

# Výpustná zařízení technická řešení, výpočty

VRÁNA Karel, DAVID Václav

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství

Fakulta stavební ČVUT

[vrana@fsv.cvut.cz](mailto:vrana@fsv.cvut.cz)

[vaclav.david@fsv.cvut.cz](mailto:vaclav.david@fsv.cvut.cz)

# Účel výpustných zařízení

- regulovatelný odtok vody,
- udržení hladiny na potřebné úrovni,
- vypouštění vody

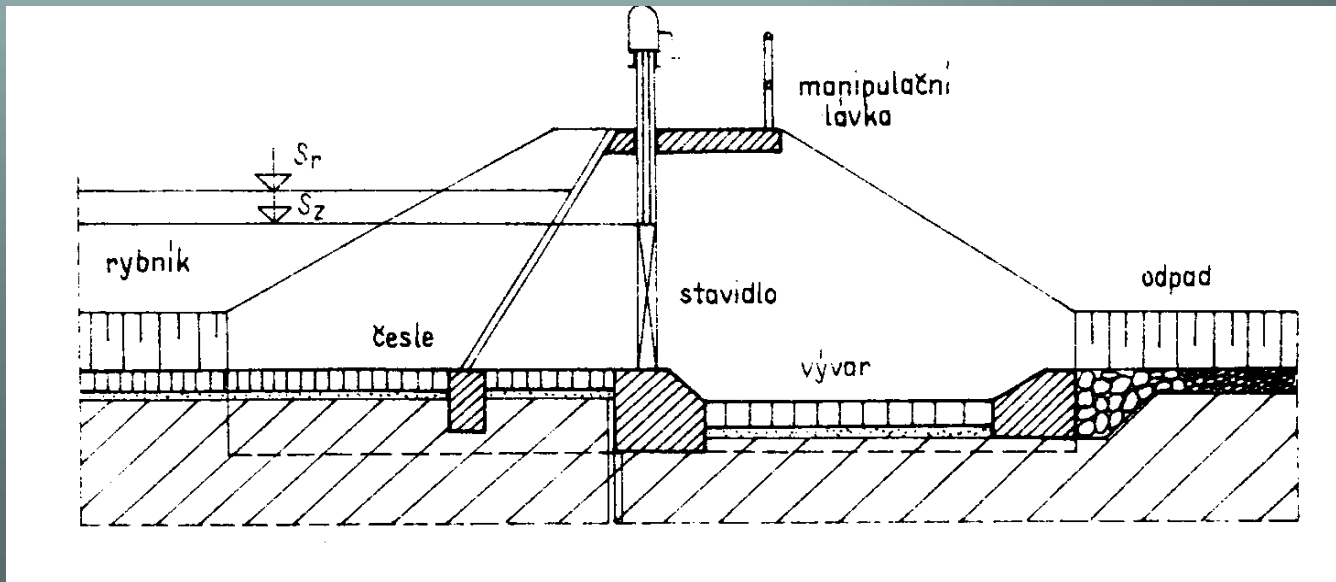
Umístění do nejnižšího místa nádrže

Typy výpustí

- Otevřené
- Trubní

# Otevřená výpustná zařízení

- Spodek výpusti v úrovni dna nádrže
- Hradicí zařízení – stavidlo
- Větší objekty – dělení na pole, výška do 6 m
- Pod výpustí vývar (dle charakteru proudění)









# Šoupátkové uzávěry

Plochá kanalizační šoupátka, přírubová trubní šoupátka



# Požeráky (kbel, mnich)

- Nejčastěji používaný typ
- Otevřené, uzavřené, polouzavřené, kombinované
- Dlužové stěny – jedna, dvě, tři
- Česlová stěna – místní ztráta
- Potrubí – dřevěné, ocelové, betonové, plastové
- Obetonování potrubí v hrázi v celé délce
- Minimální průměr DN 300, průtok o volné hladině
- Spoj šachty a odpadního potrubí
- Přístupová lávka – ocel, dřevo – délka lávky, barva
- Poklop – uzamykatelný

















