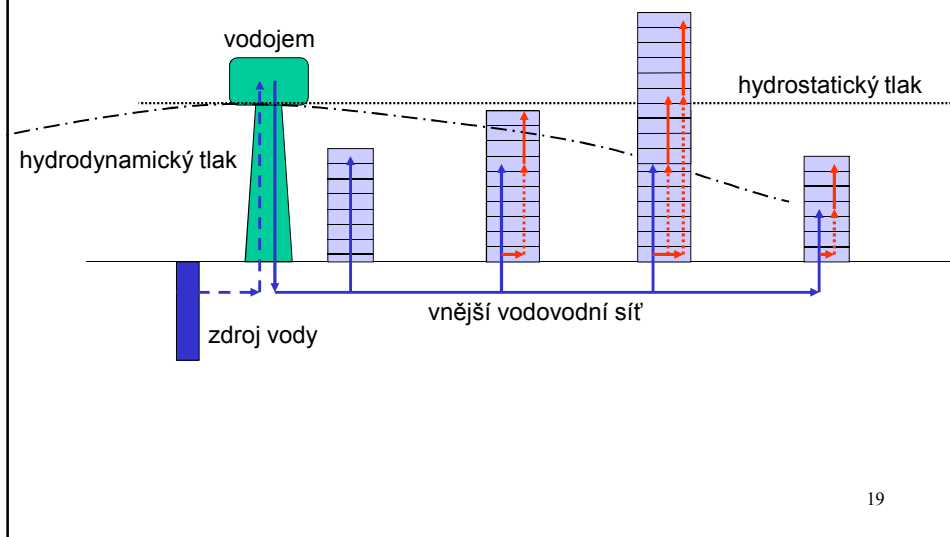
- šachtové :
 - kované (vyhloubí se ručně do hloubky cca 8m a poté se ode dna zdí nebo prefabrikuje, - spouštěné (plášť se spouští shora vlastní tíhou)
 - vrtané (hloubí se vrtnými soupravami, pro větší hloubky spodní vody, 20m a více)
- ražené (nortonky, habešské) – pro rychlé, dočasné zásobování vodou,
- kombinované (např. horní část šachtová, spodní část vrtaná)



18

ZÁSOBOVÁNÍ OBJEKTŮ VODOU

vnější vodovodní síť



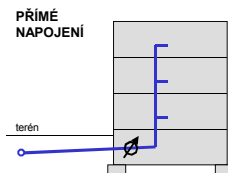
ZÁSOBOVÁNÍ OBJEKTŮ VODOU

- ZPŮSOBY PŘIPOJENÍ NA VNĚJŠÍ VODOVODNÍ SÍŤ -

Způsoby připojení na vnější síť :

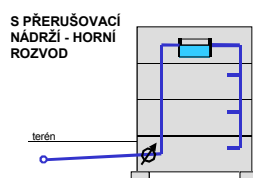
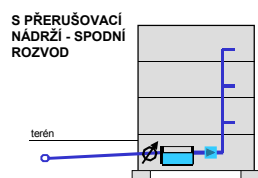
- *přímé napojení*

- dostatek tlaku
- není zařízení, které by tlak snížilo, popř. je blokováno



- *přes přerušovací nádrž*

- hydraulické oddělení vnějšího a vnitřního vodovodu

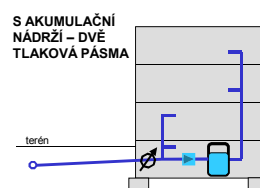


21

Způsoby připojení na vnější síť :

