

Rozdělení prostorů v nádrži

- **Mrtvý prostor** – pod úrovní dolní hrany výpustného potrubí
- **Zásobní prostor** – dno odpadního potrubí, koruna b.p. (hl.n.n.)
- **Retenční (ochranný) prostor** – koruna b.p., maximální hladina

Charakteristické čáry nádrže

- Čára zatopených ploch a objemů
- Podklady pro konstrukci - tachymetrický plán (1:1000, 1:500), odlehlost vrstevnic 0,5 m
- Planimetrování ploch vrstevnic a osy nádrže
- Výsledek graf $S = f(h)$, $V = f(h)$, zatopená a katastrální plocha nádrže, objemy

Hydrologické podklady

- Základní hydrologické údaje (plocha povodí, číslo hydrologického pořadí, úhrn srážek, Q_a , Q_m , Q_N) – cena cca 6 000 Kč/profil
- Nutno objednat s předstihem, jasné určení profilu
- Q_{330} , Q_{50} , Q_{100}
- Průběh povodňové vlny PV 100, PV 50 – cca 2500/profil

Bilance zásobního prostoru

Podklady

- průměrné měsíční průtoky (řada 30 až 50 let)
- potřeby vody (dle projektu nebo skutečnosti)
- ztráty (viz dále)
- minimální zůstatkový průtok – Q_{330}

• Řešení

- měsíční krok
- aktivní složky bilance (přítok), pasivní (potřeba vody, ztráty, MZP, objem nádrže)

Bilance krajnotvorné nádrže

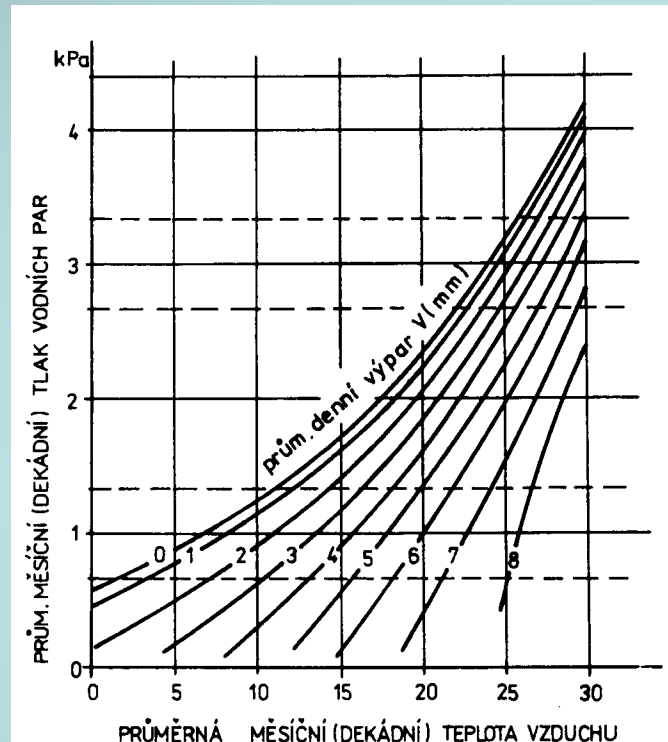
- Příklad – dlouhodobý průměrný roční průtok
- Ztráty (výpar)
- MZP
- Objem nádrže
- Výsledek – v ročním průměru aktivní

Ztráty

- Výparem
- Vsak do dna
- Průsak hrází a podloží
- Zámrzem
- Proplachování

Ztráta výparem z vodní hladiny

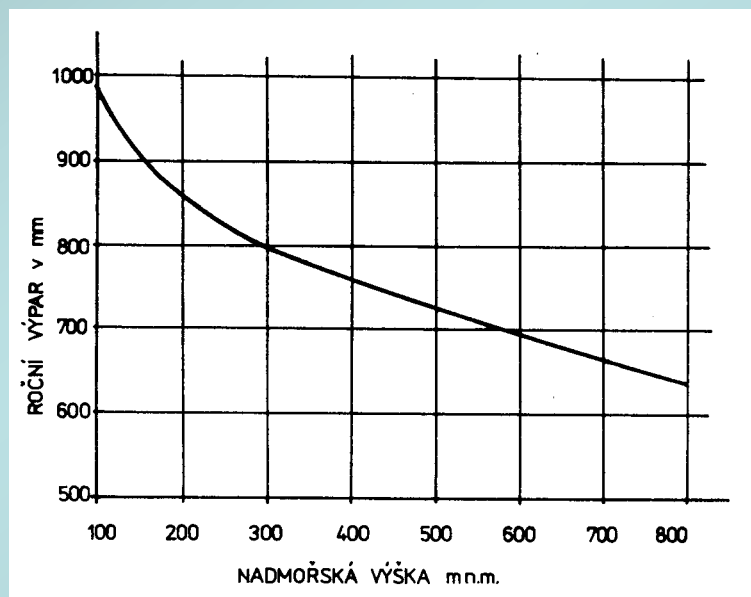
- Funkce teploty, větru, napětí vodních par, velikosti plochy hladiny (pro $T < 0$ výpar = 0)