# Suché nádrže

- TNV 75 2415 Suché nádrže
- Ochrana před povodněmi
- Protékané – transformace PV v retenčním prostoru – profil odpadního potrubí – min.DN 800, průtok o volné hladině – redukce profilu na vtoku
- Neprotékané – zachycení části PV bez odtoku, vypuštění po povodni

# Průtok vody výpustí

$Q_x = m * b_o * (2g)^{0,5} * h^{1,5}$  přepad přes dlužovou stěnu

$m = 0,41$  až  $0,42$  (možno dle  $h$ )

$b_o$  – účinná délka přepadové hrany (kontrakce)

Posouzení nebo návrh odpadního potrubí – odtok o volné hladině

- Podkritické (říční) – Chézyho rovnice
- Nadkritické (bystřinné)

# Průtok vody výpustí

Kritické hodnoty (pro kruhový profil poměrné hodnoty)

- $Q_{kr} = S_{kr} * v_{kr} \quad (m^3.s^{-1})$
- $v_{kr} = (g * h_{krs})^{0,5} \quad (m.s^{-1})$
- $h_{krs} = S_{kr}/B_{kr} \quad (m)$
- $i_{kr} = n^2 * v_{kr}^2/R_{kr} \quad (-)$

Hloubka před vtokem do odpadního potrubí

- $h_o = 1/\varphi * (h + v^2/2g) \quad (m)$

# Průtok vody výpustí

Maximální průtok výpustí:

- průchod návrhové povodně (zpravidla kulminace stoleté povodně) –  $h =$  výšce retenčního prostoru
- vypouštění nádrže –  $h = 2 \times$  výška dluže

Nestabilní režim proudění – strhávání vzduchu do šachty – rázy, pulzace

$$Q_j = 4,3 * b * d_s^{1,5} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$h_j = 1,8 * d_s \quad (\text{m})$$



# Tlakový průtok

- Čepový a lopatový uzávěr

$$Q = S * (2g * H)^{0,5} / (1 + \sum \zeta_i)^{0,5} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$\zeta_t = (125 * n^2 * L) / D^{4/3} \quad (-)$$

Posouzení koryta pod hrází (Chézyho rovnice, kritické hodnoty)

Vývar pouze v případě změny typu proudění, zpravidla nadkritické v potrubí a podkritické v korytě

# Výpočet transformace - SN

Metoda pro posouzení efektivity (účinnosti) suché nádrže vychází z posouzení poměru záchytného prostoru nádrže a objemu návrhové povodňové vlny se zahrnutím hydraulického řešení odtoku vody výpustným potrubím, případně bezpečnostním přelivem.

$$Q_p \cdot \Delta t - Q_o \cdot \Delta t = \pm \Delta V,$$

$Q_p$  je časový průběh přítoku vody do nádrže ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

$Q_o$  – časový průběh odtoku vody z nádrže ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

$\Delta t$  – časový krok (s)

$\Delta V$  – objem vody (změna - přírůstek nebo úbytek)  
v záchytném prostoru nádrže ( $\text{m}^3$ )

# Vstupy

## *Charakteristika nádrže*

- zatopený objem – ze zaměření, DMT, mapy 1:10 000 (vrstevnice po 2m)

