

# PPVD

Petra Něsvorová Chvojková, Ph.D.  
MIROSLAV BROUČEK, Ph.D.

- general plánovaných vodních děl

- umístění díla - dvě čáry = hráz
- jedna čára = zatopená oblast

hráz → kolmo na tok

22.3. DEN VODY  
- povodí zpřístupní vodní díla  
→ stránky povodí

HÁZENÝ PROFIL - usmí se tolik stavět  
- poklesající výstavba  
- vyskřtáradí se

- hydrolog. charakteristika:  
→ char. křivky nádrže  
• N-leté, zatopené objemy

• parametry nádrže:

v<sub>1</sub> - ovládací, uvolňovací

v<sub>2</sub> - dle účelu VD

v<sub>3</sub> - státní nádrž

sv. - spodní výpust

michá prostor  
sádky

- jaká tam je zemina, ... → situace s lokalitou (doplněnou)

- hladina modře
- vše nové červeně

krky

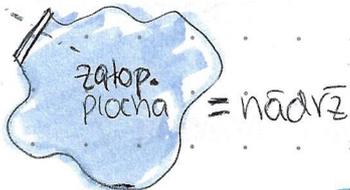
svalička - na stránkách povodí  
→ rozor řekou

jak uadit do podloží

- injekce (když není uadzeno na pevném podloží)

1726AV

hráz



3 typy hrází:

• fyzická

národní lic  
NL

přiležovací  
Pata

koruna hráže

vzdutí lic  
VL

hráz, těleso hráže  
přehrada

• zemní (embankment dam)

zeminí nádrž  
• 2-2,5-3

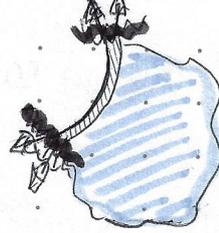
• protřetí  
blíže desné  
↓  
upuštěno  
se od  
stranách

národní řešení

vyzrávější  
díla

homogenní - jeden materiál  
nehomogenní - více

• úlehová hráz - šikmá



• vrchnice

šlky se napřimují  
do boku, do šlky

- u nás jediná

+ duté těleso - sestává z pilířů

• pilířové (pláse)

→ Austrálie, Amerika

- napojení na komunikace  
→ obsluhovatelnost

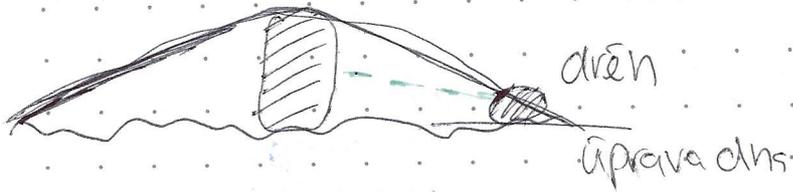
• stacionární  
komora - nejvyšší  
vrata

• štrava na slovensku

# Jílové těsnění

# plísaková křivka

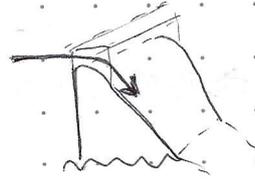
0499



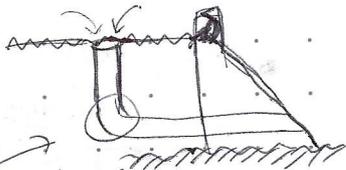
- spodní výpush minimálně 2

## - PŘECIKY

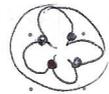
- přímé - většinou u hřbítkových hrází
- boční - z bouli
- šachové



→ Japonci a vietnamci  
↑ krásně přelivě



problém se zanášením  
→ různé usměrňovače - žebra  
"usměrňování proudů"



• azerbajdžán

- různé kombinované (přířezov) → zazvonit na hrézného  
(přímá i boční a krásně spadíště)

1. plavební komora v županovicích - dnes již zatopená

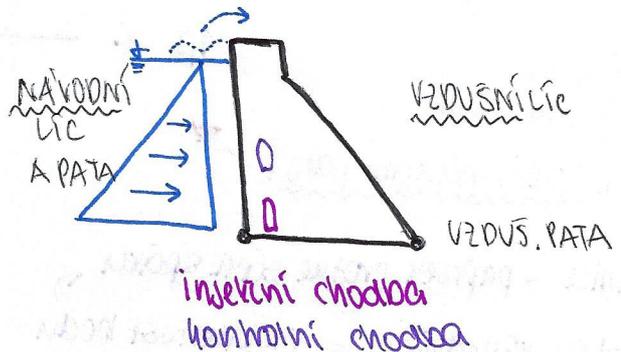
# STABILITA BETONOVÝCH TÍŽNÝCH PŘEHRAD

- cca 1/4 velkých přehrad z kř. betonu
- začátek 20. stol. až 50. léta  $\Rightarrow$  dominantní litý, vibrovaný beton
  - bloky, dilatační celky, vrstvy  $\uparrow$
- rozvoj sypaných hrází - doprava, technologie
  - mnohá násobná obsem, ale výstavba rychlejší
- VALCOVANÝ BETON - 30cm den, u nás zatím žádná
  - dilatační spáry se zakřezávají - plast. prvky

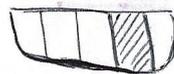


= přenos do podloží, každý blok sám za sebe 10-20m  $\uparrow$  (12-15 stand.)

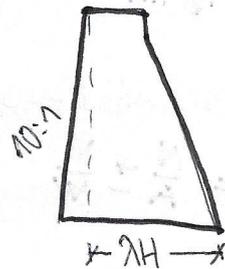
- posouzení na běžný metr
  - $\sim$  v zásadě plná konstrukce
- nahore - převodní cesta, komunikace
- BP lze umístit na bloky (vs. sypané  $\leftarrow$  katastrofy, kolapsy)



- posouzení nejhoršího bloku!



- sklonostní poměr  $\lambda = 0,7 - 0,8$   
(dle seismičky)

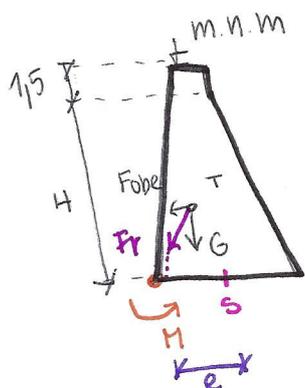


na cvičení:

posouzení 2 zatěžovacích stavů

- dle pravděpodobnosti výskytu → MIMORÁDNÉ STAVY (bez koef. 0,9 u G)

1) PRÁZDNÁ NABŘEŽ - dostavěno nebo úplně vypuštěno (bez vody)



- v zahraničí seismicita  $F_{obe}$

ČSN 75 1208

- stupeň bezpečnosti proti převrácení a posunutí

$$1,2 < \frac{E_{stab}}{E_{destab}}$$

$$1,2 < \frac{G \cdot \tan \varphi_{crd}}{F_{obe}}$$

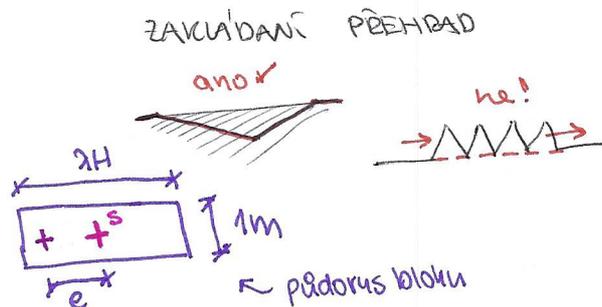
$$\frac{\varphi_{cr}}{1,25} = \varphi_{crd}$$

$\varphi_{cr}$ ... úhlový úhel vnitřního tření

převrácení kolem návodní paty!

