

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství



Návrh protipovodňové ochrany obce Koberžice **Design of flood protection in the village Koberžice**

Diplomová práce

Autor:

Bc. Jakub Svoboda

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vojtěch Václavík, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jakub Svoboda**

Studijní program: N2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 2102T006 Technologie a hospodaření s vodou

Téma: **Návrh protipovodňové ochrany obce Kobeřice**
Design of flood protection in the village Kobeřice

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Popis současného stavu protipovodňové ochrany obce
3. Specifikace problémů
4. Principy řešení (legislativní, technické)
5. Návrh variant řešení a rozpracování doporučené varianty
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

- ČSN 75 2410. Malé vodní nádrže. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- DOLEŽAL, P., GOLÍK, P., ŘÍHA, J., TORNER, V., ŽATECKÝ, S. Malé vodní a suché nádrže. 1. vydání. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2011. 108 s. ISBN: 978-80-86364-16-2.
- HANÁK, K., KUPČÁK, V., SKOUPIL, J., ŠÁLEK, J., TLAPÁK, V., ZUNA, J. Stavby pro plnění funkcí lesa. 1. vydání. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008, 300 s. ISBN: 987-80-87093-76-4.
- ŠEDIVÝ, V., VRÁNA, K. Vodní hospodářství: hydraulika, malé vodní nádrže, revitalizace krajiny. Vodňany: Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, 2011. ISBN 978-80-87096-14-7.
- VÁCLAVÍK, V. Účelové vodohospodářské nádrže, Ostrava, 2007. 126 s. ISBN 978-80-248-1336-3.
- VRÁNA, K., J. BERAN. Rybníky a účelové nádrže. Skripta ČVUT, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1998.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

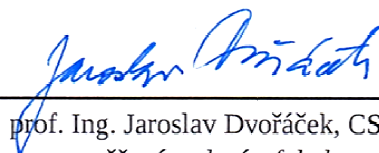
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vojtěch Václavík, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017



doc. Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.
vedoucí institutu



prof. Ing. Jaroslav Dvořáček, CSc.
pověřený vedením fakulty

Prohlášení

- *Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 - školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečné, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezentačnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce, Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že diplomová práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvořené díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne 30.4.2017

.....

Bc. Jakub Svoboda

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně její příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny podklady a použitou literaturu.

V Ostravě dne 30.4.2017

.....

Bc. Jakub Svoboda

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu doc. Ing. Vojtěchu Václavíkovi Ph.D. za odborné vedení, vstřícný přístup, cenné rady a za čas věnovaný konzultacím, které mi při zpracování mé diplomové práce poskytl.

Děkuji Českému úřadu zeměměřickému a katastrálnímu za poskytnutí a propůjčení geodetických a mapových dat potřebná k zpracování diplomové práce. Českému hydrometeorologickému ústavu děkuji za poskytnutí hydrologických údajů zájmového vodního toku. Také děkuji vedení obce Koberžice za poskytnutí informací o zájmové lokalitě a jejích obci.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za všestrannou podporu nejen při zpracování diplomové práce, ale i po celou dobu studia.

ANOTACE

Cílem diplomové práce je návrh protipovodňové ochrany - retenční nádrže v obci Kobeřice.

V teoretické části je zpracován současný stav lokality, specifikace problémů v daném území a legislativní i technické řešení problematiky suchých poldrů.

V experimentální části je zpracován návrh suchého poldru. Je zde zpracována varianta navržené nové hráze, návrh vypustného zařízení a bezpečnostního přelivu. V návrhu jsou obsaženy hydrotechnické výpočty, textová část a výkresová dokumentace, která obsahuje výkresy situace, podélného profilu nádrže, podélného profilu hráze, vzorového příčného řezu hráze a funkčního objektu.

KLÍČOVÁ SLOVA: protipovodňová ochrana, povodeň, retenční nádrž, malá vodní nádrž, přívalový déšť, Kobeřice

ABSTARCT

The objective of this thesis is design of flood protection - retention reservoir in the village Kobeřice.

The theoretical part contains the current state of the locality, specification of problems in the area and the legislative and technical solutions to the problems of dry polders.

In the experimental part is a proposal of the dry polder. There is processed a variant of the proposed new dam, proposal drainage facilities, and safety spillway. The proposal is contained, hydraulic calculations, text parts and design documentation, which includes drawings situation, longitudinal profile of the reservoir, longitudinal profile of the dam, cross-sectional sample of the dam and functional object.

KEYWORDS: flood control, flood, retention reservoir, dam, torrential rain, Kobeřice

Obsah

1	ÚVOD	1
2	POPIS SOUČASNÉHO STAVU PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY OBCE.....	3
2.1	Protipovodňová ochrana obce	3
2.2	Popis území	3
2.2.1	Klimatologické poměry	4
2.2.2	Hydrologické poměry	5
2.2.3	Hydrologická charakteristika toku v místě návrhu retenční nádrže	8
2.2.4	Geomorfologické a geologické poměry.....	9
2.2.5	Pedologické poměry	10
3	SPECIFIKACE PROBLÉMŮ.....	12
4	PRINCIPY ŘEŠENÍ (legislativní, technické).....	14
4.1	Legislativní.....	14
4.1.1	Zákony	14
4.1.2	Vyhlášky	14
4.1.3	České státní normy.....	15
4.1.4	Technické normy vodohospodářské	15
4.1.5	Metodické pokyny Ministerstva životního prostředí	15
4.2	Technické řešení ochrany před povodněmi.....	16
4.2.1	Malé vodní nádrže	16
4.2.1.1	Dělení MVN	17
4.2.1.2	Členění prostoru v nádrži.....	20
4.2.1.3	Využití malých vodních nádrží při ochraně před velkými vodami	22
4.2.2	Podklady pro návrh MVN.....	23
4.2.2.1	Mapové a geodetické podklady	23
4.2.2.2	Hydrologické a klimatické podklady	24
4.2.2.3	Inženýrsko-geologické, hydrogeologické a pedologické poklady.....	25
4.3	Hráze malých vodních nádrží.....	26
4.3.1	Materiál pro stavbu hráze	27
4.3.2	Návrh příčného profilu hráze	30
4.3.3	Svahy hráze.....	31

4.3.4	Odvodnění hráze a podloží	33
4.3.5	Koruna hráze	34
4.3.6	Opevnění povrchu hrází	35
4.3.7	Funkční zařízení malých vodních nádrží	35
4.3.7.1	Výpustné zařízení	36
4.3.7.2	Pojistné zařízení - bezpečnostní a nouzové přelivy	37
4.3.7.3	Odběrné objekty	38
5	NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A ROZPRACOVÁNÍ DOPORUČENÉ VARIANTY	39
5.1	Návrh variant řešení	39
5.2	Výběr doporučené varianty k rozpracování	39
5.2.1	Hráz	40
5.2.1.1	Návodní a vzdušní svah	41
5.2.1.2	Patní drén	42
5.2.2	Levostranný přítok	44
5.2.3	Výpustné zařízení	46
5.2.4	Bezpečnostní přeliv	52
5.2.5	Charakteristiky retenční nádrže	55
5.2.6	Transformace povodňové vlny	57
5.2.7	Výpočet doby prázdnění retenční nádrže přes dlužovou stěnu	58
5.2.8	Posouzení nutnosti vývaru	59
6	ZÁVĚR	62
7	FOTODOKUMENTACE	65
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
9	SEZNAM ZKRATEK	70
10	SEZNAM OBRÁZKU	71
11	SEZNAM TABULEK	73
12	PŘÍLOHY	74
12.1	Přílohy - výpočty	74
12.2	Přílohy - výkresy	74

1 ÚVOD

Voda představuje jeden z hlavních předpokladů života na Zemi a tvoří důležitou složku životního prostředí, jakožto obnovitelného přírodního zdroje podstatného významu.

V současnosti napomáhá značnému porozumění vody pro život a rozvoj společnosti i evidentní nástup změn klimatu ve spojení s globálním oteplováním zemského povrchu.

Je patrné, že ve velmi blízké době, dojde k větší nestálosti srážek v průběhu roku. Můžeme očekávat velmi srážkově bohatá období a také dlouhá období sucha. Důsledkem těchto stádií budou časté a velké povodně, nebo doba s malým množstvím srážek a nízkou vlhkostí, což nepříznivě působí zejména na zemědělství a zásobování vodou.

Povodně jsou přírodní fenomén, jemuž nelze zabránit. Představují nejvyšší bezprostřední ohrožení pro země s vysokou urbanizací a životní úrovní, především pro země střední Evropy. Nepravidelný výskyt a variabilní rozsah povodní negativně ovlivňují vnímání rizik, která přinášejí, čímž komplikují realizaci preventivních opatření. Hrozící nebezpečí v oblasti přírodních katastrof je příčinou závažných krizových situací, při kterých vznikají rozsáhlé materiální škody a ztráty na životech obyvatel zasažených území. Povodňové události katastrofických rozměrů posledních let poukázaly na ničivou sílu vody a upozornily na přítomnost problematiky spojené s ochranou a prevencí proti povodním.

Ochranu před povodněmi rozumíme opatření, které předchází a minimalizují škody při povodních na životech a majetku občanů, společností a na životním prostředí. Především zvyšováním retenční schopnosti povodí a ovlivňováním průběhu povodní.

Účelem protipovodňové ochrany je největší možné snížení škod v důsledku zaplavení především urbanizovaného území. Je zjevné, že nelze dosáhnout absolutní ochrany proti povodním. Můžeme částečně omezit a ovlivnit povodňové kulminační průtoky, transformovat povodňovou vlnu a tím lze příznivěji ovlivnit časový průběh povodní. To nám umožňuje přijmout účinnější opatření pro záchranu životů a majetku.

Diplomová práce se zabývá návrhem malé vodní nádrže tzv. "retenční nádrže" v obci Kobeřice. Tato obec se v posledních letech setkává s tzv. "bleskovou povodní" vyvolanou krátkými a intenzivními srážkami.

2 POPIS SOUČASNÉHO STAVU PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY OBCE

2.1 Protipovodňová ochrana obce

Obec Koberžice se nachází v území, ve kterém ji neohrožuje žádný větší vodní tok. V obci protéká Oldřišovský potok, který prochází z velké části zastavěným územím obce. V obci se v současné době nenachází žádné protipovodňové opatření a také obec nemá vypracovaný protipovodňový plán.

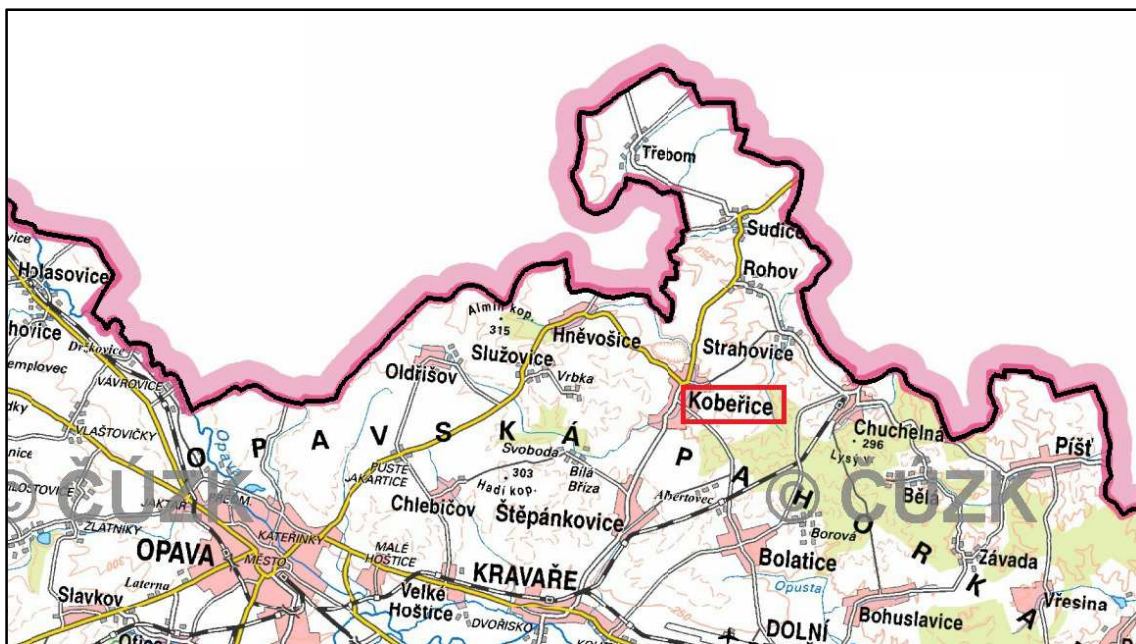
Pro obec jsou největší hrozbou tzv. přívalové deště a ty mohou způsobit bleskové povodně. Čemuž napomáhá poloha obce z hlediska geomorfologie terénu v jejím okolí a využívání okolní půdy k zemědělským účelům.

2.2 Popis území

Koberžice jsou umístěny v Moravskoslezském kraji, okresu Opava ve správním území ORP Kravaře. Rozkládají se nedaleko od hranic s Polskou republikou, východně od masivu Hrubého Jeseníku v Opavsko - Hlučínské pahorkatině. Jsou situovány přibližně 25 km severozápadně od krajského města Ostravy a asi 14 km severovýchodně od okresního města Opavy (Obr. 1) [1].

V obci je 3301 trvale žijících obyvatel (k 1.1.2016)¹. Katastrální území obce Koberžice činí celkovou plochu 1715 ha v nadmořské výšce 251 m n. m. Obytná zástavba v obci je tvořena převážně rodinnými domy rozmístěnými okolo místních komunikací. Středem obce vede komunikace II. třídy Rohov-Kravaře-Štítina a okrajem obce je vedena železniční vlečka sádrovcového dolu. Obcí protéká Oldřišovský potok, který se na hranicích s Polskou republikou vlévá do vodního toku Bílá voda [1, 3].

¹ ČSU = Český statistický úřad [2]



Obr. 1 Mapa obec Koberžice [4]

2.2.1 Klimatologické poměry

Hodnocené území spadá do klimatického regionu MT 10 a nachází se v mírně teplé klimatické oblasti s průměrnou roční teplotou 7,5 - 8,5°C. Dnů s průměrnou teplotou nad 10°C je do roka 140 - 160. Počet letních dnů je ročně 40 - 50, počet ledových dnů je kolem 30 - 40, počet dnů se sněhovou pokrývkou je do roka 50 - 60. Počet srážkových dnů je ročně okolo 100 - 120, srážkový úhrn představuje 600 - 700 mm za rok. Charakterizace léta v této oblasti je jako mírně suché a teplé, zima jako velmi suchá a mírně teplá. Teploty v dubnu a říjnu dosahují průměrné hodnoty 7 - 8°C [3].

Průměrný dlouhodobý úhrn srážek činí 659 mm, kdy v červenci je maximum (97 mm) a v únoru minimum (23 mm). V následující tabulce (Tab. 1) jsou další vybrané klimatologické charakteristiky [3].

Tab. 1: Vybrané klimatologické charakteristiky obce Kobeřice [3]

Klimatologické charakteristiky	Hodnoty
Počet zimních dnů	110 - 130 dnů
Průměrná lednová teplota	-2 až -3°C
Srážkový úhrn ve vegetačním období	450 - 500 mm
Průměrná teplota v červenci	17 - 18°C
Průměrný roční úhrn srážek	1160 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 60 dnů
Počet letních dnů	30 - 50 dnů

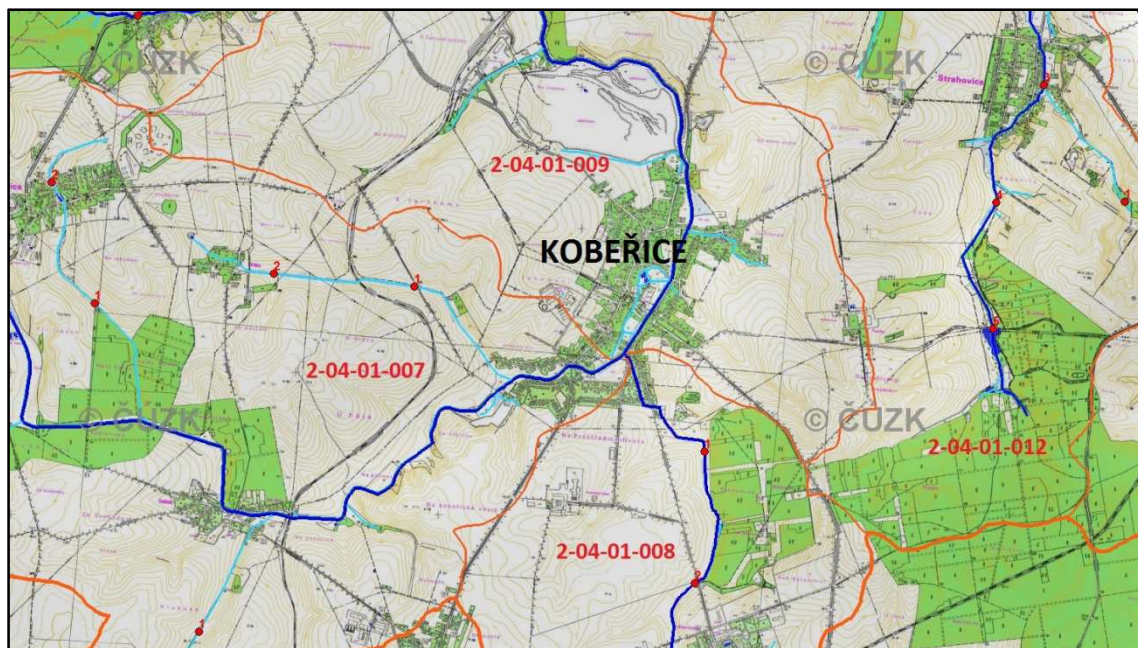
2.2.2 Hydrologické poměry

A) Povrchová voda

Území obce Kobeřice je odvodňováno vodními toky druhého a třetího řádu. Největším vodním tokem v posuzované lokalitě je Oldřišovský potok, který dále pokračuje na území Polské republiky jako vodní tok Bílá voda, kde se následně vlévá do řeky Odry.

Průměrný specifický odtok v oblasti je $3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Na Oldřišovském potoce jsou umístěny malé vodní nádrže, které neslouží jako protipovodňová ochrana obce.

Jihozápadní část území obce patří do povodí Bílé vody (Oldřišovského potoka) nad Albertoveckou příkopou (ČHP 2-04-01-007), jihovýchodní část spadá do povodí Albertovecké příkopy (ČHP 2-04-01-008), severní část území patří do povodí Bílé vody pod Albertoveckou příkopou (ČHP 2-04-01-009) a východní výběžek do povodí Strachovického potoka (ČHP 2-04-01-012). Vodní toky spadají pod Zemědělskou vodohospodářskou správu (Obr. 2, Tab. 2) [3].



Obr. 2 Mapa obce Kobeřice - Hydrologická povodí [4]

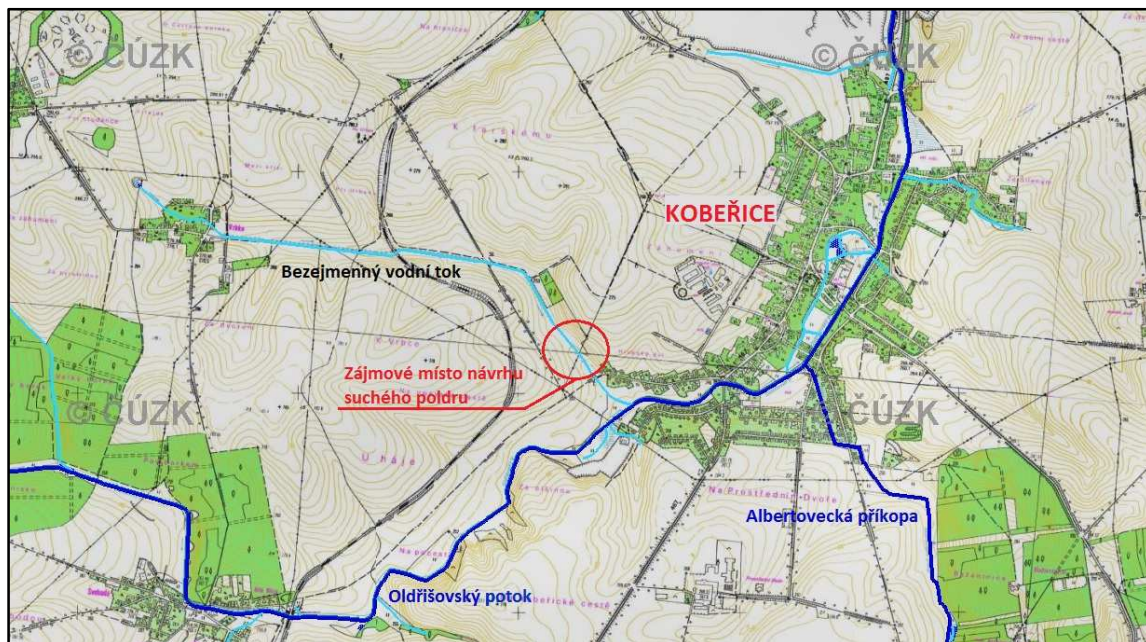
Tab. 2: Přehled a plocha povodí IV. řádu [4]

Povodí IV. Řádu	Plocha povodí [km ²]
2-04-01-007	28,70
2-04-01-008	6,78
2-04-01-009	9,52
2-04-01-012	12,24

Oldřišovský potok protéká zastavěným územím obce a její koryto je upraveno na průtok Q_{100} . Z potoku je v centru obce zásoben rybník i požární nádrž.

