

UČEBNÍ TEXTY PRO ODBORNOU PŘÍPRAVU JEDNOTEK SBORŮ  
DOBROVOLNÝCH HASIČŮ

# DÁLKOVÁ DOPRAVA VODY

Autor: Jaroslav STEJSKAL

Číslo svazku 1.

Vydalo Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska ve spolupráci s ředitelstvím  
HZS ČR, ČHJ a MHJ v nakladatelství FIRE EDIT, s.r.o., Blanická 13, Praha 2  
Náklad 10 000 kusů

NEPRODEJNÉ

OBSAH

10	Závěr
12	Výpočet počtu ošetrovateľov
14	Doprava vody pomocou ošetrovateľov
15	Výpočet vzdálenosti medzi stĺpmi
17	Učební počet stĺpov
18	Učební stĺp a náhodná veľkosť náhodného čísla
19	Počet stĺpov a výška náhodného čísla
20	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
21	Čas čerpania
22	Čas výšky
23	Počet množstva vody na požiar
24	Vzdálenosť a preprava vody na požiar
25	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
26	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
27	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
28	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
29	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
30	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
31	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
32	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
33	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
34	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
35	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
36	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
37	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
38	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
39	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
40	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
41	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
42	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
43	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
44	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
45	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
46	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
47	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
48	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
49	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
50	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
51	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
52	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
53	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
54	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
55	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
56	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
57	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
58	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
59	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
60	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
61	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
62	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
63	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
64	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
65	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
66	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
67	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
68	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
69	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
70	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
71	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
72	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
73	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
74	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
75	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
76	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
77	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
78	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
79	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
80	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
81	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
82	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
83	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
84	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
85	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
86	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
87	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
88	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
89	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
90	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
91	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
92	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
93	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
94	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
95	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
96	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
97	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
98	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
99	Čas potrebný na prepravu vody na požiar
100	Čas potrebný na prepravu vody na požiar

Použitá literatúra

1. Kardi A., Štefánek J.: Prírodné zdroje vody v ČR. Vydavateľstvo UHŠ, Praha, 1985.

2. Kardi A., Štefánek J.: Prírodné zdroje vody v ČR. Vydavateľstvo UHŠ, Praha, 1985.

Zpracoval: Jozef Štefánek - UHŠ Břežany 1985

Učební texty: Jozef Štefánek

Učební texty: Jozef Štefánek

Učební texty: Jozef Štefánek

Učební texty: Jozef Štefánek

## DÁLKOVÁ DOPRAVA VODY

Učební texty pro odbornou přípravu jednotek  
sborů dobrovolných hasičů.



## DÁLKOVÁ DOPRAVA VODY

Ústřední texty pro odbornou přípravu žáků  
škol odborných učebních oborů

### OBSAH:

Úvod .....	2
1. Využití vodních zdrojů .....	3
2. Způsoby dopravy vody na velké vzdálenosti .....	3
2.1. Přečerpávání vody do pomocných nádrží .....	4
2.2. Dodávka vody ze stroje do stroje .....	4
3. Podmínky nutné k realizaci dálkové dopravy vody .....	4
3.1. Vydátnost vodních zdrojů a jejich sací výška .....	4
3.1.1. Čas čerpání .....	8
3.1.2. Sací výška .....	8
3.2. Potřebné množství vody na požářišti .....	8
3.3. Vzdálenost a převýšení mezi vodním zdrojem a požářištěm .....	9
3.4. Druh hadic a jejich množství .....	9
3.5. Počet strojů a výkon jejich čerpadel .....	9
4. Tlakové ztráty a nárůst tlaku při dopravě vody ze stroje do stroje .....	10
4.1. Určení počtu strojů .....	11
4.2. Výpočet vzdálenosti mezi stroji .....	12
5. Doprava vody pomocí cisteren .....	14
5.1. Výpočet počtu cisteren .....	15
Závěr .....	16

### Použitá literatura:

1. Kandrt A., Stejskal J.; Pracovní sešit-zásobování vodou,UHŠ
2. kolektiv; Zápisník velitele

Zpracoval: Jaroslav Stejskal - UHŠ Bílé Poličany 1995

Lektoři: mjr.ing. Pavel Tománek  
mjr. Mgr. Miroslav Klusáček  
Vladimír Blaheta



V praxi je však třeba, aby velitel zásahu počítal při kyvadlové dopravě vody se zálohou 1-2 CAS pro případ havárie, tech. poruchy nebo jiné nepředvídané události.

Příklad: Máme zjistit kolik CAS o obsahu 3500 l je zapotřebí, když na požářišti je spotřeba vody 600 litrů vody za min., je-li doba jízdy prázdné cisterny ke zdroji 8 min., doba načerpání cisterny 4 min., doba jízdy plné cisterny k požářišti 11 min.

