

GEOtest	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Ing. Jaroslav Gric	Ing. Adam Vyplél	-	Mgr. Jan Oprchal
Objednatel: Obec Jabloňany, Jabloňany 88, 679 01 Skalice nad Svitavou Státní pozemkový úřad, pobočka Blansko, Poříčí 1569/18, 678 42 Blansko				
Název zakázky: PD – Akumulační prostor AP1 v k.ú. Jabloňany			Datum	Květen 2021
			Číslo zakázky	20 7484
			Měřítko	-
Název přílohy: Hydrotechnické výpočty			Číslo přílohy	D.1.1 příloha č.1.
			Číslo výtisku	

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. 1: Stavební úřad Boskovice
2–7: Objednatelé
8: Archív společnosti Geotest a.s.

OBSAH

1. Výpočet návrhového průtoku	2
1.1 Srážkoodtokový proces	2
1.2 Návrhová srážka	2
1.3 Plocha povodí a reliéf terénu	2
1.4 Vegetační pokryv a infiltrace	3
1.5 Výsledky výpočtů	6
2. Výpočet kapacity příkopu SP5	6
3. Výpočet kapacity propustku P12	8
4. Výpočet kapacity potrubí.....	9
5. Výpočet vývaru	10
5.1 Přehrážka P1	10
5.2 Přehrážka P2-3.....	11
6. Dimenzování přelivné sekce přehrážky	13

1. Výpočet návrhového průtoku

Posouzení stávajícího stavu řešené oblasti v průběhu srážkových událostí spočívá ve výpočtu srážkoodtokových poměrů pro vymezené povodí, a to ve formě stanovení objemu dopadlé srážky. Výstupem je kulminační průtok a objem vody proteklý v uzávěrovém profilu v šachtě Š1.

Vstupním podkladem modelu podle metodiky *Výpočet maximálních průtoků na malých povodích: model DesQ* (Hrádek a kol., 1998) je součinitel drsnosti dle Manninga, který poměrně značně ovlivňuje výstupy z programu. Výchozím podkladem pro odhad součinitelů drsnosti povrchu povodí byla především vrstva ZABAGED udávající informaci o jednotlivých pozemcích a dále výsledky místního šetření a ortofotomapa. Dále je vstupní hodnotou plocha povodí, délka svahu, průměrný sklon a vstupní srážka.

Tabulka 1-1 Popis povodí

Vstupní parametr	Hodnota	Jednotka
Plocha povodí P	8,99	ha
Součinitel drsnosti n	0,05	-
Délka svahu L	699,75	m
Průměrný sklon I	0,111	-

1.1 Srážkoodtokový proces

Množství vody odtékající z povodí určitým profilem toku je výslednicí řady činitelů, z nichž rozhodující v našich podmínkách jsou atmosférické srážky, které svým množstvím a časovým rozdělením předurčují časový průběh soustředěného odtoku. Vztah mezi srážkami a odtokem však není přímý. Je modifikován jednak aktivně ostatními klimatickými faktory, jejich dynamikou vývoje, jednak pasivně ostatními fyzicko-geografickými činiteli, kteří jsou v daném povodí stálé.

Srážkoodtokovým procesem v povodí rozumíme postupnou transformaci srážky dopadající na povodí až na odtok vody závěrným profilem. Je ovlivněn řadou činitelů. Patří sem vlastní časový a prostorový průběh spadlé příčinné srážky, plocha povodí, reliéf, říční síť, hydrogeologické poměry a vegetační pokryv.

1.2 Návrhová srážka

Pro výpočet byla zvolena návrhová srážka s 24hodinovým úhrnem a dobou opakování 100 let (dále jen Q100), která odpovídá charakteru území vzhledem k zastavěnému území a požadavkům objednatele. Srážka byla stanovena a objem odtoku spočten podle metodiky *Výpočet maximálních průtoků na malých povodích: model DesQ* (Hrádek a kol., 1998). Hodnota 24hodinového maximálního úhrnu v nejbližší srážkoměrné stanici Lysice je $H_{24,n} = 88,3$ mm s dobou opakování $N = 100$ let.

