



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

NÁVRH STABILIZACE BŘEHŮ ÚDOLNÍ NÁDRŽE BRNO

BANK STABILIZATION OF BRNO DAM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

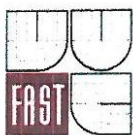
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Filip Václavovský

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Filip Václavovský

Název Návrh stabilizace břehů údolní nádrže Brno

Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miloslav Šlezinger, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2011

Datum odevzdání bakalářské práce 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

Lukáč, M., Abaffy P. Vlnenie na nádržiach, Bratislava 1990

Šlezinger, M. Břehová abraze, 2. vydání, CERM Brno 2005

Šlezinger, M., Úradníček, L. Vegetační doprovod vodních toků a nádrží, 1. vydání CERM Brno 2004

Výzkumná zpráva projektu GAČR Břehová abraze, část I 2004(k dispozici u vedoucího BP)

Zásady pro vypracování

Prohlídka stávajícího stavu vybrané lokality

Zhotovení fotodokumentace současného stavu břehového území

Obstarání geodetických podkladů

Vypracování textové části - průvodní zpráva

Vykreslení příčných řezů břehovým územím

Hydrotechnické výpočty

Návrh a vykreslení břehové stabilizace

Vypracování textové části - technická zpráva

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací



.....
doc. Ing. Miloslav Šlezinger, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

Cílem předkládané bakalářské práce je návrh stabilizací břehů Brněnské nádrže poškozených abrazií. Jedná se o nejméně poškozenou oblast Osada nacházející se na levém břehu. Břehová abraze je způsobena kolísáním vodní hladiny a působením větrovných vln. Výsledkem práce je návrh upřednostňovaných biotechnických stabilizací, které mají za účel zastavit nebo zpomalit projevy abraze.

Klíčová slova

abraze, stabilizace, břehová čára, nádrž

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is to design stabilizations of the banks of the Brno's water reservoir, damaged by abrasion. This work is focused on the most damaged Osada area located on the left bank. Shore abrasion is caused by fluctuations in water levels and the effect of wind waves. Result of this thesis are biotechnical stabilizations, which has to stop or slow the symptoms of abrasion.

Keywords

abrasion, stabilization, bank line, water reservoir

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

VÁCLAVOVSKÝ, Filip. *Návrh stabilizace břehů údolní nádrže Brno*. Brno, 2012. 51s., 11 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 25. 4. 2012

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized letters, positioned above a horizontal dotted line.

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě bych chtěl poděkovat panu doc. Dr. Ing. Miloslavu Šlezingrovi za čas strávený při vzájemných konzultacích, materiály a cenné rady, dále pak své rodině za podporu při studiu a naděje, které do mne vkládají. Nesmím opomenout ani zbytek učitelského sboru a své přátele, bez kterých by toto nebylo možné.

OBSAH

ÚVOD	3
1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	4
1.1 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ A SPRÁVNÍ ÚDAJE	4
1.1.1 Základní údaje	4
1.1.2 Nádrž.....	5
1.1.3 Hráz.....	5
1.1.4 Spodní výpusti.....	5
1.1.5 Bezpečnostní přeliv	5
1.1.6 Elektrárna	6
1.1.7 Hydrologické údaje	6
1.1.8 Účinek nádrže	6
1.1.9 Poloha:	6
1.2 ZEMĚPISNÁ ORIENTACE - POVODÍ SVRATKY	7
1.3 GEODETICKÉ PODKLADY	8
1.4 GEOLOGICKÉ POMĚRY	8
1.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY.....	10
1.6 HYDROLOGICKÉ POMĚRY	11
1.7 ŘÍČNÍ ÚDOLÍ PŘED STAVBOU PŘEHRADY.....	12
1.8 PEDOLOGICKÉ POMĚRY	14
1.8.1 Půdní druhy	14
1.8.2 Půdní typy	14
1.9 KLIMATICKÉ POMĚRY	15
1.9.1 Srážkové poměry.....	15
1.9.2 Teplotní poměry	15
1.9.3 Větrné poměry.....	15
1.9.4 Zámrzové poměry	15
1.10 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ TOKU	16
1.11 POŽADAVKY NA ODBĚR	18

1.12 ČISTOTA VOD	18
1.13 REKREAČNÍ VYUŽITÍ	20
1.13.1 Vodní sporty.....	20
1.13.2 Rybolov	20
1.13.3 Rekreační plavba.....	20
1.14 ÚDAJE O DOPRAVĚ	21
2 TECHNICKÁ ZPRÁVA	25
2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	25
2.1.1 Fotodokumentace stávajícího stavu.....	27
2.2 ÚČEL NAVRHOVANÉ ÚPRAVY	32
2.3 NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	33
2.3.1 PF 1 – Oživená kamenná rovnanina.....	33
2.3.2 PF 2 – Šikmá betonová opěrná zeď s výsadbou rákosin	34
2.3.3 PF 3 – Opevnění svahu z kulatiny s kamennou patou	35
2.3.4 PF 4 – Oživená stupňovitá kamenná pata s dřevěnou kulatinou	36
2.3.5 PF 5 – Oživená gabionová zeď s výsadbou rákosin	37
2.3.6 PF 6 – Oživené gabionové schody	38
2.3.7 PF 7 – Srub z kulatiny s kamennou patou	39
2.3.8 PF 8 – Oživený těžký kamenný zához	40
2.3.9 PF 9 – Oživené haťové válce s kamenným pohozem.....	41
2.3.10 PF 10 – Zápletový plůtek se sítí z kokosových vláken.....	42
2.3.11 PF 11 – Haťošterkové válce s kamennou patou a sítí z kokosových d vláken	43
ZÁVĚR	44
POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	45
SEZNAM TABULEK	47
SEZNAM OBRÁZKŮ	48
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	50
SEZNAM PŘÍLOH	51

ÚVOD

Brněnská nádrž je velice ohrožena břehovou abrazí a řadí se v rámci České republiky na přední místa v této problematice. Termín abraze označuje děj, při kterém dochází k plošnému mechanickému obrušování dna a břehů pohybem vody. Pohyb vody je způsoben především vlněním a kolísáním vodní hladiny v nádrži. Abraze je spojena s přemísťováním a ukládáním uvolněného materiálu z rozbředlých, rozrušených břehů. Tento jev má za následek vznik abrazních srubů a ukládání uvolněného materiálu do tzv. abrazních plošin neboli poškozování břehů nádrže. Dalšími faktory podporujícími abrazi jsou průsak povrchových vod do nádrže, promrzání břehů, ledová pokrývka a chod ledových ker.

K abrazi obecně dochází zejména v částech pobřeží se značným sklonem břehu, který je tvořen málo odolnými materiály náchylnými k erodování a rozbředání. Při vlnění v hluboké vodě je ztráta energie vlny poměrně malá a největší účinek vlnobití na pobřežní materiál se soustředí do úzkého pásu bezprostředně na styku vodní hladiny a břehu. [3]

Obecně abraze způsobuje rozšiřování vodní plochy nádrže na úkor přilehlých pozemků a zanášení vodní nádrže rozrušenými materiály. V místech vzniku abrazních srubů je ztížen, až znemožněn přístup k vodní hladině. Zároveň dochází k ohrožení stability přilehlých objektů a ohrožení zdraví osob pohybujících se pod patou abrazního srubu a na jeho horní hraně z důvodu břehových sesuvů.

Základním předpokladem k zamezení vzniku abraze na vodních nádržích je návrh preventivních opatření před samotným uvedením díla do provozu. Mnohdy je možné ohrožené oblasti předem vytipovat a stabilizovat je vhodně zvoleným vegetačním doprovodem, biotechnickou úpravou. Bohužel i v současné době zůstává tato problematika často na okraji zájmu a stabilizační opatření jsou prováděna, až když se vlivy abraze projeví. To má za cíl prodražení navrhované úpravy, zvýšení obtížnosti provádění. [3]

1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

1.1 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ A SPRÁVNÍ ÚDAJE [11]

Brněnská přehrada, jež byla vzdutím řeky Svratky zatopena, leží na severozápadním okraji města Brna. Její historie sahá do roku 1941, kdy byla definitivně dokončena. V dnešní době poskytuje obyvatelům Jihomoravského kraje jistotu odběru vody, výrobu elektrické energie, ale i nezapomenutelné místo pro jejich rekreaci, sport nebo dopravu.

1.1.1 Základní údaje

Nádrž:	VD Brno
Jméno toku:	Svratka
Kilometráž zájmového úseku:	56,19 km
Výškový systém:	Balt po vyrovnání
Správce toku:	Povodí Moravy
Závod:	závod Dyje
Účel:	zajištění oděru vody pro úpravnu BVaK a.s. Brno zajištění odběru vody pro závlahu v Brně a pod Brnem zajištění odběru povrchové vody z nádrže a z toku pod nádrží výroba el. Energie ve špičkové vodní elektrárně snížení povodňových průtoků rekreace a vodní sporty rybolov, lodní doprava, plavba
Uvedení do provozu:	1940

1.1.2 Nádrž

Stálé nadržení:	2,082 mil. m ³
Hladina stálého nadržení:	219,00 m.n.m.
Zásobní prostor:	13,020 mil. m ³
Hladina zásobního prostoru:	229,08 m.n.m.
Prostor retenční ovladatelný:	2,600 mil. m ³
Hladina retenčního neovladatelného prostoru:	230,08 m.n.m.
Celkový objem:	17,702 mil. m ³

1.1.3 Hráz

Typ hráze:	betonová gravitační
Kóta koruny hráze:	232,50 m.n.m.
Šířka koruny hráze:	3,00 m
Délka hráze v koruně:	120,0 m
Výška hráze nade dnem:	23,50 m

1.1.4 Spodní výpusti

Počet x průměr:	1 x 2000 mm
Provozní uzávěr:	segment
Kapacita při max. hladině:	48,5 m ³ /s

1.1.5 Bezpečnostní přeliv

Typ bezpečnostního přelivu:	korunový, hrazený – tabule
Počet polí x délka přelivu:	3 x 7,0 m
Kóta přelivu:	228,80 m.n.m.
Kapacita při max. hladině:	366 m ³ /s

1.1.6 Elektrárna

Počet turbín x typ:	1 x Kaplanova vertikální
Výkon elektrárny:	3,1 MW
Hltnost turbín:	18 m ³ /s
Provozovatel:	ČEZ obnovitelné zdroje s.r.o., Hradec Králové

1.1.7 Hydrologické údaje

Číslo hydrologického pořadí:	4-15-01-147
Plocha povodí:	1 586,26 km ²
Průměrný dlouhodobý roční průtok:	7,680 m ³ /s
Q ₁₀₀ :	335,000 m ³ /s
Q _{355d} :	1,260 m ³ /s

1.1.8 Účinek nádrže

Neškodný odtok:	155,000 m ³ /s
Minimální odtok:	1,370 m ³ /s

1.1.9 Poloha:

Kraj:	Jihomoravský
Okres:	Brno – město
Obec s rouš. působností:	Brno
Obec:	Brno - Kníničky
Katastrální území:	Kníničky

1.2 ZEMĚPISNÁ ORIENTACE - POVODÍ SVRATKY [2]

Povodí řeky Svatky, jako největšího levobřežního přítoku řeky Dyje, leží v severní části Českomoravské vrchoviny. Dále pak pokračuje jihovýchodním směrem napříč přes Boskovickou brázdou, Brněnský vyvěřelý masiv a Moravský kras do Dyjskosvrateckého úvalu. V severní části zasahuje do Svitavské křídlové plošiny, na východě zasáhne do Dražanské vysočiny, Ždánického lesa a Litenečických vrchů, okrajů Vyškovského úvalu.