Doba vyčerpání cisterny se určí:

$$T_3 = \frac{\text{obsah cisterny}}{\text{spotřeba vody k hašení}} = \frac{3500}{600} = 6 \text{ min.}$$

Počet CAS určíme:

$$N_c = \frac{T_0 + T_1 + T_2}{T_3} + 1 = \frac{8 + 4 + 11}{6} + 1 = 3.8 + 1 = 4.8 \Rightarrow 5$$

K dopravě vody je v našem případě zapotřebí 5. cisteren.

Tabulka doby vyprázdnění CAS v minutách.

Objem nádrže v lit.	druh proudnice průměr hubice v mm	tlak na proudnici v m. vod. sl.								
		30	40	50	60	70	80	90	100	
1500	C	12.5	8.7	7.5	6.7	6.1	5.7	5.3	5.0	4.7
	B	18.0	4.1	3.5	3.1	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2
	lafeta	30.0	1.5	1.3	1.15	1.0	0.95	0.9	0.85	0.8
3500	C	12.5	20.2	17.5	15.5	14.3	13.2	12.3	11.6	11.0
	B	18.0	9.5	8.2	7.4	6.7	6.2	5.8	5.5	5.2
	lafeta	30.0	3.4	2.8	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	1.85
6000	C	12.5	34.8	30.0	26.8	24.4	22.8	21.2	20.0	18.8
	B	18.0	16.4	14.0	12.6	11.6	10.8	10.0	9.4	8.8
	lafeta	30.0	6.0	5.2	4.6	4.0	3.8	3.6	3.4	3.2

Závěr: Z předcházejících statí vyplývá, že dobrá organizace dálkové dopravy vody, vědomostí, návyky a zkušenosti velitelů, ale i dobrá připravenost jednotek, jsou předpokladem k úspěšnému zásahu i v případě, kdy nemáme v blízkosti požářiště vhodný vodní zdroj.

## ÚVOD:

Voda je jednou ze základních a nenahraditelných látek. Z pohledu hasičů se voda jeví jako hasební látka, která je nejpoužívanější, nejdostupnější, ale také neekonomičtější. Vodu lze jako hasební látku použít ve všech skupenstvích a mnoha formách. Vodu můžeme použít spolu s různými chemikáliemi a přísadami (pěnidla, smáčedla a pod.).

Pro některé svoje vlastnosti, jako je elektrická vodivost, reakce s chemikáliemi, její rozklad a pod., není voda hasební látkou universální a její použití musíme zvažovat především s ohledem na bezpečnost práce.

Jedním z hlavních předpokladů úspěšného zásahu při hašení požárů je dostatek vody na požářišti. Pokud z jakéhokoliv důvodu není dostatek vody k hašení, musí se voda na požářiště dopravit a to někdy i na velké vzdálenosti.

Cílem tohoto učebního textu je seznámit především velitele jednotek PO se způsoby a základními podmínkami zabezpečujícími provedení dálkové dopravy vody.



### 5.1. Výpočet počtu cisteren

K určení potřebného množství cisteren použijeme vztahu:

$$N_c = \frac{T_0 + T_1 + T_2}{T_3} + 1$$

kde:  $N_c$  = potřebný počet cisteren (ks) - vypočítaný počet cisteren zaokrouhlujeme vždy nahoru. Například: 3,2  $\Rightarrow$  4

$T_0$  = doba jízdy prázdné cisterny k vodnímu zdroji

$$T_0 = \frac{60 \cdot N}{v_j} \text{ (min)}$$

kde:  $N$  = vzdálenost mezi požářištěm a vodním zdrojem

$v_j$  = průměrná rychlost jízdy CAS (cca 35 ÷ 45 km · h<sup>-1</sup>)

$T_1$  = doba potřebná k naplnění cisterny

$$T_1 = \frac{V_n}{Q_c} \text{ (min)}$$

kde:  $V_n$  = objem nádrže CAS (l)

$Q_c$  = výkon čerpadla (l · min<sup>-1</sup>)

$T_2$  = doba jízdy plné cisterny od vodního zdroje k požářišti  
(výpočet je stejný jako výpočet  $T_0$ )

$T_3$  = doba vyprázdnění CAS

$$T_3 = \frac{V_n}{Q_h} \text{ (min)}$$

kde:  $V_n$  = objem nádrže CAS (l)

$Q_h$  = množství vody používané k hašení (l · min<sup>-1</sup>)

Jsou-li použity CAS s rozdílným objemem nádrží, je třeba vypočítat průměrnou hodnotu objemu a tu pak použít jako  $V_n$ .

+1= cisterna, která není v koloběhu a je umístěna u požářiště



Tabulka vzdálenosti mezi posledním strojem a rozdělovačem vyjádřená počtem hadic.

tlak na čerpadle 80 m vod. sl.  
tlak na proudnici 40 m vod. sl.  
délka hadice 20 m

Průtok l.min <sup>-1</sup>	druh hadice B/75	stoupání v metrech						
		0	5	10	15	20	25	30
400	konopná	20	17	14	11	7	4	3
	izolovaná	40	34	28	22	14	8	6
600	konopná	9	8	6	5	3	2	
	izolovaná	18	16	12	10	6	4	2
800	konopná	5	4	3	3	2		
	izolovaná	10	8	6	6	4	2	

Poznámka: Na zaplnění hadice B/75 je zapotřebí 88 litrů vody.

