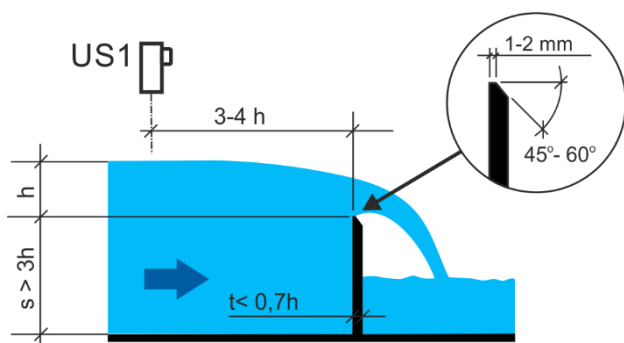
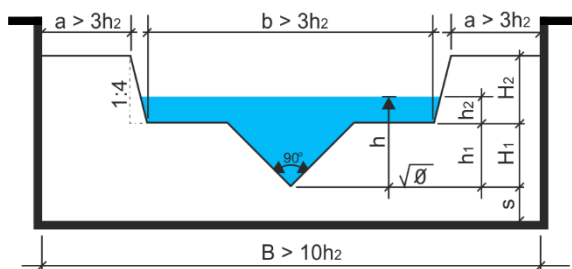


PRŮTOKOMĚŘ Q2 – ZÁKLADNÍ ZPŮSOBY MĚŘENÍ PRŮTOKU



Výpočet okamžitého průtoku z přednastavených konzumpčních rovnic všech běžných typů měrných žlabů a přelivů nebo z rychlosti proudění a průřezu

Vstupy pro ultrazvukové, radarové nebo tenzometrické snímače hladiny

Záznam okamžitých průtoků i proteklých objemů a jejich automatické předávání na server v internetu

Čtyři nezávislé průtokoměry v jednotce Q2

Průtokoměr Q2

základní způsoby měření průtoku

Záznamová a řídicí jednotka průtokoměru Q2 umožňuje současné měření až čtyř na sobě nezávislých okamžitých průtoků a jim odpovídajících proteklých objemů. Okamžitý průtok může být jednotkou Q2 měřen jak v otevřených profilech (otevřené koryto, stoka, nátok nebo odtok ČOV, potok, řeka), tak v uzavřených potrubních systémech pomocí rychlostního senzoru a tenzometrického snímače zaplnění.

1.1. Pracovní režim Vzdouvací objekt

Při měření průtoku v otevřeném profilu se vždy vychází z výšky hladiny vody měřené před instalovaným měrným žlabem nebo měrným přelivem (vzdouvacím objektem). Výška hladiny se obvykle měří tenzometrickým, ultrazvukovým nebo radarovým snímačem a jednotka Q2 umožňuje připojit všechny typy těchto snímačů.

Výsledný okamžitý průtok a následně také dílčí nebo celkový proteklý se poté v jednotce Q2 průběžně počítá pomocí konzumpční rovnice, která vyjadřuje závislost mezi měřenou výškou hladiny před vzdouvajícím objektem (měrným žlabem nebo měrným přelivem) a okamžitým průtokem. Namísto konzumpční rovnice jednotka Q2 umožňuje i tabulkově zadanou závislost obou těchto veličin.

**Složený
měrný přeliv
vhodný pro široký
rozsah průtoku**



Vedle obecných konzumpčních rovnic pro jednoduché nebo složené měrné žlaby/přelivy jsou v jednotce Q2 přednastaveny i výpočtové koeficienty konzumpčních rovnic všech nejčastěji používaným měrných žlabů a přelivů.

Při instalaci přístroje tak stačí jen vybrat vhodnou konzumpční rovnici podle typu použitého žlabu/přelivu a nastavit použitý snímač hladiny tak, aby měřená výška odpovídala výšce hladiny vztažené k referenční nule měrného žlabu/přelivu. Pro rychlé nastavení správné hladiny obsahuje jednotka Q2 jednoduchou kalibrační proceduru hladinové sondy.

**Parshallův žlab P3
osazený snímačem
hladiny US1200
na držáku DUP3**



1.2. Pracovní režimy Plocha-rychlost, KDO a DVP

Pro měření průtoků se v poslední době stále častěji používá metoda založená na součinu měřené rychlosti proudění vody v daném profilu a plochy tohoto profilu vyplněného protékající vodou. Velkou výhodou tohoto způsobu měření je to, že není potřeba stavět do cesty proudící vodě žádný vzdouvací objekt (žlab nebo přeliv), který často způsobuje usazování nečistot a sedimentů před tímto objektem nebo vzdouvací objekt nelze použít z důvodu výškových podmínek měřeného vodního toku.

Průtokoměr Q2/KDO s rozšířeným programovým vybavením umožňuje měření okamžitého průtoku i proteklého objemu třemi pracovními režimy podle typu použité rychlostní sondy:

Plocha-rychlost (metoda předpokládá použití sofistikované rychlostní sondy s přímým výstupem rychlosti vody bez nutnosti dalších teplotních nebo jiných korekcí).

KDO (metoda používá rychlostní sondu od německé společnosti NIVUS)

DVP (metoda používá rychlostní sondu od francouzské společnosti HYDREKA)

Nevýhodou výše uvedených metod využívajících rychlostní čidlo je obvykle vyšší pořizovací cena takového průtokoměru zahrnující i odbornou instalaci čidla a správné nastavení jeho parametrů. Určitým omezením může někdy být i to, že jednotka Q2/KDO dovoluje připojení pouze jednoho rychlostního čidla, a tedy i nastavení parametrů pouze jednoho průtokoměru.

1.3. Podrobný manuál Průtokoměru Q2

Celkovému nastavení všech parametrů přístroje Q2, od nastavení vhodných podmínek napájení a četnosti měření až po zobrazovací a komunikační parametry, se věnuje **Uživatelská příručka Q2**, která je volně ke stažení na stránkách výrobce:

Manuál Q2 (fiedler.company)



Parametry měřících kanálů jednotky Q2

Při nastavování parametrů jednotky Q2 pro měření okamžitého průtoku a proteklého objemu se nejprve nastaví parametr *Měřená veličina* na hodnotu Průtok a dále se parametr *Měřicí metoda* nastaví na Průtokoměr. Obě volby se se vyberou z přednastaveného seznamu možných parametrů. Poté je potřeba nastavit parametr *Vstup* na číslo požadovaného modulu průtokoměru v rozsahu 1 až 4.

Vysvětlení a podrobný popis těchto parametrů obsahuje výše uvedená Uživatelská příručka. Jednotka Q2/KDO obsahuje pouze jeden programový modul pro měření průtoku, a proto u tohoto typu přístroje musí být parametr *Vstup*=1.

1.4. Brožura s popisem parametrů modulu Průtokoměr

Na rozdíl od podrobné uživatelské příručky jsou pro přehlednost a lepší názornost v této zkrácené brožuře uvedeny jen parametry potřebné pro správné nastavení programových modulů Průtokoměr 1. až 4.

V následujícím přehledu jsou uvedeny parametry pro nastavení jednoho programového modulu Průtokoměr. U jednotky Q2 jsou takovéto programové moduly celkem 4 a proto může jednotka Q2 měřit a zaznamenávat až čtyři na sobě nezávislé okamžité průtoky a jim odpovídající proteklé objemy. Ty jsou archivovány v rozlišení na denní, měsíční a roční sumy a celkový proteklý objem od instalace jednotky.

1-1 Parametry modulu Průtokoměr

1-1-1 Režim průtokoměru

Výběr způsobu měření okamžitého průtoku jedním ze čtyř nabízených režimů 1-2 až 1-5.