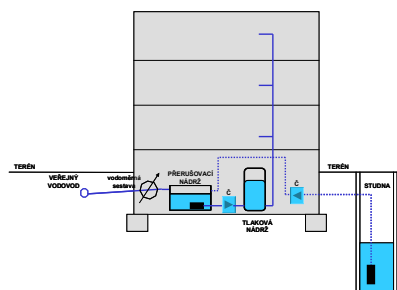
- *s akumulací nádrží*

- nedostatek vody a tlaku ve vnějším vodovodu
- dělení na tlaková pásma



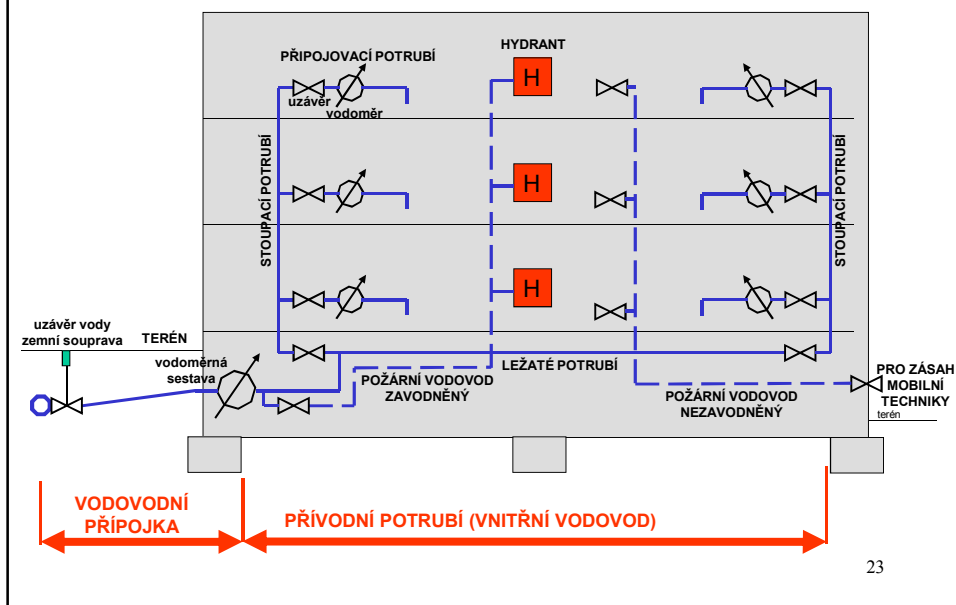
- *ze dvou nezávislých zdrojů*

- pokud to vyžaduje provoz
- studna a veřejný vodovod
- zdroje nesmí být propojeny
- napojení přes přerušovací nádrž



22

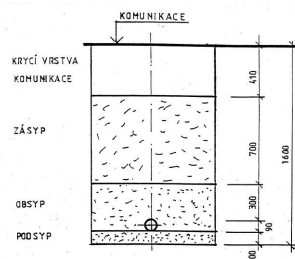
Schéma vnitřního vodovodu :



23

VODOVODNÍ PŘÍPOJKA

- od napojení na veřejný vodovod po HUV (hlavní uzávěr vody)
- hlavní uzávěr vody je umístěn na pozemku nemovitosti nebo uvnitř objektu
- zpravidla každá nemovitost je připojena jednou samostatnou přípojkou, výjimku uděluje správce sítě
- každá vodovodní přípojka má být opatřena v místě připojení na veřejný vodovod uzávěrem se zemní soupravou.
- dimenze musí být navržena na **špičkový průtok**
- jednotný materiál – litina, ocel, PE, PVC
- pokud možno přímá, co nejkratší
- sklon min 0,3% k veřejné síti
- krytí 1,5-2,2 m
- prostup kci – chránička
- přípojka musí být kdykoliv přístupná pro opravu a revizi, tzn. nezastavět !!!



24

Napojení přípojky na vodovodní síť :

- pomocí odbočky
 - při realizaci vodovodního řadu
 - známá budoucí poloha přípojky
 - pro větší DN80 a více



- pomocí navrtávacího pasu
 - tam, kde není známa budoucí poloha přípojky
 - bez uzávěru – vyloučení provozu DN 20-50
 - s uzávěrem – připojení za provozu