Toto povodí sousedí na své východní straně s povodím Moravy, na jihu s povodím Trkmanky (Dyje), na západě s povodím Jihlavy a na severu s povodím Vltavy a Labe.

Nejvyšším bodem povodí je vrchol Devět skal o nadmořské výšce 837 m, též znám jako nejvyšší bod Českomoravské vysočiny. Naopak nejnižší bod povodí se nachází na soutoku Svatky s Dyjí, dnes v oblasti střední zdrže Novomlýnských nádrží, s nadmořskou výškou přibližně 167 m. Rozvodnice neboli hranice povodí dosahuje délky přibližně 402 km. Úsek rozvodnice na hranici s povodím Vltavy a Labe je součástí hlavního evropského rozvodí mezi Černým a Severním mořem.



Obr. 1.2.1 Povodí řeky Svatky [2]

1.3 GEODETICKÉ PODKLADY

- základní mapa ČR 1:10 000
- státní mapa odvozená 1:50 000
- mapové podklady SVP

1.4 GEOLOGICKÉ POMĚRY [2]

Geologické poměry v povodí jsou velmi rozmanité díky širokému zastoupení celé řady geologických formací. Oblast je tvořena několika tektonickými jednotkami, především to jsou – moldanubikum, moraviku, svrchnokřídová tabule, boskovická brázda, masiv brněnské vyvřeliny, devon, karbon, perm, jura, svrchní křída, neogen, diluvium a aluvium.

Podle zastoupení jednotlivých útvarů a hornin je možno zevrubně odhadnout, že povodí Svatky je tvořeno plošně asi ze $\frac{3}{4}$ horninami krystalinika a vyvřelinami. Přibližně z $\frac{1}{4}$ pak horninami usazenými.

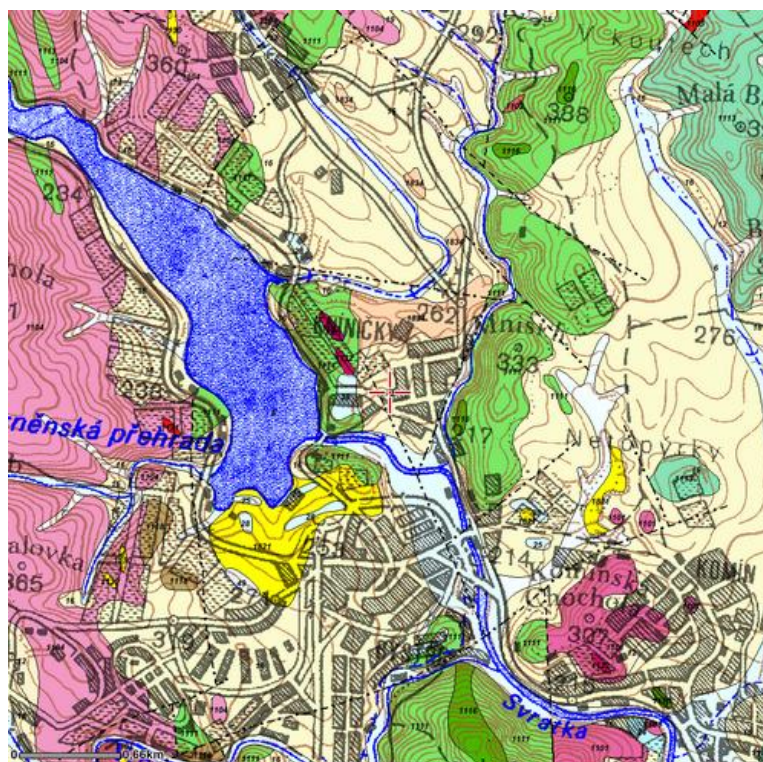
Důležitým geologickým útvarem v oblasti Brněnské přehrady je boskovická brázda, která se táhne směrem na jihozápad-severoseverovýchod, na čáře přibližně tvořené obcemi Veverské Knínice, Drásov, Lubě, Skalice, Vranovice – takže protíná napříč skoro celé povodí. V jižní části je šířka brázdy asi 3 km, k severu se postupně rozšiřuje až na 12 km. Boskovická brázda, jako tektonická propadlina, je vyplněna především permskými sedimenty, dále pak v menší míře sedimenty svrchnokřídovými, miocenními a čtvrtohorními.

Hlavní zastoupení v širším okolí Brna mají neogenní sedimenty, dále je nalezneme v jižní a zejména pak v severní části boskovické brázdy. Tyto sedimenty vyplňují také dna koryt Svatky a Svitavy, svým původem ukazují na předneogenní stáří koryt řek.

Diluviální usazeniny pokrývají v dolním povodí Svatky velké oblasti a rozšířeny jsou zejména v úvalu Vyškovském, v širším okolí Brna a podél Svatky. Z hornin jsou tu zastoupeny zejména spraše, sprašové hlíny a štěrkové terasy. Nejstaršími sedimenty jsou zde štěrkové terasy, kryjící různé plochy hlavně na pravém břehu Svatky, na soutoku Svatky a Litavy a na středním toku Litavy. Tyto štěrky jsou kryty většinou vápennými kryty okrově žluté barvy ve vrstvách o mocnosti 5-20 m.

Bezvápené kryty se zde nachází pouze v omezené míře. Holocenní resp. aluviální sedimenty představují nejmladší náplavy, vyplňují dna podél hlavních toků a přítoků. Tyto náplavy jsou na bázi štěrků, písků, hlín. Taktéž se zde nacházejí nepravidelné vrstev jílu.

Jako zajímavost je možné ještě uvést, že v blízkém okolí Brněnské přehrady jsou poměrně významná naleziště rud. Například železná ruda byla v minulosti těžena v okolí Lažánek, Šmelcovny a v jiných blízkých lokalitách. Barevné rudy byly těženy v okolí Veverské Bítýšky, Šmelcovny, Tišnova a to hlavně rudy zinku, olova, mědi, arsenu, antimonu.



Obr 1.4.1 Mapa geologických poměrů okolí přehrady 1:50 000 [10]

Legenda ploch:

	písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment [ID: 12]
	spraš a sprašová hlína [ID: 16]
	písek, štěrk [ID: 25]
	písek, štěrk [ID: 28]
	biotitický granodiorit až tonalit [ID: 1101]
	migmatizovaná biotitická pararula až migmatit, místy s amfibolem [ID: 1118]
	biotitický až amfibol biotitický granodiorit [ID: 1104]
	biotit-amfibolický diorit, křemenný diorit [ID: 1111]
	vápnitý jíl (tégel), místy s polohami písků [ID: 1821]
	štěrky, štěrkovité písky, písky [ID: 1834]
	ultramafit, serpentinit [ID: 1116]
	metabazalt, zelená břidlice [ID: 1113]

1.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY [2]






Povodí Svratky, zejména úsek Brno – Veverská Bítýška, je vlivem své geologické stavby relativně chudé na podzemní vody. Na vině jsou nepropustné puklinové krystalické horniny malých až nepatrných vydatností. V porovnání s povodím Svitavy, v němž jsou hojně zastoupeny sedimenty mladších geologických formací je tento rozdíl zřetelný.

„Hydrologicky chudé horniny krystalinika kryjí prakticky celou západní polovinu povodí a tvořeny jsou převážně rulami, svory, fylity, granulity, hadci, krystalickými vápenci a jinými horninami. Horniny krystalinika jsou horniny pevné, s malou pórovitostí, takže i jejich nasákavost je velmi malá“ [2]. Také zvětralinu krystalických břidlic – zeminy písčité, hlinito-písčité, písčito-hlinité jsou víceméně zeminami lehčího rázu s malou jímavostí. Komplikované území krystalinika stahuje okolní vodu do hlubokých trhlin a puklin a tím je způsobeno značné ochuzení podzemních vod. Podíváme-li se zpět do bezprostředního okolí údolní nádrže, především do oblasti brněnského masivu, můžeme hovořit o vydatnějších puklinových vodách, vázaných na tento masiv.

1.6 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Řeka Svatka pramení na jihozápadním úbočí Žákovy hory ve výšce 780 m.n.m. výtokem z tak zvaného „Černého bahna“. Od pramene dále odtéká severovýchodním směrem, nevelkým horským žlebem. Obtéká Žákovu horu a stáčí se k obci Svatka, odkud nese své jméno. Pod obcí dále teče na jihovýchod, u obce Mílov se prudce obrací na severovýchod a pod soutokem s Bílým potokem míří na jihovýchod.[2]

Tab. 1.6 – Hydrologické poměry řeky Svatky (stanice Veverská Bítýška) [11]

Stanice: LG Veverská Bítýška		Tok: Svatka				
Povodně						
	1. stupeň povodňové aktivity:	190 [cm]				
	2. stupeň povodňové aktivity:	240 [cm]				
	3. stupeň povodňové aktivity:	300 [cm]				
	3. stupeň povodňové aktivity (extrémní povodeň):	400 [cm] (Q50)				
Poznámka:						
Sucho						
	Q355:	1,16 [m ³ .s ⁻¹]				
N-leté průtoky [m³.s⁻¹]						
Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
60	89	126	159	193	241	280
Historické povodně (3 nejvyšší zaznamenané po dobu pozorování)						
8.7.1997	115 [m ³ .s ⁻¹]		N ~ 2-5			
2.6.2010	95 [m ³ .s ⁻¹]		N ~ >2			
1.4.2006	192 [m ³ .s ⁻¹]		N ~ 20			

1.7 ŘÍČNÍ ÚDOLÍ PŘED STAVBOU PŘEHRADY [2]

Prvořadým a zároveň nejdůležitějším rozhodnutím před započítáním výstavby přehrady je výběr nejvhodnějšího profilu na říčním toku. Pro zakládání přehradních hrází je na řece Svatce nad jejím soutokem se Svitavou spousta vhodných profilů, které vyhovují po geologické i morfologické stránce. V tomto říčním údolí, které je sevřeno většinou relativně příkrými svahy se šířkou ve dně 100 až 200 m, dochází místy k zúžení až na pár desítek metrů (Veverská Bítýška, Borovnice, u Panáčkových skal, Kníničky, nad Komínem, u kamenného mlýna), což je z hlediska morfologického velmi vyhovující.