1-1 Vypnuto

Vybraný průtokoměr (1. až 4.) bude vypnutý.

1-2 Vzdouvací objekt

Výpočet okamžitého průtoku pomocí konsumpční rovnice z výšky hladiny vody měřené v měrném přelivu nebo žlabu. Metoda obsahuje předdefinované konsumpční rovnice pro nejčastěji používané Parshallovy a Venturiho měrné žlaby a některé měrné přelivy.

1-3 Plocha – rychlost

Výpočet průtoku jako součin průřezové plochy a průřezové rychlosti proudění.

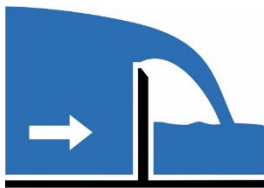
1-4 KDO

Výpočet okamžitého průtoku pomocí rychlostní sondy a snímače hladiny v definovaném otevřeném nebo potrubním profilu. Tento režim je funkční pouze u průtokoměru Q2/KDO a i v tomto přístroji lze nastavit maximálně jeden průtokoměr v režimu KDO.

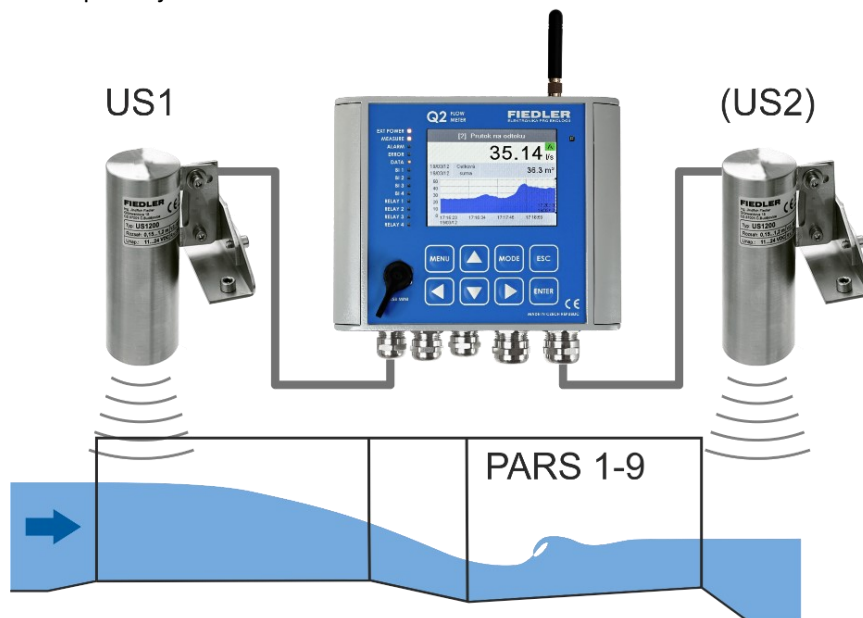
1-5 DVP

Výpočet průtoku jako součin průřezové plochy a průřezové rychlosti proudění měřené DVP sondou.

1-2 Vzduovací objekt



V režimu průtokoměru *Vzdouvací objekt* se provádí výpočet okamžitého průtoku na podkladě Q/h křivky (závislost mezi výškou hladiny a okamžitým průtokem). Tu je možné do jednotky Q2 zadat pomocí tabulky hodnot s až 50 řádky, jednou z pěti konsumpčních rovnic nebo výběrem typizovaného konkrétního vzdouvacího objektu z nabízeného seznamu obsaženého v přístroji.



1-1 Kanál hladiny

Nastavení čísla analogového kanálu, který měří výšku hladiny v měrném profilu (ultrazvukový snímač hladiny US1 na vedlejším obrázku).

Kromě ultrazvukového snímače hladiny se rovněž často používá ponorný tenzometrický snímač hladiny s měřicím rozsahem přizpůsobeným výšce měrného žlabu/přelivu.

1-2 Korekční kanál

Měření druhé hladiny za měrným profilem (ultrazvukový snímač US2) může eliminovat chybu měření průtoku způsobenou zpětným vzduťm na odtoku z měrného profilu (například při povodních nebo po zanesení odtokového koryta nečistotami) dle ČSN ISO 9826. Ve velké většině instalací není potřeba korekční kanál měřit ani nastavovat. V takovém případě musí být parametr „Korekční kanál“ = 0. Pro správnou funkci korekce průtoku při nedokonalém přepadu je nutné zadat také koeficienty C1 až C3 (viz popis těchto parametrů v dalším textu).

1-3 Typ vzdouvacího objektu

Volba typu konsumpční rovnice, tabulky $Q=f(H)$ nebo předdefinovaného jednoduchého i složeného měrného žlabu/přelivu.

1 Tabulka

Nastavení závislosti mezi hladinou a okamžitým průtokem tabulkovou závislostí o 50 řádcích. Tabulku je možná zadat pouze pomocí programu Most4. Hladina i průtok se nastavují ve vybraných měrných jednotkách jako číslo s plovoucí desetinnou čárkou.

2 Volitelný 1

Okamžitý průtok bude průběžně počítán konsumpční rovnicí ve tvaru:

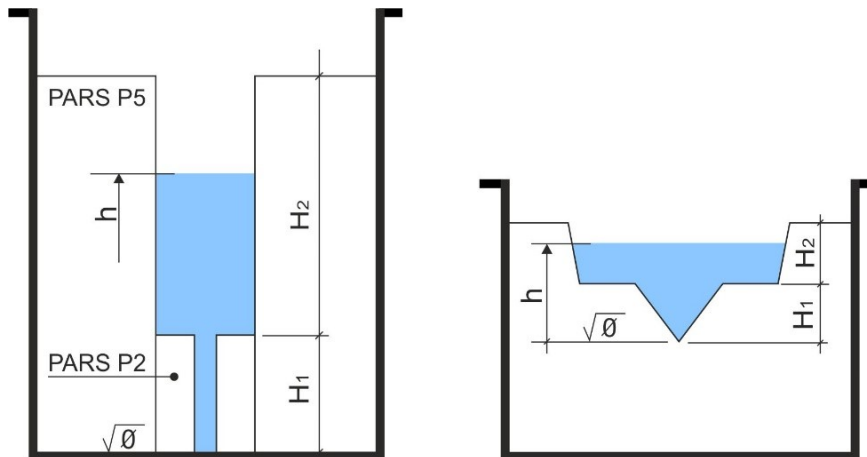
$$Q = A1 \cdot (h + A3)^{A2} \quad [m^3/s, m]$$

Jedná se o nejčastěji používanou rovnici $Q=f(H)$ pro neskládané měrné žlabu a přelivy. Podlé této konsumpční rovnice je počítán průtok u všech předdefinovaných měrných objektů uvedených v tomto seznamu typů vzdouvacích objektů.

3 Volitelný 1+2

Volba pro dva složené měrné žlaby nebo přelivy.

Průtok se načítá až do zaplnění dolního měrného objektu o výšce H_1 podle konsumpční rovnice uvedené v předchozím bodě (koeficienty A_1, A_2, A_3). Po zaplnění dolního měrného se celkový průtok složeného měrného objektu bude navyšovat o průtok měřený horním měrným objektem (koeficienty A_4, A_5, A_6).



Příklady dvou kombinovaných měrných objektů. První obrázek znázorňuje Parsha-lův žlab P2 zabudovaný do většího žlabu P5. Druhý obrázek představuje Cipolettiho přeliv kombinovaný s rovnostranným trojúhelníkovým přelivem.