Existují návrhy pro úpravu odtokových poměrů z území Kobeřic: obnova náhonu z Bílé vody, vybudování záchytného příkopu v lokalitě Šílené a realizace protierozních opatření na zemědělské půdě. Na Alberovecké příkopě je navržena retenční nádrž Pod Bažanticí o ploše 3,55 ha, objemu 42 000 m³ a výšce hráze 4,5 m, která má zajistit transformaci povodňové vlny při Q_{50} z povodí [3].

Žádné z těchto plánovaných opatření neřeší odtokové poměry a hrozící nebezpečí v důsledku bleskových povodní od bezejmenného toku tekoucího z osady Vrbka (Obr. 3).



Obr. 3 Mapa obce Koberžice - Zájmové území návrhu suchého poldru [4]

B) Podzemní voda

Popisované území spadá do hydrogeologického rajónu č. 155 Glacigenní sedimenty Opavské pahorkatiny.

Doplňování zvodně je sezónní, s maximálním stavem hladiny podzemní vody v měsících březnu až dubnu a minimálním stavem hladiny podzemní vody v měsících září až listopad. Specifický průměrný odtok činní hodnoty $1,0 - 1,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$.

Zdrojem dotace podzemní vody pro širší okolí jsou prakticky srážky. Ve vodní bilanci připadá na povrchový odtok přibližně 20 %, na infiltraci a podzemní odtok přibližně 7 % a na výpar a evapotranspiraci přibližně 73 %.

Dle hydrogeologických průzkumů je podzemní voda v dané oblasti vázána na vrstvu kvartérních glacilakustrinních sedimentů s průlinovou propustností. Směr proudění podzemní vody v popisované oblasti je proměnlivý, který se kryje se směrem

odtoku povrchových vod. Hlavní směr proudění podzemních vod je k severu a k východu.

Svrchní zvoděň tvoří soustava průlinových kolektorů o volné nebo mírně napjaté hladině podzemní vody se spádem k severovýchodu. Tato vrstva je dotována infiltrací srážkových vod a povrchovými toky a představuje zónu intenzivního proudění.

Spodní zvoděň je oddělena od svrchní a to nepropustnou vrstvou jílu v nejsvrchnější poloze neogenních sedimentů. Tato vrstva je dotována jen v místech netěsností tohoto stropu, nebo v místech, kde poloha vrstvy jílu byla odstraněna erozí [3].

2.2.3 Hydrologická charakteristika toku v místě návrhu retenční nádrže

V místě návrhu retenční nádrže protéká bezejmenný vodní tok, který je levostranným přítokem Oldřišovského potoka (Obr. 3). Celková délka tohoto toku činí 2,64 km a jeho hydrologické charakteristiky byly získány a poskytnuty na žádost z ČHMÚ.

Tab. 3: Hydrologické údaje LP Oldřišovského potoka [ČHMÚ]

Vodní tok	Levostranný přítok Oldřišovského potoka (HOZ - IDVT 10217069)
Číslo hydrologického pořadí	2-04-01-0070
Profil	ř. km cca 0,370 - Přítok od osady Vrbka, JZ od Obce Koberžice

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P_a	628 mm
Dlouhodobý průměrný průtok Q_a	9,1 l·s ⁻¹
Třída	IV

M-denní průtoky Q_{Md} [l·s ⁻¹]													
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	Tř.
23,0	15,0	11,0	8,0	6,3	4,9	3,9	3,0	2,3	1,6	1,0	0,5	0,1	IV

N-leté průtoky Q_N							$[m^3 \cdot s^{-1}]$
1	2	5	10	20	50	100	Tř.
0,9	2,4	2,1	2,8	3,5	4,6	5,5	IV

V území obce se nachází jednotná kanalizace, která zajišťuje transport odpadních vod na ČOV Kobeřice. Čistírna odpadních vod je navržena jako mechanicko - biologická s vysokou účinností čištění odpadních vod, která zajišťuje spolehlivou likvidaci splaškových odpadních vod od obyvatel obce Kobeřice [7].

2.2.4 Geomorfologické a geologické poměry

Území obce Kobeřice spadá do provincie Středoevropská nížina, subprovincie Středopolská nížina, oblasti Slezská nížina, celku Opavská pahorkatina, podcelku Hlučínská pahorkatina a okrsku Kobeřická pahorkatina.

V Hlučínské pahorkatině bylo prokázáno dvojí zalednění (Krakovské a Středopolské). Jedná se o území velmi ploché, až na oblast Hlučínské čelní náporové morény probíhající z Opavska přes Hlučín do Ostravské pánve. Střední výška území je 259,1 m n. m. a střední sklon pahorkatiny je 2°. Okrsek Kobeřická pahorkatina zaujímá plochu 123,49 km², je tvořena sedimenty pleistocenního pevninského zalednění a sprašovými hlínami. Základní rysy tvoří široce zaoblené rozvodní hřebeny, plošiny a mírně skloněné svahy. Profil údolí je úvalovitý a neckovitý, často jsou suchá a asymetrická. Četná jsou holocenní údolí a svahové strže. Nejvyšší bod je kopec Almín 315,0 m n. m.

Území je nepatrně zalesněné, převažují převážně smrkové nebo smíšené lesy s dominantní borovicí lesní a ostrůvkovitým podrostem břízy bradavičnaté. Vyskytuje se zde křovinné patro a bohatý bylinný podrost s výrazným jarním aspektem. Tvoří jej např. vrba jíva, třtina křovištní, ostružník maliník, kapradiny a heřmánkovec přímořský. V okolních lesních porostech najdeme kromě dominantních dřevin (smrk) i vtroušeniny dubu letního, třešně ptačí, lípy a klenu, v podrostu pak trnku, ostružník, bez aj.

V blízkosti hnojených pozemků se projevuje nežádoucím způsobem eutrofizace. Na březích drobných vodních toků se vyskytuje kopřiva dvoudomá, bršlice, hluchavka skvrnitá, šťovík tupolistý aj. Severozápadně od obce se nachází sádrovcový důl [3, 5].

2.2.5 Pedologické poměry

Z pedologického hlediska posouzení půdy v katastrálním území obce Kobeřice se jedná o hnědozemní oblast a je zařazeno do zemědělské přírodní oblasti nížinné. Terén je mírně až středně zvlněný a slabě členitý. Toto území patří k oblastem s nejhodnotnějšími půdami. Erozní ohroženost je zde poměrně malá. Poměr využívání půdní kultury v obci je zobrazen v Tab. 3 [3].

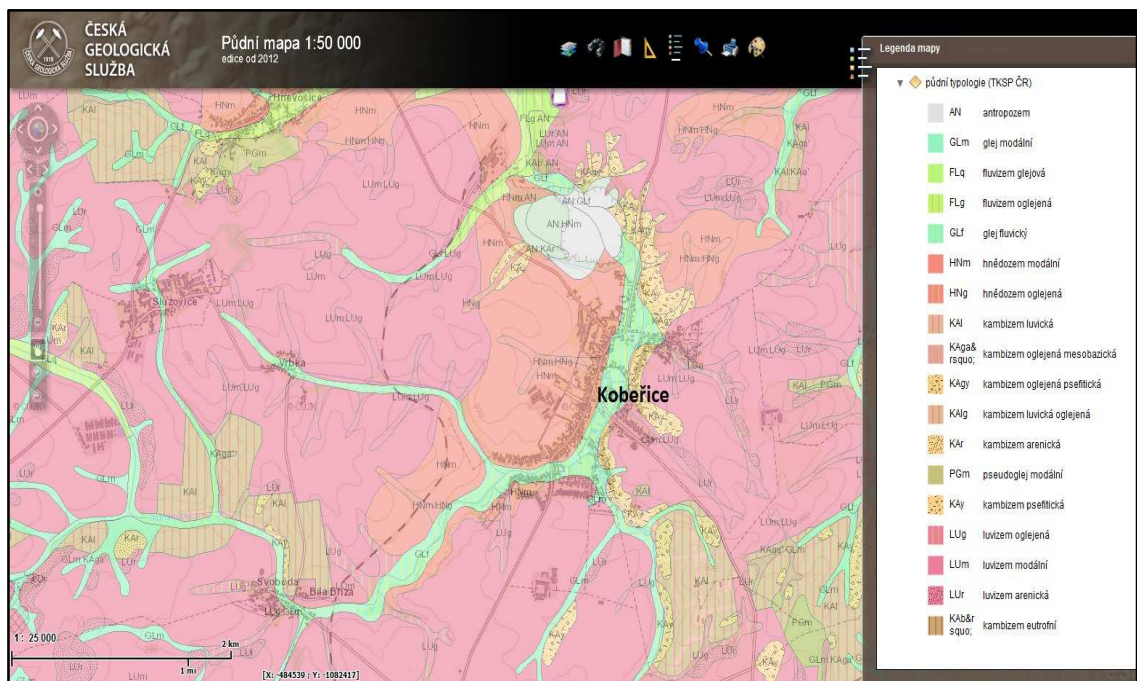
V katastru obce nejsou realizovány žádné odvodňovací akce a popisované území je řazeno do zemědělské výrobní oblasti řepářské.

Tab. 4: Poměr půdní kultury [3]

Kultura	Výměra [ha]	Podíl na výměře v katastru obce [%]	Podíl na výměře zemědělské půdy [%]
Výměra katastrálního území	1715	100	-
Zemědělská půda	1231	72	100
Orná půda	1092	64	89
Trvalý travní porost celkem	94	16	8

Převládající druhy půd v řešeném území (Obr. 4) - hlavní půdní jednotky dle vyhlášky č. 546/2002 Sb. (kterou se mění vyhláška č. 327/1998 Sb., kterou se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci):

- 12 - Hnědozemě modální, kambizemě modální a kambizemě luvické. Všechny na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké s těžkou spodinou, vododržné, ve spodině s místním převlhčením.
- 14 - Luvizemě modální, hnědozemě luvické na sprašových (prachových) hlínách nebo svahových (polygenetických) hlínách s výraznou eolickou příměsí, středně těžké s těžkou spodinou, s příznivými vláhovými poměry.
- 22 - Půdy arenického subtypu, regozemě, pararendzimy, kambizemě na mírně těžších substrátech typu hlinitý písek nebo písčité hlína s vodním režimem příznivějším.
- 47 - Pseudogleje modální, pseudogleje luvické, kambizemě oglejené na svahových (polygenetických) hlínách, středně těžké, ve spodině těžší až středně skeletovitě, se sklonem k dočasnému zamokření.
- 58 - Fluvizemě glejové na nivních uloženinách s podlozím teras, středně těžké, slabě skeletovitě, hladina vody níže 1 m, vláhové poměry po odvodnění příznivé.



Obr. 4 Půdní mapa obce Kobeřice [6]

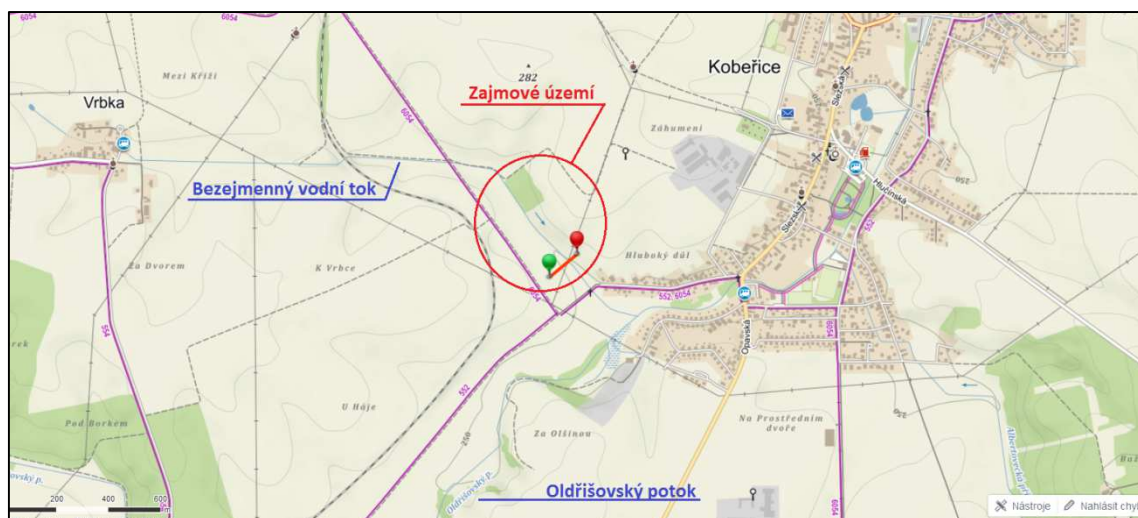
3 SPECIFIKACE PROBLÉMŮ

Výskyt povodní v katastrálním území obce Kobeřice způsobuje morfologie terénu obce a občasný výskyt přívalových dešťů. Obec naposled zasáhly povodně v červnu roku 2010 (Obr. 5). Povodí Oldřišovského potoka je především tvořeno zemědělsky obhospodařovanou půdou. Svahy nacházející se v tomto území nejsou opatřeny krajinnými prvky (např. stromořadí, meze apod.) a také se zde nenachází protierozní opatření. V důsledku toho je velmi omezená retenční schopnost krajiny, rychlost odtoku srážkových vod z krajiny je vysoká a také dochází k erozi půdy na těchto pozemcích. Tímto dochází k přímému ohrožení pozemků, obytných domů a obyvatel obce vodou z přívalových dešťů.



Obr. 5 Povodně roku 2010 v obci Kobeřice [8]

V diplomové práci je řešen návrh retenční nádrže v zájmovém území (Obr. 5) na levostranném přítoku Oldřišovského potoka, který akumuluje tyto přívalové srážky a následně umožní jejich pozvolný a rovnoměrný odtok do již zmíněného potoka. Dojde k odlehčení vysokých průtoků vody během povodňových stavů a snížení rizika rozlití vody mimo koryto Oldřišovského potoku.



Obr. 6 Lokalizace zájmového území v obci Koberžice [9]

4 PRINCIPY ŘEŠENÍ (legislativní, technické)

4.1 Legislativní

Pro navrhování malých vodních nádrží a suchých nádrží je potřebné dodržovat a řídit se ustanoveními závazných předpisů. Těmi jsou především zákony, vyhlášky, nařízení vlády a příslušné metodické pokyny. Účelné ve většině případu je současné dodržování ustanovení a doporučení souvisejících platných norem, technických standardů a typizačních předpisů, jež jsou obvykle odrazem a souhrnem současného stavu poznání v dané problematice [10].

4.1.1 Zákony

- *Zákon č. 254/2001 Sb., „o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)“*
- *Zákon č. 183/2006 Sb., „o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)“*
- *Zákon č. 334/1992 Sb., „o ochraně zemědělského půdního fondu“*
- *Zákon č. 360/1992 Sb., „o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků ve výstavbě“*

4.1.2 Vyhlášky

- *Vyhláška č. 471/2001 SB., „o technicko-bezpečnostním dohledu nad vodními díly“*
- *Vyhláška č. 590/2002 Sb., „o technických požadavcích pro vodní díla“*
- *Vyhláška č. 380/2002 Sb., „k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva“*
- *Vyhláška č. 195/2002 Sb., „o náležitostech manipulačních a provozních řádů vodních děl“*

4.1.3 České státní normy

- ČSN 75 0101 „Vodní hospodářství - Základní terminologie“
- ČSN 72 1006 „Kontrola zhutnění zemin a sypanin“
- ČSN 73 6114 „Vozovky pozemních komunikací - Základní ustanovení pro navrhování“
- ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“
- ČSN 75 0120 „Vodní hospodářství - Terminologie hydrotechniky“
- ČSN 75 2310 „Sypané hráze“
- ČSN 75 2340 „Navrhování přehrad - Hlavní parametry a vybavení“
- ČSN 75 2405 „Vodohospodářská řešení vodních nádrží“
- ČSN 75 2410 „Malé vodní nádrže“
- ČSN 75 4500 „Protierozní ochrana zemědělské půdy“
- ČSN EN 1997 Eurokód 7 „Navrhování geotechnických konstrukcí“

4.1.4 Technické normy vodohospodářské

- TNV 75 2415 „Suché nádrže“
- TNV 75 2005 „Pozorování a měření konstrukcí vodních děl“
- TNV 75 2935 „Posuzování bezpečnosti vodních děl při povodních“

4.1.5 Metodické pokyny Ministerstva životního prostředí

- MP č. 10/98, „k zabezpečení technicko-bezpečnostního dohledu na hrázích malých vodních nádrží IV. kategorie“
- MP č. 11/98, „k vegetaci na nízkých sypaných hrázích“

- *MP č. 37380/2010-15000, „o technicko-bezpečnostním dohledu nad vodními díly“*

4.2 Technické řešení ochrany před povodněmi

Úkolem technických opatření je primárně zmírnění účinků povodně zachycením části jejího objemu a tím snížení kulminačního průtoku nebo zabránění rozlivů.

Tyto systémová opatření, jež slouží ke zpomalení odtoku a akumulaci vody v povodí, kladně ovlivňují míru ochrany na úseku vodního toku, nebo části povodí a nezhoršují situaci v níže položených oblastech. Realizaci těchto opatření zajišťuje stát a jedná se o nádrže s retenčním účinkem, poldry a ochranné hráze. S výstavbou vodohospodářských děl jsou spojeny náklady na jejich udržování v bezpečném provozuschopném stavu. Je rovněž potřebné zajistit technicko-bezpečnostní dohled a uplatnit využití moderní měřicí, ovládací i řídicí techniky při provozu a manipulaci s akumulovanou vodou.

Malé vodní nádrže mají většinou méně významnou retenční schopnost a primárně slouží k zachycení malých povodní. Transformace povodňové vlny těmito nádržemi pomáhá v lokálním měřítku (v jednotlivých dílčích povodích) získat čas k aktivizaci ochrany lidí a majetku níže na vodním toku.

Lokální protipovodňová opatření slouží k ochraně jednotlivých sídel, která jsou zodpovědná za jejich realizaci. Úkolem státu je koordinace výstavby obou typů ochranných opatření pomocí systematického plánování tak, aby nezhoršovaly průběh povodní dále na vodním toku [15].

4.2.1 Malé vodní nádrže

Malými vodními nádržemi (MVN) jsou označovány umělé nádrže, jež mají malou hloubku vodní hladiny, menší objem a zatopenou plochu, které slouží potřebám národního hospodářství. Pojem malé vodní nádrže je definován českou státní normou ČSN 75 2410 - Malé vodní nádrže [16].

Parametry, které vymezují Malou vodní nádrž [16]:

- objem nádrže po hladinu ovladatelného prostoru je max. 2 mil. m³,
- přípustná hloubka nádrže je max. 9 m .

Prvotním impulzem výstavby MVN bylo zvyšování akumulčního a retenčního (ochranného) potenciálu území. I v současnosti jsou primární rekonstrukce a návrhy nových nádrží s cílem zadržet vodu v krajině, zpomalit odtok vody ze srážek a vyrovnat průtoky v průběhu roku (ovlivnit vodohospodářskou bilanci povodí). Pozitivní vliv MVN mají z hlediska ekologické stability, nebo protierozní ochrany území a působí jako stabilizační prvek hydrografické sítě [17, 33].

4.2.1.1 Dělení MVN

Malé vodní nádrže se rozdělují podle účelu použití, pro který byly primárně budovány. Tyto nádrže plní funkci svého určení a k tomu pak vedlejší další dílčí funkce. Charakteristika tohoto dělení může být jako provozně funkční [16].