Naopak v povodí Svatky pod soutokem se Svitavou až po své zaústění do Dyje se už vlastně nenachází žádný vyloženě vhodný profil pro zakládání přehradní hráze. Řeka zde má vyloženě charakter nížinného toku s malým spádem, protéká rovinným územím a chybí morfologicky výhodné příkré svahy údolí.

Důležitým aspektem je stávající stav využívání vybraných lokalit, míra jejich osídlení, hustota zástavby, existence náročných provozů apod. Tento aspekt může mnohdy znemožnit zbudování hráze v jinak vhodném říčním profilu. Nutné náklady (na přesídlení obyvatelstva, zajištění náhradního bydlení, úpravy budoucího dna nádrže) by mohli přesáhnout předpokládaný výnos z budoucího vodního díla, případně vlna odporu obyvatelstva proti výstavbě může znesnadnit prosazení výstavby. Další důvody vedly o upuštění záměru zbudovat přehradní hráz v lokalitách Kamenný mlýn, v Komíně, u Ruského vrchu.

Máme-li předběžně zvolený přehradní profil, dalším krokem je posouzení budoucí zátopové oblasti. Ta je daná výškou hráze a zaplavenou plochou. V případě budoucí Brněnské přehrady, stojící v údolním profilu u obce Kníničky, se jevila zátopová oblast jako velice příznivá. V okolí nenajdeme ani zvláště úrodnou půdu ani větší hustotu osídlení obyvatelstva. V zátopové oblasti nestojí žádná z historických památek Brna, neprobíhala zde významnější těžba nerostných surovin, nenacházely se zde průmyslové podniky ani významný komplex lesních porostů Veverské Bítýšky a Kuřimi.

Největší investicí bylo nakonec přesídlení obce Kníničky. Samozřejmě byly nutné i další drobnější zásahy do okolí, především v oblasti Veverské Bítýšky a velkostatku Rosice – Veveří. Náhrada zaplavených pozemků, nemovitostí a ušlých zisků byla poskytnuta formou finančního odškodnění či jinak.

Nic tedy nestálo v cestě výstavbě budoucí Kníničské resp. Brněnské přehrady.



Obr. 1.7.1 Obec Knínčky a její přilehlé louky [2]



Obr. 1.7.2 Pohled na místo současně stojící přehrady před její výstavbou [2]

1.8 PEDOLOGICKÉ POMĚRY

1.8.1 Půdní druhy

V povodí Svatky jsou nejrozšířenější půdní typy hlinité s obsahem jílnatých částic mezi 20-45%, v menší míře půdy těžké s obsahem jílnatých částic 45%. Půdy vlhké s obsahem jílu pod 20% se zde vyskytují nejméně.

Právě hlinité půdy, ze zemědělského hlediska nejlepší, jsou nejčastějšími půdami v okolí nádrže. Vykazují dobré fyzikální vlastnosti a dobrou zpracovatelnost.

1.8.2 Půdní typy

V okolí nádrže jsou nejčetnější aluviální půdy různého charakteru, pokrývající polohy podél vodního toku. Dále pak půdy podzolové na permských pískovcích a břidlicích, které jsou využívány hlavně zemědělsky a jsou částečně kryty lesními porosty.



Obr. 1.8.2.1 Půdní horizont

1.9 KLIMATICKÉ POMĚRY [1]

Zkoumané území náleží z hlediska klimatické charakteristiky do mírně teplé oblasti třídy MT11, ovlivněné oceánským podnebím. Oblast je charakteristická dlouhým, suchým a teplým létem. Nejvíce srážek spadne ve vegetačním období. Zima je krátká a mírně teplá, kdy sněhová pokrývka má velmi krátké trvání

1.9.1 Srážkové poměry

Obecně panuje v celém povodí Svratky nedostatek srážek. Srážkové gradienty na 100 m nadmořské výšky jsou nižší, než se všeobecně udává. Množství srážek roste s přibývajícím nadmořskou výškou a zalesněním směrem na severozápad. Nejsuššími měsíci jsou únor a září, naopak nejbohatšími měsíci na množství spadlých srážek jsou červen a červenec. Počet dnů se srážkami od 120 do 160 za rok. Sněživých dnů bývá v této lokalitě mezi 15 a 65. Oblačnost je v intervalu 4,7-7,3. Sluneční svit zde činí až 1900 hodin za rok.

1.9.2 Teplotní poměry

. Nejchladnějším měsícem za období 1931–1970 je leden (2-3°C) a nejteplejším červenec 17-18°C (dle Quitta 1975). Počet dní v roce, kdy je teplota menší než 0°C, se pohybuje v intervalu 61 až 102 dní. Vegetační období trvá od března do listopadu, tedy přibližně 197 až 234 dnů za rok. Je to doba, kdy průměrná teplota překonává 5°C.

1.9.3 Větrné poměry

V povodí Svratky rozeznáváme čtyři typy větrných proudů. Proud severozápadní, západní, jihovýchodní a jižní. Průměrná rychlost větru činí 3,2 m/s, svého maxima dosahuje na jaře, minima pak v létě.

1.9.4 Zámrzové poměry

Ledová pokrývka se začíná tvořit v první polovině listopadu a trvá až do konce března. Tyto jevy trvají průměrně 59 dní v roce. Souvislá ledová pokrývka trvá průměrně 38 dní. Obvykle bývá tloušťka ledové pokrývky asi 35 cm.

1.10 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ TOKU

Poloha povodí Moravy, kde veškeré významnější toky pouze pramení a skutečnost, že se v tomto nížinatém povodí nenacházejí žádné vysokohorské terény, případně ledovcová jezera, značně omezuje využití energetického potenciálu toku Moravy. Při využití nastavených podmínek je nutné počítat s malými instalovanými výkony a spády.

Na Svatce v území města Brna nalezneme tři stávající vodní elektrárny – Kníničky, Komín a Přízřenice. Jejich dosahovaný výkon je 3,175 MW, roční výroba těchto elektráren činí 9 220 MWh/rok.

Největší z nich je malá vodní elektrárna v Kníničkách, stojící pod přehradním profilem Brněnské nádrže. Její instalovaný výkon 3,1 MW vyrobí za rok průměrně 8 500 MWh. Je osazena jednou vertikální Kaplanovou turbínou s hltností 22 m³/s, optimálně však pracuje při hltnosti 18 m³/s. Byla zkonstruována za účelem vykrývání ranních a večerních energetických špiček. Do provozu byla uvedena v roce 1941. Až na tři suché jednofázové transformátory je stále její technologické vybavení původní. Její chod zpravuje ČEZ obnovitelné zdroje s.r.o. Hradec Králové. [14]

Nelze opominout fakt, že většina vodních elektráren na území města Brna disponuje zastaralou technikou a nedokonalým technicko-provozním zabezpečením. Nedochozí tudíž k optimálnímu využití potenciální energie toku. Nyní ale probíhá rekonstrukce MVE Husovice II na Svitavě a v plánu je též rekonstrukce MVE Komín. [14]

Příložená tabulka ukazuje 5 vytipovaných lokalit k energetickému využití toku Svatky v okolí Brna. Tři z nich jsou využívány, další 2 jsou doposud nevyužity.

Tab. 1.10 – Možnosti energetického využití Svatky v okolí Brna [14]

hydropotenciál					využitý		nevyužitý	
tok	ř. km	místo	spád	průtok	výkon	výroba	předpoklad	předpoklad
č.		MVE	m	m ³ .s ⁻¹	kW	MWh/rok	kW	MWh/rok
Svatka								
1	56,2	<i>Kníničky</i>	17,5	18	2 900	8 500		
2	52,9	<i>Komín</i>	2,6	8,5	200	500		
3	50,2	<i>Pisárky</i>	4,1	8,5			250	700
4	48,8	<i>Riviera</i>	1,5	8,5			80	250
5	40,8	<i>Přízřenice</i>	2,4	4,8	75	220		
Brno- město celkem					3 175	9 220	330	950



Obr. 1.10.1 Pohled na betonovou tížnou přehradu v Kníničkách, vpravo MVE Kníničky [12]



Obr. 1.10.2 Pohled na vtokový objekt MVE Komín - Brno [12]

1.11 POŽADAVKY NA ODBĚR

Nejvýznamnějším odběratelem vod z brněnské nádrže je Povodí Moravy s. p., Brno, disponující povolení na akumulaci a vzdouvání vody na řece Svratce. Dalším důležitým odběratelem je Hydročez a.s., zpravující MVE Kníničky. Odběr Hydročezu a.s. je tudíž za účelem energetického využití. Město Brno odebírá vodu z přehradního objemu pro vodovodní systém s maximálním povoleným odběrem 16 000 m³/rok. Toto kritérium omezující odběr se týká úpravní povrchových vod v Brně-Pisárkách, jakožto záložního zdroj pitné vody.

Jako zajímavost lze uvést, že dřívějším odběratelem býval areál VUT Brno v Kníničkách. Maximální množství odběru bylo stanoveno na 600 l/s. Odběr sloužil k realizaci modelování hydraulických jevů v laboratořích vodních staveb VUT. Nynější laboratoř ústavu vodních staveb VUT nalezneme v pavilonech B a F v areálu Veveří.

1.12 ČISTOTA VOD

Hlavním zdrojem znečištění Brněnské nádrže jsou velké počty sinic. Ty způsobují v letních měsících intenzivní květ hladin. Rozvoj řas a sinic je způsoben eutrofizací neboli obohacováním tekoucích a stojatých vod živinami, zejména dusíkem a fosforem. Tyto látky produkují odumřelé vodní organismy při rozkladu nebo se dostávají do vod ze zemědělských hnojiv, splaškových vod a z atmosféry. Aby sinice z našich vod zmizeli, je potřeba zastavit vypouštění těchto látek do vody.

