

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

*FACULTY OF CIVIL ENGINEERING*

**INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT**

# NÁVRH VÍCEÚČELOVÉ NÁDRŽE V K.Ú. POPOVICE

**THE DESIGN OF THE MULTIPURPOSE SMALL WATER RESERVOIR**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. ROMAN PITKA**

**VEDOUcí PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Dr. Ing. PETR DOLEŽAL**

*BRNO 2013*



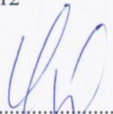
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby  
**Pracoviště** Ústav vodního hospodářství krajiny


## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Diplomant** Bc. Roman Pitka  
**Název** Návrh víceúčelové nádrže v k.ú. Popovice  
**Vedoucí diplomové práce** doc. Dr. Ing. Petr Doležal  
**Datum zadání diplomové práce** 31. 3. 2012  
**Datum odevzdání diplomové práce** 11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012

  
.....  
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.  
Vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

### **Podklady a literatura**

Šálek, J., Mika, Z., Tresová, A. - Rybníky a účelové nádrže, SNTL 1989  
Vrána, K. - Rybníky a účelové nádrže, ČVUT 2002  
Vrána, K. - Rybníky a účelové nádrže, příklady, ČVUT 2002  
Doležal, P. - BS07 - Projekt vodní hospodářství krajiny- studijní opora, 2006  
ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže

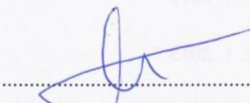
### **Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)**

Student provede zjednodušený návrh malé vodní nádrže sloužící k zachycení zvýšených odtoků a k jejich transformaci. Zjednodušený návrh bude obsahovat průvodní a technickou zprávu a výkresovou dokumentaci. Rozsah výkresové dokumentace bude upřesněn vedoucím práce.

### **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

  
.....  
doc. Dr. Ing. Petr Doležal  
Vedoucí diplomové práce

## ABSTRAKT

Diplomová práce má za cíl návrh víceúčelové nádrže v povodí Žlebovského potoka na katastrálním území Vysoké Popovice. Hlavním účelem této nádrže bude zlepšení odtokových poměrů v povodí tohoto potoka a revitalizace krajiny. Nádrž bude navržena podle normy ČSN 75 2410 – Malé vodní nádrže. Diplomová práce se skládá z textové části, hydrotechnických výpočtů a grafických příloh.

## ABSTRACT

Master's thesis aims to design multipurpose reservoirs in the river basin Žlebovský potok in cadastre Vysoké Popovice. The main purpose of the reservoir will be improving the drainage conditions in the basin of the river and revitalization. The reservoir will be designed according ČSN 75 2410 – Malé vodní nádrže. The master's thesis consists of a text section, hydraulic calculations and graphic attachments.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Nádrž

Hráz

Bezpečnostní přeliv

Zátopa

Průtok

Objem nádrže

Povrchový odtok

Koryto

## KEYWORDS

Reservoir

Dam

Spillway

Flood

Flow

Pond volume

Surface runoff

Channel



### **Bibliografická citace**

PITKA, Roman. *Návrh víceúčelové nádrže v k.ú. Popovice*. Brno, 2012. 62 s., 10 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního  
hospodářství krajiny. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. DOLEŽAL, Petr

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 10. ledna 2013

.....  
podpis autora

### Poděkování:

Touto cestou bych chtěl poděkovat doc. Dr. Ing. Petru Doležalovi, za odborné vedení, ochotné poskytnutí cenných rad a připomínek, zároveň i za pozornost, kterou mi věnoval během přípravy k dokončení studia posledního ročníku. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině, že mi poskytla podmínky k vystudování vysoké školy a za podporu během studia.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ÚZEMÍ</b> .....	<b>13</b>
<b>4. CHARAKTERISTIKA ŠIRŠÍCH ÚZEMNÍCH VZTAHŮ, BIOGEOGRAFICKÁ POLOHA A PŘÍRODNÍ POMĚRY</b> .....	<b>15</b>
4.1 Biogeografický region .....	15
4.2 Reliéf .....	16
4.3 Geologie.....	17
4.4 Půdy .....	17
4.5 Klima .....	17
4.6 Hydrologie .....	19
4.7 Biota.....	19
4.7.1 Vegetace .....	19
4.7.2 Fauna .....	20
4.7.3 Vegetační stupeň .....	20
<b>5. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY</b> .....	<b>22</b>
5.1 Výpočet návrhového hydrogramu .....	22
5.2 Výpočet ztrát.....	26
5.2.1 Ztráty průsakem hrází a jejím podložím – homogenní hráz na nepropustném podloží	26
5.2.2 Ztráta výparem volná hladina.....	29
5.3 Prázdňení nádrže.....	30
5.4 Batygrafické křivky, stanovení funkčních objemu a výšky hráze.....	31
5.5 Výpočet kapacity výpustného objektu.....	35
5.6 Návrh bezpečnostního objektu. ....	40
<b>6. POPIS OBJEKTŮ</b> .....	<b>46</b>
6.1 SO 01 Hráz .....	46
6.2 SO 02 Výpustný objekt.....	49
6.3 SO 03 Bezpečnostní přeliv .....	51
6.4 SO 04 Úprava dna nádrže. ....	53
6.5 SO 05 Úprava zátopy. ....	53
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>55</b>
<b>8. POUŽITÁ LITERATURA</b> .....	<b>57</b>
<b>9. SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>58</b>

<b>10. SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>59</b>
<b>11. SEZNAM GRAFŮ.....</b>	<b>61</b>
<b>12. SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK.....</b>	<b>62</b>
<b>13. PŘÍLOHY .....</b>	<b>63</b>
A.1. PŘEHLEDNÁ SITUACE .....	M 1 : 10 000
A.2. PODROBNÁ SITUACE .....	M 1 : 1000
A.3. SO 01 PODELNÝ PROFIL HRÁZÍ .....	M 1 : 1000/100
A.4. SO 01 PŘÍČNÉ ŘEZY HRÁZÍ .....	M 1 : 100
A.5. SO 01 VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ .....	M 1 : 100
A.6. SO 02 VÝPUSTNÝ OBJEKT .....	M 1 : 100
A.7. SO 03 PODELNÝ PROFIL BEZPEČNOSTNÍM PŘELIVEM .....	M 1 : 500/100
A.8. SO 03 BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV .....	M 1 : 50
A.9. SO 04 PODELNÝ PROFIL NÁDRŽE .....	M 1 : 1000/100
A.10 SO 04 PŘÍČNÉ ŘEZY NÁDRŽÍ .....	M 1 : 200

## 1. ÚVOD

Po ničivých povodních v letech 1997 a 2002 vyvstala mezi odbornou veřejností otázka jak nejlépe řešit odvod vody z přívalových srážek, o kterých nevím, zdali opět nepříjdou a kdy, nebo zda vodu z těchto přívalových srážek chceme opravdu rychle odvést. Jednou z variant řešení jak zabránit škodám vzniklých po přívalových srážkách je výstavba malých vodních nádrží na malých povodích. Díky těmto nádržím jsme schopni zadržet, jak přívalové srážky, tak i zabránit velkým smyvům zemědělské půdy v povodí.

Kromě protipovodňové a protierozní funkce malých vodních nádrží v krajině, nesmíme, zapomenou i na její funkci ekologickou, které je v dnešní době plné antropogenní vlivů velmi důležitá. Tato ekologická funkce zahrnuje především zvyšování jakosti vody v povodí, příznivé ovlivnění hydrologických poměrů, dále je součástí lokálních a krajinných biocenter, je významným útočištěm pro živočichy a rostliny a patří tak k významným krajinným prvkům.

## 2. CÍL PRÁCE

Práce má za cíl návrh víceúčelové nádrže v povodí Žlebovského potoka na katastrálním území Vysoké Popovice. Hlavním účelem této nádrže bude zlepšení odtokových poměrů v povodí tohoto potoka, další velmi důležitým účelem je zlepšení krajinyotvorného rázu v původní vojenské lokalitě.

Diplomová práce se skládá z 3 základní částí:

- Textové části
- Hydrotechnické výpočty
- Grafické

V textové části se věnuji základním údajům popisující krajinu v zájmovém území spolu s biogeografickým začleněním a popisem. Další částí, ze které se skládá diplomová práce je všeobecný popis jednotlivých stavebních objektů spolu s přesnou volbou a bližším popisem navrženého objektu.

V části hydrotechnických výpočtů budou popsány všeobecné vzorce sloužící k jednotlivým výpočtům a jejich následná aplikace v návrhu.

- Určení  $Q_{100}$  v zájmovém povodí pomocí programu DesQ
- Batygrafické čáry, stanovení funkčních objemů a výšky hráze
- Výpočet ztrát
- Návrh bezpečnostního přelivu
- Návrh spodních výpustí

Grafické výstupy budou přiloženy v přílohách na samostatných výkresech:

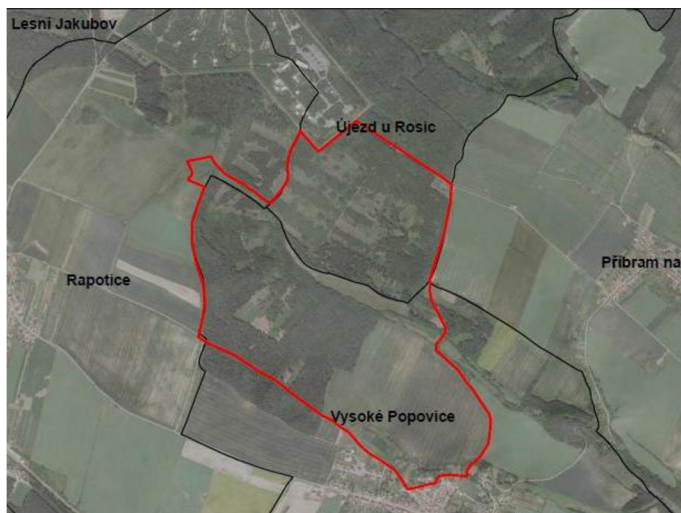
- Podrobná a přehledná situace
- Podélný profil hráze



- Příčný řez hrází
- Vzorový řez hrází
- Podélný profil bezpečnostním přelivem
- Bezpečnostní přeliv
- Spodní výpust'
- Podélný profil zátopou
- Příčné řezy zátopou

### 3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ÚZEMÍ

Sledované území spadá do tří katastrálních území, které tvoří Vysoké Popovice, Újezd u Rosic a okrajově do katastrálního území Rapotice.



*Obr. 3-1* Zájmová lokalita [www.seznam.cz].

Obec vysoké Popovice spadá do mikroregionu Kahan a nachází se na západní hranici okresu Brno venkov zhruba 30 km od Brna. Katastr obce má rozlohu 389,99ha a průměrná výška je 459m n. m. Orná půda zabírá 55%, pětinu katastru tvoří lesní porost. V oblasti nalezneme málo ploch s travním porostem. Obec se rozkládá na pravém břehu říčky Habřiny. V západní části obce se nachází malý rybník.

Druhým katastrálním územím je obec Újezd u Rosic, který se nachází v západní části Jihomoravského kraje. Leží v podhůří Českomoravské vrchoviny. Průměrná nadmořská výška je 490m n. m. Převážná část leží na vrcholku podhorského hřebenu. Jihozápadní část se svažuje do údolí k potoku Chvojnice. Celkové katastrální plocha obce je 1088ha, z toho orná půda zabírá pouze 27%. Víc jak polovina výměry obce je porostlá lesem. V katastru obce se nachází rybník Bělizna. Územím protéká Bílý potok. Nedaleko obce se nachází přehrada na toku Chvojnice.

Posledním, třetím katastrálním územím, je obec Rapotice. Ta se nachází ve východní části okresu Třebíč, na hranici s okresem Brno-venkov ve vzdálenosti 30km od Brna i od okresního města Třebíč a cca 75km od Jihlavy, sídla kraje Vysočiny. Spadá do mikroregionu Chvojnice. Leží na náhorní plošině v mírně zvlněném terénu obklopeném převážně

jehličnatými lesy. Nadmořská výška tohoto katastru se pohybuje okolo 470 – 520m n. m. Vlastní obec se nachází v nadmořské výšce 500m n. m. Celé katastrální území rozlohu 413ha. Průměrná teplota vzduchu dosahuje 7,6°C. Srážkově je území průměrné teplé. Roční dlouhodobý průměrný úhrn srážek činí 650 – 750mm.

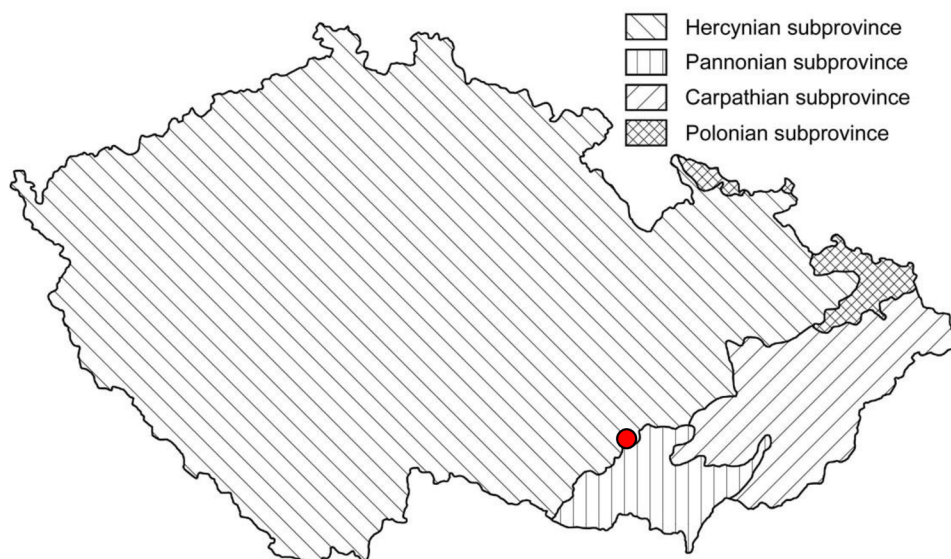
Území je pramennou oblastí. Na severu území se nachází prameniště potoka Žleby, jehož údolí se vine o hranici astrálního území obce Rapotice a zároveň tvoří naši zájmovou oblast.

## 4. CHARAKTERISTIKA ŠIRŠÍCH ÚZEMNÍCH VZTAHŮ, BIOGEOGRAFICKÁ POLOHA A PŘÍRODNÍ POMĚRY

### 4.1 Biogeografický region

Oblast se nachází z biogeografického hlediska v provincii Středoevropských listnatých lesů, dále spadá do Hercynské podprovincie a do bioregionu **1.24 Brněnský**.

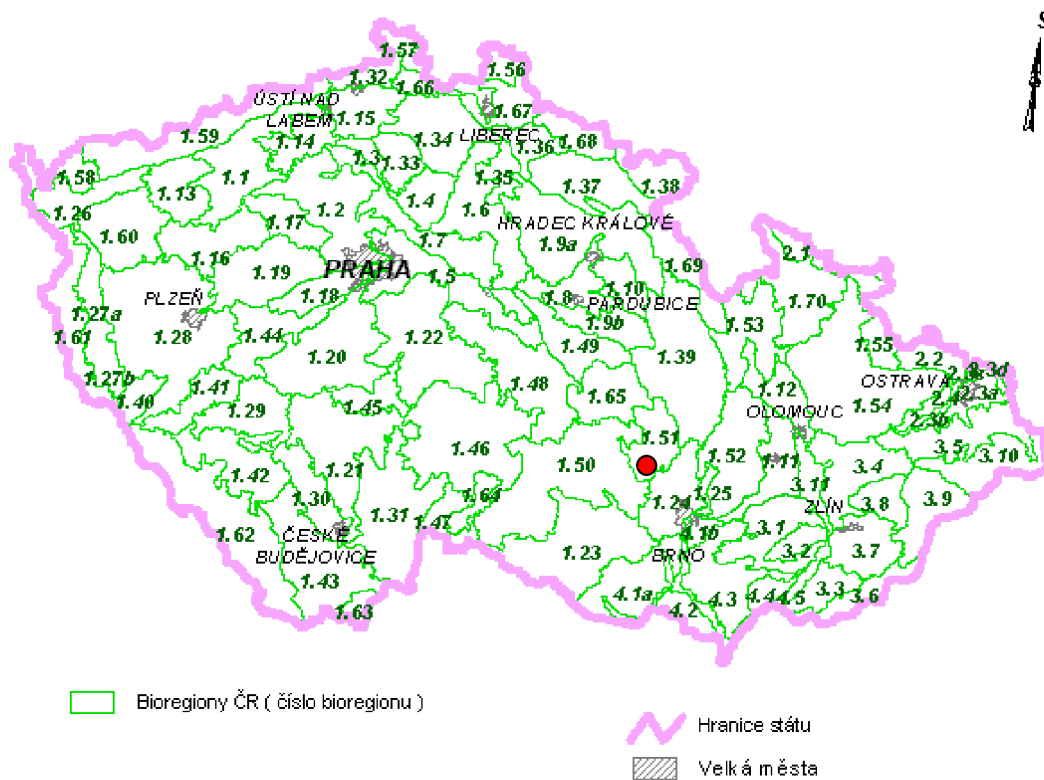
Hercynská podprovincie je biotou západní a centrální části střední Evropy. Vegetace je především ovlivněna geologicky starým podložím Českého masívu, na němž převažují především kyselá krystalická břidlice a hlubinné vulkanity. Půdy, které se vyvinuly na těchto horninách, jsou převážně kyselá a na živiny chudé. Charakteristické pro tuto podprovincii je zastoupení hadcových ostrůvků.