Konsumpční rovnici takového složeného měrného objektu má tvar:

$$Q = (A_1 \cdot (h + A_3)^{A_2}) + A_4 \cdot (h - H_1 + A_6)^{A_5} \quad [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}]$$

Koeficienty A_1 až A_6 a H_1 se zadávají v podmenu Koeficienty. Pokud je hladina menší jak H_1 , bere se koeficient A_4 nulový.

4 Volitelná 1+2+3

Volba pro tři složené měrné žlaby nebo přelivy.

Okamžitý průtok bude průběžně počítán konsumpční rovnicí ve tvaru:

$$Q = (A_1 \cdot (h + A_3)^{A_2}) + (A_4 \cdot (h - H_1 + A_6)^{A_5}) + (A_7 \cdot (h - H_2 + A_9)^{A_8}) \quad [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}]$$

Koeficienty A_1 až A_9 , H_1 a H_2 se zadávají v podmenu Koeficienty. Pokud je hladina h menší jak H_1 , bere se koeficient A_4 a A_7 nulový. Pokud je hladina h menší jak H_2 , bere se koeficient A_7 nulový.

5 Volitelný 1|2

Postupné přepínání dvou křivek podle parametru Hladina H_1 .

Okamžitý průtok bude průběžně počítán konsumpčními rovnicemi ve tvaru:

$$\text{pro } H_{\min} < h < H_1: \quad Q = A_1 \cdot (h + A_3)^{A_2} \quad [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}]$$

$$\text{pro } h > H_1: \quad Q = A_4 \cdot (h + A_6)^{A_5} \quad [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}]$$

6 Volitelný 1|2|3

Postupné přepínání tří křivek podle parametru Hladina H_1 a Hladina H_2 .

Okamžitý průtok bude průběžně počítán konsumpční rovnicí ve tvaru:

$$\text{pro } H_{\min} < h < H_1: \quad Q = A_1 \cdot (h + A_3)^{A_2} \quad [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}]$$

$$\text{pro } H_1 < h < H_2: \quad Q = A_4 \cdot (h + A_6)^{A_5} \quad [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}]$$

$$\text{pro } h > H_2: \quad Q = A_7 \cdot (h + A_9)^{A_8} \quad [\text{m}^3/\text{s}, \text{m}]$$

Koeficienty A_1 až A_9 , H_1 a H_2 se zadávají v podmenu Koeficienty.

Následující seznam předdefinovaných standardizovaných měrných žlabů a přelivů obsahuje přednastavené koeficienty A_1, A_2 a A_3 .



PARSHALLOVY MĚRNÉ ŽLABY

Měrný Parshallův žlab se řadí mezi žlaby s dlouhým hrdlem a používá se především na lokalitách s vyrovnaným rozsahem průtoků. Při větším rozsahu průtoků je vhodné použít kombinované Parshallovy žlaby.

Výhodou tohoto měrného žlabu je skutečnost, že přepadová hloubka (výška hladiny) se měří v zužujícím se profilu, kde dochází ke zvýšení rychlosti a proudnice jsou stabilnější. Případné sedimentující látky se ukládají na dno koryta ještě před měrným žlabem, a proto tento způsob měření nebývá choulostivý na sedimentaci a při zvýšených průtocích se nerozpuštěné látky odplaví za Parshallův žlab.

Pomocí následující volby 7 až 15 se automaticky nastavují koeficienty A1, A2 konsumpční rovnice podle velikosti Parshallova žlabu P1 až P9.

7	PARS P1	10	PARS P4	13	PARS P7
8	PARS P2	11	PARS P5	14	PARS P8
9	PARS P3	12	PARS P6	15	PARS P9

Konsumpční rovnice Parshallova žlabu:

$$Q=A1 \cdot h^{A2} [m^3/s; m]$$

Přednastavení koeficienty A1 a A2 jsou určeny pro ultrazvukový snímač hladiny umístěný ve středu žlabu ve směru toku **ve vzdálenosti B'** od začátku hrdla žlabu (viz. obr. na následující straně). V tomto místě je ještě minimální pokles hladiny a odražený ultrazvukový signál se tak správně vrací ke snímači.

Pro snadnou a rychlou instalaci ultrazvukového snímače je možné spolu se snímačem objednat i jeho držák DUP1 až DUP9 přizpůsobený rozměrům Parshallova žlabu a technickým požadavkům ultrazvukového snímače (měřicí rozsah snímače, velikost mrtvého pásma, vyzařovací úhel).

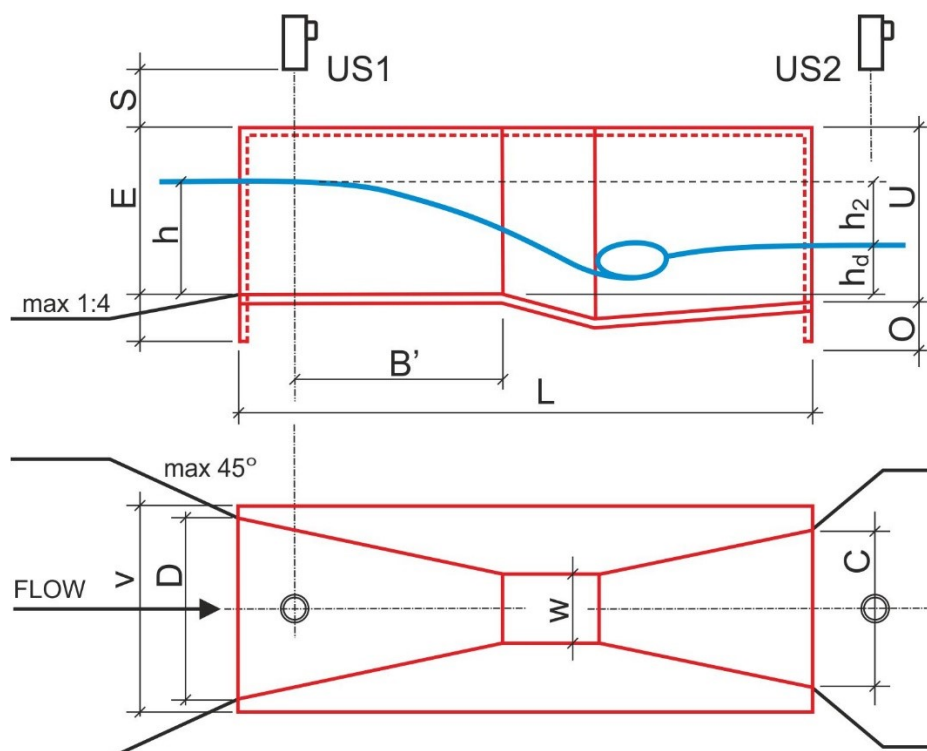
**Držák DUP3
s ultrazvukovou
sondou US1200
uzpůsobený pro
Parshallův žlab P3**



**Parshallův žlab P1
instalovaný ve dně
měrné šachty**



Parshallovy měrné žlaby P1-P9:



Rozměrová tabulka P1-P9:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Q_{min} [l/s]	0,26	0,52	0,78	1,52	2,25	2,91	4,40	5,80	8,70
Q_{max} [l/s]	6,22	15,1	54,6	168	368	598	898	1211	1841
h_d / h [-]		0,5		0,6			0,7		
W [mm]	24,4	50,8	76,2	152,4	228,6	304,8	457	610	914
B' [mm]	300	340	390	530	725	1200	1300	1350	1500
C [mm]	92,9	135	178	394	381	610	762	9144	1219
D [mm]	168	214	259	397	575	845	1026	1207	1572
E [mm]	230	264	467	620	800	925	925	925	925
L [mm]	635	775	915	1524	1626	2867	2943	3019	3169
U [mm]	248	286	492	696	876	1001	1001	1001	1001
V [mm]	307	354	399	540	800	1000	1200	1400	1800
O [mm]	46	64	82	191	191	176	176	176	176
S [mm]	180	180	180	200	200	200	220	250	250
m [kg]	9	10,6	19,1	49	81	146	183	231	252
Držák US	DUP1	DUP2	DUP3	DUP4	DUP5	DUP6	DUP7	DUP8	DUP9

