



České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství



Projekt 1 – malé vodní nádrže 4. cvičení

Václav David

K143

e-mail: vaclav.david@fsv.cvut.cz

Konzultační hodiny: viz web





Obsah cvičení

- Účel spodní výpusti
- Součásti spodní výpusti
- Typy objektů spodní výpusti
- Umístění spodní výpusti
- Napojení na tok





Spodní výpust

- Spodní výpustí musí být vybavena každá vodní nádrž (včetně MVN)
- Nádrže s ovladatelným objemem musí být vybaveny minimálně dvěma výpustmi (jako druhá výpust může být uvažováno odběrné zařízení, pokud splňuje technické požadavky na výpusti)
- Alespoň jedna výpust musí být osazena tak, aby bylo možné nádrž beze zbytku vypustit
- Každá výpust musí mít alespoň jeden provozní uzávěr a jeden uzávěr revizní





Spodní výpust

- Objekt spodní výpusti slouží k vypouštění nádrže za různými účely:
 - Výlov ryb
 - Odbahnění
 - Opravy tělesa hráze a dalších objektů
- Objekt spodní výpusti se skládá především ze dvou základních prvků:
 - Uzávěr (slouží k uzavření objektu a udržení vody v nádrži)
 - Odpad (slouží k provedení vody tělesem hráze při vypouštění i za běžného provozu)





Uzávěr spodní výpusti

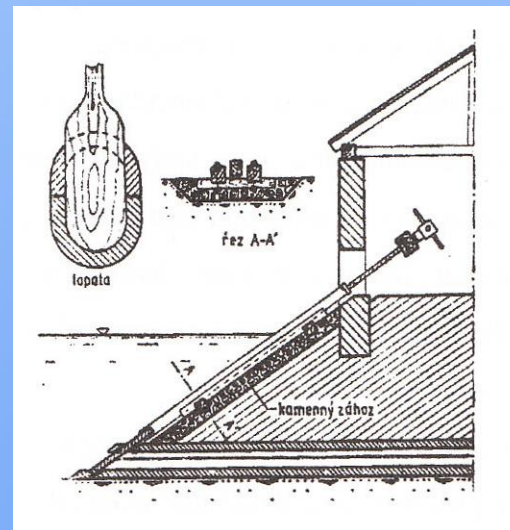
- Slouží k uzavření spodní výpusti a k regulaci odtoku z nádrže
- Umisťujeme jej zpravidla na návodní stranu hráze
- U některých typů je jeho pomocí možno regulovat úroveň hladiny v nádrži
- Typy uzávěrů spodní výpusti
 - Lopatový uzávěr
 - Čepový uzávěr
 - Stavidlový uzávěr
 - Šoupátkový uzávěr
 - Požerák (kbel, mnich) – nejčastější





Lopatový uzávěr

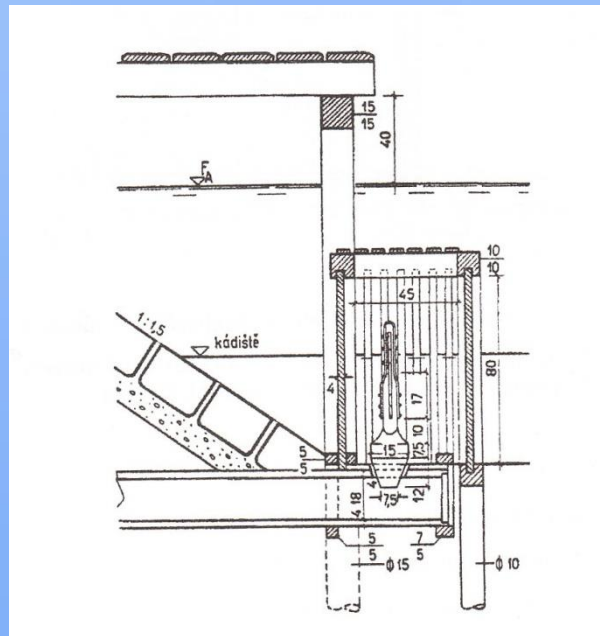
- Jedná se o historický typ uzávěru spodní výpusti
- Regulace odtoku je možná pouze velmi omezeně
- Skládá se z lopaty (oválné dřevěné desky), táhla a vodících drážek
- Lopata dosedá na šikmo seříznuté dřevěné potrubí
- Těsnost je zajišťována tlakem vody působícím na lopatu