Primární dělení MVN dle jejich účelu [16, 17, 30]:

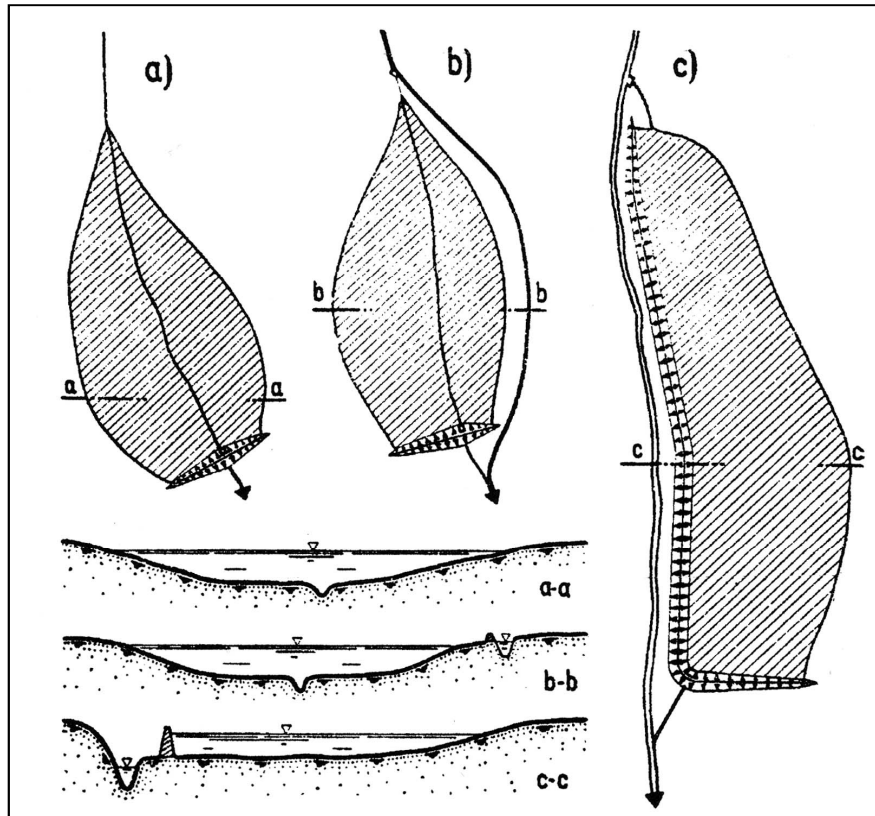
- *Zásobní nádrže* - nádrže, které akumulují vodu v době jejího přebytku s možností užívání akumulované vody v době nedostatku.
Řadí se zde nádrže vodárenské, průmyslové, energetické, závlahové, kompenzační, retardační a zálohové.
- *Ochranné nádrže* - jsou určeny k zachycení povodňových odtoků a transformaci povodňové vlny. Tím ochraňují zájmová území před účinky velkých vod.
Patří sem zejména suché poldry, retenční nádrže se zásobním prostorem, protierozní, dešťové a vsakovací nádrže.
- *Rybochovné nádrže* - objekty, kde je vytvořeno prostředí vhodné pro chov ryb s možností jeho úplného a pravidelného vypouštění.

Mezi tyto objekty se řadí výtěrové a třecí rybníky, plůdkové výtažníky, komorové a hlavní rybníky, sádky a karanténní rybníky.

- *Hospodářské nádrže* - tyto nádrže plní konkrétní hospodářskou funkci.
Jedná se o nádrže protipožární, pro chov drůbeže a pěstování vodních rostlin, napájecí a plavicí, výtopové zdrže.
- *Stabilizační nádrže* - nádrže upravující vlastnosti vody a to fyzikálních, chemických a biologických. K tomuto účelu je využíváno primárně samočisticích procesů, jež probíhají přirozeně ve vodním prostředí.
Zde se řadí nádrže chladicí, přehřívací pro závlahové účely, usazovací na zachycování splavenin, aerobní a anaerobní biologické k čištění odpadních vod, dočišťovací biologické.
- *Speciální účelové nádrže* - slouží ke konkrétním provozním potřebám.
Jsou to nádrže recirkulační, vyrovnávací, přečerpávací, rozdělovací a závlahové vodojemy.
- *Asanační nádrže* - objekty, které jsou užívané k asanaci narušeného území lidskou činností. Slouží konkrétně k zachycování a uskladnění látek, jež by mohly poškodit životní prostředí.
Jedná se o nádrže záchytné, skladovací na vodu, otevřené vyhnívací na kal, rekultivační, skladovací laguny.
- *Rekreační nádrže* - nádrže sloužící k odpočinku, vodním sportům opatřené speciálním vybavením, upraveným přístupem a okolím nádrže.
Zde patří přírodní koupaliště, nádrže pro plavání a vodní sporty.
- *Nádrže krajnotvorné v obytné zástavbě* - jsou určeny ke zlepšení ekologické funkce a estetickému rázu krajiny, architektury, sídlišť a parků. Nádrže mohou optimalizovat vlhkostní poměry v krajině a vytvářet příznivé podmínky k rozvoji vegetace, či tvorby biocenter.
K tomuto využití slouží nádrže hydromeliorační, okrasné, návesní rybníčky, umělé mokřady a nádrže na ochranu biotopů.

Rozdělení MVN dle polohy a typu hráze:

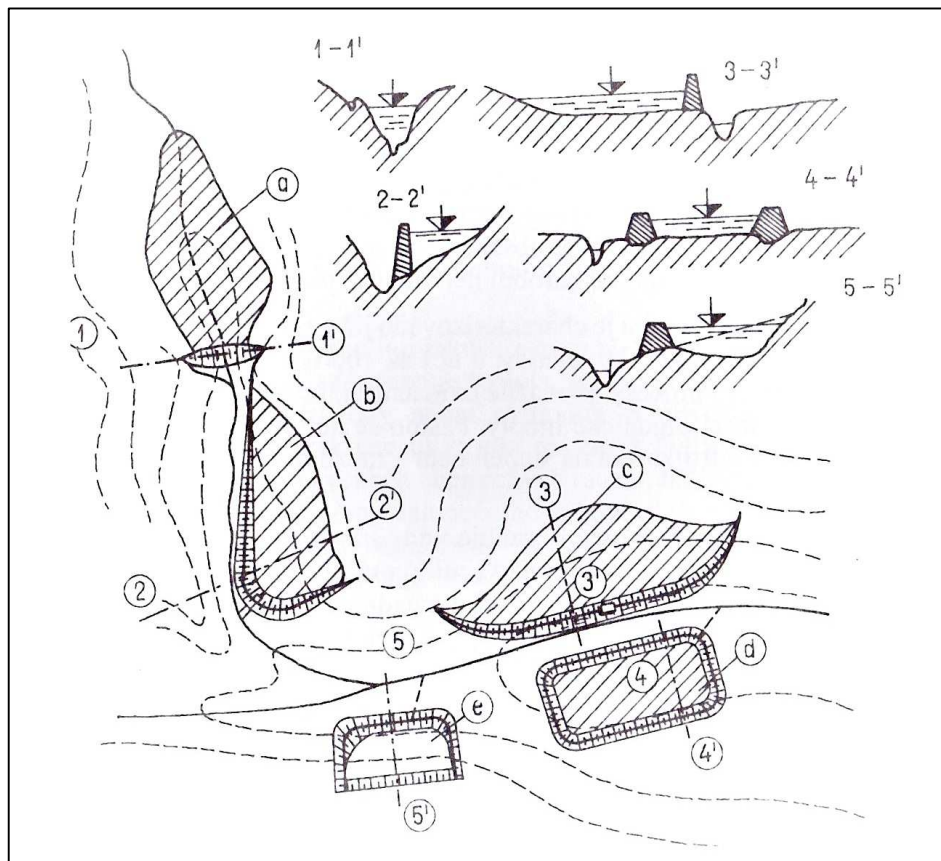
- Podle způsobu přívodu vody do nádrže se dělí na (Obr. 7) [19]:
 - a) průtočné,
 - b) obtokové,
 - c) boční.



Obr. 7 Dělení nádrží dle přívodu vody [19]

- Podle zásobení nádrže vodou se dělí na [19]:
 - a) dešťové (nebeské),
 - b) pramenné,
 - c) říční (potoční).
- Podle polohy nádrže k toku (Obr. 8) [16]:
 - a) údolní (obvykle krátké hráze v nejužším místě údolí),
 - b) břehové (hráz po obvodu zatopené zóny),
 - c) boční,

- d) hrázové,
- e) kombinované.



Obr. 8 Poloha nádrže k toku [16]

4.2.1.2 Členění prostoru v nádrži

Dno, břehy, hráz a zatopená plocha nádrže vymezují uspořádání celkového prostoru v nádrži. Vytvoření tohoto prostoru je možno dosáhnout vykopávkou, ohrazením, případně kombinací uvedených způsobů [16].

Prostor v nádrži je z funkčního hlediska členěn na (Obr. 8) [16, 20, 24]:

- Prostor stálého nadržení (mrtvý prostor)

Nachází se mezi dnem nádrže a nejnižše provozně přístupnou hladinou (hladinou stálého nadržení). Vypuštění tohoto prostoru je jen výjimečné. Voda z

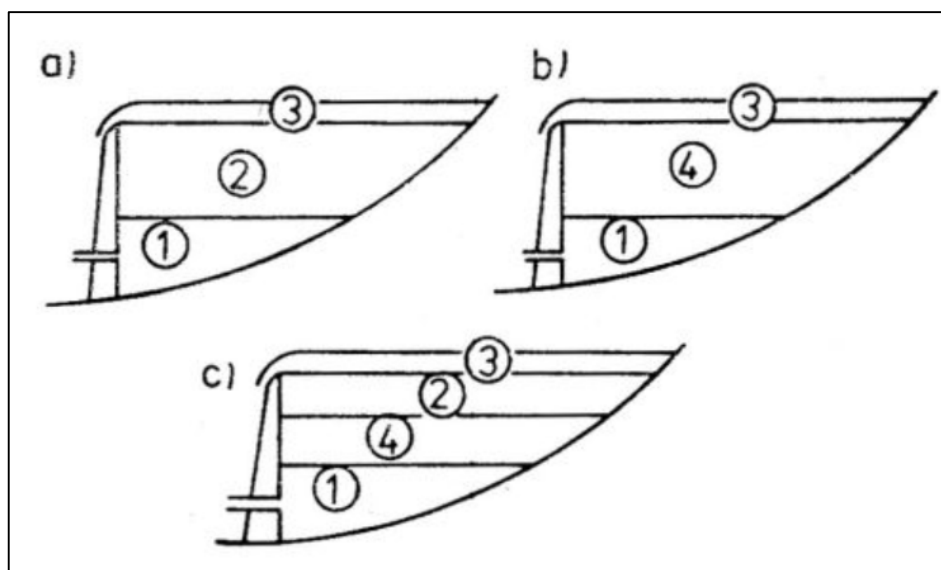
tohoto prostoru se nevyužívá. Tento prostor je potřebný k správnému umístění odběrných zařízení, která je potřeba chránit před zanášením splaveninami a nesmí docházet k jejich strhávání do těchto zařízení.

- Zásobní prostor (akumulační, užitkový prostor)

Leží nad stálým prostorem a je omezen nejvyšší provozní hladinou (hladinou zásobního prostoru). Je určen pro vodohospodářské účely (zásoba vody, závlahy, apod.).

- Ochranný prostor (retenční prostor)

Dělí se na ovladatelný a neovladatelný přepadový prostor. Ovladatelný prostor se nachází nad zásobním prostorem a je omezen korunou přelivu. Tento prostor zachycuje povodňové vlny. Neovladatelný prostor je vymezen korunou přelivu až po tloušťku přepadového paprsku (nejvyšší vzdutou hladinou).



Obr. 9 Členění prostoru v nádrži [20]

a) ochranná nádrž, b) zásobní nádrž, c) smíšená nádrž;

1- prostor stálého nadržení, 2- ochranný prostor ovladatelný, 3- ochranný prostor neovladatelný, 4- zásobní prostor

4.2.1.3 Využití malých vodních nádrží při ochraně před velkými vodami

Prvotní způsob protipovodňové ochrany v krajině je převedení největšího možného množství dešťových vod infiltrací do podzemních vod soustavou agrotechnických a protierozních opatření, či speciálních pozemkových úprav. Na tyto opatření navazuje akumulace vody v malých vodních nádržích a přírodních řízených mokřadech s následným využíváním akumulované vody k řízení vodního režimu v krajině.

K základním vodohospodářským opatřením patří ochranné (retenční) nádrže, jež jsou určeny k ochraně krajiny, staveb a zařízení před nepříznivými účinky velkých vod. Jejich základním úkolem je akumulace vrcholu povodňové vlny a splavenin v ochranném (retenčním) prostoru nádrže a transformaci této vlny na přijatelnou hodnotu. MVN charakteru ochranné nádrže jsou využívány zejména v horních částech povodí s malými vodními toky. Tyto nádrže plní funkci ochrannou s přesně definovaným ochranným prostorem, u nichž je ochranná funkce dominantní. Přehled MVN a jejich využití při ochraně před velkými vodami je znázorněn v tab. 5 [16, 18].

Tab. 5: Rozdělení MVN při ochraně před velkými vodami [16]:

a) Malé vodní nádrže s dominantní ochranou funkcí

<i>Druh opatření</i>	<i>Způsob využití při řešení ochranných funkcí</i>
Ochranné (retenční) nádrže	zachycování a transformace ochranným prostorem
Protierozní nádrže	zachycování splavenin, transformace průtoku

b) Malé vodní nádrže s významnou ochrannou funkcí

<i>Druh opatření</i>	<i>Způsob využití při řešení ochranných funkcí</i>
Kompenzační odvodňovací	zachycují, využívají a transformují odtok z odvodnění
Aktivizační nádrže	akumulace a transformace povodňové vlny
Nádrže se zásobní funkcí	zachycují a využívají odtok z přívalových srážek

c) Víceúčelové malé vodní nádrže s neovladatelným ochranným prostorem

<i>Druh opatření</i>	<i>Způsob využití při řešení ochranných funkcí</i>
Rybochovné a jiné účelové nádrže	krátkodobá akumulace a transformace odtoku neovladatelným ochranným (retenčním) prostorem
Nárazové nádrže	retardace a vyrovnání odtoku při částečné akumulaci vody v nádrži

4.2.2 Podklady pro návrh MVN

Obsáhlost podkladů a jejich podrobnost záleží na typu pořizované dokumentace. Rozsah se bude odlišovat u studií a investičních záměrů, také u dokumentace pro územní rozhodnutí, stavební povolení nebo pro provádění stavby. Podcenění podkladů, především v začátcích řešení MVN (studie, investiční záměr, apod.), může způsobit výrazné zvýšení investičních nákladů, případně omezení či vyloučení realizace MVN. Podrobný popis podkladů k návrhu MVN nalezneme v technické normě TNV 75 2401 "Vodní nádrže a zdrže". K hlavním podkladům patří [10, 18]:

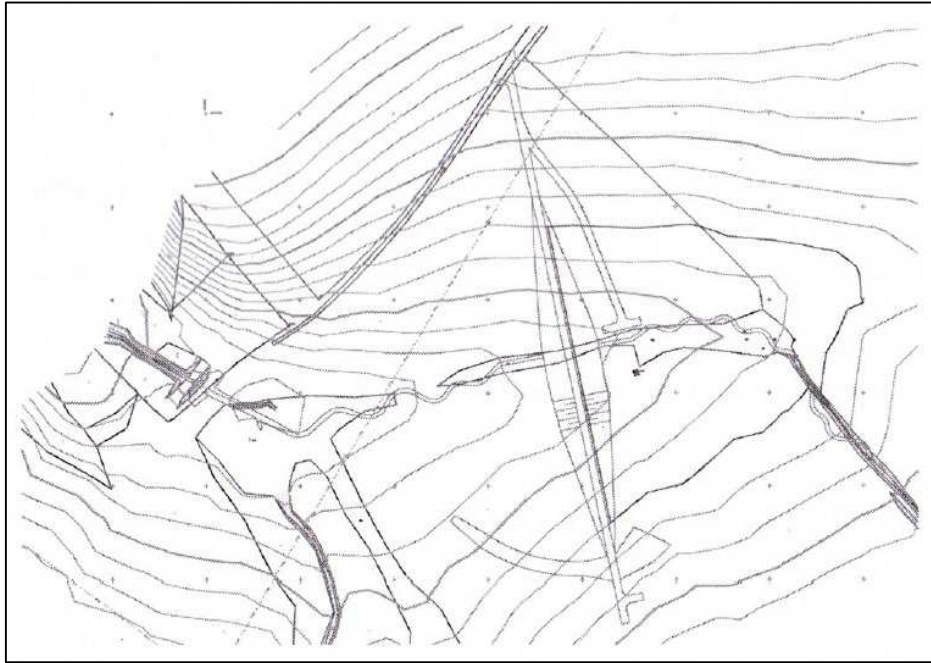
- mapové a geodetické,
- hydrologické a klimatické,
- inženýrsko-geologické, hydrogeologické a pedologické,
- další podklady, posudky a vyjádření dotčených účastníků řízení.

4.2.2.1 Mapové a geodetické podklady

Zde patří státní mapy velkého až středního měřítka v digitální, tak i papírové formě (např. ZM 10, SM 5, SMO 5). Je vhodné pracovat v současné době s mapovým podkladem ZABAGED (základní báze geodetických dat - vektorová i rastrová forma). Také zde patří účelové mapy jako ZVHM (základní vodohospodářská mapa 1:50 000), ortofotomapy, mapy BPEJ (bonitované půdně ekologické jednotky), mapy katastru nemovitostí a další účelové mapy [18].

Pro zpracování vodohospodářských studií, nebo investičního záměru, si vystačíme s uvedenými mapovými podklady. Ke zpracování navazujícího stupně

dokumentace (územní řízení, stavební povolení, apod.) je potřeba pracovat s mapovým podkladem, který vznikl na základě podrobného pozemního geodetického zaměření řešeného území (profilu hráze a zátopy), (Obr. 9) [10].



Obr. 10 Ukázka mapového podkladu podrobného zaměření [10]

4.2.2.2 Hydrologické a klimatické podklady

Jako podklad pro návrh MVN jsou především základní údaje ve smyslu ČSN 75 1400.

Hydrologické podklady můžeme rozdělit na údaje o průtocích a údaje o objemech odtoku. Mezi údaje o průtocích můžeme zařadit [10, 17]:

Q_a	dlouhodobý průměrný roční průtok,
Q_{Md}	Mdenní průtoky (např. Q_{355d} - 355 denní průtok),
Q_N	Nleté průtoky (např. Q_{100} - stoletý průtok),
q_a	dlouhodobý průměrný specifický odtok.

K údajům o objemech řadíme Nletý objem (W_N) povodně a tvar povodňové vlny (hydrogram teoretické povodně) [10, 16].

Mezi klimatické údaje řadíme srážkové, teplotní a výparové údaje, údaje o směru a rychlosti větru. K potřebám návrhu MVN je důležité mít tyto údaje alespoň ověřeny ČHMÚ [10, 17].

4.2.2.3 Inženýrsko-geologické, hydrogeologické a pedologické poklady

Bezpečnost a hospodárnost vodohospodářského díla zásadně ovlivňuje znalost geologických a hydrogeologických podmínek zároveň s geotechnickými vlastnostmi materiálu podloží. V řadě případů mohou být limitujícím faktorem proveditelnosti vodního díla a finančních nákladů.

Předmětem geologického průzkumu musí být místo hráze, oblast nádrže, přilehlé území (abraze břehů, sesuvy, propustnost dna a břehů nádrže apod.) a místo naleziště materiálu určeného pro stavbu hráze (soudržnost zemin, štěrkopísků, kamene apod.). Geologický průzkum se provádí pomocí vrtaných, nebo kopaných sond. Výstupem průzkumu je zpráva a zejména geologický profil údolím v místě hráze. V rámci průzkumu je také potřeba posoudit propustnost dna a břehů nádrže.

Hydrogeologický průzkum popisuje výskyt a vlastnosti podzemních vod, skladbu a propustnost hornin v podloží [10, 17].

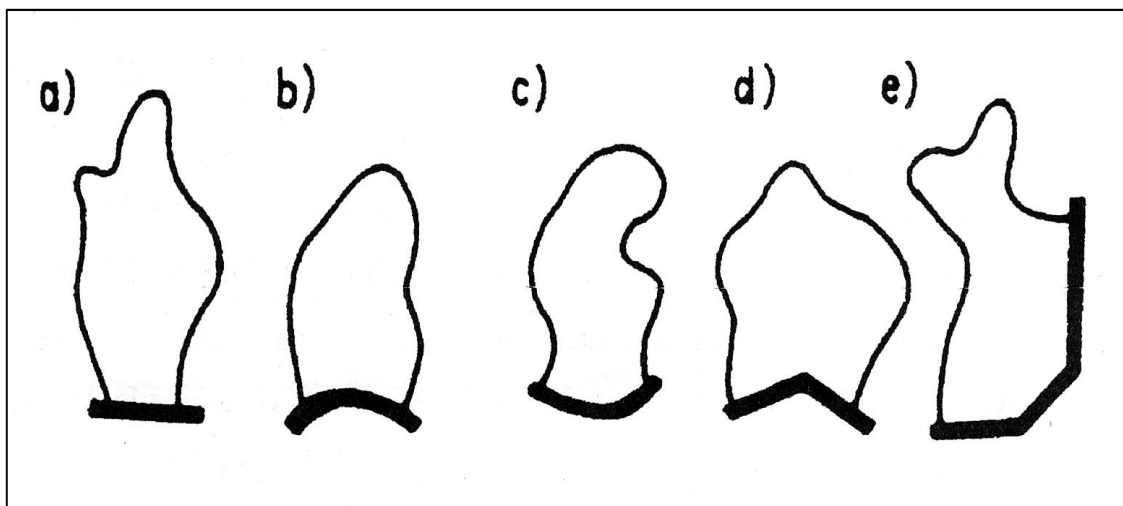
Geotechnické rozbor v lokalitě objasňuje poměry zemin v místě hráze, objektů a v zemníku. Provádí se [10]:

- stanovení zrnitosti,
- zařazení zemin dle ČSN 72 1001 a ČSN 73 1001,
- stanovení vlhkosti a objemové hmotnosti,
- posouzení vhodnosti materiálů pro zamýšlené užití,
- stanovení plasticity - meze konzistence (I_p , wL apod.),
- stanovení fyzikálních charakteristik (γ , φ , c , E_{def}),
- zkoušky zhutnitelnosti - Proctor standard,
- stanovení obsahu organických látek,
- průběh skalního podloží.