Projekt čištění Brněnské přehrady od sinic a zamezení dostupných živin ve vodě odstartoval v roce 2009. Základními pilíři projektu byla instalace 15 aeračních věží do vodní hladiny. Do akce byli nasazeni potápěči na čištění splavených nečistot a v letošním roce 2012 se počítá s vybudováním předsazených usazovacích nádrží na nejproblematictějších přítocích. V předešlých letech byl zbudován systém na dávkování síranu železitého do vody, který má za úkol vysrážet přebytečný fosfor. Zavedená opatření se ukázala jako přínosná a problém sinic v Brněnské přehradě se rok od roku snižuje. [8]

Za účelem ochrany čistoty vod je stanoveno kolem nádrže ochranné pásmo o šířce přibližně 50 m. Pásmo kopíruje vrstevnici 232,00 m.n.m. a je v něm zakázána zemědělská činnost, stavby budov, vypouštění odpadních vod a parkování vozidel. [2]



Obr. 1.12.1 Čerpadlové aerační věže použité při projektu čištění Brněnské přehrady [8]



Obr. 1.12.2 Instalace aeračních věží pod hladinu nádrže [8]

1.13 REKREAČNÍ VYUŽITÍ

Okolí Brněnské přehrady skýtá velké množství rekreačního vyžití. Počínaje možností koupání v lokalitě Sokolského koupaliště, Kozích Horek apod., rekreační plavby, využití turistických stezek lemujících přehradu po obou březích a cyklotrasy. Je zde též povoleno věnovat se rybolovu, či můžete jednoduše využít služeb okolních hospůdek a restaurací. Největší koncentraci občerstvovacích zařízení naleznete v Bystrckém přístavišti. Najdete zde i několik sportovišť s tenisovými kurty, volejbalovými hřišti a veslařské kluby. Dominantu pravého břehu představuje hrad Veveří - historická památka první poloviny třináctého století. V neposlední řadě se zde každoročně koná mezinárodní soutěžní přehlídka ohňostrojů s hudebním doprovodem Ignis Brunensis.

1.13.1 Vodní sporty

Mezi vodní sporty provozované na Brněnské přehradě patří koupání, jachting, windsurfing a potápění. Využít lze služby jachtařské školy. V jednaní je výstavba vleku pro vodní lyžování a wakeboarding v lokalitě Sokolského koupaliště.

1.13.2 Rybolov

Mimopstruhový rybářský revír zahrnující Brněnskou přehradu nese označení 461 141 – SVRATKA 5. Hranice revíru tvoří hráz přehrady v Kníničkách a jez u Tejkalova mlýna ve Veverské Bítýšce. V revíru byla nasazena násada kapra s trvalou kotvičkovou značkou, umístěnou pod hřbetní ploutví. Každý oprávněný k lovu, který uloví takto označenou rybu, je povinen se řídit všeobecným ustanovením. V revíru je povolen lov z loděk.

Lov je zde zakázán na všech přítocích, na vodní ploše za silničním násypem v zátocě u Rákovce, v zátocě „Na pile“ a v chovných rybnících „Na pile“, na vodní ploše „Na bažinách“ u Veverské Bítýšky a ze všech uzavřených areálů a pozemků.

1.13.3 Rekreační plavba

Rekreační plavbu na brněnské nádrži je možné provozovat od měsíce dubna do října. Pro letošní rok 2012 započalo plavební období 14.4.a trvá do 14.10. Více k lodní dopravě v **odst. 1.17**



Obr. 1.13. Hrad Veveří v roce 2008, probíhající rekonstrukce objektu [9]

1.14 ÚDAJE O DOPRAVĚ [2]

Bez lodní dopravy si dnes nedokážeme Brněnskou přehradu ani představit. O jejím zavedení bylo rozhodnuto již od samého počátku existence tohoto díla. Po předchozím zažádání o udělení koncese k provozu lodní dopravy motorovými loděmi byla dne 28. února 1939 tato koncese vyhotovena. Přestože byly dojednány podmínky nutné k zahájení plavebního provozu, německá okupace za období druhé světové války je bez ohledu zhatila. Navzdory nepříznivé válečné situaci mohly po jejím ukončení na jaře 1946 vplout první lodě na hladinu Brněnské přehrady. Byly slavnostně pokřtěny jmény „Morava“ a „Brno“. Každá z lodí měla kapacitu 90 cestujících. Současně byl pro provoz připraven nevelký motorový člun „Svratka“ s kapacitou 18 míst.

O nově vzniklou turistickou atrakci jevila veřejnost velký neutuchající zájem. První trasa, kterou mohli cestující absolvovat z hlavního přístaviště v Bystrci na hrad Veveří, měřila 6300 m. Do roku 1952 se lodní flotila rozrostla o lodě Veveří, Úderník, Pionýr a Mír. Poslední tři jmenované lodě disponovali kapacitou pro přepravu 200 cestujících. V roce 1951 byla dostavěna tramvajová trať až do starého Bystrce, čímž se stala přehrada opět dostupnější a stávající lodní park nemohl uspokojit poptávku po lodní dopravě. Nebylo výjimkou, že se dostalo pouze na cestující s předešlou rezervací lodních lístků. Proto bylo rozhodnuto o vybudování většího počtu modernějších velkokapacitních lodí.

V roce 1953 byla uvedena do provozu první dvoupalubová loď pro 350 cestujících – Praha. V návaznosti na zkušenosti se stavbou loď Praha, vznikly postupem času loď Moskva, Bratislava.

V této době docházelo k hlavní výstavbě rekreačních objektů v oblastech Rakovce, Koží Horky, Rokle, Obory, Jelenice na pravém břehu a oblastech námi zkoumané Osady a Sokolského koupaliště na břehu levém. V průběhu desetiletí byly zbudovány stovky rodinných domků, rekreačních chat, vznikly zde turistické stezky a rozšířila se i nabídka služeb v okolí přehrady. To si samozřejmě vyžádalo další úpravy ve skladbě lodní flotily.

Byly odstaveny první sloužící loď Morava a Brno a vznikla tudíž čtvrtá velkokapacitní loď jménem Kyjev. Tou dobou se psal rok 1961 a po několik desetiletí nedošlo již k výrazným změnám ve skladbě lodní flotily dopravního podniku města Brna. Dopravu zajišťovaly jednopalubové lodi Úderník, Pionýr, Mír a čtyři dvoupalubové loď Praha, Moskva, Bratislava a Kyjev. Celková přepravní kapacita dosahovala až 1500 osob.

V osmdesátých letech byly provedeny generální opravy a modernizace několika lodí. Vylepšení se dočkaly loď Bratislava, Moskva, Praha a po více jak dvaceti letech se dočkal i Úderník. Rekonstrukce Úderníku byla tak rozsáhlá, že loď dostala nové jméno Brno. Poslední rekonstruovanou lodí byl v roce 1992 Kyjev, přejmenovaný na Veverčí. Zároveň došlo k přejmenování loď Moskva na Dallas. [9]

V roce 1995 byla postavena ocelová provozně-správní budova lodní dopravy v bystrckém přístavišti. Stavba symbolizuje svým uspořádáním a vzhledem loď. [9]

V roce 2010 byla spuštěna na vodu nová loď Lipsko a o dva roky později ji následovaly dvě nové loď Vídeň a Utrecht. Obě jmenované jsou naprosto identické s lodí Lipsko. Dvě nejnovější loď z jara letošního roku 2012 nesou pojmenování Stuttgart a Dallas, jsou taktéž shodné konstrukce s lodí Lipsko.[9]

Veřejná lodní doprava může být provozována od měsíce dubna do října, plavba plavidel se spalovacím motorem je až na výjimky zakázána. Ve vzdálenosti 100 m od tělesa hráze je bójemi ohraničené pásmo, ve které platí přísný zákaz plavby, rybolovu, koupání.

Pro plavbu malých plavidel v nádrži platí pravidla: ..

- minimální hladina: 225,00 m.n.m.
- maximální hladina: 230,50 m.n.m.

Zákaz osobní lodní dopravy v nádrži při:

- kótě nižší než 224,00 m.n.m.
- kótě vyšší než 230,05 m.n.m.



Obr. 1.14.1 Hlavní přístaviště Bystřice [2]



Obr. 1.14.2 *Lod' Brno u přístaviště na kozi Horce 1949) [9]*



Obr. 1.14.3 *Lod' Brno po rekonstrukci [9]*

2 TECHNICKÁ ZPRÁVA

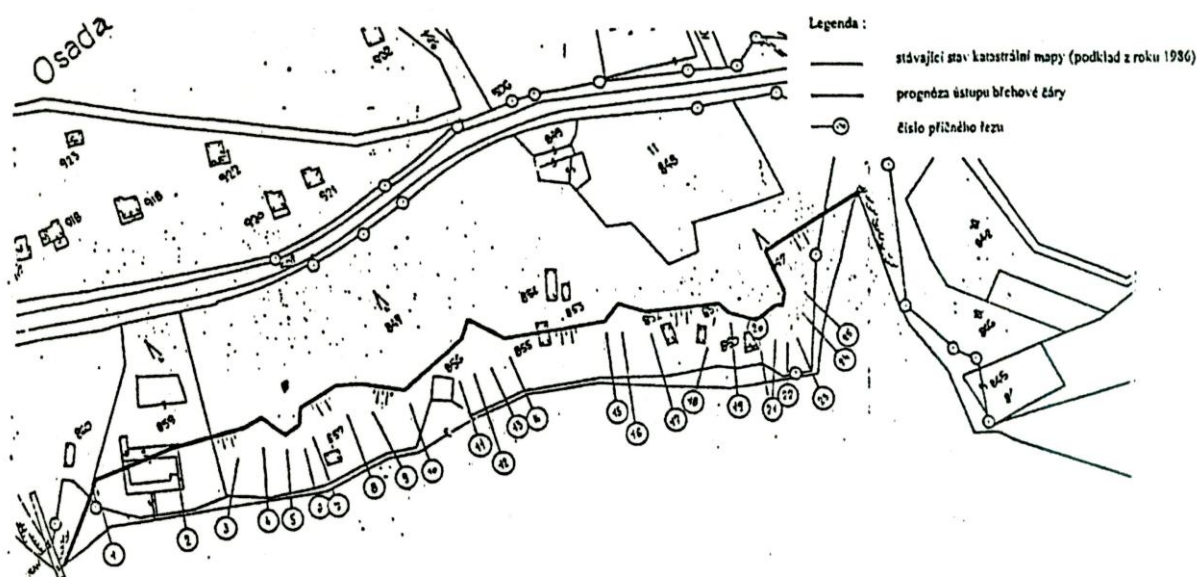
2.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

Ve sledovaném úseku Osada je břeh tvořen zahliněnými šterkopísky, svrchní vrstvu proměnné mocnosti 0,3 – 2,0 m tvoří sprašové hlíny. Na povrchu nalezneme 0,3 m vysokou vrstvu lesní půdy.