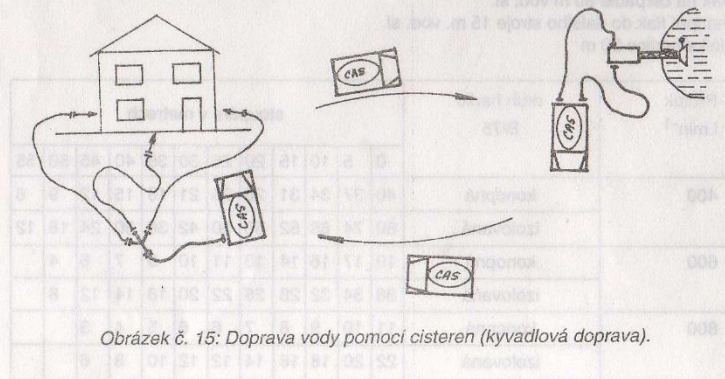
### 5. Doprava vody pomocí cisteren (kyvadlová doprava).

Doprava vody pomocí cisteren se jeví jako velice výhodná za předpokladu, že:

- máme dostatečný počet CAS nebo jiných cisternových vozů
- vzdálenost od vodního zdroje k požářišti je velká (nedostatek hadic)
- jiný způsob dálkové dopravy vody by byl nevýhodný

Při dopravě vody pomocí cisteren je však třeba dodržet následující zásady:

- nesmí být přerušena dodávka vody na požářišti
- u vodního zdroje vybudovat čerpací stanoviště s obsluhou stroje a obsluhou pro plnění všech cisteren které jsou v oběhu, pokud možno s nejvýkonnějším čerpadlem
- u požářiště, pokud možno, umístit cisternu s největší zásobou vody
- je-li to proveditelné, volit trasu pohybu CAS tak, aby se navzájem nepotkávaly na jedné komunikaci (okružní trasa)



Obrázek č. 15: Doprava vody pomocí cisteren (kyvadlová doprava).

### 1. Využití vodních zdrojů.

Nedostatek vody v blízkosti požářiště klade velký důraz na průzkum k zjištění vhodných a použitelných vodních zdrojů k lokalizaci a likvidaci požáru.

K zajištění dostatečného množství vody k hašení jsme v mnoha případech nuceni využít:

- malých protékajících vodních zdrojů jejich přehrazením
- rybníků, jezírek, koupališť a pod.
- vodních nádrží v různých podnicích a provozech, kde však musí velitel zásahu počítat s úbytkem vody, která může být použita k vlastní technologii
- vodních zdrojů s nízkou hladinou vody použitím ejektorů
- pomocných nádrží, které však musí být plněny (silážní jámy, terénní prohlubně, velké nádoby)
- vody z vodovodní sítě, která je určena k rozvodu vody v obcích a závozech. Odběr vody z vodovodní sítě pro potřebu hasičů se provádí pomocí podzemních nebo nadzemních hydrantů. Odběr vody závisí na průměru potrubí a tlaku vody v něm. Pro praktickou potřebu odběru vody jsou zpracovány různé tabulky např.:

Odběr vody z okružní vodovodní sítě (zásobování sítě ze dvou stran)

Tlak v síti (MPa)	průměr potrubí v mm					
	100	125	150	200	250	300
	maximální průtok (l.min <sup>-1</sup> )					
0.1	1 500	2 400	3 300	3 900	5 100	6 900
0.2	1 800	3 600	4 200	5 400	6 900	10 200
0.3	2 400	4 200	4 800	6 600	8 700	12 600
0.4	2 700	5 100	5 400	7 800	11 200	14 100
0.5	3 000	5 400	6 300	8 700	12 000	15 800

Pokud se přes všechno úsilí nepodařilo zajistit vhodný vodní zdroj, nastane pro velitele zásahu složitá situace. Tuto situaci může však úspěšně řešit, pokud se rozhodne k provedení dálkové dopravy vody.

### 2. Způsoby dopravy vody na velké vzdálenosti

Pokud nemá velitel zásahu v blízkosti požářiště dostatek vody potřebné k zásahu, je nucen tuto situaci řešit dálkovou dopravou vody.

Vzhledem k technickým možnostem se může rozhodnout pro některý z uvedených způsobů:

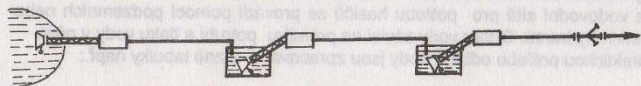
1. přečerpáváním vody do pomocných nádrží
2. dodávkou vody ze stroje do stroje
3. dopravou vody pomocí cisteren (kyvadlová doprava) viz. čl. 5.