- Tlak par není k dispozici – vztah

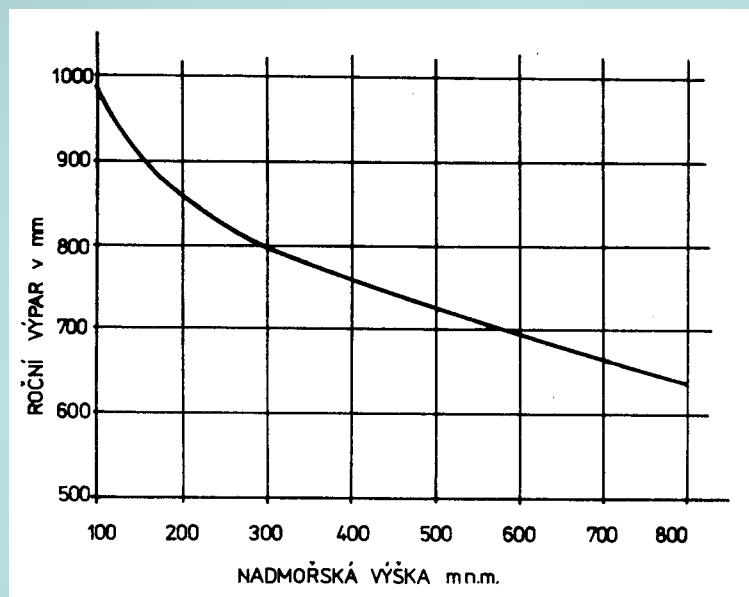
$$H_d = 13,5 \cdot (T/w_r) \quad (\text{mm/den})$$

w_r – prům. relativní vlhkost vzduchu (%)
(tabulky podnebí ČR)



• Rozdělení výparu na měsíce

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



Vliv vegetace

- Opravný součinitel

10 %	30 %	50 %	75 %
1,03	1,08	1,14	1,22

Do hloubky vody 0,4 m – předpoklad 10 –30 %

Plochy hladiny zarostlé

Ztráta vsakem do dna

- První napuštění, déle bez vody, ustálení po 3 – 4 letech

$$Z = p/100 * (H - H_k) * S \quad (\text{m}^3)$$

p – pórovitost (%)

H – hloubka hladiny p.v. pod terénem (m)

H_k – výška kapilárního vzlínání (m)

S – plocha hladiny (m²)

