

Ing. Daniel Mattas, CSc.

Hydrometrické vrtule a měření s nimi (ČSN EN ISO 748 aj.)

Obsah

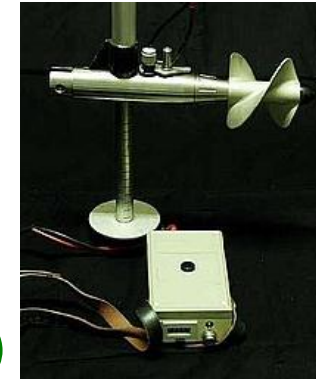
- Hydrometrická měřidla a jejich údržba
 - ČSN ISO 2537, zejména čl. 8 – údržba
 - údržba vrtule typu Ott C-2
 - údržba vrtule typu Ott C-31
 - údržba jiných typů měřidel

- Měření s hydrometrickou vrtulí (ČSN EN ISO 748)
 - princip metody měření
 - volba a vymezení místa měření
 - zaměření příčného profilu
 - měření rychlosti
 - výpočet průtoku
 - nejistoty měření průtoku

- Bezpečnost práce

Hydrometrická měřidla

- Hydrometrické vrtule
 - propelerového typu
 - malé vrtule (typu Ott C-2 apod.)
 - velké vrtule (typu Ott C-31 apod.)
 - jiné typy
 - se svislou osou



- Elektromagnetická (indukční) měřidla



- Akustická měřidla



ČSN ISO 2537 a 3455

- ČSN ISO 2537 Měření průtoku kapalin v otevřených korytech
Vodoměrné vrtule s rotačním prvkem
- ČSN ISO 3455 Měření průtoků kapalin v otevřených korytech
Kalibrace vodoměrných vrtulí s rotačním
prvkem v přímých otevřených nádržích
- ISO 3455:2007 Hydrometry. Calibration of current-meters in
straight open tanks
(tato poslední verze ještě nezahrnuta do ČSN)

ČSN ISO 2537 (a 3455)

- obecné požadavky na hydrometrickou vrtuli (čl. 4 - 6)
- čl. 7 - Kalibrace:
 - „V praxi se u vrtulí kalibrovaných individuálně provádí překalibrování v pravidelných intervalech nebo po 300 hodinách provozu podle toho, které z obou období je kratší“ (čl. 7.6)
 - „V případě individuálního kalibrování je žádoucí, aby kalibrace byla prováděna při stejném způsobu zavěšení a se stejným typem závaží, jako se předpokládá při měření“ (čl. 7.7)
 - ČSN ISO 3455 ještě v čl. 5.1: Instrukce pro kalibrování musí zahrnovat: ... b) detailní popis upevnění vrtule; např. profily a rozměry nosných tyčí, ..., typ a hmotnost přídatného závaží, poloha vrtule vzhledem k upevňovacímu zařízení, atd.“

ČSN ISO 2537

- čl. 8 - Údržba:
 - Zběžná prohlídka (čl. 8.1.1) – před i po měření – poškození ložisek, propeleru, deformace osy, funkce kontaktů
 - Kontrola signálu (čl. 8.1.3) – pomalu se otáčí rotorem a počet otáček se porovná s počtem obdržených impulsů
 - Zkouška otáčení (čl. 8.2.1) – rukou se roztočí rotor, sleduje se doběh rotoru – zastavení náhlé (chybně) nebo plynulé (dobře). Minimální doba otáčení – dodržet!
 - Čištění a mazání (čl. 8.3) – po každém měření průtoku, při rozsáhlých měřeních i častěji