Čepový uzávěr

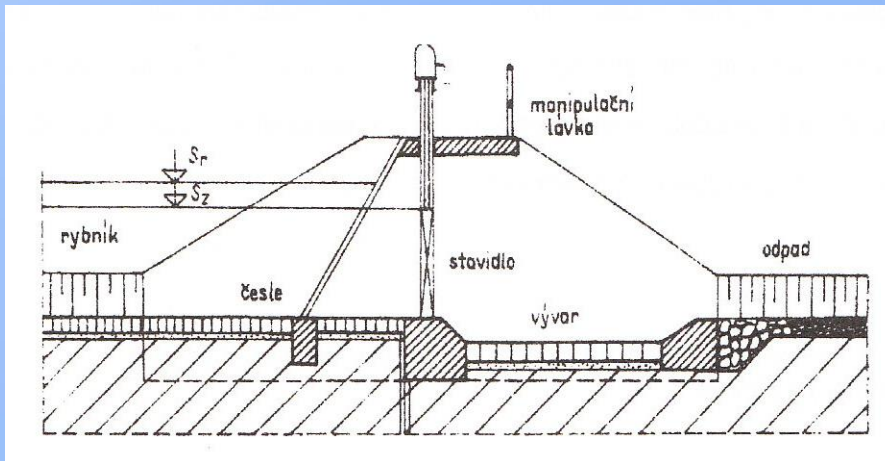
- Jedná se též o historický typ uzávěru spodní výpusti
- Regulace odtoku není u jednoduchého čepu možná
- Je tvořen čepem kónického tvaru umístovaným do otvoru v horní části dřevěného vypustného potrubí na návodní straně vypustného potrubí
- Těsnost je zajišťována tlakem vody působícím na čep





Stavidlový uzávěr

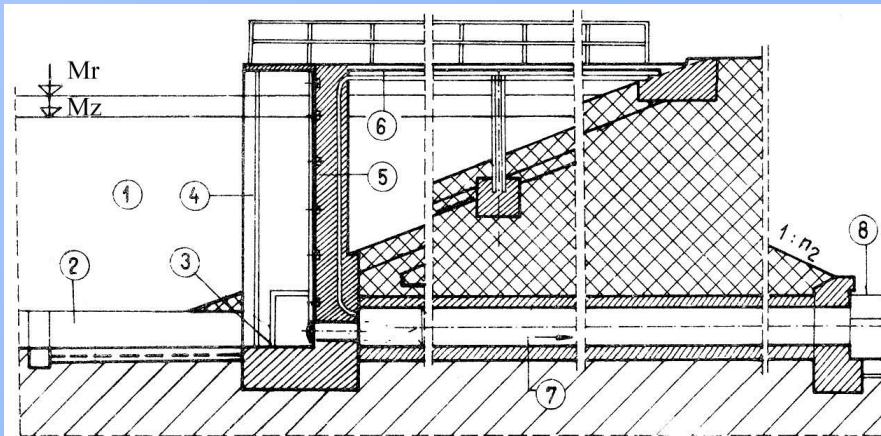
- Používá se především u výpustí s otevřeným odpadem
- Umožňuje plynulou regulaci odtoku (v závislosti na úrovni hladiny a zdvižení stavidla)
- Je tvořen deskou z dřevěných dubových fošen umístěnou ve vodících drážkách; manipulaci umožňuje táhlo - šroubová tyč, jednoduché táhlo
- Používá se jak u odpadů otevřených, tak uzavřených