Oblast se nachází intenzivně rekreačně využívané lesní trati z borovic. Místy nalezneme buk lesní, dub letní, javor mléč, břízu bílou. V podrostu roste ptačí zob, líska obecná, černý bez a další křoviny.

Oblast Osada je břehovou abrazí nejvíce postiženou částí nádrže. Dle současného vývoje abraze lze rozdělit celá oblast Osada do několika na sebe navazujících úseků: [3]

- úsek příčných řezů 1-4 - výška abrazního srubu 1-2 m; 2. stupeň
- úsek příčných řezů 5-8 - výška abrazního srubu 4,5 m; 1. stupeň
- úsek příčných řezů 9-10 - výška abrazního srubu > 4 m; 1. stupeň
- úsek příčných řezů 11-17 - výška abrazního srubu 2-3 m; 2. stupeň
- úsek příčných řezů 18-25 - výška abrazního srubu 4-5 m; 1. Stupeň



Obr. 2.1 Rozčlenění oblasti Osada dle příčných řezů [3]

Výšky abrazních srubů se zde pohybují v rozmezí 1 – 6 m. Nejvíce poničená část břehů se nachází v oblasti příčných řezu 24 a 25. V několika oblastech lze sledovat existenci velkých převisů, které často drží jen díky kořenovým systémům vzrostlých borovic. Abrazní plošiny jsou tvořeny štěrkopísky z rozrušených svahů. Při nižší poloze hladiny vytvářejí štěrkopískové pláže, které přímo lákají návštěvníky k využití. To v sobě skrývá jistě riziko v případě zřícení převisů.

Celá řešená oblast je morfologicky velmi členitá. Pobřeží je tvořeno soustavou synklinál a antiklinál, tedy terénních nerovností. Prostory sníženin jsou vyplněny zástavbou chatového typu, loděnicemi. Nejrozlehlejší objekt se nachází v oblasti příčných profilů 1 a 2. Zde majitel již zbudoval opatření proti dalšímu postupu abraze. Původní provizorní ochranu z pilot a plechových plátů dosypaných kamenným stabilizačním pohozem doplnil o beton a lící dlažbu. Vznikla tak vcelku úhledná opěrná zeď. Další již zbudovaná úprava se nachází u objektu rybářské chaty v oblasti příčných řezů 11 a 12. Majitel přilehlého pozemku stabilizoval část abrazí poničeného břehu pomocí betonových obrubníků usazených na urovnané abrazní plošině. Obrubníky dosypal místní zeminou a zatravnil. Touto úpravou získal zpět část již rozplaveného pozemku. Zhruba mezi řezy 4 a 6 je zbudován předsazený dvouřadý zápleťový plůtek vyplněný kamenným záhozem o větší zrnitosti. Zastává zde funkci vlnolamu. [3]

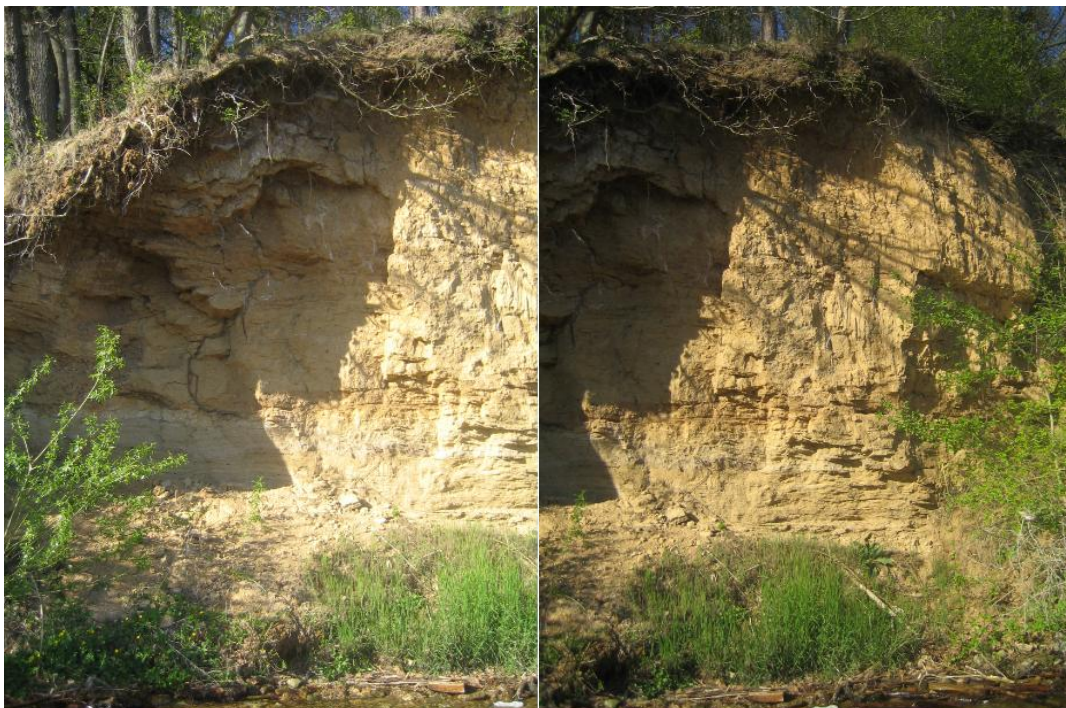
2.1.1 Fotodokumentace stávajícího stavu



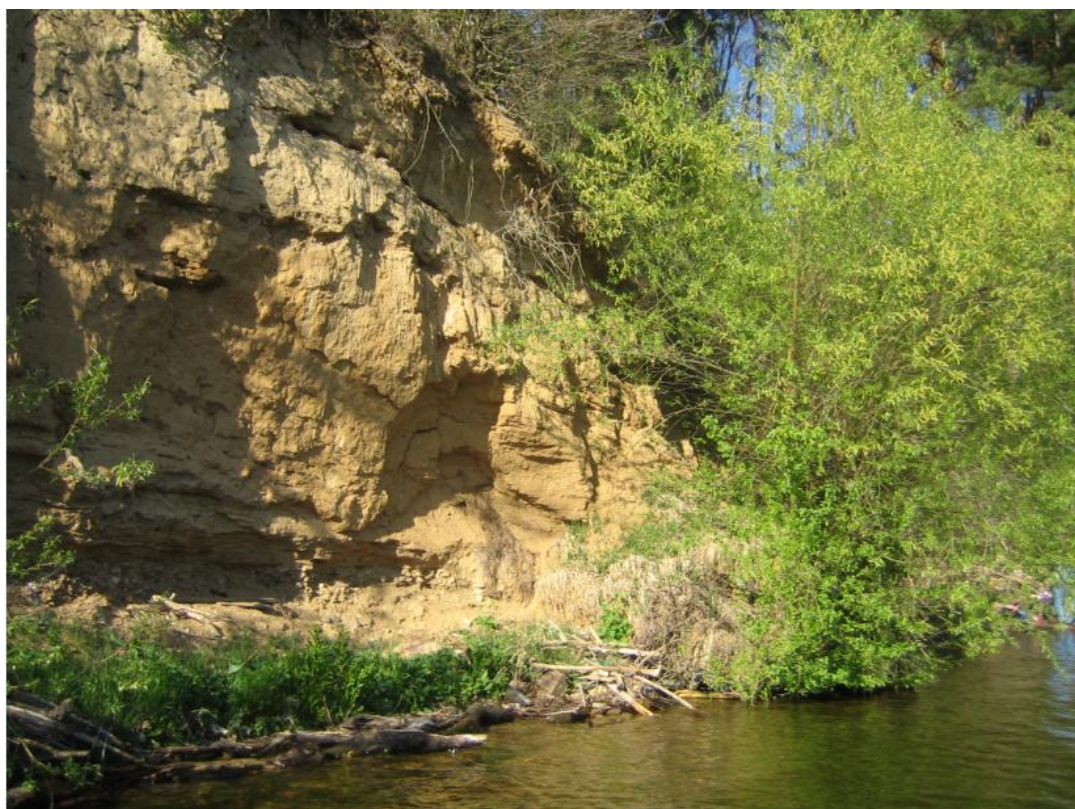
Obr. 2.1.1.1 *Dvouřadý zápleťový plůtek vyplněný kamenným záhozem*



Obr. 2.1.1.2 *Stabilizace pomocí betonových obrubníků, dospání zeminou, zatravnění*



Obr. 2.1.1.3 *Abrazí poškozený břeh s převisem*



Obr. 2.1.1.4 *Abrazí poškozený břeh, vegetační doprovod*



Obr. 2.1.1.5 *Abrází poškozený svah, před sesuvem*



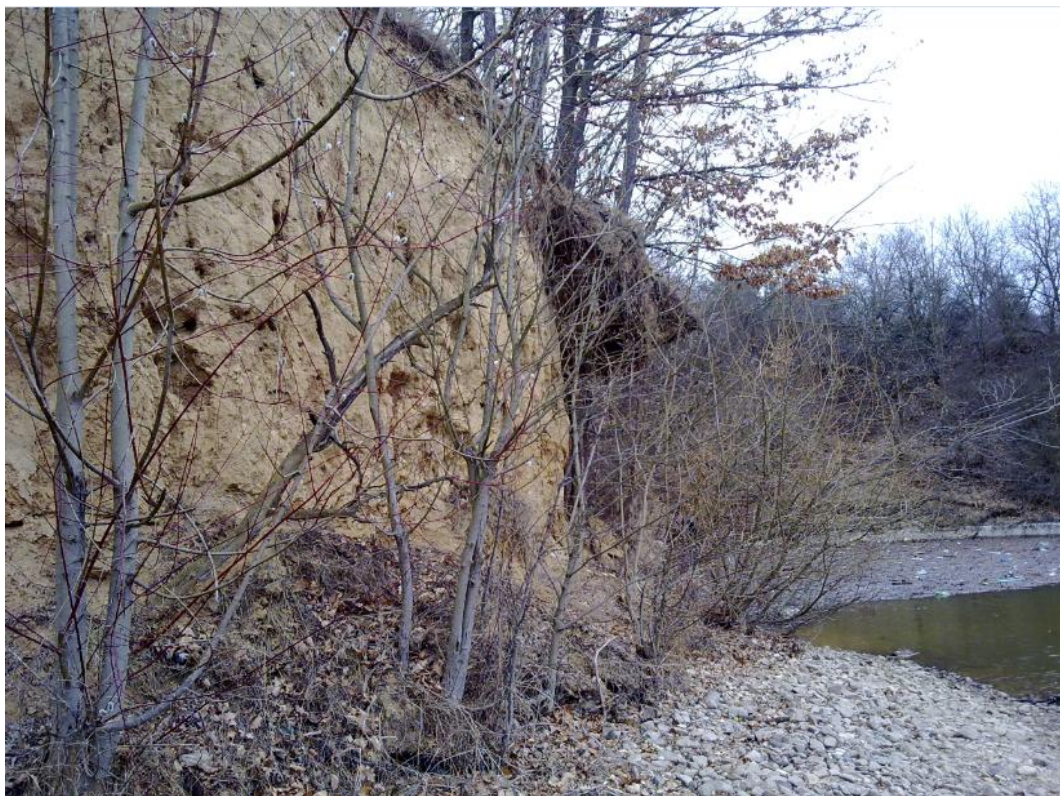
Obr. 2.1.1.6 *Sesuv půdy z poškozeného svahu, vytváření převisů*