Všechny vrtule – doporučená procedura

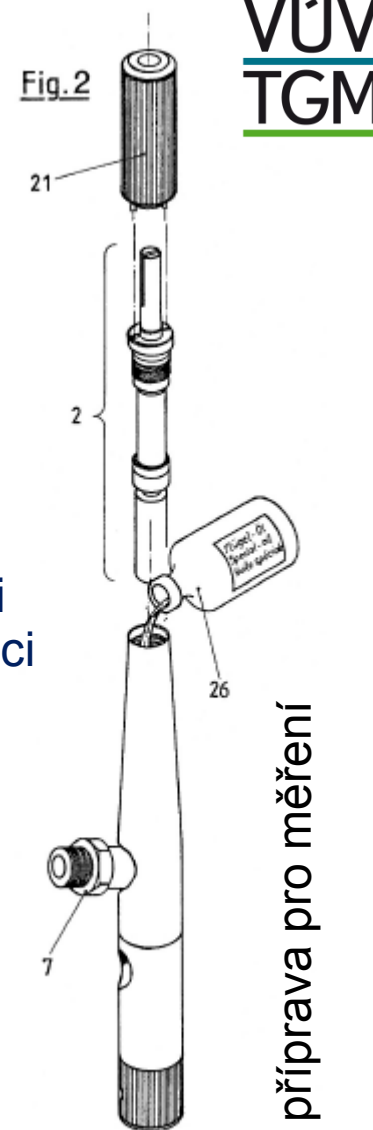
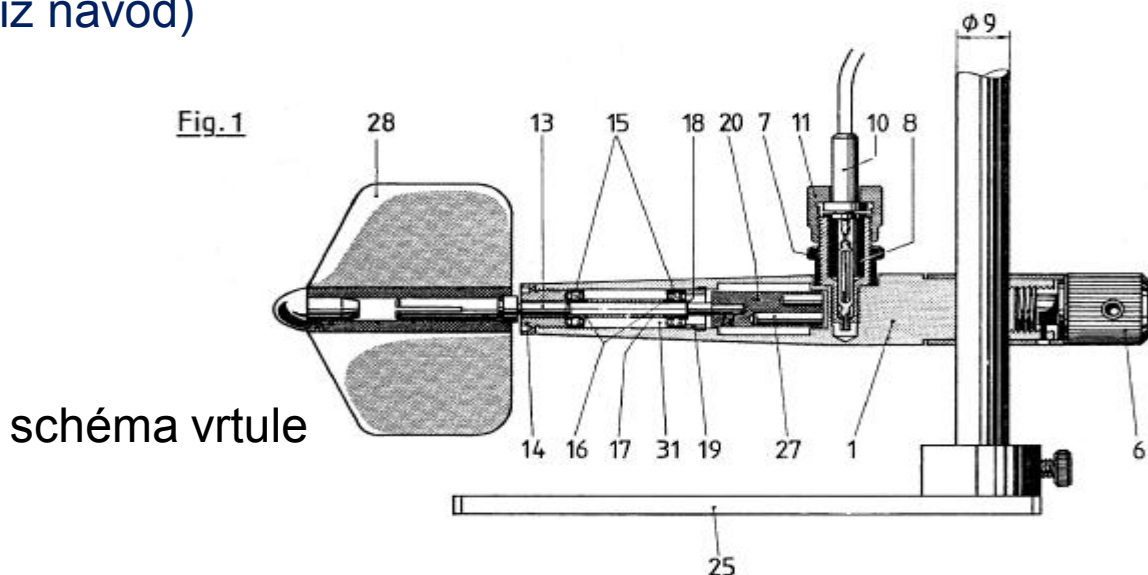
– Údržba:

- vždy po ukončení měření (konec pracovního dne)
 - vrtuli omýt v čisté vodě a osušit
 - provést zběžnou prohlídku (viz předchozí slide)
 - zkontrolovat průchod osy do těla vrtule, resp. styk pohyblivé a pevné části na přítomnost vláknitých nečistot a případně je odstranit
 - zkontrolovat stav kontaktů, v případě nutnosti očistit
- olej nemá zůstat ve vrtuli déle než ca 1 týden (viz návod k C-2) – vrtule se skladuje vyčištěná a bez oleje
- při čištění a výměně oleje
 - provést zkoušku otáčení (viz předchozí slide)
- občas
 - provést kontrolu signálu (viz předchozí slide)
 - provést kontrolu časové základny počítadla
- **používat pouze olej doporučený/dodávaný výrobcem**

Vrtule Ott C-2

– Údržba:

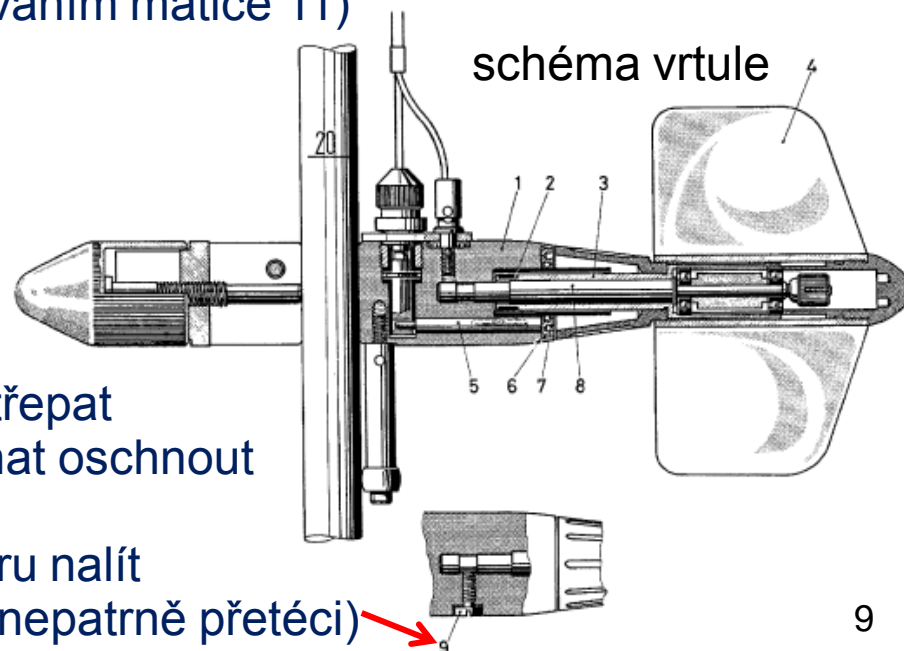
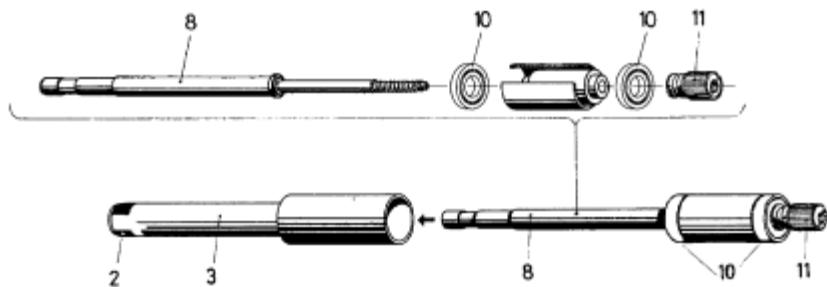
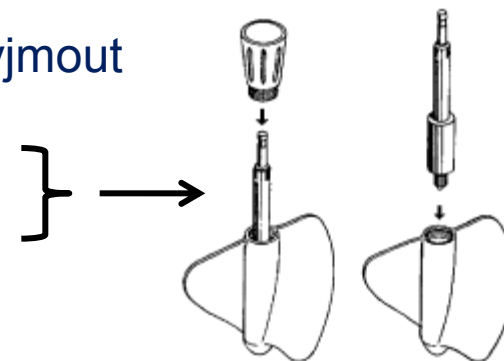
- klíčem 21 vyšroubovat matici 14, vyjmout sestavu osy 2
- vylít olej z dutiny těla, vypláchnout technickým benzínem
- sestavu osy vložit do (plastové) lahvičky částečně naplněné benzínem, důkladně protřepat, vyjmout, nechat oschnout
- znovu sestavit
- před měřením do dutiny těla nalít olej (do ca ½ výšky), při vsunutí osy a zašroubování matice by měl poněkud přetéci
- olej nemá zůstat v těle vrtule déle než ca 1 týden (viz návod)