1.3 Plocha povodí a reliéf terénu

Plocha povodí vychází z reliéfu terénu zájmového území. Podkladem pro reliéf byla základní mapa ČR 1:10 000 s vrstevnicemi. Uzávěrový profil byl umístěn do vtokové šachty stávající

kanalizace. Reliéf byl revidován v konfrontaci s místním šetřením, geodetickým zaměřením a volně dostupnými mapovými daty.

V zájmovém území se nacházejí polní cesty, které tvoří dráhy soustředěného odtoku v případě přívalových dešťů a vznikají tak poruchy povrchu polních cest a odnosu rozrušeného materiálu na místní komunikace obce blízko uzávěrového profilu.

1.4 Vegetační pokryv a infiltrace

Vlastnosti povrchu byly vyjádřeny pomocí čísel odtokových křivek (CN), která se pohybují mezi hodnotami teoreticky od 0, kdy se vše vsákne (reálně však od cca 30) do 100, kdy vše odtéče. Hodnota čísel CN (-) závisí typu povrchu, způsobu jeho využití, uplatnění případných protierozních opatření a propustnosti půdy pro vodu

Způsob využití pozemků na zemědělské půdě byl zjišťován z databáze LPIS (Veřejný registr půdy pLPIS – MZe). Dle rychlosti infiltrace vody lze půdy zařadit do jedné ze čtyř hydrologických skupin půd (HSP, Tabulka 1-2), tedy A až D (A – vysoká infiltrace, D – nízká infiltrace). HSP se stanovují na základě bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ), což je pětimístný číselný kód s údaji o klimatickém regionu, hlavní půdní jednotce, sklonu svahu, expozici svahu, skeletovitosti a hloubce půdy (Tabulka 1-3).

Tabulka 1-2 Hydrologické skupiny půd

Hydrologická skupina	Charakteristika hydrologických vlastností půd
A	Půdy s vysokou rychlostí infiltrace ($> 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně hluboké, dobře až nadměrné odvodněné písky nebo štěrky
B	Půdy se střední rychlostí infiltrace ($0,06 - 0,12 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité
C	Půdy s nízkou rychlostí infiltrace ($0,02 - 0,06 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité
D	Půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace ($< 0,02 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$) i při úplném nasycení, zahrnující převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemní vody, půdy s vrstvou jílu na povrchu nebo těsně pod ním a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.

Tabulka 1-3 Hydrologické skupiny půd ve vztahu k BPEJ

HPJ (2. a 3. číslo kódu BPEJ)	Hydrologická skupina půd (HSP)	HPJ (2. a 3. číslo kódu BPEJ)	Hydrologická skupina půd (HSP)
1	B	40	B
2	B	41	B
3	C	42	B
4	A	43	B
5	A	44	C
6	C	45	C

HPJ (2. a 3. číslo kódu BPEJ)	Hydrologická skupina půd (HSP)	HPJ (2. a 3. číslo kódu BPEJ)	Hydrologická skupina půd (HSP)
7	D	46	C
8	B	47	C
9	B	48	C
10	B	49	D
11	B	50	C
12	B	51	C
13	B	52	C
14	B	53	D
15	B	54	D
16	B	55	A
17	A	56	B
18	B	57	C
19	B	58	C
20	D	59	D
21	A	60	B
22	B	61	D
23	C	62	C
24	B	63	D
25	B	64	C
26	B	65	C
27	B	66	D
28	B	67	D
29	B	68	D
30	B	69	D
31	A	70	D
32	A	71	D
33	B	72	D
34	B	73	D
35	B	74	D
36	B	75	C
37	B	76	D
38	B	77	C
39	C	78	C
40	B		

Tyto faktory, které velkou měrou ovlivňují srážkoodtokový proces skrze hydrologickou transformaci, mají za následek vznik tzv. efektivní srážky, tedy „ořezané“ srážky, jejichž objem je částečně zachycen v povodí (retence) a částečně doteče až k závěrnému profilu – (hydrogram).