**Obr. 4-1** Poloha zájmového území v Hercynské subprovincii [1].

Reliéf je většinou tektonicky rozlámáný, zarovnaný a různě vysoko vyzdvižený, rozřezaný skalnatými údolími řek. Podnebí je přechodné, převážně pod oceánským vlivem, časté jsou regionální zvláštnosti (srážkový stín, teplotní inverze v kotlinách).

Brněnský bioregion leží na rozmezí kraje Vysočina a Jihomoravského kraje. Zabírá geomorfologické celky Bobravskou vrchovinu, střední část Boskovické brázdy, západní okraj Dražanské vrchoviny a východní okraj Křižanovské vrchoviny. Bioregion má protáhlý tvar ve směru severojižním.



**Obr. 4-2** Poloha zájmového území z hlediska bioregionů [1].

Plošná struktura využití území bioregionu v %

➤ Plocha regionu	812km <sup>2</sup>
➤ Orná půda	34%
➤ Travní porosty	4%
➤ Lesy	40%
➤ Vodní plochy	1,1%

## 4.2 Reliéf

Celkový úklon bioregionu je od severu k jihu, kde je reliéf tvořen systémem hrástí a prolomů. Napříč hrástěmi se vyvinula skalnatá průlomová údolí (místa až 300m hluboká). Na Svatce i Svitavě je vyvinut údolní fenomén, který díky geologickému podkladu a členitému reliéfu silně zvyšuje celkovou biodiverzitu. [2]

Bioregion má charakter ploché vrchoviny s výškovou členitostí 150 – 200m. [2]

### 4.3 Geologie

Větší část území, ve kterém se nachází sledované území je budována především brněnským masívem (amfibolickými granodiority, diority a starými metabazity). Na okraji Českomoravské vrchoviny vystupují fylity, ortoruly, devonské vápence a slepence. Výplň Boskovické brázdy tvoří zejména permské červené pískovce a jílovce. Můžeme zde najít i „zálivy“ marinního vápenného terciéru (vápenité jíly, písky). Z pokryvů se uplatňují spíše, menší plochy jsou říční štěrkopísky a velmi rozšířeny jsou písčitohlinité svahy. [2]

### 4.4 Půdy

Na studovaném území převažují tři typy půd. Východní menší část kryjí hnědé půdy v mozaice se surovými půdami. Na západní podstatně větší části převažují hnědé kyselé půdy. [3]

- Hnědé půdy – na našem území nejrozšířenější půdní typ. Uplatňují se jak v pahorkatinách a vrchovinách tak i na horách. Málo zastoupeny jsou jen v nížinách. Hlavním půdotvorným pochodem při jejich vzniku je intenzivní vnitrozemní zvětrávání.
- Surové půdy – vyskytují se na četných, plošně však nevelkých lokalitách zejména středních a vyšších poloh ČR. Uplatňují se všude tam, kde skalní podloží vystupuje blízko k povrchu. Jedná se hlavně o temena terénních vyvýšenin a hrany ostře zaklesnutých říčních údolí. Hlavní půdotvorný proces je nevýrazná humifikace spojená se slabým vnitropůdním zvětráváním. Jedná se o velmi nevhodné půdy.
- Hnědé půdy kyselé – mají nejnižší obsah humusu. Nejrozšířenější jsou do nadmořské výšky 400 m. Nejčastěji se s nimi setkáme ve výšce mezi 400- 600m n. m.

### 4.5 Klima

Dotčené území leží v nejteplejší mírně teplé oblasti – MT 11, okraje směrem k úvalům patří do teplé oblasti T2, hřbety do mírně teplé oblasti MT7. [2]

Průměrná teplota vzduchu na mém území se pohybuje mezi 7 a 8 °C, což je průměrná hodnota v České republice. Letní průměrná teplota mezi 13 a 15 °C a zimní průměrná teplota

-2 až -4 °C. V průběhu vegetační sezony (duben až září) činí průměrná teplota 12 - 14 °C. Průměr ročních *maxim* na studovaném území je asi 31 °C a *minim* -18 až -19 °C.

Průměrné roční množství srážek dosahuje 550 - 600 mm, což je v rámci České republiky mírně podprůměrná hodnota. V létě činí průměrný srážkový úhrn 200 - 250 mm, v zimě 0-100 mm. Počet dní se sněhovou pokrývkou se pohybuje obvykle mezi 60 a 80.

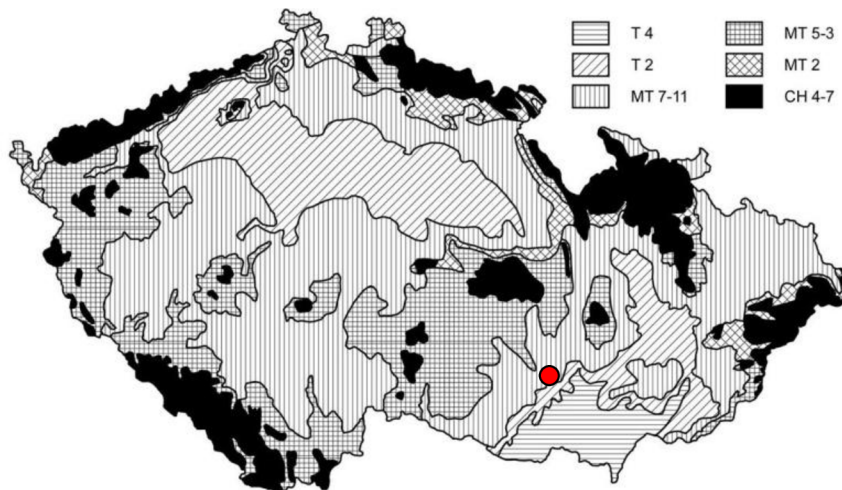
Roční úhrn globálního záření dosahuje hned po jižní Moravě nejvyšší hodnoty, a to 3900-4000 MJ/m<sup>2</sup>, a roční úhrn doby trvání slunečního svitu je 1650/1750 hodin/rok, což je v rámci České republiky mírný nadprůměr.

Atmosférický tlak dosahuje průměrných hodnot 1017 - 1017,5 hPa.

Podnebí je tady poměrně teplé a mírně suché, což způsobuje poloha v mírném srážkovém stínu Českomoravské vrchoviny.

Zájmová oblast spadá dle získaných územních plánů do klimatické oblasti MT 11.

- MT 11 – patří k nejteplejšímu okrsku z mírně teplé oblasti, který je charakterizován jako mírně teplý, s mírnou zimou, velmi vlhký, pahorkatinný.



**Obr. 4-3** Klimatické regiony ČR [2].

Podnebí je značně modifikováno členitým reliéfem – hojně jsou teplotní inverze a naopak extrémně suché teplé polohy na jižních svazích.



Celkově lze říci, že se klimatické podmínky studované lokality příliš neliší od "průměrných" podmínek celé České republiky. Podle toho se dá tedy předpokládat, že flóra a vegetace bude zahrnovat druhy i vegetační typy běžné na většině území státu. Snad jen díky nižším srážkovým úhrnům a intenzivnějšímu slunečnímu osvětlení je zde pravděpodobnost výskytu suchomilnějších druhů.

## 4.6 Hydrologie

Celé území spadá do povodí řeky Moravy. Oblastí neprotéká žádná významnější řeka, ale jen říčka Bobrava a několik pojmenovaných i bezjmenných potoků.

Severozápadním cípem území protéká Újezdský potok, který se dále vlévá pod vodní nádrž Chvojnice do říčky Chvojnice, to však již mimo studované území. Dalším je potok Habřina, pramenící severovýchodně od obce Rapotice ve výšce 460 m n. m. a ústící zprava do Bobravy u Rosic v 310 m n. m. Délka jejího toku je 9,3 km. Příbramí na Moravě protéká Příbramský potok, na němž leží jediná větší vodní nádrž, a to rybník Kuchyňka, jehož plocha je asi 0,9 ha. Příbramský potok se vlévá do Habřiny poblíž usedlosti zvané Příbramský mlýn. Dalším větším potokem je Bílá voda, tvořící východní hranici území spolu s říčkou Bobravou, do které se vlévá blízko Zastávky. Potok Bílá voda dosahuje délky 10,6 km. Říčka Bobrava pramení u Rudky v 495 m n. m. a po 36,8 km toku ústí do Svatky v nadmořské výšce 187 m. Do Bílé vody se dále vlévají ještě menší potůčky Žleb a Jelení potok.

## 4.7 Biota

K zájmové oblasti náleží fytogeografický okres 67. Českomoravská vrchovina, která sem zasahuje svou severozápadní částí. K mezofitiku střední a severní části fytogeografického okresu 68. Moravské podhůří Vysočiny. [2]

### 4.7.1 Vegetace

Na studovaném území převažují tři typy potenciální přirozená vegetace. Na východní část je černýšová dubohabřina. Odlesněnou část kolem Příbrami až po Vysoké Popovice pokrývá biková a jedlová doubrava. Na celém území směrem na západ od Vysokých Popovic a rybníku Kuchyňka se nachází biková bučina. [2]

- Černýšová dubohabřina - *Obsah mapovací jednotky tvoří stinné dubohabřiny. Dobře vyvinuté keřové patro se nachází pouze v prosvětlených porostech.*

*Charakter bylinného patra určují mezofilní druhy, především dvouděložné byliny méně často trávy. Biková a jedlová doubrava. Mapovací jednotka sdružuje acidofilní bikové a jedlové doubravy blízkého druhového složení a obdobných stanovištních poměrů. Keřové patro je zastoupeno zmlazenými dřevinami stromového patra nebo keři.*

- Biková bučina - vyznačuje se jednoduchou vertikální strukturou, je tvořena většinou jen stromovým a bylinným patrem. Keřové patro vzniká jen zmlazením buku. Stromové patro bývá často tvořeno pouze bukem lesním. Bylinné patro bývá většinou souvisle zapojené. S pokryvností kolísající podle zápoje stromového patra.

#### 4.7.2 Fauna

Fauna regionu je charakterizována jako přechodná mezi třemi podprovinciemi, a to ze severu a severozápadu hercynskou, z jihu panonskou a z východu doznívají vlivy karpatské. Fauna regionu je silně ovlivněna brněnskou aglomerací (kuna skalní, poštolka obecná). Většinu ochuzené fauny představují lesní druhy (ještěrka zelená, kudlanka nábožná). Svratka náleží parmovému pásmu a Svitava přechodu parmového a lipanového pásma. Menší toky patří k pstruhovému pásmu. [2]

#### 4.7.3 Vegetační stupeň

Sledovaná oblast spadá do *Dubobukového vegetačního stupně*.



**Obr. 4-4** Rozšíření Dubobukového vegetačního stupně [1].

V geobiocenózách tohoto stupně výrazně převládají druhy středoevropského listnatého lesa; teplomilné druhy nižších vegetačních stupňů se zde až na výjimky podmíněné výskytem vápnitých substrátů nebo odlesnění nevyskytují; výjimečně sem naopak již sestupují některé druhy submontánní. Celkově 3. vegetační stupeň zaujímá 24,5 % území ČR a je tak druhým nejrozšířenějším v ČR. [1]

Polovina plochy 3. vegetačního stupně je využívána jako orná půda (47,3 %); podíl trvalých travních porostů je dvojnásobný než v nižších vegetačních stupních, dosahuje 9,9 %. Nadprůměrné zastoupení v rámci ČR zde ještě mají zahrady a sady (4,5 %), zatímco plošný podíl lesů je podprůměrný (28,5 %), přitom však dvojnásobný než v nižších vegetačních stupních. Trvalé vegetační formace tedy v tomto stupni zaujímají více než 40 % rozlohy. Vodní plochy zde mají v rámci ČR podružné maximum (2,4 %); poměrně hojná jsou ještě sídla (4,3 %). I v současné době je zde hustota obyvatelstva nadprůměrná (180 obyvatel na km<sup>2</sup>). [1]

Převládá zemědělsko-lesní krajina, často se sady; místy, zvláště při okrajích nížin, ještě bývá i zemědělská polní krajina. Na orné půdě se pěstují převážně obilniny (pšenice, ječmen), v sadech převažují jabloně, hrušně, třešně, švestky; v zahrádkách se ojediněle ještě objevují teplomilné dřeviny jako broskvoně a vinná réva. [1]

V nynějších lesích oceánické varianty stupně vznikla snad nejrozmanitější škála ekosystémů. Často jsou lesy ovlivněny výmladkovým hospodářstvím v minulosti, díky kterému došlo k rozšíření a výraznému zvýšení podílu habru, který má právě ve 3. stupni své optimum. [1]

Jako příměs bývá v těchto lesích tradičně pěstován modřín opadavý. V hercynské části ČR již většinou převládají smrkové monokultury, trpící suchem a periodicky se opakujícími kůrovcovými kalamitami; vyskytují se i kulturní bory a směsi všech uvedených dřevin. Na rozdíl od Karpat se v Hercyniku přirozené a přírodě blízké listnaté porosty zachovaly zpravidla jen na extrémních stanovištích (skalnaté svahy, sutě). Poměrně časté jsou v širších nivách a stromořadích umělé výsadby euroamerických topolových kultivarů. [1]

## 5. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

### 5.1 Výpočet návrhového hydrogramu

Pro návrh diplomové práce byly pomocí programu DesQ – MaxQ určeny vstupní parametry jako je návrhový hydrogram povodňové vlny  $Q_N$ , objem návrhové povodňové vlny  $W_N$  a její tvar.

K určení  $Q_{100}$  byl použit model DesQ - MaxQ (*hydrologický model DesQ byl vytvořen prof. Hrádkem v roce 1997. V roce 2000 byl aktualizován na základě připomínek uživatelů a nového výzkumu autorů. Aktualizovaná verze nese název DesQ – MaxQ. Zkratka DesQ znamená návrhový průtok, MaxQ potom maximální průtok, v souvislosti s průchodem povodňových vln. Model je určen pro povodí typu otevřené knihy, do velikosti 10 km<sup>2</sup>. V případě větších povodí lze model použít na menších subpovodích. Jak z charakteristiky vyplývá, model je určen pro neměřená malá povodí. K jeho aplikaci tak nepotřebujeme žádné údaje o průtocích a vodních stavech na drobných vodních tocích. Svým charakterem se jedná o „black-box“ deterministický model, je tak vhodný pro užívání v geografii bez speciálních znalostí hydrodynamiky a hydrauliky*), kde se jako vstupní veličiny zadávají CN křivky, průměrné délky svahu, potencionální retence, hodnoty vztahující se ke kritickému dešti a k výpočtovému dešti. K určení jednotlivých ploch byl použit program Arc Gis. [3] [4]

Po zadání všech potřebných hodnot se spustí výpočet a po jeho skončení si můžeme nechat zobrazit výsledky ve formě grafického znázornění povodňové vlny, tabelární výsledky jak v rozepsané formě, tak i ve formě souhrnné.

Tab. 5-1 Vstupní veličiny - DesQ – MaxQ.