Vrtule Ott C-31

– Údržba:

- povolit šroub 9 na těle vrtule, tahem za propeler vyjmout sestavu propeleru a jeho osy
- s propeleru odšroubovat rýhovanou matici
- vytáhnout sestavu osy
- vylít olej z dutiny propeleru a dutinu vypláchnout tech. benzínem
- sejmout rukáv osy 3, omýt benzínem
- rozebrat sestavu osy (odšroubováním matice 11)



- jednotlivé díly sestavy osy omýt benzínem, ložiska důkladně protřepat v lahvičce s benzínem, vše nechat oschnout
- celé složit zpět
- před měřením do dutiny propeleru nalít přiměřené množství oleje (musí nepatrně přetéci)

Jiné typy měřidel

typu hydrometrické vrtule (např. FP101 aj.)

– **Údržba:**

- dle návodu/ pokynů výrobce
- v případě měřidel s vlastní vyhodnocovací jednotkou nenechávat v uloženém přístroji baterie (nebezpečí jejich vytečení)

elektromagnetická měřidla (např. Ott Nautilus 2000, FloMate aj.)

– **Údržba:**

- dle návodu/ pokynů výrobce
- elektrody pravidelně odmašťovat (perchlor, tech. benzín, líh) a nedotýkat se jich
- nenechávat v uloženém přístroji baterie (nebezpečí jejich vytečení)
- pravidelná kalibrace (podle ISO 3455:2007 *každý rok i když se nepoužívá*)

Měření průtoků (rychlost – plocha)

Založeno na vztahu $Q = \int_S u dS$  - průtokové těleso

Protože rozdělení rychlosti $u = f(x, y)$ po ploše průtočného profilu zpravidla neznáme, měří se u v řadě bodů po ploše S a horní vztah se řeší numericky.

Algoritmy řešení vycházejí ze dvou základních přístupů:

- podle Culmana – řeší se izotachy a z nich průtok (téměř se nepoužívá)
- podle Harlachera – hořejší vztah se upravuje na

$$Q = \int_S u dS = \int_0^h \int_0^B u dy dx = \int_0^B v_s h dx = \int_0^B q dx$$

takže se měří v řadě bodů rozmístěných v několika svislicích \implies
v každé svislici se ze změřených bodových rychlostí určí (střední)
svislicová rychlost v_s , z ní specifický průtok q .

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 5 – Volba a vymezení místa měření

- koryto co možná prismatické; přímá délka koryta proti proudu alespoň dvojnásobkem délky po proudu
 - směry proudění ve všech bodech vzájemně rovnoběžné a kolmé k profilu
 - dno a břehy stabilní a dobře určené při všech vodních stavech
 - vyloučit místa s víry, vratnými proudy a stojatou vodou
 - profil v celé šířce přehledný a bez stromů, vodních rostlin a jiných překážek
 - při měření z mostu s pilíři každý mostní otvor měřit samostatně
 - hloubka vody v profilu při všech vodních stavech dostatečná
 - vyloučit místa s bifurkací nebo spojením proudů
-
- měrný profil kolmý ke střednímu směru proudění, vytyčit na obou březích jasně viditelnými a snadno identifikovatelnými značkami
 - stav vody odečítat z vodočtu v intervalech po celou dobu měření