## 2.1 Přečerpávání vody do pomocných nádrží

Princip tohoto způsobu spočívá v tom, že stroj u vodního zdroje nasaje vodu, pomocí čerpadla a hadicového vedení ji dopraví na určitou vzdálenost, kde je umístěna pomocná nádrž, do které vodu přečerpá. Další stroj z této pomocné nádrže vodu nasaje a stejným způsobem dopravuje vodu buď do další pomocné nádrže nebo na požářiště.

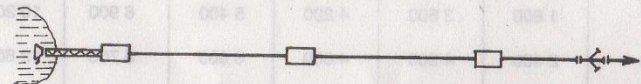
Pomocnou nádrž rozumíme libovolnou nádrž, která má obsah alespoň 500 litrů. Může to být i mělká studna, silážní jáma, terénní prohlubeň, ocelová dřevěná nebo plastová nádrž a pod. Výhodou zmíněného způsobu je možnost využití celého tlakového spádu předchozího čerpadla, t.j. 80 metrů vodního sloupce. Další výhodou je plynulost dodávky vody a malá náročnost na obsluhu čerpadel (strojníka). Nevýhodou však je zajištění vhodných pomocných nádrží. Právě z tohoto důvodu se zmíněného způsobu používá zřídka.



Obrázek č. 9: Přečerpávání vody do pomocných nádrží.

## 2.2 Dodávka vody ze stroje do stroje

Je vzhledem k současnému technickému vybavení JSDH nejpoužívanějším způsobem. Princip spočívá v tom, že z vodního zdroje stroj nasaje vodu a pomocí dopravního vedení ji dopraví na jistou vzdálenost přímo do sacího hrdla dalšího stroje. Tímto způsobem lze pokračovat tak dlouho, až poslední stroj na určené trase dodává vodu přes rozdělovač, pomocí útočných proudů na požářiště.



Obrázek č. 10: Dodávka vody ze stroje do stroje.

Nevýhodou tohoto způsobu je, že nemůžeme využít plný tlakový spád čerpadel (80 m.vod.sl.), ale jen 65 m.vod.sl. Zbývajících 15 m.vod.sl. je tlak, pod kterým musí vstupovat voda do následujícího čerpadla takzv. vstupní tlak. Proto musí být obsluha strojů prováděna kvalifikovanými strojníky, kteří při tomto způsobu dopravy vody musí dodržovat vzájemný poměr vstupního a výstupního tlaku vody.

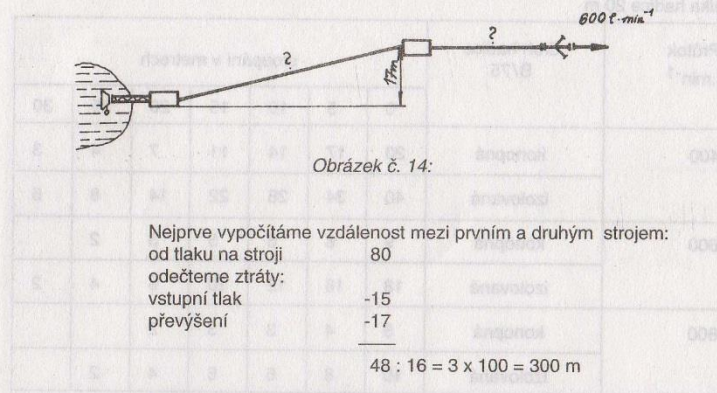
## 3. Podmínky nutné k realizaci dálkové dopravy vody.

1. Vydátnost vodního zdroje a jeho sací výška (dostupnost)
2. Potřebné množství vody na požářišti
3. Vzdálenost a převýšení mezi vodním zdrojem a požářištěm
4. Druh hadic a jejich množství
5. Počet strojů a výkon jejich čerpadel

### 3.1. Vydátnost vodního zdroje a jeho sací výška (dostupnost)

Mezi vodní zdroje řadíme nádrže různých tvarů, rybníky, potoky a pod., převážně však menších rozměrů, z jejichž obsahu si potřebujeme stanovit čas čerpání vody pro

Příklad: Máme určit vzdálenost mezi stroji při dopravě 600 l vody za min, kde převýšení je mezi prvním a druhým strojem 17 m a od druhého stroje na požářiště je převýšení nulové. Jsou použity hadice surové.



Obrázek č. 14:

Nejprve vypočítáme vzdálenost mezi prvním a druhým strojem:

od tlaku na stroji	80
odečteme ztráty:	
vstupní tlak	-15
převýšení	-17
	48 : 16 = 3 x 100 = 300 m

Vzdálenost mezi prvním a druhým strojem je 300 m.

Nyní vypočítáme vzdálenost od posledního stroje k rozdělovači:

od tlaku na stroji	80
odečteme ztráty:	
na rozdělovači	-7,5
na účinné stříkání	-40
	32,5 : 16 = 2.03 x 100 = 203m.

