

Vliv tlaku ve vodovodní síti na výsledky hospodaření s vodou

Ing. Jiří Kobr, Ing. Jan Kobr, Ph.D., Jiří Marek
Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

Pražské vodovody a kanalizace, a.s.



Hodnocení HV v zásobních pásmech

- **Kontinuelní přenos průtoku – denně**
- **Bez přenosu průtoku – min. 1x měsíčně**
- **Hodnocení ukazatelů HV – 1x čtvrtletně**
- **Hodnocené ukazatele : % VNF, JÚ, Qmin/km sítě, počet tekoucích havárií/km sítě**
- **Počet hodnocených pásem: 155 ze 161**
- **Přijímána opatření jak na straně dodávky vody, tak i fakturace**

Bodové hodnocení zásobních pásem

- Rozšíření dosavadního systému hodnocení pásem
- Rozdělení ukazatelů HV do 5 kategorií, bodové ohodnocení 1 – 5 bodů

KATEGORIE	BODOVÉ HODNOCENÍ	%VNF	JÚ	Počet tekoucích havárií na km sítě	Q_{\min} / km přepočt. délky sítě
VELMI DOBRÉ	1	0 - 15	0 - 3	0 - 0,3	0 - 0,2
DOBRÉ	2	15 - 25	3 - 6	0,3 - 0,5	0,2 - 0,4
PRŮMĚRNÉ	3	25 - 35	6 - 9	0,5 - 1	0,4 - 0,6
KRITICKÉ	4	35 - 50	9 - 13	1 - 3	0,6 - 0,8
VELMI KRITICKÉ	5	>50	>13	>3	>0,8

Tabulka pořadí pásem dle JÚ

Číslo pásma	Název pásma	%VNF		JÚ [tis. m ³ / km / rok]		Počet tekoucích havárií na km sítě		Qmin. / km př. délky sítě	
			Počet bodů		Počet bodů		Počet bodů		Počet bodů
331	GR. MALVAZINKY	56,72	5	33,27	5	1,06	4	0,97	5
144	ČS FLORA - PRO VINOHRADY A ŽIŽKOV	32,73	3	21,7	5	1,94	4	1,17	5
134	ČS FLORA - PŘES RV MILÍČOVA	25,78	3	19,75	5	1,68	4	0,80	4
321	GR. JESENICE - RV ŽVAHOV - PROSLUNĚNÁ	56,68	5	19,39	5	0,61	3	0,54	3
132	GR. KOBYLISY - PŘES RV DAVIDKOVA	62,74	5	16,45	5	1,14	4	0,55	3
215	ČS LHOTKA - PRO SÍDL. LHOTKA, LIBUŠ, PÍSNICE	35,11	4	16,44	5	0,42	2	0,52	3
122	GR. LÁDVÍ II. - PŘES RV VYSOČANSKÁ	74,2	5	16,14	5	0,58	3	0,25	2
405	ČS VYPICH - PRO PETŘINY A BÍLOU HORU	39,28	4	16,05	5	1,11	4	0,55	3
239	GR. KOZINEC PRO KOŠIK, ZAHRADNÍ MĚSTO, SÍDLIŠTĚ SKALKU	43,23	4	15,57	5	1,06	4	0,57	3
227	GR. FLORA DN 500 - PRO VRSOVICE A STRAŠNICE	34,47	3	14,93	5	0,41	2	0,65	4