4.3 Hráze malých vodních nádrží

Příčný profil hráze je podmíněn požadavky, které jsou dány umístěním, výškou a účelem hráze, použitým stavebním materiálem a charakterem podloží. Je také potřeba přihlídnout k zachycení a bezpečnému neškodnému odvedení vody prosáklé tělesem hráze a jejím podložím. Profil hráze je určuje také povrch, způsob opevnění a údržba. Vhodné a důležité je urbanistické začlenění do krajiny a prostředí [21].

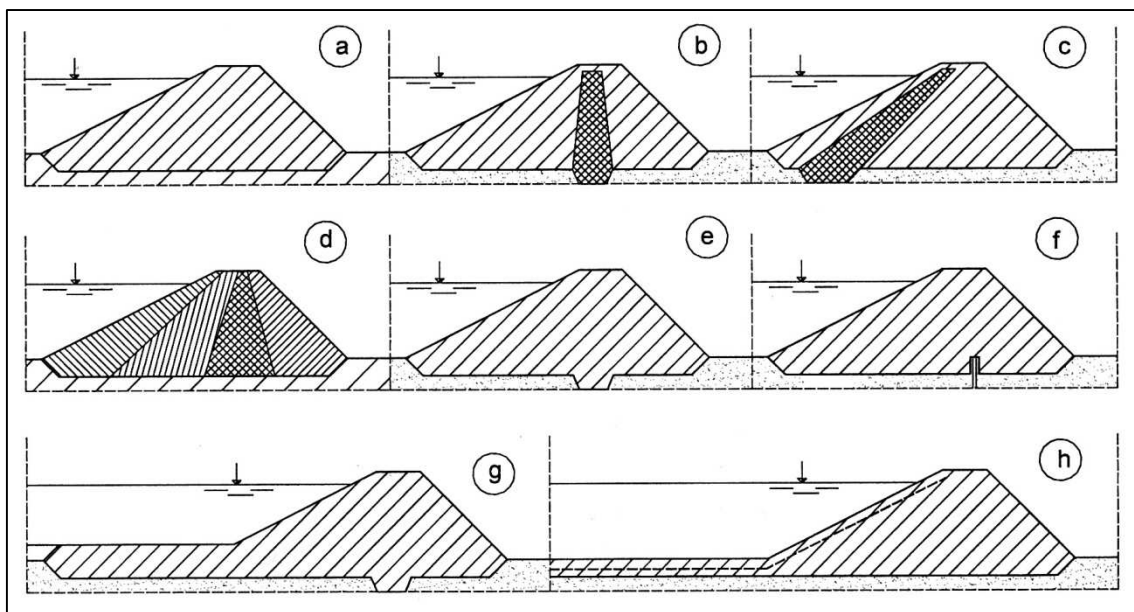
Hráz tvoří základní stavební prvek malé vodní nádrže. Dle půdorysného uspořádání hráze je dělíme na přímé, zakřivené a lomené (Obr. 11) [22].



Obr. 11 Půdorysný tvar hrází [22]

a) čelní přímá, b) čelní vypouklá, c) čelní vydutá, d) čelní lomená, e) nepravidelná

Tvar hrází malých vodních nádrží v příčném profilu jsou navrhovány jako lichoběžník a zásadně jako zemní. Dle způsobu uložení zeminy v profilu hráze se dělí na homogenní a nehomogenní (Obr. 12) [21].



Obr. 12 Příčné profily malých zemních hrází [21]

- a) jednoduchá homogenní hráz, b) nehomogenní hráz s vnitřním těsnícím jádrem, c) nehomogenní hráz s návodním těsnícím jádrem, d) hráz z různých materiálů, e) homogenní hráz s těsnící ostruhou, f) homogenní hráz s těsnící štětovou stěnou, g) homogenní hráz s návodním těsnícím kobercem, h) homogenní hráz s těsnící membránou z PVC

4.3.1 Materiál pro stavbu hráze

Volbu materiálu vhodného pro stavbu zemní hráze doporučuje inženýrsko-geologický průzkum.

Základní charakteristiky určované u nesoudržných zemin jsou měrná a objemová hmotnost, křivka zrnitosti, pórovitost, maximální a minimální vlhkost. U soudržných zemin navíc konzistence a obsah organických látek. Z hlediska půdně mechanických vlastností se určuje především smyková pevnost, stlačitelnost a propustnost v horizontálním i vertikálním směru [17, 26].

Přehled zemin zatříděných a použitelných pro stavbu zemních hrází malých vodních nádrží je uveden v tabulce č. 6 a 7, podle ČSN 75 2410.

Tab. 6: Zatřídění zemin dle ČSN 75 2410 [16], (G - štěrkovité, S - písčité zeminy)

Název zeminy	Symbol	Třída	Kvalitativní znaky			
			Obsah jemnozrnné frakce < 0,06 [%]	C_u	C_c	Diagram plasticity
Štěrka dobře zrněná	GW	G1	< 5	> 4	1 - 3	-
Štěrka špatně zrněná	GP	G2	< 5	< 4	< 1 nebo > 3	-
Štěrka s příměsí zeminy	G-F	G3	5 - 15	-	-	-
Štěrka hlinitá	GM	G4	15 - 5	-	-	pod čarou A
Štěrka jílovitá	GC	G5	15 - 35	-	-	pod čarou A
Písek dobře zrněný	SW	S1	< 5	> 6	1 - 3	-
Písek špatně zrněný	SP	S2	< 5	< 6	< 1 nebo > 3	-
Písek s příměsí zeminy	S-F	S3	5 - 15	-	-	-
Písek hlinitý	SM	S4	15 - 35	-	-	pod čarou A
Písek jílovitý	SC	S5	15 - 35	-	-	pod čarou A

Tab. 7: Zatřídění zemin podle ČSN 75 2410 [16] (g - štěrková, s - písčítá frakce)

Název zeminy	Symbol	Třída	Frakce < 0,06 [%]	Poměr g:s	Diagram plasticity	w_L [%]
Hlína štěrkovitá	MG	F1	35 - 65	$g > s$	pod A	-
Jíl štěrkovitý	CG	F2	36 - 65	$g > s$	nad A	-
Hlína písčítá	MS	F3	37 - 65	$s > g$	pod A	-
Jíl písčítý	CS	F4	38 - 65	$s > g$	nad A	-
Hlína s nízkou plasticitou	ML	F5	> 65	-	pod A	< 35
Hlína se střední plasticitou	MI	F5	> 65	-	pod A	35 - 50
Jíl s nízkou plasticitou	CL	F6	> 65	-	nad A	< 35
Jíl se střední plasticitou	CI	F6	> 65	-	nad A	35 - 50
Hlína s vysokou plasticitou	MH	F7	> 65	-	pod A	50 - 70
Hlína s velmi vysokou plasticitou	MV	F7	> 65	-	pod A	70 - 90
Hlína s extr. vysokou plasticitou	ME	F7	> 65	-	pod A	> 90
Jíl s vysokou plasticitou	CH	F8	> 65	-	nad A	50 - 70
Jíl s velmi vysokou plasticitou	CV	F8	> 65	-	nad A	70 - 90
Jíl s extr. Vysokou plasticitou	CE	F8	> 65	-	nad A	> 90

Pro stavbu homogenní hráze musí být zemina dostatečně nepropustná konstrukčně stálá. Jako nejvhodnější jsou označovány písčité hlíny až hlinito-jílovité písky. Zeminy jílovitého typu jsou nevhodné z důsledku špatné reakce na opakované navlhnutí a vyschnutí [17].

Nehomogenní hráze obvykle skládají ze dvou popřípadě více druhů zemin, jež jsou do hráze ukládány odděleně. Uspořádání nehomogenní hráze může být různé, v zásadě je vždy obsažena část těsnicí a stabilizační. Podle umístění těsnění v tělese hráze, rozeznáváme hráze s těsnicím jádrem vnitřním a hráze s návodním těsnicím jádrem. Materiál pro těsnicí jádro se navrhuje nejčastěji z nepropustné zeminy a výjimečně i z jiných materiálů (např. beton, železobeton, asfaltobeton, apod.) [16, 17].

Informativně je možno posoudit vhodnost užití zemin do různých zón hutněných zemních hrází podle ČSN 75 2410 a ČSN 72 1001 (Tab. 8) [10].

Tab. 8: *Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění [22]*

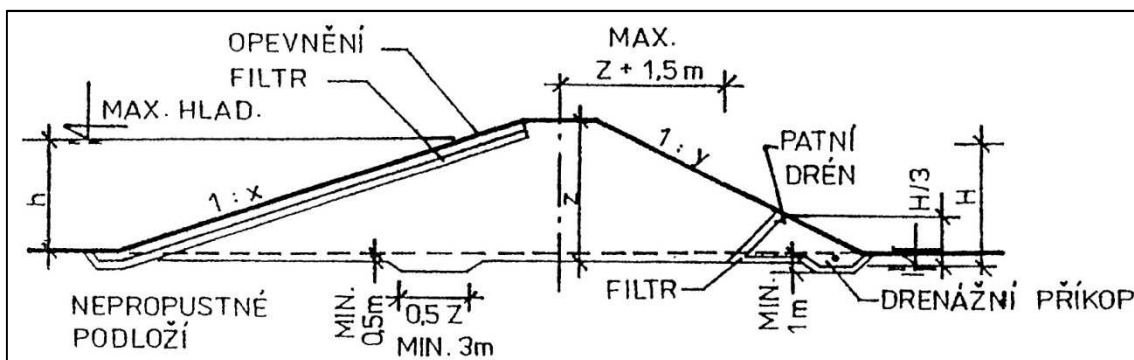
Znak skupiny	Homogenní hráz	Těsnicí část	Stabilizační část
GW	nevhodná	nevhodná	výborná
GP	nevhodná	nevhodná	výborná
G-F	málo vhodná	nevhodná	velmi vhodná
GM	výborna	velmi vhodná	málo vhodná
GC	výborna	velmi vhodná	málo vhodná
SW	nevhodná	nevhodná	vhodná
SP	nevhodná	nevhodná	vhodná
S-F	nevhodná	nevhodná	vhodná
SM	vhodná	vhodná	málo vhodná
SC	velmi vhodná	výborná	nevhodná
MG	velmi vhodná	velmi vhodná	nevhodná
CG	velmi vhodná	výborná	nevhodná
MS	vhodná	výborná	nevhodná
CS	velmi vhodná	velmi vhodná	nevhodná
ML-MI	málo vhodná	vhodná	nevhodná
CL-CI	vhodná	velmi vhodná	nevhodná
MH-ME	málo vhodná	málo vhodná	nevhodná
CH-CE	málo vhodná	málo vhodná	nevhodná

Zeminy, které jsou určeny pro těsnicí část hráze a těsnicí koberec nesmí být obsah organických látek vyšší jak 5 %, mez tekutosti musí být nižší než 50 %, velikost ojedinělých zrn nepřesahuje 100 mm a číslo plasticity I_p u zemin třídy ML, CL, CS a MS je větší než 8 % [16].

4.3.2 Návrh příčného profilu hráze

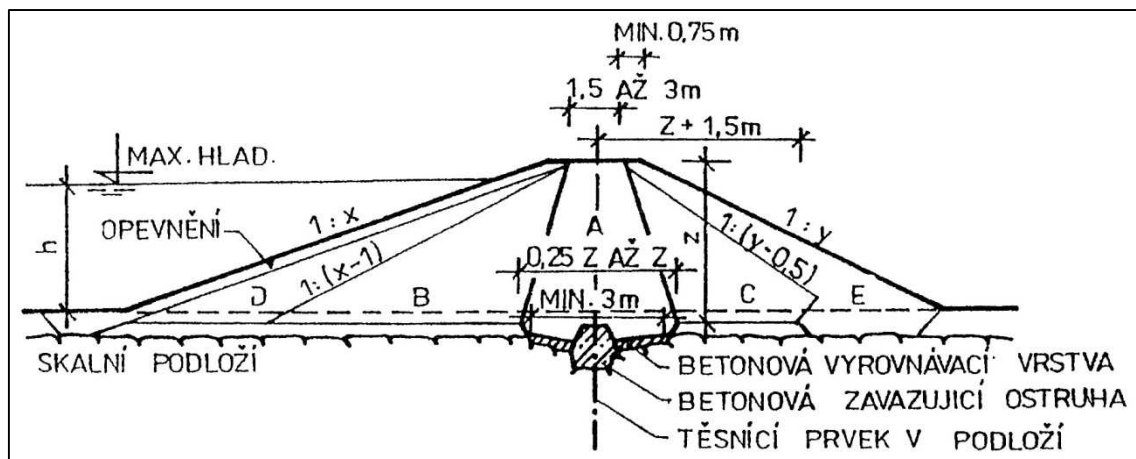
Hráz podle ČSN 75 2410 musí splňovat podmínky filtrační stability a podloží musí provést bezpečné a kontrolované odvedení průsakové vody. Také statické a deformační stability hráze i jednotlivých částí, požadovaná vodotěsnost nádrže, bezpečnost proti přelití a narušení hráze musí vyhovovat podmínkám normy. Stejně tak jako životnost vodního díla [16, 23].

Uspořádání hráze MVN podle ČSN 75 2410 je znázorněno na obr. 13, 14.



Obr. 13 Homogenní hráz na nepropustném podloží [22]

Vhodná volba typu hráze je odvíjena dle podmínek samotného území a s tím je spojena dostupnost stavebního materiálu (finančně nejvýhodnější je využití zeminy z blízkého okolí), požadavků zemědělského půdního fondu na hospodaření v dané lokalitě, požadavků na ochranu přírody a výsledný vzhled krajiny [25].



Obr. 14 Nehomogenní hráz s jádrovým (středovým) těsněním [22]

4.3.3 Svahy hráze

Pro návrh sklonů svahů hráze je vycházeno z posouzení její stability a s přihlédnutím k její údržbě i začlenění do okolní krajiny. Dalšími velmi důležitými faktory při stanovení sklonů svahů hráze je dostupnost ploch, stávající využití území a jeho zábor.

Všeobecně jsou pro hráze MVN a SN užívané sklony 1 : 2 a mírnější. Ploché a mírné svahy s měnícím se sklonem osazenými dřevinami (respektující příslušná pravidla a omezení dle ČSN 75 2107 a ON 73 6827) podporují začlenění hrází do prostředí. Hráze s mírnými sklony lépe odolávají porušení tělesa činností hlodavců [21, 33].

Pro návrh sklonů vzdušného a návodního svahu hráze lze užít údajů v tabulce 9 dle ČSN 75 2410, jsou-li splněny následující podmínky [22]:

- těleso a podloží hráze jsou dokonale odvodněny,
- materiál v tělese hráze je řádně zhutněn,
- smyková pevnost v podloží hráze po nasycení vodou není menší než smyková pevnost materiálu v tělese hráze

Pokud nejsou splněny uvedené předpoklady, je zapotřebí posoudit stabilitu svahu hráze vhodnou metodou podle ČSN 73 6850 [22].

Tab. 9: Orientační sklony svahu hrází dle ČSN 75 2410 [10]

Těsnící část hráze zóna	Stabilizační část hráze zóna	Zařazení zemin		Svahy	
		Těsnící část hráze (jádro)	Stabilizační část hráze	Návodní 1 : x ⁴⁾	Vzdušní 1 : y
A	DB,CE	GM, GC, SM	Lom. kámen	1 : 1,75	1 : 1,5
		SC, CG, MG	GW, SW	1 : 2,8 ¹⁾	1 : 1,75
		ML - MI, CL - CI	GP, SP	1 : 3 ¹⁾	1 : 1,75
AB	D, CE	GM, SM	Lom. kámen	1 : 3	1 : 1,5
		GC, SC, MG, CG, MS	GW, SW	1 : 3,2	1 : 1,75
		ML - MI, CL - CI	GP, SP	1 : 3,4	1 : 1,75
CAB	D, E	GM, GC, SM, SC, MG, CG, MS, CS	Lom. Kámen, GW, GP	Poloha jádra v zóně AB	1 : 2 ²⁾
		ML - MI, CL - CI	SW, SP		1 : 2,2 ³⁾
CABD	E			Jako u hrází homogenních	Poloha jádra v zóně CAB
Homogenní hráze ⁵⁾		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

¹⁾ U velmi propustného materiálu, popř. se zřetelem k rychlosti poklesu hladiny lze zvětšit až na 1 : 2,25.

²⁾ Je-li v podloží hráze materiál o smykové pevnosti s min. $\text{tg}\varphi_{ef} = 0,74$, je možné zvětšit na 1 : 1,8.

³⁾ Je-li v podloží hráze materiál o smykové pevnosti min. $\text{tg}\varphi_{ef} = 0,74$, je možné zvětšit na 1 : 2.

⁴⁾ Uvedený sklon pro návodní svah se použije pod nejvyšší dlouhodobě udržovanou hladinou, nad ní lze použít sklon 1 : (x - 0,5).

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

4.3.4 Odvodnění hráze a podloží

Odvodnění tělesa hráze a jejího podloží je navrhováno v závislosti na těsnění hráze a podloží. Drény zachycují a neškodně odvádějí průsakovou vodu z tělesa a podloží hráze. Jejich složení může tvořit drenážní potrubí, drenážní přísyp a filtr. Umisťují se obvykle ke vzdušnému svahu. Zařízení sloužící k odvodnění drénu musí být navržena a vybudována tak, aby mohla být kontrolovatelná a obnovitelná [21].

Drenáž se dimenzuje pro odvedení množství průsakové vody s přiměřenou rezervou. Její výše se dle jednotlivých podkladů liší. Podle ČSN 75 2310 je při návrhu kapacity drenáží doporučeno zohlednit možnost porušení těsnicí funkce hráze nebo podloží a je doporučeno uvažovat s dvacetinásobnou rezervou vůči výpočtové hodnotě průsaku. Zvolený drenážní materiál musí umožnit odvodnění zemin v tělese hráze a současně být filtračně stabilní vůči sousedícím zeminám. Drenážní přísypy tvoří většinou písek, štěrk, drť, sutě, struska a geotextílie (Obr. 15).

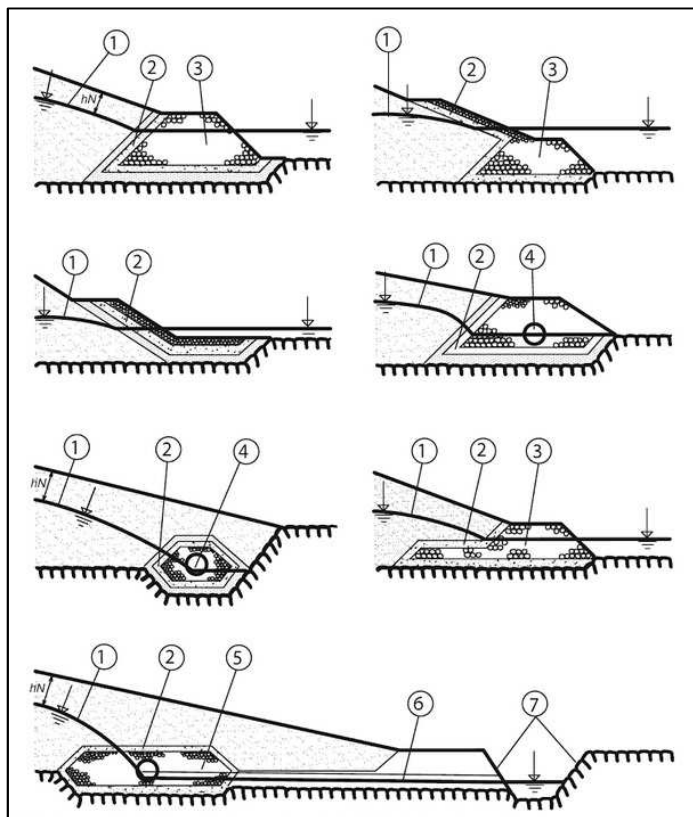
Prosáklou vodu odvádí sběrné drenážní potrubí, případně příkop umístěný při vzdušné patě svahu hráze. Tyto sběrná zařízení ústí do šachet, odkud jsou odváděna (např. přečerpávána) s ostatními vnitřními vodami [21, 26].

Ochranu konstrukčních vrstev před kontaktní sufozí² tvoří přechodové zóny tzv. filtry. Ty brání nepřípustnému vyplavování jemných částic zeminy při styku s hrubým materiálem druhé zeminy nebo s drenáží [21].

Filtry mohou být vodorovné, svislé či skloněná. Mohou být jednovrstvé nebo vícevrstvé. V případě vícevrstvého filtru nesmí být materiál jednotlivých vrstev promíchán. Konstrukčním materiálem filtrů jsou přirozené zeminy jako písky, štěrkopísky, štěrky, drcené kamenivo nebo umělé porézní hmoty jako geotextílie, betonové porézní prefabrikáty, apod. Užití filtrů z umělých materiálů je možné pouze na základě laboratorních zkoušek, kdy výsledky těchto materiálů musí vyhovovat všem požadavkům jež jsou kladeny na zrnité filtry [21, 36].

² Sufoze - mechanické vyplavování drobných půdních či horninových částic, vedoucí k deformacím povrchu území nebo porušení stability svahů [27]

Tloušťka jednotlivých vrstev filtrů musí zajistit jeho bezpečnou funkci, tzn. musí plnit funkci při všech očekávaných deformacích hráze během její stavby a provozu [21].