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 6 – Měření plochy příčného průřezu

- profil musí být stanoven z dostatečného počtu bodů ke stanovení tvaru dna; poloha každého bodu je stanovena měřením jeho vodorovné vzdálenosti k pevnému referenčnímu bodu, kde je to možné přímo (pásmem nebo měřičským lankem)
- měření hloubky v dostatečně těsných intervalech (ne větších než 1/20 šířky, jinak v vzrůstá nejistota), pokud možno ve svislicích kde se měří rychlosti
- pro měření hloubky použít sondovací tyč, lano se závažím nebo echolot; v každém bodě min. 2 čtení, z nich průměr (pokud rozdíl >5% další měření) běžně se používá soutyčí vrtule nebo její závaží a současně se měří rychlosti v příslušných bodech svislice – pozn. autora
- pokud je měření hloubek a měření rychlostí odděleno a vodní stav je neustálený, sleduje se v.s. při každém měření hloubky; není-li to možné, v pravidelných intervalech a interpoluje se
- nepřesnosti v sondáži – odklon sondovací tyče od svislice, snášení závaží (nutná oprava – viz příloha C normy) – zejména při větších rychlostech; jejich zaboření do dna

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 7 – Měření rychlosti

– Hydrometrické vrtule

- používat jen zkalibrované, v mezích rozsahu kalibrace, upevnění jako při kalibraci, a řádně udržované; viz též ISO 2537 a ISO 3455
- v blízkosti nejmenší měřitelné rychlosti vysoká nejistota – zvýšená pozornost při malých rychlostech
- v případě vysokých rychlostí volit takový propeler, aby nebyla překročena mezní frekvence počítadla
- nemá se použít, pokud je průměrná hloubka menší než čtyřnásobek průměru propeleru nebo těla podle toho co je větší; žádná část měřidla nemá dosahovat k hladině vody

– Indukční hydrometrické přístroje

- používat jen zkalibrované, v mezích rozsahu kalibrace, upevnění jako při kalibraci, a řádně udržované
- nemají být použity, pokud je hloubka menší než trojnásobek svislého rozměru čidla

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 7 – Měření rychlosti - pokračování

– Postup měření

- měření rychlosti provádět (nejlépe) současně s měřením hloubek
- dostatečný počet měrných svislic n (viz tabulka)
pro $B > 5$ m v každém pásu průtok $< 10\% Q$,
pokud možno $< 5\% Q$

- první a poslední svislice co možná blízko břehu
- rozmístění svislic založit na znalosti tvaru profilu
- vrtuli na tyči stavět kolmo k rovině profilu
- pokud je proudění v profilu šikmé, použít
komponentní propeler nebo početní redukci
- při měření vrtulí dodržet min. dobu 30 s v každém
bodě, v případě periodických pulsací rychlosti
dobu přiměřeně zvýšit

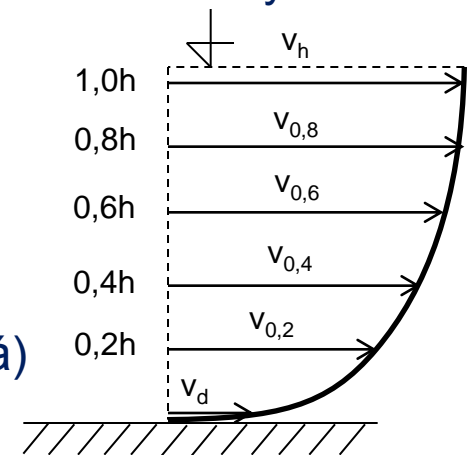
B [m]	n ISO 2007	n ISO 1997
<0,5	5 – 6	3 – 4
0,5 – 1	6 – 7	4 – 5
1 – 3	7 – 12	5 – 8
3 – 5	13 – 16	8 – 10
>5	≥22	
5 – 10		10 – 20
>10		≥20

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 7 – Měření rychlosti - pokračování

– Měrné body na svislici

- rozmístění měrných bodů libovolné x pravidelné (dle schématu)
- v obou případech:
 - při měření u dna vrtule max. $1,5D$ propeleru nade dnem, ale nesmí být ovlivněno úplavy za kameny apod. ani propeler nesmí narážet
 - při měření pod hladinou musí být celý propeler neustále ponořen;
- libovolné:
 - větší počet bodů, rozdíl mezi dvěma body max. 20% větší rychlosti
 - grafické zpracování v_s
 - pracné, jen ve výjimečných případech
- pravidelné – více možností měření; v bodech:
 - $0,4h$ (jednobodová metoda)
 - $0,2h$ a $0,8h$ (dvoubodová metoda)
 - $0,2h$, $0,4h$ a $0,8h$ (tříbodová metoda)
 - u dna, $0,2h$, $0,4h$, $0,8h$ a u hladiny (pětibodová)
 - ve všech bodech (šestibodová, úplné měření)



Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 7 – Měření rychlosti - pokračování