Tabulka pořadí pásem dle Q_{\min}

Číslo pásma	Název pásma	%VNIF	Počet bodů	JÚ [tis. m ³ / km / rok]	Počet bodů	Počet tekoucích havárií na km sítě	Počet bodů	Q_{\min} . / km př. délky sítě	Počet bodů
143	GR. FLORA - PRO NOVÉ MĚSTO	34,31	3	14,9	5	0,58	3	1,3	5
146	GR. KLÍČOV - PRO HLOUBĚTÍN	37,77	4	8,44	3	1,44	4	1,25	5
144	ČS FLORA - PRO VINOHRADY A ŽIŽKOV	32,73	3	21,7	5	1,94	4	1,17	5
331	GR. MALVAZINKY	56,72	5	33,27	5	1,06	4	0,97	5
134	ČS FLORA - PŘES RV MILÍČOVA	25,78	3	19,75	5	1,68	4	0,80	4
131	ČS KARANY - PRO PRŮM. - ZONU JAHODNICE	0,32	1	0,2	1	0,22	1	0,7	4
329	GR. VIDOULE - HOMOLKA DN 500	14,74	1	7,94	3			0,68	4
140	GR. MAZANKA - PRO ST. MĚSTO A KARLÍN	14,21	1	7,9	3	0,19	1	0,67	4
227	GR. FLORA DN 500 - PRO VRŠOVICE A STRAŠNICE	34,47	3	14,93	5	0,41	2	0,65	4
428	GR. VDJ ANDĚLKY	28,49	3	14,36	5	1,34	4	0,60	3

Tabulka dle celkových dosažených bodů

Číslo pásma	Název pásma	%VNF		JÚ [tis. m3 / km / rok]		Počet tekoucích havárií na km sítě		Qmin. / km př. délky sítě		Bodové hodnocení celkem
			Počet bodů		Počet bodů		Počet bodů		Počet bodů	
331	GR. MALVAZINKY	56,72	5	33,27	5	1,06	4	0,97	5	19
132	GR. KOBYLISY - PŘES RV DAVIDKOVA	62,74	5	16,45	5	1,14	4	0,55	3	17
144	ČS FLORA - PRO VINOHRADY A ŽIŽKOV	32,73	3	21,7	5	1,94	4	1,17	5	17
134	ČS FLORA - PŘES RV MILÍČOVA	25,78	3	19,75	5	1,68	4	0,80	4	16
146	GR. KLÍČOV - PRO HLOUBĚTÍN	37,77	4	8,44	3	1,44	4	1,25	5	16
239	GR. KOZINEC PRO KOŠÍK, ZAHRADNÍ MĚSTO, SÍDLIŠTĚ SKALKU	43,23	4	15,57	5	1,06	4	0,57	3	16
321	GR. JESENICE - RV ZVAHOV - PROSLUNĚNÁ	56,68	5	19,39	5	0,61	3	0,54	3	16
405	ČS VYPICH - PRO PETŘINY A BÍLOU HORU	39,28	4	16,05	5	1,11	4	0,55	3	16
118	GR. LÁDVI III. - PŘES RV LIBERECKÁ - PRO BULOVK. +109 A 137	25,32	3	10,22	4	5,98	5	0,59	3	15
122	GR. LÁDVI II. - PRES RV VYSOČANSKÁ	74,2	5	16,14	5	0,58	3	0,25	2	15

Závislost úniku vody na tlaku



Vztah pro výpočet úniku vody z potrubí :

$$Q = \mu_v \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

kde:

Q... průtok (únik vody) [m³.s⁻¹]

μ_v ... součinitel výtoku [-]

S ... plocha otvoru [m²]

g ... gravitační konstanta 9,81 [m.s⁻²]

H ... tlak v potrubí [m]

Při tlaku H=70 m je pak Q=1,85 l.s⁻¹

Při tlaku H=50 m je pak Q=1,57 l.s⁻¹

Při snížení tlaku o 20 m se tedy v našem případě únik sníží o $1,85 - 1,57 = 0,28$ l.s⁻¹, tj. o 15,1 %. Za rok toto snížení představuje 8 830 m³ vody.

Výpočet tlaku v pražské vodovodní síti

- GIS – pro všechny úseky provozovaných vodovodů v zásobních pásmech (cca 3.000 km)
- Digitální Model Terénu – generace výšky pro všechny body linie představující úsek vodovodního řadu
- Výpočet – délka úseků s tlakem převyšující nastavenou mez (0,6 nebo 0,7MPa) a výpočet průměrného tlaku
- Rozsah zásobovaného území 190 – 440 m n.m.