• výslednice - paprsek protne záhl. spóru

• výstřednice výslednice = vzdálenost bodu od střední zS  
 $e < \frac{1}{6} \lambda H$



- VÝPOČET NORMÁLOVÉHO NAPĚTÍ

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$

$$N = \Sigma \text{ vertik. sil}$$

$$A = \lambda H \cdot 1$$

$$\text{modul průřezu } W = \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot (\lambda H)^2$$

$$M = \Sigma \text{ momentů kolem } s!$$

$$= N \cdot e = F_{rx} \cdot e$$

$$(= N \cdot \frac{1}{6} (\lambda H))$$

↳ zkrácení:  $\sigma_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{N}{A}$

$$= I/A^2$$

I... modul setrvačnosti

$$I_{\square} = \frac{1}{12} b h^3$$

mechanikáři:

- + tah
- tlak

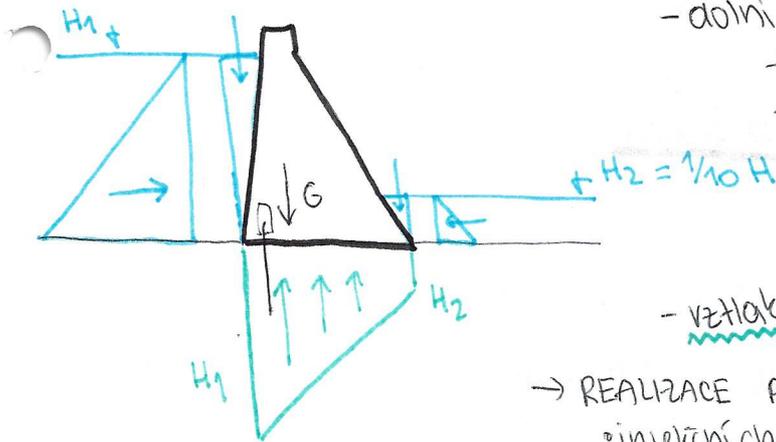
rodáci:

- tah
- + tlak

↳ s nimi se setkáváme víc

Přehrady zakládáme NA KORNINÁCH  
ne na zeminách

2) PLNÁ NABŘEŽ - při povodni - max. vody

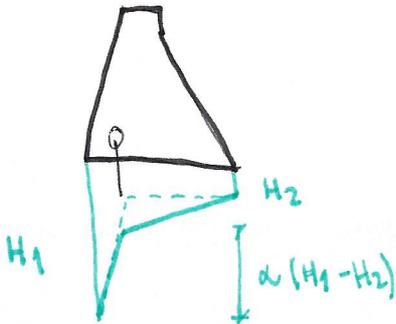


- dolní voda pomáhá
- zvládnout existenci
- u povodní zastojde

- vztlak pokud nejsou realiz. protiprůsak. opatření

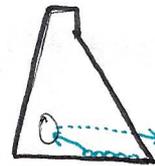
→ REALIZACE PROTIPRŮSAK. OP.

- injekční chodba a injekční clona
- silocementová směs do trhlin
- před a za manometry
- zvyšuje se účinnost clony



$$n = 0,35 - 0,7$$

- plošná drenáž
- odčerpávání



• další otázky:

- tlak sedimentů
- ledové situace
- vlny - přihřzení od vlnobití
- horské oblasti → sesuvy

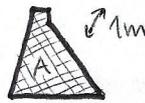
$$\sigma_2 < \frac{(G + \sum F_v) \cdot \tan \varphi_{cr} + c \cdot \lambda H}{\sum F_h}$$

$$\sum F_v = F_{v1} + F_{v2} - F_{v2}$$

$$\sum F_h = F_{h1} - F_{h2}$$

$$G = V \cdot \gamma_{bet} = A \cdot \gamma_{bet}$$

↗ 23kN/m<sup>3</sup>



$$\sigma_2 < \frac{\sum M_{pas}}{\sum M_{akt}}$$

← (-F<sub>v1</sub>)

- G se stanoví celkem přesně
- nic nejistá data o podloží
- o něcojistější hydrolog. data

→ c... soudržnost - těžké stanovit

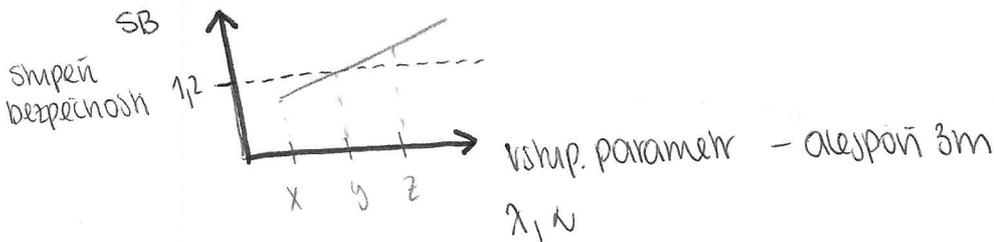
proxe: 2x2m blok - zkouška usmyknutí

vrtné zkoušky - malý vzorek, systém diskontinuit

- výběr horniny - popisat  $e [kP/cm^2] = [100kPa]$

- tabulka záruba, Mencl ↗

- GRAF pro 2. stav - vliv vsmp. par. na výpočet



o nakreslit profil

- schéma, okótované, značení + rovinná síla

o určit vsmp. parametry

o výpočet

$$\frac{N}{A} + \frac{M}{W}$$

$$\frac{N}{A} - \frac{M}{W}$$



vlevo

vpravo



vpravo

vlevo

# Konstrukční řešení beton. přehrad

- zpracovat základní dokumentaci

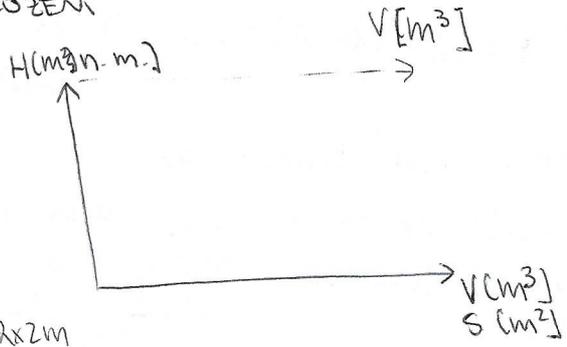
- kóta koruny, charakteristika, vyznačení prostorů
- zmenšení tlak → realizace inženýrní clony / stěny