Vzdálenost mezi posledním strojem a rozdělovačem je 200 m (zaokrouhlo na délku hadic).

V praxi však můžeme používat pro určování vzdálenosti tabulek, zde však musíme znát dva údaje a třetí údaj určí tabulka.

Tabulka vzdálenosti mezi stroji vyjádřená počtem hadic:

tlak na čerpadle 80 m vod. sl.  
vstupní tlak do dalšího stroje 15 m. vod. sl.  
délka hadice 20 m

Průtok l.min <sup>-1</sup>	druh hadic B/75	stoupání v metrech											
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
400	konopná	40	37	34	31	28	25	21	18	15	12	9	6
	izolovaná	80	74	68	62	56	50	42	36	30	24	18	12
600	konopná	19	17	16	14	13	11	10	9	7	6	4	
	izolovaná	38	34	32	28	26	22	20	18	14	12	8	
800	konopná	11	10	9	8	7	6	6	5	4	3		
	izolovaná	22	20	18	16	14	12	12	10	8	6		



$$N_S = \frac{\text{celk.had.ztráta+ztr.na rozděl. + účinné střík. + převýšení}}{65} \quad (- \text{ klesání})$$

kde:  $N_S$  ... celkový počet strojů ( dělítkem pro zaokrouhlení počtu strojů je desetinné číslo 3 např. 2,2 stroje  $\Rightarrow$  2 stroje, ale již 2,3 stroje  $\Rightarrow$  3 stroje)

celková had. ztráta ... je závislá na měrné had. ztrátě a na počtu 100-metrových úseků trasy  
ztráta na rozdělovači ... 7.5 m vod sloupce

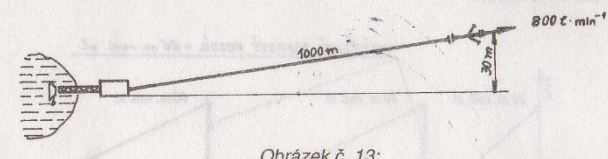
ztr. na účinné stříkání ... 40 m. vod. sl.

převýšení ... na 1 m převýšení je ztráta tlaku 1 m.vod.sl.

klesání ... 1 m klesání je nárůst tlaku 1 m.vod.sl.

65 ... využitelný tlakový spád

Příklad: Vzdálenost od vodního zdroje k požáříšti je 850 m, převýšení 30 m a na požáříšti je zapotřebí 800 l vody za minutu. Jsou použity hadice izolované. Obr. č. 13.



Obrázek č. 13:

Počet strojů vypočítáme, když sečteme všechny ztráty: součet dělíme 65

na úč. stříkání .....	40
na rozdělovači .....	7.5
na převýšení .....	30
v hadicích .....	160
<b>Součet</b>	<b>237.5</b>

$237.5 : 65 = 3.65 \Rightarrow 4$

Po zaokrouhlení je k dálkové dopravě vody potřeba 4 strojů.

4.2. Výpočet vzdálenosti mezi stroji

K výpočtu vzdálenosti můžeme opět použít poučky:

Vzdálenost mezi stroji vypočítáme, když od tlaku na stroji odečteme ztráty, rozdíl dělíme měrnou hadicovou ztrátou podle množství dopravované vody a druhu hadic. Podíl následně násobíme 100.

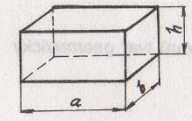
hašení nebo jejich průtok. Pro velké nádrže, rybníky, řeky toto neplatí, protože jsou to pro nás vodní zdroje nevyčerpatelné.

a) nádrže pravidelných tvarů

nádrž ve tvaru kvádrů: Obr. č. 1.  
objem vypočítáme ze vztahu:

$$V = a \cdot b \cdot h$$

kde:  
V = objem nádrže  
a = délka nádrže  
b = šířka nádrže  
h = hloubka nádrže



Obr. č. 1

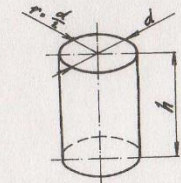
rozměry dosazujeme v m

Příklad: Šířka nádrže je 5m, délka 3m, hloubka 2m  
 $V = a \cdot b \cdot h = 5 \cdot 3 \cdot 2 = 30 \text{ m}^3 = 30\,000 \text{ l}$

nádrž ve tvaru válce: Obr. č. 2.  
objem vypočítáme ze vztahu:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h \quad \text{nebo} \quad V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

kde:  
V = objem nádrže  
 $\pi = 3.14$  (Ludolfovo č.)  
d = průměr nádrže  
r = poloměr nádrže =  $\frac{d}{2}$   
h = hloubka nádrže