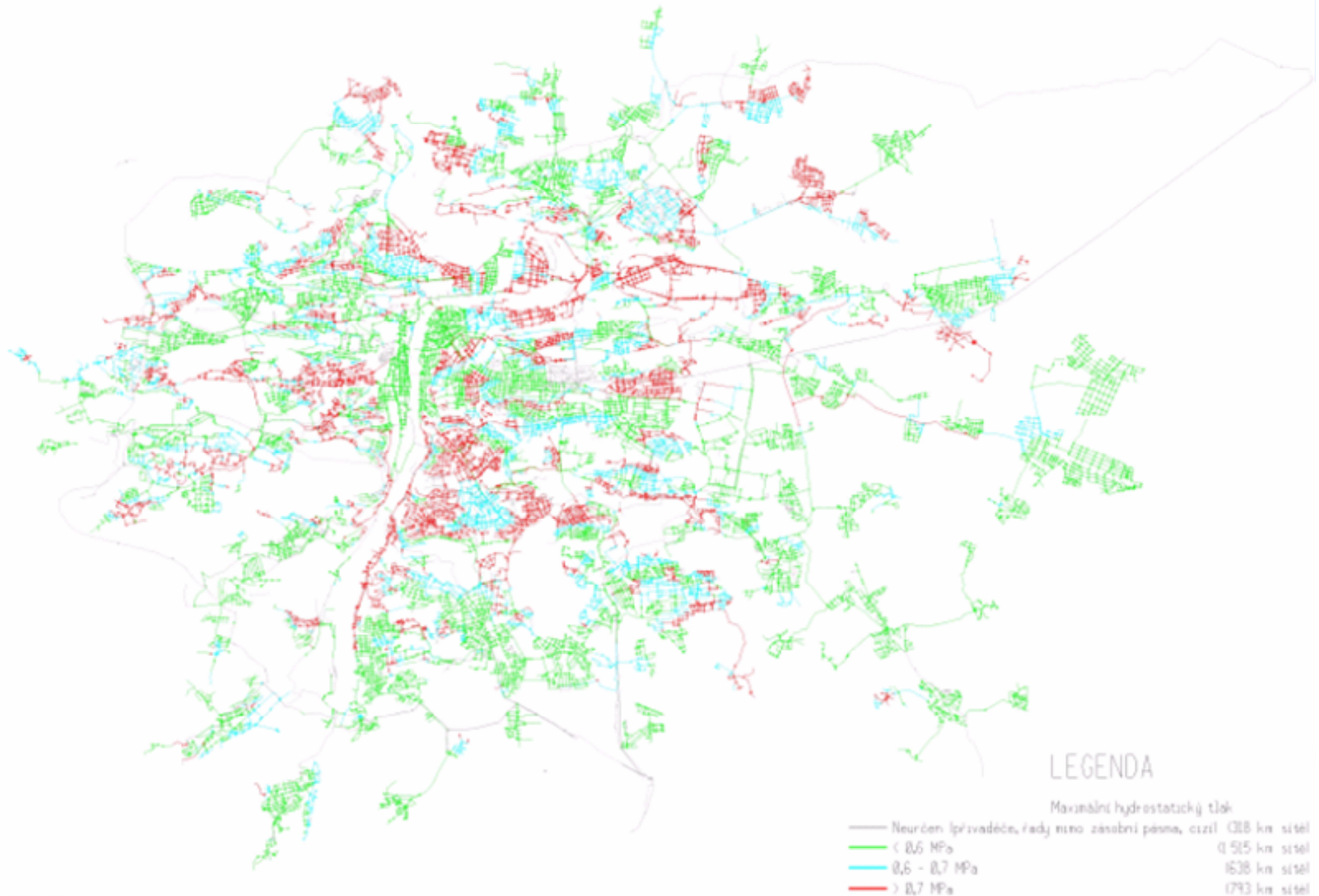
Celkové výsledky

- Celková délka vodovodní sítě: 3 279 969 m
- Vyhodnocovaná délka sítě 2 946 488 m
- Délka sítě s tlakem nad 0,6 MPa: 1 430 871 m, tj. 49%
- Délka sítě s tlakem nad 0,7 MPa 793 149 m, tj. 27%
- Průměrný hydrostatický tlak: 0,60 MPa
- Počet vyhodnocovaných oblastí: 195
- Z toho počet oblastí s výskytem tlaku nad 0,6 MPa: 161
- Počet oblastí s průměrným tlakem nad 0,6 MPa: 60
- Počet oblastí s tlakem nad 0,6 MPa v celé oblasti: 11