Efektivní srážka byla pro potřeby této studie převzata z modelu dle Hrádky. Pro výpočet efektivní srážky byla použita metoda CN křivek, které reprezentují půdní poměry v povodí, využití území a předchozí vláhové podmínky. Data byla vytvořena v programu QGIS. Data byla zjištěna z vrstvy bonitované půdní jednotky (BPEJ) a dále z vrstvy LPIS. Kombinací

těchto dvou vrstev a odečtu informací z tabulek Tabulka 1-2 a Tabulka 1-3 pro jednotlivé druhy povrchu a hydrologické skupiny půd byla následně vytvořena mapa CN křivek (Obrázek 1-1).

Obrázek 1-1 Mapa CN



Tabulka 1-4 Výpočet průměrného čísla CN

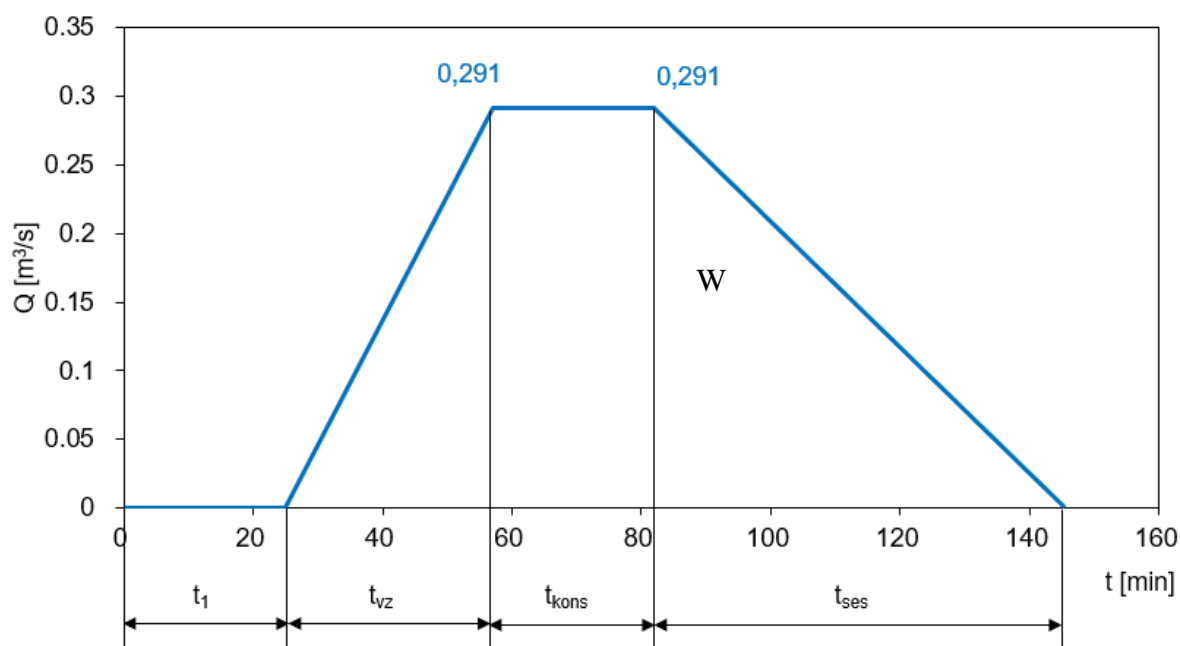
Využití území	Hlavní půdní jednotka	Hydrologická skupina půdy	Hodnota CN křivky	Plocha	Procentuální zastoupení v zájmovém území	Průměrná hodnota CN křivky pro zájmovou lokalitu	
	HPJ		CN	[ha]	P [%]		
zastavěné území	12	B	74	0,67	7,45	69,03	≈ 69
trvalý travní porost	12	B	69	0,23	2,57		
trvalý travní porost	12	B	69	0,23	2,56		
zastavěné území	30	B	74	0,98	10,91		
zastavěné území	41	B	74	0,62	6,90		
lesní porost	41	B	60	0,11	1,27		
trvalý travní porost	41	B	69	0,75	8,33		
trvalý travní porost	41	B	69	0,39	4,38		
lesní porost	99	N	67	5,00	55,62		
Celkem				8,99	100,00		