Legenda k obrázku a k tabulce:

US1	Ultrazukový snímač hladiny vstupující do ACH: Kanál hladiny
US2	Ultrazukový snímač hladiny vstupující do ACH: Korekční kanál
Q_{min}	minimální měřitelný průtok [l/s]
Q_{max}	maximální měřitelný průtok [l/s]
h	hloubka vody ve vzdálenosti B' před hrdlem [mm]
h_d	hloubka vody za žlabem (k niveletě dna přední části žlabu) [mm]
h_d / h	maximální poměr zatopení spodní vodou [-]



**Venturiho měrné
žlaby:**

**Rozměrová tabulka
MVŽ10 – MVŽ40:**

**Legenda k obrázku
a k tabulce**

MĚRNÉ VENTURIHO ŽLABY

Venturiho žlaby se řadí mezi žlaby bez hrdla, u kterých je chování proudnice méně stabilní než u žlabů s hrdlem. Měření výšky hladiny na přelivu se umísťuje do větší vzdálenosti před žlab – obvykle do vzdálenosti $3 \cdot h$ (trojnásobek přepadové hloubky). V zásadě Venturiho žlaby vyžadují delší uklidňovací a přechodové délky než žlaby Parshallovy.

Pomocí následující volby 16 až 20 se automaticky nastavují koeficienty A1, A2 konsumpční rovnice podle velikosti Venturiho žlabu od MVŽ10 až po MVŽ40. Číslo v názvu měrného žlabu vyjadřuje jeho šířku v nejužším místě žlabu vyjádřenou v cm.

16 MVŽ10

17 MVŽ15

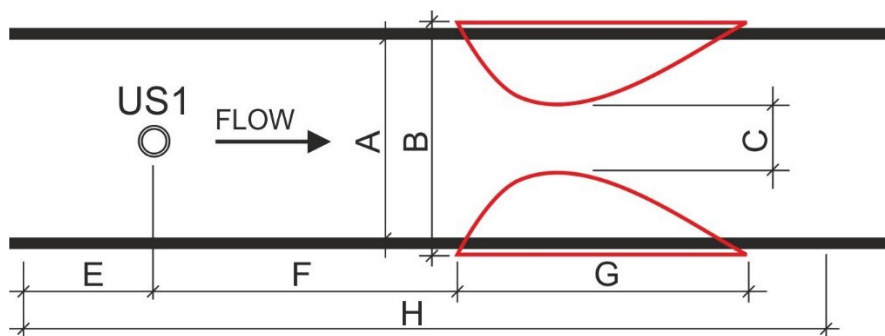
18 MVŽ20

19 MVŽ30

20 MVŽ40

Konsumpční rovnice Venturiho žlabu: $Q = A1 \cdot h^{A2} [m^3/s; m]$

Přednastavení koeficienty A1 a A2 jsou určeny pro ultrazvukový snímač hladiny umístěný ve středu žlabu ve směru toku ve vzdálenosti trojnásobku maximální možné výšky hladiny ve žlabu. Vzdálenost snímače od hrdla by tak měla být v rozsahu od 1,5 m do 5 m.



Rozměry typizovaného měrného Venturiho žlabu.

	MVŽ10	MVŽ15	MVŽ20	MVŽ30	MVŽ40
Q_{max} [l/s]	32	75	190	430	530
A [mm]	300	400	600	800	1000
B [mm]	410	510	700	900	1120
C [mm]	100	150	200	300	400
E [mm]	2000	2000	2000	2000	3600
F [mm]	1000	1000	1600	1600	2200
G [mm]	900	1080	1605	1935	3755
H [mm]	5300	5300	7800	8100	11000
A1 [-]	0,23034	0,32319	0,42165	0,61394	0,75986
A2 [-]	1,61639	1,58694	1,56049	1,54407	1,54739

- US1** Ultrazvukový snímač hladiny vstupující do ACH: Kanál hladiny
- Q_{max}** Maximální měřitelný průtok [l/s]
- A, B** Šířka nátokového koryta a stavební šířka Venturiho měrného žlabu [mm]
- F** Doporučená vzdálenost ultrazvukového snímače před žlabem [mm]
- E** Minimální uklidňující délka koryta před bodem měření [mm]
- H** Celková minimálně požadovaná délka koryta pro umístění MVŽxx [mm]
- A1, A2** Přednastavené koeficienty konsumpční rovnice [-]



MĚRNÉ PŘELIVY S TROJÚHELNÍKOVÝM PRŮŘEZEM

Ostrohranné trojúhelníkové měrné přelivy se v praxi často používají pro svoji jednoduchost a nízké pořizovací náklady. Obvykle se zhotovují z nerezového plechu a jejich hrana by neměla být širší než 1-2 mm, aby bylo jasné definováno místo odtržení přepadového paprsku.

Přelivy tohoto typu se používají především na lokalitách s velkým rozsahem průtoků. S lineárně rostoucí přepadovou výškou roste kvadraticky průtočná plocha. Přeliv je proto zvýšeně citlivý na správné nastavení výšky měřené hladiny. Chyba v nastavení se projevuje při výpočtu průtoku s mocninou $n = 2,5$. Při přesném měření přepadové výšky hladiny se trojúhelníkový přeliv řadí mezi nejpresnější průtokoměry.

Pomocí následující volby až se automaticky nastavují koeficienty A1, A2 konsumpční rovnice podle typu měrného přepadu od MTP90° až po MTP30°. Číslo v názvu měrného žlabu vyjadřuje úhel rovnoramenného trojúhelníku.

21 MTP 90°

22 MTP 60°

23 MTP 45°

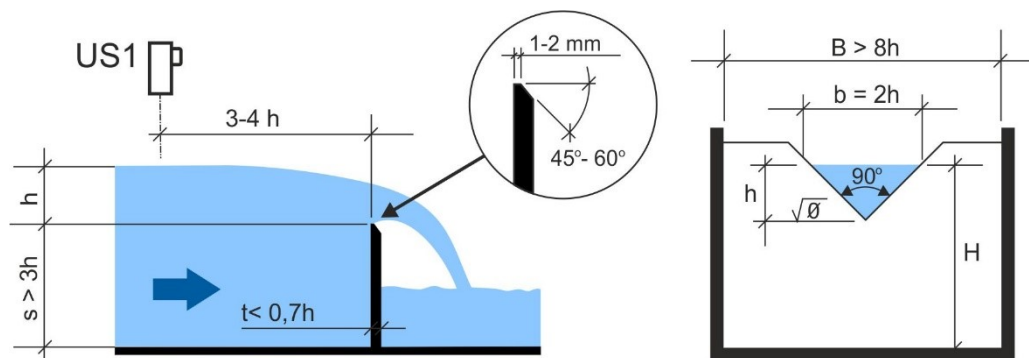
24 MTP 30°

25 Thomson 90°

Výpočtová rovnice měrného trojúhelníkového přelivu: $Q = A1 \cdot h^{A2}$ [m³/s; m]

Konsumpční rovnice platí za předpokladu, že: $0,05 < h < 0,55$ m; $S > 3h$; $B > 8h$

Thomsonův přeliv:



Přelivy s úhlem menším než 90° se používají pro přesné měření menších průtoků.