10 oblastí s nejvyšším tlakem

Č.P.	Název oblasti	Délka	Průměrný tlak	Délka sítě s tlakem nad 0,6 MPa	% sítě s tlakem nad 0,6 MPa
		m	m v.sl.	m	%
2170	n217 GR JESENICE I pro s. Baarova	8 580	93,7	8 580	100,0
1530	n153 na GR HRDLOŘEZY pro Vysočany	21 209	88,8	18 973	89,5
3321	r332-1 GR JESENICE I přes RV Velká Chuchle	3 876	84,7	3 876	100,0
1490	n149 GR KLÍČOV přes RV Kolbenova-pro Vysočany	27 892	83,3	27 568	98,8
2370	n237 GR JESENICE I pro Pankrác	132 203	83,2	132 203	100,0
1371	r137-1 GR KOBYLLISY pro Kobylisy	1 867	82,9	1 867	100,0
3140	n314 GR VIDOULE pro Motorlet	11 707	82,3	10 733	91,7
3150	n315 GR VIDOULE pro Cibulku	17 624	80,2	14 127	80,2
3232	r323-2 GR SLIVENEC	773	79,3	773	100,0
3160	c316 GR JESENICE I přes RV Nový Zlíčov	2 863	79,3	2 143	74,8

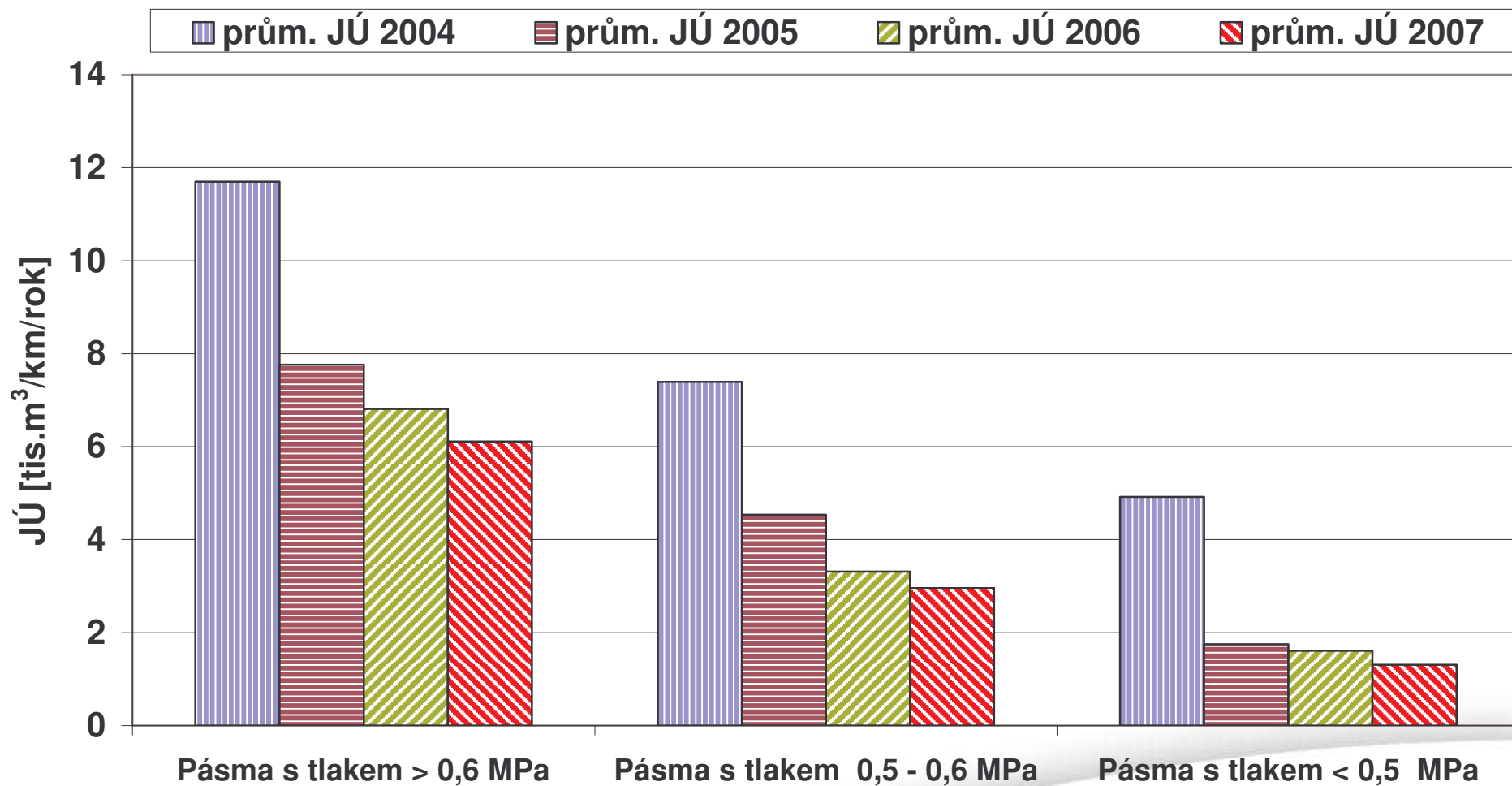
Přehled hydrostatického tlaku v síti



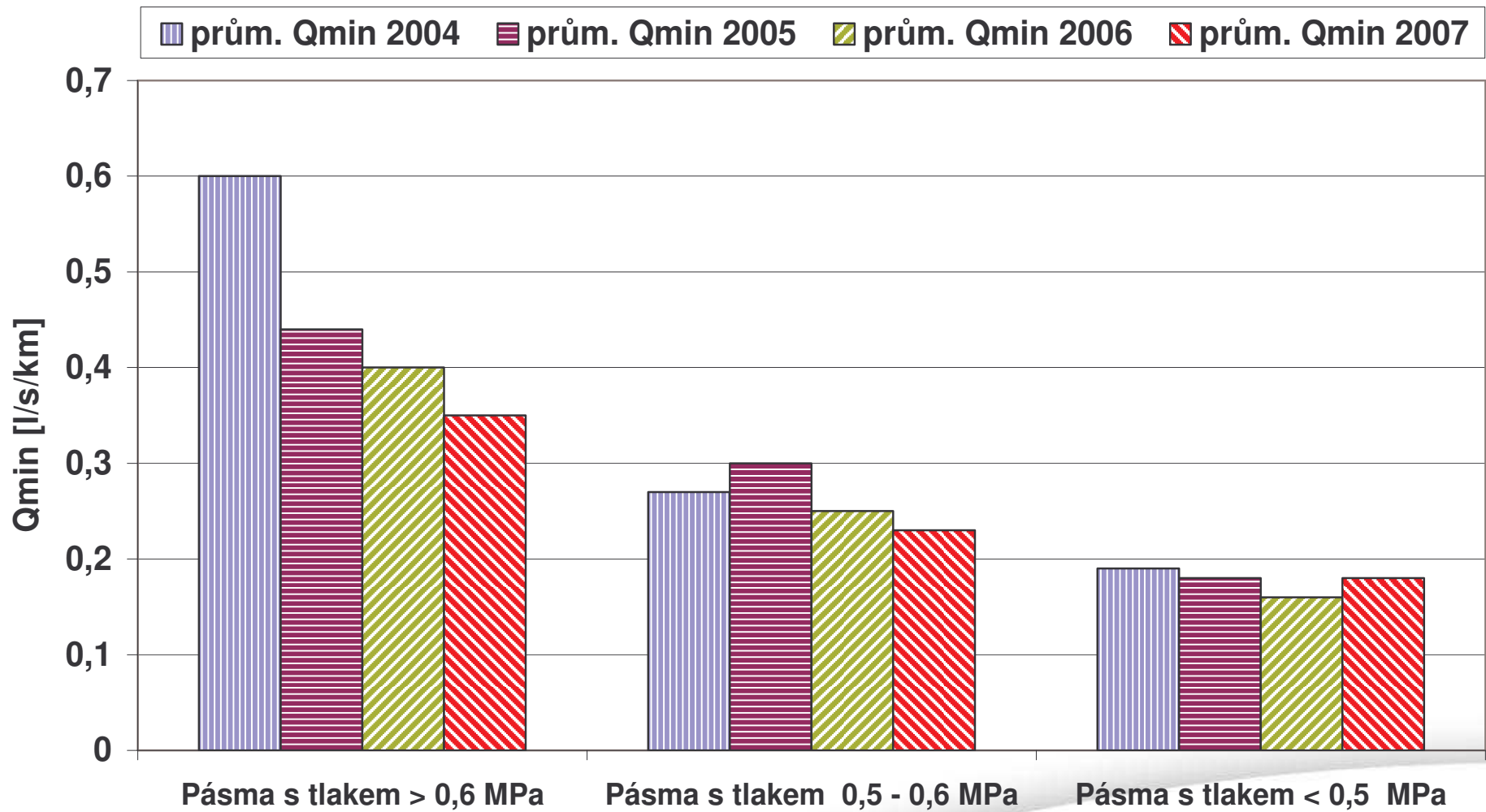
Sledování ukazatelů HV v pásmech s různými tlaky