→ PŘEČNÝ ŘEZ, SITUACE, PODÉLNÝ ŘEZ + ZALOŽENÍ + NÁVRH. BET. SMĚSI

- dopřesnit osu náře → čerch výskopis

- čára zatopených objemů a ploch

ags. cuzh. ez / av /

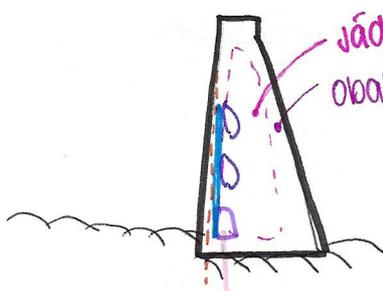


- přesnost informací v r. 1950 vs. DMR 56

→ odchylka klidě 30%

→ POROVNAT

→ co usměně cementu (navrazení až 30%)  
→ doba chlazení v letech



**jádro** - nepůsobí vítr, voda; hydratační teplo co usměně, co nestěží

**obalový beton** - trvanlivost, vodo těsnost, mrazuvzdornost

**revizní chodby** - po 20-30m, celým řádkem, pro lidi

**injekční chodba** - síťka a rýska dle vrtači mašin

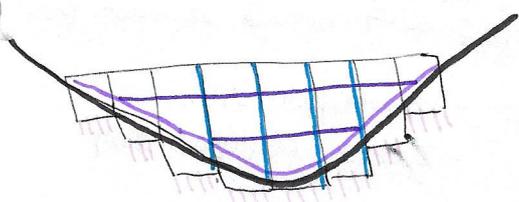
- proti pískotoková opatření (injekční clona)

- přístup ze vřašší strany

+ oblas 2. přístup dole (velké přehradě)

**injekční clona** - po 3-4m, 2/3 výšky přehradě (někdy i 2H)

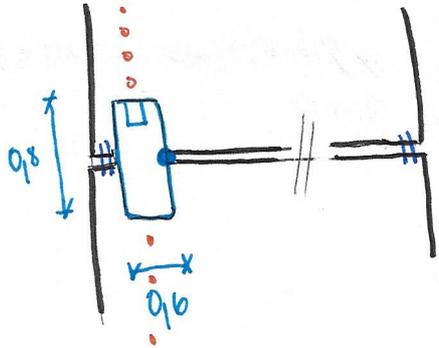
DILATAČNÍ CELKY 12-20m



**REVIZNÍ ŠACHTY** - co se děje na dilatační spáře?

→ měřicí body

- v čase, pod zatěžením → deformace



**TĚSNĚNÍ SPÁRY** - 2 profilované pruž. pásy

- dřive dubové hlínypřekrné pleckem

- asfalt, měďové plecky

**SVISLÉ DŘENY** - beton propustný

- Ø150, po 2-3m, osa dřeny

- měří se

## VODOTĚSNOST BETONU

- propustný, počítáme s průsákem

- tlaková zkouška: 

- u starších přeřad označení V2-V8  
(odpovídá tlaku 0,2 MPa (20 m. v.s.))

- SNÍŽENÍ HYDRATAČNÍHO TEPLA

◦ poměr cementu a vody (nízký vodní součinitel)

vs. zpracovatelnost

◦ třída cementu - CEM I - nejvíce  
- CEM III - nejméně

- pevnost 32,5 42,5

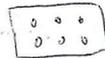
◦ oteplenosti mletí slínku

- z 1 kg cementu cca 270 kJ/kg

◦ přísady → nahrazení popílkem (cementu) - černo uhlíky - sklo netze  
- hnědo uhlíky - uhlíkový

◦ chlazení - numerické metody

- 15 x 15  $\phi$  32 trubky (plast.)



- i u přeřadkách

◦ tmeláři  
450 kg/m<sup>3</sup> cement

→ betonáři  
300 kg/m<sup>3</sup>  
 $\phi$  32 mm čerpaní, ne víc

my:

250 kg/m<sup>3</sup>

150-250 kg/m<sup>3</sup> čerstvé směsi

150 cement

75 popílek → nahrazení pevností popílkem

cement - vysokopevnostní

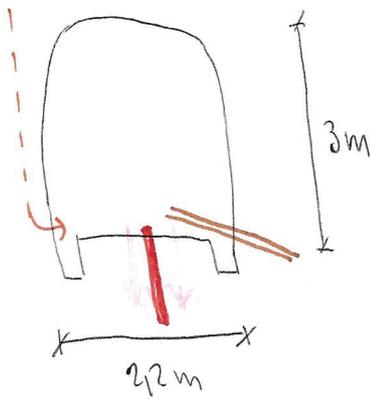
- štěrsko portlandský

◦ betonář v mrazu → potřeba i vchlazení

◦ beton se musí zkoušet! z kon.

frakce min  $\phi$  3 mm / betonáři nechcít  
větší i 70 mm

◦ VALCOVANÝ BETON



- proběhla dobře? není se více?  
 - reálná životnost 20-40 let

### ODLEHČOVACÍ VRTY (MANALUS)

- do dolní vady a i více (šimma a čerpání)
- propočítání v posudku  
→ musí být zajištěna funkčnost za jakýchkoli podmínek

↳ v praxi delších intervalech **vztlakové vrtky**

- manometr a snímací čidlo  
→ 1x denně kontrola
- uzavřetelet nebo dil. čelky

- zařízení základová spára - ponechávají se stejné výšky  
- zaplňuje se dříve betonem (sl...) → záplata

- profil

- čarý - vedení posuvu

- símací = ZADAGED / DMR 5G → 1:1000

- příčný řez v nejhlubším místě → chodby, jáchy

- detaily těsnění, dilatace, chránění

- příčný profil - tvar terénu

↳ símací

+ geolog. podklady?

✓ TOH 1:1000

✓ podélný profil + celky + záh. spára  
+ BETON

✓ charakter. nadřez

✓ vřoz. příčný řez

○ símací s napojením i na komunikace

# SPECIFIKACE BETONU

- OBALOVÝ BETON C25/30 XC4 XF3
- VNITŘNÍ BETON C 15 X0

Výroba: } XM3  
roztažec } XF3  
přelivné plochy } XC4 C35/45

BETON ČSN EN 206-1

C25/30 - XC3,1 - C19,2 - Dmax 16mm - S4

(dobrov.) max přísady:

↓  
kontrola oceli

↓  
kontrola  
odpor proti přetváření

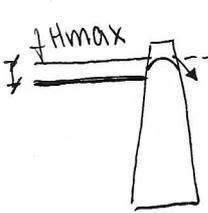
(F3 F4) / S4

# SYPANÉ HRÁZE

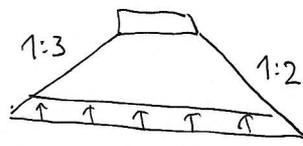
1x situace 1:1000  
3x řezy  
výpočty

- příslušný objem nádrže
- + VÝPOČET VÝBĚHU VĚTROVÉ VLNY → určit výšku koruny
- navrhnout větrový PR + situace :
  - a) homogenní zemní
  - b) heterogenní kamenitá se střed. řesněním
  - c) s národním těs.
- přehradu navýsujeme odspodu → stok v potřebném materiálu
- nesmí se přelit vodou ⇒ HAVÁRIE, přitomový otvor
- BP mimo těleso - voda nesmí na vzduš. straně vyskytnout → postupná konsolidace → deformace

- založení na měkké únosných zemních



BP pro daný průtok  $Q_{100}$  nebo  $Q_{100T}$  (transform.)



bezpeč. převýšení  $+0,5m$  → vesička ve vrstevch (oktech) → dryba v hydrologii  
u sypaných hráze na minimum  $<1,5m$

