

# **ODBORNÝ SEMINÁŘ**

## **Analýza erozních a odtokových poměrů poměrů a návrh protierozních a vodohospodářských opatření v procesu pozemkových úprav**

**Postupy řešení při návrhu VHO v pozemkových úpravách**

**doc. Dr. Ing. Petr Doležal**

18.5.2023

VUT FAST

Ústav vodního hospodářství krajiny

Veveří 95, 602 00 Brno

Místnost: D182

# Zaměření přednášky

## Nádrže navrhované v rámci PSZ

Podklady

Skladba dokumentace DTR

Výběr umístění vodních nádrží

Návrh objektů

Vodní bilance

Retenční funkce

Klimatická studie

## Ukázky výkresové dokumentace DTR

# Podklady - IGP

## IGP – úkolem je:

- **Zhodnotit území z hlediska celkové stability**, tj. vyloučit existenci nepříznivých geologických jevů v území (sesuvy, tektonické poruchy, seismicita a jinak nevhodné geologické podmínky).
- **Popsat základní geologické utváření území.**
- **Určit předběžně průběh jednotlivých geologických vrstev.**
- **Vymezení zemníku pro těžbu zemin vhodných ke konstrukci hráze.**
- **Stanovit zatřídění jednotlivých zemin dle ČSN EN 1997-1** (původně ČSN 73 1001). Zatřídění je možno pro předběžný průzkum určit subjektivně na základě zkušeností geologa. Pokud se jedná o zeminy, kde si geolog není jistý, příp. jsou-li zeminy na hranici zatřídění, provedou se odběry porušených vzorků k základnímu laboratornímu rozboru. Zatřídění pak provede příslušná laboratoř.
- **Zakreslit hladinu podzemní vody.**
- **V případě existence nepříznivých geologických jevů v území určit, je-li stavba v tomto prostředí proveditelná**, případně stanovit způsob jejího provedení, doporučení provedení podrobného geologického průzkumu, příp. navrhnout způsob eliminace nepříznivých vlivů.
- **Odhalit případné antropogenní vrstvy** (skládky, násypy, výkopy apod.) a navrhnout způsob jejich likvidace, příp. způsob založení stavby. Nejvhodnější pro získání informací o geologickém složení je provedení vhodně umístěných kopaných sond. Vrtané sondy je vhodné provést vrtnou soupravou s průměrem vrtu alespoň 12 cm. Zatřídění zemin je vhodné provést laboratorním rozbořením zemin. Pro předběžný průzkum je možno zatřídřit zeminy na základě vizuálního hodnocení zkušeným geologem. V případě nerozhodnosti je vhodné provést základní laboratorní rozbor (indexové zkoušky, zrnitost). Zatřídění pak provede laboratoř, nebo je možno jej provést dle trojúhelníkového grafu (ČSN EN 1997-1 - ČSN 73 1001, ČSN 75 2410).

## Umístění sond je vhodné provést:

- **V ose hráze**
- V příčných profilech území stavby tak, aby geologický průzkum území přesahoval hranice stavby.
- V místě předpokládaných objektů, pokud jsou známy.
- **V místě předpokládaných zeminů.** Množství sond se přizpůsobí složitosti geologických podmínek, zjištěných u prvních sond.

# Podklady - Hydrologické podklady

- **Pro návrh malé vodní nádrže musí být opatřeny hydrologické podklady (hydrologická data).**

Vzhledem k jednotnosti údajů ve všech stupních projektové dokumentace je nutno získat podklady dle ČSN 75 1400 (od ČHMÚ). Vzhledem ke zkušenostem z inženýrské praxe a s ohledem na eliminaci možných dalších problémů v následujících stupních dokumentace se doporučuje používat data ověřená či přímo dodaná ČHMÚ.

Data zajišťuje pobočka na základě vymezení jejich rozsahu zpracovatelem. Uvedená data jsou výchozím podkladem pro zpracování DTR. U podkladů získaných z odtokových nebo protipovodňových studií se doporučuje výsledky ověřit, zda se jednalo o údaje garantované ČHMÚ. Rozsah a podrobnosti hydrologických dat jsou závislé na navrhovaném opatření (stavbě):

- **Retenční nádrž** – N-leté průtoky, M-denní průtoky, objemy N-letých povodní, průběhy teoretických povodňových vln, vztažené k profilu hráze, roční úhrn srážek v povodí nádrže.
- **Suchá ochranná nádrž** – N-leté průtoky, objemy N-letých povodní, průběhy teoretických povodňových vln, vztažených k profilu hráze a pro prokázání účinku suché nádrže na průtoky pod nádrží i údaje na toku, do kterého odtéká voda z těchto nádrží.
- **Akumulační nádrž** – N-leté průtoky, M-denní průtoky, plocha povodí, roční úhrn srážek, průměrné měsíční průtoky.

- **Pro malé vodní nádrže je výchozím podkladem vždy kategorizace provedená autorizovaným inženýrem z oboru stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství.**

**DŘÍVE – Pobočka, DNES – zpracovatel – ZD ????**

# Podklady - Normy a odborná literatura MVN

- ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod
- ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže
- ČSN 75 2310 Sypané hráze
- ČSN 75 2340 Navrhování přehrad – Hlavní parametry a vybavení
- ČSN 75 2405 Vodohospodářské řešení vodních nádrží
- ČSN P 75 0290 Navrhování zemních konstrukcí hydrotechnických objektů.
- TNV 75 2415 Suché nádrže.
- TNV 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních.
- Pomůcka ČKAIT Malé vodní a suché nádrže
- **Vzdělání a praxe v oboru !!!!**
- Vysokoškolská skripta, odborné publikace, typizační směrnice.....

# Skladba dokumentace DTR – TS PSZ

## Specifikace účelu DTR:

- Dokládá spolehlivé stanovení potřebných záborů pozemků, zejména stavebních pozemků k umístění a realizaci zařízení PSZ. DTR je, v rámci dokumentace PSZ, samostatnou přílohou.
- Obsahuje podrobnější popis technického řešení PSZ s uvedením postupu a výsledků nutných výpočtů. Obsahuje podrobnější grafickou dokumentaci navrženého řešení.
- **Je podkladem pro navazující přípravu realizace staveb společných zařízení. Zejména je určena pro zadávání příslušné projektové dokumentace jednotlivých zařízení PSZ (DSP, DPS).**

## Navazující stupně DSP a DPS

### Vyhláška 499/2006 Sb. – dokumentace pro vydání rozhodnutí o umístění stavby

A Průvodní zpráva

B Souhrnná technická zpráva

C Situační výkresy

D Dokumentace objektů

K dokumentaci se přikládá dokladová část

# Skladba dokumentace DTR – TS PSZ

## Průvodní zpráva

- Která obsahuje:
  - Identifikační údaje (zadavatele a zpracovatele).
  - Předmět dokumentace (Vodohospodářská opatření podle účelu). - Účel navrhovaných opatření a jejich zdůvodnění.
  - Výchozí podklady pro návrh technického řešení. Uvádí se výčet podkladů, které se týkají řešeného opatření (vybrat z přehledu podkladů pro návrh PSZ, včetně doplňujících podkladů). U podkladů, které nevycházely z přímého měření, se doporučuje tuto skutečnost zdůraznit. Jedná se o dokumentace přebírané z dřívějších dokumentací, ze studií, podklady získané dálkovým průzkumem země apod.
  - Zásady návrhu opatření – vždy podle účelu opatření.
  - Základní charakteristika navrhovaných opatření a jejich případné rozdělení na stavební objekty, které jsou definovány v úvodu kapitoly. Musí být respektován hlavní výkres PSZ.
  - Souhrnné hodnocení dosažených efektů navrhovaných opatření.
  - Údaje o souladu s ÚPD.
  - Stanoviska dotčených orgánů a správců dotčených zařízení s uvedením podrobnějších komentářů ke konkrétním připomínkám jednotlivých opatření.

# Skladba dokumentace DTR – TS PSZ

## Technická zpráva (U složitějších opatření může být členěna po objektech) (Souhrnná technická zpráva 499/2006Sb.)

Členění je:

- **Popis území** – zde se uvádí základní charakteristika území, na kterém je stavba navržena. Jedná se o polohu území, konfiguraci terénu, polohu vůči vodoteči, příp. údolnici a vztah k ní, stávající vodohospodářské stavby v zájmovém území (drenážní odvodnění, úpravy toků, průlehy, příkopy apod.). Vztah k chráněným lokalitám (vodní zdroje, přírodní lokality, ptačí oblasti, VKP, ochranná pásma podzemních a nadzemních vedení, ochranná pásma lesa, dráhy, silnice apod.).
- **Architektonické začlenění navržené stavby** (souboru staveb).
- **Účel stavby** – zde se uvede stručně stávající stav, včetně problémů, které bude stavba řešit, účel navrhované stavby, včetně očekávaného přínosu stavby.
- **Podklady pro návrh technického řešení** – uvádí se hydrologická data stanovená ČHMÚ (velikost povodí, průměrný roční úhrn srážek, N-leté průtoky, M-denní průtoky, průměrné měsíční průtoky, v případě retenčních nádrží objemy povodní a průběh návrhové povodňové vlny,) a data upravená v souvislosti s implementací závěrů Klimatické studie.
- **Popis stavebně technického řešení**
- **Vodohospodářské řešení (uvádí se pouze v případě nádrží** nikoliv u dalších vodohospodářských opatření) – rozsah je úměrný účelu nádrže a stupni dokumentace (v případě PSZ se jedná o stupeň dokumentace pro územní rozhodnutí). Vodohospodářským řešením se prokazuje požadovaný účel a účinek nádrže (zásobní, retenční). Jedná se zejména o požadované funkční objemy (viz ČSN 75 2405 Vodohospodářské řešení vodních nádrží) a u retence splnění požadavku na neškodný odtok.
- **Hydrotechnické výpočty** – uvádí se výsledky hydrotechnických výpočtů s odkazem na použité metody výpočtu (není nutné uvádět podrobný popis metod). U průlehů, příkopů a mezi se jedná o jejich návrhové kapacity, zadržené objemy, střední profilové rychlosti apod. U protipovodňových opatření na tocích se uvádí výpočet hladin, průtoků a středních profilových rychlostí. Pro revitalizace se jedná o kapacity koryta a bermy. U tůň se uvádí výpočty úměrně jejich významu, rozsahu a zvolené koncepci řešení (tůň průtočné, neprůtočné, sycené pouze spodní vodou apod.). Pro stabilizaci strží a bystrinných úseků se uvádí výpočty související s kapacitou přehrážek a s návrhem opevnění pod přehrážkami. Pro opatření na drenážních soustavách nebo v případě návrhu nové stavby se uvádí výpočty související s návrhem, jejichž výsledkem jsou parametry staveb. Totéž platí pro návrh závlahových staveb.
- **Popis vlivu navrženého opatření (souboru opatření) na ŽP.**

**Zpráva o předběžném inženýrsko-geologickém průzkumu (byl-li proveden) ???? Pro některá opatření je podmínkou realizovatelnosti.**



# Skladba dokumentace DTR – TS PSZ

## Popis stavebně technického řešení

- Zde se uvede **koncepte návrhu**,
- **základní data** navrhované stavby podle jejího účelu.
  - **Pro nádrže** se uvede popis hráze a objektů (spodní výpust, bezpečnostní přeliv), případně dalších opatření s nádrží souvisejících (poloha zemníku, úpravy v zátopě, náпустný objekt u neprůtočných nádrží apod.).

# Skladba dokumentace DTR – TS PSZ

**Pro každý stavební objekt DTR se dokládají výkresy (Situační výkresy 499/2006 Sb.):**

- **Přehledná situace opatření 1:10 000** (podklad ZM10) – může být pouze jedna pro celý soubor opatření.
- **Situace stavby 1:1 000**
- **Podélný profil 1:1 000/100** (zátopou nádrže a hrází nádrže)
- **Vzorový příčný řez 1:100 (50)** hráze nádrže
- **Charakteristické příčné řezy 1:100** zátopou nádrže doplněné o kótu celkového záboru.
- **Jednoduché schematické výkresy objektů** - výpusti, bezpečnostní přelivy

**Měřítko je možné vhodně upravovat podle návrhových parametrů opatření (zejména příčné a podélné profily).**

# Výběr umístění vodních nádrží

## Vliv na umístění vodních nádrží

- Tvar nádržní pánve,
- účel a požadovaná funkce nádrže,
- vhodnost místa pro výstavbu hráze a objektů (vlastnosti podloží),
- dostupnost materiálů na stavbu tělesa hráze,
- hydropedologické a hydrogeologické podmínky (hladina podzemní vody apod.),
- vhodnost vodního zdroje (vodnost a kvalita),
- vlastnictví pozemků,
- zemědělsko-výrobní poměry,
- kvalita (bonita) půdy v zátopové oblasti,
- územní plán,
- místní vlivy.

POZOR NA VZÁJEMNÉ PROVÁZÁNÍ

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Výběr umístění vodních nádrží Poloha nádrží, typ hráze (rozdělení)

Z hlediska polohy nádrží vzhledem ke zdroji vody

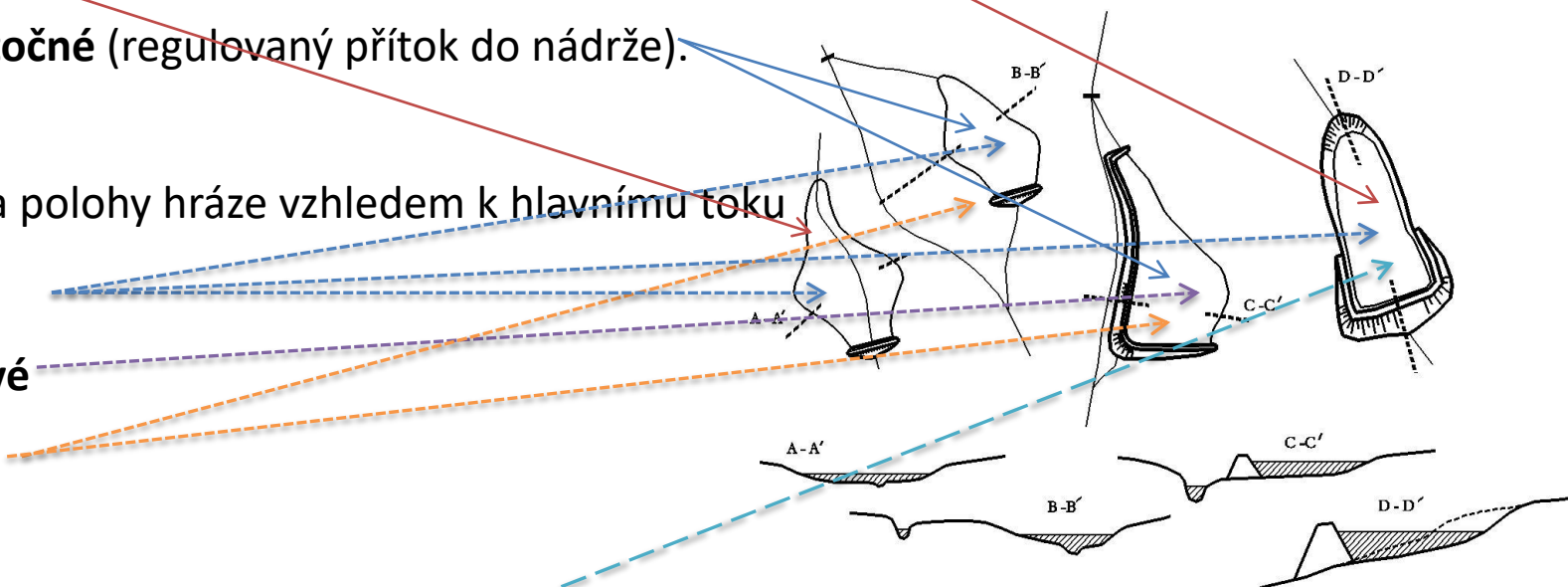
- **průtočné** (musí být vybaveny bezpečnostním přelivem);
- **neprůtočné** (regulovaný přítok do nádrže).

Z hlediska polohy hráze vzhledem k hlavnímu toku

- **údolní**
- **břehové**
- **boční**

Z pohledu zařízení, které slouží k zadržení vody

- **hrázové**
- **kopané**



profil **A-A'** - průtočná, údolní (hrázová) nádrž  
profil **B-B'** - neprůtočná, boční (hrázová) nádrž  
profil **C-C'** - neprůtočná, břehová, (hrázová) nádrž  
profil **E-E'** - průtočná, kopaná (hrázová) nádrž

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Výběr umístění nádrže - vhodnost umístění

- **tvár nádržní pánve** (plochá údolí – rybniční typ, pozor na úzká a hluboká údolí nebo na ploché svahy, snaha o krátkou hráz, **geologie má přednost**)

- **objemový ukazatel** ( $> 4-5$ , optimum 10 )  $\eta = \frac{V_Z}{V_H}$

- **hloubkový ukazatel** – biologicky aktivní  $\alpha > 0,5$   $\alpha_H = \frac{H_s}{H_{max}}$

- **účel a požadovaná funkce nádrže** (určení priorit, vyřešení protichůdnosti – manipulační řád)

- **vhodnost místa pro výstavbu hráze a objektů**

- geologie (založení, únosnost, krasové jevy)
- morfologie (tvar svahů)
- hydropedologické a hydrogeologické podmínky (hladina podzemní vody, přítoky ze svahů)

- **dostupnost materiálů na stavbu tělesa hráze**

- typ hráze
- doprava - cena

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Výběr umístění nádrže - vhodnost umístění

- **Vlastnictví pozemků** (stavební řád, SPÚ)
- **Zemědělsko-výrobní poměry**
  - kvalita (bonita) půdy v zátopové oblasti
  - způsob obdělávání pozemků v zátopě (suché nádrže)
  - způsob obdělávání pozemků v povodí
- **Územní plán** (soulad – stavební řád)
- **Další místní vlivy**
  - **pro retenční nádrže** (umístění vzhledem k chráněnému území, posouzení vlivu, návaznost)
  - kolize s nadzemním a podzemním vedením
  - odvodnění
  - EIA (zákon 100/2001 Sb. - velké nádrže (zjišťovací řízení - 10m hráz 100000m<sup>3</sup> objem H<sub>s</sub>=2m plocha 5 ha))
  - nesouhlas místních obyvatel

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Umístění vodních nádrží

- Účel a požadovaná funkce - KoPÚ
  - **Zásobní nádrže,**
  - nádrže upravující vlastnosti vody,
  - **hospodářské nádrže,**
  - asanační nádrže,
  - **krajinotvorné nádrže,**
  - **ochranné (retenční) nádrže** - suché, s malým, objemem vody,
  - rybochovné nádrže,
  - speciální účelové nádrže,
  - **rekreační nádrže.**