- **3 kategorie pásem dle hodnot průměrného hydrostatického tlaku**
 - s tlakem do 0,5 MPa (52 pásem)
 - s tlakem 0,5 – 0,6 MPa (53 pásem)
 - s tlakem nad 0,6 MPa (50 pásem)
- **Spočítány průměrné hodnoty ukazatelů HV za roky 2004 – 2007 v jednotlivých kategoriích**
- **Výpočet proveden pro ukazatele: JÚ, Qmin a počet tekoucích poruch na km sítě**

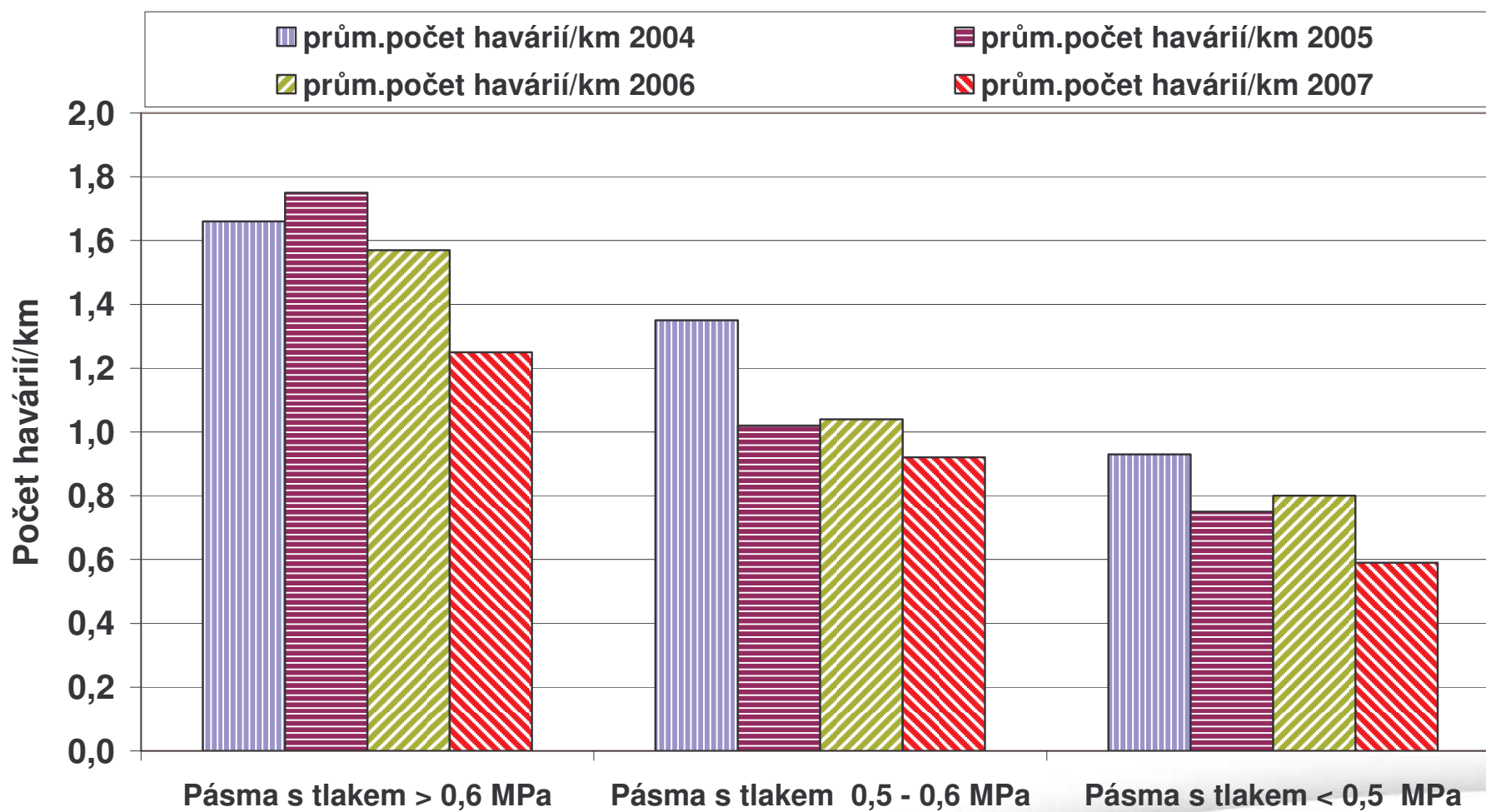
Vliv tlaku na velikost jednotkového úniku