VSTUPNÍ VELIČINY		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
F	plocha povodí	2.34			[km <sup>2</sup> ]
F <sub>s</sub>	plocha svahu		1.27	1.07	[km <sup>2</sup> ]
I <sub>s</sub>	průměrný sklon svahu		6.5	8	[%]
γ	drsnostní charakteristika		5.99	3.83	[sec]
L <sub>u</sub>	délka údolnice	2.06			[km]
I <sub>u</sub>	průměrný sklon údolnice	3.01			[%]
CN <sub>typ</sub>	typ odtokové křivky (1, 2, 3)		2	2	[...]
CN	číslo odtokové křivky		56.3	68.2	[...]
H <sub>1d5</sub>	1- denní max. srážkový úhrn pro N=5	49.9			[mm]
H <sub>1d10</sub>	1- denní max. srážkový úhrn pro N=10	54.3			[mm]
H <sub>1d20</sub>	1- denní max. srážkový úhrn pro N=20	61.9			[mm]
H <sub>1d50</sub>	1- denní max. srážkový úhrn pro N=50	71.4			[mm]
H <sub>1d100</sub>	1- denní max. srážkový úhrn pro N=100	78.7			[mm]

Tab. 5-2 Vstupní veličiny N=100 – DesQ – MaxQ.

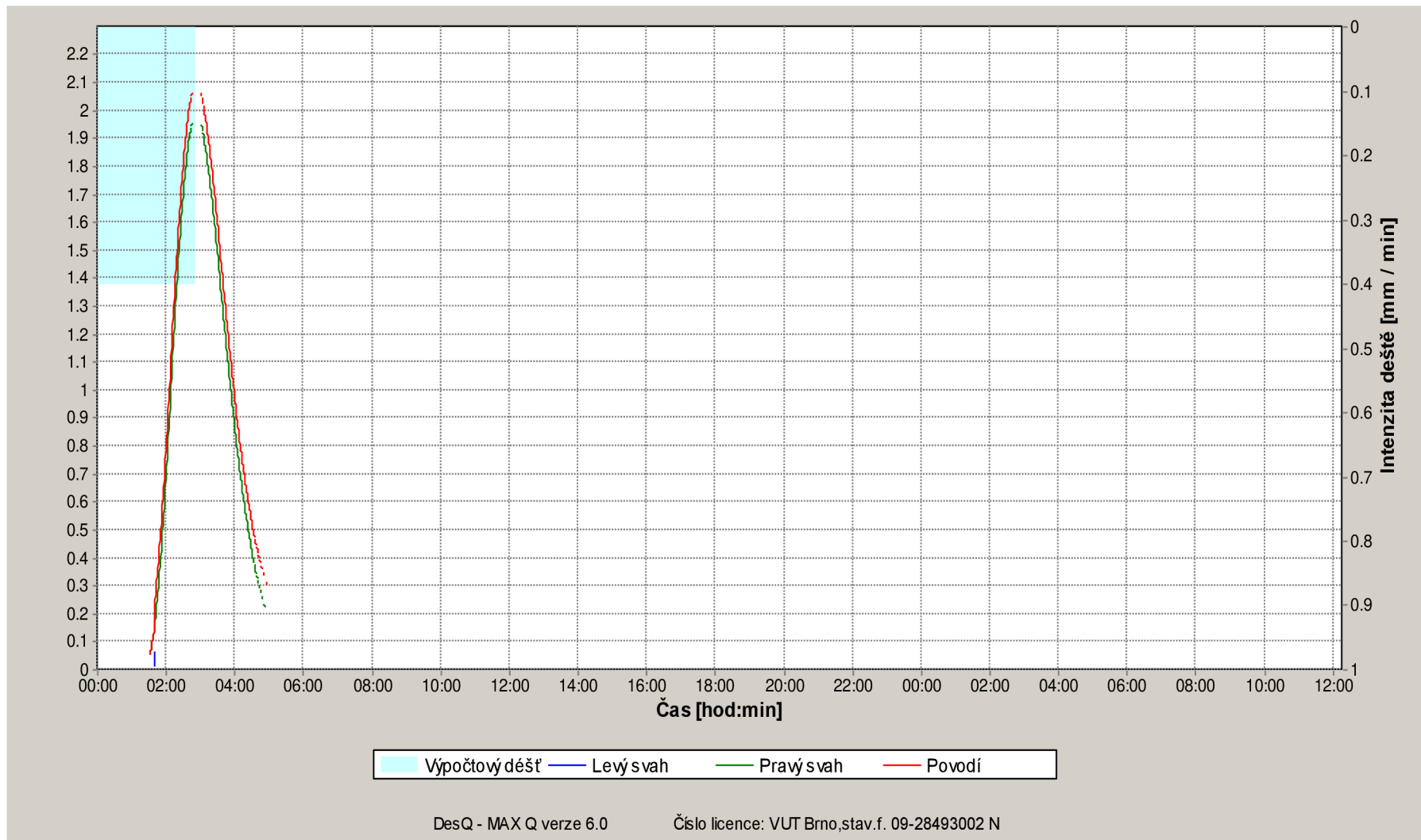
VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
CN <sub>pr</sub>	přepočtené číslo CN - typ		56.3	68.2	[...]
R <sub>p</sub>	potenciální retence povodí		196.9	118.5	[mm]
L <sub>s</sub>	průměrná délka svahu		0.62	0.52	[km]
L <sub>so</sub>	průměrná délka dráhy svahového odtoku		0.67	0.55	[km]
<b>Kritický déšť</b>					
t <sub>dk</sub>	doba trvání deště		1018	172	[min]
i <sub>dk</sub>	intenzita deště		0.076	0.402	[mm.min <sup>-1</sup> ]
H <sub>dk</sub>	výška deště		77.1	69.2	[mm]
t <sub>1dk</sub>	doba bezodtokové fáze		520	59	[min]
t <sub>spk</sub>	doba trvání přítoku		498	113	[min]
i <sub>spk</sub>	intenzita přítoku		0.012	0.112	[mm.min <sup>-1</sup> ]
H <sub>spk</sub>	výška přítoku		6.1	12.6	[mm]
<b>Výpočtový déšť</b>					
t <sub>d</sub>	doba trvání deště	172			[min]
i <sub>d</sub>	intenzita deště	0.402			[mm.min <sup>-1</sup> ]
H <sub>d</sub>	výška deště	69.2			[mm]
t <sub>1</sub>	doba trvání bezodtokové fáze	59	98	59	[min]
t <sub>sp</sub>	doba trvání přítoku		74	113	[min]

VÝSTUPNÍ VELIČINY N = 100 let		Povodí	Levý svah	Pravý svah	Jednotky
<b>Výpočtový déšť</b>					
$i_{sp}$	intenzita přítoku		0.053	0.112	[mm.min <sup>-1</sup> ]
$H_{sp}$	výška přítoku		3.9	12.6	[mm]
$t_{sk}$	doba koncentrace		239	113	[min]
$i_{sk}$	intenzita odtoku v době $t_{sk}$		0.053	0.111	[mm.min <sup>-1</sup> ]
$H_{so}$	výška odtoku		3.9	12.6	[mm]
max $i_{so}$	max. intenzita odtoku ze svahu		0.005	0.112	[mm.min <sup>-1</sup> ]
<b><math>Q_{max}</math></b>	<b>maximální průtok</b>	<b>2.09</b>	<b>0.108</b>	<b>1.98</b>	<b>[m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>]</b>
<b>Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané výpočtovým deštěm</b>					
$W_{PVT}$	objem povodňové vlny	18.4	4.97	13.4	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
$t_{vh}$	doba vzestupu hydrogramu	113	74	113	[min]
$t_{ph}$	doba poklesu hydrogramu	2005	2005	231	[min]
$t_{kh}$	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
$t_{ch}$	celková doba trvání odtoku	2118	2079	344	[min]
<b>Charakteristiky teoretické povodňové vlny vyvolané <math>H_{1d100}</math></b>					
$W_{PVT}$	objem povodňové vlny	26.9	8.32	18.6	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
$t_{vh}$	doba vzestupu hydrogramu	113	74	113	[min]
$t_{ph}$	doba poklesu hydrogramu	3601	3601	358	[min]
$t_{kh}$	doba trvání kulminace hydrogramu	0	0	0	[min]
$t_{ch}$	celková doba trvání odtoku	3714	3675	471	[min]

Tab. 5-3 N- leté maximální průtoky a objemy povodňových vln.

N-leté maximální průtoky a objemy povodňových vln						Jednotky
N	5	10	20	50	100	[roky]
$Q_N$	0.962	1.18	1.48	1.81	2.09	[m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
$W_{PVT}$	14.8	16.1	17.4	17.9	18.4	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]
$W_{PVT,1d}$	26.7	28	28.8	27.3	26.9	[10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> ]

Jako vstupní hodnoty pro návrh a výpočet malé vodní nádrže je použit průtok  $Q_{100} = 2,09 \text{ m}^3/\text{s}$  a objem povodňové vlny  $W_{PVT} = 18,4 * 10^3 \text{ m}^3$ .



**Graf 5-1** Průběh povodňové vlny v zájmovém povodí – program DesQ - MaxQ.



## 5.2 Výpočet ztrát

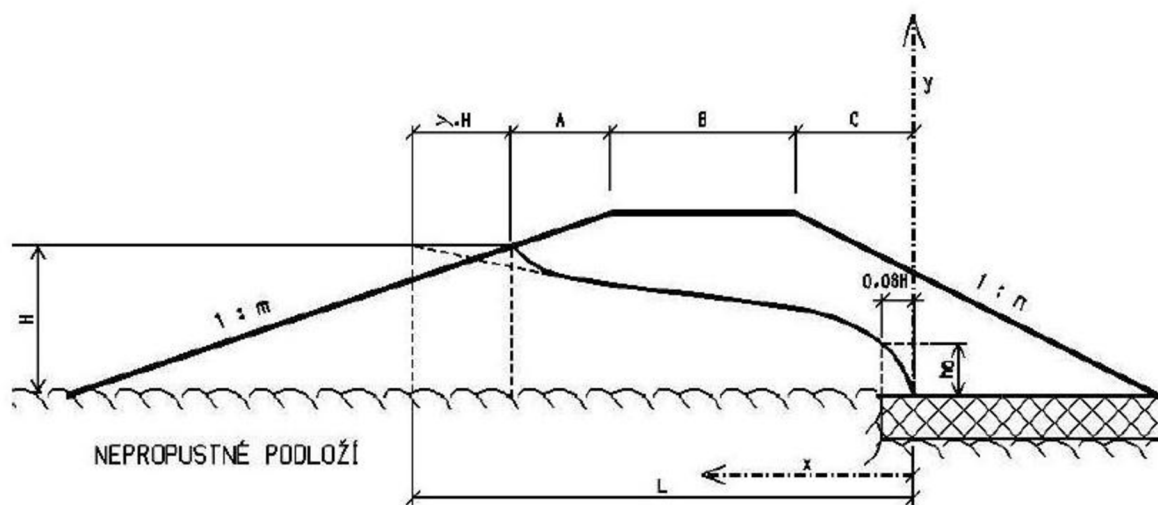
Nejčastější a nejdůležitější ztráty vody u malých vodních nádrží jsou ztráty způsobené výparem z vodní hladiny a vodních rostlin, infiltrací do dna nádrže, průsakem hrází a podloží hráze, netěsností objektů, provozní ztráty a v neposlední řadě dočasná ztráta vody zamrznutím.

Pro navrhovanou nádrž budeme určovat *ztrátu průsakem hrází a ztráty způsobené výparem z hladiny*.

### 5.2.1 Ztráty průsakem hrází a jejím podloží – homogenní hráz na nepropustném podloží

Vycházíme z předpokladu ustáleného rovnoměrného proudění. Výpočet provádíme na jednotku šířky hráze. Specifický průsak stanovujeme podle vztahu:

$$q = k * \frac{H^2}{2L} \quad (5.1)$$



**Obr. 5-1** Schéma veličin – výpočet průsaku homogenní hrází na nepropustném podloží [5].

k..... součinitel hydraulické vodivosti zeminy hráze [m/s]

H..... výška vody v nádrži [m]

L..... průsaková délka dle vztahu:

$$L = \lambda H + A + B + C \quad (5.2)$$

Kde  $\lambda$  je dle vztahu:

$$\lambda = \frac{m}{1+2m} \quad (5.3)$$

Rovnice depresní křivky má tvar:

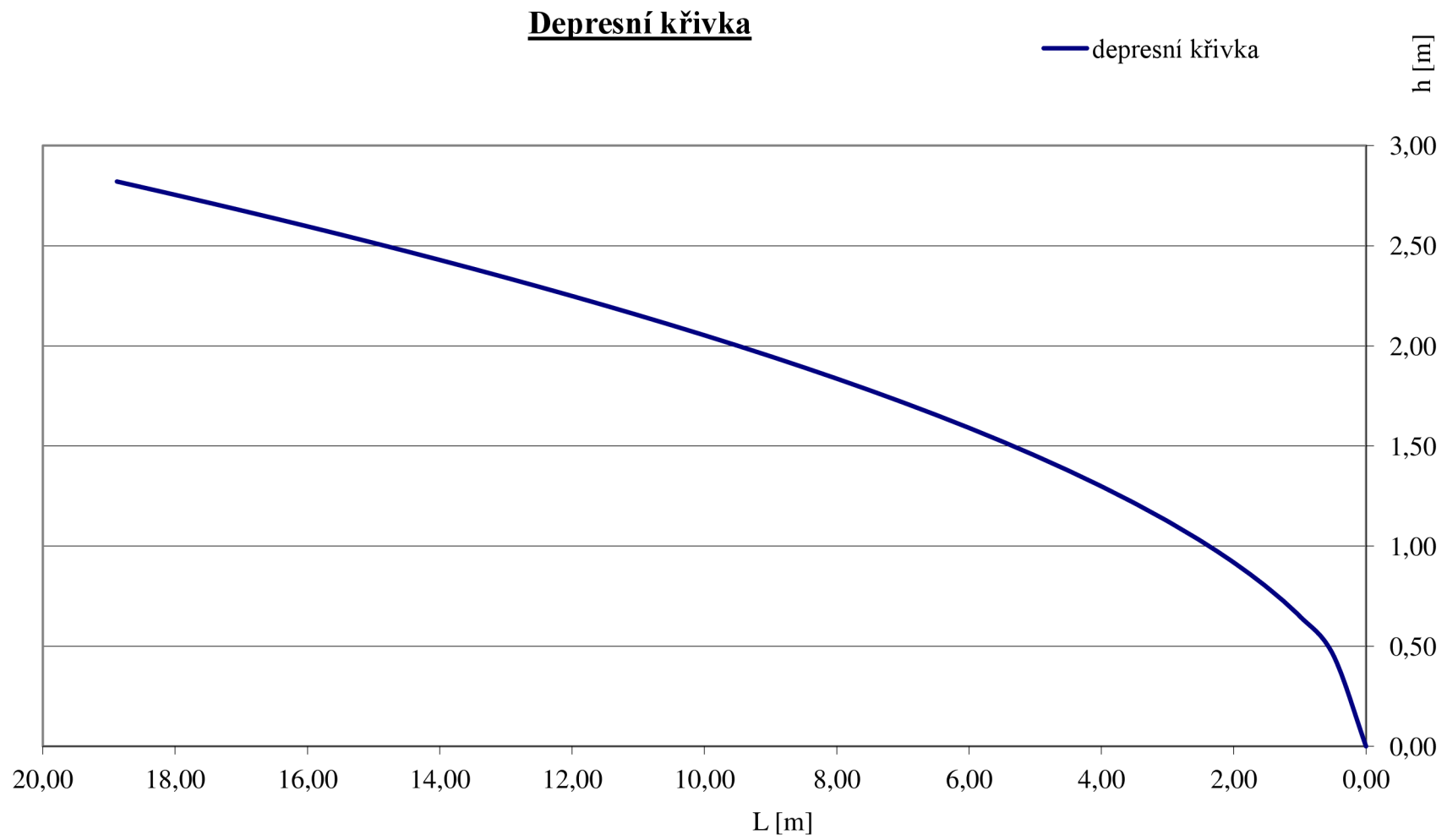
$$y^2 = \frac{H^2}{L} x \quad (5.4)$$

**Tab. 5-4** Ztráta průsakem hrází a jejím podložím dle Kudina.

<b>k</b>	$7,5 \cdot 10^{-10} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	→hydraulická vodivost: CL-CI → $k = (1 \cdot 10^{-9} - 5 \cdot 10^{-10}) \text{ m/s}$
<b>H</b>	2,72 m	→průsaková výška
<b>A</b>	2,24 m	
<b>B</b>	3,00 m	
<b>C</b>	11,12 m	
<b>m</b>	3,70 -	→sklon návodního líce
<b>n</b>	2,20 -	→sklon vzdušného líce
<b><math>\lambda</math></b>	0,44 m	
<b>L</b>	17,56 m	→průsaková délka
<b>q</b>	$1,6 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	→specifický průsak