Obr. 15 Příklady uspořádání drenážního systému [21]

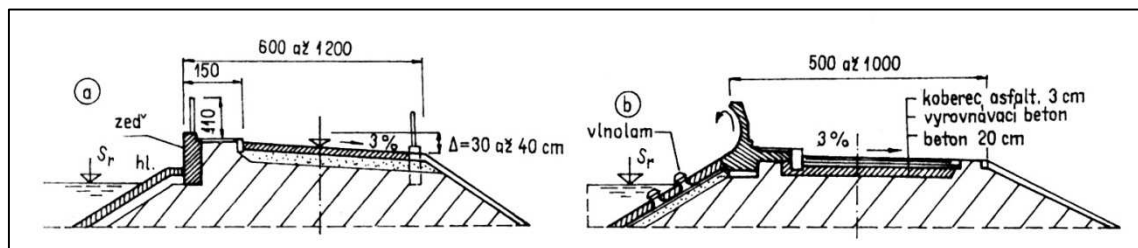
1 - depresní křivka, 2 - ochranné filtry, 3 - materiál drenážní patky, 4 - drenážní potrubí, 5 - drenážní koberec, 6 - odvodňovací potrubí (štola), 7 - odvodňovací příkop

4.3.5 Koruna hráze

Je-li vedena komunikace po tělese hráze, je šířka koruny hráze závislá na šířce komunikace. Vede-li po hrázi pouze obslužný provoz (např. při opravách, apod.), navrhuje se šířka koruny hráze min. 3,5 m. V případě, kdy se nenachází komunikace na tělese hráze, je stanovení šířky koruny hráze v závislosti na posouzení stability a technologie výstavby. Hráze vyšší nad 5 m nemá být šířka koruny hráze menší než 3 m.

Zpevněná koruna hráze se provádí makadamem, štěrkem, apod. Koruny hrází a především asfaltované plochy (komunikace) jsou navrhovány s jednostranným sklonem

2 až 3 % směrem ke vzdušnému svahu hráze. Pro návrh komunikace na koruně hráze je vycházeno z ČSN 73 6110 A ČSN 73 6114. Uspořádání koruny hráze MVN je znázorněno na obr. 16 [16, 33].



Obr. 16 Schéma uspořádání koruny hráze [16]

a - asfaltová vozovka, b - hráz s vlnolamem

4.3.6 Opevnění povrchu hrází

Volba opevnění je provedena na základě technicko-ekonomického rozboru. Opevnění svahů jsou důležité pro ochranu před vymíláním při vlnobití. Materiál uvolnění břehovou abrazí zanáší nádrž a usazuje se v okrajové zóně. Proti dalšímu postupu břehové abraze je doporučeno vegetační zpevnění.

Ochrana povrchu hrází je obvykle prováděna osetím trávním porostem do 0,10 až 0,15 m silné vrstvy ornice nebo položením drnového koberce. Využívá se také šterkový pohoz, rovnanina z kamene, dlažba z přírodního kamene, dlažba z betonových tvárnic, apod. [16, 21, 30].

4.3.7 Funkční zařízení malých vodních nádrží

Funkční objekty MVN umožňují plnit základní funkce, bezpečný a spolehlivý provoz nádrže. Pro jejich snadnou obsluhu a údržbu je potřeba při návrhu funkčních objektů a zařízení využít konstrukce vyhovující daným místním podmínkám (morfologickým, klimatickým geologickým, apod.) [17].

Funkčními objekty MVN jsou [10, 17]:

- vypustné zařízení,

- pojistná zařízení - bezpečnostní a nouzové přelivy,
- odběrné objekty,
- sdružené objekty,
- speciální objekty.

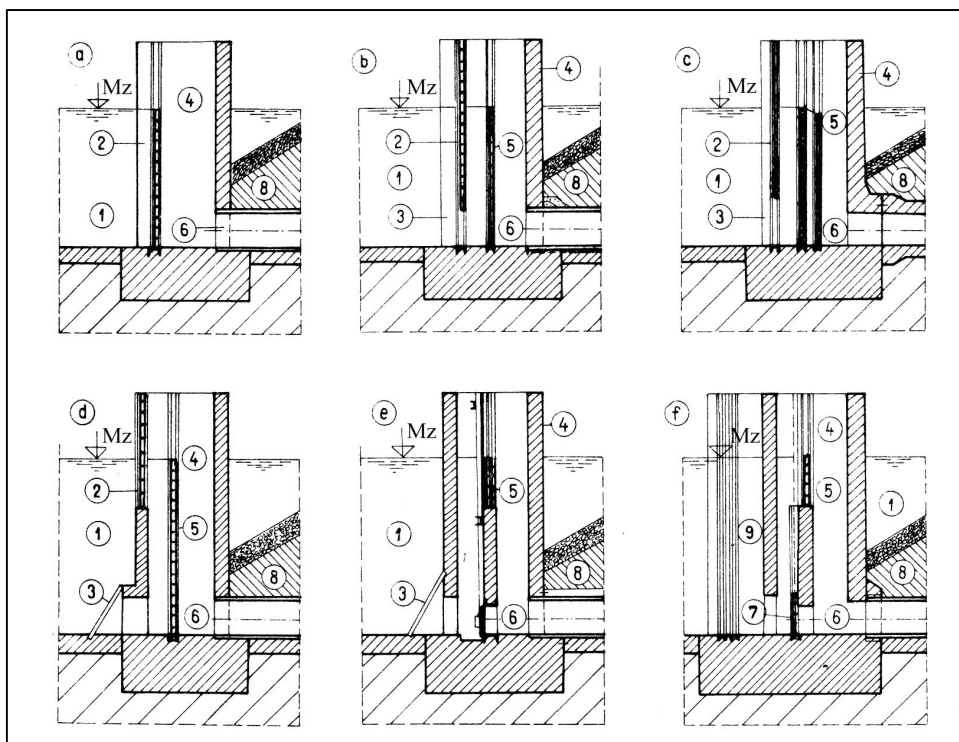
4.3.7.1 Výpustné zařízení

Výpustné zařízení slouží k regulovanému vypouštění vody z nádrže za všech situací, nebo podle potřeby a v požadovaném čase. Tyto zařízení musí umožnit vypouštění při různých výškách hladiny a v souladu s požadavky na funkci nádrže. Jsou umístěny v nejnižším místě nádrže a min. průměr výpusti je 300 mm. Výpust' musí mít jeden provizorní ovladatelný uzávěr za všech okolností. Před vtokem do výpusti se osazují česle [16].

Výpusti dělíme na otevřené (žlabové) a uzavřené (trubní). Mezi hlavní typy uzávěrů patří požeráky, šoupátka, stavidla, segmenty, apod. Složení výpusti dělíme na vtokovou část, výpustné potrubí a vývar. Výpustné potrubí prochází tělesem hráze a je navrhováno s průtokem o volné hladině [10, 16].

Nejrozšířenější uspořádání výpustí na MVN jsou požeráky. Podle konstrukčního uspořádání dělíme (Obr.17) [16, 22]:

- a) požeráky otevřené s jednou dlužovou stěnou,
- b) požeráky otevřené s dvojitou dlužovou stěnou,
- c) požeráky otevřené s trojitou dlužovou stěnou,
- d) polozavřené požeráky s jednou nebo dvojitou dlužovou stěnou,
- e) uzavřené požeráky s jednou nebo dvojitou dlužovou stěnou,
- f) kombinovaný požerák s dlužovými stěnami a kanalizačním šoupátkem nebo stavidlovým uzávěrem.



Obr. 17 Uspořádání základních typů požerákových výpustí [22]

1 - vodní nádrž, 2 - dlužová stěna, 3 - česle, 4 - požerák, 5 - dlužová stěna,
6 - odpadní potrubí, 7 - výpust, 8 - hráze, 9 - provizorní hrazení

4.3.7.2 Pojistné zařízení - bezpečnostní a nouzové přelivy

Pojistným zařízením se rozumí bezpečnostní přeliv (BP), který může být doplněn nouzovým přelivem. Bezpečnostní (nouzový) přeliv je umístěn na koruně hráze a měl by být nehrazený, bez nástavků a česlí. Přeliv musí bezpečně převést návrhový průtok, který je obvykle volen $Q_H = Q_{100}$. Pouze při odůvodněných případech je možno zvolit menší hodnotu a je třeba jej doložit výpočtem. Konstrukce BP musí zajistit trvanlivost a bezpečnou funkci z dlouhodobého hlediska. Nouzové zařízení navíc musí převést kontrolní povodňovou vlnu (KPV), i za cenu určitých škod na vodním díle. Avšak nesmí dojít k protržení tělesa hráze [10].

Konstrukční řešení BP jsou značně odlišná a typ BP je volen podle na základě místních podmínek, základových poměrů, požadovaného stupně bezpečnosti, způsobu odběru a vypouštění vody [16].

Bezpečnostní přelivy dělíme na [17, 22]:

- korunové (přímé) přelivy,
- břehové (boční) přelivy,
- kašnové přelivy,
- šachtové přelivy,
- násoskové přelivy,
- sdružené funkční přelivy.

Specifikace a podrobný popis uvedených bezpečnostních přelivů jsou popsány v odborné literatuře (např. ČISTÝ, Milan. *Vodohospodárske stavby: stavby vodného hospodárstva krajiny* [17]).

4.3.7.3 Odběrné objekty

Odběrné zařízení jsou určeny na odběr vody z nádrže pro různé účely. Odběr vody dělíme na gravitační a odběry čerpáním, s konstantním či proměnlivým množstvím odebírané vody, regulované a neregulované. Odběr vody můžeme provádět z vodní hladiny nebo z různých hloubek akumulované vody. Nejnižší odběr se osazuje na úrovni dolní hranice užitého objemu nádrže, ale nesmí docházet při odběru k víření usazenin ze dna nádrže [17].

4.3.7.4 Sdružené a speciální objekty

Sdružené objekty na MVN tvoří a plní funkci přepadů, výpustných a odběrných zařízení. Nejčastěji se kombinuje sdružení dvou funkčních objektů a to spojení požeráků s bezpečnostním přelivem.

Speciální objekty jsou navrhovány k využívání MVN, pro které byly projektovány. Význam a rozdělení speciálních objektů uvádí norma ČSN 75 2410. Jako příklad speciálního objektu lze uvést loviště a kádiště, rampy a přístupová schodiště, apod., která jsou projektována pro rybochovné nádrže [17, 30].

5 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A ROZPRACOVÁNÍ DOPORUČENÉ VARIANTY

5.1 Návrh variant řešení

Varianta A - představuje zvětšení kapacity stávajícího vodního toku Oldřišovský potok (Bílá voda). Tento vodní tok na území obce Kobeřice již je upraven na kapacitní průtok Q_{100} . Avšak při přívalových deštích a z toho plynoucích bleskových povodních, není tato úprava dostatečná pro zajištění bezpečného odvedení veškerých vod. Další rozšíření a zvětšení kapacity vodního toku není vhodné, z důvodu zastavěného území a umístění obytných domů v těsné blízkosti vodního toku.

Varianta B - představuje návrh malé vodní nádrže tzv. retenční nádrže umístěné v západní části obce Kobeřice. Retenční nádrž bude navržena na bezejmenném levostranném přítoku Oldřišovského potoku (Obr. 6) tak, aby zadržela a bezpečně převedla povodňový kulminační průtok z přívalových dešťů. Z morfologických a místních podmínek připadá tato varianta jako vhodnější.

5.2 Výběr doporučené varianty k rozpracování

Se zřetelem k místním, morfologickým a zemědělským podmínkám byla zvolena nejvhodnější variantou protipovodňové ochrany obce Kobeřice „varianta B“, tedy návrh malé vodní nádrže s retenční funkcí.

Jedná se o zemní homogenní sypanou hráz na katastrálním území obce Kobeřice umístěnou na levostranném bezejmenném přítoku Oldřišovského potoku. Zvolená varianta protipovodňové ochrany obce, bude sloužit k ochraně obce Kobeřice před následky přívalových dešťů a z toho plynoucích bleskových povodní. Retenční nádrž zadrží a zmírní povodňový kulminační průtok, tím dojde k odlehčení a snížení průtoku v Oldřišovském potoku. Hydrologické údaje k levostrannému přítoku jsou uvedeny v této práci kapitola 2.2.3 (Tab. 3).

5.2.1 Hráz

Retenční nádrž má navrženou zemní homogenní sypanou hráz a typ zeminy, který bude použit k výstavbě této hráze, je volen na základě doporučení inženýrsko-geologického průzkumu. Nejrozšířenější druhy vhodné zeminy, které se nacházejí v daném území, jsou hnědozemní a luvizemní (Obr. 4).

Hráz je projektována jako čelní a průtočná, s návrhovou výškou hráze 4 m a délkou koruny hráze 141,50 m. Šířka koruny hráze je projektována na 4 m a bude se nacházet v nadmořské výšce 270,37 m n. m. Dno nádrže se nachází v nadmořské výšce 249,26 m n. m., přičemž v místě budoucí hráze bude provedena skrývka ornice o hloubce 0,6 m. Zemina ze skrývky bude využita k finálnímu zúrodnění vzdušného i návodního svahu. Koruna hráze je projektována jako vodorovná a pojízdná. Je zde navržena servisní zpevněná komunikace šířky 3 m. Zpevnění komunikace je navrženo lomovou drtí o frakci 8 - 16 mm v tl. 100 mm a frakci 63 - 125 mm tl. 300 mm (Příloha č. 4). Návrh komunikace je dle ČSN 75 2410. Celková situace hráze je vložena jako Příloha č. 1 této práce. V následující tabulce jsou uvedeny základní technické údaje hráze (Tab. 10).

Tab. 10: Základní technické údaje hráze

Technické údaje navrhované hráze	Popis/hodnota
Typ hráze	homogenní zemní, čelní, průtočná
Délka hráze	141,5 m
Výška hráze	4 m
Šířka koruny hráze	4 m
Šířka komunikace	3 m
Kóta koruny hráze	253,26 m n. m.
Kóta dna hráze	249,26 m n. m.
Skrývka	0,6 m

Na hrázi je projektován bezpečnostní přeliv korunový. Opevnění přelivu je navrženo dlažbou z lomového kamene do betonového lože tl. 0,40 m. Na bezpečnostní přeliv je navrženo odtokové koryto hloubky 0,8 m, šířky ve dně 4 m a sklonem svahů 1:1. Odtokové koryto bude vyvedeno a zaústěno do levostranného přítoku

Oldřišovského potoka pod úhlem 45° . Opevnění odtokového koryta bude provedenou dlažbou z lomového kamene na štěrkopískový podsyp s vyspárováním po celé své délce (Příloha č. 1).

Stabilizace hráze je provedena zavazovací ostruhou šířky 3 m ve spodní části tělesa hráze dle ČSN 75 2410. Šířka je vypočtena ze vztahu „ $0,5 \cdot Z$ “ min. však 3 m (Obr. 13), kde Z je výška hráze včetně skrývky. Hloubka zavazovací ostruhy je navržena na 0,8 m (Příloha č. 4).

Patní drén bude umístěn při vzdušní patě svahu a jeho bližší specifikace je uveden v kapitole 5.2.1.2 Patní drén.

Umístění a průběh zavazovací ostruhy a patního drénu pod a v tělese hráze jsou uvedeny ve výkresu „Příčné řezy hrází Koberžice“ (Příloha č. 6). Součástí příloh jsou také výkresy „Podélný profil hráze Koberžice“ (Příloha č. 2), „Podélný profil nádrže Koberžice“ (Příloha č. 3) a „Řez funkčním objektem Koberžice“ (Příloha č. 5).

5.2.1.1 Návodní a vzdušný svah

Návodní svah (NS) je projektován se sklonem 1:3. Zakončení NS je navrženo kamennou patkou z lomového kamene, po celé délce svahu. Návodní svah je navržený na celkovou délku 11,6 m. Opevnění návodního svahu bude zajištěné ohumusováním s osetím (příp. hydroosev, odrnování, apod.) v tl. min. 100 mm a to v celém rozsahu NS.

Sklon vzdušného svahu (VS) je projektován se sklonem 1:2,5. Opevnění VS bude zajištěné ohumusováním s osetím (příp. hydroosev, odrnování, apod.) v tl. min. 100 mm a to v celém rozsahu VS. Vzdušný svah je navržený na celkovou délku 10,2 m. Na BP je navržen skluz, na který bude navazovat odtokové koryto zaústěné do levostranného přítoku. Opevnění skluzu i odtokového koryta je navrženo z dlažby z lomového kamene s vyspárováním.

Stékající vody po VS bude odvedena betonovými prefabrikovanými žlabovkami typu DITON 330 x 680 x 80 mm [28]. Zaústění těchto žlabů bude provedeno do koryta levostranného příkopu. Svahy kolem žlabovek budou upraveny ve sklonu 1:1.

Detailní znázornění a rozkreslení sklonů svahů, rozměrů a tvar kamenné patky a uložení odvodňovacích žlabů je zpracován ve výkresových přílohách (Příloha č. 4 a 6).

5.2.1.2 Patní drén

Patní drén je navržen k odvedení prosáklé vody tělesem hráze a jejím podložím. Složení patního drénu je navrženo z drenážní vrstvy a drenážního perforovaného potrubí SIROPLAST DN 200 [29], umístěného u dna patního drénu. V místě kontaktu patního drénu s tělesem hráze je navržena vrstva filtru tl. 0,20 m, která bude zabraňovat vyplavování částic tělesa hráze. Jednotlivé vrstvy patního drénu jsou navrženy z jemného písku stejnozrnného, hrubého a středního písku a hrubého šterku nestejnozrnného. Složení a pořadí materiálu je od nejjemnějšího po nejhrubší směrem k drenážnímu potrubí. Drenážní potrubí bude zaústěno do sběrných studní, ze kterých bude voda odčerpávána do levostranného přítoku.

Znázornění průběhu patního drénu se nachází v řeze hráze po 15 m (Příloha č. 6). Tvar patního drénu je zvolen na základě výsledků výpočtu průsakové (depresní) křivky a uspořádání MVN dle ČSN 75 2410 (Obr. 13).

Vztahy užití k výpočtu průsakové křivky:

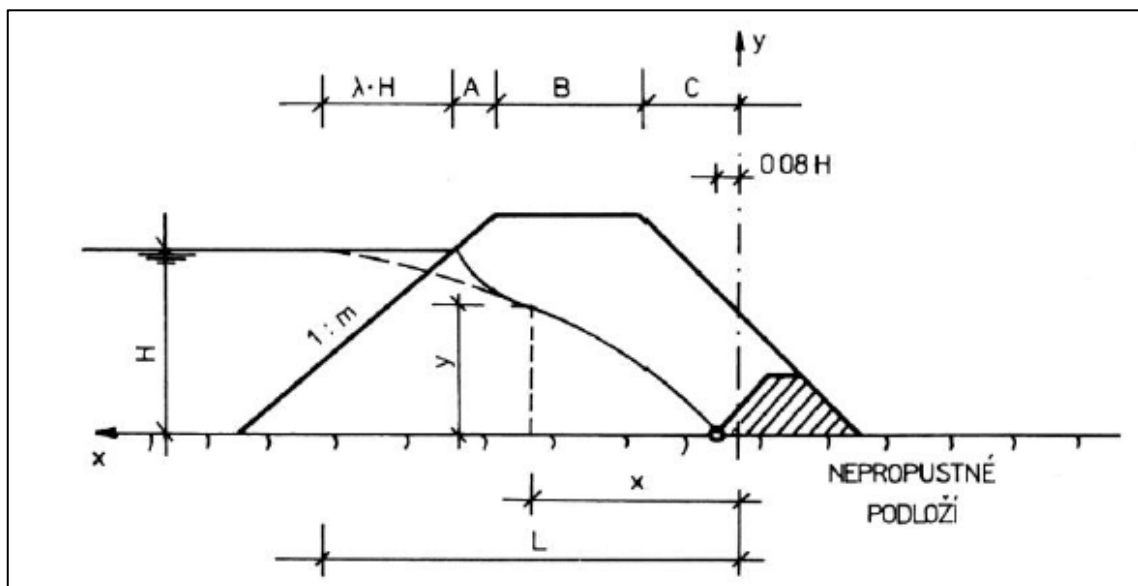
$$y^2 = \frac{H^2}{L} * x \quad (1)$$

$$L = \lambda * H + A + B + C \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{m}{1+2*m} \quad (3)$$

H ...	výška vody v nádrži [m],
L ...	vzdálenost dle obrázku (Obr. 18) [m],
A, B, C ...	konstanty (vzdálenosti) dle obrázku (Obr. 18) [m],
λ ...	koeficient,
m ...	sklon návodního svahu.

Znázornění jednotlivých vzdáleností potřebných k výpočtu průsakové křivky a výše uvedených vztahů je zřejmé z následujícího schématu (Obr. 18).