Obr. 2.1.1.7 Pohled na poškozené svahy ze zátoky



Obr. 2.1.1.8 Pohled na převis s kořeny doprovodných porostů



Obr. 2.1.1.9 Nejvyšší abrazní srub oblasti Osada



Obr. 2.1.1.10 Poškozený břeh, abraze 2. Stupně

2.2 ÚČEL NAVRHOVANÉ ÚPRAVY

Navrhovaná úprava má za účel zastavit nebo alespoň zpomalit vznik abraze na řešeném území. V konkrétním případě se jedná o oblast Osada údolní nádrže Brno. Důraz je kladen na využití biotechnických stabilizačních prvků, které vynikají zejména estetikou hodnotou a začleněním do krajiny a zároveň poskytují dostatečnou ochranu břehů.

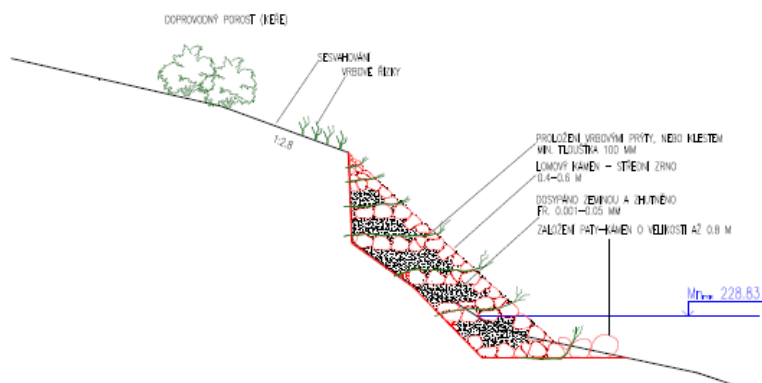
Úprava by měla zamezit všem nežádoucím projevům abraze, ať se jedná o ústup břehové linie na úkor pobřežních pozemků, ohrožení stability objektů v blízkosti břehů (komunikace, budovy, přístavná zařízení), zanášení prostoru nádrže rozrušenými materiály, zákal vody pohybem vyplavovaného materiálu, sesuvy půdy. Navrhovaná úprava taktéž přispěje bezpečnosti pohybu po březích nádrže a umožní lepší přístup k vodní hladině.

O navrácení ploch pozemků rozrušených abrazní činností majitelům pobřežních území není v této práci uvažováno. Stabilizace jsou navrženy s uvažovaným využitím místních materiálů a to jak zemin, tak dřevin. Výsadba doprovodného porostu respektuje místní podmínky a stávající vegetační doprovod na březích nádrže.

Úprava by se měla začlenit v co největší míře do krajinného rázu a nenarušit estetickou a rekreační hodnotu upravované oblasti.

2.3 NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

2.3.1 PF 1 – Oživená kamenná rovnanina

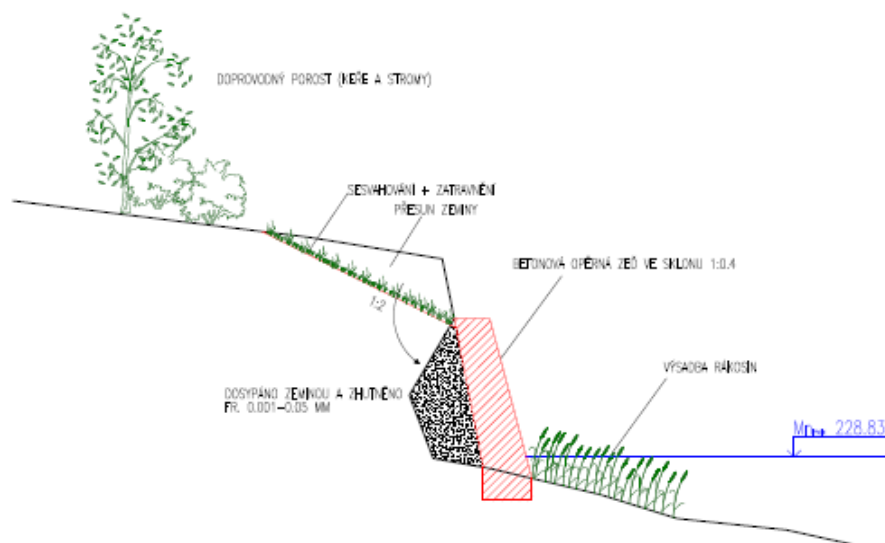


Obr. 2.3.1 Oživená kamenná rovnanina

Abrazní srub zde dosahuje výšky 5,98 m, jedná se o abrazi 1. stupně a taktéž nejvyšší námi řešený abrazní srub. Jako opevnění svahů byla zvolena oživená kamenná rovnanina, která patří k často užívaným biotechnickým stabilizačním prvkům.

Aplikace je vhodná především ve výrazně poškozených oblastech, kde máme za cíl dokonale a spolehlivě chránit výše na svahu stojící objekty. Těleso kamenné rovnaniny zakládáme do upravené základové rýhy ve spodní části sanovaného břehu. Pro stabilizaci je vhodné použít lomový kámen o dvou frakcích. Větší frakci (velikosti středního zrna až 0,8 m) použije pro založení paty svahu, druhou frakci (0,4 – 0,6 m) pak pro stabilizaci abrazně poškozeného svahu. Lomový kámen ukládáme v pravidelných vrstvách, které prokládáme čerstvě seřezanými vrbovými prýty. Vrbové prýty mají za cíl docílit intenzivnější stabilizace svým prorůstáním rovnaninou. Tloušťka vrstvy vrbových prýtů by měla být zhruba 0,1 m. Vrbové prýty sahají do zeminy, kterou je lomový kámen prosypán. Lomový kámen ve svahu je ukládám na zeminu frakce 0,001 – 0,05 mm. Je velmi podstatné, aby byla ukládaná zemina dostatečně zhutněna a tím bylo zabráněno větším změnám v opevnění z důvodu sedání svahu. Sklon líce kamenné rovnaniny je navržen 1:1, ale obecně může dosahovat hodnot až 3:1. Sklony se odvíjí od použitého kameniva a způsobu ukládání. Terén nad stabilizovaným svahem ve sklonu 1:2,8 bude osázen řízkou keřových vrb (*Salix cinerea* L., *Salix Capri* L.). Plynule naváže na doprovodné porosty.

2.3.2 PF 2 – Šikmá betonová opěrná zeď s výsadbou rákosin



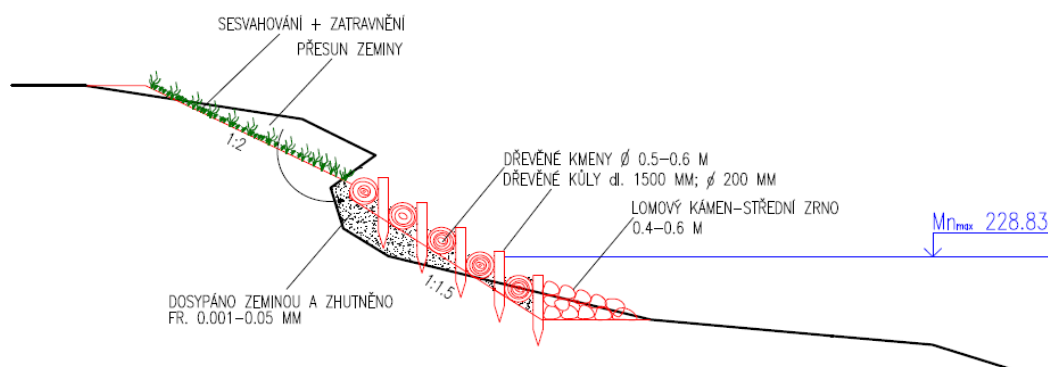
Obr. 2.3.2 Šikmá betonová opěrná zeď

Tento abrazní srub 1. stupně výšky 5,16 m (1. stupeň) je stabilizován šikmou betonovou opěrnou zdí. Beton je základem většiny stabilizací, je trvanlivý a velmi dobře plní své účely. Tento způsob je ovšem ekonomicky nevýhodný vzhledem k počátečním investicím do výstavby a také neekologický a neestetický. Výhoda této konstrukce však spočívá v dlouhé životnosti a nutnosti oprav. Betonová zeď je vhodná v místě stávající komunikace, přístaviště a všude kde dochází k většímu zatížení. [3]

Betonová zeď je skloněna v poměru 4:1, sáhá 4,12 m nad stávající terén. Betonáž bude provedena přímo do výkopu a bednění, hloubka založení zdi je 0,85 m. Při své patě je zeď široká 1,2 m a směrem nahoru se zužuje na rozměr 0,9 m. Pro betonáž bude použit vodostavební beton odolný střídavému zaplavení vodou. Opěrná zeď bude dosypána místní zeminou frakce 0,001 – 0,05 mm, kterou odebereme z horní části abrazního srubu. Zemina musí být opět řádně zhutněna. Svah nad koncem opěrné zdi bude upraven do sklonu 1:2 a zatravněn travní směsí. Postupně naváže na stávající terén a doprovodné břehové porosty.