Obr. č. 2:

rozměry dosazujeme v m

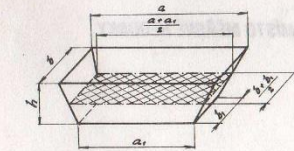
Příklad: Poloměr nádrže 2m (průměr 4m), hloubka 2m.  
 $V = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3.14 \cdot 2^2 \cdot 2 = 3.14 \cdot 4 \cdot 2 = 25.12 \text{ m}^3 = 25\,120 \text{ l}$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{3.14 \cdot 4^2}{4} \cdot 2 = \frac{3.14 \cdot 16}{4} \cdot 2 = 25.12 \text{ m}^3 = 25\,120 \text{ l}$$

nádrž se šikmými stěnami: Obr. č. 3.  
objem vypočítáme ze vztahu:

$$V = \frac{a+a_1}{2} \cdot \frac{b+b_1}{2} \cdot h$$

kde  
V = objem nádrže  
h = hloubka nádrže  
a = délka hladiny  
a<sub>1</sub> = délka dna  
b = šířka hladiny  
b<sub>1</sub> = šířka dna



Obr. č. 3:

rozměry dosazujeme v m



Příklad: Délka hladiny je 26 m, délka dna 24 m, šířka hladiny 10 m, šířka dna 8 m, hloubka 2 m.

$$V = \frac{a+a_1}{2} \cdot \frac{b+b_1}{2} \cdot h = \frac{26+24}{2} \cdot \frac{10+8}{2} \cdot 2 = 25 \cdot 9 \cdot 2 = 450 \text{ m}^3 = 450 \text{ 000 l}$$

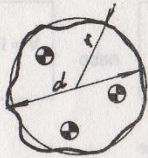
b) nádrže nepravidelných tvarů

V těchto případech jsme nuceni určit z nepravidelných tvarů tvar geometricky pravidelný (kruh, čtverec, obdélník), který pak snadno vypočítáme

objem vypočítáme ze vztahu:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

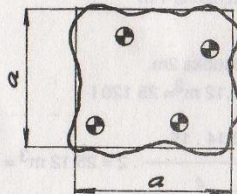


MÍSTO MĚŘENÉ HLOUBKY

Obr. č. 4: Nádrž nepravidelných tvarů (kruh).

objem vypočítáme ze vztahu:

$$V = a^2 \cdot h$$

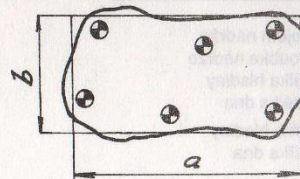


MÍSTO MĚŘENÉ HLOUBKY

Obr. č. 5: Nádrž nepravidelných tvarů (čtverec).

objem vypočítáme ze vztahu:

$$V = a \cdot b \cdot h$$



MÍSTO MĚŘENÉ HLOUBKY

Obr. č. 6: Nádrž nepravidelných tvarů (obdélník).

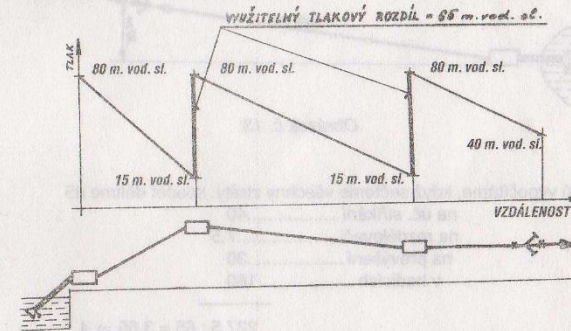
	při množství dopr. vody v litrech za min (Q)	měřm hadic. ztráta (m. vod. sl.)	
		izol.	surové
na vzdálenost 100 m	400	4	8
	600	8	16
	800	16	32

Pro snazší zapamatování jsme hodnoty měrných hadicových ztrát zaokrouhlili.

Celkovou hodnotu ztrát v hadicovém vedení zjistíme, když měrnou hadicovou ztrátu vynásobíme počtem 100-metrových úseků celé trasy. Jak je patrné z výčtu měrných hadicových ztrát, dopravuje se v jednom hadicovém vedení B/75 maximálně 800 litrů vody za minutu. Pokud by jsme chtěli dopravovat v jednom hadicovém vedení větší množství, nárůst tlak. ztrát v hadicích by byl tak velký, že dálková doprava vody by byla neefektivní pro velký počet nasazených strojů.

Nárůst tlaku

Při dálkové dopravě vody se však kromě tlak. ztrát můžeme setkat i s tlakovým nárůstem, a to pouze v jednom případě, pokud hadicové vedení klesá - na 1 metru klesání - získáme tlak 1 m.vod.sl.



Obrázek č. 12: Grafické znázornění tlaků při dopravě vody ze stroje do stroje.

#### 4.1. Určení počtu strojů

Pokud velitel zásahu organizuje dálkovou dopravu vody, je pro něho nejdůležitější znát počet strojů, které bude potřebovat na celé trase dopravního vedení. Jelikož jsme se seznámili s tlakovými ztrátami, ale i s nárůstem tlaku, můžeme je nyní využít k určení počtu strojů.

Celkový počet strojů vypočítáme, když sečteme všechny známé ztráty na celé trase a součet dělíme 65.