**Tab. 5-5** Poloha depresní křivky.

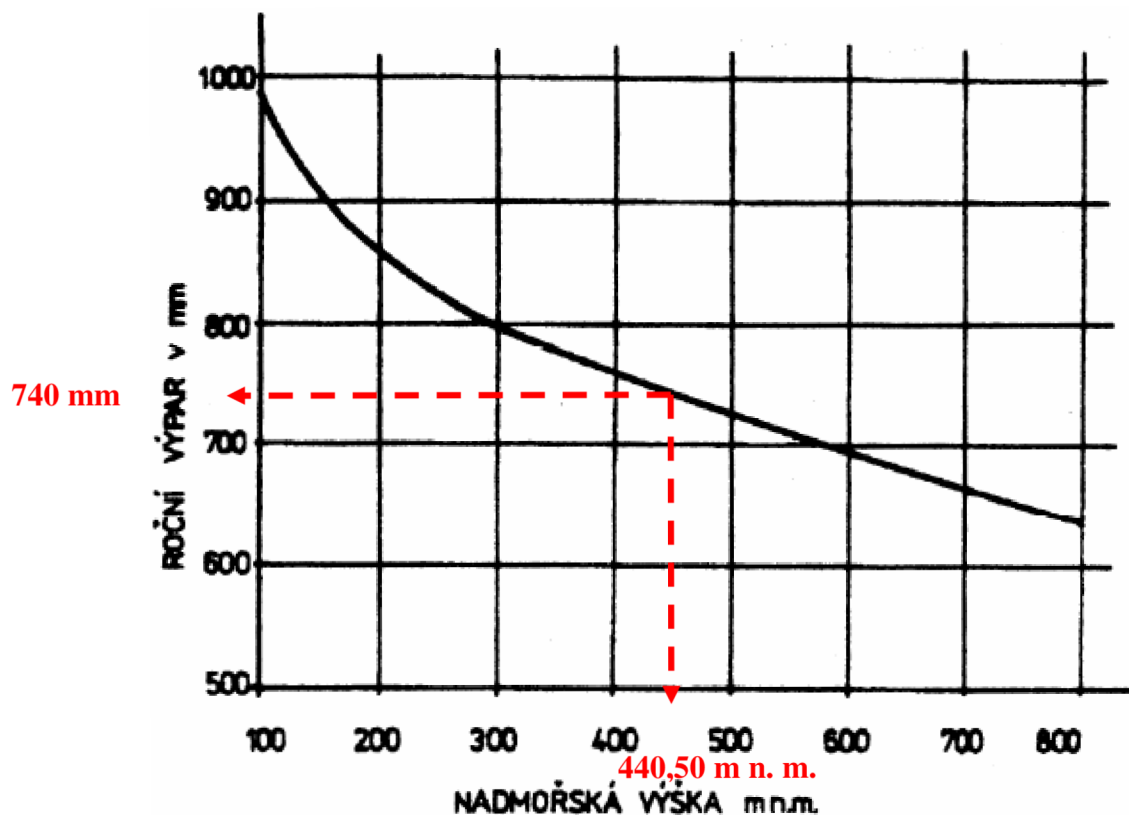
<b><math>L_i</math> [m]</b>	<b><math>H_i</math> [m]</b>	<b><math>L_i</math> [m]</b>	<b><math>H_i</math> [m]</b>	<b><math>L_i</math> [m]</b>	<b><math>H_i</math> [m]</b>	<b><math>L_i</math> [m]</b>	<b><math>H_i</math> [m]</b>
0,00	0,00	5,00	1,45	10,00	2,05	15,00	2,51
0,50	0,46	5,50	1,52	10,50	2,10	15,50	2,56
1,00	0,65	6,00	1,59	11,00	2,15	16,00	2,60
1,50	0,80	6,50	1,65	11,50	2,20	16,50	2,64
2,00	0,92	7,00	1,72	12,00	2,25	17,00	2,68
2,50	1,03	7,50	1,78	12,50	2,30	17,50	2,72
3,00	1,12	8,00	1,84	13,00	2,34	18,00	2,75
3,50	1,21	8,50	1,89	13,50	2,39	18,50	2,79
4,00	1,30	9,00	1,95	14,00	2,43	18,88	2,82
4,50	1,38	9,50	2,00	14,50	2,47		



**Graf 5-2** Průběh depresní křivky.

### 5.2.2 Ztráta výparem volná hladina

Pro odhad ztráty výparem je možné využít řadu metod. Pro malé vodní nádrže je vhodné vypočítat ztrátu výparem orientačně podle ČSN 75 2410 a využitím nomogramu. Nomogram stanovuje závislost mezi průměrnou nadmořskou výškou a roční hodnotou výparu. Získanou hodnotu následně rozpočítáme podle procentního ročního rozdělení.



Obr. 5-2 Nomogram pro stanovení ročního výparu podle ČSN 75 2410. [7]

Tab. 5-6 Rozdělení ročního výparu ČSN 75 2410. [7]

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X	XI.	XII.
% Výpar	2,0	2,0	4,0	6,0	11,0	14,5	18,0	17,0	11,5	7,0	4,0	3,0

Tab. 5-7 Měsíční výpar.

Měsíc	H <sub>v,m</sub> [mm]	V <sub>Výparu</sub> [m <sup>3</sup> ]
I.	14,80	136
II.	14,80	136
III.	29,60	271
IV.	44,40	407
V.	81,40	746
VI.	107,30	983
VII.	133,20	1 221
VIII.	125,80	1 153
IX.	85,10	780
X.	51,80	475
XI.	29,60	271
XII.	22,20	203

Tab. 5-8 Roční výpar.

F <sub>H=440,5</sub>	9165,17 m <sup>2</sup>	→ 0,916517 ha
H	440,5 m n. m.	→ nadmořská výška volné hladiny
H <sub>v,r</sub>	740 mm	→ roční výpar získaný z nomogramu ČSN 752410
ΣV <sub>ýpar</sub>	<b>6782 m<sup>3</sup>/rok</b>	→ <b>celkový výpar z nádrže za rok</b>

Největší výpar z nádrže nastane v **červenci** a to **1221m<sup>3</sup>**. Celková ztráta výparem je **6782m<sup>3</sup>/rok**.

### 5.3 Prázdňení nádrže

Prázdňení nádrže závisí na typu a parametrech spodních výpustí. Jedná se o postupné vypouštění objemu nádrže. U spodních výpustí požerákového typu, které jsou navrženy v diplomové práci, se postupně vyjímají dluže tak, aby maximální výška přepadového paprsku byla rovna dvojnásobku výšky dluže a minimální výška rovna jedné výšce dluže. [5]

Celková doba prázdňení je pak dána součtem dob prázdňení  $t_i$  dílčích objemů nádrže. Orientačně můžeme stanovit celkovou dobu prázdňení ze vztahu [5]:

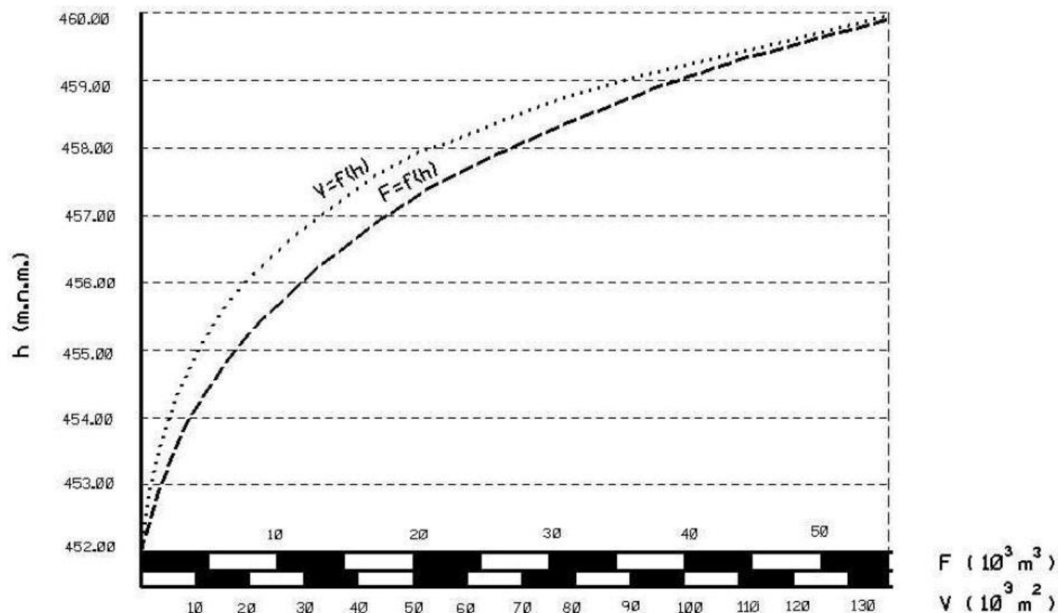
$$T = \frac{0,132V}{mb_0z^{1,5}} \quad (5.5)$$

Tab. 5-9 Prázdňení nádrže.

<b>z</b>	0,2 m	→ výška dluže
<b>V</b>	33102 m <sup>3</sup>	→ objem nádrže po maximální hladinu
<b>T<sub>s</sub></b>	217036 s	→ celková doba prázdňení v sekundách
<b>T<sub>d</sub></b>	<b>2,5 dne</b>	→ celková doba prázdňení ve dnech

#### 5.4 Batygrafické křivky, stanovení funkčních objemu a výšky hráze

Batygrafické křivky jsou hlavním podkladem, který popisuje tvar údolí, v němž bude navržena hráz. Batygrafické křivky se skládají ze dvou hlavních čar – *čáry zatopených ploch* a z ní vyplývající *čáry zatopených objemů*.



Obr. 5-3 Batygrafické čáry nádrže [5].

- Čára zatopených ploch – vyjadřuje závislost zatopené plochy na hloubce zadržené vody, jako podklad slouží podrobné zaměření budoucí zátopy nádrže.
- Čára zatopených objemů – závisí na čáře zatopených ploch, kde z této křivky vypočítají pořadnice čáry zatopených objemů ze vztahu:

$$V_{i+1} = V_i + \Delta V_{i+1} \quad (5.6)$$

$V_{i+1}$  ..... velikost zatopeného objemu [m<sup>3</sup>] odpovídající hloubce  $h_{i+1}$   
z intervalu  $\langle 0, h_{\max} \rangle$

$\Delta V_{i+1}$  ..... dílčí objem [m<sup>3</sup>] mezi hladinami  $h_i$  a  $h_{i+1}$  dle vztahu

$$\Delta V_{i+1} = 0,5 * (F_i + F_{i+1}) * (h_{i+1} - h_i) \quad (5.7)$$

Z programu **DesQ – MaxQ** byla učena hodnota objemu povodňové vlny dle postupu v předchozí kapitole. Volbou vhodného profilu pro u místění hráze a vynesení čar zatopených ploch a objemů bylo docíleno toho, aby objem námi zvolené zátopy byl větší, jak vypočtená hodnota povodňové vlny. A zároveň aby byla nádrž schopna tuto povodňovou vlnu zadržet ve svém retenčním prostoru.

➤ Funkční objemy v nádrži:

$V_S$  (objem prostoru stálého nadržení) ..... 10 700m<sup>3</sup>

$V_{RO}$  (objem ovladatelného ochranného prostoru) ..... 21 300m<sup>3</sup>

$V_{RN}$  (objem neovladatelného ochranného prostoru) ..... 7 000m<sup>3</sup>

➤ Hladiny v nádrži:

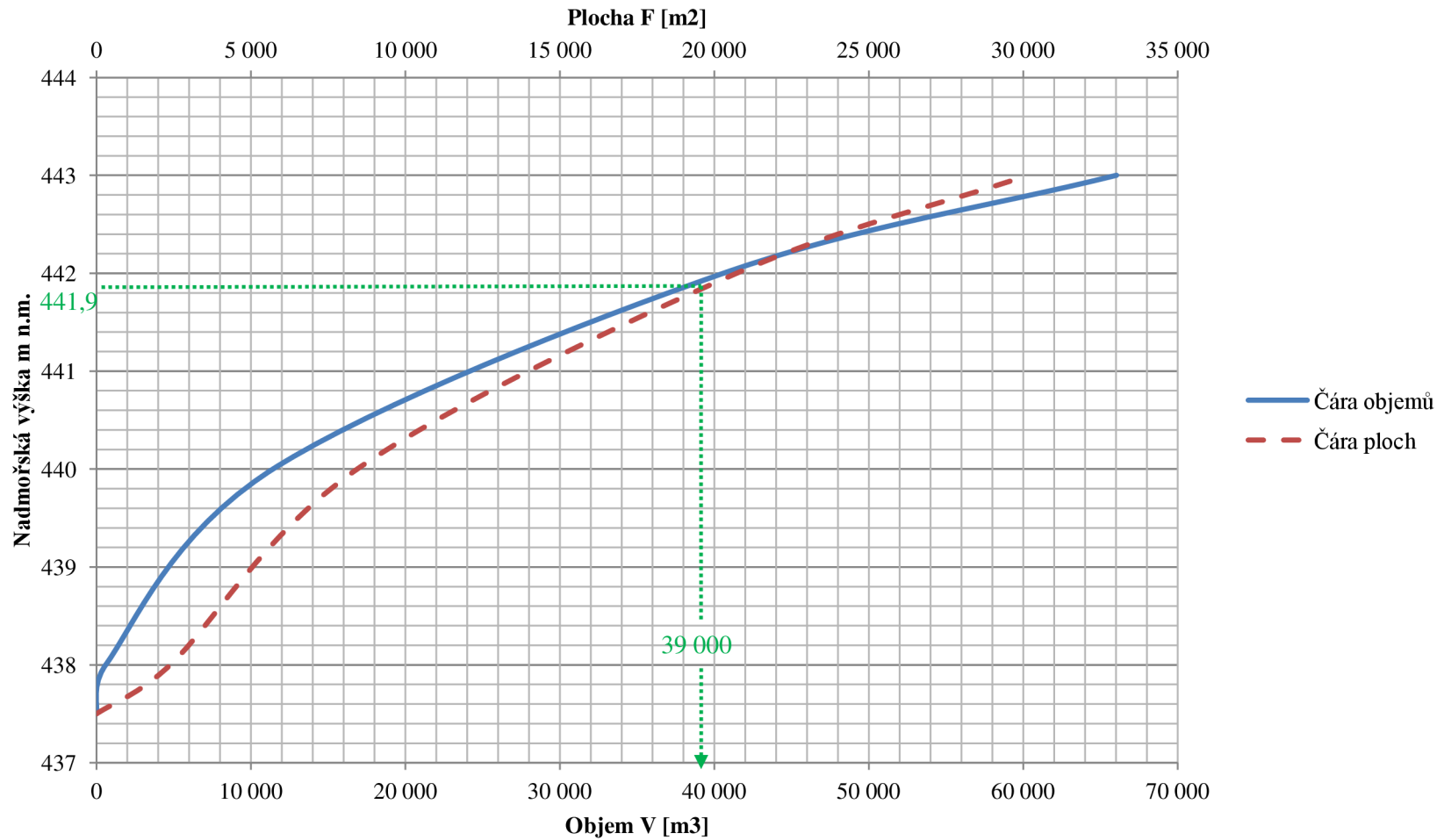
$H_{SN}$  (hladina stálého nadržení) ..... 440,50 m n. m.

$H_{MAX}$  (Maximální hladina) ..... 441,90 m n. m.

Pro rozdělení funkční prostorů v nádrži je nutné si nejprve stanovit kótu stálého nadržení, která je dána na kótě **440,50m n. m.** Z této kóty je potom možné odvodit zbylé prostory v nádrži.



## Čáry zatopených ploch a objemů



Graf 5-3 Čára zatopených ploch a objemů navrhované nádrže

Návrh výšky hráze vychází z předchozího vodohospodářského řešení nádrže doplněného o bezpečnostní převýšení. Celkovou výšku hráze je možné vyjádřit následujícím vztahem: [5]

$$Z = h_h + h_z + h_r + h_b \quad (5.8)$$

$h_h$ ..... 0,50m hloubka odstraněné zeminy v ose hráze po základovou spáru

$h_z$ ..... 3,00m hloubka zásobního prostoru

$h_r$ ..... 1,40m hloubka retenčního prostoru

$h_b$ ..... 0,60m výška bezpečnostního převýšení koruny hráze

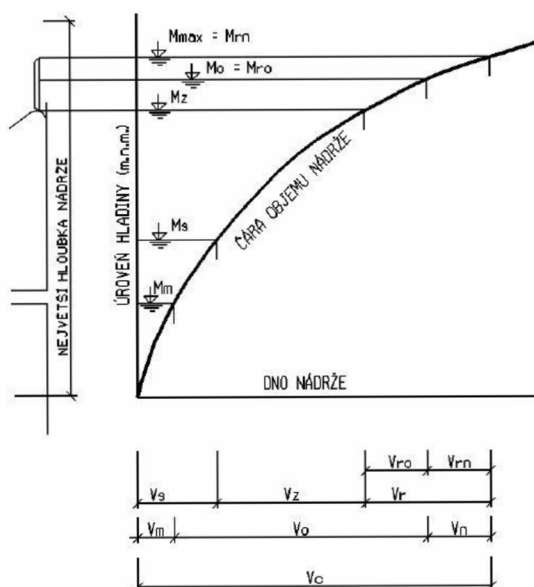
Výška hráze je stanovena na **5,5m**.