1.5 Výsledky výpočtů

Výstupem ze srážkoodtokového modelu podle Hrádka je hydrogram odtoku se vzestupnou větví 32 minut, bezodtokovou fází 25 minut a sestupnou větví 64 minut a časovým trváním. Kulminační průtok Q_{\max} je $0,291 \text{ m}^3/\text{s}$.

t_d	57 min	trvání srážky
Q_{\max}	$0,291 \text{ m}^3/\text{s}$	kulminační průtok
W	559 m^3	objem odtoku z návrhové srážky
t_1	25,00 min	doba bezodtokové fáze
t_{vz}	31,99 min	doba vzestupné větve hydrogramu
t_{kons}	25,00 min	doba konst. průtoku
t_{ses}	63,44 min	délka sestupné větve hydrogramu

Obrázek 2-1 Hydrogram odtoku



2. Výpočet kapacity příkopu SP5

Hodnota návrhového průtoku po uzávěrový profil je $0,291 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q = S \cdot v = S \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Qprůtok [m³/s]

CChézyho rychlostní součinitel [m^{0.5}/s]

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

Rhydraulický poloměr [m]

$$R = \frac{S}{O}$$

Sprůtočná plocha [m²]

Oomočený obvod [m]

nmanningův drsnostní součinitel [-]

isklon nivelety [-]

bšířka ve dně [m]

Bšířka v hladině [-]

mpoměr sklonu svahů [-]

Poměr sklonu svahů	$l:m$	1:1,5
Šířka ve dně	b	0,5 m
Min. sklon nivelety dna	i	1,8 ‰ = 18 ‰ = 0,018
Součinitel drsnosti	n	0,03

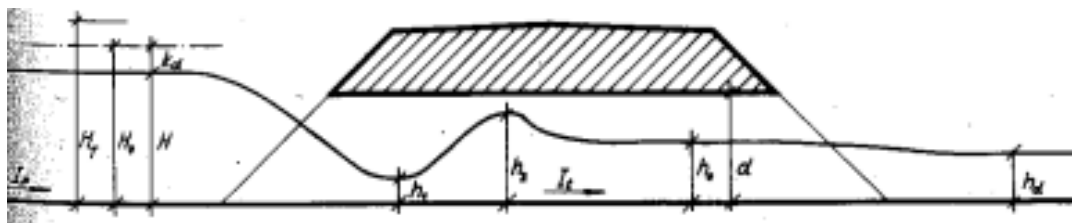
Tabulka 2-1 Výpočet kapacity koryta

h_k [m]	O [m]	A [m ²]	R [m]	C [m ^{0.5} .s ⁻¹]	v [m.s ⁻¹]	Q_k [m ³ .s ⁻¹]
0,050	0,68	0,03	0,042	19,673	0,54	0,016
0,100	0,86	0,07	0,076	21,672	0,80	0,052
0,150	1,04	0,11	0,104	22,876	0,99	0,108
0,200	1,22	0,16	0,131	23,756	1,15	0,185
0,250	1,40	0,22	0,156	24,459	1,30	0,284
0,300	1,58	0,29	0,180	25,052	1,43	0,407
0,350	1,76	0,36	0,204	25,567	1,55	0,555
0,400	1,94	0,44	0,227	26,026	1,66	0,731
0,450	2,12	0,53	0,249	26,441	1,77	0,936
0,500	2,30	0,63	0,271	26,822	1,87	1,172

1,172 > 0,291 → VYHOVUJE

Příkop bude hloubky min. 50 cm, šířka ve dně 50 cm, sklon koryta bude kopírovat spád údolnice strže nejméně 1,8 %, sklon svahů bude 1: 1,5.