Šoupátkový uzávěr

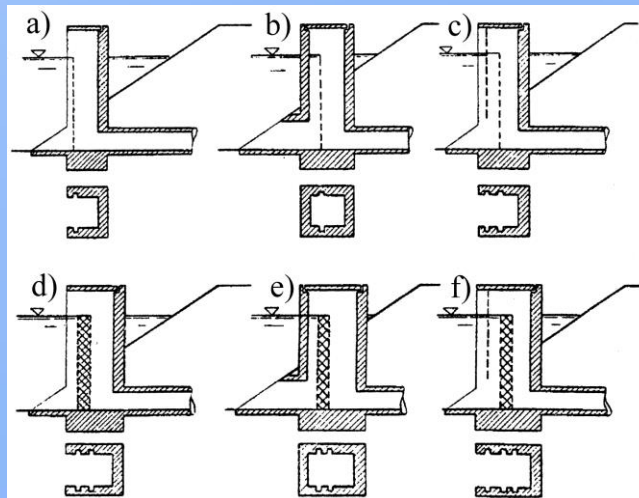
- Může být umístěn na návodním i vzdušním konci vypustného potrubí
- Skládá se z desky umístěné ve vodících drážkách ovládané ocelovým táhlem nebo šroubovou tyčí
- Může být integrován do potrubí nebo umístěn na jeho konci





Požerák

- Je nejčastěji používaným typem uzávěru spodní výpusti
- Je tvořen uzavřenou či otevřenou šachtou s drážkami, do nichž se umísťují dluže – dřevěné fošínky
- Umožňuje dobře regulovat hladinu vody v nádrži
- V závislosti na nastavení dluží lze u vícedlužových požeráků vypouštět vodu ode dna nebo od hladiny
- Dělení požeráků dle konstrukce
 - Otevřené
 - Uzavřené
- Dělení požeráků dle počtu drážek
 - Jednodlužové
 - Dvoudlužové
 - Třídlužové



- Dělení požeráků dle konstrukce
 - Dřevěné
 - Železobetonové
 - Zděné





Požerák

- Musí být zajištěn proti neoprávněné manipulaci s dlužemi (poklop na šachtě)
- Pro zajištění možnosti vstupu do šachty se do ní umísťuje žebřík (kramlový, klasický)





Požerák

- Musí být vybaven přístupovou lávkou (je-li nutná), lávka by měla být vybavena zábradlím
- Musí být zabezpečen proti neoprávněné manipulaci – nejčastěji pomocí uzamykatelného poklopu
- Proti vniknutí nežádoucích objektů do šachty a do odpadního potrubí se do přední drážky umisťují česle