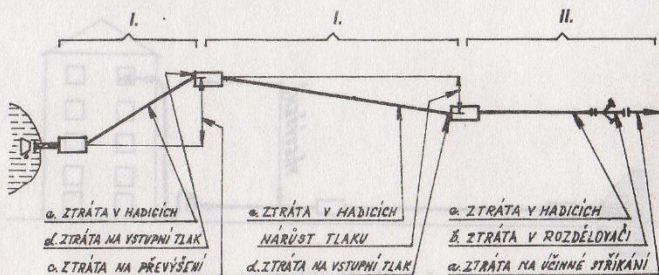


#### 4. Tlakové ztráty a nárůst tlaku při dálkové dopravě vody ze stroje do stroje

Chceme-li s úspěchem řešit dálkovou dopravu vody ze stroje do stroje, musíme znát, s jakými tlakovými ztrátami nebo i s nárůstem tlaku se setkáme a jakou mají hodnotu.

##### I. ÚSEKY MEZI STROJI

##### II. ÚSEK OD POSLEDNÍHO STROJE NA POŽÁŘIŠTĚ



Obrázek č. 11: Schematické znázornění tlakových ztrát a nárůstu tlaku.

V každém jednotlivém úseku dodávky vody ze stroje do stroje a to, jak v úsecích mezi stroji (I), tak v úseku od posledního stroje na požářiště (II), může být provedena:

- v terénu s převýšením, kdy vzniká tlaková ztráta
- v klesajícím terénu, kdy vzniká nárůst tlaku
- v rovině, kdy nevznikají tlakové ztráty ani nárůst tlaku

##### Tlakové ztráty

- účinné střikání- je tlaková ztráta, která je nezbytná k docílení účinného dostřiku proudnic, požadovaného výrobcem. Hodnota ztráty činí **40 m.vod.sl.**
- ztráta tlaku na rozdělovači a ostatních armaturách. Hodnota ztráty činí **7,5 m.vod.sl.**
- ztráta tlaku na převýšení. Pokud chceme dopravit vodu na výše položené místo, musíme počítat s tím, že na každý 1 m převýšení je ztráta tlaku **1 m.vod.sl.**
- ztráta na vstupní tlak do dalšího stroje. Aby byly anulovány menší výkyvy tlaku v hadicovém vedení a nedocházelo díky vyčerpání vody z hadic k jejich zploštění je stanovena hodnota vstupního tlaku do dalšího stroje **15 m.vod.sl.**
- ztráta v hadicích je největší tlakovou ztrátou při dálkové dopravě vody. Je způsobena drsností vnitřních ploch hadic, množstvím (rychlostí) protékající vody a celkovou délkou hadicového vedení. Podkladem pro zjištění ztrát v hadicích je **měrná hadicová ztráta.**

##### Měrná hadicová ztráta

je ztráta na 100 m hadicového vedení, která je závislá na druhu hadic (izolované, konopné) a na průtoku vody (rychlosti).

Hloubku nepravidelných nádrží určíme, změříme-li ji na několika místech, výsledky měření sečteme a dělíme počtem měření.

Na příklad:  $1,8 + 2,4 + 2,1 = 6,3 =$  součet měření  
 $6,3 : 3 = 2,1 =$  průměrná hloubka

Mají-li nádrže pravidelných a nepravidelných tvarů přítok, pak při výpočtu času čerpání s tím musíme počítat. Dojde-li k vyčerpání nádrže, máme k dispozici tolik vody kolik činí přítok.

c) protékající vodní zdroje (říčky a potoky)

U protékajících vodních zdrojů zjišťujeme průtok vody za časovou jednotku a porovnáme s litrovým výkonem čerpadla.

Průtok vypočítáme ze vztahu:

$$Q = b \cdot h \cdot v$$

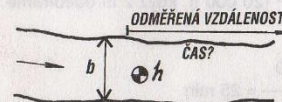
kde

Q = průtok ( $m^3 \cdot \text{min}^{-1}$ )

b = průměrná šířka (m)

h = průměrná hloubka koryta (m)

v = rychlost toku ( $m \cdot \text{min}^{-1}$ )



Obr. č. 7: Protékající vodní zdroj.

Rychlost toku vypočítáme ze vztahu:  $v = \frac{\text{vzdálenost}}{\text{čas}}$

tak, že:

- nejprve odměříme určitou vzdálenost (m)
- potom hodíme do protékajícího vodního zdroje plovoucí předmět (polystyrén) a odměříme čas za který plovoucí předmět uplave odměřenou vzdálenost (s).

Rychlost toku vypočítáme následovně:

$$v = \frac{\text{vzdálenost, kterou jsme odměřili (m)}}{\text{čas, za který předmět uplave odměřenou vzdálenost (s)}} = \frac{m}{s} \cdot 60 = \frac{m}{\text{min}}$$

Příklad: Prům. šířka koryta je 3 m, prům. hloubka 5 m. Odměřená vzdálenost 5 m. Odměřenou vzdálenost uplave plovoucí předmět za 20 s.