3. Výpočet kapacity propustku P12



Koryto

$b =$	0.50	m
$m =$	1.50	
$i_p =$	0.0180	sklon dna přívodního koryta
$n =$	0.030	drsnost koryta
$h =$	0.50 hloubka koryta	m
$\varphi =$	0.95	výtokový součinitel dle Pavlovského
$\varepsilon =$	0.80	koeficient bočního zúžení dle tvaru vtoku
$\eta_1 =$	0.87	koeficient určený dle výtokového součinitele φ
$\eta_2 =$	1.22	koeficient určený dle výtokového součinitele φ
$\varphi_k =$	0.93	koeficient určený dle výtokového součinitele φ

Návrhový průtok	$Q_{N=20} =$	0.29	m^3/s	$d =$	0.60 m
	$I_t =$	0.020			

Pro tlakový režim proudění:

$$Q_d = 24 \cdot d^{8/3} \cdot I_t^{1/2} = 0.87 \text{ m}^3/s$$

$$v_d = 30.5 \cdot d^{2/3} \cdot I_t^{1/2} = 3.07 \text{ m/s}$$

Pro volnou hladinu s použitím koeficientů pro kruhový profil částečně plněný ($h = 0,75DN$)

$$Q = Q_d \cdot 0.95 = 0.826 \text{ m}^3/s$$

$$v = v_d \cdot 1.137 \text{ m/s} = 3.49 \text{ m/s}$$

$$h_1 = \eta_1 \cdot h_k = 0.31 \text{ m}$$

$$h_2 = \eta_2 \cdot h_k = 0.44 \text{ m}$$

$$h_0 < h_1 \quad 0.24 < 0.31 \quad \text{Volná hladina bude zajištěna}$$

$h_0 < h_k$	0.24	<	0.36	Volná hladina bude zajištěna
$h < h_2$	0.50	>	0.44	Volná hladina nebude zajištěna