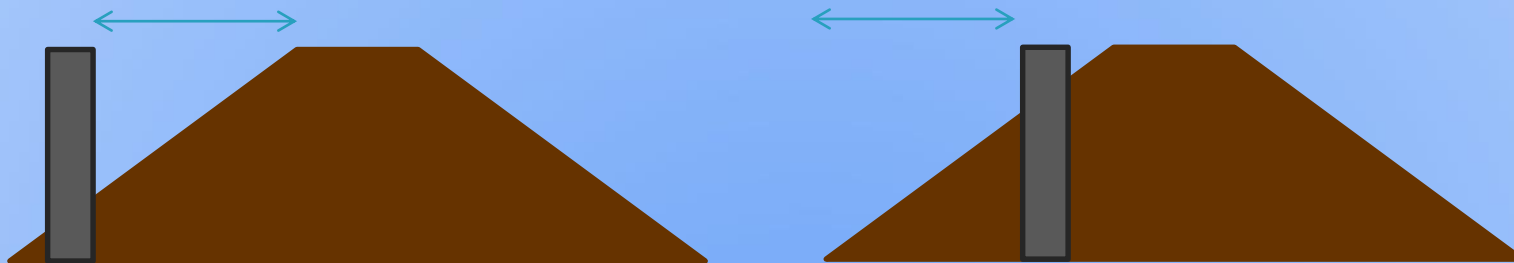
Požerák





Umístění uzávěru spodní výpusti

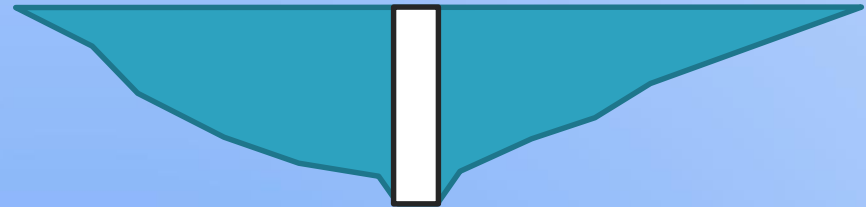
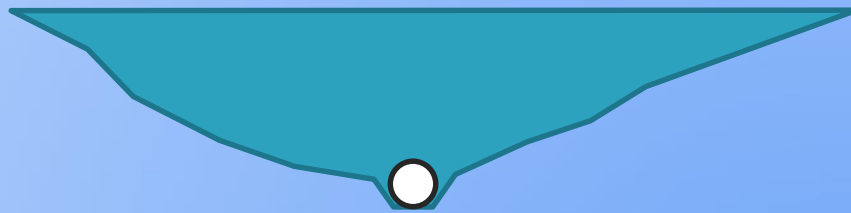
- Uzávěr spodní výpusti umísťujeme do návodního líce tělesa hráze (výjimkou jsou v některých případech šoupata, která mohou být umístěna na vzdušné straně)
- Vzhledem k potřebě zajištění přístupu k uzávěru je zpravidla nutno budovat lávku
- Při umístění v blízkosti koruny hráze není zapotřebí velká délka lávky, ale zpravidla je nutno budovat masivní nátokový objekt
- Při umístění uzávěru v blízkosti paty hráze je nátok pouze malý, ale lávka může být neúnosně dlouhá; v případě budování podpory pro lávku pozor na různé sedání tělesa hráze → podpora tak může ve výsledku lávku naopak zatěžovat tahem dolů





Odpad spodní výpusti

- Slouží k provedení vypouštěné vody skrz těleso hráze
- Typy odpadů spodní výpusti
 - Otevřený
 - Uzavřený





Odpad spodní výpusti - otevřený

- Na celou výšku hráze
- Výhodou je značná kapacita
- Je zpravidla nutno překlenout mostkem nebo lávkou
- Nevýhodou je větší objem prací a větší styčná plocha objektu s tělesem hráze
→ možnost průsaků podél objektu
- Provádí se nejčastěji jako železobetonové nebo zděné





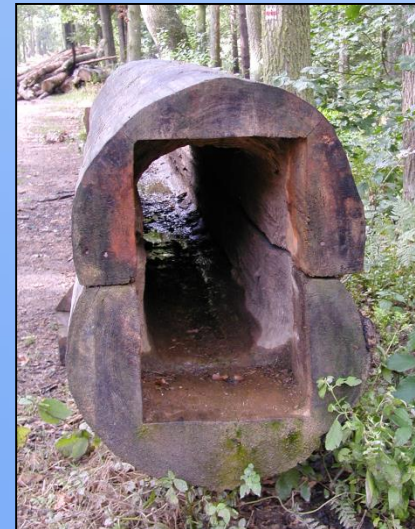
Odpad spodní výpusti - uzavřený

- Na potrubí nebo štolu je sypáno těleso hráze
- Není nutno překlenout mostkem nebo lávkou
- Nevýhodou je nutnost zajištění stability před účinky různého sedání tělesa hráze

- Dělení odpadů dle konstrukce
 - Trubní
 - Rámové



- Dělení odpadů dle materiálu
 - Dřevo
 - Železobeton
 - Ocel
 - Plast





Napojení na tok

- Oba konce výpustného zařízení jsou na tok napojovány dvěma způsoby:
 - Nátoková a výtoková křídla → přechodové plochy
 - Kolmé stabilizační zdi (kolmé na osu toku)
- U napojení výpustného zařízení na tok na vzdušném líci je nutno pamatovat na zaústění patního drénu





- Přepad přes dluže se počítá dle Bazinovy přepadové rovnice (ostrohranný přepad)