	MTP90	MTP60	MTP45	MTP30	MTP20
Q_{max} [l/s]	240	139	100	65	42,6
Úhel α	90°	60°	45°	30°	20°
A1 [-]	1,3310	0,7701	0,5533	0,3585	0,2363
A2 [-]	2,47	2,47	2,47	2,47	2,47

Legenda k obrázku a k tabulce:

US1 Ultrazvukový snímač hladiny vstupující do ACH: Kanál hladiny

Q_{max} Maximální okamžitý průtok pro $H = 0,5$ m [l/s]

h Změřená výška hladiny od vrcholu trojúhelníku [mm]

A1, A2 Přednastavené koeficienty konsumpční rovnice [-]

Libovolný vrcholový úhel:

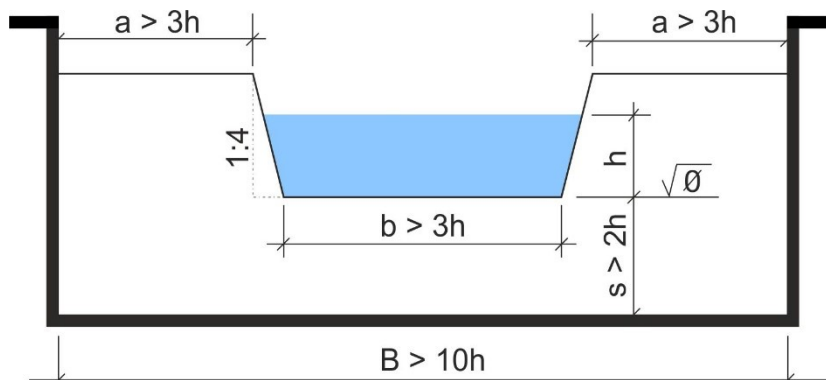
Konsumpční rovnice pro trojúhelníkový přeliv s libovolným vrcholovým úhlem α v rozmezí od 20° do 120° (podle Graveho):

$$Q = 1.331 \cdot (\tan \alpha / 2)^{0.996} \cdot h^{2.47} \quad [\text{m}^3/\text{s}; \text{m}]$$



LICHOBĚŽNÍKOVÝ MĚRNÝ PŘELIV

Mezi často používané ostrohranné přelivy při monitorování průtoků v otevřených tocích menších potoků a říčních přítoků patří lichoběžníkový Cipolettiho měrný přeliv s bočními stěnami 1:4.



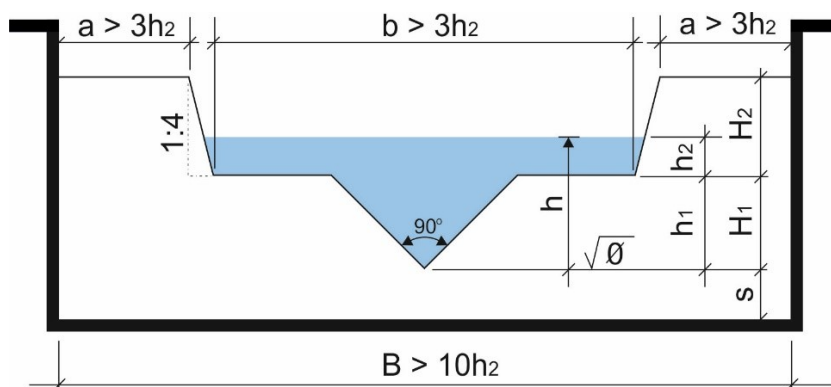
Konsumpční rovnice měrného Cipolettiho přelivu: $Q = 1.86 \cdot b \cdot h^{1.5}$ [m³/s; m]

Konsumpční rovnice platí za předpokladu, že: $0,05 < h < 0,55$ m; $S > 3h$; $B > 3h$

Složený Cipolettiho a Thomsonův měrný přeliv

SLOŽENÝ MĚRNÝ PŘELIV

Pro měření průtoků v širším rozsahu je vhodný složený Cipolettiho přeliv spolu s Thomsonovým trojúhelníkovým přelivem. Thomsonův přeliv slouží pro měření menších a středních průtoků, zatímco navazující Cipolettiho přeliv může pojmout i mimořádný průtok vyvolaný větším přívalovým deštěm.



Konsumpční rovnice složeného měrného přelivu:

$$Q = 1.3331 \cdot (h \text{ až do } H_1)^{2.47} + 1.86 \cdot b \cdot (h - H_1)^{1.5} \text{ [m}^3\text{/s; m]}$$

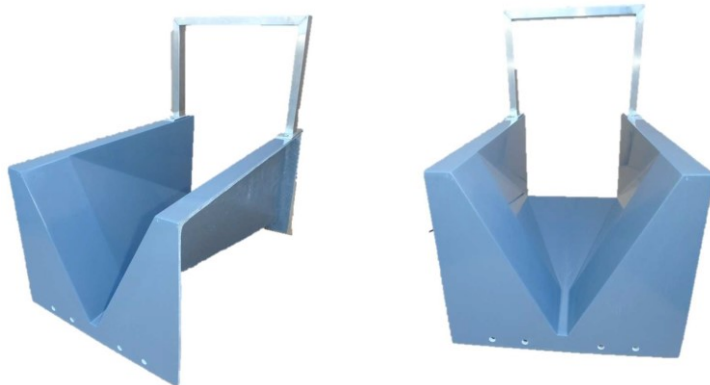


MĚRNÝ VESTAVBOVÝ ŽLAB Ž-PVK-1

Žlab Ž-PVK-1 je určen pro měření průtoků a proteklých objemů surové povrchové, průsakové, srážkové i odpadní vody. Díky své konstrukci a materiálu je vhodný i pro měření vod z chemického průmyslu. Mezi výhody použití tohoto měrného žlabu patří zejména:

- malá ztráta spádu
- možnost měření průtoků i při značném zatopení dolní vodou
- žádná, nebo velmi malá sedimentace před měrným objektem
- schopnost samočištění
- velký rozsah měřených průtoků
- snadná údržba a dlouhá životnost

Měrný žlab Ž-PVK-1 je tvořen vtokovou částí s obdélníkovým průtočným průřezem s šířkou 0,275 m a konstrukční výškou 0,250 m. Obdélníkový průřez prostřednictvím rovinných ploch plynule přechází do lichoběžníkového průřezu hrdla. Délka hrdla je 0,100 m. Hrdlo je u dna široké 0,015 m. Dno žlabu je vodorovné.



Mechanické provedení

Měrný žlab je vyroben ze skelných vláken a kvalitní polyesterové UV stabilní pryskyřice v tloušťce cca 3-4 mm. Vnitřní povrch je hladký - lesklý v šedé barvě. Mechanické provedení žlabu zajišťuje dostatečnou odolnost proti opotřebení, povětrnostním vlivům a degradaci slunečním zářením.

Umístění ultrazvukového snímače hladiny

Součástí konstrukce žlabu je montážní konzola pro instalaci ultrazvukového snímače hladiny US1200, který tak bude upevněn vždy v podélné rovině symetrie měrného žlabu a v protiproudě vzdálenosti 0,325 m od začátku jeho hrdla. Výšková úroveň měrného žlabu je vztažena k úrovni dna v profilu začátku jeho hrdla.