Podmínka správnosti návrhu

 $Q_d \geq Q_N$, $v \leq 7$ m/s**Návrh vyhovuje**

4. Výpočet kapacity potrubí

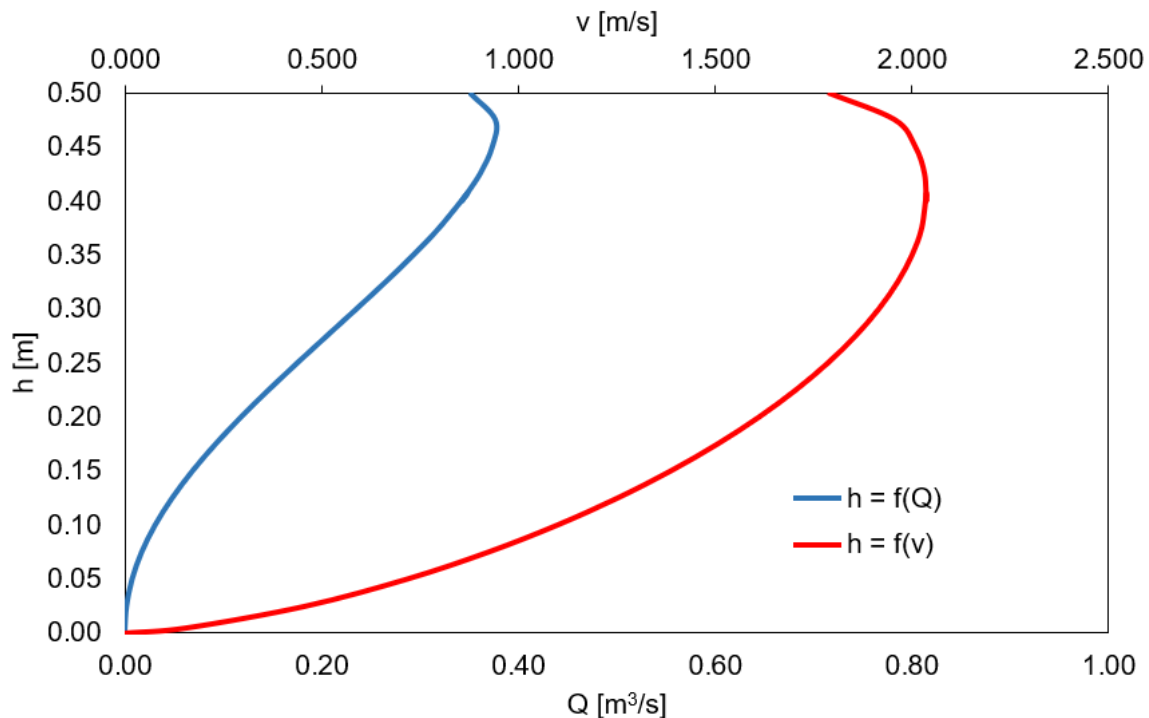
Potrubí z betonových trub DN 500 ve spádu min. 1,0 %. Kulminační průtok Q_{\max} je 0,291 m³/s.

Průměr potrubí	<i>DN</i>	500
Součinitel drsnosti	<i>n</i>	0,014
Minimální sklon potrubí	<i>i</i>	0,01

Tabulka 4-1 Hydraulický výpočet proudění v kruhovém profilu

% plnění	<i>h</i> [m]	<i>O</i> [m]	<i>A</i> [m ²]	<i>R</i>	<i>v</i> [m.s ⁻¹]	<i>Q</i> [m ³ .s ⁻¹]
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,005	0,100	0,000	0,003	0,159	0,000
5	0,025	0,226	0,004	0,016	0,459	0,002
10	0,050	0,322	0,010	0,032	0,716	0,007
15	0,075	0,398	0,018	0,046	0,923	0,017
20	0,100	0,464	0,028	0,060	1,098	0,031
25	0,125	0,524	0,038	0,073	1,251	0,048
30	0,150	0,580	0,050	0,085	1,386	0,069
35	0,175	0,633	0,061	0,097	1,505	0,092
40	0,200	0,685	0,073	0,107	1,611	0,118
45	0,225	0,735	0,086	0,117	1,704	0,146
50	0,250	0,785	0,098	0,125	1,786	0,175
55	0,275	0,835	0,111	0,132	1,856	0,205
60	0,300	0,886	0,123	0,139	1,915	0,236
65	0,325	0,938	0,135	0,144	1,963	0,265
70	0,350	0,991	0,147	0,148	2,000	0,294
75	0,375	1,047	0,158	0,151	2,024	0,320
81,3	0,407	1,124	0,171	0,152	2,036	0,348
80	0,400	1,107	0,168	0,152	2,035	0,343
85	0,425	1,173	0,178	0,152	2,031	0,361
90	0,450	1,249	0,186	0,149	2,008	0,374
95	0,475	1,345	0,193	0,143	1,955	0,377
100	0,500	1,571	0,196	0,125	1,786	0,351

Obrázek 5-1 Křivka rychlosti a průtoku



5. Výpočet vývaru

Postup výpočtu vychází z podkladu Lesnické meliorace (viz. A. Průvodní zpráva, [23]).

