

Výpočet stupňů a skluzů

Parametry koryta 1

h	b	B	m	S	O	R	O1	O2	n1	n2	n	C	i	v	Q
(m)	(m)	(m)		(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)				m/m	(m/s)	(m ³ /s)
0.1	2	2.3	1.5	0.22	2.36	0.09	2	0.36	0.033	0.04	0.03	19.69	0.017	0.77	0.17
0.3	2	2.9	1.5	0.74	3.08	0.24	2	1.08	0.033	0.04	0.04	22.21	0.017	1.41	1.04
0.5	2	3.5	1.5	1.38	3.80	0.36	2	1.80	0.033	0.04	0.04	23.24	0.017	1.82	2.51
0.8	2	4.4	1.5	2.56	4.88	0.52	2	2.88	0.033	0.04	0.04	24.18	0.017	2.28	5.84
1	2	5	1.5	3.50	5.61	0.62	2	3.61	0.033	0.04	0.04	24.65	0.017	2.54	8.89
1.2	2	5.6	1.5	4.56	6.33	0.72	2	4.33	0.033	0.04	0.04	25.06	0.017	2.77	12.65
1.5	2	6.5	1.5	6.38	7.41	0.86	2	5.41	0.033	0.04	0.04	25.59	0.017	3.10	19.73

Parametry koryta 2

h	b	B	m	S	O	R	O1	O2	n1	n2	n	C	i	v	Q
(m)	(m)	(m)		(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)				m/m	(m/s)	(m ³ /s)
0.1	1	1.3	1.5	0.12	1.36	0.08	1	0.36	0.033	0.04	0.03	19.01	0.025	0.87	0.10
0.3	1	1.9	1.5	0.44	2.08	0.21	1	1.08	0.033	0.04	0.04	21.03	0.025	1.52	0.66
0.5	1	2.5	1.5	0.88	2.80	0.31	1	1.80	0.033	0.04	0.04	21.96	0.025	1.94	1.70
0.6	1	2.8	1.5	1.14	3.16	0.36	1	2.16	0.033	0.04	0.04	22.32	0.025	2.12	2.42
1	1	4	1.5	2.50	4.61	0.54	1	3.61	0.033	0.04	0.04	23.47	0.025	2.73	6.84
1.2	1	4.6	1.5	3.36	5.33	0.63	1	4.33	0.033	0.04	0.04	23.94	0.025	3.01	10.10
1.5	1	5.5	1.5	4.88	6.41	0.76	1	5.41	0.033	0.04	0.04	24.56	0.025	3.39	16.51
2	1	7	1.5	8.00	8.21	0.97	1	7.21	0.033	0.04	0.04	25.43	0.025	3.97	31.76

Parametry koryta 3

h	b	B	m	S	O	R	O1	O2	n1	n2	n	C	i	v	Q
(m)	(m)	(m)		(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)				m/m	(m/s)	(m ³ /s)
0.1	0.6	0.9	1.5	0.08	0.96	0.08	0.6	0.36	0.033	0.040	0.036	18.35	0.04	1.03	0.08
0.3	0.6	1.5	1.5	0.32	1.68	0.19	0.6	1.08	0.033	0.040	0.038	20.17	0.04	1.75	0.55
0.5	0.6	2.1	1.5	0.68	2.40	0.28	0.6	1.80	0.033	0.040	0.038	21.16	0.04	2.24	1.51
0.6	0.6	2.4	1.5	0.90	2.76	0.33	0.6	2.16	0.033	0.040	0.038	21.56	0.040	2.46	2.21
1	0.6	3.6	1.5	2.10	4.21	0.50	0.6	3.61	0.033	0.040	0.039	22.84	0.04	3.23	6.78
1.2	0.6	4.2	1.5	2.88	4.93	0.58	0.6	4.33	0.033	0.040	0.039	23.36	0.04	3.57	10.29
1.5	0.6	5.1	1.5	4.28	6.01	0.71	0.6	5.41	0.033	0.040	0.039	24.04	0.04	4.06	17.34
2	0.6	6.6	1.5	7.20	7.81	0.92	0.6	7.21	0.033	0.040	0.039	25.00	0.04	4.80	34.56

ZADÁNÍ 1

s =	0.4 m
y _h =y _d	0.8 m
b	2 m
m	1.5
B	4.4 m
S	2.56 m ²
O	4.88 m
i _h =i _d	0.015
v _h =v _d	2.28 m/s
Q	5.84 m ³ /s
g	9.81
2g	19.62