# Návrh objektů

- Spodní výpust
- Bezpečnostní přeliv



# Spodní výpusti

**Rozdělení spodních výpustí**

**Konstrukční zásady**

**Dimenzování spodních výpustí**

# Rozdělení spodních výpustí

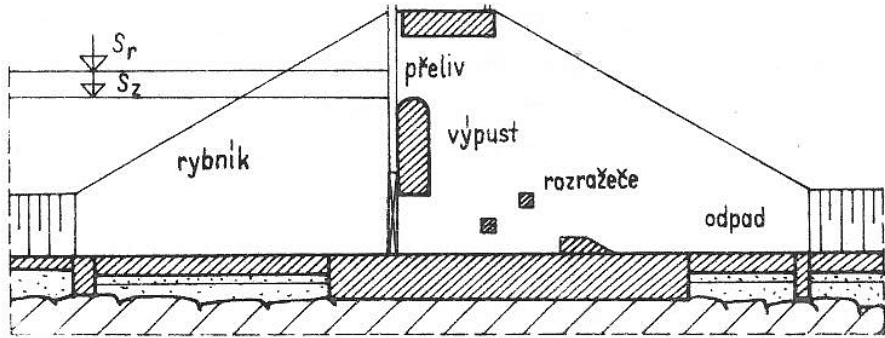
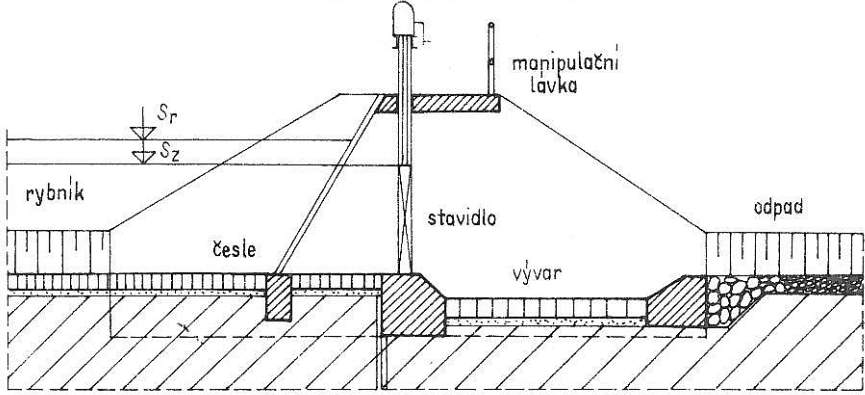
## Podle způsobu odvádění vody z nádrže

- otevřené
- **trubní**

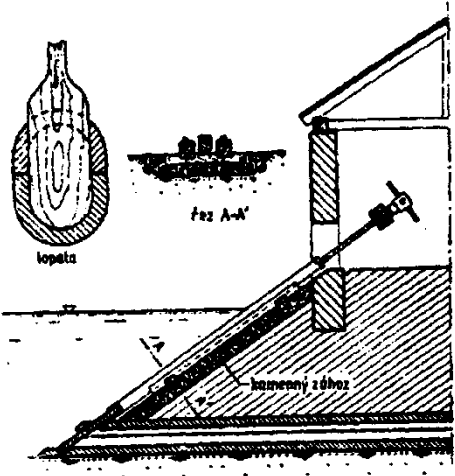
## Trubní dělíme podle typu uzávěru

- lopatové nebo šikmé stavidlové uzávěry na návodní straně
- čepové uzávěry
- šoupátkové uzávěry
- stavidlové uzávěry a plochá kanalizační šoupátka
- **požeráky**

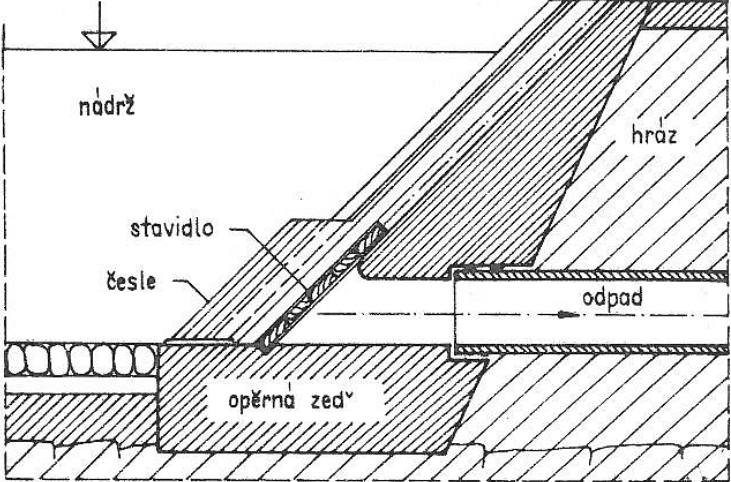
# Rozdělení spodních výpustí



Otevřená výpust, stavidlový uzávěr (J.Šálek)



Lopatový uzávěr (K.Vrána)



Lopatový uzávěr (J.Šálek)





# Požeráky



# Konstrukční zásady - výpusti

- Musí umožnit úplné vypuštění (u rybníků - odvodnění dna) – pozor na  $Q_m$  a MZP
- Musí být přístupné (lávky – poloha šachty uzávěru ), u vyšších stupadla v šachtě
- **Nádrže s ovladatelným objemem > 1 mil. m<sup>3</sup> mají mít dvě nezávislé výpusti**
- Nejmenší průměr **300 mm** (opt. 600mm ) – **pozor suché nádrže 800 mm!!!**
- Musí mít další uzávěr, který umožní zahrazení (revizní, provizorní)  
požerák nejméně dvě drážky !!!
- Před vtokem musí být česle
- V případě diafragmy - zavzdušnění DN 150 – 200mm
- **Platí stejné zásady jako pro betonové konstrukce v hrázi** (sklony líců, obetonování, těsněná dilatace šachty a potrubí, založení apod..)
- **Potrubí v hrázi nesmí být založeno na sedlech!!!**
- Režim proudění v potrubí by měl být o volné hladině
- Doporučuje se navrhovat žebra proti promrzání, **(suché nádrže vždy (DN 800mm))**

Rozměr (světlost) výpusti (mm)	Rozteč česlic (mm)
do 500	60
500až800	90
nad 800	120

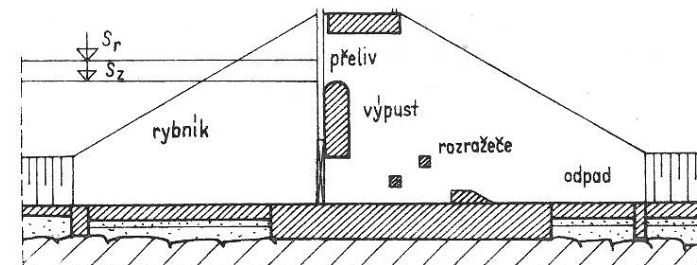
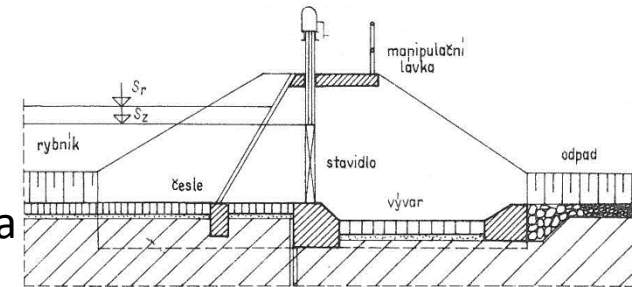
# Dimenzování spodních výpustí

## Otevřené výpusti – stavidla (návrh parametrů výpusti)

Stanovení konzumční křivky (-vek) – pro různé provozní stavy

Vytvořit hydraulické schéma úlohy (popis všech jevů a stavů, které mohou nastat)

- výtok pod stavidlem (kombinace otevření stavidel)
- přepad přes stavidla (kontrakce uzávěrových mechanismů)
  - posouzení vlivu dolní vody (kapacita odpadního koryta a výpusti)
- dimenzování vývaru
- posouzení kapacity odpadního koryta

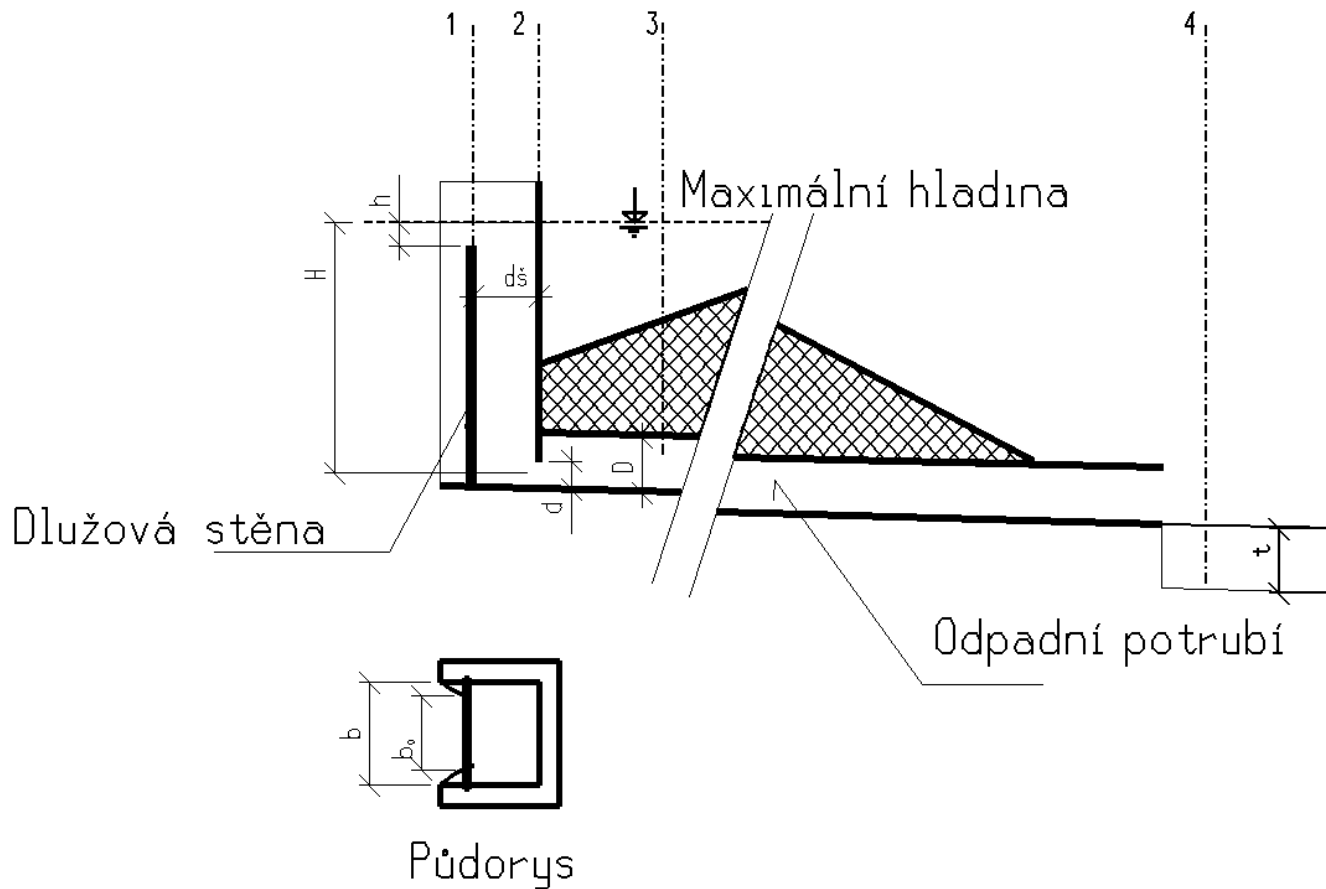




# Dimenzování spodních výpustí

Trubní výpusti hrazení dlužovou stěnou, nebo šoupětem

Výpočtové hydraulické schéma



# Dimenzování spodních výpustí

**Profil 1 – přeпад přes dlužovou stěnu (dřevěné fošny vysoké 0,15- 0,2m)**

$$Q = m * b_o * \sqrt{2g} * h^{3/2} \quad (m^3 s^{-1})$$

<b>h(m)</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>		<b>0,12</b>	<b>0,14</b>	<b>0,16</b>	<b>0,18</b>	<b>0,20</b>
m	0,459	0,450	0,439		0,428	0,424	0,422	0,420	0,419
<b>h(m)</b>	<b>0,22</b>	<b>0,24</b>	<b>0,26</b>		<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>	<b>0,50</b>
m	0,417	0,416	0,415		0,414	0,413	0,412	0,411	0,410
<b>h(m)</b>	<b>0,60</b>	<b>0,70</b>							
m	0,410	0,409							

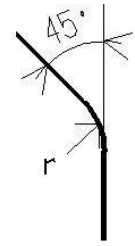
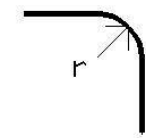
$$b_o = b - 2K_v * h \quad (m)$$

$$K_v = \frac{b * K_{v0}}{b + h}$$

$K_{v0} = 0,1$



$K_{v0} = 0,05$



$K_{v0} = 0,0$

přeпад přes horní hranu šachty požeráku

$$Q = Q_d + Q_{\check{s}}$$

$$Q_{\check{s}} = m * b_{\check{s}o} * \sqrt{2g} * h_{\check{s}}^{3/2} \quad (m^3 s^{-1})$$

$0,15 h < r < 0,5 h$

podmínka pulzací

$$Q_j \geq 4,3 * b * d_{\check{s}}$$

$$h_j = 1,8 * d_{\check{s}}$$

# Dimenzování spodních výpustí

Profil 2 – diafragma ( zúžení výtokového otvoru do odpadního potrubí)

$$Q = S_d * v \quad (m^3 s^{-1})$$

$$v = \mu * \sqrt{2g * H} \quad (m.s^{-1})$$

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum \xi_i}}$$

**$\mu$**

ostrá hrana – 0,82 (0,75)

zaoblená – 0,9 (0,83)

kanalizační šoupě – 0,83 (0,76)

$\zeta_i$  – součinitel místní ztráty

- vtok – ostrá hrana  $\zeta_i = 0,5$
- zaoblená hrana  $r/D \approx 0,06$   $\zeta_i = 0,2$
- rozšíření -  $\approx 0,25$
- česle  $\zeta_i = 0,1$
- uzávěry – kanalizační šoupě  $\zeta_i = 0,45$

# Dimenzování spodních výpustí

## Profil 3 – výpustné potrubí

Průtok o volné hladině při  $Q_{max}$  . Průtok v profilu 2 při  $H_{max}$

Pozor na ovlivnění dolní hladinou – výpočet hladiny v potrubí

$$Q_k \geq Q_{max}$$

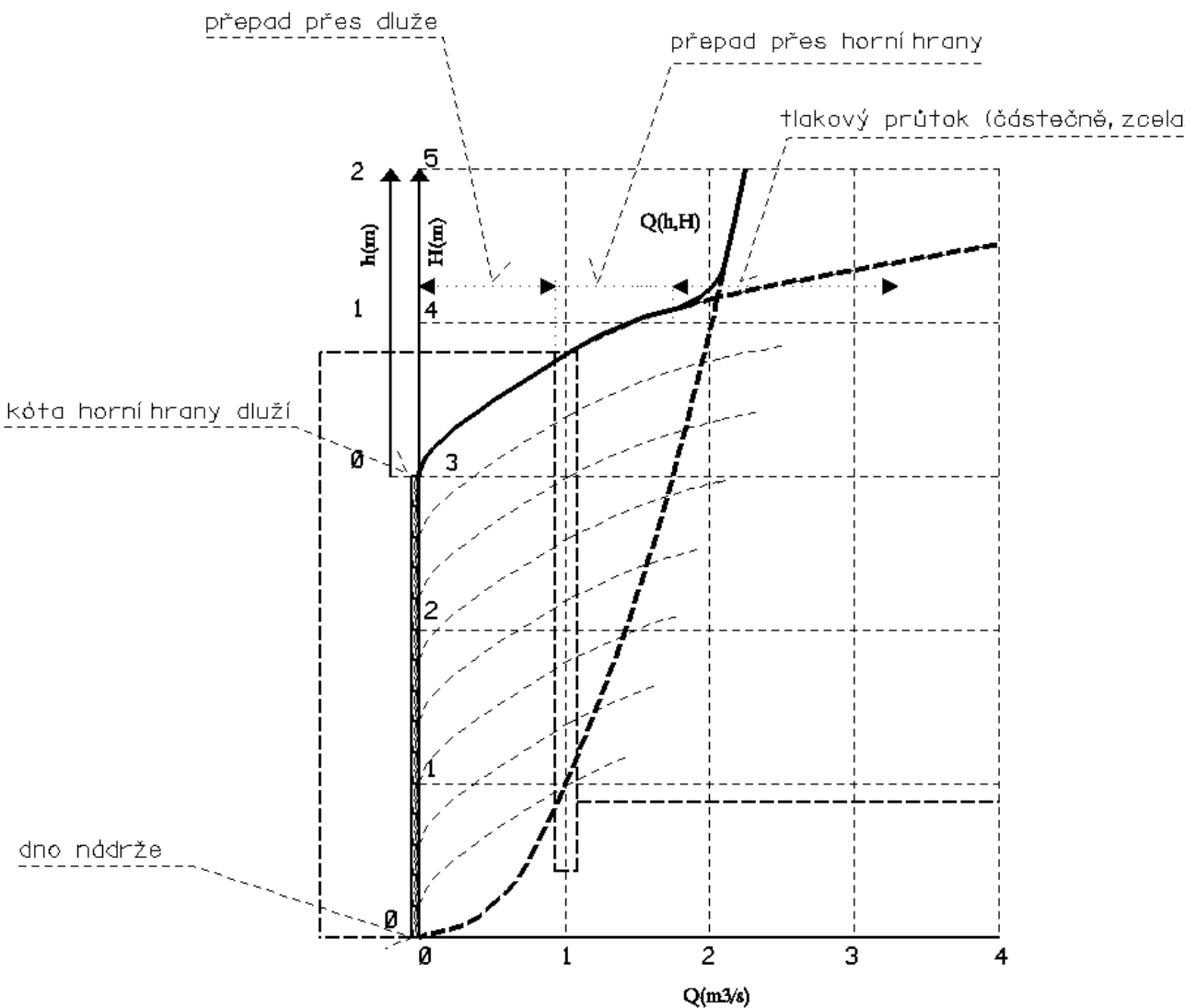
$Q_k$  - kapacita potrubí při zvoleném podélném sklonu a průměru  $D$ , (za předpokladu průtoku o volné hladině – hydraulické tabulky)

## Profil 4 – tlumení energie

- návrh opatření – vývar, bezvývarové ( $h, v$  na konci výpustného potrubí)
- znalost parametrů odpadního koryta – tvar, podélný sklon, režim proudění, konzumční krivka

# Dimenzování spodních výpustí – konzumční křivka

## Požerák – jednoduchý, otevřený



# Bezpečnostní přelivy

Rozdělení přelivů a konstrukční zásady

Dimenzování přelivů

# Bezpečnostní přelivy

Bezpečnostní přelivy slouží k ochraně nádrží před účinky povodňových průtoků.

Průtočné nádrže musí být vybaveny bezpečnostními přelivy vždy.

Neprůtočné nádrže – dimenzujeme na maximální průtoky, které mohou do nádrže přitéci náпустným zřízením, resp. na tyto průtoky zvýšené o přítok z povodí nad nádrží, které nemá přímou vazbu s tokem, ze kterého je nádrž napouštěna.