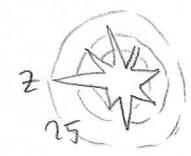
- VÝBĚH VLN - ČSN 75 0255 - čast ve skriptech

$$D = L$$

$$w = v$$

- větrové vlny nesmí přes korunu hráze
- rychlost větru 10 m nad hladinou → ČHMÚ

v realitě měříme na hrázích → větrná ružice



⇒ odhad bouřka kolik % času

1)  $w_{10,z} = 22-25 \text{ m/s}$

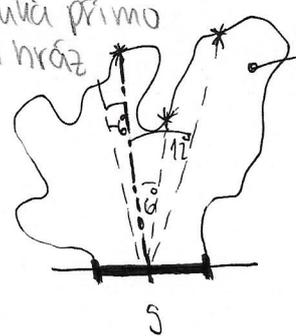
... zám. vítr (20-50 let) - vybrat si

2)  $w_{10,v} = K \cdot w_{10,z}$

... převod na hladinu

předpokládáme horší případ

→ bouřka přímo na hráze



hladina o dané kote

$\varphi_i$	$L_i$	$\cos \varphi_i$	$D_i \cdot \cos^2 \varphi_i$
...			
$-6^\circ$			
$0$			
$6^\circ$			
$12^\circ$			
...			

EFEKTIVNÍ ROZBĚH VLNY

$$L_{ef} = D_{ef} = \frac{\sum D_i \cdot \cos^2 \varphi_i}{\sum \cos \varphi_i}$$

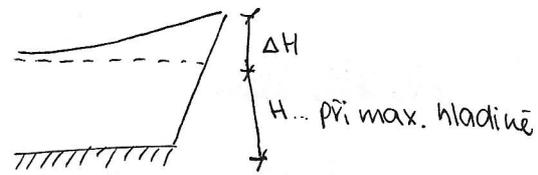
tab. skripta:

$D_{ef} [10m^2]$	$0,9$	$\Gamma$
$K$		$1$

↳ možno danou lineárně interpolovat

$\varphi_i = \langle -42^\circ; 42^\circ \rangle$   
à  $6^\circ$

ovoda se před vlnami natlačí  $\rightarrow \Delta H$



$$\Delta H = K_w \frac{w_{10v}^2 \cdot D_{ef}}{g \cdot H} \cdot \cos \sigma$$



$K_w = 2,1 \cdot 10^{-6}$  pod 20 m/s  
 $K_w = 3,0 \cdot 10^{-6}$  nad 20 m/s } interpolace lineárně

1. parametr  $\frac{g D_{ef}}{w_{10v}^2}$  } grafy

$$\rightarrow \frac{g h_c}{w_{10v}^2} \rightarrow$$

T... perioda vlny  
h<sub>c</sub>... výběh vlny (průměrný)

2. parametr  $\frac{g H}{w_{10v}^2}$  }

$$\rightarrow \frac{g T}{2\pi w_{10v}} \rightarrow$$

o ověřit jestli perioda odpovídá délce trvání větru  $\rightarrow$  popř. zvýšit rychlost

$$t \text{ [min]} = 0,027 \cdot \frac{D_{ef}}{T}$$

$\hookrightarrow$  jak rychle dovézete vyhovět takhle velké vlny?

$t = 30 \text{ min} \rightarrow w_{10,2} + 10\%$

$t = 10 \text{ min} \rightarrow w_{10,2} + 20\%$

horší lokalita automaticky +25%.

o uvažujeme 100. vlnu

$$n_{1\%} = h_c \cdot 1,4$$

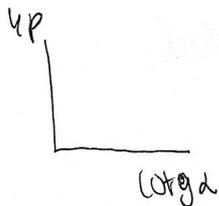
o 1 dokát parametry vlny, nyní přizpůsobení poměrům a materiálům

$k_d = 0,45 - 1,0$  ... hladkost opracování návod. str.

$\downarrow$  zához, rozbíječe  $\rightarrow$  beton, geomembrána

$k_p$  - z grafu (u nás vysoké)

-  $k_s$  = silon návod. strany



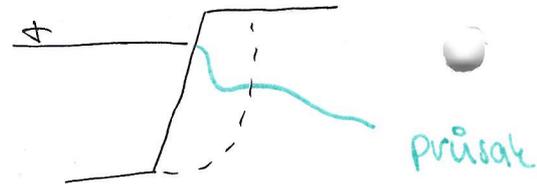
$$h_{r1\%} = n_{1\%} \cdot k_p \cdot k_d$$

$$\frac{\lambda_0}{n_{1\%}} \rightarrow \lambda_0 \dots \text{délka vlny}$$

$$\lambda_0 = ?$$

# PŘÍČNÝ ŘEZ

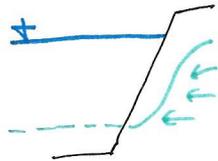
- sypaná hráz → sylon - smuk. par. zeminy  $c, \varphi$ 
  - o zemina méně propustná (č. klesá) → zemnozernná
  - o soudržné zeminy → válcové plochy Proužk. metody



MMR - metody mez. rovnováhy

- NÁVRHOVÉ STAVY s požadavkem SB 1,5

1. s hladinou
2. bez hladiny
3. rychlé sjezd hladiny (voda se vrací)



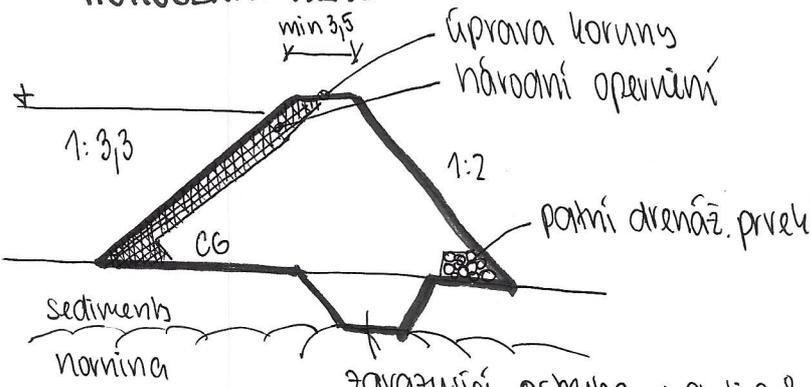
ČSN 75 7301

- v rámci cvičení (pro MVN) ČSN 75 2410

→ tab. doporučených sylonů

- velmi konzervativní, u MVN není potřeba stabilitní výpočet (→ u převrad stabilit. výpočet) → etalon. efekt. cvičení

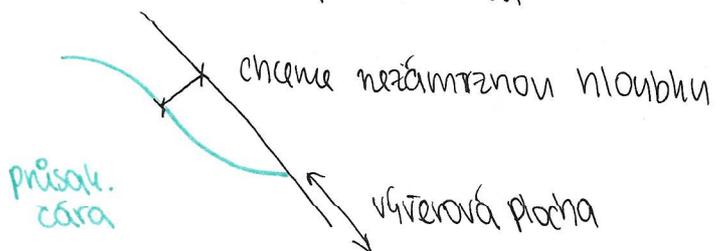
## HOMOGENNÍ HRÁZ



- z místních materiálů
- u MVN - z toho co se v zátopě
- obvykle do 15m (enormní objem)

zavazující ohrana → proti průsaku. opatření  
 (pokud není zvýšený průsak → nedělá smysl)