Kapilární výška a pórovitost základních druhů půdy

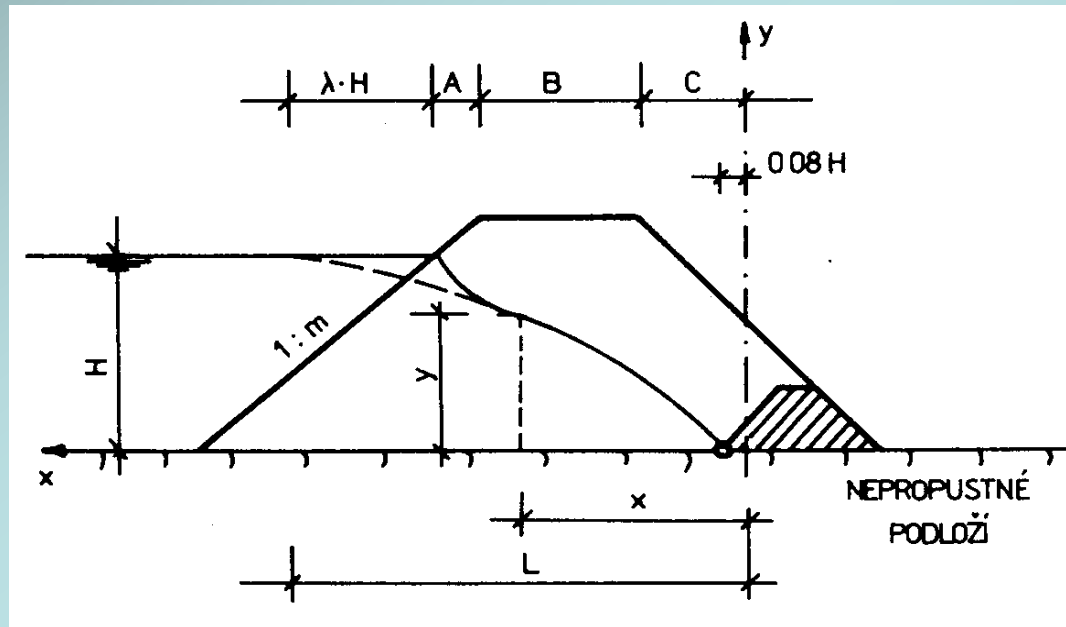
Druh půdy	Kapilární výška h_k (m)	Pórovitost p (%)
písek	0,03 - 0,10	25 - 38
jemný písek	0,10 - 0,50	29 - 30
hlinitý písek	0,50 - 2,00	31 - 33
sprašová hlína	2,00 - 5,00	35 - 39
hlína	5,00 - 10,00	36 - 40
jílovitá hlína	10,00 - 50,00	40 - 48
jíl	> 50,00	46 - 55

Ztráta hrází a podloží

- Množství prosakující vody
- Depresní křivka - tvar

- Homogenní hráz na nepropustném podloží
- Nehomogenní hráz na nepropustném podloží
- Homogenní hráz na propustném podloží
- Nehomogenní hráz na propustném podloží

Homogenní hráz – neprop.podloží



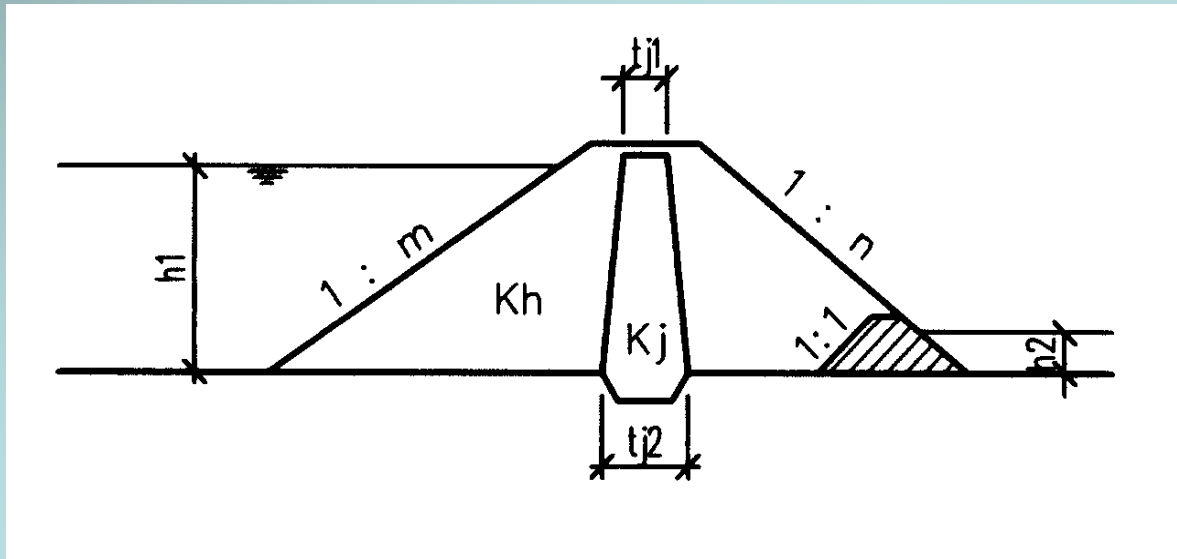
$$q = K \cdot H^2/2 \cdot L (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1})$$

$$L = \lambda \cdot H + A + B + C$$

$$\lambda = m / (1 + 2 \cdot m)$$

$$y^2 = H^2/L \cdot x$$

Nehomogenní hráz – neprop.podloží



- $K_h/K_j < 100$
- $t_n = K_h/K_j * t_s$ (m)
- $t_s = (t_{1j} + t_{2j})/2$
- řešení jako homogenní hráz – větší šířka
$$L = \lambda.H + A + B + C + t_n - t_s$$