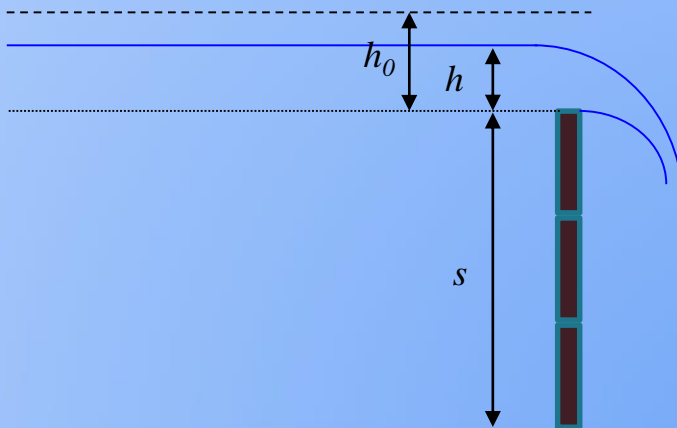
$$t < 0.67 \cdot h$$

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu_p \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0^{3/2}}$$

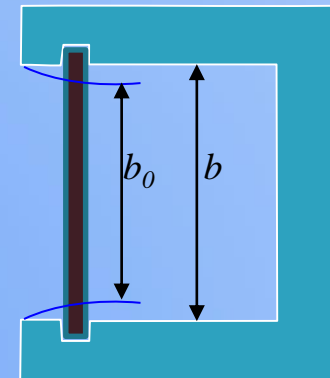
$$Q = m \cdot b_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0^{3/2}}$$

$$b_0 = b - 0.1 \cdot \xi \cdot n \cdot h_0$$

- m, μ_p přepadové součinitele (nutno počítat v závislosti na přepadové výšce apod.)
- b_0 délka přelivné hrany = efektivní přepadová šířka (nutno uvažovat vliv bočních kontrakcí)
- b konstrukční přepadová šířka
- h_0 přepadová výška (pokud je před přelivnou hranou přítoková rychlost, je nutno přičíst rychlostní výšku; pokud je vtok přímo z nádrže $h=h_0$)
- h přepadová výška – úroveň hladiny nad přelivnou hranou
- ξ součinitel tvaru pilířů, zdí (pro pravoúhlý tvar 1-2, pro zaoblený 1)
- n počet míst zúžení



$$m = \left(0.405 + \frac{0.003}{h} \right) \left[1 + 0.55 \cdot \left(\frac{h}{h+s} \right)^2 \right]$$





- Průtok potrubím s volnou hladinou se počítá dle Chézy-Manningovy rovnice

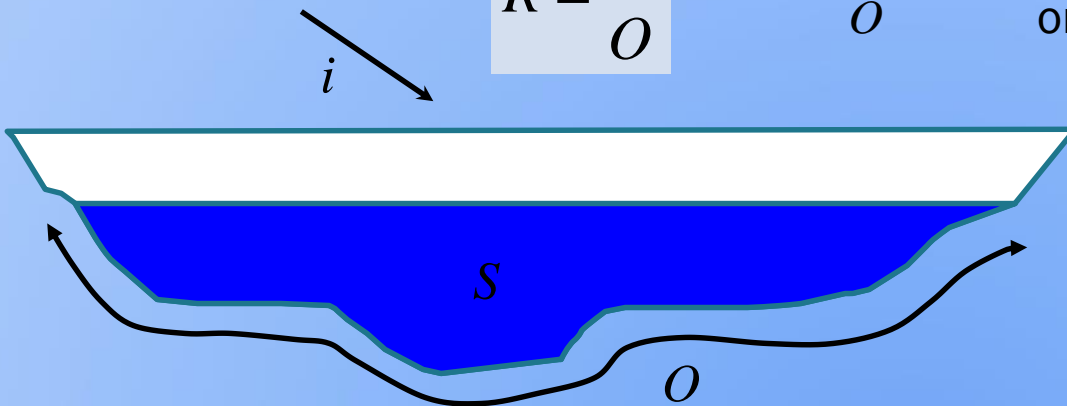
$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