Nejprve vypočítáme rychlost toku (v):

$$v = \frac{m}{s} \cdot 60 = \frac{5}{20} \cdot 60 = 0,25 \cdot 60 = 15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$



Potom vypočítáme průtok:

$$Q = b \cdot h \cdot v = 3 \cdot 0,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} = 22\,500 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$$

### 3.1.1. Čas čerpání

Čas čerpání zjistíme,známe-li vydatnost vodního zdroje a odebírané množství vody.

Čas čerpání vypočítáme ze vztahu:

$$t_{\zeta} = \frac{V}{Q}$$

Kde:  $t_{\zeta}$  = čas čerpání

V = objem nádrže

Q = odebírané množství vody

Příklad: Jaký je čas čerpání z nádrže o objemu 20 m<sup>3</sup> (20 000 l), když z ní odebíráme 800 l za min.

$$t_{\zeta} = \frac{V}{Q} = \frac{20\,000}{800} = 25 \text{ min}$$

### 3.1.2. Sací výška

Sací výška má vliv na množství vyčerpané vody z vodního zdroje. Je to výška mezi vodní hladinou a osou čerpadla. Pokud je sací výška do 1,5 m můžeme počítat se 100% jmenovitého výkonu čerpadla. Zvětšuje-li se sací výška, potom se množství vyčerpané vody zmenšuje. Při 7,5 m sací výšce jsme schopni čerpat pouze 50% ze jmenovitého výkonu čerpadla.

Sací výšku ovlivňuje také teplota vody.

Maximální sací výška při sání teplé vody:

Teplota vody v °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80
Max. sací výška	7,5	6,9	6,5	5,9	4,5	3,5	2,8	1,6	

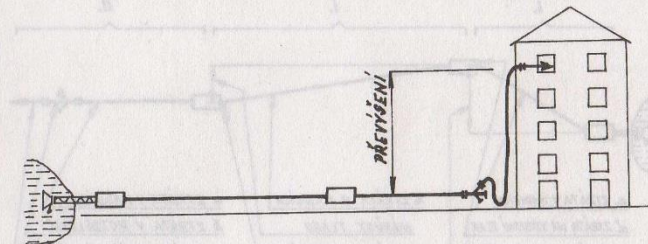
### 3.2. Potřebné množství vody na požářišti

Pokud je zpracována dokumentace zdolávání požáru, potom víme, kolik vody potřebujeme na požářiště dopravit k provedení zásahu. Pokud však dokumentace zdolávání požáru není na objekt zpracována a vzhledem k nutnosti rychlého rozhodnutí velitele zásahu lze uplatnit následující vztah:

na 10 metrů fronty hašení je třeba min. 200 l vody za minutu, což představuje útočný proud C

### 3.3. Vzdálenost a převýšení mezi vodním zdrojem a požářištěm

Je jedním z dalších údajů, které jsme nuceni zjistit. Při vlastním zásahu bude pochopitelně platit vždy odhad. Jedná-li se však o provedení taktického cvičení, které si může velitel připravit, použije přesnějšího způsobu, to zn. vzdálenost odměří přímo v terénu nebo z mapy vhodného měřítko. Převýšení se nejpřesněji určí rovněž z mapy. Nezapomeňme, že např. je-li celá trasa dopravního vedení v rovině a útočné proudy jsou vedeny do vyšších podlaží, musíme počítat s převýšením nejvýše umístěných útočných proudů.



Obr. č. 8: Převýšení útočných proudů.

### 3.4. Druh hadic a jejich množství

Je dalším velice podstatným údajem, bez kterého bychom se neobešli při výpočtu dálkové dopravy vody. Hadice rozdělujeme do dvou skupin:

- hadice izolované - u nichž těsnící vnitřní vložka je vyrobená z gumy nebo jiného materiálu a povrchová (pevnostní) část hadice je vyrobena nejčastěji z chemlonu
- hadice surové (konopné) - vyrobeny z klasických materiálů, bez vnitřní vložky.

O hadicích mluvíme proto, že při určování takzv. měrných hadicových ztrát musíme počítat s drsností vnitřních ploch jednotlivých druhů hadic. Pamatujme si, že hadice surové mají podstatně větší drsnost a proto i měrné hadicové ztráty jsou přibližně dvojnásobné oproti hadicím izolovaným.

### 3.5. Počet strojů a výkon jejich čerpadel

K úspěšnému provedení dálkové dopravy vody potřebujeme pochopitelně motorové stříkačky, popřípadě CAS.

Jedním ze základních údajů, které při dálkové dopravě vody musíme znát, je počet strojů potřebných k dopravě nutného množství vody na požářiště.

Výkonem čerpadel se rozumí jejich příslušný litrový výkon, který určuje, zda určité čerpadlo je schopno zásobit vodou jedno, dvě nebo více dopravních vedení.