# Rozdělení přelivů

## Podle umístění (ve vztahu k hrázi a zátopě)

- korunové
- kašnové
- boční
- šachtové
- sdružené funkční bloky
- speciální (např. násosky)

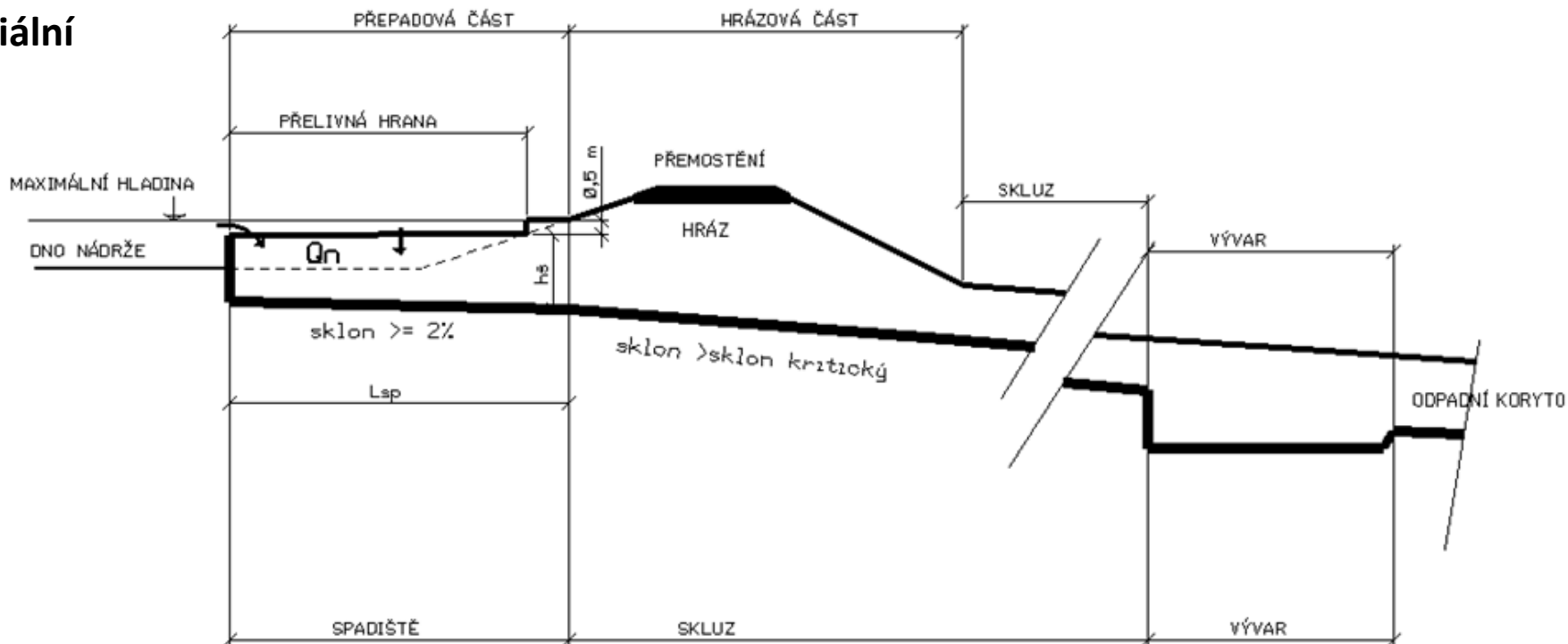
## Podle funkce při transformaci a ochraně hráze

- hlavní
- nouzové



# Konstrukční části , spadiště (S), hrázová část (H), skluz (SK), tlumení energie (T)

- korunové (H, (SK)T)
- kašnové (S, H, SK, T)
- boční (S, H, SK, T)
- šachtové (šachta, odpadní potrubí, T)
- sdružené funkční bloky (S, H, T)
- speciální

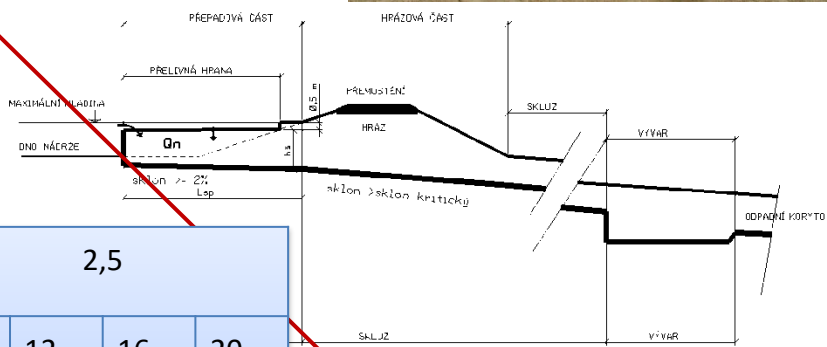
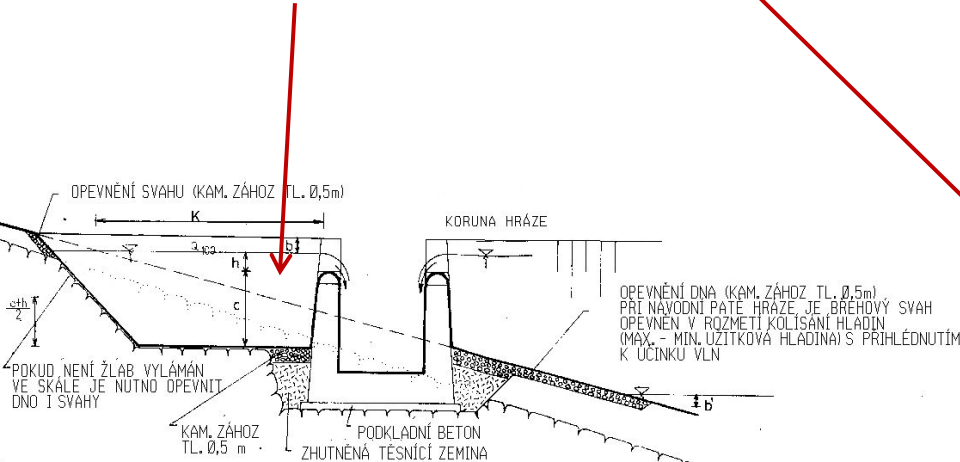
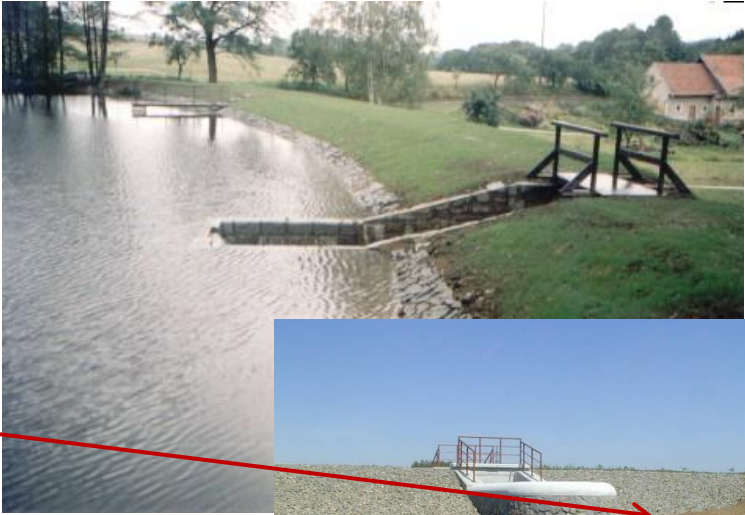


korunový přeliv ????

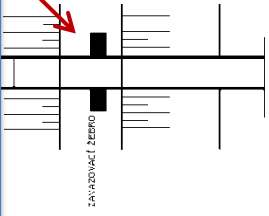


# Kašnové (přelivná hrana zasahuje do zátopy)

- Zkrácená délka objektu (výhoda)
- Mimo osu hráze (jinak je výhodnější SFB)
- Skluz pokud možno přímý
- Zajistit proti promrzání (žebra)
- Pozor na umístění vzhledem k předpokládané funkci

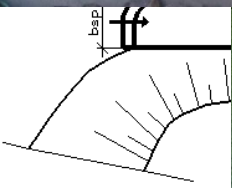
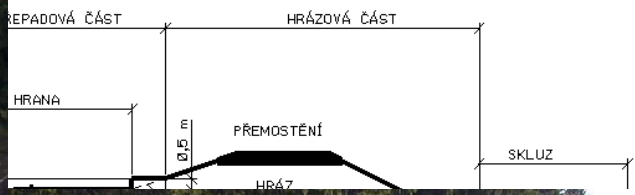
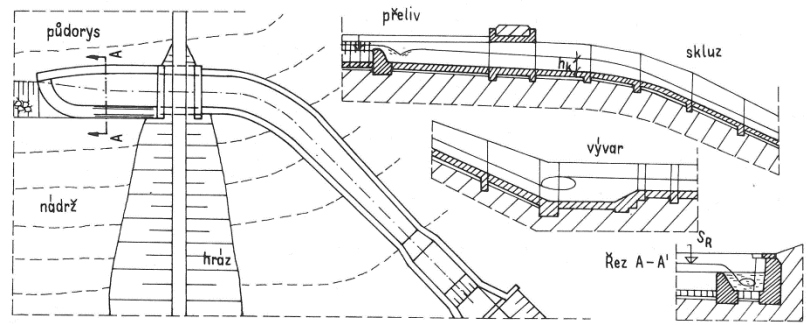


c (m)	1				2				2,5			
TYP (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	8	12	16	20	8	12	16	20	8	12	16	20
K (m)	8	10	12	15	5	6	8	10	4	5	7	8
h (m)	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6



# Boční (přelivná hrana zasahuje do zátopy)

- Mimo osu hráze, více k zavázání
- Skluz pokud možno přímý
- Zajistit proti promrzání (žebro)



# Šachtové (přelivná hrana kruhová, v zátopě mimo hráz)

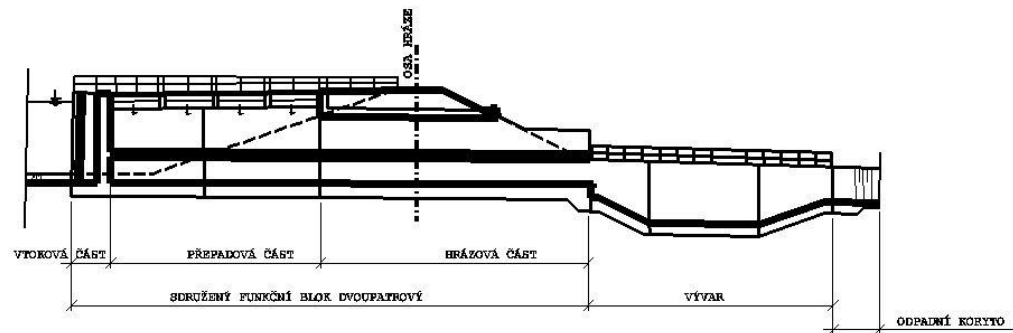
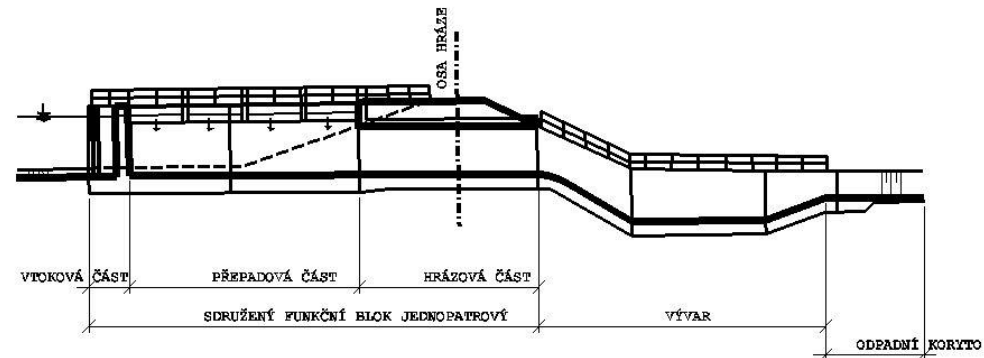
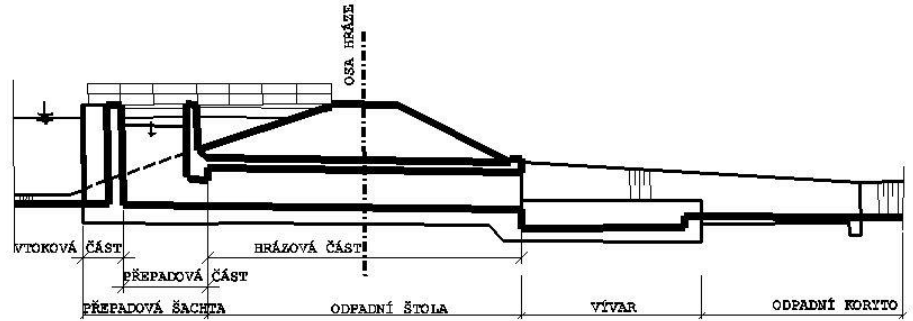
- U malých vodních nádrží se jim vyhýbáme (norma ČSN 75 2410 je nedoporučuje - zahlcení nebo ucpání plovoucími předměty a ledem) – přehrady
- Šachta, koleno, odpadní potrubí – diafragma, výzkum, založení

# Sdružené funkční bloky (přelivná hrana zasahuje do zátopy)

- Zkrácená délka objektu (výhoda), spojení se spodní výpustí
- V nejhlubším místě (hluboké spadiště)
- Zajistit proti promrzání (žebra)

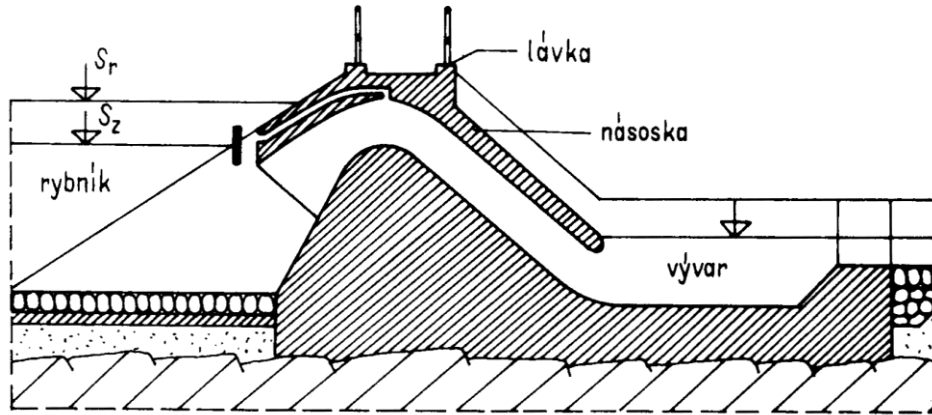
Dělíme podle konstrukce

- šachtové (obdélník, čtverec)
- jednopatrové
- dvoupatrové (eliminujeme hluboká spadiště)



# Speciální

- Nouzové, tvoří rezervu v případě poruchy hradícího zařízení na hlavním přelivu (jednodušší konstrukce, možnost jejich porušení, při zavázání nebo mimo hráz)
- Násosky- slouží k rychlému vyprázdnění nádrží



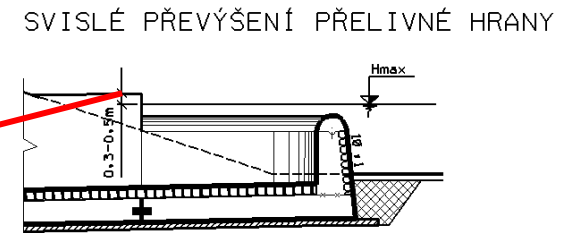
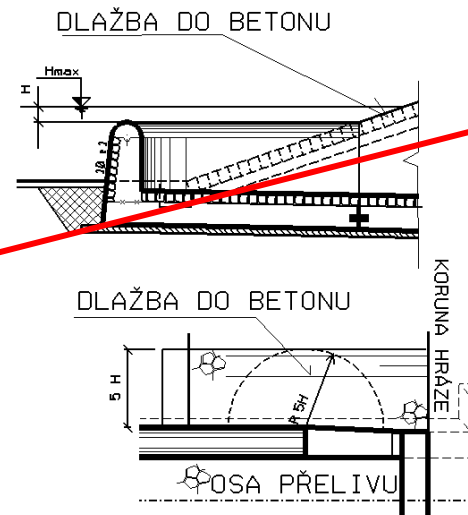
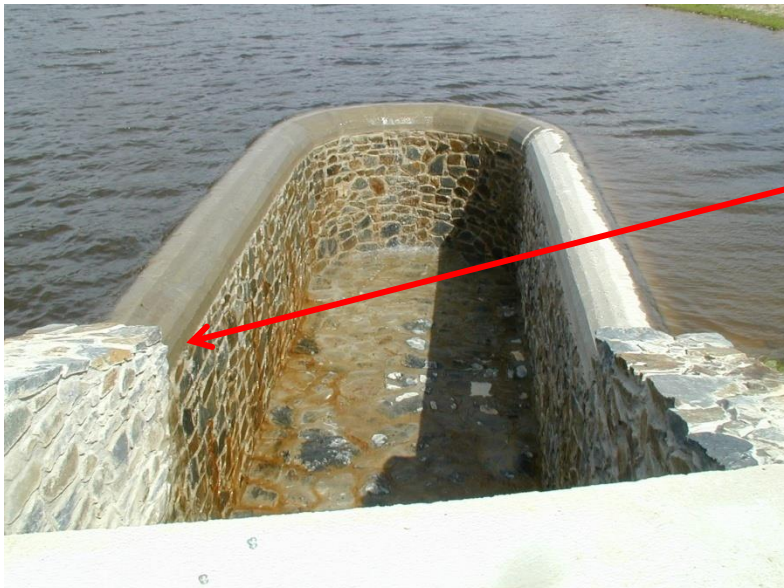
Násoskový bezpečnostní přeliv (J.Šálek)

# Konstrukční zásady – přelivy

Hlavními hledisky – bezpečnost, stabilita, proveditelnost, cena

- Spadiště (S)

- Monolitická ŽB konstrukce (doporučení)
- Minimální šířka spadiště  $b_{sp} = 2\text{m}$  (vyjímečně 1,5m) současně  $b_{sp} \geq 4 \cdot h_p$ , kde  $h_p$  je výška přepadového paprsku (0,3-0,5m)
- Měrný průtok v intervalu  $5-12 \text{ m}^2\text{s}^{-1} = Q_n/b_{sp}$
- Poměr šířky spadiště  $b_{sp}$  ku délce  $L_{sp}$  by měl být větší než 2
- Sklon – minimálně 2%
- Hloubka

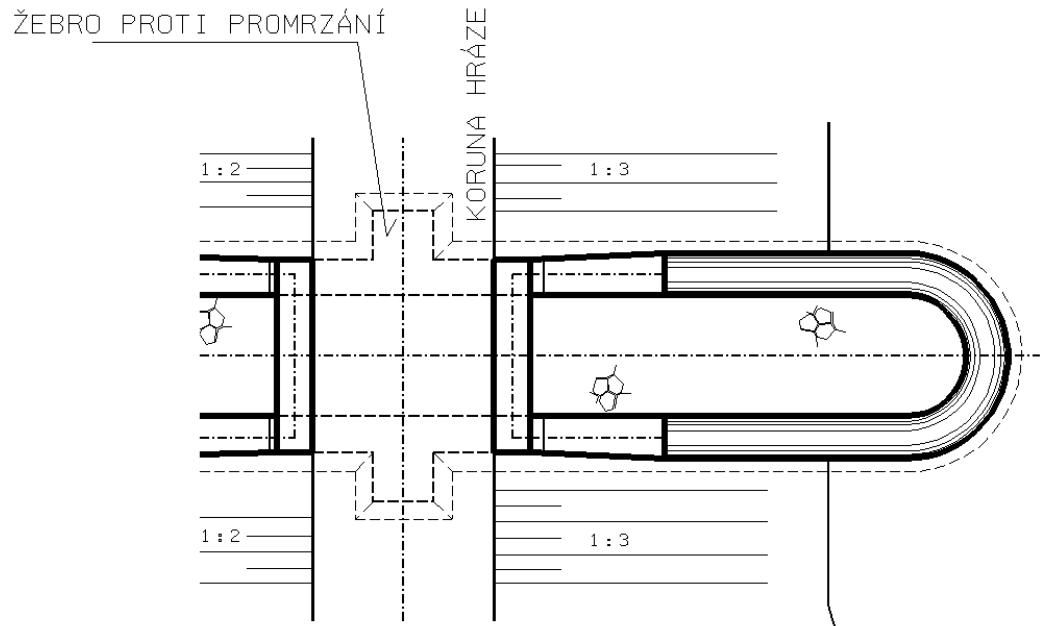


,3- 0,5m nad  $H_{max}$



# Konstrukční zásady - přelivy

- Hrázová část (H)
  - Monolitická ŽB konstrukce
  - Žebra proti promrzání (mim. šířka v základu 2 m, zasahovat do těsnění alespoň 1 m (pozor jádro rozšířit na dvojnásobek výšky hráze nad uvažovanou úrovní), filtr a samostatný drén až za žebrem, resp. zóně E
  - **Žebra proti promrzání - nesmí působit jako sedlo (podpora) – založení na skálu, když ostatní konstrukce leží na zemině !!!**
  - Kapacita hrázové části na cca dvojnásobek  $Q_N$
  - Dodržet pravidla pro betonové konstrukce v hrázi (10:1, drény apod.)