Z estetického hlediska a ochrany založení zdi bude na abrazní plošinu až po minimální hladinu 228,80 m.n.m. vysázen porost z rákosu obecného (*Phragmites australis*)

2.3.3 PF 3 – Opevnění svahu z kulatiny s kamennou patou



Obr. 2.3.3 Opevnění svahu z kulatiny s kamennou patou

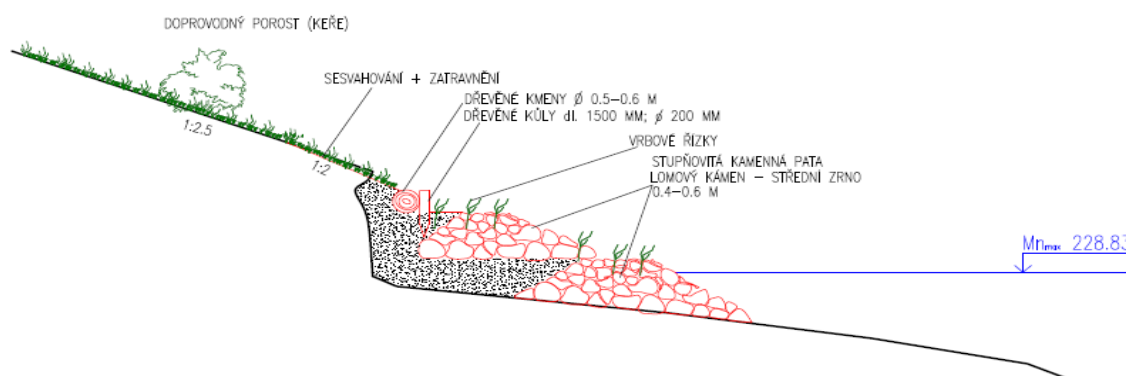
V tomto případě dosahuje abrazní srub výšky 3,97 m (1. stupeň). Navržena je stabilizace z dřevěné kulatiny z místních dřevin, doplněna kamennou stabilizační patou. Tato úprava je výhodná v případě, že se v místě nalézají vzrostlé doprovodné porosty vhodné k použití. Například po stromových polomech a podobně, které by jinak končili jako biomasa.

Pata z lomového kamene velikosti středního zrna 0,4 – 0,6 m je navržena z důvodu zajištění stability celé navržené úpravy. Kameny budou vyskládány na upravenou vodorovnou základovou spáru.

Navazující úprava kmeny místních dřevin by měla umožnit pohodlný přístup k vodní hladině. Jsou voleny kmeny průměrů 0,5 – 0,6 m v délkách okolo 4 m, vyskládané v pěti řadách nad sebou souběžně s břehem do sklonu 1:1,5. Kmeny vytvoří přirozené schodiště a nenaruší dojem z krajiny. Stabilitu zajišťují dřevěné kůly délky 1,5 m a průměru 200 mm. Kůly umístěné po zhruba 1 m délky ve svislých řadách nad sebou budou zaraženy do země na 2/3 své délky. Spojení kulatin s kmeny bude zajištěno vázacím drátem s povrchovou úpravou (pozinkování, PVC povlak).

Vzniklý volný prostor mezi stávajícím abrazním srubem a kulatinou bude dosypán místní zeminou frakce 0,001 – 0,05 mm. Získáme ji sesvahováním stávajícího abrazního srubu z vytvořených převisů v horní části. Zeminu je nutné důkladně zhutnit. Upravený svah do sklonu 1:2 bude zatravněn travní směsí a naváže na stávající terén.

2.3.4 PF 4 – Oživená stupňovitá kamenná pata s dřevěnou kulatinou



Obr. 2.3.4 Oživená stupňovitá kamenná pata s dřevěnou kulatinou

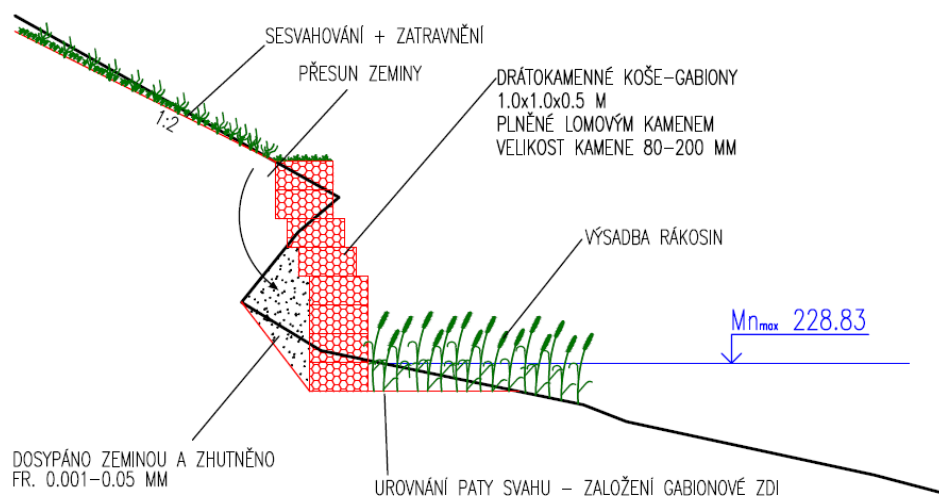
V tomto případě je navržené opevnění situováno na srubu výšky 3,77 m. (1. stupeň). Navržená úprava zdvojenou stupňovitou patou z lomového kamene velikosti středního zrna 0,4 – 0,6 m v kombinaci s kulatinou z místních dřevin. Zbudována bude přímo na únosné abrazní plošině tvořené rozrušenými štěrky. Výhodou tohoto typu opevnění je nízká finanční náročnost a jednoduchost provedení. Každá z kamenných pat trojúhelníkového tvaru je nasypána do výšky 1 m a kameny tvoří svahy o sklonu 1: 1,5. Šířka v koruně paty je přibližně 1,5 m. Svah je po délce dělen dvěma lavičkama šířky 1,2 m. První se nachází na rozhraní první a druhé kamenné paty, druhá pak na vrcholu druhé kamenné paty v místě navázání dřevěné kulatiny.

Z důvodu úspory lomového kamene bude svah dosypán zhutněným štěrky frakce 8 – 12 mm a zeminou frakce 0,001 – 0,05 mm. Zemina bude vyplňovat mezery mezi zrny lomového kamene a budou do ni osázeny vrbové řízky, které zvýší stabilitu celé úpravy.

V horní části úpravy je možné umístit dodatečnou dřevěnou kulatinu zajištěnou dřevěnými kůly délky 1,5 m a průměru 200 mm. Kůly umístěné po zhruba 1 m délky budou zaraženy do země na 2/3 své délky.

Dosypaná zhutněná zemina na vrcholu abrazního srubu bude upravena do sklonu 1:2 a naváže na stávající terén. Tyto svahy budou zatravněny travní směsí a budou zde vysazeny doprovodné porosty jako bez černý (*Sambucus nigra L.*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna Jacq.*)

2.3.5 PF 5 – Oživená gabionová zeď s výsadbou rákosin

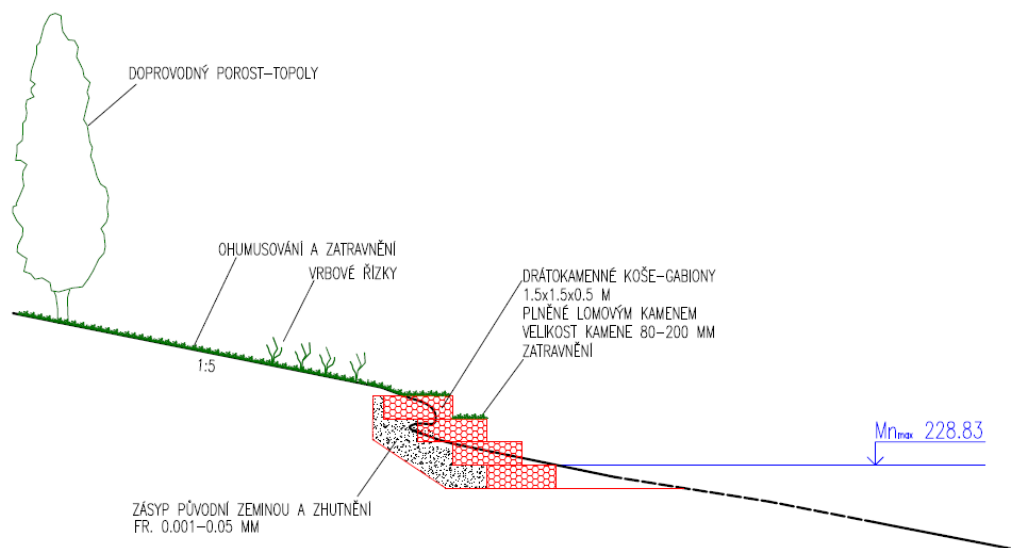


Obr. 2.3.5 Oživená gabionová zeď s výsadbou rákosin

Abrazní srub výšky 2,9 m (1. stupeň) je stabilizován gabionovou zdí s výsadbou rákosin. Gabiony neboli drátokamenné koše jsou obdélníkové koše z žíhaného pozinkovaného drátu (případně s PVC, PV povlakem) se šestiúhelníkovými oky. Okraje košů bývají vyztuženy dráty většího průměru, jako je drát sítě pro zpevnění konstrukce a výhodnější manipulaci. Poté jsou koše ukládány a vzájemně spojovány dle vytvořeného schématu. Koše bývají vyplněné hrubým šterkem nebo kamenivem. Rozměry koše nejsou nikterak omezeny, jsou dány provádějící firmou a podmínkami opevňované lokality. Jejich výhodou je pružnost konstrukce, jsou vodopropustné a jednoduše proveditelné, umožňují prorůstání vegetace. [3]

Na předem urovnanou základovou spáru v patě stabilizovaného svahu budou vyskládány gabionové koše o rozměrech 1,0 x 1,0 x 0,5 m. Na výšku svahu bude zapotřebí umístit na sebe 8 těchto košů. Čtyři koše jsou umístěny svisle na sebe a zbylé kopírují tvar abrazního srubu. Všechny koše musí být vzájemně propojeny vždy s vedlejším navazujícím košem. Koše budou vyplněny kamenivem velikosti 80 – 200 mm a svázané pozinkovaným žíhaným drátem. Prostor mezi vytvořenou zdí a abrazním srubem bude dosypán místní zeminou frakce 0,001 – 0,05 mm, zhutněnou. Poslední koš bude prosypán zemnou a zatravněn. V místě navázání na původní terén je navrženo sesvahování ve sklonu 1:2 a zatravnění travní směsí. Pro zvýšení životnosti košů a optické snížení vysoké zdi bude od paty svahu po minimální hladinu 228,80 m. n. m. vysázen doprovodný porost rákosu obecného (*Phragmites australis*).