– Určení svislicové rychlosti

▪ jednobodová metoda: $v_s \doteq v_{0,4}$

▪ dvoubodová metoda: $v_s = 0,5 (v_{0,2} + v_{0,8})$

▪ třibodová metoda: $v_s = 0,25 (v_{0,2} + 2v_{0,4} + v_{0,8})$

nejčastěji užívaná; pravidelné rychlostní pole - výsledky srovnatelné s:

▪ pětibodová metoda: $v_s = 0,1 (v_d + 2v_{0,2} + 3v_{0,4} + 3v_{0,8} + v_h)$ nebo graficky

▪ úplné měření: $v_s = 0,1 (v_d + 2v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + 2v_{0,8} + v_h)$ nebo graficky

▪ zvláštní metody:

- hladinová jednobodová $v_s = (0,84 - 0,90)v_h$, koeficient třeba určit experimentálně (korelací s $v_{0,4}$ nebo lépe s v_s za různých vod. stavů)
- integrační metoda (viz norma)

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 8 – Výpočet průtoku

– Metody

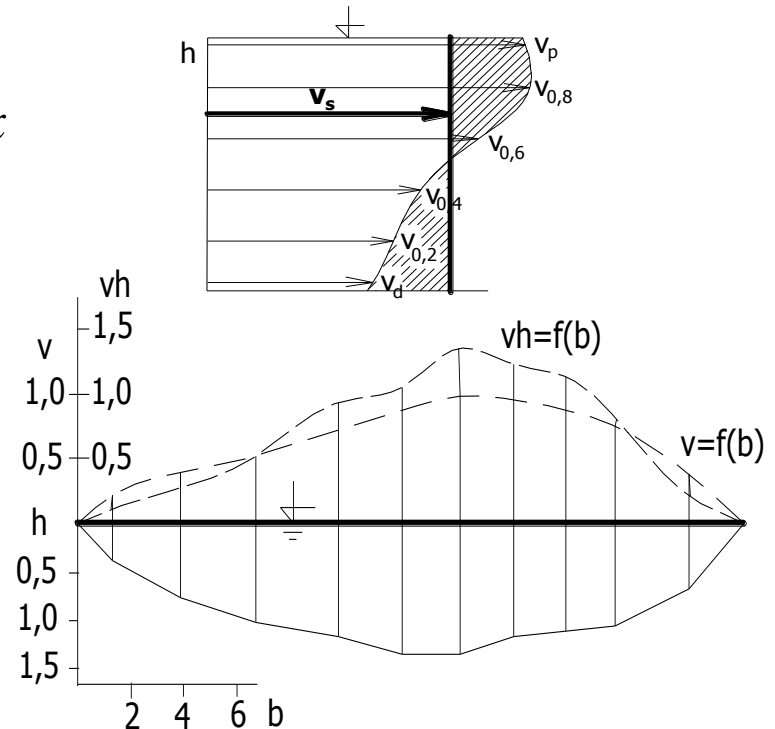
- grafické
 - integrace hloubka – rychlost (Harlacherova metoda)
 - metoda integrace rychlostního pole (Culmanova metoda)
- aritmetické
 - metoda mezisvislicových pásů
 - metoda svislicových pásů
 - metoda nezávislé svislice (pro neustálené proudění; viz norma)
 - metoda mezisvislicových pásů pro specifický průtok (nenormovaná)

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 8 – Výpočet průtoku – grafické metody

– Harlacherova metoda

- založena na vztahu $Q = \int_0^B q dx = \int_0^B v h dx$
- určí se střední svislicové rychlosti (nejlépe graficky – viz obr.)
- graficky se vynesou (ve vhodných měřítkách) tvar koryta a křivka $v_s=f(b)$; body koryta se spojují přímkami, body křivky rychlostí se spojí plynulou křivkou od ruky
- vypočtou a vynesou se součiny $v_s h$ (ve vodném měřítku) a spojí se plynulou křivkou od ruky (tento krok se původně prováděl grafickou konstrukcí)
- plocha pod křivkou dává (v příslušném měřítku) průtok daným profilem
- pokud byly některé svislice použity jen pro stanovení hloubky, lze křivku $v_s h=f(b)$ zahustit - z křivky $v=f(b)$ odečteme rychlost, z profilu hloubku