Obr. 18 Schéma homogenní hráze na nepropustném podloží k výpočtu průsaku [22]

Vzorový výpočet průsaku homogenní hráze pro návrhové hodnoty:

$$H = 3,2 \text{ m}$$

$$A = 2,4 \text{ m}$$

$$B = 4 \text{ m}$$

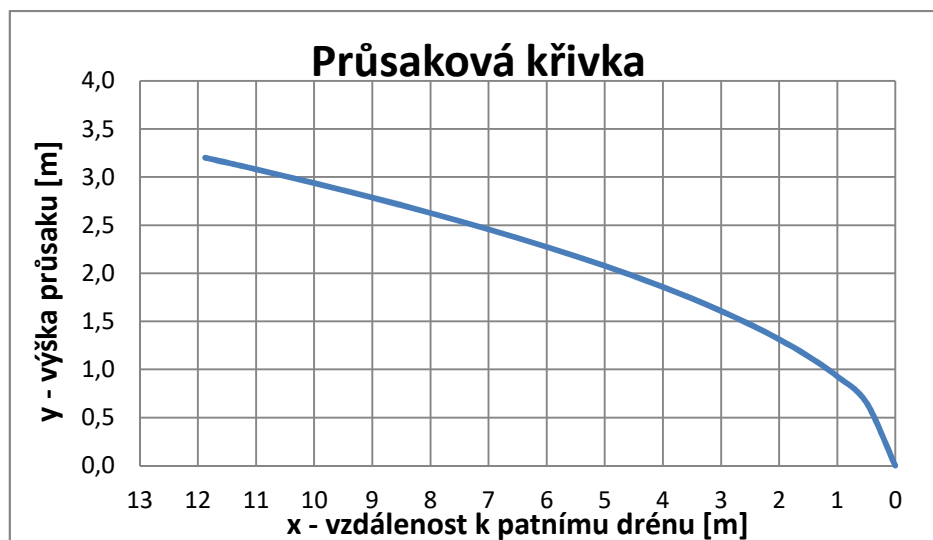
$$C = 4,1 \text{ m}$$

$$m = 3$$

$$\lambda = \frac{m}{1 + 2 * m} = \frac{3}{1 + 2 * 3} = 0,43$$

$$L = \lambda * H + A + B + C = 0,43 * 3,2 + 2,4 + 4 + 4,1 = 11,87 \text{ m}$$

Po dosazení vypočtených hodnot do rovnice průsakové křivky (1) a z výsledných hodnot byl sestrojen graf průběhu průsakové křivky (Obr. 19).



Obr. 19 Graf průběhu průsakové křivky [autor]

5.2.2 Levostranný přítok

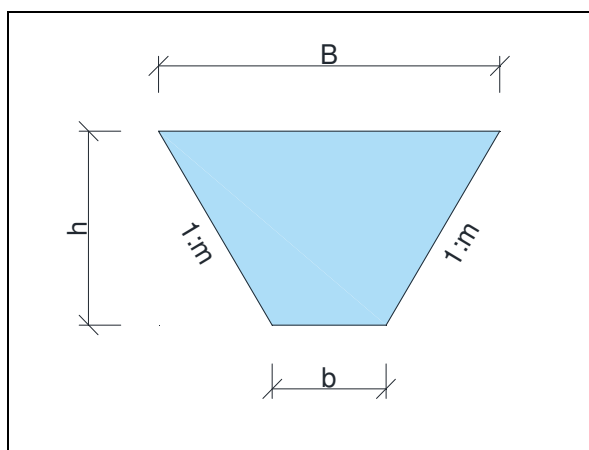
Parametry koryta levostranného přítoku (LP) jsou uvedeny v tabulce (Tab. 11) a schéma příčného profilu LP je znázorněno v obrázku níže (Obr. 20).

Tab. 11: Parametry koryta LP

Zjištěné parametry LP	Hodnota	Jednotka
Šířka dna (b)	0,6	[m]
Max. hloubka vodního toku (h)	1	[m]
Sklony břehů (m)	1:0,6	-

Pro návrh MVN a její hráze je potřebné znát max. možný průtok Q_{LP} levostranného přítoku, které je schopno současné koryto pojmout tak, aby nedošlo k rozlití vody z koryta.

Zjištění této hodnoty bylo provedeno výpočtem a sestrojením konsumpční křivky koryta LP. Výpočtem (Tab. 12) a následným sestrojením konsumpční křivky (Obr. 21) je patrné, že při max. hloubce levostranného přítoku $h = 1,0$ m koryto LP převede průtok $Q_{LP} = 1,89 \text{ m}^3/\text{s}$.



Obr. 20 Schéma příčného profilu LP [autor]

Výpočet průtoku Q_{LP} v korytě LP (Příloha A):

Vztahy užití k výpočtu:

$$O = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (4)$$

$$S = b \cdot h + m \cdot h^2 \quad (5)$$

$$R = \frac{S}{O} \quad (6)$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}} \quad (7)$$

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (8)$$

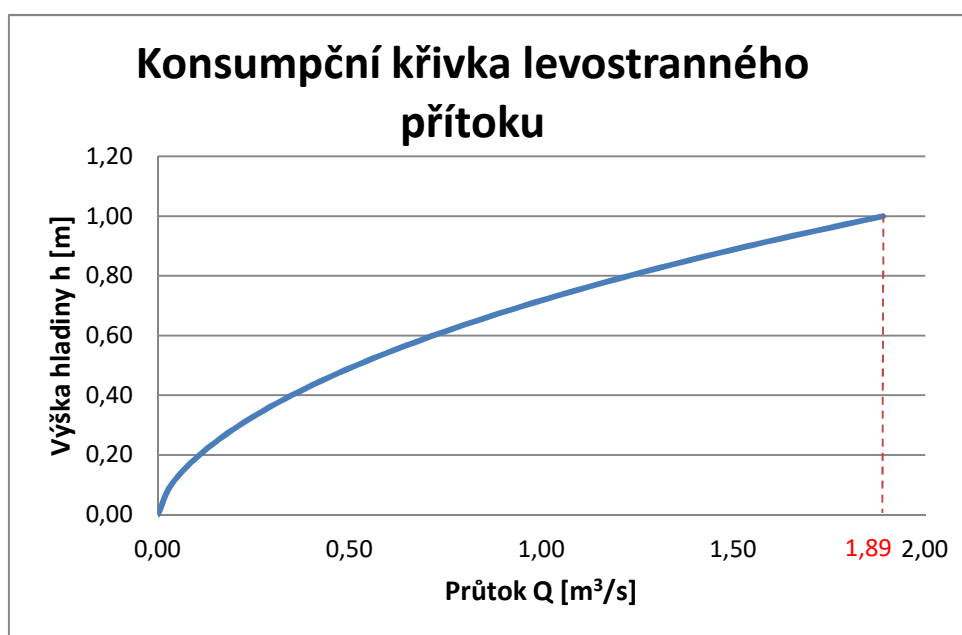
$$Q = S \cdot v \quad (9)$$

- | | | | |
|-------|------------------------------------|-------|----------------------------------------|
| O ... | omočený obvod [m], | C ... | rychlostní součinitel dle Manninga, |
| S ... | průtočná plocha [m ²], | v ... | průřezová rychlost [m/s], |
| R ... | hydraulický poloměr [m], | Q ... | průtočné množství [m ³ /s]. |

- | | | |
|-------|----------------------------------|-------------|
| b ... | šířka dna LP [m] | → b = 0,6 m |
| h ... | hloubka toku LP [m] | → h = 1,0 m |
| m ... | sklon svahů | → m = 0,6 |
| n ... | součinitel drsnosti dle Manninga | → n = 0,035 |
| i ... | sklon dna | → i = 0,01 |

Tab. 12: Výpočet průtoku Q_{LP}

h	O	S	R	c	v	Q_{LP}
[m]	[m]	[m ²]	[m]	-	[m/s]	[m ³ /s]
0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,83	0,07	0,08	18,72	0,53	0,03
0,20	1,07	0,14	0,14	20,46	0,75	0,11
0,30	1,30	0,23	0,18	21,47	0,91	0,21
0,40	1,53	0,34	0,22	22,19	1,04	0,35
0,50	1,77	0,45	0,25	22,75	1,15	0,52
0,60	2,00	0,58	0,29	23,22	1,25	0,72
0,70	2,23	0,71	0,32	23,63	1,34	0,95
0,80	2,47	0,86	0,35	23,99	1,42	1,23
0,90	2,70	1,03	0,38	24,32	1,50	1,54
1,00	2,93	1,20	0,41	24,62	1,57	1,89



Obr. 21 Konsumpční křivka LP [autor]

5.2.3 Výpustné zařízení

V malé vodní nádrži je navrženo k regulovanému vypouštění akumulované vody z nádrže výpustné zařízení typu požerák. Umístění požeráku je navrženo v návodním svahu ve vzdálenosti 8,5 m od osy nádrže a 5,1 m od paty NS. Přívod vody do požeráku

bude zajištěn korytem opevněným dlažbou z lomového kamene s vyspárováním k patě návodního svahu a tělesem hráze je navržen betonový žlab ve sklonu 10 ‰ s betonovými křídly v celkové délce 4,6 m. Normální průtok v korytě LP bude odveden kruhovým propustkem DN 350, který je umístěn ve spodní části požeráku. Před kruhovým propustkem jsou navrženy hrubé česle. Při kulminačním průtoku a plném naplnění nádrže bude voda odtékat přes dlužovou stěnu. Pro odtok vody z požeráku je navrženo železobetonové (ŽB) potrubí DN 600 vedeným tělesem hráze (Příloha 5).

Odpadní potrubí DN 600

Výpočet průtoku Q_{DN600} odpadním potrubím DN 600 (Příloha B):

Odpadní ŽB potrubí BEST TZP-Q DN 600 [31] je vedeno tělesem hráze a vyústí u paty VS, kde bude napojeno do stávajícího vodního toku pod hrází. Průměr ŽB potrubí je navržen na DN 600 a bude uloženo ve sklonu 20 ‰.

Na základě parametrů odpadního potrubí byly zjištěny následující hodnoty pro převod max. kapacitního beztlakového průtoku $Q_{kap.}$ a max. kapacitní rychlosti $v_{kap.}$, které byly určeny z Hydraulických tabulek [32].

Kapacitní hodnoty zjištěné z Hydraulických tabulek pro beztlakový průtok DN 600 [32]:

$$Q_{kap.} = 0,816 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_{kap.} = 2,885 \text{ m/s}$$

V tabulce (Tab. 13) jsou vypočteny hodnoty odpovídající průtoku Q_{DN600} při různých výškách hladiny vody v odpadním potrubí. Podle vypočtených hodnot je sestrojen graf průběhu konsumpční křivky (Obr. 22).

Vztahy užití k výpočtu:

$$O = \varphi \cdot r \tag{10}$$

$$S = \frac{r^2}{2} \cdot (\varphi - \sin \varphi) \tag{11}$$

$$R = \frac{S}{O} \quad (12)$$

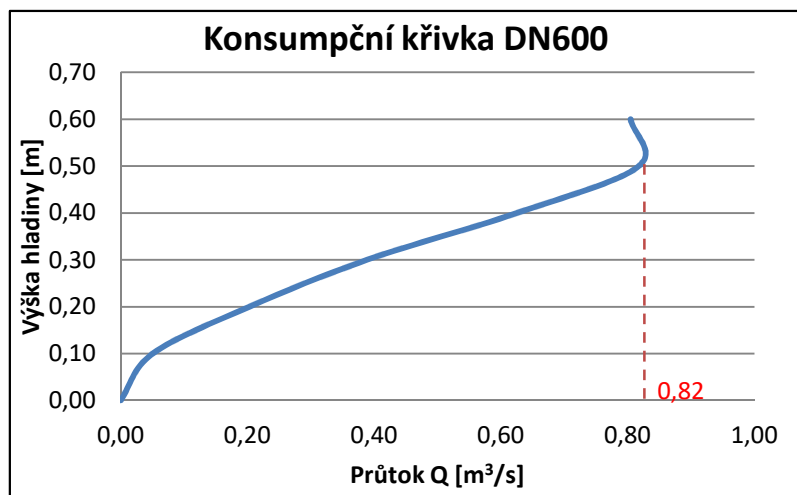
$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}} \quad (13)$$

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (14)$$

$$Q = S \cdot v \quad (15)$$

Tab. 13: Výpočet množství průtoku Q_{DN600} pro různé výšky hladiny

h	φ	O	S	R	c	v	Q_{DN600}
[m]	[rad]	[m]	[m ²]	[m]	-	[m ³ /s]	[m ³ /s]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	1,70	0,51	0,03	0,06	45,00	1,59	0,05
0,20	2,50	0,75	0,09	0,11	49,74	2,38	0,20
0,30	3,10	0,93	0,14	0,15	51,95	2,83	0,39
0,40	3,80	1,14	0,20	0,17	53,38	3,15	0,63
0,50	4,60	1,38	0,25	0,18	53,79	3,25	0,82
0,60	6,30	1,89	0,28	0,15	52,04	2,85	0,80



Obr. 22 Konsumpční křivka odpadního potrubí DN 600 [autor]

Požerák

Typ požeráku zvolený k odvodu vody z nádrže je otevřený jednoduchý s jednou dlužovou stěnou. Ve spodní části požeráku je navržený kruhový propustek o velikosti

DN 350. K ochraně propustku a odpadního potrubí jsou navrženy hrubé česle, které budou umístěny ve vtokovém žlabu před kruhovým propustkem. Kruhový propustek bude osazen vřetenovým šoupátkovým uzávěrem EROX typ 101 DN 400 [34]. Vnější půdorysné rozměry zvoleného požeráku jsou 1,0 x 1,0 m [35] (Obr. 23). Dlužová stěna požeráku je složena z 15 dřevěných dluží o rozměrech 0,2x0,84x0,04 m (v/š/tl.). Požerák bude opatřen uzamykatelným poklopem na jeho koruně, jako ochranu před neoprávněnou manipulací s příslušenstvím požeráku a vstupem do něj. Přístup k požeráku bude umožněn po navržené servisní lávce šířky 1,0 m z koruny hráze. Servisní lávka bude opatřena ocelovým zábradlím výšky 0,95 m (Příloha č. 5).

Výpočet průtoku Q_{DN350} kruhovým propustkem DN 350 v požeráku (Příloha C)

Průtok Q_{DN350} kruhovým propustkem DN 350 při různých výškách hladiny vody v nádrži je vypočten dle následujícího vztahu (16); (Příloha C).

$$Q_{DN350} = \mu \left[1 - \frac{1}{32} \left(\frac{r}{z_T} \right)^2 - \frac{5}{1024} \left(\frac{r}{z_T} \right)^4 \right] \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sqrt{2g \cdot z_t} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (16)$$

μ ...	součinitel typu otvoru	$\rightarrow \mu = 0,63$ (malý kruhový těsně u stěn)
r ...	poloměr DN 350	$\rightarrow r = 0,175$ m
z_T ...	max. vzdálenost od osy propustku k hladině vody	$\rightarrow z_T = 3,54$ m
g ...	tíhové zrychlení	$\rightarrow g = 9,81$ m/s

Při dosazení výše uvedených hodnot do vzorce (17) byl vypočten max. průtok Q_{DN350} propustkem DN 350. Při max. výšce $z_T = 3,54$ m je v kruhovém propustku velikosti DN 350 max. průtok $Q_{DN350} = 0,50$ m³/s.

Výpočet průtoku Q_D přes dlužovou stěnu požeráku (Příloha D)

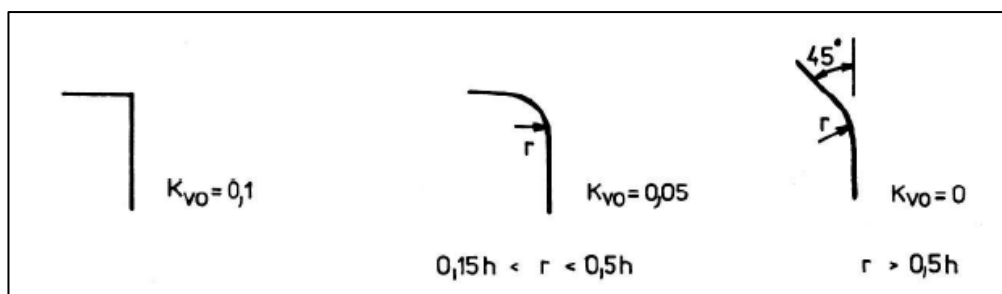
Výpočet průtoku Q_D přes dlužovou stěnu požeráku při různých výškách přepadového paprsku h je proveden s využitím následujících vztahů (17, 18, 19).

$$Q_D = m \cdot b_0 \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (17)$$

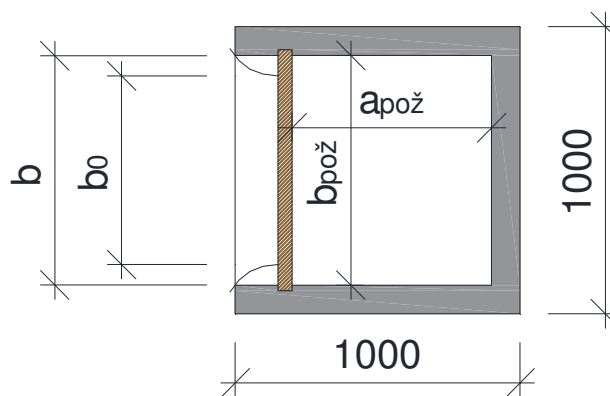
$$b_0 = b - 2 \cdot K_v \cdot h \quad [\text{m}] \quad (18)$$

$$K_v = \frac{b \cdot K_{v0}}{b+h} \quad (19)$$

- m ... součinitel přepadu (stanoveno dle Tab. 14)
 b₀ ... účinná šířka přelivu se započtením vlivu kontrakce [m] (Obr. 24)
 g ... tíhové zrychlení
 h ... výška přepadového paprsku [m]
 b ... šířka přelivu bez vlivu kontrakce [m]
 K_v ... součinitel vtoku
 K_{v0} ... součinitel vtoku (Obr. 23)



Obr. 23 Součinitel vtoku K_{v0} pro různé typy úpravy vtoku [22]



Obr. 24 Schéma požeráku s dlužovou stěnou [autor]

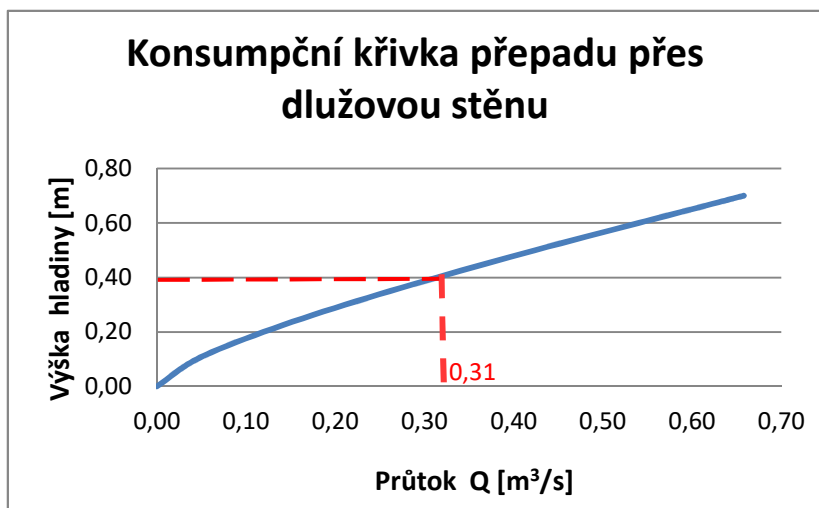
Po dosazení hodnot do uvedených vztahů (17, 18, 19) a jejich výpočtu, zjistíme průtoky Q_D při různých výškách h přepadového paprsku přes dlužovou stěnu požeráku. Z výpočtu a doplnění hodnot to tabulky (Tab. 15) je pak zřejmý max. průtok $Q_D = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$, při vyhrazení 2 dluží a tedy výšce $h_{\max} = 0,4 \text{ m}$.

Tab. 14: Hodnoty součinitele přepadu m pro různé výšky přepadového paprsku [22]

h [m]	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22
m	0,459	0,45	0,439	0,432	0,428	0,424	0,422	0,42	0,419	0,417
h [m]	0,24	0,26	0,28	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70
m	0,416	0,415	0,415	0,414	0,413	0,412	0,411	0,41	0,41	0,409

Tab. 15: Výpočet průtoku Q_D přes dlužovou stěnu požeráku

h	m	K_V	b_0	Q_D
[m]	-	-	[m]	[m ³ /s]
0,00	0,459	0,100	0,76	0,00
0,10	0,432	0,088	0,74	0,04
0,20	0,419	0,079	0,72	0,12
0,30	0,414	0,072	0,7	0,21
0,40	0,412	0,066	0,68	0,31
0,50	0,41	0,060	0,66	0,42
0,60	0,41	0,056	0,64	0,54
0,70	0,409	0,052	0,62	0,66



Obr. 25 Konsumpční křivka přepadového paprsku přes dlužovou stěnu [autor]

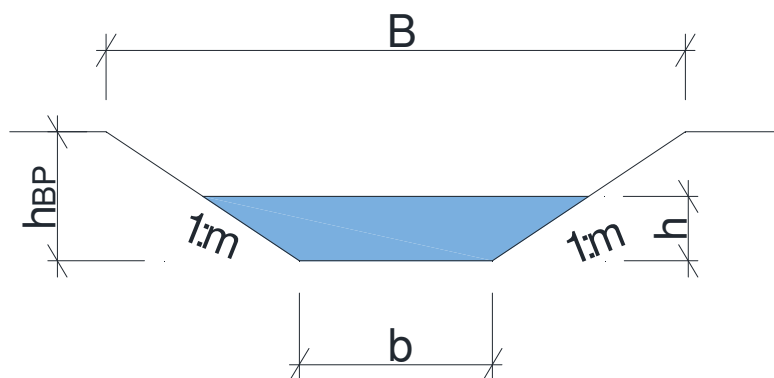
Varianty vypouštění vody z nádrže přes požerák:

- a) kruhovým propustkem DN 350 ... ($Q_{DN350} = 0,50 \text{ m}^3/\text{s}$),
- b) dlužovou stěnou ... ($Q_D = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$),
- c) kombinací propustku a dlužové stěny ... ($Q_{DN350} + Q_D = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$).