Prostor stálého nadržení..... 440,50m n. m.

Prostor retenční ovladatelný..... 441,50m n. m.

Prostor retenční neovladatelný..... 441,90m n. m.

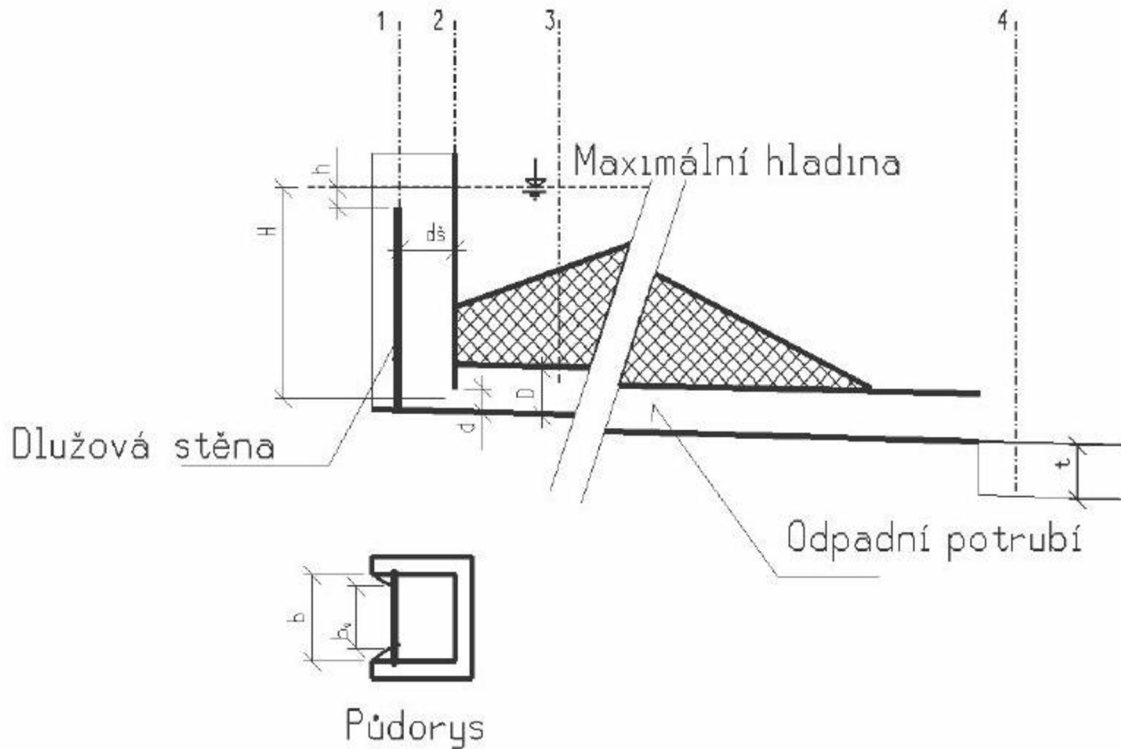
Kóta pro korunu hráze je **442,50m n. m.** Maximální objem nádrže je stanoven na  **$V_{\max} = 39\,000\text{m}^3$** .



**Obr. 5-4** Rozdělení prostoru v nádrži [5].

## 5.5 Výpočet kapacity vypustného objektu

Výpočet je rozdělen do dvou základních kroků dle výpočtového schématu požeráku.



**Obr. 5-5** Výpočtové schéma požeráku [5].

### **Profil č. 1 přepad přes dlužovou stěnu – dřevěné fošny vysoké 0,20m**

- Základní rovnice přepadu:

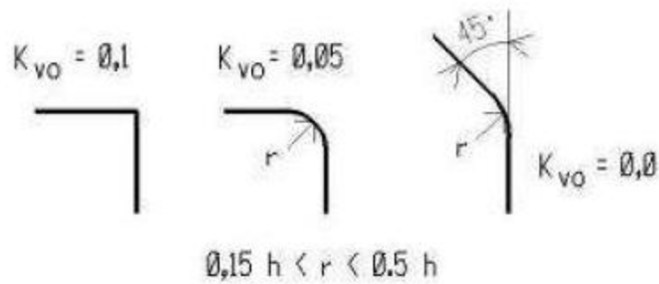
$$Q = mb_o\sqrt{2gh}^{3/2} \quad (5.9)$$

- Účinná šířka přelivu:

$$b_o = b - 2K_v h \quad (5.10)$$

- Součinitel vtoku:

$$K_v = \frac{bK_{vo}}{b+h} \quad (5.11)$$



**Obr. 5-6** Součinitel vtoku  $K_{VO}$  [5].

- Podmínka vzniku pulzací v důsledku strhávání vzduchu:

$$Q_j = 4,3bd_\xi \quad (5.12)$$

$$h_j = 1,8d_\xi \quad (5.13)$$

**Tab. 5-10** Vstupní návrhové parametry požeráku.

<b>b</b>	0,6 m	→šířka požeráku
<b>D</b>	0,6 m	→světlost výpustného potrubí
<b>d</b>	0,3 m	→světlost výpustného potrubí snížené o diafragmu
<b>m</b>	0,4108	→přepadový součinitel
<b>h</b>	1,40 m	
<b>d<sub>ξ</sub></b>	0,6 m	→vzdálenost od dlužové stěny
<b>K<sub>vo</sub></b>	0,100	→podle typu zaoblení: ostrá hrana

**Tab. 5-11** Výpočtové parametry požeráku.

<b>b<sub>o</sub></b>	0,516 m	→účinná šířka
<b>K<sub>v</sub></b>	0,030	→součinitel vtoku
<b>Q</b>	1,555 m <sup>3</sup> /s	→množství přepadané vody
<b>Q<sub>j</sub></b>	1,548 m <sup>3</sup> /s	< Q <sub>max</sub> → <b>1,548 &lt; 2,09m<sup>3</sup>/s</b>
<b>h<sub>j</sub></b>	1,08 m	

Tab. 5-12 Přebad vody přes dluže spodní výpustí.

h [m]	K <sub>v</sub> [-]	b <sub>o</sub> [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]	h [m]	K <sub>v</sub> [-]	b <sub>o</sub> [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]
0	0,100	0,600	0,000	1,6	0,027	0,513	1,888
0,1	0,086	0,583	0,034	1,7	0,026	0,511	2,062
0,2	0,075	0,570	0,093	1,8	0,025	0,510	2,241
0,3	0,067	0,560	0,167	1,9	0,024	0,509	2,425
0,4	0,060	0,552	0,254	2	0,023	0,508	2,613
0,5	0,055	0,545	0,351	2,1	0,022	0,507	2,806
0,6	0,050	0,540	0,457	2,2	0,021	0,506	3,003
0,7	0,046	0,535	0,571	2,3	0,021	0,505	3,204
0,8	0,043	0,531	0,692	2,4	0,020	0,504	3,410
0,9	0,040	0,528	0,820	2,5	0,019	0,503	3,620
1	0,038	0,525	0,955	2,6	0,019	0,503	3,833
1,1	0,035	0,522	1,097	2,7	0,018	0,502	4,051
1,2	0,033	0,520	1,244	2,8	0,018	0,501	4,273
1,3	0,032	0,518	1,397	2,9	0,017	0,501	4,498
1,4	0,030	0,516	1,555	3	0,017	0,500	4,728
1,5	0,029	0,514	1,719	3,1	0,016	0,499	4,960
				3,2	0,016	0,499	5,197

**Profil č. 2 diafragma (zúžení výtokového otvoru do odpadního potrubí)**

- Výtok otvorem:

$$Q = S_d v \quad (5.14)$$

- Rychlost výtoku:

$$v = \mu \sqrt{2gH} \quad (5.15)$$

- Součinitel výtoku:

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_i}} \quad (5.16)$$

**Tab. 5-13** Vstupní návrhové parametry diafragmy.

$\xi_1$	0,1	→ztráta na česlích
$\xi_2$	0,5	→ztráta na vtoku
$\xi_3$	0,25	→ztráta na diafragmě
<b>H</b>	4,56 m	→rozdíl hladiny a těžiště výtokového otvoru
<b>S<sub>d</sub></b>	0,071 m <sup>2</sup>	→plocha zúžení diafragmou

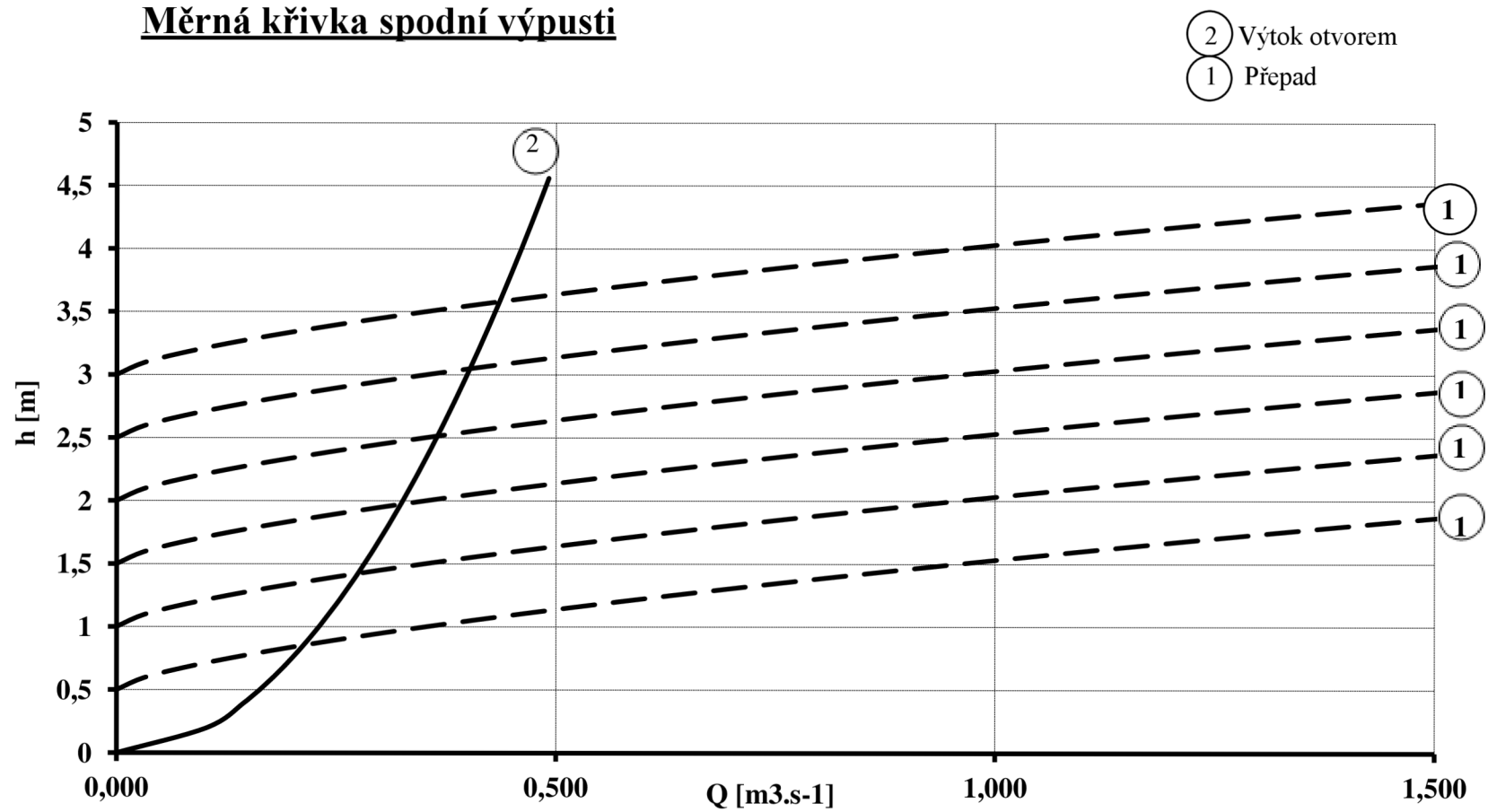
**Tab. 5-14** Výpočtové parametry diafragmy.

<b>Q</b>	0,492 m <sup>3</sup> /s	→výtok otvorem
<b>v</b>	6,954 m/s	→rychlost výtoku
<b>μ</b>	0,735	→součinitel výtoku

**Tab. 5-15** Výtok otvorem.

<b>H</b> [m]	<b>Q</b> [m <sup>3</sup> /s]	<b>H</b> [m]	<b>Q</b> [m <sup>3</sup> /s]	<b>H</b> [m]	<b>Q</b> [m <sup>3</sup> /s]	<b>H</b> [m]	<b>Q</b> [m <sup>3</sup> /s]
0	0,000	1,4	0,272	2,8	0,385	4,2	0,472
0,2	0,103	1,6	0,291	3	0,399	4,4	0,483
0,4	0,146	1,8	0,309	3,2	0,412	4,5	0,488
0,6	0,178	2	0,326	3,4	0,424	4,56	0,492
0,8	0,206	2,2	0,341	3,6	0,437		
1	0,230	2,4	0,357	3,8	0,449		
1,2	0,252	2,6	0,371	4	0,460		

## Měrná křivka spodní výpusti

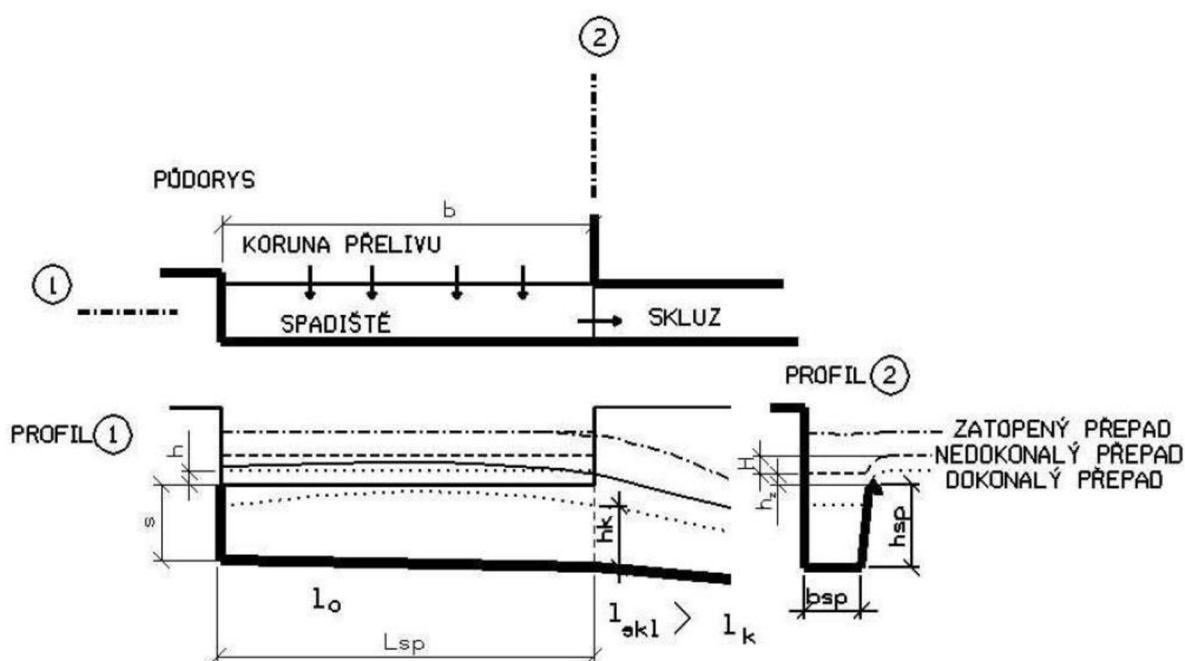


Graf 5-4 Konzumní křivka požeráku.