## *Charakteristika přítoku*

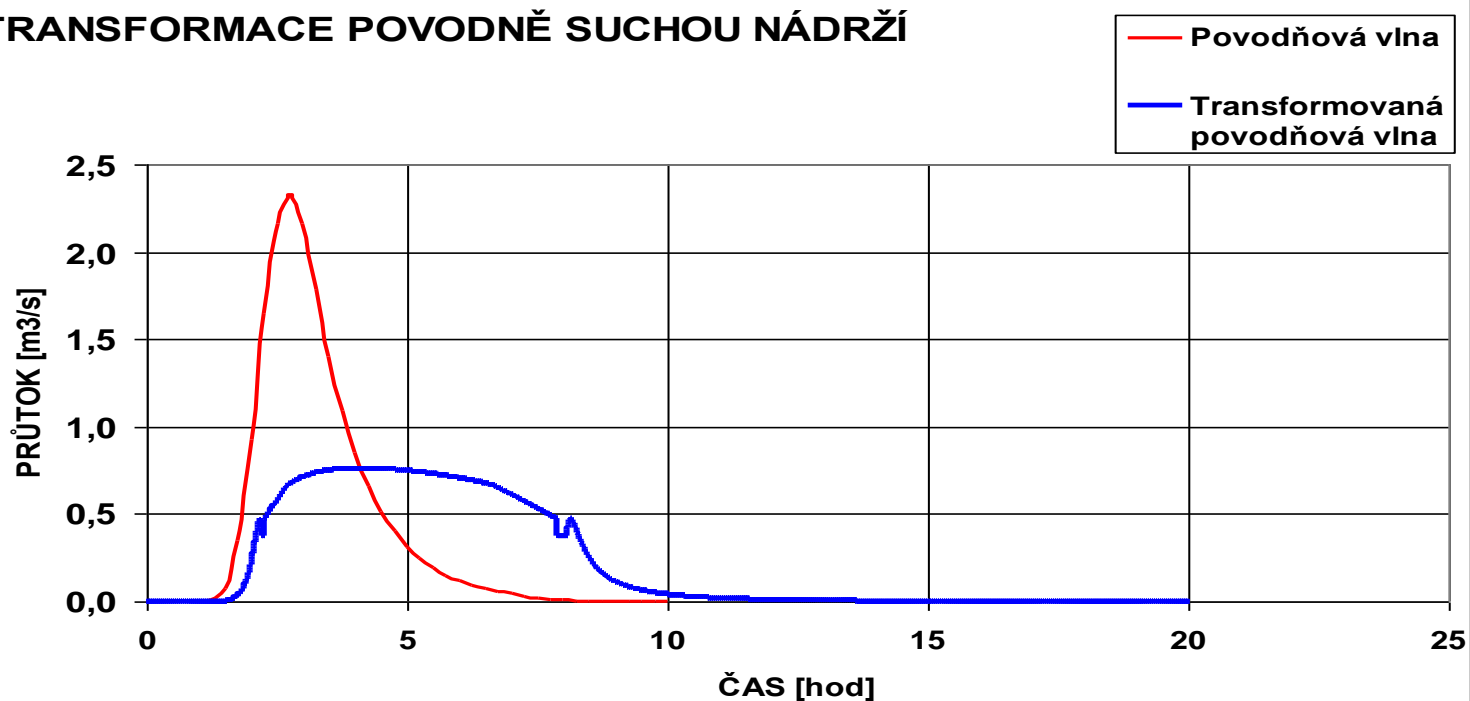
- návrhový přítok  $Q_N$  a časový průběh přítoku pro doby opakování 20, 50 a 100 let – ČHMÚ

# Varianty řešení

- Profil výpusti (jejich počet a umístění)
- Velký profil výpusti – transformuje dobře velké průtoky, malé vůbec
- U malého profilu – naopak
- Výškové umístění a parametry přelivu (nejprve lze počítat bez přelivu → maximální hladina jako vodítka pro umístění přelivu)
- Kapacita přelivu – netransformovaný odtok  $Q_N$  (dle TNV 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních)