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

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

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

| | |
|-----|--|
| v | průřezová rychlost (průměrná rychlost proudění) |
| C | Chézyho koeficient |
| R | hydraulický poloměr |
| i | sklon čáry energie (pro ustálené rovnoměrné proudění se použije sklon dna) |
| n | Manningův součinitel drsnosti |
| S | plocha průtočného profilu |
| O | omočený obvod |



$$Q = v \cdot S$$



- Průtok potrubím s volnou hladinou se počítá jako průtok v korytě s kruhovým profilem

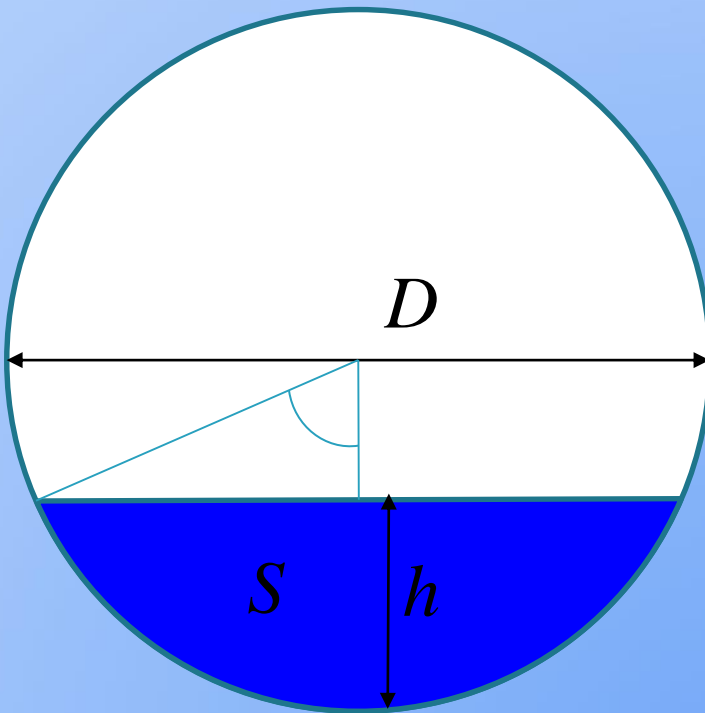
D průměr potrubí
 h hloubka vody v potrubí

$$h = \frac{D}{2} \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$\alpha = 2 \cdot \arccos \left(1 - \frac{2 \cdot h}{D} \right)$$