A. Režim proudění

$$y_s = S/B \quad 0.58 \text{ m}$$

$$Fr = v^2/y_s \cdot g \quad 0.91 < 1 \quad \text{říční proudění}$$

Dopadiště za říčního proudění - stupeň bez vývaru

obr.1

B. Hloubka v místě dopadu paprsku (nejnižší hl.) iterace

$$E = y + v^2/2g \quad 1.06$$

$$E_o = E + s = y_c + v_c^2/2g \quad 1.46 \quad v_c = Q/S_c \quad S_c = (b_c + m_c \cdot y_c) \cdot y_c$$

$$b_c = B \quad 4.4 \text{ m} \quad (\text{šíře dopadiště})$$

y _c	S _c	v _c	E _o	E+s
0.5	2.45	2.38	0.8	1.46
0.26	1.21	4.82	1.44	1.46

b	m	y	S	O
7.4	0.75	0.4	3.08	8.40
4.4	1	0.4	1.92	5.53
7.6	0.75	0.26	2.03	8.25

C. Délka vodního skoku

LS

Vzájemné hloubky

$$y_2 = y_d \quad 0.8 \text{ m} \quad b' = S/y \quad 3.2 \text{ střední příčka}$$

$$q = Q/b' \quad 1.825 \text{ měrný průtok}$$

$$y_1 = y_2/2 * ((1 + 8q^2/gy_2^3)^{0.5} - 1) \quad 0.604 \text{ m}$$

$$y_2/y_1 = 1.32$$

$$\text{kde } K = 6 \text{ pro } y_2/y_1 < 3$$

$$L_s = 6 \cdot (y_2 - y_1) = 1.17 \text{ m}$$

$$5.5 \text{ pro } 3 < y_2/y_1 < 4$$

$$5 \text{ pro } 4 < y_2/y_1 < 6$$

$$4.5 \text{ pro } 6 < y_2/y_1 < 20$$

$$4 \text{ pro } 20 < y_2/y_1$$

D. Délka vodního doskoku **Lp**

$$L_p = 1.64 \cdot (E \cdot (s + 0.24 \cdot E))^{0.5} = 1.37 \text{ m}$$

E. Délka úseku s nerovnoměrným prouděním **Ln**

$$L_n = (E - E_0) / (i_d - i_e) = 3.7 \text{ m}$$

sklon čáry energie mezi průřezy y_c a y_1

$$i_e = Q^2 / (S_p^2 \cdot C_p^2 \cdot R_p) \quad i_e = 0.123$$

kde S_p , C_p , R_p jsou **průměrné** hodnoty průtočné plochy, rychlostního součinitele a hydraulického poloměru mezi profily y_c a y_1 **tab.2**
C je určen na základě stupně drsnosti dopadiště, kde D je nejvyšší rozměr záhozu

Kališ: $C = (21.6/D^{1/6}) \cdot R^{1/6}$ $R = 0.41$ $C = 19.8$
 $D = 0.4$ **tab.2**

alternativy výpočtu C:

Manning: $C = (1/n) \cdot R^{1/6}$
Strickler: $C = K_s \cdot (R/d_e)^{1/6}$

průřez					
$y_c =$	0.26	$y_1 =$	0.60	$y_p =$	0.43
b_c	4.40	b_1	2.00		
m_c	1.00	m_1	1.00		
S_c	1.212	S_1	1.57	S_p	1.39
O_c	5.135	O_1	3.71	O_p	4.42
R_c	0.236	R_1	0.42	R_p	0.33
C_c	19.78	C_1	21.8	C_p	20.8

D - největší rozměr kamene
 d_e - efektivní zrno
 K_s - součinitel (tab)

Celková délka dopadiště $L = L_p + L_n + L_s = 6.2 \text{ m}$

ZADÁNÍ 2	
výška st. s =	0.4
$y_h = y_d$	0.6 m
b	1 m
m	1.5
B	2.8 m
S	1.14 m ²
O	3.16 m
$i_h = i_d$	0.03
$v_h = v_d$	2.12 m/s
Q	2.42 m ³ /s
g	9.81
2g	19.6

A. Režim proudění

$$y_s = S/B = 0.41$$

$$Fr = v^2 / y_s \cdot g = 1.1 > 1 \text{ bystrinné proudění}$$

Dopadiště za bystrinného proudění - stupeň bez vývaru

B. Hloubka v místě dopadu paprsku

$$E = y + v^2 / 2g = 0.8$$

$$E_0 = E + s = 1.2$$

$$b_c = 1.2 \text{ m (šíře dopadiště } b + 0.20)$$

y_c	B_c	S_c	v_c	E_0	$E + s$
0.5	2	0.98	2.48	0.81	1.23
0.4	1.6	0.72	3.36	0.98	1.23
0.34	1.36	0.58	4.16	1.22	1.23

obr.2

C. Délka vodního doskoku **Lp**

$$L_p = 1.64 \cdot (E \cdot (s + 0.24 \cdot E))^{0.5} = 1.16 \text{ m}$$

D. Vzdálenost střetu příčných vln**Lb**

$$Fr_c = v_c / (g \cdot y_c)^{0.5} \quad 2.28$$

$$1/Fr_c = \sin \beta \quad \beta = 26.03 \quad \cotg \beta = 2.05$$

$$Lb = (B_c/2) \cdot \cotg \beta \quad 1.39 \text{ m}$$

Celková délka dopadiště	L = Lp + Lb =	3.7 m
--------------------------------	----------------------	--------------