Konsumpční rovnice

Výpočtová rovnice výstavbového žlabu Ž-PVK-1 má tvar:

$$Q = 1,3476 \cdot (H_a + 0,019)^{2,8796} \text{ [m}^3\text{.s}^{-1}\text{; m]}$$

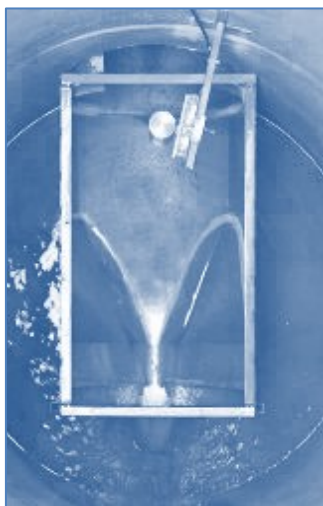
a je platná v rozsahu: 0,03 m až 0,25 m což odpovídá 0,23 l/s až 31,2 l/s.

Vliv úrovně dolní vody

Počátek vlivu úrovně dolní vody na proudění žlabem nastává při kritickém poměru $H_b/H_a = 0,60$. Uvedený poměr by neměl být překročen v celém rozsahu měrné křivky. Ovlivnění proudění u poměrů vyšších než 0,70 přesahuje 5 %.

Hmotnost a rozměry

Hmotnost žlabu: 4,0 kg
 Rozměry: délka: 0,550 m
 šířka: 0,345 m
 výška: 0,285 m



MĚRNÉ VESTAVBOVÉ ŽLABY FR, FRP A MŽK

Tento typ žlabu je určen pro systémy s volnou hladinou s kruhovým profilem ve dnové části nebo pro vyústění potrubí do volné hladiny. Žlab se snadno instaluje do stávajících kanalizačních šachet a na vyústění kruhových potrubí.

Pomocí následující volby až se automaticky nastavují koeficienty A1, A2 a A3 konsumpční rovnice podle typu žlabu.

26 FR

27 FRP

Výpočtová rovnice výstavbového žlabu má tvar:

$$Q=A1*(h+A3)^{A2} \text{ [m}^3\text{/s; m]}$$

1-4 Koeficienty

Nastavení hodnot jednotlivých koeficientů konsumpčních rovnic.

Parametry A1 až A9 slouží k zadání koeficientů Q-h křivky. Ty parametry, které nemají pro zadaný výpočet smysl, se ignorují.

Parametry H1 a H2 slouží k zadání zlomových hladin pro výpočet složitých tvarů Q-h křivky. Zadávají se v metrech.

1 H min

Minimální hladina v [m] pro výpočet průtoku.

Parametr H min určuje minimální hladinu v profilu, ze které se bude provádět výpočet. Pokud je hladina menší než tato hodnota, je hodnota průtoku nulová.

2	A1	6	A4	10	A7
3	A2	7	A5	11	A8
4	A3	8	A6	12	A9
5	H1	9	H2		

H1, H2 = max. hladina v [m] prvního, druhého stupně kombinovaného žlabu.

A1 až A9 = volně nastavitelné bezrozměrné koeficienty konsumpční rovnice.

13 C1 [-]

Parametr C1 slouží pro korekci průtoku při nedokonalém přepadu. Zadává se jako poměr dolní k horní hladině, od kterého se začne uplatňovat empirický vztah pro korekci při nedokonalém přepadu dle ČSN ISO 9826. Obvyklá hodnota je 0,5 až 0,8.

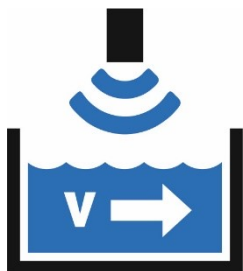
14 C2 [-]

Parametry C2 slouží pro korekci průtoku při nedokonalém přepadu a zadává se jako poměr dolní k horní hladině, od kterého se přestane uplatňovat empirický vztah pro korekci při nedokonalém přepadu. Hodnota musí být menší jak C1, obvykle o 5 až 10 %.

Pokud bude poměr dolní a horní hladiny vyšší jak zadaná hodnota, není výpočet průtoku možný a začne se signalizovat chyba měření.

15 C3 [m]

Parametry C3 slouží pro korekci průtoku při nedokonalém přepadu a zadává se jako šířka hrdla žlabu v metrech. Pokud je **C3 = 0**, tak průtokoměr nekoriguje průtok dle empirického vztahu, ale rovnou jej při překročení poměru zatopení nad **C1** nastaví na nulový průtok. K obnovení měření průtoku dojde po poklesu pod poměr zatopení **C2**.



1-3 Plocha – Rychlost

Režim průtokoměru Plocha - Rychlost provádí výpočet okamžitého průtoku jako násobek průřezové rychlosti a velikosti průřezové plochy. Velikost průřezové plochy se vypočítává na podkladě výšky horní hladiny (H) vybraným způsobem výpočtu nebo tabulkou hladina - plocha.

1-1 Kanál hladiny

Nastavení čísla analogového kanálu, který měří výšku hladiny v měrném profilu. Kanál hladiny může být měřen v libovolných měrných jednotkách a modul průtokoměru si měřenou hodnotu automaticky přepočte na metry.

1-2 Kanál rychlosti

Nastavení čísla analogového kanálu, který měří rychlost proudění vody v měrném profilu. Obdobně jako u kanálu hladiny, i kanál rychlosti může mít nastaveny libovolné měrné jednotky určené pro rychlost a modul průtokoměru si automaticky přepočte měřenou hodnotu na m/s.

KANÁL PRO MĚŘENÍ PRŮŘEZOVÉ RYCHLOSTI

Nastavuje se pouze při výpočtu průtoku z rychlosti proudění

Jako Měřená veličina se nastaví Rychlost, Měřicí metoda se nastaví podle typu sondy a způsobu připojení. Jednotky a Počet des. míst podle potřeby.

Je možné nastavit parametr Nulové pásmo, který potlačí měření hladiny pod jeho hodnotou. Pomocí parametrů korekční rovnice A0, A1 a A2 lze provádět korekci měřené hodnoty rychlosti. Pro automatický výpočet koeficientů A0 a A1 je možné použít menu Nastavení sond. Jinak se nastavuje A0 = 0,0 A1 = 1,0 a A2 = 0,0.

1-3 Tvar profilu

1 Tabulka

Parametry tabulky je možná zadat pouze pomocí programu Most4.

2 Kruh

Výpočet plochy ve tvaru kruhové úseče s výškou H. Průměr kruhového profilu se zadává v podmenu Rozměry jako 1. rozměr.

3 Obdélník

Obdélník: Výpočet plochy ve tvaru obdélníku s výškou H. Šířka obdélníkového profilu se zadává v následujícím podmenu Rozměry jako parametr 1. rozměr.

1-4 Rozměry

1 H min

Parametr H min určuje minimální hladinu v profilu, ze které se bude provádět výpočet. Pokud je hladina menší než tato hodnota je hodnota průtoku nulová.

2 H sedimentu

Parametr H sedimentu určuje výšku sedimentu v profilu. Průřezová plocha se zmenší o plochu sedimentu

3 1. rozměr

4 2. rozměr

5 3. rozměr

6 4. rozměr

Parametr 1. rozměr až 4. rozměr se zadávají v metrech a určují rozměry kruhového nebo obdélníkového profilu.