# Konstrukční zásady - přelivy

- Skluz (SK)
  - Monolitická ŽB konstrukce, u menších průtoků a nižších hrází (zemní opevněná, navázání přes zavazovací křídla )
  - Sklon nadkritický
  - Snaha o přímou trasu
  - Převýšení – výběh vln
  - Výpočet hladiny ve skluzu – návrh tlumení energie

# Konstrukční zásady - přelivy

## • Tlumení energie (T)

- vývar (vodní skok, dimenzování)
- bezvývarové (umělá drsnost koryta) – průběžná niveleta (max. 0,5 m převýšení)

Vývary dělíme:

Podle půdorysného uspořádání na:

- prizmatické (šířka a tvar je stejný po délce);
- divergentní (šířka se zvětšuje po délce);
- konvergentní (šířka se po délce zmenšuje).

Podle tvaru příčného profilu na:

- obdélníkové;
- lichoběžníkové;
- kombinované, lichoběžník s obdélníkovou spodní částí.

Výškové uspořádání	Režim proudění v odp. korytě při návrhovém průtoku	Doporučený typ tlumení kinetické energie
Přímé napojení nivelety tlumícího objektu na přívodní zařízení	bystřinné proud.	bezvývarové
	říční proudění	vývarové i bezvývarové
Napojení přívodního zařízení na tlumící objekt skokem	bystřinné i říční	vývarové

# Konstrukční zásady - přelivy

- Dilatace

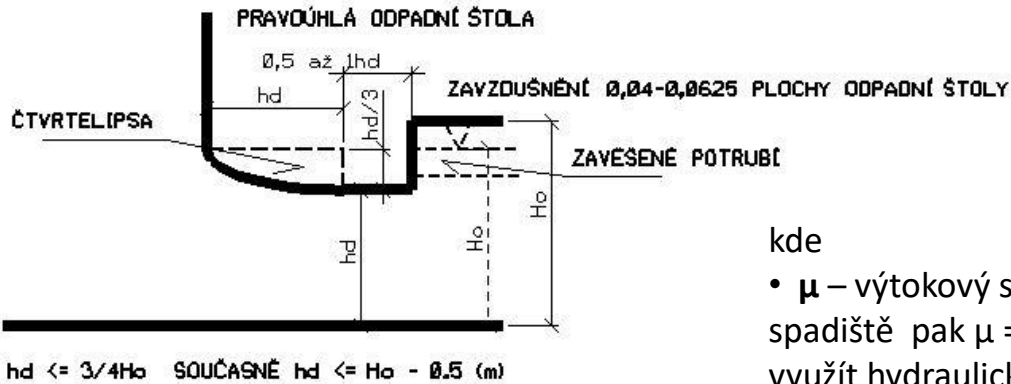
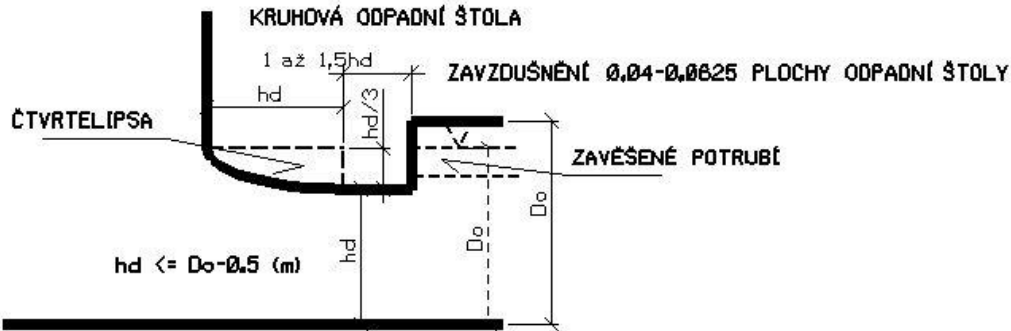
Určují se podle klimatických a geologických podmínek. Podle zkušeností je možné použít následující hodnoty:

- u přepadových částí 10-20 m
- u hrázových částí - 10-15 m
- u štol - do 10 m

**Těsněné !!!!!**

# Konstrukční zásady - diafragma

- Šachtový přeliv
- SFB (uzavřená hrázová část – šachtový)



kde

- $\mu$  – výtokový součinitel, pokud je šířka diafragmy stejná jako spadiště pak  $\mu = 0,82$ , jinak je třeba počítat s boční kontrakcí a využít hydraulickou literaturu,
- $S_d$  – plocha výtokového otvoru ( jedná se o plochu na konci diafragmy),
- $K_p$  – kóta koruny přelivu,
- $K_d$  – kóta horní hrany výtokového otvoru.

$$Q = \mu * S_d * \sqrt{2 * g * (K_p - K_d)} \geq 2 * Q_n$$

# Dimenzování bezpečnostního přelivu

## Přepadová část (spadiště - S)

Návrh hloubky a šířky viz. konstr. zásady

Stanovení délky přelivné hrany (konstrukční)

Návrhový průtok  $Q_N$ , volby přepadové výšky  $h$  (0,3-0,6m)

Výpočet účinné délky přelivu

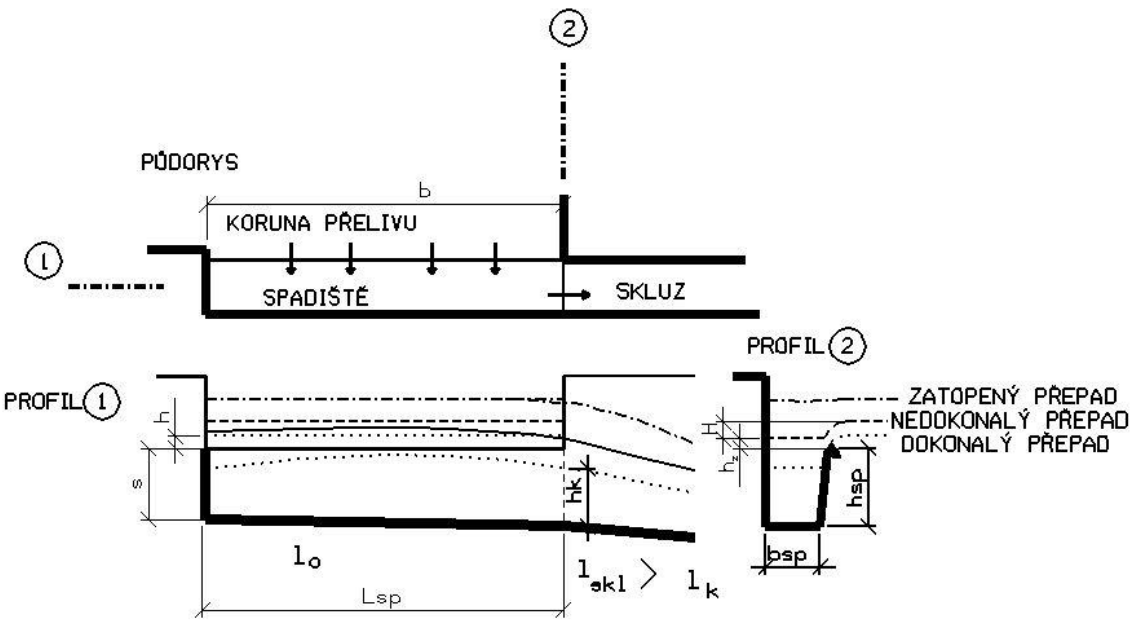
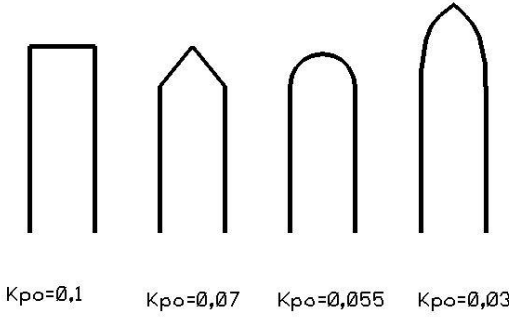
$$b_0 = \frac{Q_n}{m * \sqrt{2 * g * h^{3/2}}}$$

Vliv kontrakcí

$$b = b_0 + n * K_{po} * h$$

Upravení na konstrukční délku

Výpočet průběhu hladiny



# Dimenzování bezpečnostního přelivu

## Hrázová část (H)

Dokonalý přepad

$$i_0 * L_{sp} + s \geq \frac{1}{\varphi} * H_{ek} \quad \text{kde} \quad H_{ek} = h_k + \frac{\alpha v_k^2}{2g}$$

Nedokonalý přepad (řídí hloubka vody v této části konstrukce)

$$Q = m * b_0 * \sigma_z * \sqrt{2 * g} * h^{3/2}$$



**UKÁZKA ZATOPENÉHO PŘEPADU**

**Zatopený přepad (limitující pro kapacitu bezpečnostního přelivu!!!!)**



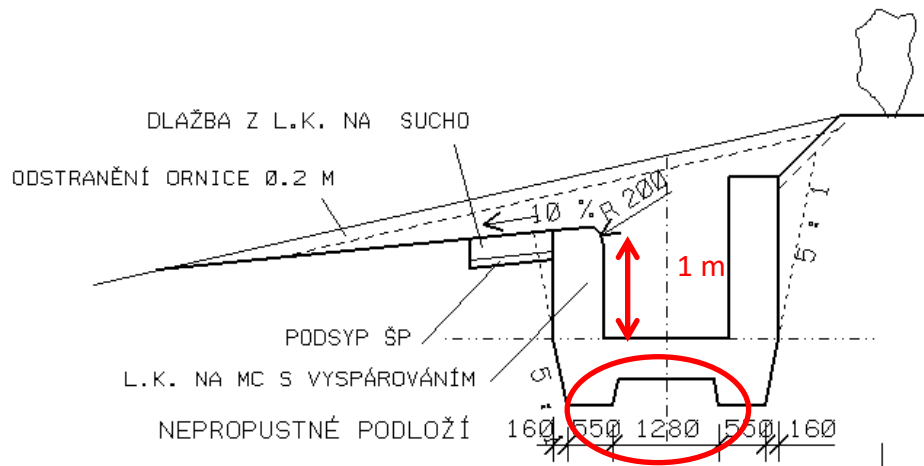
**ŠPATNÉ NÁVRHY NEPOUŽÍVAT !!!!!**



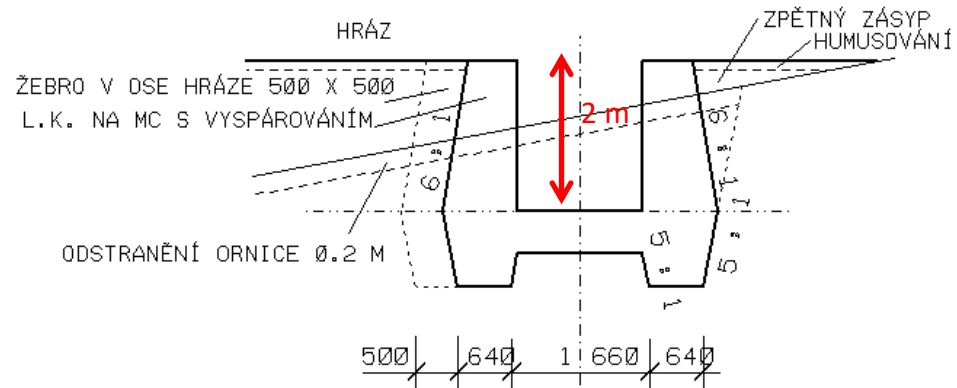
# Ukázka špatně navrženého přelivu

**ŠPATNÝ NÁVRH NEPOUŽÍVAT !!!!!**

ŘEZ SPADIŠTĚM



ŘEZ OSOU HRÁZE - HRÁZOVÁ ČÁST

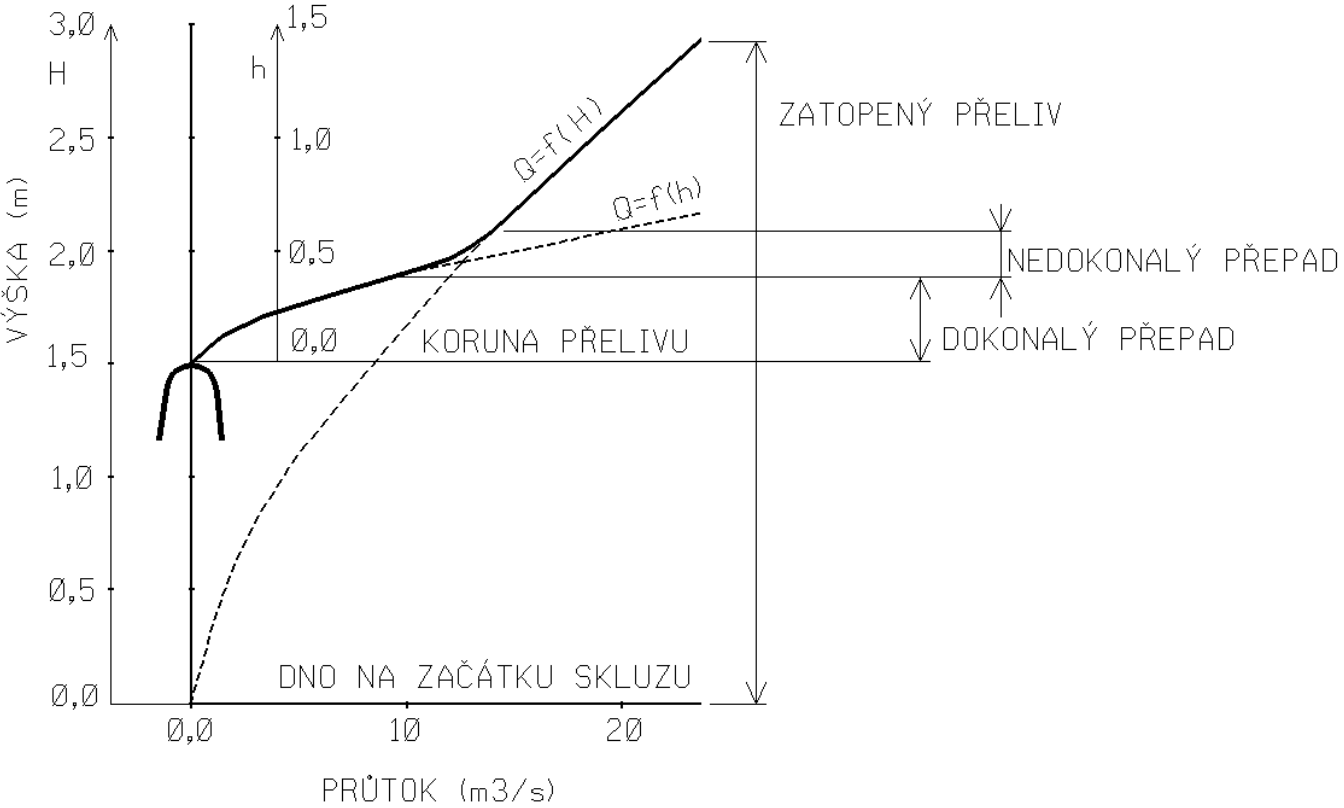


Návrhový průtok  $Q_n = 8 \text{ m}^3/\text{s}$  odpovídající hloubka spadiště  $h_{sp} = 3,2 \text{ m}$  (navrženo 1,0 m)  
Kapacita hrázové části je cca  $5.3 \text{ m}^3/\text{s}$  – neprovede  $Q_n$  ani doporučené  $2Q_n$



# Dimenzování bezpečnostního přelivu

## Konzumční křivka



# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Vodohospodářského řešení nádrže dle **ČSN 75 2405** - DTR

- **Stanovit objemy jednotlivých prostorů (podle funkce nádrže),**
- **vyřešit optimální způsoby řízení odtoku z nádrže (odběry, minimální zůstatkový průtok, energetický spád, jakost vody, míra ochrany před povodněmi),**
- **stanovit požadavky na parametry jednotlivých objektů a na jejich uspořádání,**
- **zjistit vliv nádrže na průtok vody ve vodním toku a na vodní díla pod nádrží (vodohospodářská bilance),**
- **poskytnout spolehlivé podklady pro návrh funkčních objektů nádrže a hráze z pohledu bezpečnosti a provozuschopnosti vodního díla,**
- **poskytnout podklady pro posouzení ekologických účinků nádrže (pokud to význam nádrže požaduje).**

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Náplň vodohospodářského řešení

Náplň musí odpovídat :

- **Významu nádrže (u MVN lze připustit zjednodušení)**
- **Účelu, pro který je vodohospodářské řešení zpracováno**

(MVN nejčastěji – **retence vody v krajině, ochrana před povodněmi, rybochovné, zásobní ...**)

- Rozsahu a složitosti vodohospodářské problematiky - **JEDNODUCHÁ**
- Rozsahu a spolehlivosti dostupných podkladů (hydrologických, geodetických, apod.)
- Stupni dokumentace (**studie, DÚR (DTR), DSP, DPS**)

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Výpočet vodní bilance – KoPÚ DTR Součást vodohospodářského řešení nádrže

## Podle účelu a významu nádrže

- Zjednodušené řešení
- Odpoví, zda je v profilu dostatek vody nebo není
- Předpoklad – MVN roční řízení
- Neslouží k zásobování obyvatel pitnou vodou, nejedná se o závlahovou nádrže nebo k jinému zásobnímu účelu. Zde by bylo potřeba bilancovat zdroj a potřebu vody. Nad rámec pozemkových úprav??