5.1 Přehrážka P1

Název: PD – Akumulační prostor AP1 v k.ú. Jabloňany

Kamenný stupeň v km přehrážka P 1
Základní údaje

Výška stupně $s = 1.50$ m; průtok $Q = 0.52$ m³/s; dimenze přiváděcího koryta $h = 0.50$ m; $b = 0.50$ m; $m = 1.50$; $l = 0.018$; $n = 0.030$; $v = 0.82$ m/s;

Posouzení potřebnosti vývaru:

Výpočet vzájemné hloubky h_2 :

$$h_2 = E_0' \cdot \tau_2$$

$$E_0' = H_0 + s = k_d + h + s = 2.036 \text{ m}$$

$$k_d(v; \alpha = 1, 1) = 0.036 \text{ m}$$

$$\tau_2 = f(\Phi)$$

$$\tau_2 = (\Phi; \varphi = 1, 0) = 0.345$$

$$\Phi = \alpha^{1/2} \cdot q / (\varphi \cdot E_0'^{1.5}) = 0.147$$

$$q = Q / (b + m \cdot h) = 0.42 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$h_2 = 0.70 \text{ m}$$

$h_2 > h_d$ Vývar je potřebný

Výpočet hloubky vývaru:

$$\text{Pro } E_0' = 2.036 \text{ m}$$

$$h_2 = 0.70 \text{ m}$$

$$d = \sigma * h_2 - (h_d + k_d) = 0.20 \text{ m}$$

Upřesnění hloubky vývaru:

$$\begin{aligned} d &= 0.30 \text{ m} \\ E_o &= E_o' + d = 2.34 \text{ m} \\ h_2 &= E_o * \tau_2 \\ \tau_2 &= (\Phi; \varphi = 1,0) = 0.314 \\ \Phi &= \alpha^{1/2} * q / (\varphi * E_o^{1.5}) = 0.120 \\ h_2 &= 0.73 \text{ m} \\ d_v &= \sigma * h_2 - (h_d + k_d) = 0.23 \text{ m} \\ d_v - d &= -0.07 \text{ m} \end{aligned}$$

Výpočet délky vývaru:

$$\begin{aligned} l_v &= l_p + l_s \\ l_p &= 2 * [H_o * (0,79 * s_d + 0,16 * H_o)]^{1/2} = 1.80 \text{ m} \\ H_o &= h + k_d = 0.54 \text{ m} \\ s_d &= s + d = 1.80 \text{ m} \\ l_s &= 2,6 + h_2 = 1.91 \text{ m} \\ l_v &= 3.75 \text{ m} \end{aligned}$$

Závěr:

Pro dimenzování vývaňiště navrhuji:

$$\begin{aligned} d &= 0.30 \text{ m} \\ l_v &= 3.75 \text{ m} \end{aligned}$$

Délka vývaru ve dně:

$$l_v' = l_v - m_1 * (s + d) = 3.39 \text{ m}$$

5.2 Přehrážka P2-3

**PD – Akumulační
prostor AP1 v
k.ú. Jabloňany**

Název:

Kamenný stupeň v km přehrážka P 2-3
Základní údaje

Výška stupně s = 2.50 m; průtok Q = 0.52 m³/s; dimenze přiváděcího koryta h = 0.50 m; b = 0.50 m; m = 1.50; I = 0.018; n = 0.030; v = 0.82 m/s;

Posouzení potřebnosti vývaru:

Výpočet vzájemné hloubky h₂:

$$\begin{aligned} h_2 &= E_o' * \tau_2 \\ E_o' &= H_o + s = k_d + h + s = 3.036 \text{ m} \\ k_d (v; \alpha = 1,1) &= 0.036 \text{ m} \\ \tau_2 &= f(\Phi) \\ \tau_2 &= (\Phi; \varphi = 1,0) = 0.260 \\ \Phi &= \alpha^{1/2} * q / (\varphi * E_o'^{1.5}) = 0.081 \\ q &= Q / (b + m * h) = 0.42 \text{ m}^2/\text{s} \\ h_2 &= 0.79 \text{ m} \end{aligned}$$

h₂ > h_d Vývar je potřebný

Výpočet hloubky vývaru:

$$\begin{aligned} \text{Pro } E_o' &= 3.036 \text{ m} \\ h_2 &= 0.79 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d = \sigma * h_2 - (h_d + k_d) = 0.29 \text{ m}$$