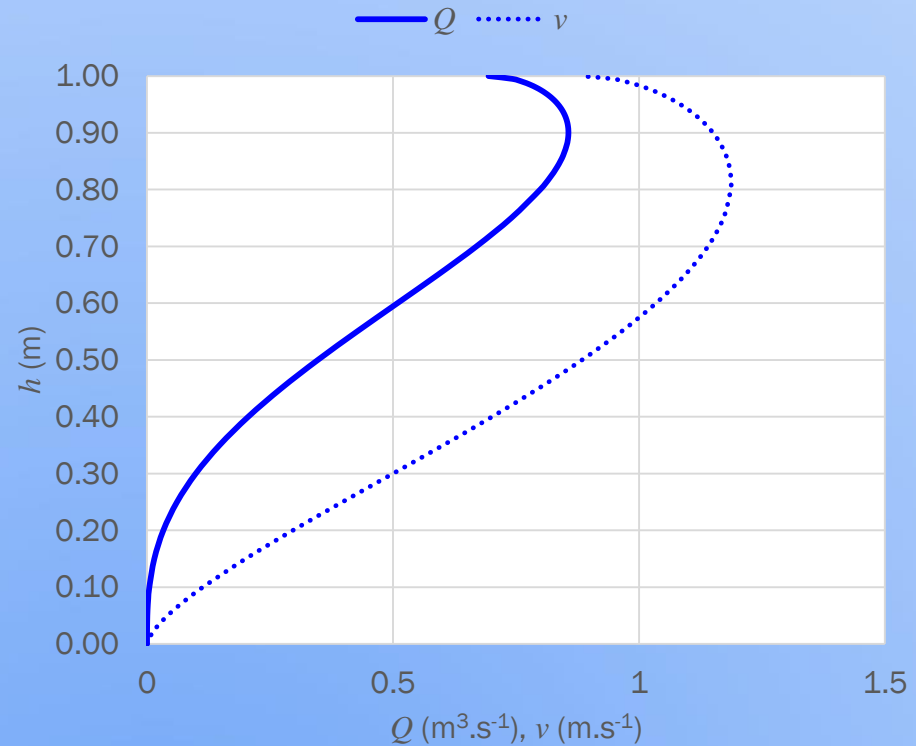
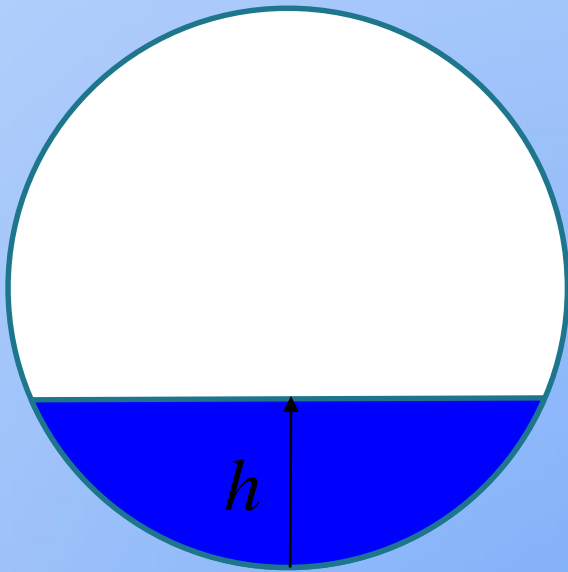
$$S = \frac{D^2}{8} \cdot (\alpha - \sin \alpha)$$

$$O = \frac{\alpha}{2} \cdot D$$



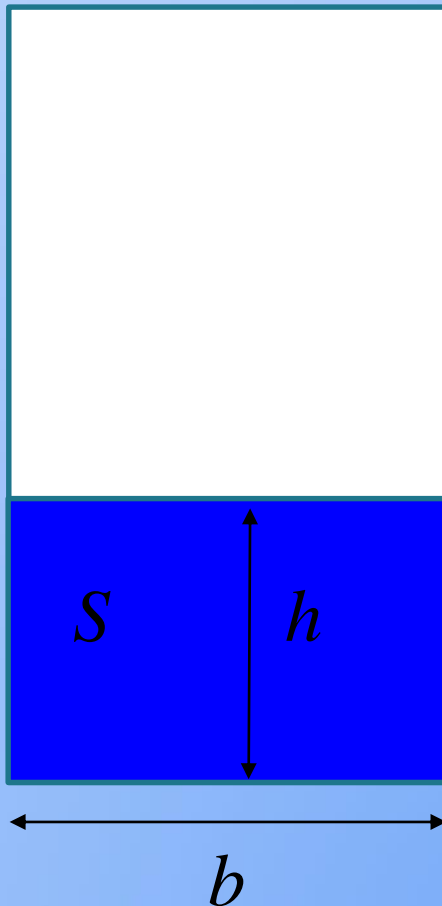


- Závislost průtoku kruhovým potrubím na hloubce vody v profilu není z matematického hlediska monotónní funkcí





- Průtok otevřeným odpadem odpovídá zpravidla proudění obdélníkovým korytem (stejný typ výpočtu lze použít i pro proudění uzavřeným obdélníkovým odpadem)



$$O = b + 2 \cdot h$$

$$S = b \cdot h$$

b šířka žlabu ve dně
 h hloubka vody v potrubí



Co nás čeká dále

- Bezpečnostní přeliv
- Dokumentace projektu

..... a konkrétně příště

- Typy bezpečnostních přelivů
- Konstrukce bezpečnostních přelivů