Princip měření

1-4 KDO

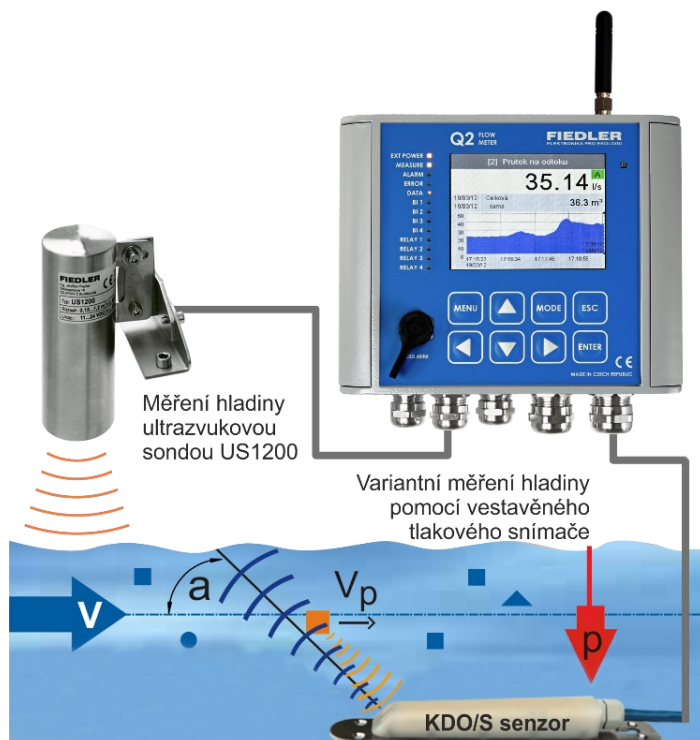
Měření průtoku pomocí jednotky Q2/KDO a rychlostního KDO senzoru společnosti NIVUS.

KDO senzory snímají rychlost proudění kapaliny a umožňují tak ve spojení se sofistikovaným programovým vybavením jednotky Q2/KDO moderní způsob měření průtoku vody v otevřených profilech nebo v potrubí, bez nutnosti výstavby měrného žlabu či přelivu.

KDO senzor

Jednotka Q2/KDO v režimu průtokoměru KDO provádí výpočet okamžitého průtoku jako násobek průřezové rychlosti a velikosti průřezové plochy. Velikost průřezové plochy se vypočítává na podkladě měřené výšky hladiny (H) vybraným způsobem výpočtu nebo tabulkou hladina - plocha.

Inteligentní KDO senzor rychlosti proudění německé společnosti NIVUS GmbH pracuje na Dopplerově principu a dodává se v mechanickém provedení pro montáž na dno žlabu (KDO/S) nebo do stěny potrubí (KDO/P). Senzor vysílá pod úhlem 45° do měřeného média sérii ultrazvukových pulzů a rychlost proudění vyhodnocuje na základě měření frekvenčního posunu signálu odraženého od částic unášených tokem. Omezující podmínkou pro použití KDO/S stokového senzoru na měření rychlosti vody může být požadavek minimální hladiny vody 65 mm nad horní nerezovou hranou tohoto senzoru.



KDO senzor umožňuje měřit rychlost proudění vody až do 6 m/sec a umožňuje také měření rychlosti zpětného proudění. Součástí snímače je kabel o délce 30 m, po kterém je senzor napájen z jednotky Q2/KDO a po kterém také probíhá datová komunikace přes rozhraní RS485 pod protokolem MODBUS RTU. V případě potřeby lze tento kabel prodloužit na vzdálenost až 120 m.

Snímač výšky hladiny

Při měření průtoků v otevřených korytech je vedle rychlosti proudění také nutné měřit výšku hladiny v měřeném profilu. Snímání výšky hladiny může měřit buď ultrazvuková sonda US1200 umístěná nad KDO senzorem nebo lze dodat o něco dražší KDO/S senzor obsahující vlastní hydrostatický snímač hladiny.

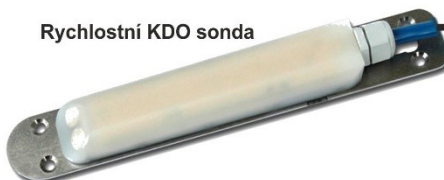
Instalace KDO senzoru

Podrobný popis snímačů KDO včetně jejich instalace je obsažen v uživatelské příručce „Senzory – Dopplerova metoda“, která je dodávána spolu se snímačem. Tuto příručku lze stáhnout z webu výrobce jednotky.

29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	Terminal Board DPD-4										39	40	41	42	43	44																										
+U2sp	485-A	485-B	GND	AIN 7	AIN 8	AGND	+U2sp	DATA	GND											+EXT	GND	+AKU	GND																												
RS485-II										0-2,5 V										SDI-12										Power																					
																				▼ 1-Relé-2 ▲																															
DCL & Analog Inputs 4-20 mA													Pulse/Bin Inputs													RS485-I																									
+U2sp	+U1sp	AIN 1	AIN 2	GND	+U1sp	AIN 3	AIN 4	GND	+U1sp	AIN 5	AIN 6	GND	+Uopt	PIN 1	PIN 2	PIN 3	PIN 3	GND	PIN 4	PIN 5	PIN 6	GND	+U1sp	485-A	485-B	GND																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																								
														černý				červený				bílý				zelený				modrý																					
																		max. 120 m																																	
																		RS485 - Modbus RTU																																	

Rychlostní KDO sonda

</



Připojení KDO senzoru Rychlostní KDO senzor se k přípojné desce jednotky Q2/KDO připojuje prostřednictvím sériové sběrnice RS485. Zapojení a barevné značení vodičů je zřejmé z předchozího obrázku. Při nastavování parametrů ACH rychlosti je nutné zvolit měřicí metodu *Sonda RS485/KDO* a parametr *Interface* buď RS485-I nebo RS485-II podle to, kam je KDO snímač připojen.

Komunikační adresa KDO snímače je od výrobce nastavena na 10.

KDO snímač obsahuje 4 měřicí kanály přístupné pomocí parametru **Vstup-A:**

Vstup-A: 1	Rychlost proudění [m/s]
Vstup-A: 2	Výška hladiny [mm] (u KDO s vestavěným snímačem hladiny)
Vstup-A: 3	Teplota vody měřená interním čidlem KDO senzoru [°C]
Vstup-A: 4	Kvalita signálu rychlostního snímače [%]

Důležitá poznámka Průtokoměr Q2/KDO vyhodnocuje jednotlivé analogové kanály v tom pořadí, ve kterém jsou v jednotce nastaveny. Výsledný ACH kanál zaznamenávající průtok proto musí být v konfiguraci analogových kanálů jednotky umístěn až za měřicími kanály vyčítanými z KDO snímače (rychlost, hladina). V opačném případě bude jednotka hlásit chybu E9.

1-1 Kanál hladiny

Nastavení čísla analogového kanálu, který bude měřit výšku hladiny v měrném profilu a jeho hodnota bude vstupovat do výpočtu průřezové plochy. Kanál hladiny může být měřen v libovolných měrných jednotkách a modul průtokoměru si měřenou hodnotu automaticky přepočte na metry.

1-2 Kanál rychlosti

Nastavení čísla analogového kanálu, který bude měřit rychlost proudění vody v průřezovém profilu. Obdobně jako u kanálu hladiny, i kanál rychlosti může mít nastaveny libovolné měrné jednotky určené pro rychlost a modul průtokoměru si automaticky přepočte měřenou hodnotu na m/s.

1-3 Tvar profilu

Volba pro výpočet plochy příčného profilu.

1 Tabulka

Tabulku je možná zadat pouze pomocí programu Most4. V parametrickém souboru přístroje lze nastavit metodu interpolace v tabulce (linear, spline) a jednotky prvního sloupce tabulky [m] i jednotky druhého sloupce tabulky [m³/s]. Tabulka může mít max. 50 bodů.