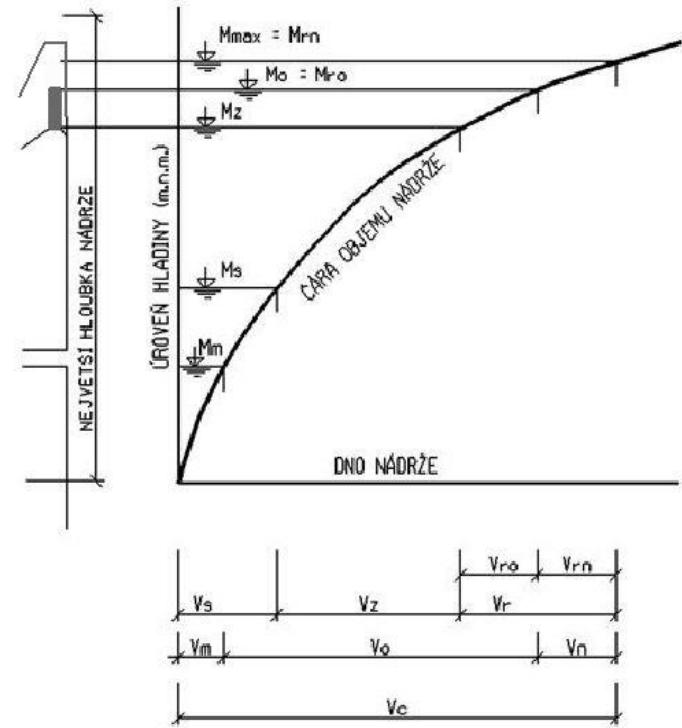
## Dvě metody – na vodních tocích

- Z čáry překročení M-denních průtoků
- Metoda simulačně bilanční

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

## Výpočet vodní bilance – vodohospodářské řešení dle ČSN 75 2405

- Rozdělení prostorů v nádrži
  - $M_{max}$  – maximální hladina
  - $M_m$  – hladina mrtvého prostoru
  - $M_s$  – hladina stálého nadržení
  - $M_z$  – hladina zásobního prostoru
  - $M_o$  – hladina ovladatelného prostoru
  - $M_{ro}$  – hladina ovladatelného retenčního prostoru
  - $M_{rn}$  – hladina neovladatelného retenčního prostoru
  - $V_c$  - celkový prostor
  - $V_m$  - mrtvý prostor
  - $V_s$  - prostor stálého nadržení
  - $V_z$  - zásobní prostor
  - $V_r$  - ochranný prostor
  - $V_o$  – ovladatelný prostor
  - $V_n$  – neovladatelný prostor
  - $V_{ro}$  – ovladatelný ochranný prostor
  - $V_{rn}$  – neovladatelný ochranný prostor



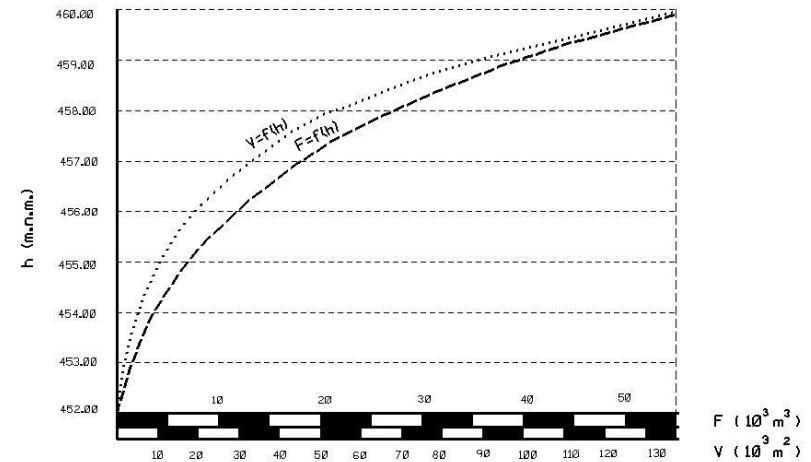
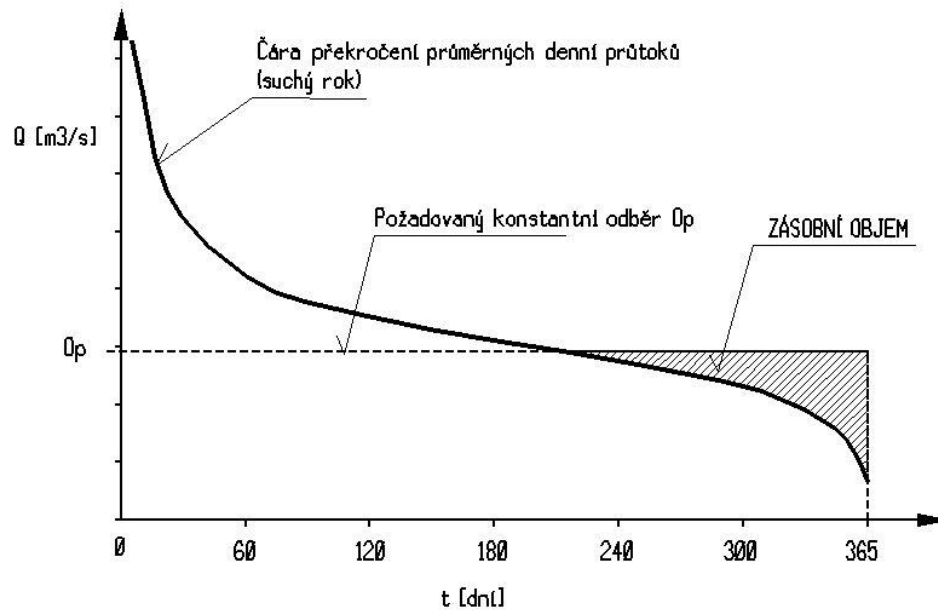
Skutečnost odpovídá účelu nádrže (rybník, suchá nádrž....)

- Rozsah je dán jednak významem nádrže, dále pak její funkcí
  - Zdroj vody - přítok
  - Potřeba vody – odběr, MZP
  - Ztráty vody – výparem, infiltrací do dna, průsakem hrází

# Nádrž navrhovaná v rámci PSZ

Výpočet vodní bilance – součást vodohospodářského řešení

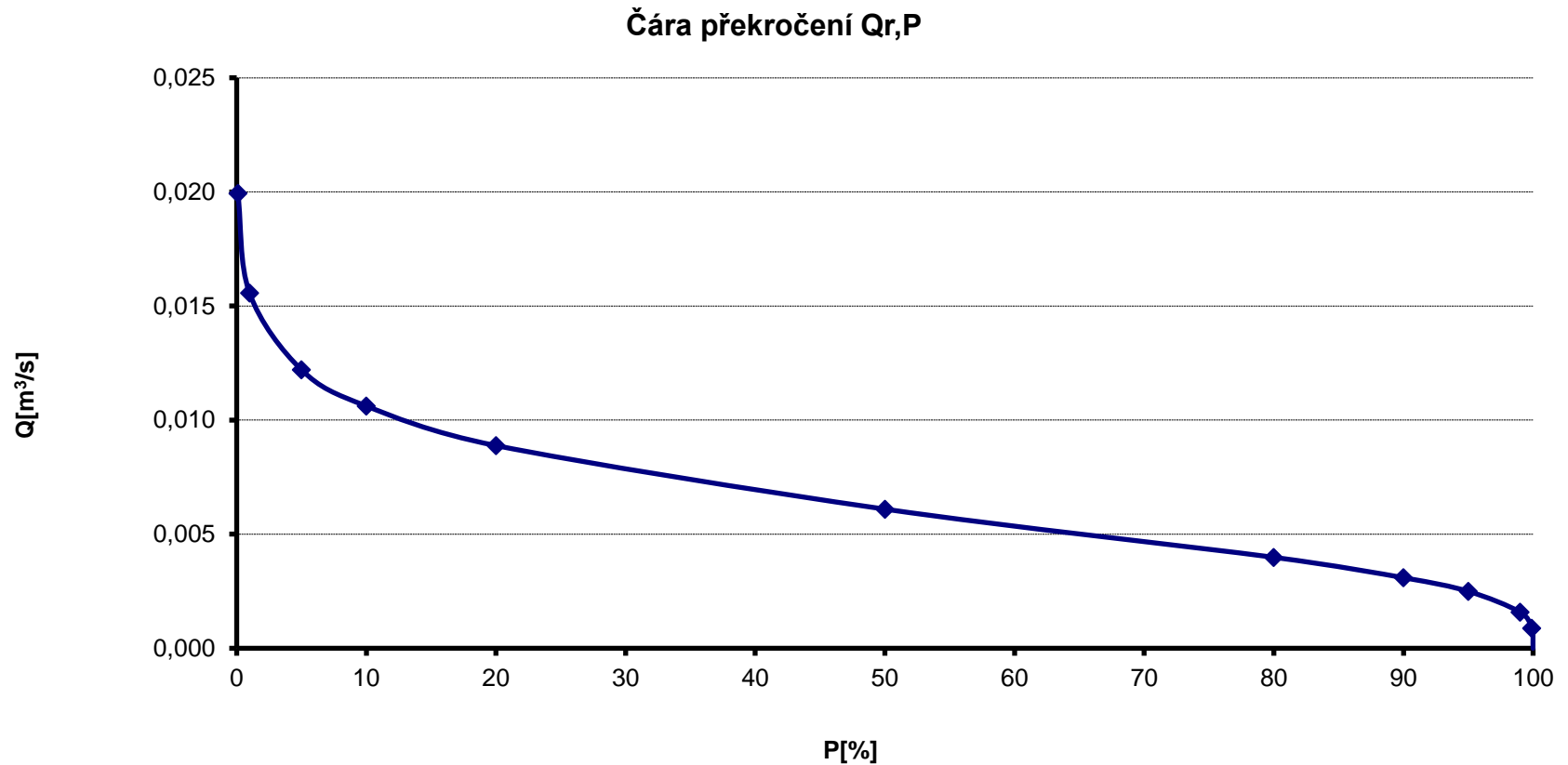
- Čára překročení M-denních průtoků
- $O_p$  - požadavek na MZP, nelze zavést ztráty
- Suchý rok – čára  $Q_{r,p}$  (P=80%)



# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Výpočet vodní bilance – součást vodohospodářského řešení

- Čára překročení ročních průtoků – ukázka



# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Výpočet vodní bilance - simulace

- Řešení zásobní funkce nádrže vychází ze základní rovnice nádrže

$$Q(t) - O(t) = \frac{dV(t)}{dt}; \quad O(t) = O(V(t))$$

$Q(t)$  značí přítok vody do nádrže v čase  $t$

$O(t)$  značí odtok vody z nádrže v čase  $t$

$dV(t)/dt$  značí okamžitou změnu objemu vody v nádrži

- Hledáme vztah mezi zásobním objemem nádrže  $V_z$ , hodnotou nalepšeného odtoku  $O_p$  a jeho zabezpečeností  $P$ , při známém přítoku do nádrže  $Q$
- U malých vodních nádrží lze předpokládat roční, případně sezónní řízení odtoku



# Nádrže navrhované v rámci PSZ

## Výpočet vodní bilance

- Metoda simulační, postupně bilanční - ukázka**

- Postupná bilance – přítok, odtok
- **Krok  $\Delta t$ , ročního řízení odtoku jeden měsíc**, krátkodobé řízení např. hodina, den apod.
- Pro roční řízení odtoku - **vodohospodářský rok** (začátek paušálně 1.duben, horské oblasti 1. květen), **nejčastěji suchý, resp. rok ( $P=80\%$ )**, kdy je zabezpečení přítoku  $Q_r$  (průměrný roční průtok) rovna zabezpečení odběru .
- Zjednodušené uvažování ztrát.

**Maximální povyprázdnění nádrže je 423 022 m<sup>3</sup> Porovnat s navrhovaným zásobním objemem**

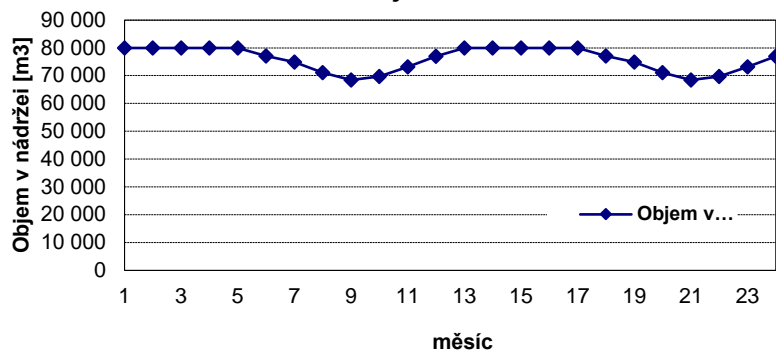
měsíc	Přítok $Q \cdot \Delta t$ [m <sup>3</sup> ]	Součet odběrů $Op \cdot \Delta t$ [m <sup>3</sup> ]	$MQ \cdot \Delta t$ [m <sup>3</sup> ]	Výpar $Ov \cdot \Delta t$ [m <sup>3</sup> ]	$(Op+MZP+Ov \cdot \Delta t - Q) \cdot \Delta t$ [m <sup>3</sup> ]	$\Sigma(Op+MZP+Ov \cdot \Delta t - Q) \cdot \Delta t$ [m <sup>3</sup> ]	stav nádrže
1	2	3	4	5	6	7	
IV	1 458 620	311 040	7 517	900	-1 139 163	0	vynucený zvýšený odtok
V	986 423	348 192	7 768	1 650	-628 813	0	vynucený zvýšený odtok
VI	651 230	466 560	7 517	2 175	-174 978	0	vynucený zvýšený odtok
VII	325 846	535 680	7 768	2 700	220 302	220 302	prázdnění
VIII	321 568	482 112	7 768	2 550	170 862	391 164	prázdnění
IX	236 584	259 200	7 517	1 725	31 858	423 022	max. povyprázdnění
X	320 580	0	7 768	1 050	-311 762	111 260	plnění nádrže
XI	850 605	0	7 517	600	-842 488	0	vynucený zvýšený odtok
XII	715 186	0	7 768	450	-706 968	0	vynucený zvýšený odtok
I	725 650	0	7 768	300	-717 582	0	vynucený zvýšený odtok
II	802 586	0	7 016	300	-795 270	0	vynucený zvýšený odtok
III	2 250 452	0	7 768	600	-2 242 084	0	vynucený zvýšený odtok

- Posouzení výsledku s možnostmi lokality – batygrafická čára ukazatel potvrzující možnosti realizace**

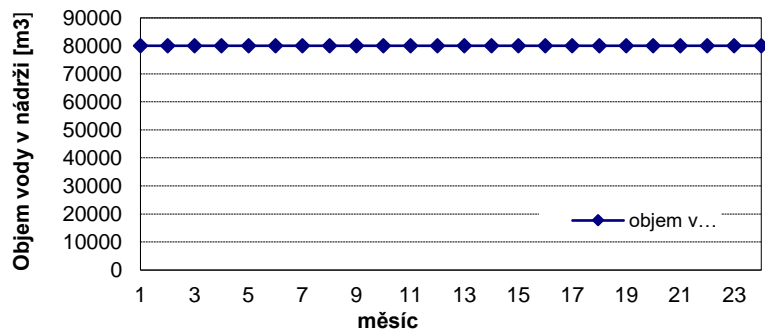
# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Výpočet vodní bilance ukázka výsledku - navrhovaný  
objem nádrže 80 000 m<sup>3</sup>

Změna objemu v suchém roce



Změna objemu v průměrném roce

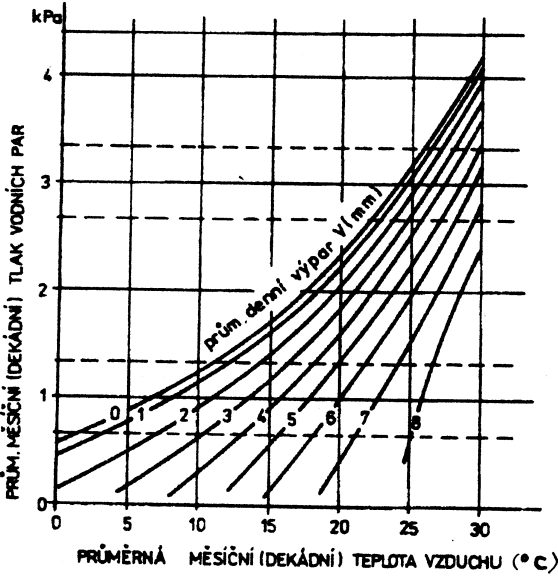


Měsíc	Přítok	Ztráty výpar	Ztráty průsak	MZP	Odběr	Bilance	Objem v nádrži
1	10 600	630	1 800	2 900		5 270	80 000
2	15 600	630	1 800	2 620		10 550	80 000
3	18 800	1 250	1 800	2 900		12 850	80 000
4	17 500	1 880	1 800	2 800		11 020	80 000
5	9 400	3 440	1 800	2 900		1 260	80 000
6	6 200	4 530	1 800	2 800		-2 930	77 070
7	8 100	5 620	1 800	2 900		-2 220	74 850
8	6 200	5 310	1 800	2 900		-3 810	71 040
9	5 600	3 590	1 800	2 800		-2 590	68 450
10	8 100	2 190	1 800	2 900		1 210	69 660
11	9 400	1 250	1 800	2 800		3 550	73 210
12	9 400	940	1 800	2 900		3 760	76 970
13	10 600	630	1 800	2 900		5 270	80 000
14	15 600	630	1 800	2 620		10 550	80 000
15	18 800	1 250	1 800	2 900		12 850	80 000
16	17 500	1 880	1 800	2 800		11 020	80 000
17	9 400	3 440	1 800	2 900		1 260	80 000
18	6 200	4 530	1 800	2 800		-2 930	77 070
19	8 100	5 620	1 800	2 900		-2 220	74 850
20	6 200	5 310	1 800	2 900		-3 810	71 040
21	5 600	3 590	1 800	2 800		-2 590	68 450
22	8 100	2 190	1 800	2 900		1 210	69 660
23	9 400	1 250	1 800	2 800		3 550	73 210
24	9 400	940	1 800	2 900		3 760	76 970

# Ztráty vody v nádrži

- **Pro vodohospodářské řešení malých vodních nádrží uvažujeme**
  - Ztráty výparem z vodní hladiny a vodních rostlin,
  - ztráty infiltrací do dna nádrže,
  - ztráty průsakem hrází a podložím hráze,
  - provozní ztráty,
  - případně dočasná ztráta vody zamrznutím.