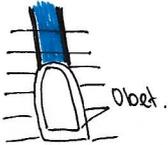
- kamenný zához jako opěrní  $\approx 300$
- řešení vadús. svahu (proti erozi) → ohranování + osetí trávou → rovní dn chrání vudřej i přelévání
- šířka min 3,5m v koruně (dle komunikace) - PPO pouze menší
- historicky násobně širší
- drenáž. prvek - MVN až do  $1/3 H$   
 - u nás do 5m



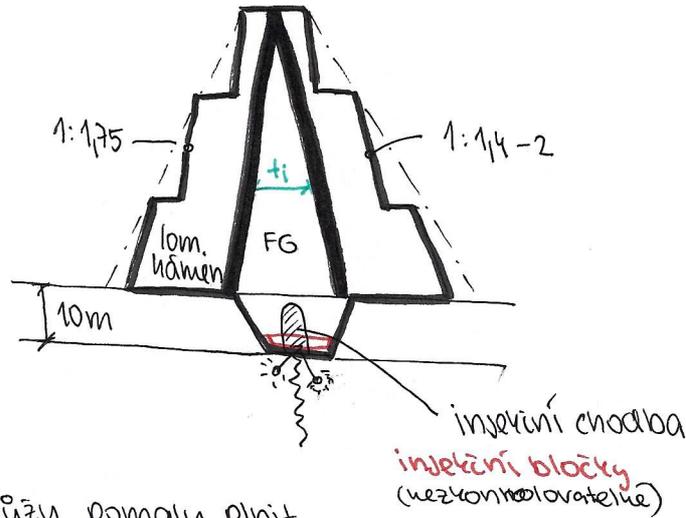
# HETEROGENNÍ HRDLE KAMENITÁ

- STŘEDNÍ TĚSNĚNÍ (zemní) → ježkový válec → výstupky - zatlačování

- nesoudržné - sesypávání (přímková plocha)
- $H > 20\text{ m}$  - lavičky po 15m o šířce min 3,5m
- na vzdušné straně → cesta nahoru
- ve světě střední těsnění ASFALTOBETON.  
( $t_i \times 0,01 H_i$ )



- o dobré při seismicitě, uvažáme stav
- o uzavírá si trhliny, těžší ukladání
- o rovnou se nutná šířka okolo

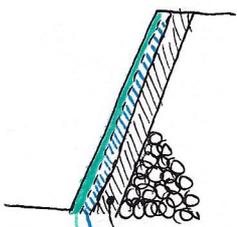


- STŘEDNÍ TĚSNĚNÍ - výstavba najeďnou, můžu pomalu plnit
- PŘECHODOVÉ VRSTVY (FILTERY) → přechodové frakce, šířka cca 1,5m
- u lomů, střed dovážíme
- šířka min 3,5m → šířka min 1,5m + válec (min. 3m)

$$t_i > 0,1 H_i \text{ min.}$$

$$t_i \approx 0,3 - 0,5 H_i \text{ obvykle}$$

- ASFALTOBETON. NÁVODNÍ TĚSNĚNÍ ~ sledujeme průběh stárnutí

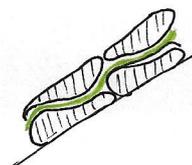
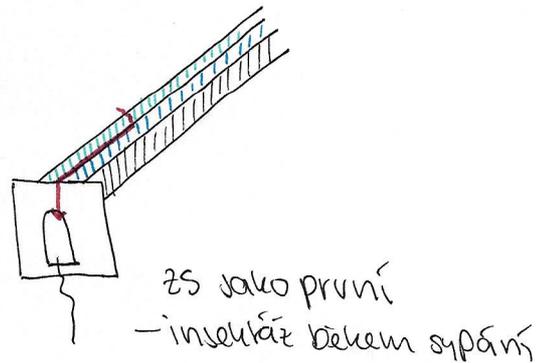


- sítón dle materiálů a kamene pod (kvůli dohutnutí)  
beton 1:1,5  
ast. bet. 1:1,7  
geomembrána
- (segregace kameniva)

PŘECHODOVÁ VRSTVA cca 0,5m 0-63mm  
VABH 100mm } předtím asfalt 1,3-4kg/m<sup>2</sup>  
VABH 80mm }  
pokr. nátěr MASTIX

Vodohospod.  
Asfat. beton nutný  
VODOSTAVBA ASFALTOVÝ BETON

- o ŽB + pláště, bednění, ocel, řešíme spáry bloků
- o napojení těsnění na injekční chodbu
- o při poruše - drénáž
- o geomembrána jako nápravné opatření, fólie  
AB po 40m  
PVC, bitumen
- o ochrana prefabrikátem nebo záhozem



1,25mm PE fólie mezi  
2 bitumen fóliemi (2x1,5mm)

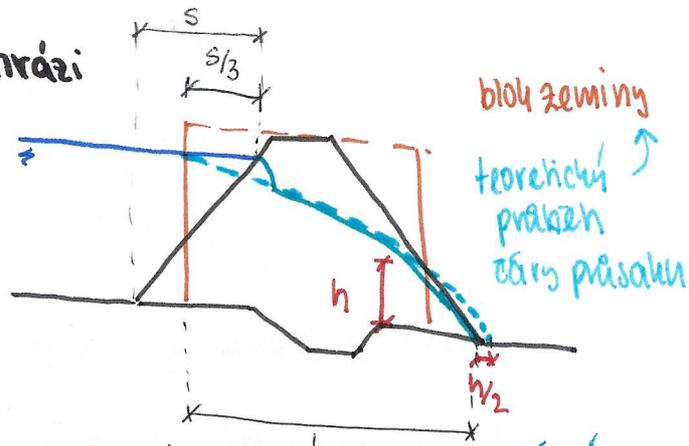
4.6.201

# Průběhy hladin a průsaky v sypané hrázi

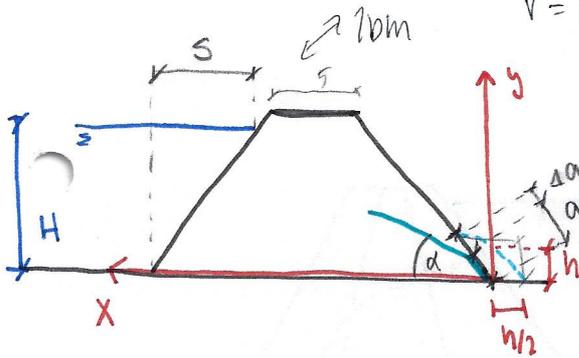
- = zhruba, kterou nemůžeme
- DEPRESNÍ křivka - ovlivňuje stabilitu
- homogenní hráz na nepropustném podloží  
 ↳ což také je, otázkaou jak moc?