Upřesnění hloubky vývaru:

$$\begin{aligned} d &= 0.30 \text{ m} \\ E_o &= E_o' + d = 3.34 \text{ m} \\ h_2 &= E_o * \tau_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_2 &= (\Phi; \varphi = 1,0) = 0.243 \\ \Phi &= \alpha^{1/2} * q / (\varphi * E_0^{1,5}) = 0.070 \\ h_2 &= 0.81 \text{ m} \\ d_v &= \sigma * h_2 - (h_d + K_d) = 0.31 \text{ m} \\ d_v - d &= 0.01 \text{ m}\end{aligned}$$

Výpočet délky vývaru:

$$\begin{aligned}l_v &= l_p + l_s \\ l_p &= 2 * [H_0 * (0,79 * s_d + 0,16 * H_0)]^{1/2} = 2.22 \text{ m} \\ H_0 &= h + k_d = 0.54 \text{ m} \\ s_d &= s + d = 2.80 \text{ m} \\ l_s &= 2,6 + h_2 = 2.11 \text{ m} \\ l_v &= 4.35 \text{ m}\end{aligned}$$

Závěr:

Pro dimenzování vývařistiště navrhuji:

$$\begin{aligned}d &= 0.30 \text{ m} \\ l_v &= 4.35 \text{ m}\end{aligned}$$

Délka vývaru ve dně:

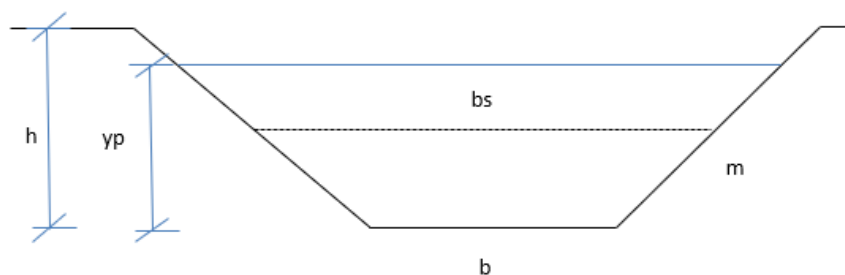
$$l_v' = l_v - m_1 * (s + d) = 3.79 \text{ m}$$

6. Dimenzování přelivné sekce přehrážky

y_p	0.25	m	hloubka vody na přelivu
m	1.50		sklon svahu lichoběžníkové přelivné sekce
h	0.50	m	hloubka přelivné sekce
b	0.50	m	šířka přelivné sekce
b_s	1.00	m	střední šířka lichoběžníkové přelivné sekce

$$b_s = b + 0,667 * m * h$$

Q m ³	y_p m	Přírůstek hloubky vody $Q = 1,64 * (b - 0,2 * y_p) * y_p^{1,5} \text{ m}^3$	0.01 m
0.195	0.25		
0.206	0.26		
0.218	0.27		
0.229	0.28		
0.241	0.29		
0.253	0.30		
0.266	0.31		
0.278	0.32		
0.290	0.33		
0.303	0.34		
0.316	0.35		
0.329	0.36		
0.342	0.37		
0.355	0.38		
0.368	0.39		
0.382	0.40		
0.395	0.41		
0.409	0.42		
0.423	0.43		
0.437	0.44		
0.451	0.45		
0.465	0.46		
0.479	0.47		
0.493	0.48		
0.508	0.49		
0.522	0.50		
0.537	0.51		
0.551	0.52		
0.566	0.53		
0.581	0.54		



Zdroj: Technická doporučení pro hrzení bystřin a strží; MZe ČR, 2002

V Brně, květen 2021

Vypracoval: Ing. Adam Vyplel
Ing. Jaroslav Gric