# Ztráty výparem z vodní hladiny a vodních rostlin

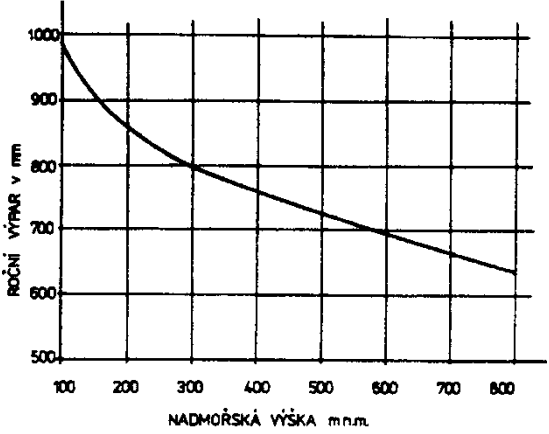


- Z nomogramu, kde je denní výpar v určitém období funkcí průměrné teploty vzduchu a průměrného tlaku vodních par (klimatické stanice).
  - Celková ztráta za delší období se určí jako součet ztrát za dílčí období.
  - Pokud je teplota vzduchu záporná, s výparem neuvažujeme.
- Podle vztahu:

$$H_d = 13,5 \cdot \frac{T}{W_r} \quad [mm \cdot den^{-1}]$$

kde T je průměrná měsíční teplota vzduchu [°C], (ČHMÚ, klimatický atlas)  
 W<sub>r</sub> je průměrná měsíční relativní vlhkost vzduchu [%].(ČHMÚ, podnebí ČR)  
 Platnost vzorce je pro T > 5 °C, pro nižší teploty se uvažuje H<sub>d</sub>=0.

- Podle ČSN 75 2410



Zvýšení výparu v závislosti na procentu zarostlé plochy je možné zjednodušeně počítat přenásobením ročního výparu z volné hladiny opravným součinitelem a jeho rozdělením v období růstové fáze vegetace.

podíl zarostlé plochy (%)	10	30	50	75
opravný součinitel	1,03	1,08	1,14	1,22

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% výparu	2	2	4	6	11	14,5	18	17	11,5	7	4	3

# Ztráty infiltrací do dna nádrže

- Ztrátu uvažujeme při prvním napouštění nádrže, resp. při opětovném napouštění, kdy byla nádrž delší dobu bez vody.
- U nádrží, které se po vypuštění opět ihned napouštějí, tuto ztrátu neuvažujeme.
- Ztráta závisí na ploše dna, morfologii nádržní pánve, hloubce vysušení půdního profilu dna, materiálu dna a na geologických podmínkách podloží.
- Za předpokladu, že hladina podzemní vody je rovnoběžně se dnem nádrže je možné určit ztrátu vsakem do dna  $Z_d$  podle Isajeva :

$$Z_d = \frac{P}{100} \cdot (h - h_k) \cdot S \quad [m^3]$$

kde **P** je pórovitost materiálu dna nad výškou kapilárního vzlínání [%],

**h** je hloubka hladiny podzemní vody pod dnem nádrže,

**h<sub>k</sub>** je kapilární výška odpovídající materiálu dna nádrže [m],

**S** je plocha nádrže [m<sup>2</sup>].

**Nehomogenní dno** - průměrná pórovitost dna po úroveň kapilárního zdvihu dle vztahu :

$$P = \frac{p_1 h_1 + p_2 h_2 + \dots + p_n h_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_n} \quad [\%]$$

kde **p<sub>n</sub>** je pórovitost n-té vrstvy [%],

**h<sub>n</sub>** je hloubka n-té vrstvy [m].

# Ztráty průsakem hrází a podložím hráze

Při řešení ztráty průsakem hrází a jejím podložím lze využít moderní metody výpočtu uvedené v odborné literatuře (např. Mucha, I. - Šestakov, V.: Hydraulika podzemných vod, ALFA Bratislava, 1987), resp. výpočetní programy (GeoStudio)

**Pro jednodušší případy lze využít následující zjednodušené postupy stanovení specifického průsaku, kdy rozlišujeme čtyři možné typy úloh :**

- homogenní hráz na nepropustném podloží
- nehomogenní hráz na nepropustném podloží
- homogenní hráz na propustném podloží
- nehomogenní hráz na propustném podloží

Při výpočtu průsaku vycházíme z předpokladu ustáleného proudění.

Výpočet provádíme na jednotku šířky hráze.

# Homogenní hráz na nepropustném podloží

Specifický průsak stanovujeme podle vztahu :

$$q = K \cdot \frac{H^2}{2L} \quad [m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}]$$

ke K je součinitel hydraulické vodivosti zeminy hráze (zhuťněné) [m.s<sup>-1</sup>],  
H je výška vody v nádrži [m],  
L je počítáno podle vztahu :

$$L = \lambda \cdot H + A + B + C \quad [m]$$

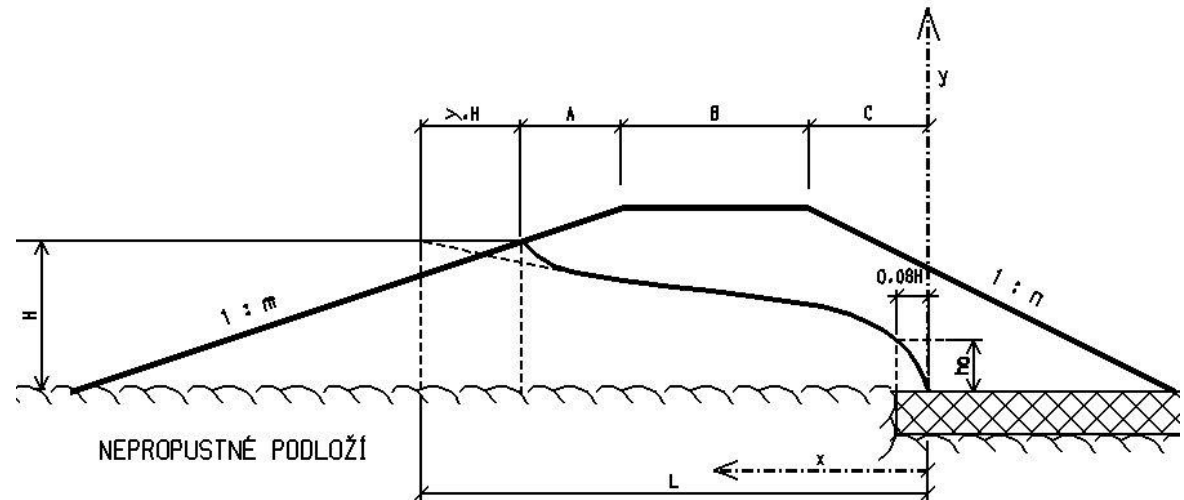
kde  $\lambda$  se počítá podle vztahu :

$$\lambda = \frac{m}{1 + 2m}$$

Veličiny uvedené v rovnicích odpovídají následujícímu schématu

Rovnice depresní křivky má tvar :

$$y^2 = \frac{H^2}{L} \cdot x \quad [m]$$



# Nehomogenní hráz na nepropustném podloží

Při řešení nehomogenní hráze s jádrovým těsněním hraje důležitou roli poměr součinitelů hydraulické vodivosti materiálu hráze  $K_h$  a jejího těsnění  $K_j$ .

Je-li poměr :

$$\frac{K_h}{K_j} < 100$$

nahrazuje se střední šířka jádra ekvivalentní šířkou hráze  $t_n$  o součiniteli hydraulické vodivosti odpovídající materiálu hráze.

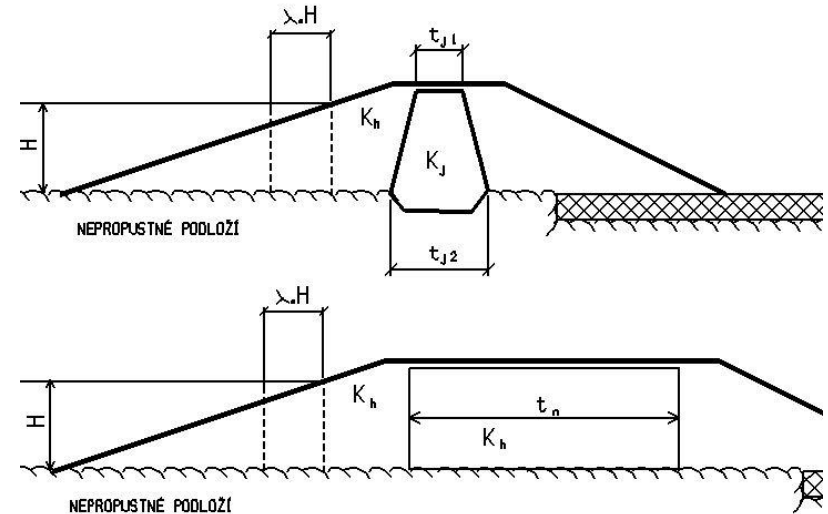
Výpočet náhradní šířky hráze  $t_n$  počítáme podle vztahu :

$$t_n = \frac{K_h}{K_j} \cdot \frac{t_{j1} + t_{j2}}{2}$$

Hráz je pak rozšířena o náhradní šířku těsnění  $t_n$  a řeší se jako hráz homogenní.

$$\frac{K_h}{K_j} \geq 100$$

$$q = K_j \cdot \frac{H^2}{t_{j1} + t_{j2}}$$





# Homogenní (nehomogenní) hráz na propustném podloží

Řešíme odděleně dvě části průsaku.

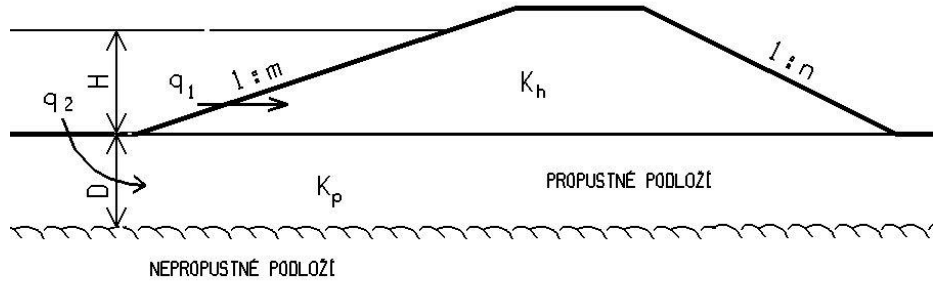
První je průsak homogenní (nehomogenní) hrází  $q_1$  – viz. předchozí

Druhou část tvoří průsak podložím hráze  $q_2$ , který řešíme podle vztahu :

$$q_2 = K_p \cdot \frac{H}{B} \cdot \frac{D}{a} \quad [m^3 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}]$$

kde  $K_p$  je součinitel hydraulické vodivosti podloží [ $ms^{-1}$ ],  
 H je hloubka vody v nádrži [m],  
 B je šířka hráze v základové spáře [m],  
 D je mocnost propustného podloží [m],  
 a je součinitel charakterizující zakřivení trajektorie prosakující vody

B/D	20	5	4	3	2	1
a	1,15	1,18	1,23	1,30	1,44	1,87



# Nádrže navrhované v rámci PSZ

Retenční funkce – transformace

Základní rovnice nádrže

$$Q(t) - O(t) = \frac{dV(t)}{dt}; \quad O(t) = O(V(t))$$

$O(V(t))$  - odtok závisí na okamžitém plnění nádrže a parametrech přelivu a výpusti

$O(V)$ -křivka

Runge-Kutta II. řádu (řád přesnosti  $h^3$ )

$Q(t)$  značí přítok vody do nádrže v čase  $t$

$O(t)$  značí odtok vody z nádrže v čase  $t$

$dV(t)/dt$  značí okamžitou změnu objemu vody v nádrži

$Q(t)$  – návrhový hydrogram povodně (ČHMÚ)

Výpočet

HEC-HMS

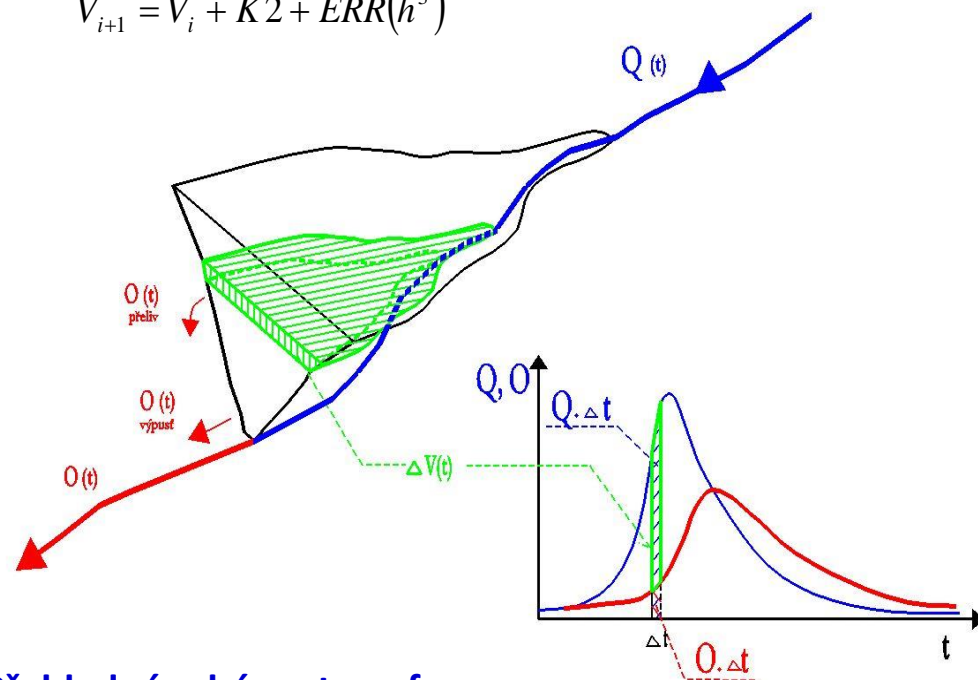
Graficky - Klemeš ????

Programy zpracovatelů

$$K1 = (Q_i - O(V_i)) \cdot h$$

$$K2 = \left( Q_{i+\frac{1}{2}h} - O\left( V_i + \frac{1}{2}K1 \right) \right) \cdot h$$

$$V_{i+1} = V_i + K2 + ERR(h^3)$$

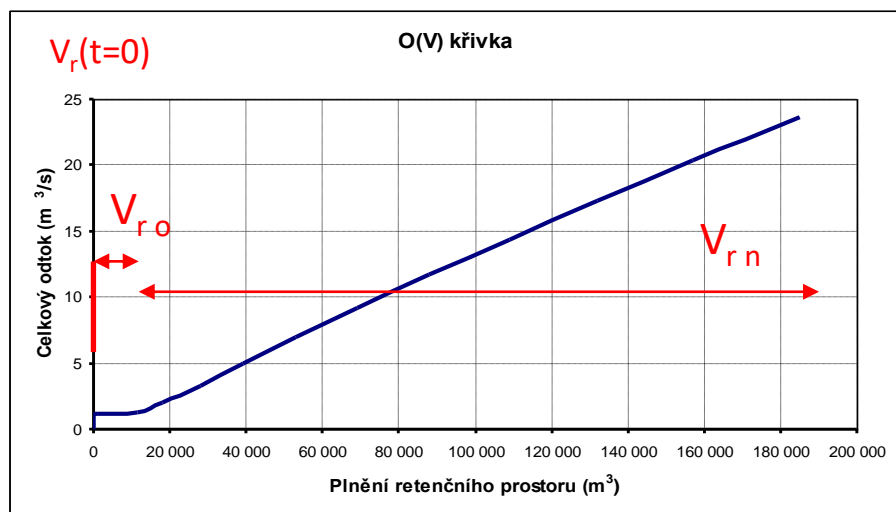
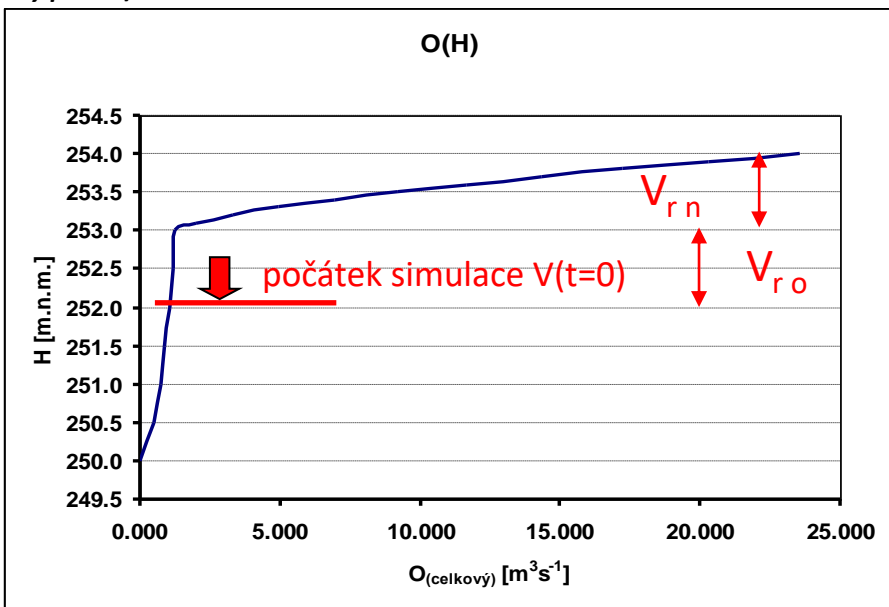


Přehledné schéma transformace

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

## Retenční funkce – transformace

$O(V(t))$  - odtok závisí na okamžitém plnění nádrže a parametrech přelivu a výpusti –  $O(V)$ -křivka (trubní výpust')