- součinitel hydraulické vodivosti / nasycenosti  $k$
- dla zeminy → tabulky
- Darcyho zákon  $v = k \cdot i$

matice 3x3  
 vektor tenzor  
 $\vec{v} = [k] \frac{dH}{dr}$



kv < kh  
 křivkaji prosakuje horizontálně  
 reálný průběh čáry průsaku



$$x = \frac{y^2 - h^2}{2h} \quad (\Rightarrow) \quad y = \sqrt{2hx + h^2}$$

x=0  
y=h

$$a + \Delta a = \frac{h}{1 - \cos \alpha}$$

↳ kde parabola protíná osu y (korekcí)

i... hydraulický beton

- měrný průsak  $q$  [ $m^3 s^{-1} / m$ ]

$$q = k \frac{H^2 - h^2}{2L}$$

$$h = \sqrt{H^2 + L^2} - L$$

H = 15 m

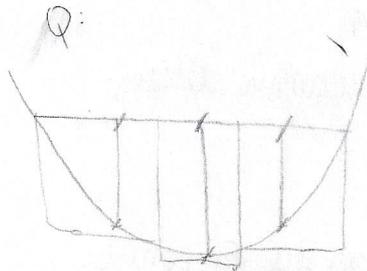
1:3

- s = 45 m
- s/3 = 15 m
- L = 55 m
- h = 2 m
- q =



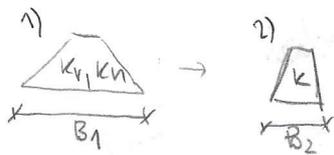
10

2/10 8/10



$$\frac{\Delta a}{a + \Delta a} + \frac{q}{a + \Delta a} = 1$$

$k_n \approx 20 \cdot k_v$



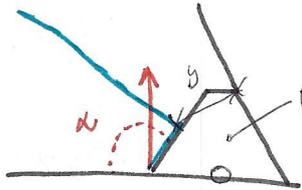
zmenšim geometrii → pouze jedno k

$B_2 = \lambda \cdot B_1$

$\lambda = \sqrt{\frac{k_v}{k_n}}$

- sestavím na případu 2 a křivku natáhnou na 1

- tabulka - vzťah  $\alpha$  a  $\frac{\Delta a}{a + \Delta a}$



patní dřev - trubka do nejnižšího místa → měříme

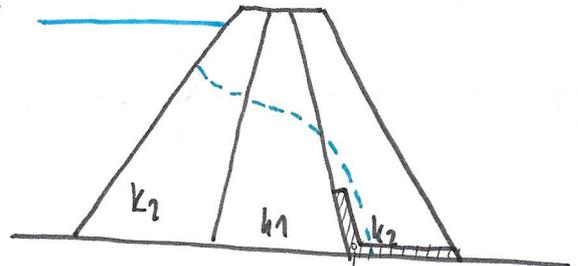
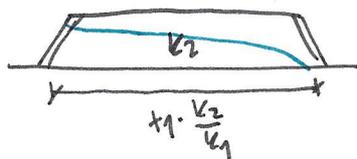
chceme do nezámrazé hloubky y

- vznikaly by mrazové trhliny

- heterogenní hráz - opět pomocí zúžení geometrie

- rozdíl  $\frac{k_1}{k_2} > \frac{1}{100}$  i  $\frac{k_2}{k_1} < 100$  (relat. blízké)

→ natáhneme odpovídajícím poměrem středovou část



přenesu →

komínový dřev

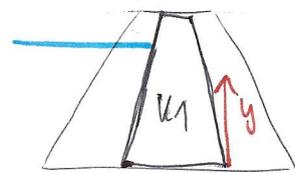
- rozdíl menší - neuvažujeme vliv stabiliz. částí (s k2)

- s umělými prvky - asfaltobeton

↳ řešína prochází špatně učetanými detaily (přesahy)



- návodní inječní chodba - voda teče při ponuše

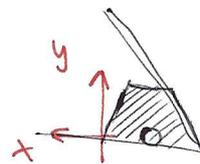


- vyjde vysoká výhonová plocha

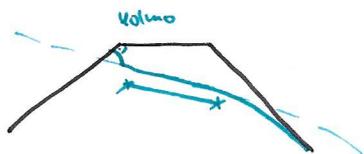
- parametry z úlohy 3

- homogenní zemní bez drenáž. prvky

- s dren. - L kratší o drenáž  
→ vyšší přísav



- nekogenní - ale  $k_1, k_2$

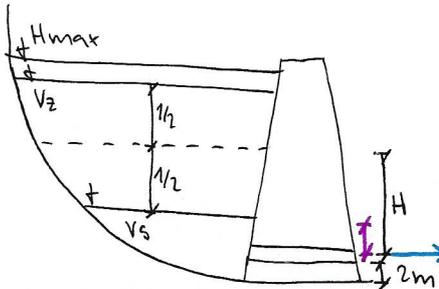


10mový úkamen  
↳ jako drenážní  
prvek

# SPODNÍ VÝPUSTI

1 ber.  
1 sypaná  
PE  
návrh. par. a průměry

- nutná součást přehrady, VE má vlastní
- využití:
  - o regulace průtoku, převádění povodní (příprava)
  - o úplné vyprázdnění nádrže
  - o umělé zvyšování průtoku v tolu (odběr vody, ...) → nalepsování
  - o ochrana staveniště
- prázdnění nádrže: ke času - pro nás 60 dní



Vs... prostor stálého nadržení  
Vz... zásobní prostor

→ z cel. zatop. objemu

Queš. → větší na úrovni Q1 - Q5 = pro nřs Q5

≈ pomůci → zkratky (hl. místní, protože krátké pomůci)

$$Q = S \cdot \sqrt{\frac{2gH}{1 + \xi + \lambda \frac{L}{D}}}$$

~ upravená BR

1) NÁVRH ušlechtlý odtok H =

→ z ve navrhnout D

↳ D < 3m, zaokrouhlit na +5cm, min 300mm

↳ min 2 výpusti

$$Q_{w5} = Q_5 =$$

2) NALEPŠOVÁNÍ → na 30 dní → Q30d po 24h

- řeš v celém rozsahu zásob. prostr. → H2
- zajištěno i když 1/2 výpusti nefunguje

→ od Hs

posoudit vsude

3) Qmin = P 330 dní

- min. zůstatkový průtok (musí být vždy)

4) PRÁZDNĚNÍ → T = 60 dní

- uvažuj i průtok (= Q0)

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = Q_p = Q_0$$

průtok odtok

- H proměnná

→ začnu na Vz a postupně snižuji

(ab u > 9m a 1mil m<sup>3</sup> stačí jedna výpust)

5) OCHRANA STAVENIŠTĚ

$$P = 100 \left(1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N\right)$$

94% { N... ochrana N=10 → chráním na Q10

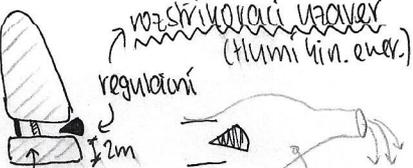
T... doba stavby T=4

P... pravděpodobnost překročení (10%)

→ uvažery: každá výpust 3 uvažery

(1 revizní, 2 provozní (z toho 1 regulační))

návrh, spojují se do vyrovnan. tlaků typický stavidlo ochrana před selháním provozních