Tyto varianty, které jsou výše uvedené, jsou schopny zajistit bezpečný převedení akumulované vody z nádrže do odpadního potrubí a následně odpadní potrubí DN 600 zajistí beztlakové převedení vody tělesem hráze o $Q_{kap} = 0,816 \text{ m}^3/\text{s}$. Aby bylo zachováno základních vodohospodářských a ekologických funkcí ve vodním toku, je zapotřebí dodržet min. zůstatkový průtok Q_{355} ve vodním toku pod hrází. Hodnota průtoku je dána z hydrologických údajů, které vypracovalo ČHMÚ a činí $Q_{355} = 0,0005 \text{ m}^3/\text{s}$. Z uvedených výpočtů je patrné, že kruhovým propustkem DN 350 a odpadním potrubím DN 600 bude možné převést min. zůstatkový průtok Q_{355} a tedy bude zaručen ve vodním toku pod hrází.

5.2.4 Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv je navržen k převedení kulminačního průtoku Q_{100} . Dle hydrologických údajů z ČHMÚ činí průtok $Q_{100} = 5,54 \text{ m}^3/\text{s}$. Je možné část kulminačního průtoku odvést přes požerák a tím snížit návrhový průtok bezpečnostního přelivu (BP). Z důvodu bezpečnosti hráze (např. ucpání odpadního potrubí, apod.) je průtok Q_{100} zvolen jako návrhový. Přelivná hrana je navržena na délku $b = 7,0 \text{ m}$. Výška přepadového paprsku je zvolena $h = 0,4 \text{ m}$. Svahy bezpečnostního přelivu jsou projektovány ve sklonu 1 : 5. Schéma bezpečnostního přelivu je uvedeno v obrázku (Obr. 26) a návrhové hodnoty pro výpočet jsou uvedeny v tabulce (Tab. 16). Výpočtem uvedených vztahů (20, 21, 22, 23, 24, 25, 26) získáme hodnotu průtoku Q_{BP} bezpečnostního přelivu při různých výškách hladiny vody v nádrži (Tab. 17). Na obrázku (Obr. 27) je sestrojena konsumpční křivka BP.



Obr. 26 Schéma řezu bezpečnostního přelivu [autor]

Výpočet průtoku Q_{BP} bezpečnostního přelivu hráze (Příloha E)

$$Q_{100} = m_p \cdot b_{BP} \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{\frac{3}{2}} \rightarrow b_{BP} \quad (20)$$

$$S = b_{BP} \cdot h + m \cdot h^2 \quad (21)$$

$$R = \frac{S}{O} \quad (22)$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}} \quad (23)$$

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (24)$$

$$Q = v \cdot S \quad (25)$$

$$O = b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2} \quad (26)$$

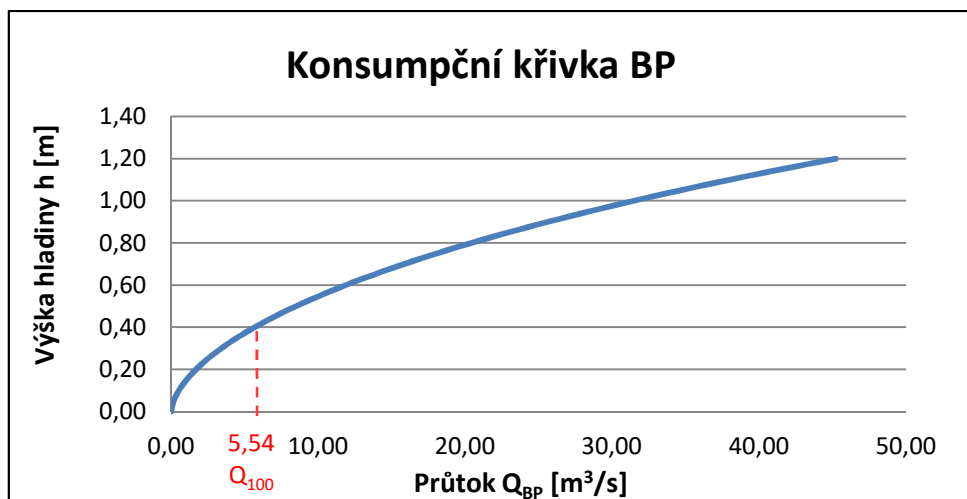
Q_{100} ...	návrhový kulminační průtok [m^3/s], popř. Q_{50} , Q_{20} ;
S ...	průtočná plocha [m^2];
R ...	hydraulický poloměr [m];
C ...	rychlostní součinitel dle Manninga;
v ...	průřezová rychlost [m/s];
O ...	omocný obvod [m];
Q ...	průtočné množství [m^3/s].

Tab. 16: Návrhové hodnoty BP

Návrhové hodnoty BP	Symbol	Hodnota	Jednotka
délka přelivné hrany	b_{BP}	7	[m]
součinitel přepadu	m_p	0,412	[m]
sklon břehů BP	m	5	-
tíhové zrychlení	g	9,81	[m/s]
výška přepadového paprsku při kulminačním průtoku	h	0,4	[m]
součinitel drsnosti dle Manninga	n	0,03	[m]
sklon dna BP	i	0,02	-
hloubka BP	h_{BP}	1,2	[m]
návrhový kulminační průtok	Q_{100}	5,54	[m ³ /s]

Tab. 17: Výpočet množství průtoku Q_{BP} bezpečnostního přelivu

h	S	O	R	C	v	Q_{BP}
[m]	[m ²]	[m]	[m]	-	[m/s]	[m ³ /s]
0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,36	7,51	0,05	20,11	0,62	0,16
0,10	0,75	8,02	0,09	22,46	0,97	0,52
0,15	1,16	8,53	0,14	23,91	1,25	1,03
0,20	1,60	9,04	0,18	24,98	1,49	1,68
0,25	2,06	9,55	0,22	25,82	1,70	2,47
0,30	2,55	10,06	0,25	26,52	1,89	3,40
0,35	3,06	10,57	0,29	27,12	2,06	4,47
0,40	3,60	11,08	0,32	27,64	2,23	5,67
0,45	4,16	11,59	0,36	28,10	2,38	7,01
0,50	4,75	12,10	0,39	28,52	2,53	8,49
0,55	5,36	12,61	0,43	28,91	2,67	10,11
0,60	6,00	13,12	0,46	29,26	2,80	11,87
0,75	8,06	14,65	0,55	30,18	3,17	18,05
0,80	8,80	15,16	0,58	30,45	3,28	20,41
0,85	9,56	15,67	0,61	30,70	3,39	22,93
0,90	10,35	16,18	0,64	30,94	3,50	25,61
0,95	11,16	16,69	0,67	31,17	3,61	28,46
1,00	12,00	17,20	0,70	31,39	3,71	31,47
1,05	12,86	17,71	0,73	31,60	3,81	34,65
1,10	13,75	18,22	0,75	31,81	3,91	37,99
1,15	14,66	18,73	0,78	32,00	4,00	41,52
1,20	15,60	19,24	0,81	32,19	4,10	45,22



Obr. 27 Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu [autor]

Typ bezpečnostního přelivu korunový lichoběžníkový, je navržen jako nejvhodnější pro navrhovanou homogenní hráz protipovodňové ochrany obce Kobeřice. Opevnění BP (dna, svahů, skluzu břehů a odtokového koryta) je navrženo dlažbou z lomového kamene do betonového lože tl. 0,4 m. Odvedení vody z BP bude provedeno odtokovým korytem zaústěným do levostranného přítoku LP po hrázi ve vzdálenosti cca 55,0 m. Napojení bude provedeno pod úhlem 45° (Příloha 1).

Levostranný přítok pod hrází odvede max. průtok $Q_{LP} = 1,89 \text{ m}^3/s$, viz kapitola 5.2.2 a Obr. 21. Z toho vychází, že LP není schopen převést kulminační průtok Q_{100} , na které je navržen BP a odtokové koryto, a tudíž dojde k vybřežení vody z koryta vodního toku LP pod nádrží v místě napojení odtokového koryta. Bylo by vhodné do budoucna vyřešit zvětšení kapacity levostranného přítoku pod hrází, aby nedocházelo k vybřežení a bylo zajištěno bezpečné odvedení kulminačního průtoku Q_{100} do Oldřišovského potoku.

Všechny uvedené výpočty, včetně konsumpčních křivek, jsou uvedeny v přílohové části této diplomové práce (Příloha A, B, C, D, E).

5.2.5 Charakteristiky retenční nádrže

Při návrhu nádrže je potřeba znát charakteristické údaje nádrže, což je výška hladiny, zátopová plocha vodní hladiny a objem nádrže. Tyto údaje znázorňují tzv.

batigrafické křivky nádrže (Obr. 28). Jsou určeny útvarem tvořeného hrází, boky a dnem nádrže. Nadmořské výšky hladiny a zátopové plochy vodní hladiny byly zjištěny ze situace (Příloha 1).

Z výpočtu ploch hladin o různé výšce vodní hladiny a jejich objemů (Tab. 18) je sestrojen graf průběhu dvou křivek (Obr. 28). První křivka s označením plocha hladiny (modrá) znázorňuje závislost plochy vodní hladiny na výšce hladiny akumulované vody v nádrži. Druhá křivka označena jako objem vody (červená) znázorňuje závislost objemu vody na výšce hladiny akumulované vody v nádrži.

Výpočet charakteristik retenční nádrže

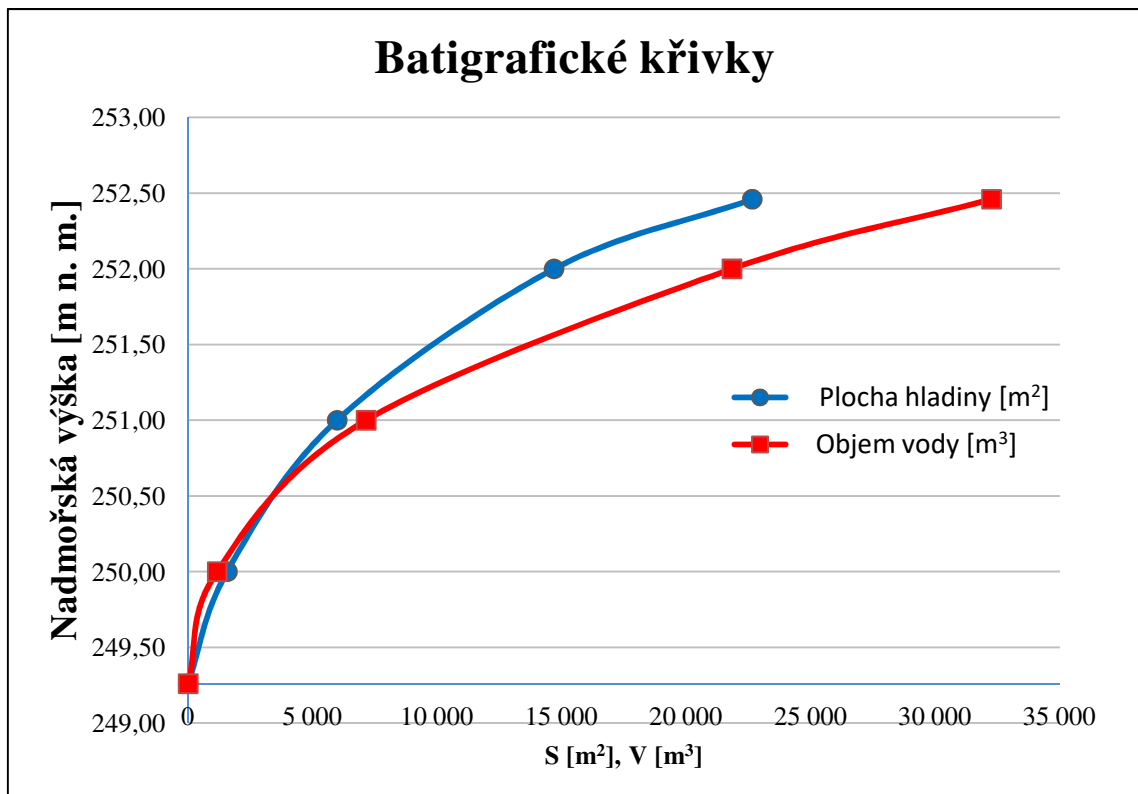
$$V_i = 0,5 \cdot (S_i + S_{i+1}) \cdot \Delta h \quad [\text{m}^3] \quad (27)$$

$S_i, S_{i+1} \dots$ plochy jednotlivých hladin [m^2];

$\Delta h \dots$ výškový rozdíl vrstevnic [m].

Tab. 18: Výpočet plochy a objemu nádrže

i	Kóta hladiny	Rozdíl vrstevnic	Plocha hladiny		Objem vody	
	(vrstevnice)	Δh	S_i	$0,5 \cdot (S_i + S_{i+1})$	V_i	ΣV
	[m n. m.]	[m]	[m^2]	[m^2]	[m^3]	[m^3]
1	249,26	0	0	0	0	0
2	250,00	0,74	3 147,12	1 573,56	1 164,43	1 164,43
3	251,00	1,00	8 817,45	5 982,29	5 982,29	7 146,72
4	252,00	1,00	20 565,63	14 691,54	14 691,54	21 838,26
5	252,46	0,46	24 736,48	22 651,06	10 419,49	32 257,74

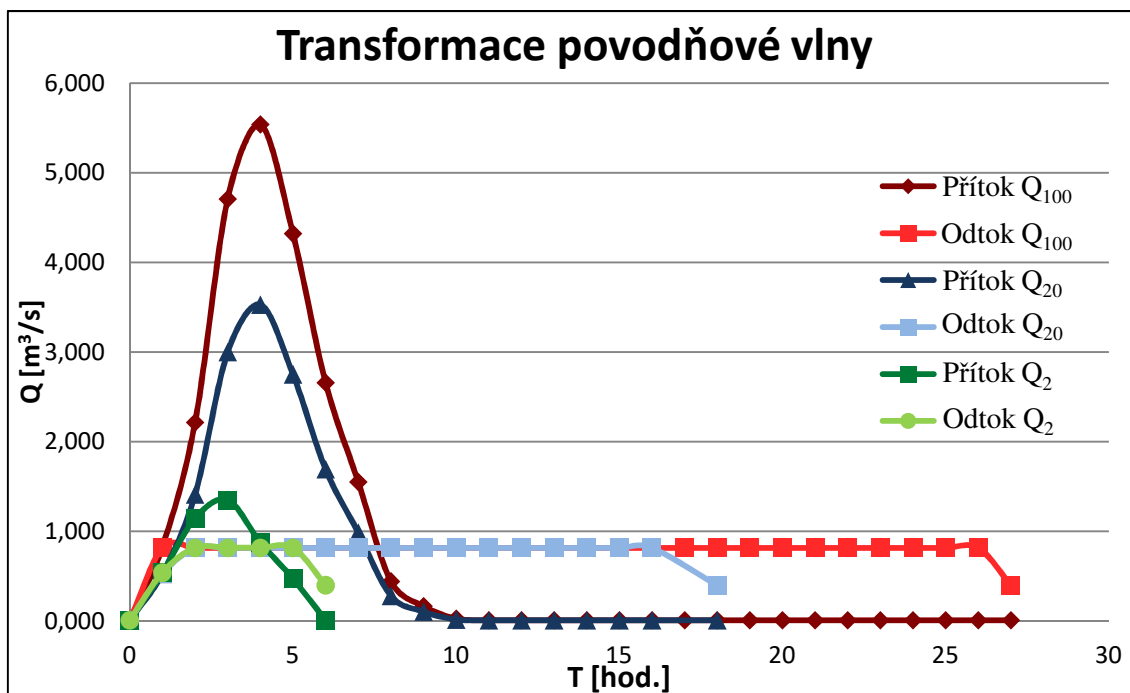


Obr. 28 Průběh batigrafických křivek nádrže

Plocha vodní hladiny v nádrži, která je ohraničena max. hladinou vody v nádrži o kótě 252,46 m n. m., činí $\Sigma S = 22\,651\text{ m}^2$. Celkový objem retenčního prostoru pro akumulaci povodňových průtoků v nádrži, při max. výšce hladiny vody v nádrži o kótě 252,46 m n. m., je $\Sigma V = 32,257\text{ m}^3$. Retenční prostor navrhované MVN ohraničuje kóta dna nádrže 249,26 m n. m. a max. hladinou vody v nádrži na kótě 252,46 m n. m.

5.2.6 Transformace povodňové vlny

Pro zachycení a transformaci objemu povodně retenčním prostorem nádrže, je zapotřebí znát objemový průběh povodně v čase tzv. hydrogram povodně. Tento graf představuje průběh a transformaci povodňové vlny, který znázorňuje vztah přítoku a odtoku z nádrže za jednotku času. Z hlediska ochrany před nepříznivými účinky povodně je především důležité snížení kulminačního průtoků a posun doby kulminace povodně. Hlavní je zajištění bezpečnosti samotného vodního díla a bezpečnosti území pod nádrží.



Obr. 29 Transformace povodňové vlny pro průtoky Q_2 , Q_{20} a Q_{100}

Odtok z navrhované retenční nádrže je simulován, při výpočtu transformace povodňové vlny, na kapacitní průtok odpadního potrubí DN 600 $Q_{\text{kap}} = 0,816 \text{ m}^3/\text{s}$. Řízený odtok vody z retenční nádrže je proveden kruhovým propustkem DN 350 ovládaným šoupátkovým uzávěrem a přepadem přes dlužovou stěnu požeráku.

Pro retenční nádrž Kobeřice je simulace povodňových vln a transformace jejich kulminačních průtoků provedena pro průtoky Q_2 , Q_{20} a Q_{100} . Průběh transformace povodňové vlny je zobrazen na obrázku (Obr. 29). Dle simulace na obrázku je vidět, že ke kulminaci povodňových průtoků dojde po čtyřech hodinách od začátku intenzivního deště. Simulace a výpočty pro jednotlivé kulminační průtoky jsou součástí příloh (Příloha F, G, H).

5.2.7 Výpočet doby prázdnění retenční nádrže přes dlužovou stěnu

Výpočet doby prázdnění retenční nádrže v této práci je proveden za pomoci dlužové stěny. Výpočet je proveden pomocí následujícího vzorce (28):

$$T = \frac{0,132 \cdot V}{m \cdot b \cdot z^{0,5}} \quad [\text{s}] \quad (28)$$

- V ... objem vody v zásobním prostoru retenční nádrže [m³]
 m ... součinitel přepadu přes ostrou hranu → m = 0,407
 b ... délka přelivné hrany [m]
 z ... výška jedné dluže [m]

$$T = \frac{0,132 \cdot 32\,258}{0,407 \cdot 0,76 \cdot 0,20^{0,5}} = 30\,781,40 \text{ s}$$

$$T = 30\,781,40 \text{ s} = 513,02 \text{ min.} = 8,55 \text{ hod.}$$

5.2.8 Posouzení nutnosti vývaru

Tímto výpočtem je provedeno ověření nutnosti návrhu vývaru pro tlumení kinetické energie vody proudící z odpadního potrubí DN 600. Posouzení bylo provedeno dle následujících výpočtů:

$$Fr = \frac{\alpha \cdot v^2}{g \cdot h} \quad (29)$$

- α ... Coriolisovo číslo (vyjadřuje vliv nerovnoměrného rozdělení rychlosti po průřezu na celkovou energii) → $\alpha = 1$,
 v ... kapacitní rychlost proudění v odpadním potrubí DN 600 [m/s] → v = 2,885 m/s,
 g ... tíhové zrychlení [m/s²] → g = 9,81 m/s²,
 h ... výška hladiny vody [m] → h = 0,50 m.

$$Fr = \frac{1 \cdot 2,885^2}{9,81 \cdot 0,50} = 1,697 < 3 \rightarrow \text{vlnovitý vodní skok}$$

Výpočet kritické hloubky pro lichoběžníkový tvar koryta vodního toku (dle Agroskina):

$$h_k = h_{k0} \cdot \left(1 - \frac{\sigma}{3} + 0,105 \cdot \sigma^2\right) \quad (30)$$

$$h_{k0} = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot b^2}} \quad (31)$$

$$\sigma = \frac{m \cdot h_{k0}}{b} \quad (32)$$

h_k ... kritická hloubka pro symetrické lichoběžníkové koryto,

h_{k0} ... kritická hloubka,

σ ... součinitel charakterizující sklony svahů lichoběžníkového profilu,

Q ... kapacitní průtok odpadním potrubím [m^3/s] $\rightarrow Q_{kap} = 0,816 m^3/s$,

g ... tíhové zrychlení [m/s^2] $\rightarrow g = 9,81 m/s^2$,

b ... šířka dna koryta LP [m] $\rightarrow b = 0,6 m$,

m ... sklony svahů koryta LP $\rightarrow m = 0,6$

$$h_{k0} = \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 0,816^2}{9,81 \cdot 0,6^2}} = 0,598 m$$

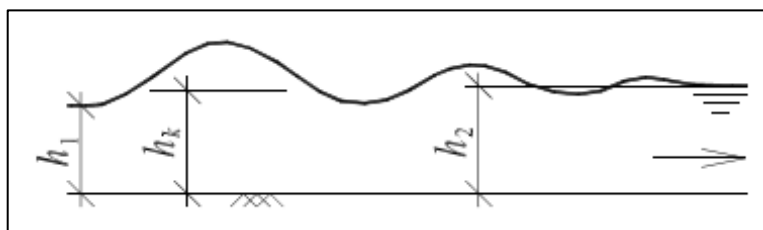
$$\sigma = \frac{0,6 \cdot 0,598}{0,6} = 0,598$$

$$h_k = 0,598 \cdot \left(1 - \frac{0,598}{3} + 0,105 \cdot 0,598^2\right) = 0,501 m$$

K ověření potřeby návrhu vývaru slouží následující vztah:

$$h_2 < 1,3 \cdot h_k \quad (33)$$

Schéma jednotlivých výšek hladin vlnovitého vodního skoku je uveden na obrázku (Obr. 30).