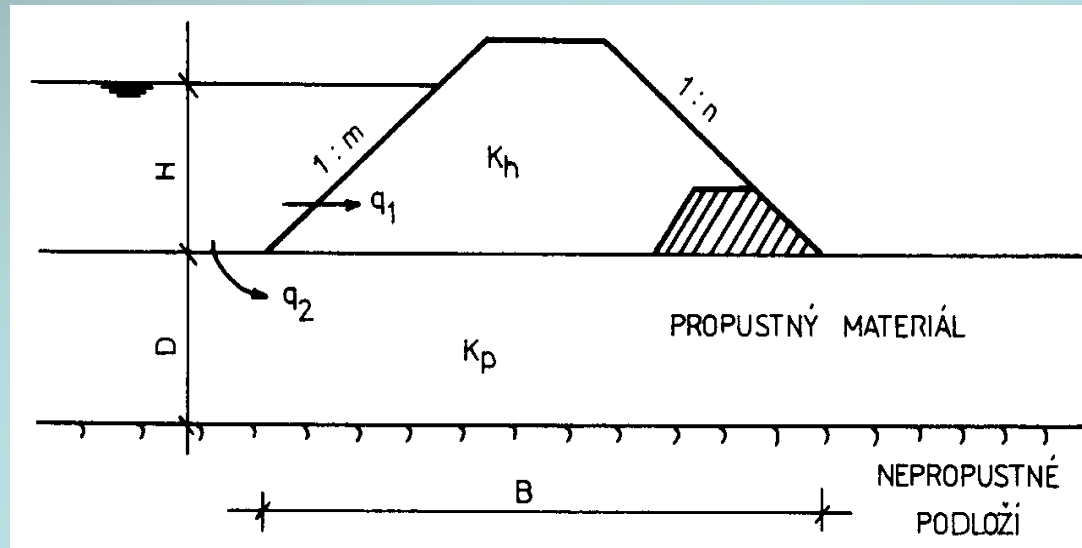
- $K_h/K_j \geq 100$

- $q = K_j * (H^2/(2 * t_s)) \quad (m^3.s^{-1}.m^{-1})$

Návodní těsnění

$$q = K_j * ((1+m^2)^2 * H^2 - m^2 * (t_1+t_2)^2 * 0,25) / ((t_1 + t_2) * (1 + m^2))$$

Homogenní hráz – propustné podloží



$$Q_2 = K_p * H * D / (B * a) \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1})$$

$$a = f(B, D)$$

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

Nehomogenní hráz – propustné podloží

- Kombinace
- Složitější případy
 - Metoda analogie
 - Metoda konečných prvků
 - Hydrodynamická síť
 - 3D modely

Ztráta zámrzem

- Dočasná

$$Z = 0,92 * h_l * S \quad (\text{m}^3)$$

tloušťka ledu $h_l = 3,68 * (\Sigma |T|)^{0,5}$

$\Sigma |T|$ je součet denních záporných teplot
vzduchu nad úrovní ledu (°C)

Proplachování nádrží

- Pro teplovodní rybníky

$$Z = 0,5 \text{ až } 1,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{hm}^{-2}$$

Návrh bezpečnostního přelivu

- Podklady Q_{100} , Q_{50} , (Q_{20})
- Předpoklad – nehrazený přeliv, nepočítá se s transformací povodňové vlny
- Průtočné množství přes přeliv

$$Q = m * b * (2g)^{0,5} * h^{1,5} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$Q = Q_{100} \text{ nebo } Q_{50}$$

$$h = 0,3 \text{ až } 0,6 \text{ m}$$

určíme b – délka přelivné hrany

Transformace povodňové vlny

- U stávajících nádrží
- Podklady
 - $Q_p = f(t)$
 - $Q_o = f(t)$
 - $V = f(h)$

$$Q_p * \Delta t - Q_o * \Delta t = +- \Delta W$$

$\Delta t = 0,5$ až $1,0$ hod. (pro T kratší než 1 den)

$\Delta t = 1,0$ až $2,0$ hod. (pro T delší než 1 den)