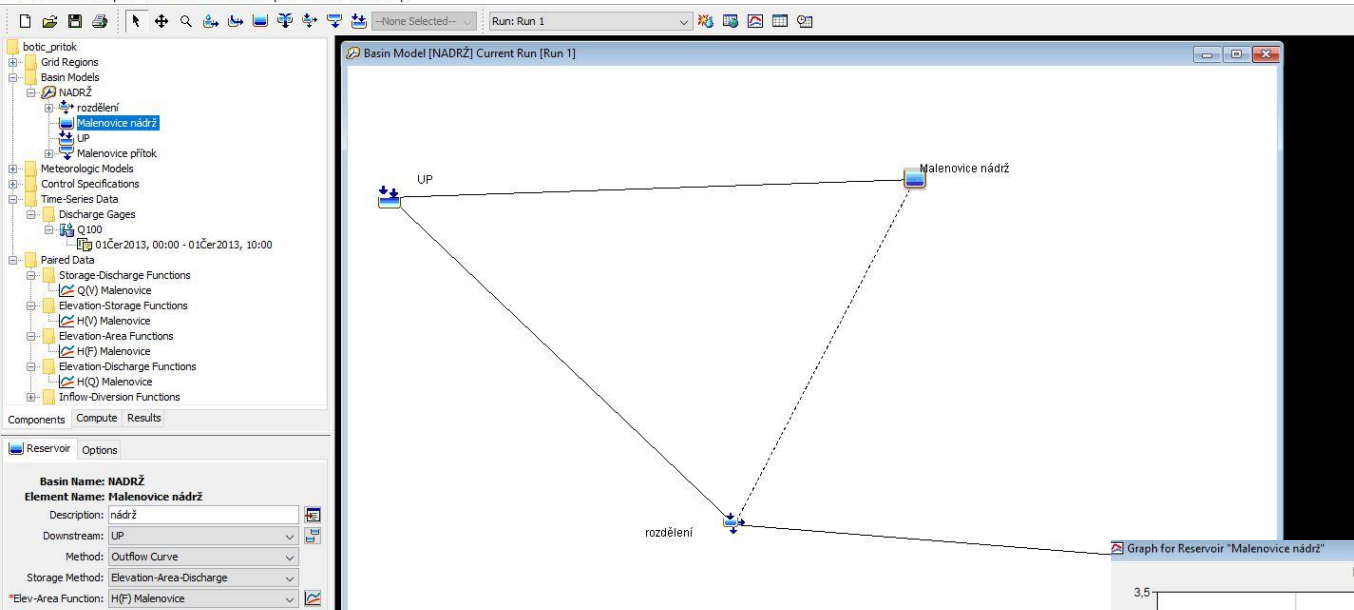
H [m.n.m]	Ov	Op	O(Ov+Op) [ $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ]	Vr(O) [ $\text{m}^3$ ]
250.0	0.000	0.000	0.000	0
250.5	0.522	0.000	0.522	0
251.0	0.739	0.000	0.739	0
251.5	0.905	0.000	0.905	0
252.0	1.045	0.000	1.045	0
252.5	1.168	0.000	1.168	1 200
253.0	1.280	0.000	1.280	11 500
253.1	1.301	0.699	2.000	18 000
253.2	1.322	1.977	3.299	28 000
253.3	1.342	3.632	4.974	39 000
253.4	1.362	5.592	6.954	53 000
253.5	1.382	7.815	9.197	69 000
253.6	1.402	10.273	11.674	88 000
253.7	1.421	12.945	14.366	109 000
253.8	1.440	15.816	17.256	132 000
253.9	1.459	18.872	20.331	157 000
254.0	1.478	22.103	23.581	185 000

# Nádrže navrhované v rámci PSZ

## Retenční funkce – transformace

HEC-HMS 4.3 [D:\Malenovice\DN200\nadrz\_Ov\_krivka\botic\_pritok.hms]

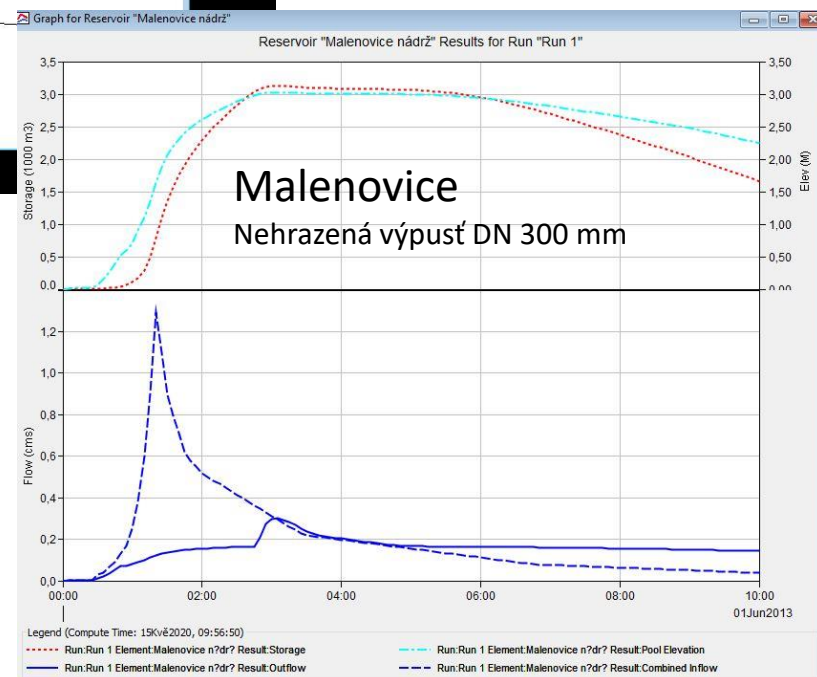
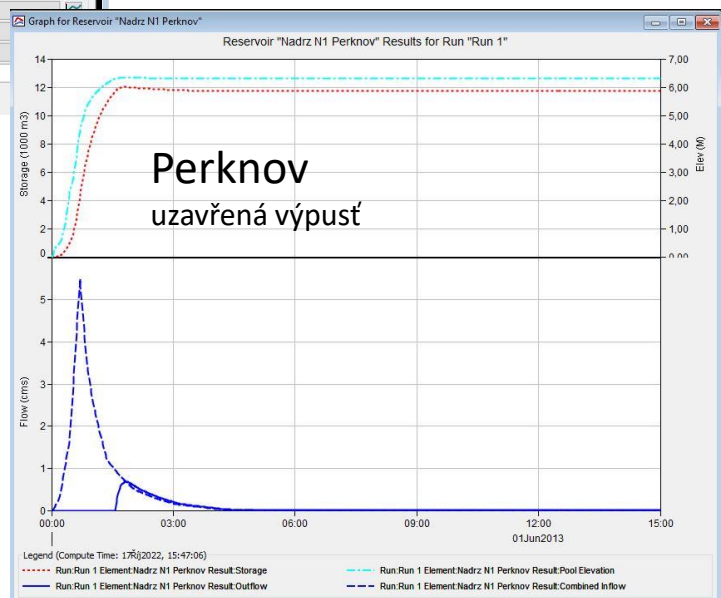
File Edit View Components GIS Parameters Compute Results Tools Help



Components Compute Results

Reservoir Options

**Basin Name:** NADRŽ  
**Element Name:** Malenovice nádrž  
Description: nádrž  
Downstream: UP  
Method: Outflow Curve  
Storage Method: Elevation-Area-Discharge  
\*Elev-Area Function: H(F) Malenovice  
\*Elev-Dis Function: H(Q) Malenovice  
Primary: Elevation-Discharge  
Initial Condition: Elevation  
\*Initial Elevation (M): 0



# Klimatická studie – aplikace VHO nadržé

- Opatření ke zlepšení vodních poměrů a zlepšení hospodaření s vodou,
- opatření k odvádění povrchových vod z území,
- opatření k ochraně před povodněmi a suchem,
- opatření k ochraně povrchových a podzemních vod,
- opatření k ochraně vodních zdrojů,
- opatření u stávajících vodních děl na vodních tocích.

# Opatření ke zlepšení vodních poměrů a zlepšení hospodaření s vodou

- Zvýšení retenční schopnosti území
  - plošné zatravnění, **zasakovací pásy**, plošné zalesnění apod.  $H_{s,N}[\text{mm}]$
- Úprava vodního režimu zamokřených pozemků
  - V rámci návrhu PSZ se tato problematika řeší formou DTR vycházející z předchozího podrobného posouzení vlivu. V rámci PSZ je možné bez předchozího posouzení vlivu navrhnout pouze řešení lokálních problémů, které se na půdách v ObPÚ vyskytují (např. lokální zamokření a jeho odstranění nebo využití k realizaci tůň apod.)
- Zadržetí a akumulace vody v území
  - **malé vodní nádrže, revitalizace vodních toků, tůň a obnova mokřadů**  $Q_N$ ,  
hydrogram,  $Q_{md}$ , **výpar z vodní hladiny - evapotranspirace**

# Opatření k ochraně před povodněmi a suchem

- Regionální povodně - přesahují rozsah území vymezený ObPÚ. Pokud se mají stát součástí opatření PSZ, musí být požadavek vymezen pobočkou v rámci přípravy procesu PÚ. Dokumentace těchto opatření musí být minimálně v úrovni dokumentace pro územní rozhodnutí (lépe v úrovni dokumentace pro stavební povolení). Jen tak je možné ji zohlednit v návrhu PÚ.
- Lokální povodně
  - **Malé vodní nádrže s retenčním účinkem**  $Q_N$ , hydrogram
  - **Poldry, záchytné a svodné příkopy nebo průlehy, ochranné meze s retenčním prostorem** (N-letost 50, 100 let v odůvodněných případech 20 let)  $Q_N$ , hydrogram,  $H_{S,N}[\text{mm}]$

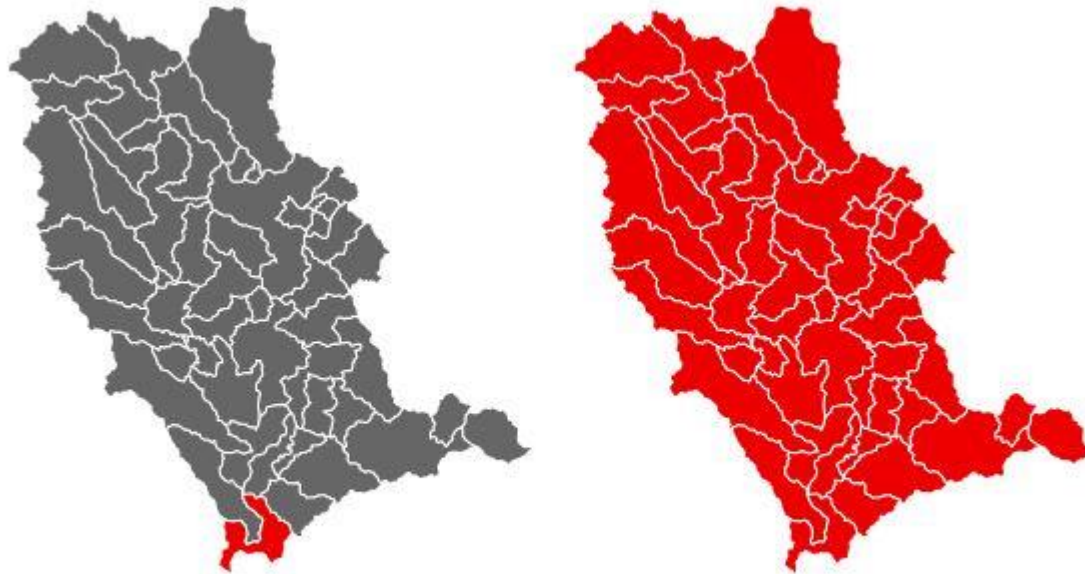
# Přehled veličin v Klimatické studii (KS) - vymezení již v RSS

- Dlouhodobé klimatické (teplota, **srážky**, klimatologická **bilance**, vlhkost půdy).
- Srážkové extrémny (**N-leté hodinové a vícehodinové srážkové extrémny**, erozivita deště).
- Hydrologické (**m-denní vody, dlouhodobé průměrné průtoky**, nedostatkové objemy).
- Vodohospodářské (**zásobní funkce malých vodních nádrží, závlahová potřeba**).



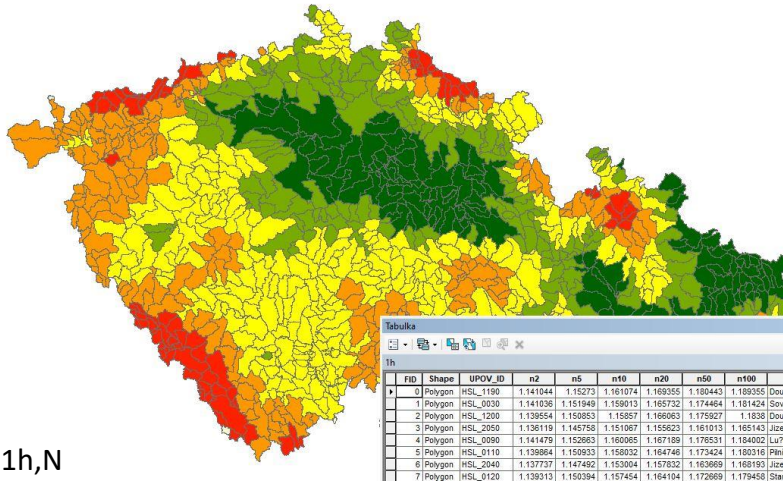
# Plošné vymezení klimatických veličin (koeficientů)

- útvary povrchových vod (povodí)

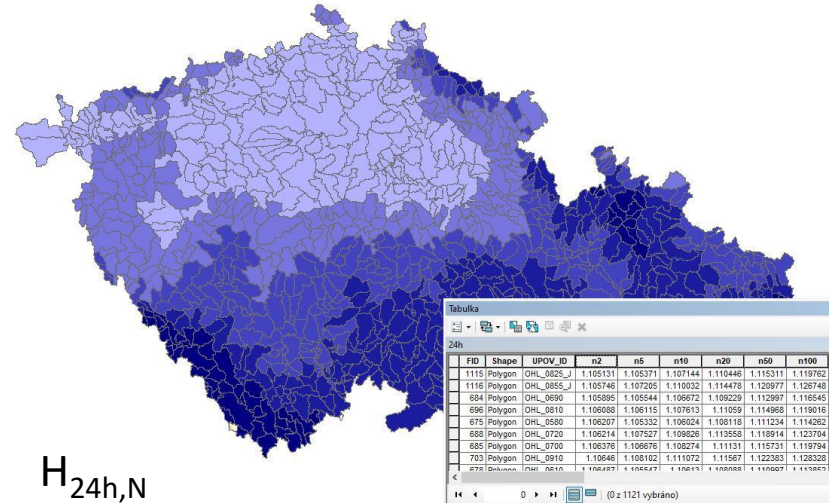


OBRÁZEK 2.2 PLOŠNÉ VYMEZENÍ PLOŠNÉHO ÚTVARU (VLEVO) A CELÉHO PLOŠNÉHO ÚTVARU (VPRÁVO) NA PŘÍKLADU ÚTVARU SVRATKA OD TOKU LITAVA PO VZDUŠNÉ NÁDRŽE NOVÉ MLÝNY II (DYJ\_0800)

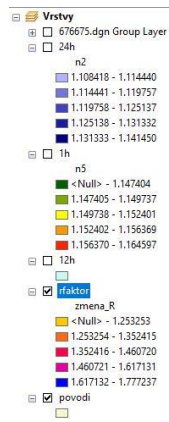
# Forma – vrstvy shp (alt. rastr) - prostředí GIS ukázka