Obr. 30 Schéma vlnovitého vodního skoku [36]

Hodnota h_2 byla zjištěna z grafu konsumpční křivky levostranného přítoku LP na základě počítaného průtoku odpadního potrubí $Q_{\text{kap}} = 0,816 \text{ m}^3/\text{s}$. Tato hodnota byla odečtena z grafu a odpovídá výšce $h_2 = 0,64 \text{ m}$.

$$0,64 < 1,3 \cdot 0,501 \quad \rightarrow \quad 0,64 < 0,652$$

Po dosazení hodnot do vztahu (33) je patrné, že požadovaný vztah je splněn a tudíž není nutné navrhnout vývar k tlumení kinetické energie z odtoku odpadního potrubí. Jedná se o vlnovitý vodní skok.

Z výpočtu je zřejmé, že není potřebný vývar, ale přesto je navrženo opevnění dna a břehů koryta vodního toku LP proti možnému rozrušování kinetickou energií proudící vody. Dno toku proto bude uměle zdrsněno, aby došlo ke snížení kinetické energie proudící vody z odpadního potrubí DN 600. Opevnění a zdrsnění dna v délce 5,0 m je navrženo z Lomového kamene do betonového lože tl. 0,4 m a opevnění břehů v délce 5,0 m je navrženo dlažbou z lomového kamene na štěrkopískový podsyp s vyspárováním.

6 ZÁVĚR

Úkolem zpracování diplomové práce byl návrh protipovodňové ochrany obce Kobeřice. Pro tuto obec přichází největší hrozba v podobě přívalových dešťů a tzv. bleskových povodní. Dosavadní ochranou obce před povodněmi bylo zkapacitnění Oldřišovského vodního toku na průtok Q_{100} . Již v minulosti se ukázalo toto opatření jako nedostatečné (povodně v r. 2010). Všechny informace o obci Kobeřice a zájmovém území bylo dosaženo a získáno osobní návštěvou obce a z informačního portálu obce.

V úvodní části diplomové práce je zpracován popis zájmového území, současného stavu protipovodňové ochrany obce, klimatických a hydrologických podmínek, geomorfologických a pedologických poměrů obce Kobeřice (Kapitola 2).

Následuje kapitola (Kapitola 3) specifikace problémů. V této části je zpracována lokalizace zájmové oblasti a popis problémů ohrožení obce povodněmi. Na tuto sekci navazuje kapitola (Kapitola 4) ve které jsou popsány možné principy řešení jak legislativní, tak i technické. Jsou zde uvedeny typy protipovodňového opatření, rozdělení a popis malých vodních nádrží a definice. Také jsou zde podklady pro návrh malých vodních nádrží a typy funkčních zařízení sloužící k bezpečnému provozu nádrže.

Praktická část diplomové práce (Kapitola 5) se zabývá návrhem variant řešení a rozpracováním zvolené (doporučené) varianty protipovodňové ochrany obce Kobeřice. Varianta A zvažovala zvětšení kapacity koryta vodního toku Oldřišovského potoku. Avšak kapacita tohoto vodního toku je projektována na kapacitní průtok Q_{100} a její další zvětšení z důvodů blízkosti obytných budov nebylo vhodné a proto byla tato varianta zamítnuta. Varianta B uvažovala o vybudování retenční nádrže na levostranném přítoku LP Oldřišovského potoku. Tato varianta byla vybrána jako vhodná a bylo přistoupeno k rozpracování a návrhu retenční malé vodní nádrže na území obce Kobeřice.

Hráz je projektována jako zemní homogenní sypaná. Je navržena na levostranném přítoku Oldřišovského potoku. Na tomto vodním toku levostranný přítok je stálý zaručený průtok $Q_{355} = 0,5$ l/s a z tohoto hlediska bude projektována vodní nádrž navržena jako průtočná retenční. Vodní nádrž bude sloužit jako ochrana pře povodňovým průtokem, kdy dojde k akumulaci vody v retenčním prostoru nádrže a

kontrolovaným vypouštěním vody z prostoru nádrže. Nádrž je navržena na kapacitu objemu $V_{\max} = 32\,258 \text{ m}^3$. O tomto objemu a povodňovém průtoku Q_{100} je nádrž schopna zadržet a převézt kulminační průtok Q_{56} . Umístění vodní nádrže je navrženo na zemědělsky obhospodařované půdě a po výstavbě hráze bude toto území i nadále zemědělsky užíváno.

Vlastní návrh retenční nádrže je podložen zpracovanou výkresovou dokumentací vytvořenou v programu AutoCad 2017 (Příloha č. 1 - 6) a hydrologickými výpočty vytvořené v programu Microsoft office Excel 2007 (Příloha A - H).

Výkres situace (Příloha č. 1) zobrazuje umístění tělesa hráze malé vodní nádrže na levostranném přítoku, včetně vrstevnic, umístění korunového bezpečnostního přelivu v tělese hráze, požerákové výpusti, odpadního potrubí a napojení odtokového koryta bezpečnostního přelivu na levostranný přítok. Také byl vypracován podélný profil hráze (Příloha č. 2) a podélný profil nádrže (Příloha č. 3).

Hráz je projektována o výšce 4,0 m nad původní terén, délky koruny hráze 141,5 m, sklony návodního svahu 1 : 3 a vzdušného svahu 1 : 2,5, šířkou koruny hráze o rozměru 4,0 m, která bude pojezdná a opatřena servisní komunikací šířky 3,0 m. Jako výpustné zařízení je navržena jednoduchá požeráková výpušť s kruhovým propustkem DN 350 navazující na odpadní potrubí DN 600 vedoucím tělesem hráze. Použité prvky (návodní pata hráze, zavazovací ostruha, požeráková výpušť, odpadní potrubí DN 600, servisní lávka, patní drén, apod.) a jejich rozměry, uložení, či napojení, je znázorněno ve Vzorovém příčném řezu A - A' a v Řezu funkčním objektem (Příloha č. 4 a č. 5).

K návrhu tělesa hráze a pro jeho realizaci byl vypracován výkres Příčné řezy hrází (Příloha č. 6). V tomto výkresovém dokumentu je zpracováno podrobně 11 příčných řezů hrází ve vzdálenosti po 15 m, kde je zobrazen průběh a deformace celého tělesa hráze a především patního drénu.

Hydrologickým výpočtům průtoku pro jednotlivé prvky hráze (levostranný přítok LP, dlužová stěna požeráku, kruhový propustek DN 350, odpadní potrubí DN 600, bezpečnostní přeliv a odtokové koryto) a jejich konsumpčních křivek, je podrobně určena kapitola (Kapitola 5.2.2 až 5.2.4). Tyto hydrologické výpočty a konsumpční

křivky jsou pro přehlednost uvedeny v přílohové části této diplomové práce (Příloha A, B, C, D, E).

Důležitým a potřebným podkladem pro návrh vodní nádrže jsou batigrafické křivky. Těmto výpočtům objemu a plochy nádrže, včetně vykreslení průběhu grafu, je věnována kapitola (Kapitola 5.2.5). Kapitola (Kapitola 5.2.6) se zabývá průběhem transformace povodňových vln kulminačních průtoků pro Q_2 , Q_{20} a Q_{100} . Průběh simulace jednotlivých kulminačních průtoků, včetně jejich grafů, jsou součástí přílohy (Příloha F, G, H). V následující kapitole (Kapitola 5.2.7) je výpočet doby prázdnění nádrže přes dlužovou stěnu a závěrečná kapitola (Kapitola 5.2.8) je věnována posouzení nutnosti vývaru.

Poslední přílohou je fotodokumentace zájmového území návrhu retenční ochranné nádrže v obci Kobeřice.

7 FOTODOKUMENTACE



*Obr. 31 Pohled na geomorfologii zájmového území v místě plánované retenční nádrže
[foto: Jan Pastrňák]*



Obr. 32 Čelní pohled na zájmové území plánované retenční nádrže [foto: Jan Pastrňák]



Obr. 33 Koryto levostranného přítoku LP v zájmovém území [foto: Jan Pastrňák]



*Obr. 34 Pohled na ohroženou oblast obce Kobeřice a zakreslení vodních toků
[foto: Jan Pastrňák]*



*Obr. 35 Koryto Oldřiovského potoku upravené na kulminační průtok Q_{100}
[foto: Jan Pastrňák]*



Obr. 36 Soutok levostranného přítoku LP s Oldřišovským potokem [foto: Jan Pastrňák]

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Obec Koberice* [online]. 2009 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://www.koberice.cz/>
- [2] Český statistický úřad: *Počet obyvatel v obcích k 1.1.2016*. Praha. 29. dubna 2016. Dostupné online. [cit. 2017-02-01]
- [3] ING. ARCH. HALUZA, Jaroslav. *Vyhodnocení vlivu územního plánu Koberice na udržitelný rozvoj území*. I. Návrh. 2011.
- [4] *Hydroekologický informační systém VÚV TGM* [online]. 2017 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/>
- [5] BALATKA, Břetislav, DEMEK, Jaromír a Peter MACKOVČIN, ed. *Zeměpisný lexikon ČR* [CD-ROM]. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, 2006. ISBN 8086064999.
- [6] *Česká geologická služba* [online]. 2017 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.geology.cz>
- [7] *KONEKO, spol. s r.o. - projektová a inženýrská činnost ve vodním hospodářství* [online]. 2012 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.koneko.cz>
- [8] *Sbor dobrovolných hasičů KOBERICE* [online]. 2014 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://hasici.koberice.cz>
- [9] *Mapy.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>
- [10] DOLEŽAL, Petr. *Malé vodní a suché nádrže: TP 1.19*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2011. ISBN 978-80-86364-16-2.
- [11] *Zákony pro lidi .cz* [online]. 2017 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz>
- [12] *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví* [online]. 2017 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz>
- [13] *eAGRI* [online]. 2017 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://eagri.cz>
- [14] NIETSCHOVÁ, Jaroslava a Václava KOUKALOVÁ. *Vodoprávní předpisy*. Praha: ABF - Arch, 2009. ISBN 978-80-86905-49-5.

- [15] *Strategie ochrany před povodněmi pro území České republiky*. In: . Praha: Ministerstvo zemědělství ČR v Agrospoj, 2000, ročník 2000, číslo 35.
- [16] HANÁK, Karel. *Stavby pro plnění funkcí lesa*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-76-4.
- [17] ČISTÝ, Milan. *Vodohospodářské stavby: stavby vodného hospodářstva krajiny*. V Bratislave: Slovenská technická univerzita, 2005. ISBN 80-227-2209-X.
- [18] *Vodohospodářské stavby: stavební kniha 2016*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, s r.o., 2016. ISBN 978-80-87438-75-6.
- [19] TLAPÁK, Václav, HERYNEK, Jaroslav. *Malé vodní nádrže*. MZLU Brno. 1. Vyd. 198s. 2002. ISBN 80-7157-635-2
- [20] *Vodohospodářská zařízení III* [online]. 2013 [cit. 2017-02-21]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ3>
- [21] ŘÍHA, Jaromír. *Ochranné hráze na vodních tocích*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3570-2.
- [22] VÁCLAVÍK, V.: *Účelové vodohospodářské nádrže*, Ostrava (2007), ISBN 978-80-248-1336-3.
- [23] NARITA, Kunitomo. *Design and Construction of Embankment Dams* [online]. Aichi, 2000 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://aitech.ac.jp/~narita/tembankmentdam1.pdf>. Dept. of Civil Eng., Aichi Institute of Technology.
- [24] CHAPTER, ROBERSON et AL. *DAMS AND RESERVOIRS* [online]. In: . 2009 [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: http://parra.sdsu.edu/roberson_chapter06.html
- [25] *ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže*. ZMĚNA Z1. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [26] BUREAU OF RECLAMATION. UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. *Design of Small Dams: A Water Resources Technical Publication*. 3rd edition. Washington: U.S. Government Printing Office, 1987.
- [27] *Geologická encyklopedie* [online]. Česká geologická služba, 2007 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?sufoze>

- [28] *DITON betonové výrobky* [online]. 2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.diton.cz/odtokove-zlaby>
- [29] *PKVPLUS materiály pro inženýrské sítě* [online]. 2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://www.pkvplus.cz/drenaze>
- [30] FOWLER, John P. The design and construction of small earth dams. *Appropriate Technology: reprinted in Community Water Development, IT Publications*. London, 1989, (Vol.3, No.4).
- [31] *BEST, a.s.* [online]. 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.best.info/nas-sortiment/prvky-pro-podzemni-site/zelezobetonove-trouby/zelezobetonove-trouby1/>
- [32] PREFA BRNO, A.S. *Hydraulické tabulky: Pro navrhování kapacitních průtoků betonových kruhových a vejčitých trub*. Brno, 2010.
- [33] MURTHY, MURTY a RAGHUPATHY. *Designing Earth Dams Optimally* [online]. 40th Anniversary Volume., IAPQR, 2013. Dostupné také z: <http://www-personal.umich.edu/~murty/Designing-Earth-Dams-Optimally.pdf>.
- [34] *Plastmont Bureš, s r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.plastmont.cz/k-armatury01a.htm>
- [35] *PREDA Žatec, s r.o.* [online]. 2016 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.prefazatec.cz/cz/vyrobni-program/dilce-pro-zemedelske-stavby/420--pozeraky>
- [36] STEPHENS, Tim. Manual on small earth dams: A guide to siting, design and construction. *FAO Irrigation and Drainage Paper*. Roma, 2010, (64).

9 SEZNAM ZKRATEK

BPEJ	Bonitovaná půdně ekologická jednotka
BP	Bezpečnostní přeliv
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČSU	Český statistický úřad
ČSN	Česká technická norma
DN	Světlost potrubí
KPV	Kontrolní povodňová vlna
LP	Levostranný přítok
max.	maximálně
min.	minimálně
MVN	Malá vodní nádrž
m n. m.	nadmořská výška, metry nad mořem
NS	Návodní svah
Q_{100}	Kulminační průtok 100-leté vody
Q_{20}	Kulminační průtok 20-leté vody
Q_2	Kulminační průtok 2-leté vody
SN	Suché nádrže
VS	Vzdušný svah
ŽB	Železobeton

10 SEZNAM OBRÁZKU

Obr. 1 Mapa obec Koberčice [4]	4
Obr. 2 Mapa obce Koberčice - Hydrologická povodí [4].....	6
Obr. 3 Mapa obce Koberčice - Zájmové území návrhu suchého poldru [4]	7
Obr. 4 Půdní mapa obce Koberčice [6]	11
Obr. 5 Povodně roku 2010 v obci Koberčice [8].....	12
Obr. 6 Lokalizace zájmového území v obci Koberčice [9]	13
Obr. 7 Dělení nádrží dle přívodu vody [19].....	19
Obr. 8 Poloha nádrže k toku [16].....	20
Obr. 9 Členění prostoru v nádrži [20].....	21
Obr. 10 Ukázka mapového podkladu podrobného zaměření [10]	24
Obr. 11 Půdorysný tvar hrází [22]	26
Obr. 12 Příčné profily malých zemných hrází [21]	27
Obr. 13 Homogenní hráz na nepropustném podloží [22]	30
Obr. 14 Nehomogenní hráz s jádrovým (středovým) těsněním [22]	31
Obr. 15 Příklady uspořádání drenážního systému [21].....	34
Obr. 16 Schéma uspořádání koruny hráze [16]	35
Obr. 17 Uspořádání základních typů požerákových výpustí [22]	37
Obr. 18 Schéma homogenní hráze na nepropustném podloží k výpočtu průsaku [22] ..	43
Obr. 19 Graf průběhu průsakové křivky [autor]	44
Obr. 20 Schéma příčného profilu LP [autor]	45
Obr. 21 Konsumpční křivka LP [autor]	46
Obr. 22 Konsumpční křivka odpadního potrubí DN 600 [autor]	48
Obr. 24 Schéma požeráku s dlužovou stěnou [autor]	50
Obr. 23 Součinitel vtoku K_{v0} pro různé typy úpravy vtoku [22]	50
Obr. 25 Konsumpční křivka přepadového paprsku přes dlužovou stěnu [autor]	51
Obr. 26 Schéma řezu bezpečnostního přelivu [autor].....	53
Obr. 27 Konsumpční křivka bezpečnostního přelivu [autor]	55
Obr. 28 Průběh batigrafických křivek nádrže	57
Obr. 29 Transformace povodňové vlny pro průtoky Q_2 , Q_{20} a Q_{100}	58
Obr. 30 Schéma vlnovitého vodního skoku [36]	60

Obr. 31	Pohled na geomorfologii zájmového území v místě plánované retenční nádrže [foto: Jan Pastrňák].....	65
Obr. 32	Čelní pohled na zájmové území plánované retenční nádrže [foto: Jan Pastrňák].....	65
Obr. 33	Koryto levostranného přítoku LP v zájmovém území [foto: Jan Pastrňák]	65
Obr. 34	Pohled na ohroženou oblast obce Koberžice a zakreslení vodních toků [foto: Jan Pastrňák].....	66
Obr. 35	Koryto Oldřiovského potoku upravené na kulminační průtok Q_{100} [foto: Jan Pastrňák].....	66
Obr. 36	Soutok levostranného přítoku LP s Oldřišovským potokem [foto: Jan Pastrňák].....	66

11 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Vybrané klimatologické charakteristiky obce Koberžice [3].....	5
Tab. 2: Přehled a plocha povodí IV. řádu [4]	6
Tab. 3: Hydrologické údaje LP Oldřišovského potoka [ČHMÚ].....	8
Tab. 4: Poměr půdní kultury [3]	10
Tab. 5: Rozdělení MVN při ochraně před velkými vodami [16]:	22
Tab. 6: Zatřídění zemin dle ČSN 75 2410 [16], (G - štěrkovité, S - písčité zeminy).....	28
Tab. 7: Zatřídění zemin podle ČSN 75 2410 [16] (g - štěrková, s - písčítá frakce)	28
Tab. 8: Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění [22]	29
Tab. 9: Orientační sklony svahu hrází dle ČSN 75 2410 [10].....	32
Tab. 10: Základní technické údaje hráze	40
Tab. 11: Parametry koryta LP	44
Tab. 12: Výpočet průtoku Q_{LP}	46
Tab. 13: Výpočet množství průtoku Q_{DN600} pro různé výšky hladiny	48
Tab. 14: Hodnoty součinitele přepadu m pro různé výšky přepadového paprsku [22]..	51
Tab. 15: Výpočet průtoku Q_D přes dlužovou stěnu požeráku.....	51
Tab. 16: Návrhové hodnoty BP	54
Tab. 17: Výpočet množství průtoku Q_{BP} bezpečnostního přelivu	54
Tab. 18: Výpočet plochy a objemu nádrže	56

12 PŘÍLOHY

12.1 Přílohy - výpočty

- Příloha A: Výpočet průtoku Q_{LP} v korytě LP
Příloha B: Výpočet průtoku Q_{DN600} odpadním potrubím DN 600
Příloha C: Výpočet průtoku Q_{DN350} kruhovým propustkem DN 350 v požeráku
Příloha D: Výpočet průtoku Q_D přes dlužovou stěnu požeráku
Příloha E: Výpočet průtoku Q_{BP} bezpečnostního přelivu hráze
Příloha F: Transformace povodňové vlny Q_2
Příloha G: Transformace povodňové vlny Q_{20}
Příloha H: Transformace povodňové vlny Q_{100}

12.2 Přílohy - výkresy

- | | | |
|--------------|---------------------------------|---------------|
| Příloha č. 1 | Situace | M 1 : 1000 |
| Příloha č. 2 | Podélný profil hráze | M 1 : 500/100 |
| Příloha č. 3 | Podélný profil nádrže | M 1 : 500/100 |
| Příloha č. 4 | Vzorový příčný řez hráze A - A' | M 1 : 100 |
| Příloha č. 5 | Řez funkčním objektem + půdorys | M 1 : 100 |
| Příloha č. 6 | Příčné řezy hrází | M 1 : 200 |