## 5.6 Návrh bezpečnostního objektu.

Bezpečnostní přelivy slouží k ochraně před účinky povodňových průtoků. Průtočné nádrže musí být vybaveny bezpečnostními přelivy. U malých vodních nádrží navrhujeme bezpečnostní přelivy nehrazené, bez pohyblivých částí, aby pro svoji spolehlivou funkci nepotřeboval obsluhu. [5]

Podkladem pro návržení bezpečnostního přelivu je stanovení nejvyšší hladiny v nádrži při navrhovaném průtoku. Návrhový průtok  $Q_N$  musí odpovídat požadavkům normy TNV 75 2935 Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních, resp. Vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla v platném znění. [5]



**Obr. 5-7** Zjednodušené výpočtové schéma bezpečnostního přelivu [5].

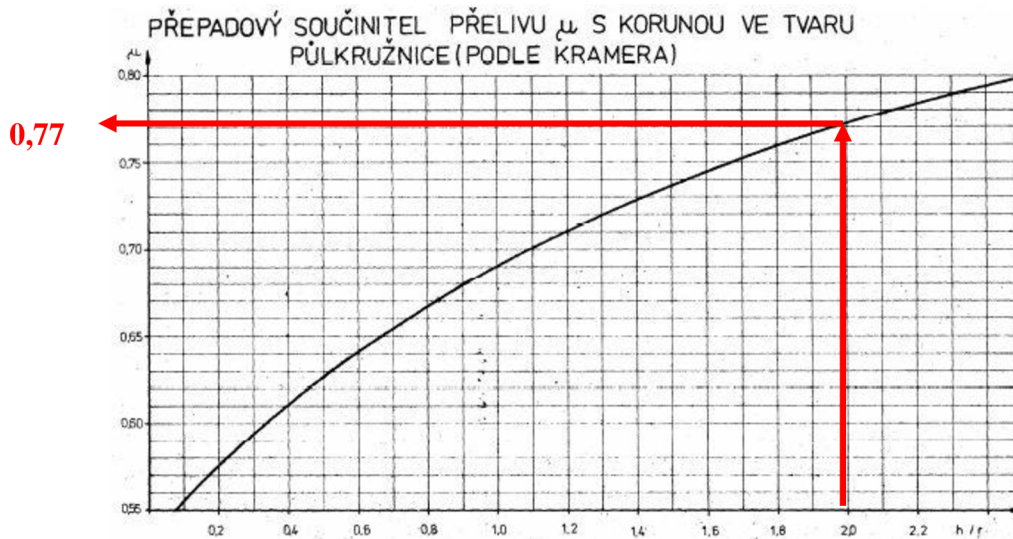
- Návrhová délka přelivné hrany  $b_o$  pro dokonalý přepad:

$$b_o = \frac{Q_n}{m\sqrt{2gh}^{3/2}} \quad (5.17)$$

- Přepadový součinitel:

$$m = \frac{2}{3}\mu \quad (5.18)$$

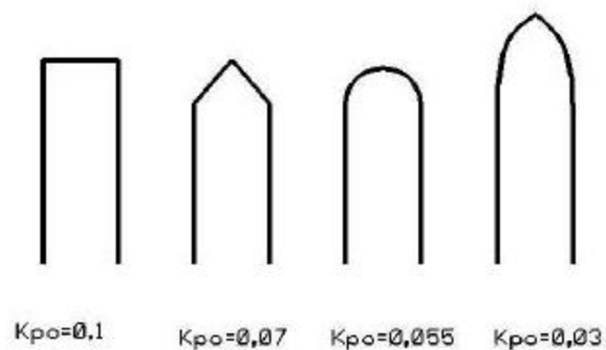




**Obr. 5-8** Nomogram přepadového součinitele  $\mu$  [5].

- Návrhová šířka zvětšená o vliv kontrakce:

$$b = b_o + nK_{po}h \quad (5.19)$$



**Obr. 5-9** Součinitel tvaru pilířů [5].

- Dokonalý přepad:

$$Q = mb_o\sqrt{2gh^{3/2}} \quad (5.20)$$

- Kritická hloubka:

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q_n^2}{gb_{sp}}} \quad (5.21)$$

- Zatopený přepad:

$$Q = \sqrt{\frac{h_k^3 b_{sp}^2 g}{\alpha}} \quad (5.22)$$

$$H = \frac{1}{\varphi} H_{ek} \quad \text{kde } H_{ek} = h_k + \frac{\alpha v_k^2}{2g} \quad (5.23)$$

**Výpočet:**

**Tab. 5-16** Návrhové parametry skluzu a spadiště bočního přelivu.

<b>Q<sub>N</sub></b>	2,09 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	→návrhový průtok
<b>μ</b>	0,77 -	→přepadový součinitel přelivu ve tvaru půlkružnice
<b>m</b>	0,51 -	→Bazinův součinitel přepadu
<b>h</b>	0,4 m	→přepadová výška
<b>b<sub>0</sub></b>	3,6 m	→odhadovaná délka přelivné hrany
<b>n</b>	2 -	→počet kontrakcí
<b>K<sub>po</sub></b>	0,055 -	→součinitel tvaru pilířů
<b>b</b>	3,68 m	→délka přelivné hrany + kontrakce
<b>b<sub>konst</sub></b>	3,7 m	→konstrukční šířka přelivné hrany
<b>b<sub>SP</sub></b>	2,0 m	→šířka spadiště - volím
<b>L<sub>SP</sub></b>	1,8 m	→délka spadiště
<b>α</b>	1,10 -	→Coriollosovo číslo
<b>h<sub>k</sub></b>	0,50 m	→hloubka kritická
<b>h<sub>SP</sub></b>	1,0 m	→hloubka spadiště - na konci
<b>i</b>	2,00 ‰	→sklon dna ve spadišti
<b>s</b>	0,96 m	→hloubka spadiště - na začátku

**Tab. 5-17** Dokonalý přepad přes boční přeliv.

Nadmořská výška [m n.m.]	h [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]	Nadmořská výška [m n.m.]	h [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]
441,50	0,00	0,00	441,75	0,25	1,05
441,55	0,05	0,09	441,80	0,30	1,38
441,60	0,10	0,27	441,85	0,35	1,74
441,65	0,15	0,49	441,90	0,40	2,13
441,70	0,20	0,75			

**Tab. 5-18** Nedokonalý přepad přes boční přeliv.

$\varphi$  0,84 - → Rychlostní součinitel

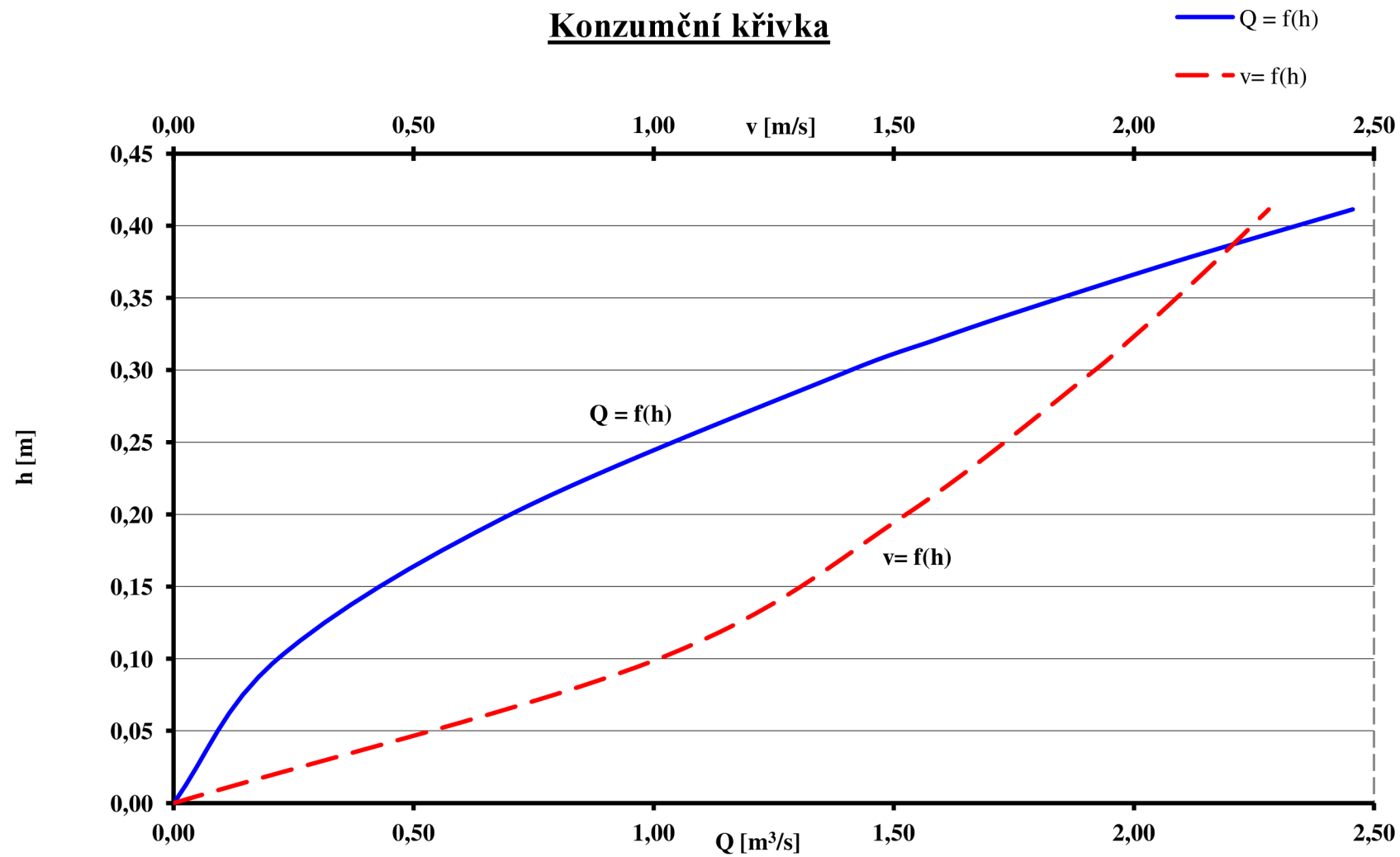
$h_k$ [m]	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]	$v_k$ [m/s]	$H_{ek}$ [m]	$H$ [m]
0,00	0,00	0,0	0,00	0,00
0,05	0,07	0,7	0,08	0,09
0,10	0,19	0,9	0,15	0,18
0,15	0,35	1,2	0,23	0,27
0,20	0,53	1,3	0,30	0,36
0,25	0,75	1,5	0,38	0,45
0,30	0,98	1,6	0,45	0,54
0,35	1,24	1,8	0,53	0,63
0,40	1,51	1,9	0,60	0,71
0,45	1,80	2,0	0,68	0,80
0,50	2,11	2,1	0,75	0,89

**Tab. 5-19** Návrhové parametry odpadního koryta z bočního přelivu.

$Q_N$	2,09 m <sup>3</sup> /s	→ návrhový průtok
$b$	2 m	→ šířka koryta ve dně
$m$	1,5 -	→ sklony břehu koryta
$n$	0,035 -	→ drsnostní součinitel celého koryta
$i$	0,0305 -	→ podélný sklon koryta

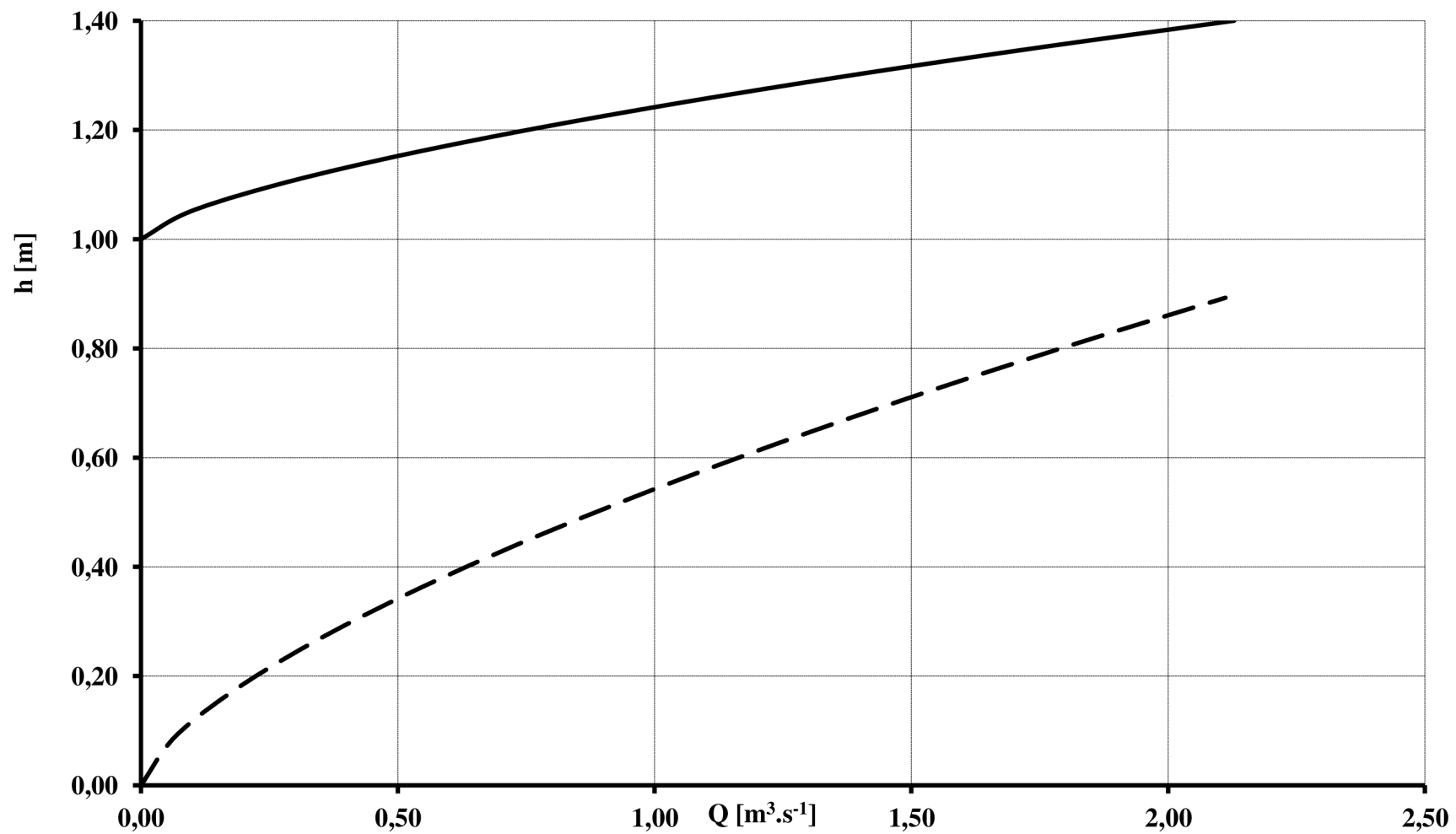
**Tab. 5-20** Hodnoty pro návrh odpadního koryta.

$h$ [m]	$S$ [m <sup>2</sup> ]	$O$ [m]	$R_k$ [m]	$C$ [m <sup>0,5</sup> /s]	$v$ [m/s]	$Q$ [m <sup>3</sup> /s]
0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,22	2,36	0,09	19,16	1,01	0,22
0,20	0,46	2,72	0,17	21,25	1,53	0,70
0,30	0,74	3,08	0,24	22,50	1,92	1,41
0,34	0,85	3,23	0,26	22,89	2,06	1,75
0,38	0,96	3,35	0,29	23,21	2,17	2,09
0,41	1,08	3,48	0,31	23,49	2,28	2,46



*Graf 5-5* Konzumční křivka odpadního koryta z bočního přelivu.

### Měrná křivka bezpečnostního přelivu



*Graf 5-6* Konzumní křivka bočního přelivu.