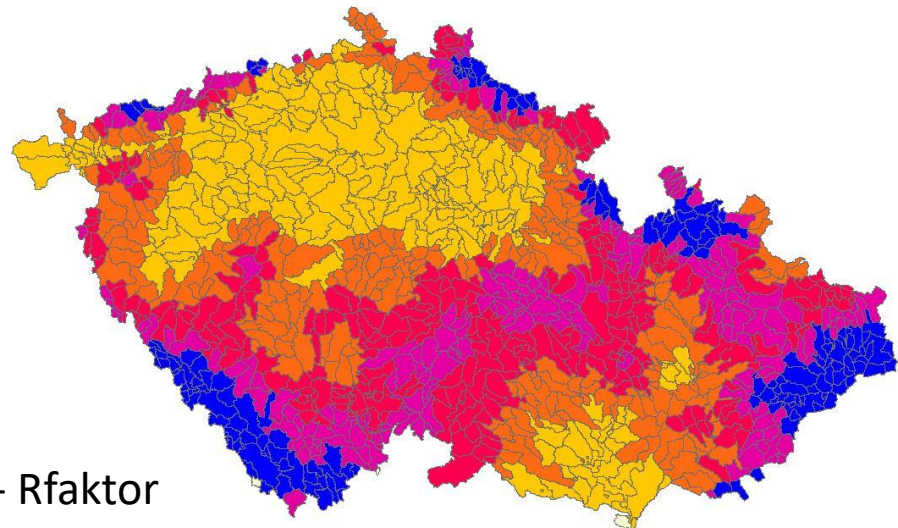
$H_{1h,N}$



$H_{24h,N}$



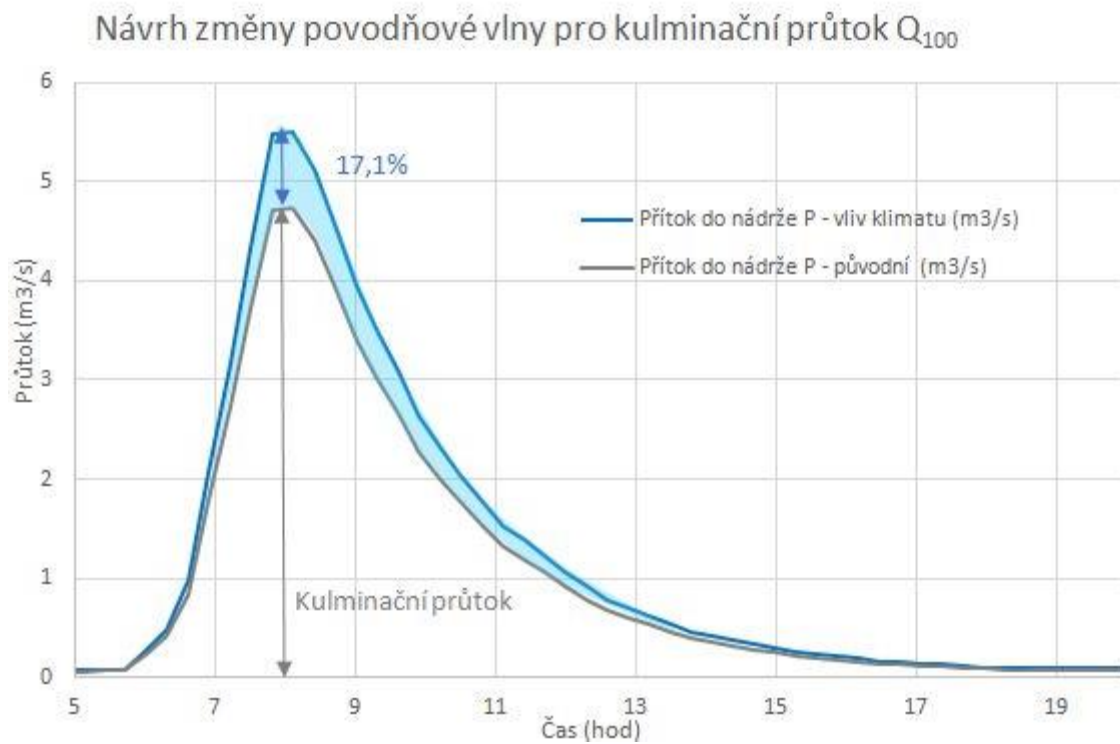
Koeficient - Rfaktor



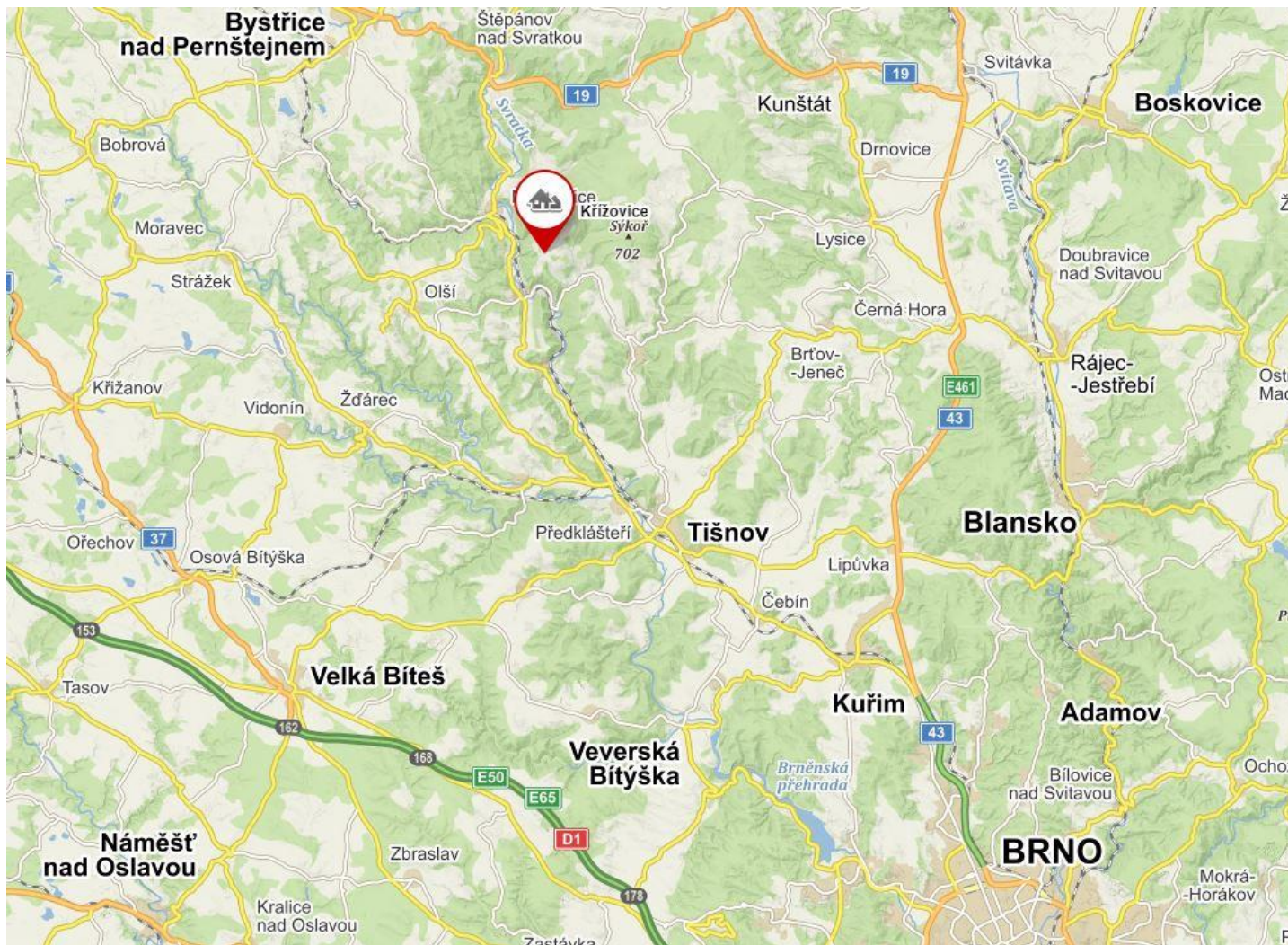
## Způsob využití KS pro dimenzování vodohospodářských opatření

- Výběr veličiny –(teplota, srážky,  $Q_N$ , evapotranspirace .....
- Vymezení koeficientů – **pozor, některé jsou v bezrozměrné, jiné v procentech nebo v jednotkách!!!**
  - Do prostředí GIS naimportujeme naše území a prostorovými operacemi (naše území – průnik s útvary pro příslušnou vrstvu koeficientu) zjistíme hodnotu koeficientu.
- Koeficientem upravíme příslušnou veličinu získanou z podkladů (např.  $H_s, Q_N, T$  ....), eroze – rastrový podklad.
- U grafů (hydrogram povodně) koeficientem přenásobujeme pořadnice - Upravujeme tak např. data ČHMÚ.

# Způsob využití KS pro dimenzování vodohospodářských opatření



# Způsob využití KS pro dimenzování vodohospodářských opatření ukázka koeficientů - Křížovice



# Způsob využití KS pro dimenzování vodohospodářských opatření

## ukázka koeficientů - Křížovice

### DLOUHODOBÝ PRŮMĚRNÝ ROČNÍ PRŮTOK

ZMĚNA Qa- dlouhodobý průměrný roční průtok	
Koeficient	0.920

### ZMĚNA PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH PRŮTOKŮ

Změna průměrných měsíčních průtoků - koeficient												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Koeficient	0.99	0.97	0.93	0.91	0.89	0.9	0.86	0.79	0.81	0.88	0.95	0.92

### ZMĚNA ZABEZPEČENOSTI ZÁSOBNIHO OBJEMU - POUZE PRO ZÁSOBNÍ NÁDRŽE

Změna zabezpečení zás. objemu							
Zabezpečení [x]	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	0.950	0.990
Koeficient	0.9	0.88	0.87	0.85	0.84	0.85	0.84

### ZMĚNA M-DENNÍCH PRŮTOKŮ

Změna Qmd													
Dny	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364
Koeficient	0.97	0.94	0.91	0.91	0.89	0.88	0.87	0.86	0.84	0.82	0.85	0.82	0.85

### SRÁŽKY

#### HODINOVÉ ÚHRNY SRÁŽEK

1h N-leté srážky koeficient						
N	2	5	10	20	50	100
Koeficient	1.139	1.151	1.160	1.168	1.180	1.189

6h N-leté srážky koeficient						
N	2	5	10	20	50	100
Koeficient	1.133	1.143	1.149	1.157	1.167	1.175

12h N-leté srážky koeficient						
N	2	5	10	20	50	100
Koeficient	1.132	1.138	1.144	1.149	1.158	1.166

24h N-leté srážky koeficient -Používáme také pro přenásobení N-letých průtoků						
N	2	5	10	20	50	100
Koeficient	1.128	1.135	1.139	1.145	1.152	1.158

### ROČNÍ SRÁŽKY - ÚHRN RELATIVNÍ ZMĚNA V %

Změna úhrnu průměrných ročních srážek						
Období	R_R_2050_R	R_R_2050_L	R_R_2050_Z	R_R_2085_R	R_R_2085_L	R_R_2085_Z
Změna úhrnu srážek [%]	-0.446	-1.66	1.456	1.25	0.268	2.788

# Způsob využití KS pro dimenzování vodohospodářských opatření ukázka koeficientů - Křížovice

## TEPLOTY

### Změna průměrných teplot R-roční, L-letní, Z-zimní (horizont 2050, 2085)

Období	2050_ROK	2050_LETO	2050_ZIMA	2085_ROK	2085_LETO	2085_ZIMA
Teplota[°C]	1.837	1.771	1.905	2.462	2.438	2.487

## ZMĚNA KLIMATICKÉ BILANCE [mm]

### Změna klimatické bilance [mm]

Období	2050_ROK_1	2050_LET_1	2050_ZIM_1	2085_ROK_1	2085_LET_1	2085_ZIM_1
Změna klimatické bilance [mm]	-45.257	-42.976	-2.28	-54.867	-53.555	-1.312

### Změna evapotranspirace [%]

Změna - období	ET_R_2050_	ET_R_205_1	ET_R_205_2	ET_R_2085_	ET_R_208_1	ET_R_208_2
Změna [%]	6.541	6.872	5.055	9.722	10.308	7.09

### Změna deficitního objemu [%]

Ukazatel	zmena	poloviční mezikvartilové rozpětí
Změna deficitního objemu [%]	2.09	1.06

### Změna R-faktoru

Ukazatel	zmena_R
Koeficient	1.398



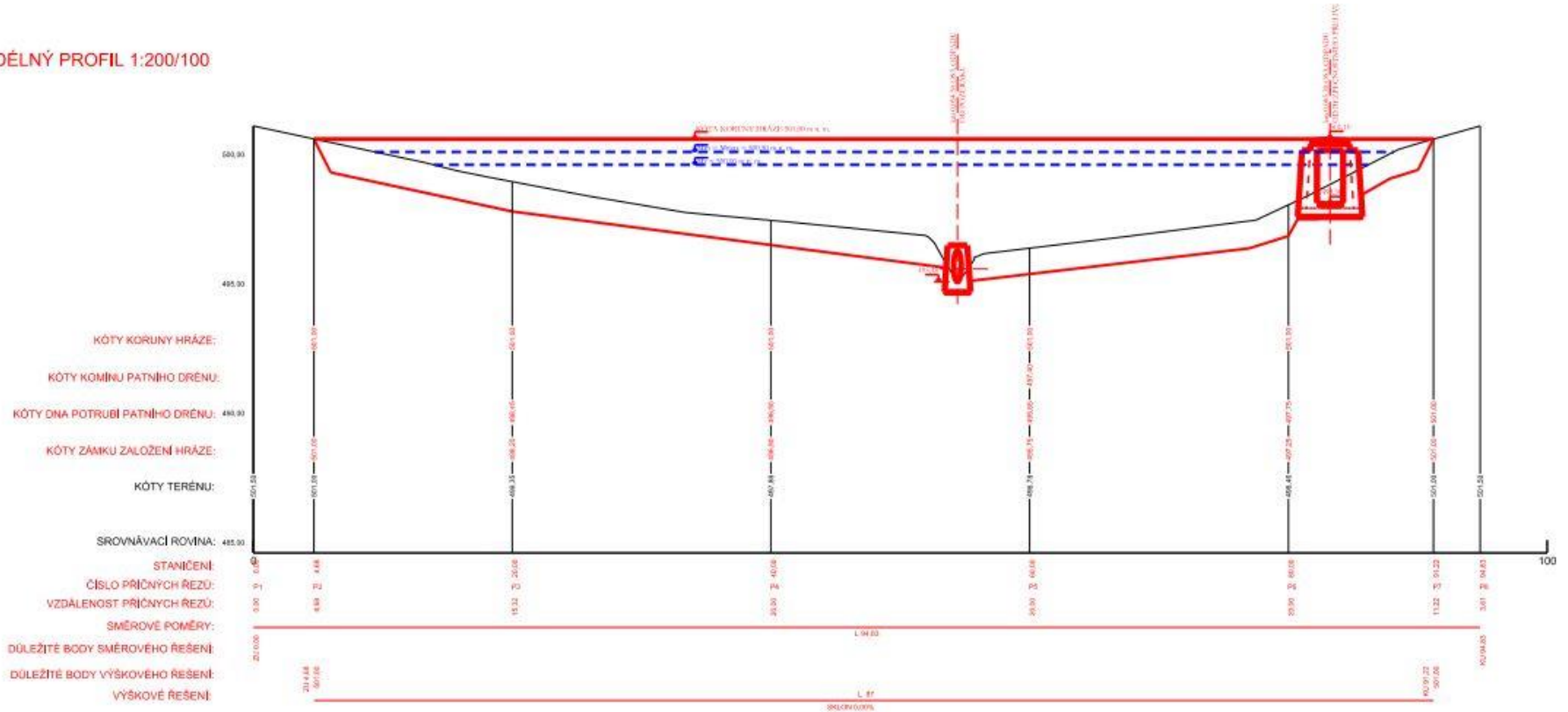




# Ukázky dokumentace - výkresy

## Nadrž

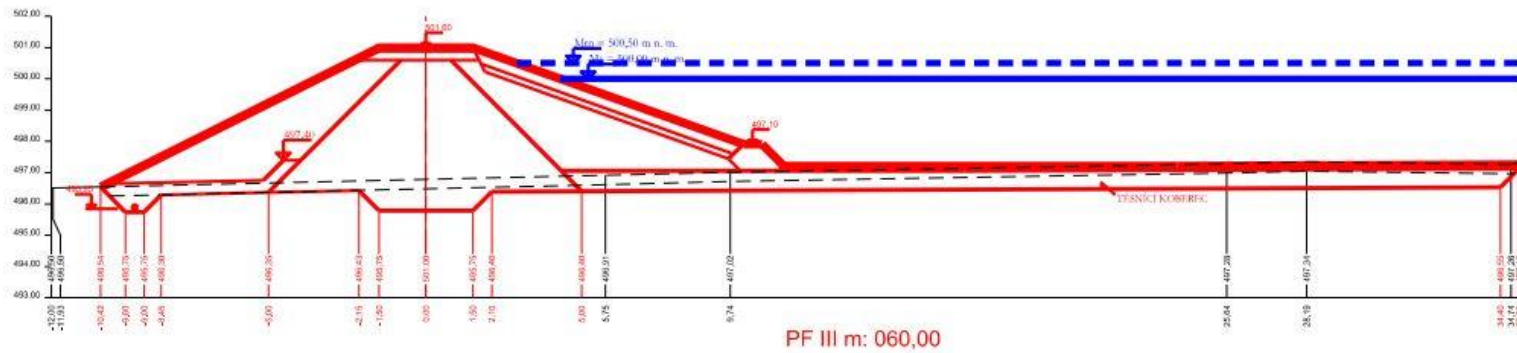
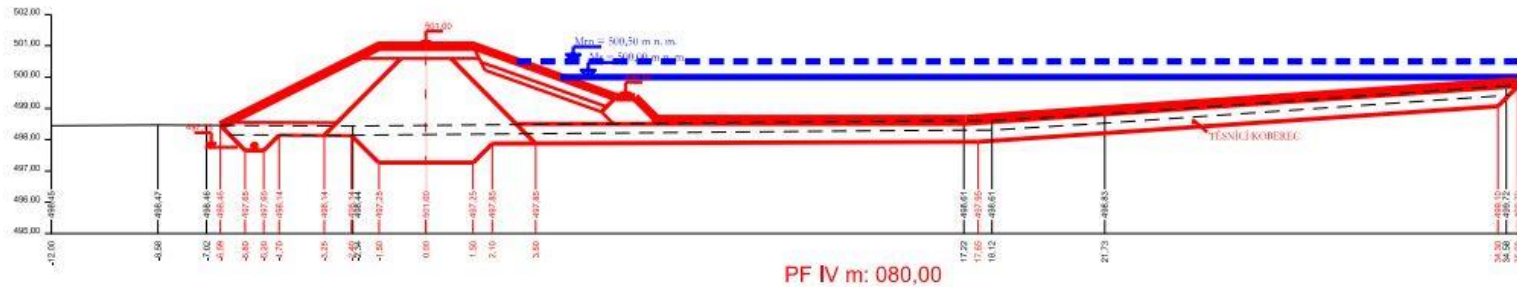
PODÉLNÝ PROFIL 1:200/100





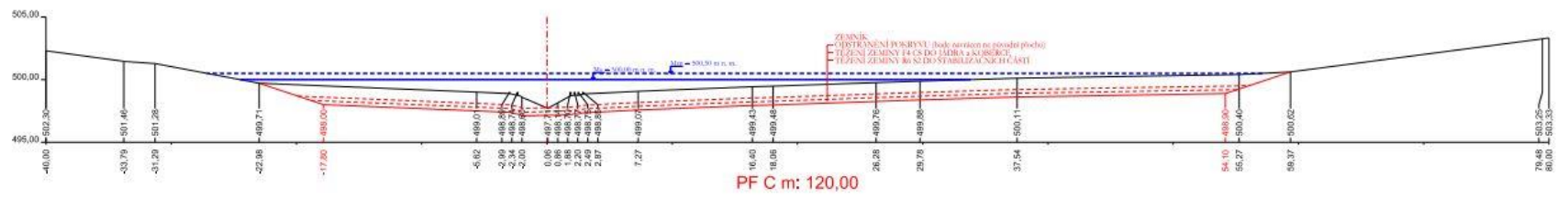
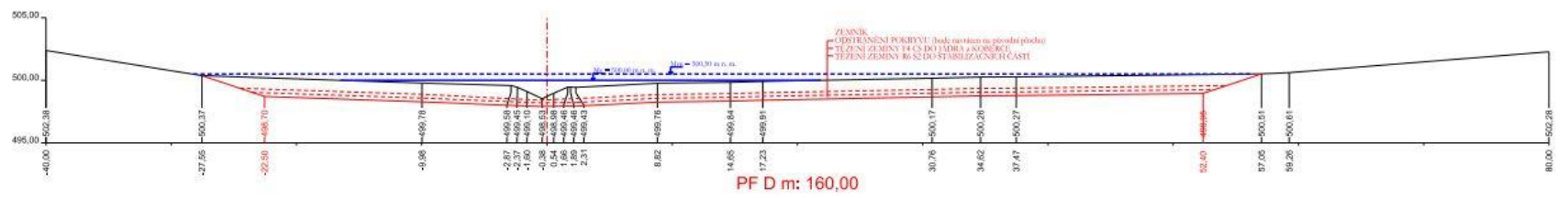
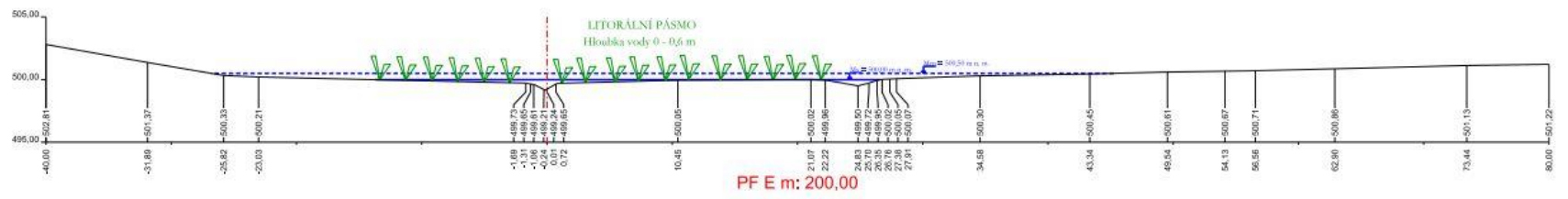
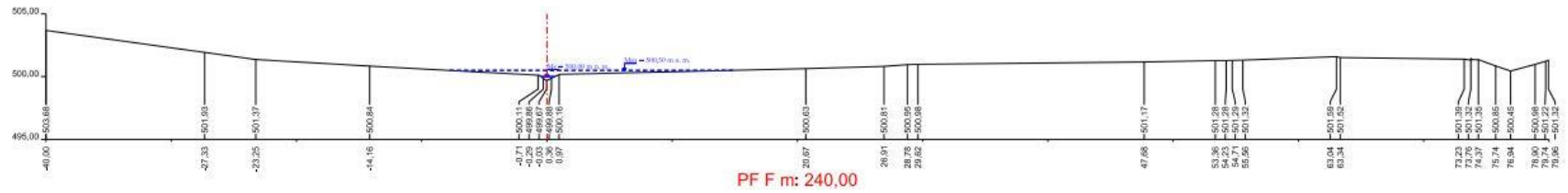
# Ukázky dokumentace - výkresy

## Nadrž



# Ukázky dokumentace - výkresy

## Nadrž



**DĚKUJI ZA POZORNOST**