- u vyrovnaných hrází složitější

→ všechny uvažery na začátku → par. beztlak. proudění



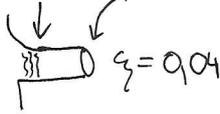
uvažerová komora

obdélníky přechod dolů

$\pm 2m$

- místní ztráty na vstupu

- umístění mřížky →

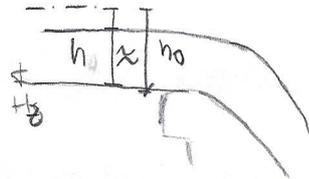


- sypké - tlakové

- s volnou hladinou - namrzání, musí být vzduch

# BEZPEČNOSTNÍ PŘELIVY

- každá přehrada: zařízení pro převod povodní (spillway)
- nouzový přeliv - v čechách málo (emergency spillway)
- nemají pouze přečerpávací - musí být zabezpečeno, že se nepřecerpá
- převádí většinou beztlakově, výjimka náсосka



účinná šířka

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

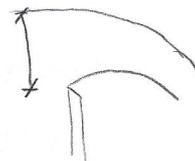
- přímý, velikost zatřívění velká

- ovladatelný retenční prostor
- neovladatelný retenční prostor
  - nad úrovní nehrazeného přelivu
  - třídí se konzumpční útržkov

$$m = f(\text{trav}, \frac{h_0}{h_n})$$

betonové

bez (pod)tlaková přeliv. hrana pro určitý Q



- pokrytí méně - tlaková plocha → m se zmenší

- pokrytí více - podtlak - nedodáváme atm. tlak, přísage se → m se zvětší

- u beton. kč nám může uvadit, vadí uzávěrem - vibrace, nestabilita

- určení Q

$b_0$  (šířka pole,  $h_0$ , tvar pilířů)

$$b_0 = b - q \cdot \xi \cdot h_0$$

suma

o POTENCIÁL ŠKOD P - bodová hodnota

$$P = P_0 + P_5 + P_2 + \dots$$

obvy. podoby. na přehradě

- kdyz navaruje

- 4 kategorie **I-IV**: > 1500 I. tech. bezp. dohled - měření + zabezp. za povodní  
< 15 IV.

kat.  $Q_{kp}$  = kontrolní povodňový průtok

- I. 10 000
- II. pokud zhrát na lid. životech = 10000 (jinak 2000)
- III. 1000
- IV. (zhrát na životech = 1000) jinak 100

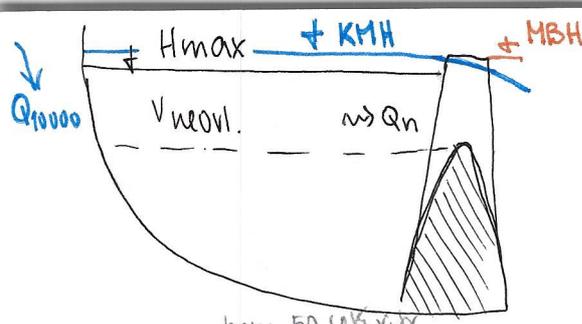
musíme vodohospodářsky projednat

VYHLÁŠKA 590/2002 Sb.

- co se pokrytí zabezpečit
- není norma, musí m dodržovat

	I	II	III	IV
$Q_n$	1000	1000	100	100
$Q_{kp}$	10 000	10 000	1000	1000

← NÁVRHOVÝ PRŮTOK



**KONTROLNÍ MAXIMÁLNÍ HLADINA** → nemí dojít ke katastrofě

**MEZÍ BEZPEČNÁ HLADINA**

- čet díla (odolnost) a výběhu vlny

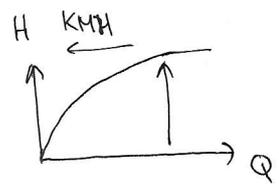
$MBH > KMH$

**MBH** = koruna - výběh vlny (sypané)

z výpočtu stability betonových → dokud nedojdu na SB max zvedáním hladiny

$Q_n$  - projekt úplné bezeskladné

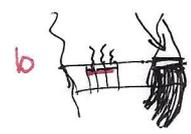
- hydrogram povodně
- čára zatopených ploch a objemů
- konzum přetí křivka přelivu



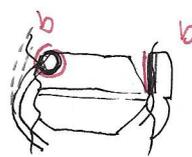
**HRAZENÍ BP** - předpokládat přechod 1/3 ~~př~~ uzavření  $Q_n$   
- u  $Q_{yp}$  všechno

**betonové křídlo** - přímo do tělesa hráze, voda povzduš. hraně  
- disipace energie - vývar, výstupky  
- někdy postranní - řeším skluz

přímé, korunnové BP

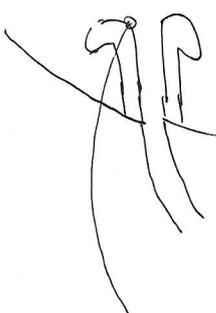
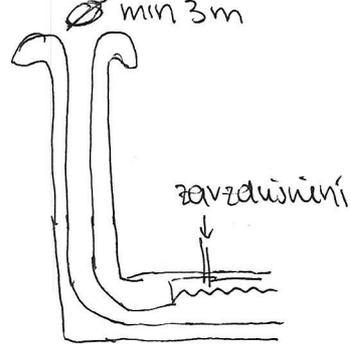


**sypané přehr.** - po vzduš. straně - max pro hráze o  $h = 20m$   
- většinou jen  $MVN$  ( $h$  do  $9m$ )



- šachtový přeliv - u zavázání a kolem, nebo skv zavázání  
- nebo boční přeliv a skluz - nejčastější  
- morfologicky klidně více údolí - jedno údolí přeliv

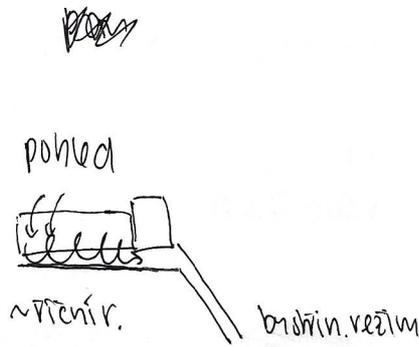
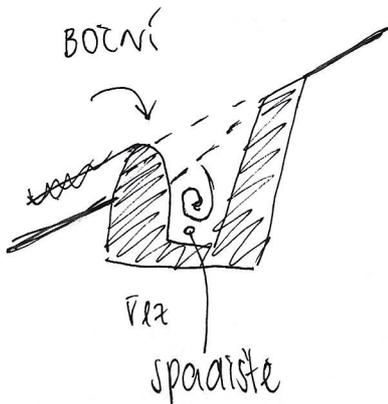
**ŠACHTOVÝ PŘELIV (VĚŽ. TYP) - unhrázené**



→ naváděme do tunelu pro odvodnění během stavby  
- silné podtlaky možné  
- nátok nesymetrický



vhodná část (nálevka)



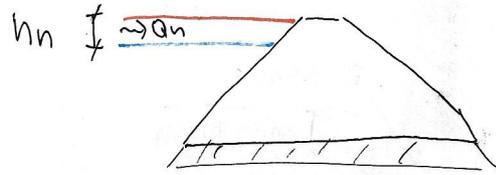
- šířké a vysoké
- zatopený uochceme (a ovomice přepadu přídolám (b<sub>z</sub>))