# Výsledek řešení

TRANSFORMACE POVODŇNĚ SUCHOU NÁDRŽÍ



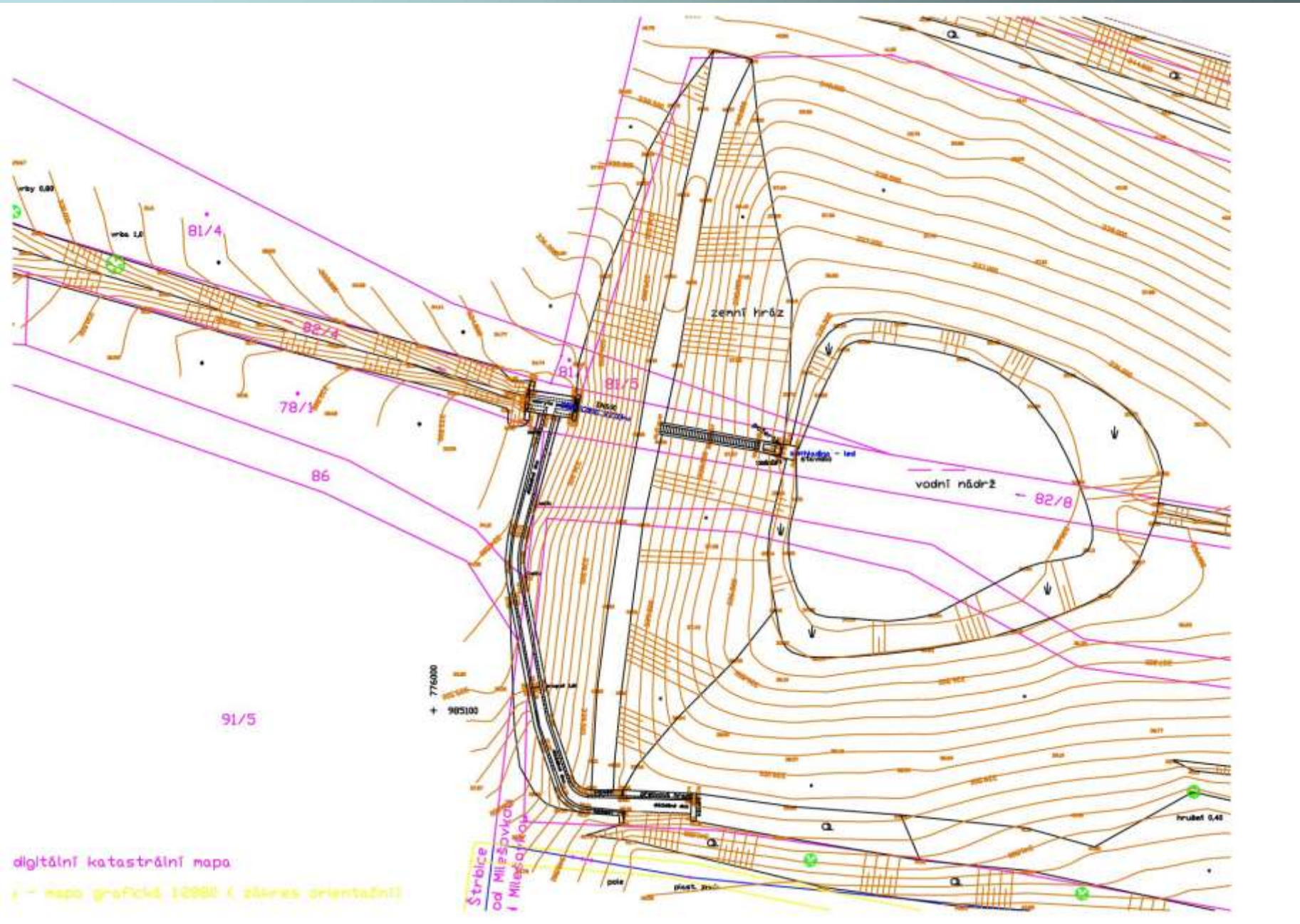
<b>SN2</b>			<b>Q100</b>
Q_P max [m3]	<b>2,33</b>	T_Q_P max [h]	<b>2,75</b>
Q_O max [m3]	<b>0,76</b>	T_Q_O max [h]	<b>4,10</b>
Transf efekt [%]	<b>67,15</b>	Max.hladina [m.n m.]	<b>370,53</b>

# Nebezpečnost suchých nádrží

- Podcenění návrhu hráze i objektů
- Dlouhodobé nevyužívání VD = stav hráze
- Údržba (ucpání česlí)
- Obvykle nad intravilánem
- Nebezpečí protržení hráze, vznik zvláštní povodně
- *Vrána K.: Rybníky a účelové nádrže – příklady vydavatelství ČVUT*
- *<http://storm.fsv.cvut.cz/cinnost-katedry/volne-stazitelne-vysledky>*







digitální katastrální mapa

mapa grafická 1:2000 (zároveň orientační)

Strbice  
od Milpšovka  
Mlýnský náhon

zenní hráz

vodní nádrž - 82/8

81/4

82/4

78/1

86

91/5

+ 77600  
+ 905100

hrubek 0,48

poje  
přes. želez.

**Děkuji za pozornost**