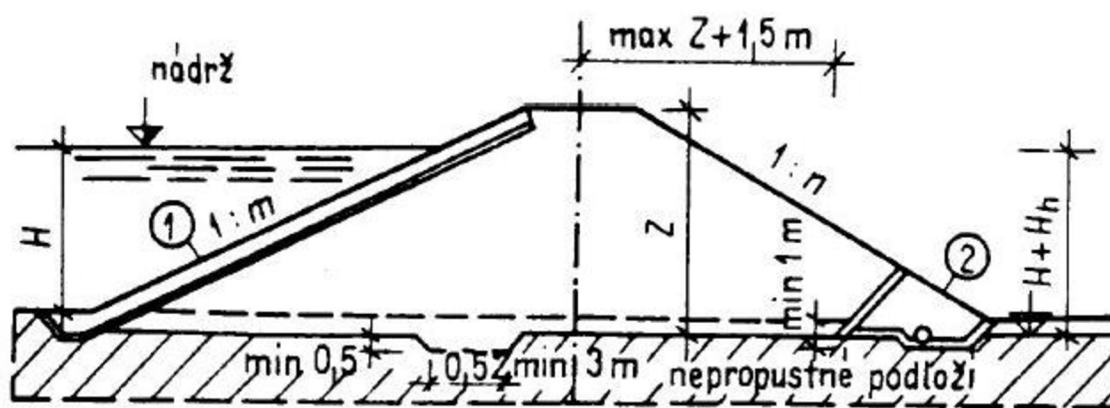
## 6. POPIS OBJEKTŮ

### 6.1 SO 01 Hráz

Hráze malých vodních nádrží se navrhují zásadně jako zemní sypané lichoběžníkového tvaru a to buď jednoduché (bez laviček) nebo složené (s lavičkami). Typ hráze, její tvar, konstrukce a založení musí splňovat následující mezní stavy (filtrační stabilita hráze a podloží, statickou a deformační stabilitu jednotlivých částí i celku, vodotěsnost nádrže, bezpečnost při přelítí a porušení hráze a životnost díla).

Jejich hlavní rozdělení je na nehomogenní (zonální) a homogenní. V následujícím textu se budeme zabývat typem hráze, která je konstrukčně vhodná pro nádrž navrženou v diplomové práci.

- Homogenní – je tvořena pouze jedním materiálem pro celé těleso hráze;
  - jako vhodné materiály by měly být voleny zeminy s relativně nízkou propustností;
  - je výhodná při výšce do 6m v případě, že je v hospodárné vzdálenosti dostatek vhodného materiálu [6];



Obr. 6-1 Homogenní hráz na nepropustném podloží [6].

Ze získaných vrtů byly zjištěny zeminy, které obsahují znaky skupiny **CL – CI** ( jíla s nízkou až střední plasticitou), která je podle normy ČSN 75 2410 vhodnou skupinou zemin pro homogenní zemní hráz.

Hráz bude tvořena pouze z jedné hlavní části, bez těsnicího jádra. Sklon návodního a vzdušného líce hráze vychází opět z normy ČSN 75 2410.

Návodní líc je navržen ve sklonu **1 : 3,7** jeho největší šířka od základové spáry je **21,20m**. Návodní líc bude opevněn kamenným pohozením frakce **63 – 250mm**. Opevnění se provede od koruny hráze k patě hráze. Opevnění návodního líce musí být stabilní vůči působení tlaku vody vytékající z tělesa hráze při poklesu hladiny vody v nádrži a vůči usmyknutí po svahu. Dále musí být odolné proti případným agresivním účinkům vody v nádrži. Opevnění se zaváže do svahů údolí, nesmíme tímto opevněním však bránit vytékání vody z drenážní vrstvy při poklesu hladiny v nádrži. Pod návodním opevněním je navržen přechodný filtr ze štěrkopísku **tl.0,25m** o frakci **0 – 63mm**

Vzdušný líc je navržen ve sklonu **1 : 2,2** s největší šířkou od základové spáry **13,90m**. Dále bude vzdušný svah po celém svém povrchu ohumusován v tloušťce **0,1m** a následně budou provedeny vegetační úpravy, ve kterých bude provedeno osetí travní směsí.

**Tab. 6-1** Vhodnost zemin podle ČSN 75 2410, zařazení podle ČSN 72 1001 a 73 1001 [5].

Znak skupiny	Název zeminy	Homogenní	Těsnicí část	Stabilizační část
GW	štěrk dobře změněný	nevhodná	nevhodná	výborná
GP	štěrk špatně změněný	nevhodná	nevhodná	výborná
G-F	štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	málo vhodná	nevhodná	velmi vhodná
GM	štěrk hlinitý	výborná	velmi vhodná	málo vhodná
GC	štěrk jílovitý	výborná	velmi vhodná	málo vhodná
SW	písek dobře změněný	nevhodná	nevhodná	vhodná
SP	písek špatně změněný	nevhodná	nevhodná	vhodná
S-F	písek s příměsí jemnozrnné zeminy	nevhodná	nevhodná	vhodná
SM	písek hlinitý	vhodná	vhodná	málo vhodná
SC	písek jílovitý	velmi vhodná	výborná	nevhodná
MG	hlína štěrkovitá	velmi vhodná	velmi vhodná	nevhodná
CG	jíl štěrkovitý	velmi vhodná	výborná	nevhodná
MS	hlína písčitá	vhodná	vhodná	nevhodná
CS	jíl písčitý	velmi vhodná	velmi vhodná	nevhodná
ML-MI	hlína s nízkou až střední plasticitou	málo vhodná	vhodná	nevhodná
<b>CL-CI</b>	<b>jíl s nízkou až střední plasticitou</b>	<b>vhodná</b>	velmi vhodná	nevhodná
MH-ME	hlína s vysokou až extrémně vysokou plasticitou	málo vhodná	nevhodná	nevhodná
CH-CE	jíl s vysokou až extrémně vysokou plasticitou	málo vhodná	nevhodná	nevhodná

Tab. 6-2 Orientační sklony svahů pro homogenní hráz (upraveno podle ČSN 75 2410).

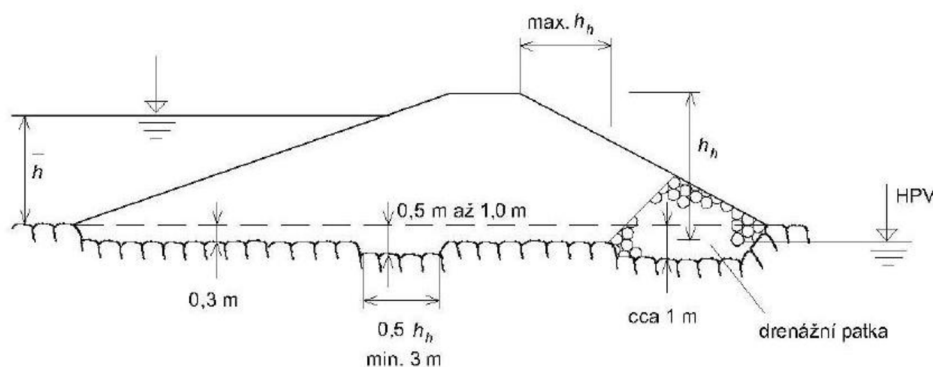
Těsnicí část hráze (jádro) leží v zóně (obrázek 5)	Stabilizační část hráze leží v zóně (obrázek 5)	Zařazení zemin		Svahy	
		Těsnicí část hráze (jádro)	stabilizační část hráze	návodní 1:x <sup>4)</sup>	vzdušný 1:y
Homogenní hráz <sup>5)</sup>		GM, SM		1:3	1:2
		GC, SC		1:3,4	1:2
		MG, CG, MS, CS		1:3,3	1:2
		ML-MI, CL-CI		1:3,7	1:2,2

5) U hrází do výšky 4 m se může sklon návodního svahu zvětšit na 1 : (x - 0,5)

K hrázi a k funkčnímu zařízení nádrže musí být zabezpečen přístup. K tomu nám slouží komunikace navržená na koruně hráze a upravené provozní prostory. Koruna hráze bude upravena tak, aby byla v celé délce přístupná pro obsluhu a při kontrole vodního díla. Komunikace umožňuje jednosměrný průjezd vozidel.

Šířka koruny hráze je **3,0 m**, délka hráze je **143 m**.

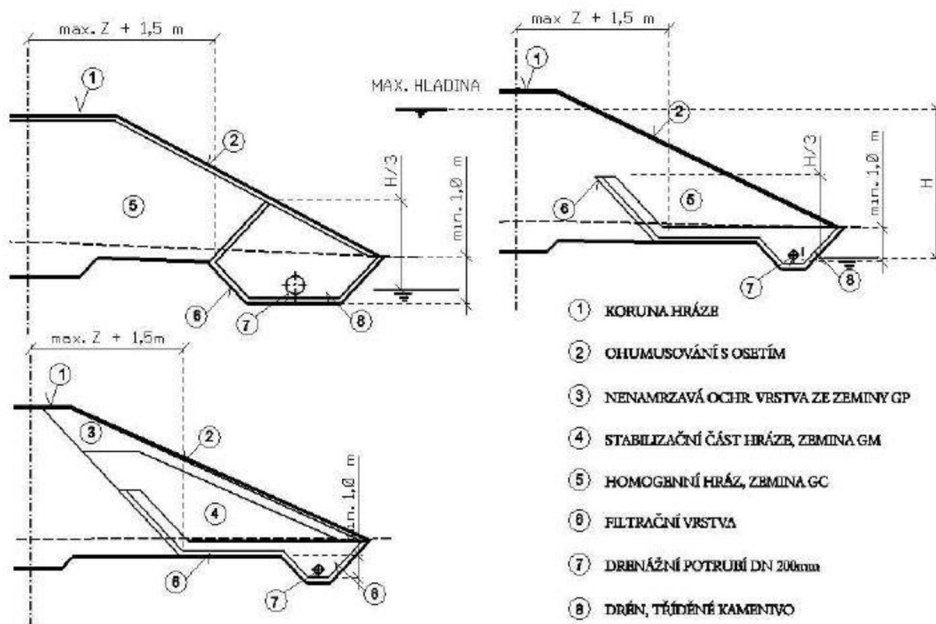
Těleso hráze bude zavázáno do upraveného a řádně připraveného terénu pomocí zavazovacího zámku o výšce **1,0m** pod stávajícím terénem se sklonem svahu **1:1**. Příprava terénu spočívá v odstranění zeminy (ornice) a drnů v **tl. 0,5m**. Nedílnou součástí je odstranění keřů a stromů spolu s pařezy.



Obr. 6-2 Homogenní ochranná hráz s drenážní patkou [7].

Neškodné odvodnění tělesa hráze a podloží je zabezpečeno v případě této hráze pomocí patního drénu, jehož účelem je zachytit a neškodně odvést prosakující vodu. Funkce drenážní soustavy nesmí být narušena mrazem a vzduším dolní vody. Je nutné, aby prosáklá voda byla svedena do míst, kde ji bude možné měřit.





**Obr. 6-3** Ukázka patních drenů [5].

V celé drenážní soustavě musí být dodržena kritéria filtrační stability. V soustavě a jejím bezprostřední blízkosti nesmí nastat nepřipustné filtrační deformace. Návrh rozměrů (kapacity) provádíme s určitou bezpečností a to jako trojnásobek vypočteného průsaku, minimální průměr potrubí DN 200mm. [5]

Drenážní soustava pro odvedení průsakových vod je tvořena **flexibilním potrubím PVC DN 200**, obsypaným filtrem ze **štěrkodrtě frakce 32 – 63mm**. Přejíždový filtr je tvořen ze **štěrkopísku 0 – 63mm, tloušťky filtru 0,25m**. Sklony svahů jsou v poměru **1:1**. Drenážní potrubí bude vyústěno do odpadního koryta pod spodní výpustí.

## 6.2 SO 02 Výpustný objekt

Výpustná zařízení slouží k úplnému vypouštění nádrže včetně odvodnění dna. Dále je možné spodní výpustí udržovat normální hladinu v nádrži. Každá nádrž musí být bezpodmínečně vybavena vypouštěcím zařízením. Kapacita výpustí musí umožnit vypouštění průtoků do toku v souladu s požadavky kladenými na funkci nádrže, a to při všech, v úvahu přicházejících úrovních hladin. [5]

Podle uzavíracího mechanismu jsem zvolil pro svoji nádrž trubní výpust typu *požerák*. Ten patří mezi nejpoužívanější typy uzávěrů. Konstrukci požeráku tvoří šachta uzávěru,

navazující výpustné potrubí a zařízení k tlumení energie. Uzávěr u požerákových výpustí tvoří tzv. dlužová stěna. Dluže, jsou dřevěné fošny výšky 0,2m, které se volně zasouvají do ocelových drážek, upevněných na vnitřní straně šachty požeráku. Prázdění nádrže nebo změna hladiny vody v nádrži se docílí postupným vyhrazováním dluží z koruny požeráku. [5]

### **Popis navrženého stavebního objektu:**

Spodní výpust' je tvořena betonový požerákem, který se skládá z betonové šachty uzávěru a na ní navazující betonové výpustné potrubí. Uzávěr tvoří tzv. dlužová stěna. Dluže jsou dřevěné fošny výšky **0,20m**, které se volně zasouvají do ocelových drážek, upevněných na vnitřní straně betonové šachty požeráku. Prázdění nádrže nebo změna hladiny vody v nádrži se docílí postupným vyhrazováním dluží z koruny požeráku. Požerák je tvořen skříňovou konstrukcí z monolitického betonu, uzavřenou po celé výšce, s výjimkou vtokového otvoru ve dně, které je chráněno **česlemi s roztečí 90mm**. Skříňová betonová konstrukce je obdélníkového půdorysu o rozměrech **2,00 x 1,40m**, tloušťky stěn **0,40m** a výškou ode dna **5,22m**. U dna je výpust otevřena na **výšku 0,80m**, aby bylo umožněno bezproblémového průchodu k česlím a jejich následným revizím. Výpust umožňuje provedení minimálního zůstatkového průtoku, který udrží biologickou rovnováhu v toku pod nádrží. Stejně tak je schopná převést neškodný odtok z nádrže. Uvnitř konstrukce jsou umístěna ocelová stupala sloužící k revizi šachty. Dno šachty spodní výpusti je na kótě **437,29m n. m.** Vtok do spodní výpusti je opatřen **dlažbou do betonu tl. 0,35m**.

Pro zabezpečení požerákové výpusti před nežádoucí manipulací s dlužemi, je koruna požeráku opatřena uzamykatelným ocelovým poklopem. Přístup na korunu požeráku z hráze je zajištěn po ocelové lávce **délky 13,20m a šířky 1,00m**. Lávka je uprostřed podepřena betonovým sloupem s rozměry **0,40 x 1,40m**. Betonová podpěra má základ v **nezámrzné hloubce 1,20m**. Lávka je opatřena ocelovým zábradlím o **výšce 1,10m**.

Výpustné zařízení od výpusti je navrženo tak, aby provedlo nejvyšší možný průtok beztlakově. Toho je docíleno navržením diafragmy, kterou je profil zúžen na **DN 300** a následně rozšířen na **DN 600**. Dilatační spár mezi šachtou a odpadním potrubím je těsněna gumovým pásem.

Odpadní potrubí je tvořeno železobetonovou troubou **DN 600**. Železobetonová trouba je po celé délce obetonována vodohospodářským betonem. Celkové obetonování je provedeno ve **sklonu 10:1** po celé délce potrubí. Horní část obetonování je rovná o **šířce 0,40m** a spodní

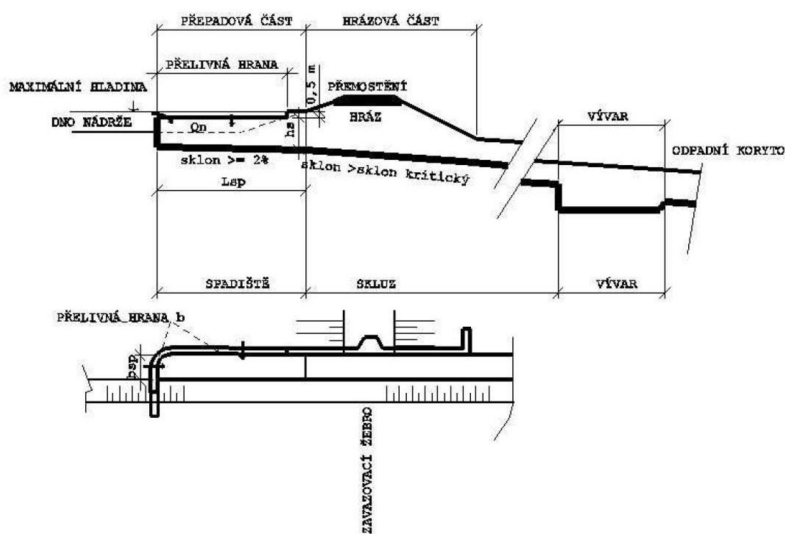
část založení je **široká 1,20m**. Podélný sklon potrubí je **2,6%** a délka **29,00m**. Potrubí je vyústěno do odpadního koryta lichoběžníkového tvaru. Odpadní koryto má šířku ve dně **0,5m** se sklonem **svahů 1:1,5**. S podélným sklonem **2,41%**. Koryto je v celé délce opevněno dlažbou do betonu tl. **0,35m**. Odpadní potrubí je zakončeno železobetonovým čelem, na které je navázáno těleso hráze.