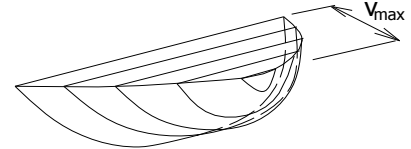


Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

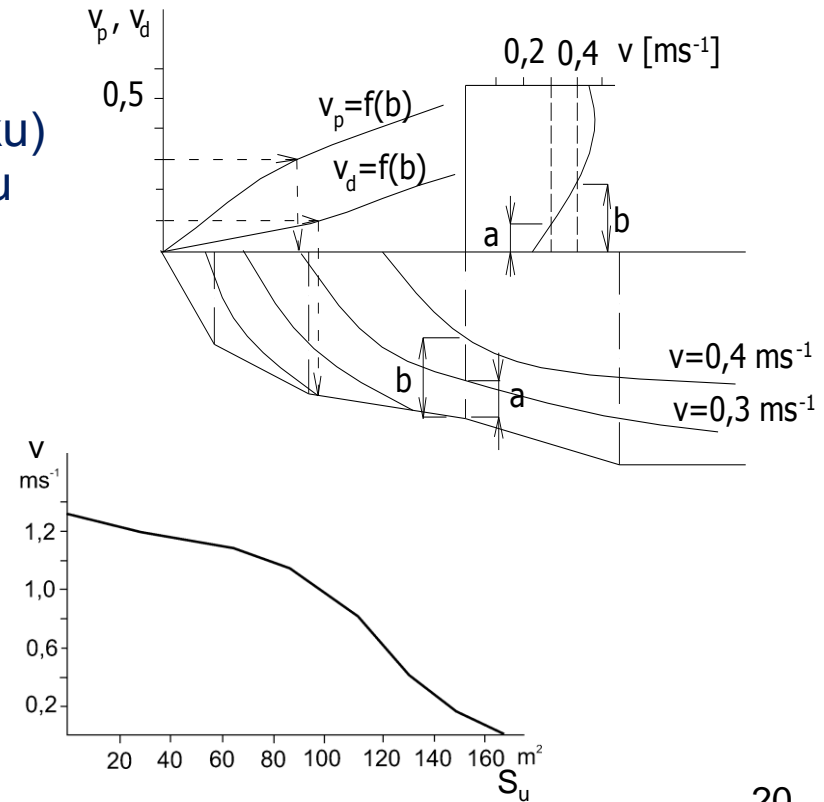
čl. 8 – Výpočet průtoku – grafické metody

– Culmanova metoda

- založena na vztahu $Q = \int_{u=0}^{u=v_{\max}} S_u du$ → průtokové těleso



- graficky se vynese (ve vhodných měřítkách) tvar koryta a zkonstruuje se izotachy (postup zřejmý z obrázku)
- určí se plochy S_{ui} omezené hladinou a jednotlivými izotachami (planimetrováním, digitálně, ...)
- vynese se křivka závislosti velikosti plochy a rychlosti (viz obr.)
- plocha pod touto křivkou odpovídá (v daném měřítku) průtoku
- velmi pracná, prakticky se nepoužívá



Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 8 – Výpočet průtoku – aritmetické metody

– Metoda mezisvislicových pásů

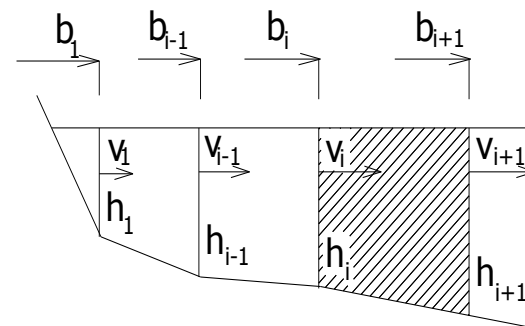
- průtočný profil je měrnými svislicemi rozdělen na řadu pásů; každý pás je ohraničen dvěma sousedními svislicemi (viz obr.)
- dílčí průtok v každém tomto pásu určíme jako

$$q_i = \frac{v_i + v_{i+1}}{2} \frac{h_i + h_{i+1}}{2} (b_{i+1} - b_i)$$

(lichoběžníkové pravidlo)

- pokud jsou hloubka a rychlost u břehu nulové, určíme dílčí průtok z výše uvedené rovnice; pokud ne, postupujeme podle pozn. 2 čl. 7.1.5.2 normy
- celkový průtok získáme sumací všech dílčích průtoků

$$Q = \sum q_i$$



Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 8 – Výpočet průtoku – aritmetické metody

– Metoda svislicových pásů

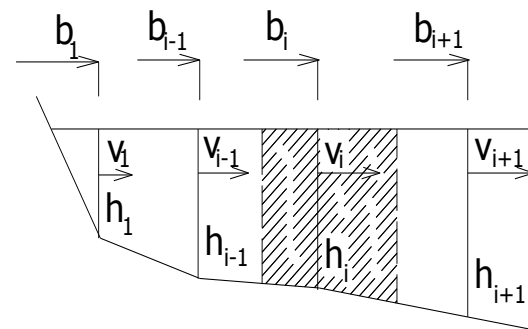
- průtočný profil je měrnými svislicemi rozdělen na řadu pásů; každý pás je ohraničen dvěma sousedními svislicemi (viz obr.)
- dílčí průtok v každém tomto pásu určíme jako

$$q_i = v_i h_i \frac{b_{i+1} - b_{i-1}}{2}$$

(obdélníkové pravidlo)