Vliv tlaku na velikost minimálních průtoků



Vliv tlaku na počet tekoucích havárií



Ukazatel	Pásma s tlakem > 0,6 MPa		Pásma s tlakem 0,5 - 0,6 MPa		Pásma s tlakem < 0,5 MPa	
	-	Index	-	Index	-	Index
prům. JÚ 2004	11,70	1,58	7,39	1,00	4,92	0,67
prům. JÚ 2005	7,76	1,71	4,54	1,00	1,75	0,39
prům. JÚ 2006	6,81	2,06	3,31	1,00	1,61	0,49
prům. JÚ 2007	6,11	2,06	2,96	1,00	1,31	0,44
průměrný index JÚ		1,85		1,00		0,50
prům. Qmin 2004	0,60	2,22	0,27	1,00	0,19	0,70
prům. Qmin 2005	0,44	1,47	0,30	1,00	0,18	0,60
prům. Qmin 2006	0,40	1,60	0,25	1,00	0,16	0,64
prům. Qmin 2007	0,35	1,52	0,23	1,00	0,18	0,78
průměrný index Qmin		1,70		1,00		0,68
počet havárií /km 2004	1,66	1,23	1,35	1,00	0,93	0,69
počet havárií /km 2005	1,75	1,72	1,02	1,00	0,75	0,74
počet havárií /km 2006	1,57	1,51	1,04	1,00	0,80	0,77
počet havárií /km 2007	1,25	1,36	0,92	1,00	0,64	0,80
průměrný index počtu havárií		1,46		1,00		0,75
průměrný index - celkový		1,67		1,00		0,64

Závěry a doporučení

- **Provedené hodnocení potvrdilo výrazný vliv tlaku ve vodovodní síti na výsledky HV**
- **Je třeba urychlit postup optimalizace tlakových poměrů včetně výstavby redukčních šachet a souvisejících rekonstrukcí a úprav na pražské vodovodní síti**
- **Zvážit stanovení odlišných přípustných mezí ukazatelů HV v závislosti na průměrném hydrostatickém tlaku ve vodovodní síti**