2 Kruh

Výpočet plochy ve tvaru kruhové úseče s výškou H. Průměr kruhového profilu se zadává v podmenu Rozměry jako 1. rozměr.

3 Obdélník

Výpočet plochy ve tvaru obdélníku s výškou H. Šířka obdélníkového profilu se zadává v podmenu Rozměry jako 1. rozměr.

1-4 Rozměry

1 H min [m]

Parametr v metrech určuje minimální hladinu v profilu, ze které se bude provádět výpočet. Pokud je hladina menší než tato hodnota, bude hodnota průtoku nulová.

2 H sedimentu [m]

Parametr určuje výška sedimentu v profilu. Průřezová plocha se zmenší o plochu sedimentu. Zadává se v metrech.

3 1. rozměr [m]

4 2. rozměr [m]

5 3. rozměr [m]

6 4. rozměr [m]

1-5 Max. rychlost [m/s]

Nastavení maximální hodnoty průřezové rychlosti v m/s měřenou KDO senzorem v rozsahu 0 až 6 m/s (přednastaveno 4 m/s). Pokud senzor změří rychlost vyšší než je zadaná hodnota, omezí se rychlost na zadanou hodnotu.

1-6 Min. rychlost [m/s]

Nastavení minimální hodnoty průřezové rychlosti v m/s měřenou KDO senzorem v rozsahu 0 až -6 m/s (přednastaveno 0 m/s). Pokud senzor změří rychlost nižší než je zadaná hodnota, omezí se rychlost na zadanou hodnotu.

1-7 Zesílení

Parametr udává maximální hodnotu zesílení signálu KDO senzoru v dB, pokud je nastaven automatický režim zesílení. Pokud je nastaven režim zesílení manuální, je zadaná hodnota konstanta zadaná parametrem „Režim zesílení-manuálně“ (přednastaveno 55 dB). Tato volba je doporučena jen pro testování.

1-8 Režim zesílení

Volba automatického nebo manuálního řízení zesílení signálu KDO senzoru (přednastaveno – Automatické).

1 Automaticky

2 Manuálně

1-9 Damping [sec]

Časová konstanta pro zatlumení signálu KDO senzoru. Hodnota menší jak 5 s může způsobit nestabilní výsledek měření.

1-10 Prodleva 1. vzorku [sec]

Dobu od startu měření do přečtení prvního vzorku rychlosti v sekundách. Minimální hodnota je Damping + 2 s (přednastaveno 10 s).

1-11 Počet vzorků

Počet vzorků, jejichž průměrná hodnota se uloží jako výsledek měření kanálu rychlosti. Doporučená hodnota je 10 vzorků. Jeden vzorek trvá 1 s.

1-12 Rychlost zvuku [m/s]

Rychlost šíření zvuku ve vodě. Podle způsobu výpočtu rychlosti se zadává buď přímo hodnota nebo hodnota při 20 °C, pokud je použita teplotní kompenzace (přednastaveno 1450,0 m/s a povolení rozsah zadání 500 až 2000 m/s).

1-13 Rovnice rychlosti zvuku

výběr způsobu výpočtu aktuální rychlosti šíření zvuku v prostředí nad KDO senzorem. Na výběr je Konstanta, Empirická závislost na teplotě nebo Korekce teplotním koeficientem (přednastaveno: Teplotní koeficient).

1 Konstanta

2 Empirická

3 Tepl. koeficient

1-14 Tepl. koeficient rychl. zvuku

Teplotní koeficient pro přepočítání aktuální rychlosti šíření zvuku v měřeném prostředí v m/s na 1 °C.

Poznámka Měření průtoku pomocí rychlostního senzoru KDO je v důsledku dlouhé doby měření nesrovnatelně náročnější oproti jiným měřicím metodám na spotřebu energie odebíranou z napájecího akumulátoru měřicí sestavy. To je potřeba zohlednit u akumulátorově napájené měřicí sestavy při volbě intervalu měření a kapacity akumulátoru.



1-5 DVP

Měření průtoku v otevřeném profilu pomocí jednotky Q2/KDO a rychlostního DVP senzoru francouzské společnosti HYDREKA.

Režim průtokoměru **DVP** provádí výpočet okamžitého průtoku jako násobek průřezové rychlosti a velikosti průřezové plochy. Velikost průřezové plochy se vypočítává na podkladě výšky horní hladiny (H) vybraným způsobem výpočtu nebo tabulkou hladina - plocha. Průřezová rychlost je měřená pomocí DVP senzoru.

Měřicí Dopplerova metoda je obdobná předchozí KDO metodě a platí pro ni význam většiny parametrů uvedených v předchozí kapitole. V dalším textu proto budou uvedeny hlavně rozdíly mezi oběma metodami.

Pro správnou funkci DVP senzoru je potřeba jeho nastavení programem MainFlo Expert, postup je popsán v návodu DVP senzoru.

Rychlostní sonda DVP komunikuje protokolem SDI12, RS232 a RS485 pod protokolem MODBUS RTU. Komunikační parametry pro RS485 (rychlost, parita) je potřeba nastavit v nastavení komunikačních portů (kap. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** na str. **Chyba! Záložka není definována.**).

PŘIPOJENÍ DVP SNÍMAČE K PŘIPOJNÉ DESCE JEDNOTKY Q2

Snímač DVP se připojuje pomocí stíněného 10 žilového kabelu. Zapojení jednotlivých žil uvádí následující tabulka. Vodiče s neuvedenými barvami nejsou připojeny.

Barevné značení	PIN	význam
černý	C	0 V (GND)
červený	D	+VIN
růžový	A	SDI12
bílý	H	RS485A+
hnědý	B	RS485B-
zelený, modrý, žl.	F, J, K	RS232
zeleno-žlutý	E	Stínění



Snímač DVP vyžaduje napájecí napětí v rozsahu 9 až 32 VDC (typ 12) při odběru 14 mA v klidu a 25 mA v průběhu měřicího cyklu.

DŮLEŽITÉ PARAMETRY

Kanál hladiny

Výšku hladiny je potřeba měřit jiným tenzometrickým nebo ultrazvukovým snímačem. Parametr **Kanál hladiny** slouží k zadání čísla kanálu, který měří výšku hladiny v profilu a vstupuje do výpočtu průřezové plochy. **Před každým měřením profilové rychlosti je hodnota hladiny automaticky zapisována do DVP senzoru.** Pokud je požadováno pouze měření rychlosti bez výpočtu průtoku, tak lze nastavit na 0.

Počet pulsů na vzorek

Počet pulsů vyslaných senzorem na pořízení jednoho vzorku měření rychlosti. Každý puls trvá 700ms. Minimální hodnota je 1 puls. Velikost parametru ovlivňuje přesnost měření (vyšší hodnota - vyšší přesnost) a rychlost měření (nižší hodnota - vyšší rychlost). Dobu měření jednoho vzorku lze vypočítat jako zadaný počet pulsů na vzorek x 700ms + 0,5s.

Parametr Vstup-A:

Obdobně jako u KDO snímače, je potřeba i u DVP měřicí metody nastavit u každého analogového kanálu kromě jiných parametrů Vstup-A. DVP snímač obsahuje 7 měřících kanálů 0 až 6 přístupných pomocí tohoto parametru **Vstup-A**:

Vstup-A: 0	Peak velocity [m/s]
Vstup-A: 1	Profile average velocity [m/s]
Vstup-A: 2	Temperature [°C]
Vstup-A: 3	Velocity of the sound [m/s]
Vstup-A: 4	Quality figures [%]
Vstup-A: 5	Velocity maximum [m/s]
Vstup-A: 6	Flow rate [m3/s]