- části profilu mezi břehem a první svislicí a mezi poslední svislicí a břehem se zanedbávají – proto mají být krajní svislice co nejbližše břehům
- celkový průtok získáme sumací všech dílčích průtoků

$$Q = \sum q_i$$

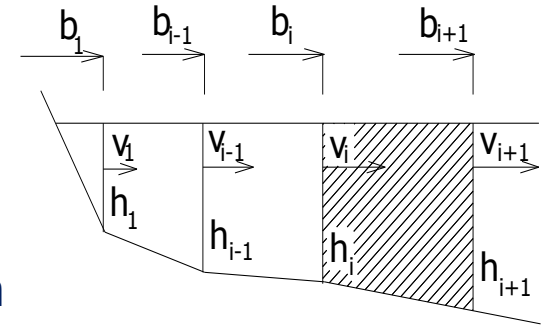


Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 8 – Výpočet průtoku – aritmetické metody

– Modifikovaná metoda mezisvislicových pásů

- průtočný profil je měrnými svislicemi rozdělen na řadu pásů; každý pás je ohraničen dvěma sousedními svislicemi (viz obr.)
- pro výpočet průtoku v dílčím pásu se berou přímo specifické průtoky $q_i = v_i h_i$ ve svislicích



$$q_i = \frac{v_i h_i + v_{i+1} h_{i+1}}{2} (b_{i+1} - b_i)$$

- pro první (a analogicky i pro poslední) svislici platí $q_1 = \frac{1}{3} v_1 h_1 (b_1 - b_0)$
- celkový průtok získáme sumací všech dílčích průtoků

$$Q = \sum q_i$$

- není obsažena v normě

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 8 – Výpočet průtoku – aritmetické metody

– Zhodnocení metod (komentář autora)

- Harlacherova metoda:
při vhodném měřítku velmi přesná, standardně se používá i pro kalibraci jiných výpočetních metod, použitelná při libovolném rozmístění měrných svislic; žádoucí použít nejméně pětibodovou metodu a svislicovou rychlost vyhodnotit graficky
- Culmannova metoda:
pracná, téměř se nepoužívá
- metoda mezisvislicových pásů:
v zásadě lichoběžníkové pravidlo – vhodná i pro nepravidelné koryto a nerovnoměrně rozmístěné svislice
- metoda svislicových pásů :
v zásadě obdélníkové pravidlo – vhodná pro pravidelné koryto a pravidelně rozmístěné svislice, výpočet poněkud jednodušší
- modifikovaná metoda mezisvislicových pásů:
jako metoda mezisvislicových pásů; není uvedena v normě

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 8 – Přiřazení průtoku při kolísajícím stavu vody

- pokud změna stavu během měření < 5% průměrné hloubky nebo 0,05 m (co je menší), bere se průměrná hodnota stavu
- pokud ne, reprezentativní průměrný vodní stav se určí jako

$$\bar{H} = \frac{\sum q_i H_i}{Q}$$

kde q_i je (specifický) průtok v i -té svislici a H_i je vodní stav při měření v i -té svislici, H je průměrný vodní stav (nad nulovou rovinou vodočtu)

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 9 – Nejistoty měření průtoku

bohužel v současně platné ČSN EN ISO 748 z r. 2007 založené na ISO 748:2007 je tato kapitola zpracována poněkud hůř než ve staré verzi ČSN EN ISO 748 z r. 2001 založené na ISO 748:1997

- Každé měření → chyby:
 - hrubé
 - systematické
 - náhodné
- chyby obvykle neznáme → nejistota
- výsledek každého měření se vyjadřuje jako:
nejlepší nestranný odhad \pm nejistota měření

nejistota měření se standardně udává jako tzv. rozšířená nejistota, která má konfidenční úroveň 95% (koeficient rozšíření $k = 2$, takže $u_{Q,95\%} = 2u_Q$)

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 9 – Nejistoty měření průtoku

– Nejistoty při měření průtoku:

Náhodné nejistoty:

- nejistota měření šířky (vzdálenosti jednotlivých svislic) u_{bi}
- nejistota měření hloubky jednotlivých svislic u_{hi}
- nejistota určení střední svislicové rychlosti u_{vi} , která se skládá z
 - nejistoty způsobené měřením v omezeném počtu bodů u_{pi}
 - nejistoty kalibrace vrtule u_{ci}
 - nejistoty dané omezenou dobou měření u_{ei}
- nejistota způsobená omezeným počtem m svislic u_m

Systematické nejistoty:

- systematická nejistota měření šířky u_{bs}
- systematická nejistota měření hloubky u_{hs}
- systematická nejistota vrtule u_{cs}

- Odhad nejistot – pokud nejsou stanoveny přesněji na základě měření/zkušeností z měření → příloha E normy

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 9 – Nejistoty měření průtoků

– Výpočet nejistoty určení průtoků:

Náhodná nejistota:

$$u_{Q,n}^2 = u_m^2 + \frac{\sum_{i=1}^m \overbrace{(b_i h_i v_i)^2}^{q_i} (u_{b,i}^2 + u_{h,i}^2 + u_{v,i}^2)}{\left(\sum_{i=1}^m b_i h_i v_i \right)^2}$$

$$\text{kde } u_{v,i}^2 = u_{p,i}^2 + \frac{1}{n_i} (u_{c,i}^2 + u_{e,i}^2)$$

nejistota u_e (daná omezenou dobou měření) se uvažuje jako součet těchto nejistot v jednotlivých bodech svislice,

$$u_{e,i} = \sqrt{\sum_{j=1}^n u_j^2}$$

Systematická nejistota: $u_{Q,s}^2 = u_{cs}^2 + u_{bs}^2 + u_{hs}^2$

Celková nejistota: $u_Q = \sqrt{u_{Q,n}^2 + u_{Q,s}^2}$

Měření průtoků (ČSN EN ISO 748)