CHCEME NAVRHNOUT b<sub>1</sub> určme h<sub>0</sub>

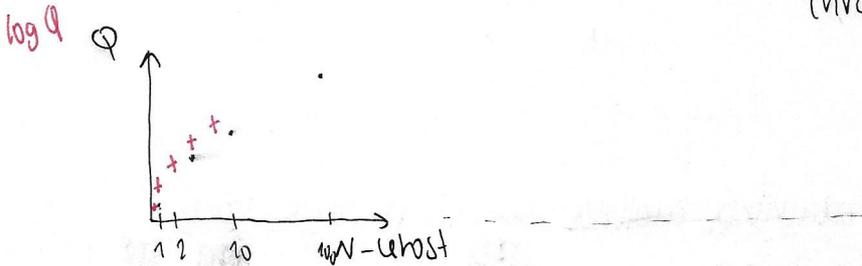
$$h_n \in (0,8 ; 1,8) \text{ (m)}$$

↳ 1m

↳ dostanu b<sub>0</sub>



KDE VZÍT Q<sub>n</sub> → extrapolace z Q<sub>1-100</sub> + Q<sub>1000</sub> (hráz.) → Q<sub>4p</sub> Q<sub>10 000</sub> (nehraze)



log N

~ nahrazení 4 jedné přímce

→ přímkou proložit, směrnice, ...

①

vyčíst do grafu a aproximace (EXCEL)

→ spojnice trendu a interval spolehlivosti (R kvadrat)

- rovnice pro m - dle tvaru plochy
- u vysokých přehrad → maximalizovat m

jakou aproximací

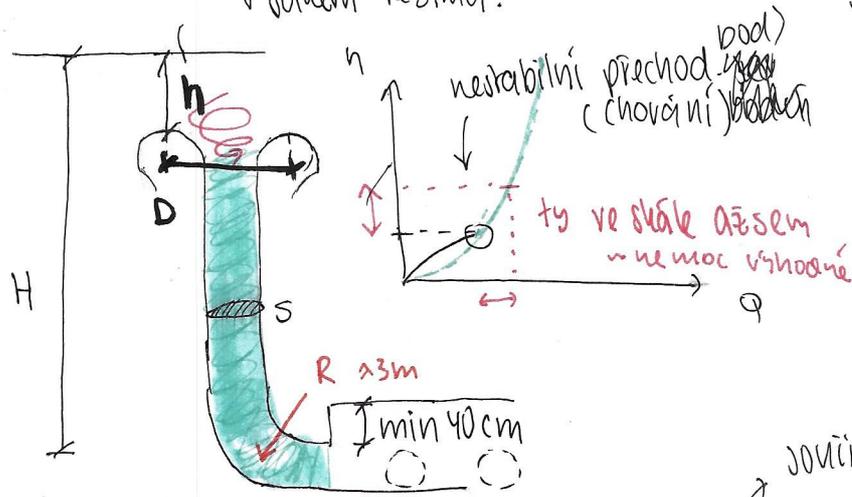
- ne polynomem - osciluje

+ momentář

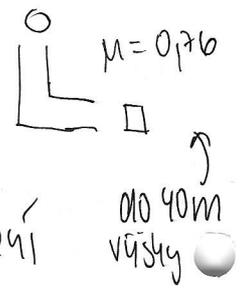
→ přímý → pro sakoučiv  
 - pro beton. a sypanou  $Q_n = Q_{10000}$   $n_n$  zvolit

- D jako dil. bloky  
 ↓  
 buď šachový nebo poční

v jakém režimu? ↓



→ 1-1,2m =  $n_n$   
 návrh spadiště - hluboký tal  
 i perlykové plachy - aby na konci na se  
 (kamenorez na trnech) jsme byli pod korunou



po zahlbení → hokové proudění (výtok ohorem)

$$Q = S \mu \sqrt{2gH}$$

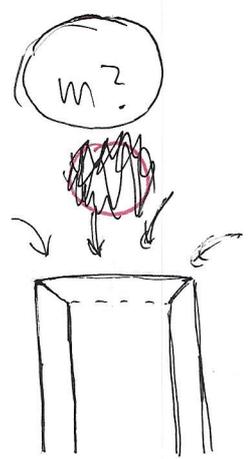
až k 0,94 (když vhodně)  
 součinitel du poloměrem zrobení  
 $\mu$  vs  $D/S$

šachy - pokud se nemění (sínat nemění)

↑ vtokový víř - omezení

- v kolečce může být vzduchová bublina ~ až pulzace vody
- zabránit - proti víř. žebra  
 nebo  
 nad úroveň hladiny → axiální proudění
- pomoc - když přikládá
- úměrňovací žebra (diagram) - pod korunou
- stabilní víř, menší konstanta Q, stabil. kce

Hracholusky 2002 - gesetár



- nesprve roste, pak klesá  
 → graf → vzorec

$$m = 0,467 \cdot \left(\frac{h}{D/2}\right)^{0,33}$$

(Vagner)

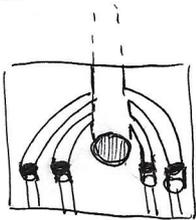
$$m = 0,66 \cdot \left(\frac{h}{D/2}\right)^{0,173}$$

$$b = \pi D$$

↳ Jiršov, Hracholusky

⊕ do šachového přelivu - minimální odběr

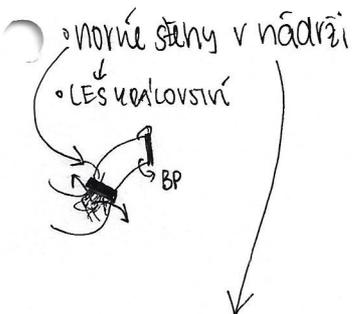
přeliv:



spouštění výpusť napojit

USA a další

- pro Q100 jedno řešení
- nad Q100 dvě řešení
- ↳ NOUZOVÉ PŘELIVY

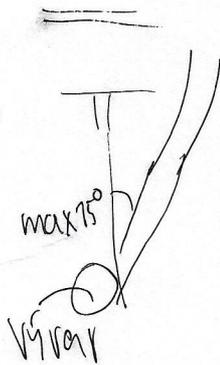


- prolesek před přelivem
- klak
- snížení kapacity

NEMÍ BŮT ČESKÉ

- Horka - proudící systém
- gumová membrána
- splovný → snadno hromadí loď
- brány

napojení skluza



- přím

U sypanec  
na konci plachovina (3x)  
prohromčení

• Rimov

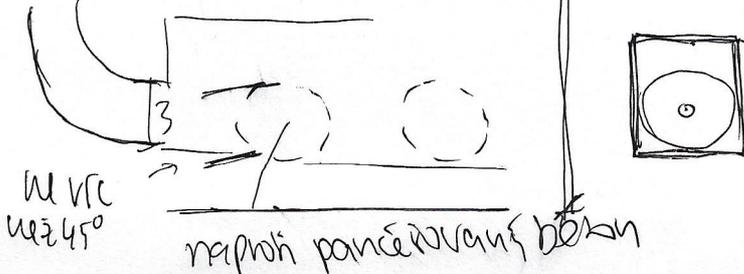
- výpočet zavazutnění
- potřeba vody

→ sílnace a přičení řez

šířka jako koleno

ZAVAZUTNĚNÍ!

12m



u vřc  
u z 45°