### 6.3 SO 03 Bezpečnostní přeliv

Jako bezpečnostní přeliv je zvolen boční přeliv.

Boční přeliv je, jak již je patrné z názvu situován do boku nádrže. Přelivná hrana je kolmá na osu hráze. Boční přeliv se skládá z přelivné hrany, spadiště, skluzu a vývaru, který je napojen na koryto toku pod hrází. [5]

Vlastní přeliv tvoří jezové těleso se stěnami svislými nebo ve sklonu 4: 1 až 10:1, korunu přelivu je z hydraulických důvodů vhodné zaoblit. Koryto skluzu by mělo být pokud možno přímé bez oblouků. [5]



**Obr. 6-4** Výpočtové schéma bočního přelivu [5].

Výhodou bočních bezpečnostních přelivů jsou často vhodnější základové podmínky v boku nádrže, skluz neovlivňuje kompaktnost hrázového tělesa. [5]

Nevýhodou je naproti tomu dlouhá přelivná hrana, která může působit jako rušivý element v krajině. [5]

### **Popis navrženého stavebního objektu:**

Stavební objekt bezpečnostního přelivu je situován v pravé části hráze. Jeho přelivná hrana je kolmá k tělesu hráze. Je navržen jako boční přeliv se zaoblenou přelivnou hranou. Voda přepadá pouze z jedné strany, z druhé strany je přeliv zavázán do terénu. Boční přeliv se skládá z přelivné hrany, spadiště, skluzu, vývaru a odpadního koryta. Odpadní koryto od přelivu prochází lesním pozemkem a loukou. Je založeno v rostlé zemině s konstantní **šířkou 2m**. Všechny betonové konstrukce, které procházejí hrází, mají sklon stykové plochy 10:1. Povrch těchto konstrukcí je hladký bez nerovností a neomítaný.

Boční přeliv je navržen na stoletý průtok o hodnotě **2,09m<sup>3</sup>/s**. **Délka přelivné hrany je 3,7m se šířkou spadiště 2m**. Přepadovou část tvoří **spadiště** s délkou **1,8m a sklonem 2%**. Přeliv je umístěn v levé části hráze ve směru toku vody. Celá konstrukce je navržena z vodohospodářského železobetonu. Spadiště skluzu má jeden oblouk s konstrukčním poloměrem **R = 1m**. **Kóta přelivné hrany je 441,50m n. m.** Spadiště je vydlážděno dlažbou do betonu **tl.0,25m**.

Skluz je stejně jako spadiště navržen z vodohospodářského železobetonu. **Šířka skluzu je 2,0m**. Podélný sklon skluzu je **2 % s délkou 15,7m**. Skluz navazuje na spadiště, které je připojeno pomocí dilatační spáry, která je těsněná gumovým páskem. Přemostění skluzu na koruně hráze je provedeno ze železobetonových nosníků a zahrnuje pouze konstrukci mostovky se zábradlím.

Odpadní koryto je uměle zdrsňeno lomovým kamenem do betonu do 200kg. Šířka dna odpadního koryta **je 2m** se sklonem svahů **1: 1,5**. Odpadní koryto je rozděleno na dvě části. Část navazující na skluz má podélný sklon **10,05% a délku 38,5m**. Druhá část navazuje na první část a má podélný sklon **3,05% a délku 61,2m**. Obě části jsou spojeny dilatační spárou těsněnou gumovým páskem.

## 6.4 SO 04 Úprava dna nádrže.

Podmínky pro úpravu dna nádrže stanovují následující normy ČSN 75 2410, TNV 75 2401 a TNV 75 2415. [5]

Mezi tyto podmínky patří:

- Vytěžení ornice
- Odstranění možných zdrojů ohrožení jakosti vody
- Odstranění stromů a křovin pod čarou zátopy
- Odvodnění dna
- Vyrovnání dna

Při odtěžení ornice z budoucí zátopy pod úrovní hladiny stálého nadržení ponecháme posledních 0,15m humózní vrstvy z důvodu zachování úrodnosti dna. Ornice bude využita na povrchové úpravy vzdušného líce hráze.

Odstranění možných zdrojů ohrožení jakosti vody nejsou v případě sledované oblasti nutné. Po terénní pochůzce nebylo zjištěno žádné podobné znečištění ve formě lokálních černých skládek, septiků apod.

Ve sledované oblasti je nejdůležitější odstranění stromů a keřů pod čarou zátopy a to z důvodu jejího umístění v krajině. Tímto krokem chráníme stavbu nádrže před poničením a ucpáním spodních výpustí.

Pro vyrovnání dna nádrže je nutné odstranit lokální deprese vzniklé v průběhu stavby, a také ty které se zde vyskytovaly před stavbou nádrže.

Úplné odvodnění dna bude dosaženo pomocí koryta o šířce dna **1,0m**.

## 6.5 SO 05 Úprava zátopy.

Sem patří úprava části, ve které se nacházel zemník a dále se jedná o úpravu konce vzdutí a o úpravu litorální zóny. [5]

Úprava po zemníku bude provedena návaznosti na úpravu dna nádrže a to vyrovnáním svahů a utěsněním propustných vrstev. [5]

Úprava litorální zóny představuje úpravu místa, kde malá vodní nádrž přechází z vodního prostředí do okolí. Její hlavní funkcí je ochrana břehů před abrazí a nedílnou funkcí je její estetické začlenění do krajiny a environmentální funkce. [7]

Litorální zóna navržené zátopy bude upravena se **sklonem 1:4, 1:6 a 1: 10** pro vhodné začlenění do krajiny.

## 7. ZÁVĚR

V diplomové práci je navržena víceúčelová malá vodní nádrž s homogenní hrází výšky **5,5m** a sklonem svahů na návodním lici **1:3,7** a vzdušním lici **1:2,2**. Materiál, který je použit na hráz, je možné těžit ze zemníku nádrže. Jedná se o jíl s nízkou až střední plasticitou (CL – CD). Pro odvádění průsakových vod je navržen v patě hráze patní dren **DN 200**. Šířka koruny hráze je **3,0m a délka 143m**.

Výpustným zařízením je uzavřený požerák situovaný do středu hráze. Požerák je navržen z vodohospodářského železobetonu jako monolitická konstrukce s dlužemi o rozměrech **0,20m** a konstrukční výškou **5,22m**. Požerák je od výpustného potrubí oddělen diafragmou, která zabraňuje vzniku tlakového proudění. Výpustné potrubí **DN 600** je po celé délce, kterou prochází v hrázi, obetonováno se šikmými stěnami ve sklonu **10:1**. Jednotlivé části železobetonové konstrukce jsou spojeny dilatační spárou těsněnou gumovým páskem. Výpust' umožňuje úplné vypuštění nádrže a odvodnění jejího dna. Přístup na požerák je umožněn po ocelové lávce.

Pro bezpečné odvedení stoletého průtoku dosahujícího hodnot **2,09m<sup>3</sup>/s** je navržen v pravé části hráze boční přeliv. Boční přeliv je zavázán jednou stranou do terénu, k dispozici pro převedení povodňového průtoku je jedna přelivná hrana o přelivné délce **3,70m**. Přelivná hrana je navržena půlkulatého tvaru pro lepší přepad vodního paprsku. Boční přeliv je tvořen spadištěm o šířce **2,00m** a sklonem dna **2%**, skluzem v délce **15,70m** a sklonu **2%** a odpadním korytem o šířce dna **2,00m** a sklonem svahů **1:1,5**. Odpadní koryto je uměle zdrsňeno lomovým kamenem do betonu do 200kg. Konstrukce bočního přelivu je stejná jako konstrukce výpustného objektu. Boční přeliv je navržen z vodohospodářského železobetonu jako monolitická konstrukce. Jednotlivé části jsou spojeny dilatační spárou těsněnou gumovým páskem. Boční přeliv je přemostěn.

Dno nádrže má navržený spád ke korytu **1%** s úpravou břehů ve sklonu **1:4** a **1:6** v levé části zátopy, **1:6 a 1:10** v pravé části zátopy. Okolí vtoku do nádrže bude osázeno ostřicí šáchorovou a rákosem obecným pro jejich samočisticí schopnosti v půdním prostředí. V okolí vodní hladiny budou na levém břehu provedeny dosadby olší lepkavých a různých druhů vrb. Tím budou vytvořeny stinná místa s respektováním vstupů do vody. Porost plynule naváže na blízký les a vytvoří tak biokoridor.

Navržená malá vodní nádrž bude v povodí plnit následující funkce. Bude transformovat povodňovou vlnu, po průchodu povodňové vlny vyprázdí ochranný prostor až po hladinu zásobního prostoru. Dále bude plnit protierozních funkcí, jako je zachycení splavenin a zvýšení půdní vlhkosti v okolí nádrže. Pomůže tak optimalizovat vlhkostní poměry v krajině a vytvoří příznivé podmínky k rozvoji vegetace. Navržená malá vodní nádrž krajinu velmi vhodně revitalizuje a umožňuje růst rozmanitých rostlin a živočichů. V neposlední řadě bude navržená nádrž sloužit k rekreačním účelům a to v podobě přírodního koupaliště.



## 8. POUŽITÁ LITERATURA

[1] <http://is.muni.cz/>

[2] Culek, M. Biogeografické členění ČR, Praha, AOPK ČR, 2005, 589s, ISBN 8086064824

[3] [http://hydro.upol.cz/?page\\_id=17](http://hydro.upol.cz/?page_id=17)

[4] <http://www.esri.com/software/arcgis>

[5] Doležal, P. BS53 Rybníky a účelové nádrže – modul M01 – rybníky a účelové nádrže

[6] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže, Český normalizační institut, 1997

[7] Doležal, P., Golík, P., Říha, J., Torner, V., Žatecký, S. Malé vodní a suché nádrže, Praha, ČKAIT, 2011, 108S, ISBN 978-80-86364-16-2

## 9. SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 3-1</i> Zájmová lokalita [www.seznam.cz]. .....	13
<i>Obr. 4-1</i> Poloha zájmového území v Hercynské subprovincii [1]. .....	15
<i>Obr. 4-2</i> Poloha zájmového území z hlediska bioregionů [1]. .....	16
<i>Obr. 4-3</i> Klimatické regiony ČR [2]. .....	18
<i>Obr. 4-4</i> Rozšíření Dubobukového vegetačního stupně [1]. .....	20
<i>Obr. 5-1</i> Schéma veličin – výpočet průsaku homogenní hrází na nepropustném podloží [5].	26
<i>Obr. 5-2</i> Nomogram pro stanovení ročního výparu podle ČSN 75 2410. [7]. .....	29
<i>Obr. 5-3</i> Batygrafické čáry nádrže [5]. .....	31
<i>Obr. 5-4</i> Rozdělení prostoru v nádrži [5]. .....	34
<i>Obr. 5-5</i> Výpočtové schéma požeráku [5]. .....	35
<i>Obr. 5-6</i> Součinitel vtoku $K_{VO}$ [5]. .....	36
<i>Obr. 5-7</i> Zjednodušené výpočtové schéma bezpečnostního přelivu [5]. .....	40
<i>Obr. 5-8</i> Nomogram přepadového součinitele $\mu$ [5]. .....	41
<i>Obr. 5-9</i> Součinitel tvaru pilířů [5]. .....	41
<i>Obr. 6-1</i> Homogenní hráz na nepropustném podloží [6]. .....	46
<i>Obr. 6-2</i> Homogenní ochranná hráz s drenážní patkou [7]. .....	48
<i>Obr. 6-3</i> Ukázka patních drénů [5]. .....	49
<i>Obr. 6-4</i> Výpočtové schéma bočního přelivu [5]. .....	51

## 10. SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 5-1</i> Vstupní veličiny - DesQ – MaxQ. ....	23
<i>Tab. 5-2</i> Vstupní veličiny N=100 – DesQ – MaxQ. ....	23
<i>Tab. 5-3</i> N- leté maximální průtoky a objemy povodňových vln. ....	24
<i>Tab. 5-4</i> Ztráta průsakem hrází a jejím podložím dle Kudina. ....	27
<i>Tab. 5-5</i> Poloha depresní křivky. ....	27
<i>Tab. 5-6</i> Rozdělení ročního výparu ČSN 75 2410. [7] ....	29
<i>Tab. 5-7</i> Měsíční výpar. ....	30
<i>Tab. 5-8</i> Roční výpar. ....	30
<i>Tab. 5-9</i> Prázdňení nádrže. ....	31
<i>Tab. 5-10</i> Vstupní návrhové parametry požeráku. ....	36
<i>Tab. 5-11</i> Výpočtové parametry požeráku. ....	36
<i>Tab. 5-12</i> Přepad vody přes dluže spodní výpustí. ....	37
<i>Tab. 5-13</i> Vstupní návrhové parametry diafragmy. ....	38
<i>Tab. 5-14</i> Výpočtové parametry diafragmy. ....	38
<i>Tab. 5-15</i> Výtok otvorem. ....	38
<i>Tab. 5-16</i> Návrhové parametry skluzu a spadiště bočního přelivu. ....	42
<i>Tab. 5-17</i> Dokonalý přepad přes boční přeliv. ....	42
<i>Tab. 5-18</i> Nedokonalý přepad přes boční přeliv. ....	43
<i>Tab. 5-19</i> Návrhové parametry odpadního koryta z bočního přelivu. ....	43
<i>Tab. 5-20</i> Hodnoty pro návrh odpadního koryta. ....	43

*Tab. 6-1* Vhodnost zemin podle ČSN 75 2410, zatřídění podle ČSN 72 1001 a 73 1001 [5].47

*Tab. 6-2* Orientační sklony svahů pro homogenní hráz (upraveno podle ČSN 75 2410). ..... 48

## 11. SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 5-1</i> Průběh povodňové vlny v zájmovém povodí. ....	25
<i>Graf 5-2</i> Průběh depresní křivky. ....	28
<i>Graf 5-3</i> Čára zatopených ploch a objemů navrhované nádrže .....	33
<i>Graf 5-4</i> Konzumční křivka požeráku. ....	39
<i>Graf 5-5</i> Konzumční křivka odpadního koryta z bočního přelivu. ....	44
<i>Graf 5-6</i> Konzumční křivka bočního přelivu. ....	45

## 12. SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

$Q_{MAX}$	Maximální průtok
$Q_{100}$	Stoletý průtok
$W_{PTV}$	Objem návrhové povodně
$q$	Specifický průsak
$T$	Doba prázdnění nádrže
$F$	Zatopená plocha, plocha zátopy
$V$	Zatopený objem
$H_{SN}$	Hladina stálého nadržení
$H_{MAX}$	Maximální hladina v nádrži
$CL - CI$	Jíl s nízkou až střední plasticitou
$SO$	Stavební objekt
ČSN	Česká státní norma
$R$	Poloměr oblouku
$S$	Omočená plocha koryta
$O$	Omočený obvod koryta
$R_k$	Hydraulický poloměr koryta
$C$	Chézyho součinitel
$v$	Rychlost vody v korytě

### **13. PŘÍLOHY**

<b>A.1. PŘEHLEDNÁ SITUACE</b>	<b>M 1 : 10 000</b>
<b>A.2. PODROBNÁ SITUACE</b>	<b>M 1 : 1000</b>
<b>A.3. SO 01 PODÉLNÝ PROFIL HRÁZÍ</b>	<b>M 1 : 1000/100</b>
<b>A.4. SO 01 PŘÍČNÉ ŘEZY HRÁZÍ</b>	<b>M 1 : 100</b>
<b>A.5. SO 01VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ</b>	<b>M 1 : 100</b>
<b>A.6. SO 02 VÝPUSTNÝ OBJEKT</b>	<b>M 1 : 100</b>
<b>A.7. SO 03 PODELNÝ PROFIL BEZPEČNOSTNÍM PŘELIVEM</b> <b>M 1: 500/100</b>	
<b>A.8. SO 03 BEZPEČNOSTNÍ PŘELIV</b>	<b>M 1 : 50</b>
<b>A.9. SO 04PODÉLNÝ PROFIL NÁDRŽE</b>	<b>M 1 : 1000/100</b>
<b>A.10 SO 04 PŘÍČNÉ ŘEZY NÁDRŽÍ</b>	<b>M 1 : 200</b>