čl. 9 – Nejistoty měření průtoku

– Výpočet nejistoty určení průtoku:

Pokud jsou si pásy průtoků ($b_i h_i v_i$) zhruba rovny a složky nejistot jsou rovnocenné od svislice ke svislici, lze předchozí rovnici zjednodušit na tvar

$$u_Q = \sqrt{u_m^2 + u_{Q,s}^2 + \frac{1}{m} \left[u_b^2 + u_h^2 + u_p^2 + \frac{1}{n} (u_c^2 + u_e^2) \right]}$$

m – počet svislic, n – počet bodů na svislici

Měření průtoků

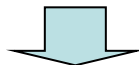
Praktické provedení (často poněkud odlišné od požadavků normy)

- Praktické provedení vychází zpravidla z požadavků na přesnost měření a dostupného času
- Počet a rozmístění svislic se volí podle charakteru profilu a proudění v něm
- Měrné body ve svislici u dna, u hladiny a v dolní polovině profilu, případně i jinde dle potřeby
- V případě použití programu HYDROS nesmí být stěna koryta svislá (ani když ve skutečnosti je)
- Zpracování programem
 - HYDROS (prof. Starý)
 - HYDRO-11 (fa Hydrometrics)
 - při použití HYDROSu by se měla dopočítat nejistota, HYDRO-11 ji počítá

Měření průtoků

Bezpečnost práce

- Hydrometrická měření patří mezi činnosti se zvýšenými riziky (včetně hygienických – měření ve stokách, za povodní, ...)



- Nikdy nepracovat sám, min. ve dvojčlenné skupině
- Řádně využívat ochranné prostředky a pomůcky:
 - pracovní oděv a gumové holínky (nízké – prdelačky – prsačky podle hloubky vody), plovací vesta
 - ve znečištěných vodách gumové rukavice
 - při práci s lany pracovní rukavice
 - v nízkých prostorách a na staveništích helma
 - dodržovat zásady hygieny
- Nejvyšší opatrnost při pohybu v korytě toku, sondovat dno před sebou
- Nepracovat broděním na hraně stupně, za ledochodu a povodně pokud je unášeno spláví. Nepracovat za bouřky, ale vyhledat úkryt.

Měření průtoků

Bezpečnost práce - pokračování

- Při měření z mostů pokud zařízení sahá do vozovky
 - výstražná značka nebo signalizace
 - reflexní vesty
- Při měření z plavidla
 - vždy nejméně 2 pracovníci na plavidle (plovací vesty), další na břehu
 - řádné vybavení plavidla – záchranný kruh na laně, 2 vesla
 - měření se provádí vsedě nebo vkleče, nikdy ve stoje
 - motorové plavidlo smí obsluhovat jen oprávněná osoba, nutno dodržovat plavební předpisy
 - měření na splavných tocích dojednat s SPS
- Při měření s vrtulí na laně se závažím
 - nestát v rovině lana (nebezpečí při přetržení)
 - pokud klika navijáku vyklouzne, nechat vrtuli dosednout na dno, nikdy se nesnažit kliku zachytit

atd.

Doporučená literatura

- ★ Herschy, R.W.: Streamflow Measurement. 2nd ed. E&FN Spon 1995
- Kříž, V. a kol.: Hydrometrie. SPN Praha 1988
- Rantz, S.E. et al: Measurement and Computation of Streamflow
 - Vol. 1 – Measurement of Stage and Discharge;
 - Vol. 2 – Computation of Discharge
- USGS Water Supply Paper 2175. USGS, Washington D.C. 1982
- Water Measurement Manual.
 - A Water Resources Technical Publication. USBR, Denver CO 2001
- WMO: Manual on Stream Gauging.
 - Vol. I – Fieldwork; Vol. II – Computation of Discharge
- WMO No 1044, Geneva 2010
- Yobbi, D.K., Yorke, T.H. and Mycyk, R.T.: A Guide to Safe Field Operations.
 - USGS Open-File Report 95-777. Tallahassee FL 1996
- ★ ČSN EN ISO 748 Hydrometrie – Měření průtoku kapalin v otevřených korytech použitím vodoměrných vrtulí a plováků. ČNI 2008
- ČSN ISO 2537 Měření průtoků kapalin v otevřených korytech – Vodoměrné vrtule s rotačním prvkem. ČNI 1993
- ★ firemní literatura fy Ott (prospekty, návody)
 - modré písmo – dostupné on-line na internetu

Ing. Daniel Mattas, CSc.

Hydrometrické vrtule a měření s nimi (ČSN EN ISO 748 aj.)