ZADÁNÍ 3výška st. s = **0.4**hl. vývaru d : **0.3**

yh=yd 0.8 m

b 2 m

m 1.5

B 4.4 m

S 2.56 m²

O 4.88 m

ih=id 0.02

vh=vd 2.14 m/s

Q 5.49 m³/s

g 9.81

2*g 19.6

A. Režim proudění

$$y_s = S/B \quad 0.58$$

$$Fr = v^2 / y_s \cdot g \quad 0.8 < 1 \quad \text{říční proudění}$$

Dopadiště za říčního proudění - stupeň s vývarem**obr.3****B. Hloubka v místě dopadu paprsku**

$$E = y + v^2 / 2g \quad 1.03$$

$$E_o = E + s + d = y_c + v_c^2 / 2g \quad 1.73$$

$$b_o = 2.40 \text{ m} \quad \text{šíře dopadiště } b + 2 \cdot 0.20$$

y_c	B_c	S_c	v_c	E_o	$E + s + d$
0.5	3.9	1.6	3.49	1.119	1.73
0.36	3.48	1.1	5.19	1.73	1.73

C. Délka vodního skoku**LS****Vzájemné hloubky**

$$y_2 = y_d + d = 1.1 \text{ m} \quad b' = S/y \quad 3.2 \text{ m} \quad \text{střední příčka}$$

$$q = Q/b' \quad 1.72 \text{ m}^2/\text{s} \quad \text{měrný průtok}$$

$$y_1 = y_2 / 2 \cdot ((1 + 8q^2 / gy_2^3)^{0.5} - 1) \quad 0.371 \text{ m}$$

$$y_2/y_1 = 2.97$$

$$Ls = K \cdot (y_2 - y_1) \quad 4 \text{ m}$$

$$\text{kde } K = 6 \text{ pro } y_2/y_1 < 3$$

$$5.5 \text{ pro } 3 < y_2/y_1 < 4$$

$$5 \text{ pro } 4 < y_2/y_1 < 6$$

$$4.5 \text{ pro } 6 < y_2/y_1 < 20$$

$$4 \text{ pro } 20 < y_2/y_1$$

D. Délka vodního doskoku**Lp**

$$Lp = 1.64 \cdot (E \cdot (s + d + 0.24 \cdot E))^{0.5} \quad 1.62 \text{ m}$$

Celková délka dopadiště	L = Lp + Ls =	6.0 m
--------------------------------	----------------------	--------------

ZADÁNÍ 4	
spád s =	0.4
$y_h = y_d$	0.6 m
b	0.6 m
m	1.5
B	2.4 m
S	0.9 m ²
O	2.76 m
$i_h = i_d$	0.040
$v_h = v_d$	2.46 m/s
Q	2.21 m ³ /s
g	9.81
2g	19.6

A. Režim proudění

$$y_s = S/B \quad 0.38 \text{ m}$$

$$Fr = v^2 / y_s * g \quad 1.6 > 1 \quad \text{bystřinné proudění}$$

Dopadiště za bystřinného proudění

B. Hloubka v místě dopadu paprsku

$$E = y + v^2 / 2g \quad 0.9$$

$$E_o = E + s \quad 1.3$$

$$b_c = 1.2 \text{ m} \quad (\text{šíře dopadiště } b + 0.20)$$

y_c	B_c	S_c	v_c	E_o	$E + s$
0.5	2	0.98	2.27	0.76	1.31
0.4	1.6	0.72	3.07	0.88	1.31
0.3	1.2	0.50	4.46	1.32	1.31

C. Délka vodního doskoku

Lp

$$L_p = 1.64 * (E * (s + 0.24 * E))^{0.5} \quad 1.23 \text{ m}$$

D. Vzdálenost střetu příčných vln

Lb

$$Fr_c = v_c / (g * y_c)^{0.5} \quad 2.60$$

$$1 / Fr_c = \sin \beta = \quad 0.38 \quad \beta = \quad 0.4 \quad \cotg \beta = \quad 2.40$$

$$L_b = (B_c / 2) * \cotg \beta \quad 1.44 \text{ m}$$

$$\text{Celková délka dopadiště} \quad L = L_p + L_b = \quad 4.0 \text{ m}$$

VÝZNAM SYMBOLŮ V ROVNICÍCH

b	šíře koryta ve dně	m
B	šíře koryta v hladině	m
E	výška hladiny energie	m
d	hloubka vývaru	m
D	průměr zrna pohození	m
g	tíhové zrychlení	m/s ²
i	podélný sklon	m/m
O	omočený obvod	m
m	příčný sklon	
S	průtočná plocha průřezu	m ²
s	spád objektu	m
R	hydraulický poloměr	m
y	hloubka vody	m
Q	průtok	m ³ /s
v	rychlost proudění vody	m/s
y_1, y_2	vzájemné hloubky	m
q	měrný průtok	m ² /s
K	součinitel	
<i>index značí hodnotu</i>		
c	v místě dopadu paprsku	
d	dolní voda	
h	horní voda	