2.3.6 PF 6 – Oživené gabionové schody

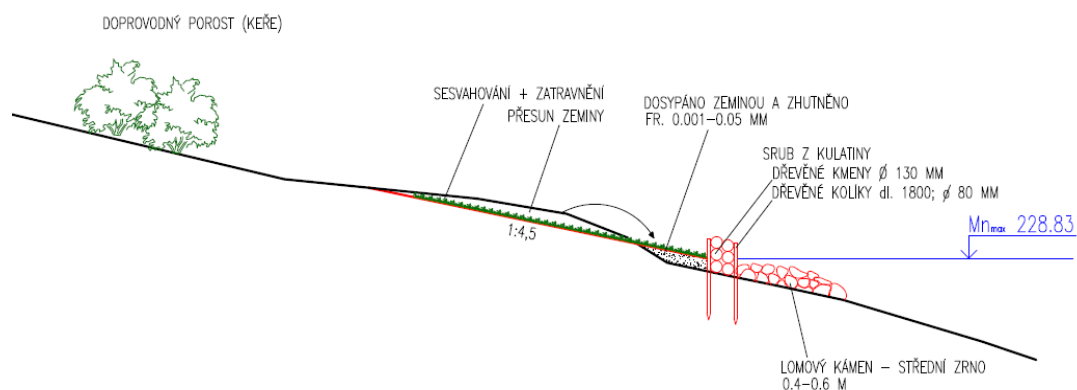


Obr. 2.3.6 Oživené gabionové schody

Na tomto abrazním srubu dosahujícím výšky 1,5 m (2. stupeň) jsou navrženy oživené gabionové schody. Úprava se podobá předešlé na PF 5, avšak zde koše díky svému tvaru umožnili rozdělit stabilizovaný břeh na 4 schody vysoké 0,5 m. Tím bude docíleno pohodlného přístupu k vodní hladině a zajištěna dostatečná ochrana břehu. Díky svému blokovému uspořádání dávají koše prostor pro horizontální a vertikální členění stavby.

Koše budou opět uloženy na urovnanou základovou spáru v patě svahu. Koše o rozměrech 1,5 x 1,5 x 0,5 m plněné kamenivem o zrně 80 – 200 mm, vázané pozinkovaným žíhaným drátem budou seřazeny vzestupně, vždy s překrytím o $\frac{1}{2}$ své délky. Nejprve bude nutné sesvahovat vytvořený abrazní srub. Původní zemina bude sesunuta směrem k patě svahu a poslouží jako výplň prostoru za vzniklým schodištěm. Bude nutné ji před uložením košů zhutnit z důvodu zabránění větších deformací úpravy. Všechny koše budou taktéž prosypány zeminou a koše nad maximální hladinou vody budou zatravněny. Svah nad úpravou bude zatravněn a osázen vrbovými řízků vrby vnitrozemské (*Salix interior*), která snáší dobře mírné zastínění, aktivně prorůstá kořenovými výmladky. Její keře dosahují spíše nižšího věku a nebrání výhledu. Vrbové keře naváží na dosavadní břehový porost (na obrázku výsadba topolů).

2.3.7 PF 7 – Srub z kulatiny s kamennou patou

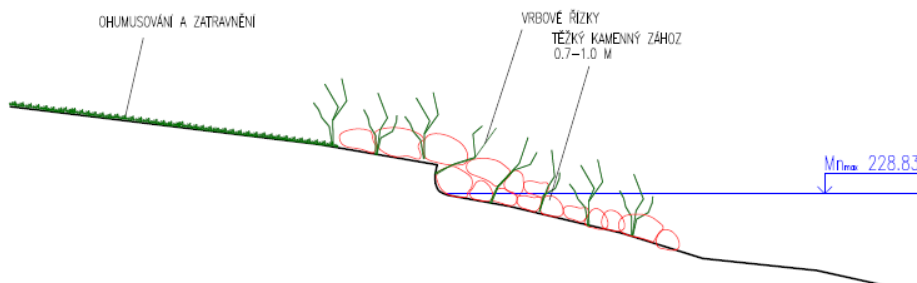


Obr. 2.3.7 *Srub z kulatiny s kamennou patou*

V tomto příčném profilu dosahuje abrazní srub výšky 1,5 m. Jedná se teda o abrazi 2. stupně. Námi zvolené opevnění kamennou stabilizační patou v kombinaci se srubem z kulatiny představuje spolehlivou ochranu u nižších abrazních srubů výšky 1,0 – 1,5 m.

Stabilizační pohoz z lomového kamene o střední velikosti zrna 0,4 – 0,6 m zde plní stabilizační funkci a chrání dřevěný srub z kulatiny před účinky vln. Srub z dřevěné kulatiny uložené podélně s břehem bude dvouřadý, z kmenů místních dřevin o průměrech kolem 130 mm. Využity budou dřeviny, které museli být z různých důvodů odstraněny. Délky kmenů se pohybují v rozmezí 4- 5 metrů. Stabilita dřevěného srubu bude zajištěna dřevěnými kolíky délky až 1,8 m o průměru 80 mm zaražených do země na 2/3 své délky. Ke kolíkům budou kulatiny přichyceny vázacím drátem s povrchovou úpravou. Kolíky budou rozmístěny šachovnicově po 1 m délky. Srub z kulatiny bude dosahovat výšky 0,4 m a sahat nad maximální nejčtenější polohu hladiny v nádrži. Na něj naváže nesvahovaný terén do sklonu 1:4,5 opevněný zatravněním.

2.3.8 PF 8 – Oživený těžký kamenný zához



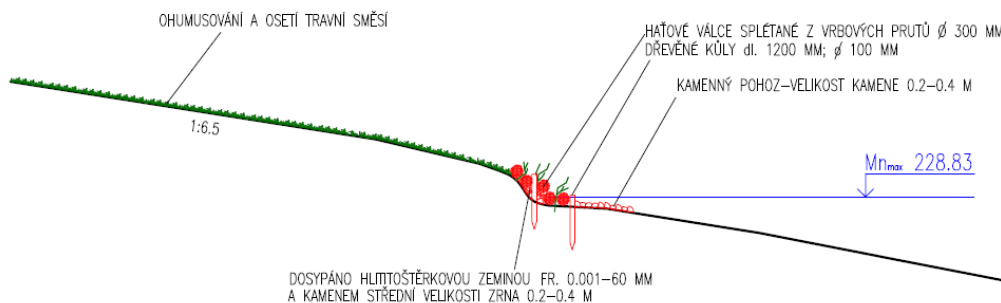
Obr. 2.3.8 Oživený kamenný zához

Abrazní srub 3. stupně zde dosahuje výšky 0,98 m. Zvolený oživený těžký kamenný zához je tvořen dvěma vrstvami lomového kamene o velikosti zrn 0,7 - 1,0 m. Tato velikost kameniva zabrání rozkrádání navrženého opevnění a stabilizuje břeh. Větší valouny jsou umístěné do paty opevnění. Jedná se o jeden z nejužívanějších základních typů biotechnického opevnění. Může být využit i při výrazných sklonech svahu okolo 35° a vysokých abrazních srubech. [3]

Všeobecně nutné před začátkem úpravy sanovaného úseku provést urovnání a sesvahování stabilizované části břehu. Nejvhodnější sklon úpravy je 1:2. Následuje rozprostření lomového kamene na svah. Lícni kameny se urovnají do vhodného sklonu. Horní a střední část se prosypává zeminou. Do mezer mezi kameny zastrkujeme čerstvě seřezané vrbové řízky, které pomohou zpevnit celou úpravu prorůstáním svými kořenovými systémem.

Na tomto profilu není provedeno urovnání terénu vzniklého abrazního srubu. Kameny jsou pouze rozmístěny po rozrušeném břehu, vyplňují vzniklý abrazní srub a v horní vrstvě jsou urovnány do sklonu 1:2,5. Zához bude prosypán místní zeminou a osázen vrbovými řízkami. Výsadba vrb pokračuje volně i nad kamenné opevnění. Do jedné až dvou sezón se na povrchu vytvoří homogenní vrbový kryt, do té doby je nutné provádět kontroly a případné místní dosadby.

2.3.9 PF 9 – Oživené haťové válce s kamenným pohozem

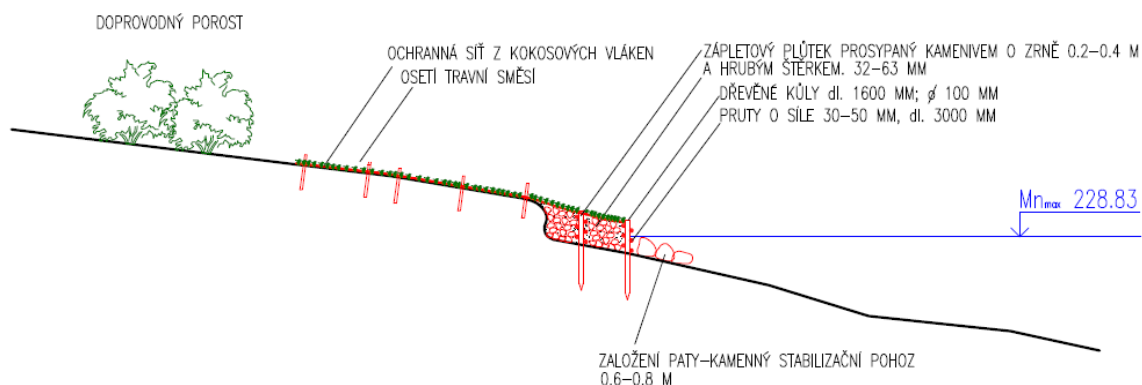


Obr. 2.3.9 Oživené haťové válce s kamenným pohozem

Haťové válce se perfektně hodí na opevnění abradovaných břehů do výše 1 m. Jsou to vlastně velké otepi vrbových prutů. Pruty se skládají tak, že se překrývají asi na 1/2 - 1/3 své délky a tím vzniká „nekonečný pás“, který se svazuje drátem. Haťové válce se splétají v místě úpravy. Jejich nevýhodou je však vysoká pracnost a zdlouhavé provádění, proto jsou užívány spíše na drobné opravy svahů. Haťové válce se splétají obvykle v průměrech od 0,2 do 0,3 m a vyrábějí se nejlépe čerstvě řezaných vrbových prutů tloušťky 20 – 60 Mm. [4]

V tomto řezu máme abrazní srub 3. stupně vysoký 0,97 m. Pro zajištění stability válců je navržen v patě úpravy kamenný pohoz o velikosti zrna 0,2 – 0,4 m. Válec uložená nejbliže hladině je totiž nutné zabezpečit. Na něj navazuje pět haťových válců o průměru 300 mm. Stabilitu válců dále zajišťují dřevěné kůly délky 1,2 m o průměru 100 mm. Kolíky jsou zaraženy na 2/3 své délky do země. Mohou též procházet přímo skrz haťový válec (na rozdíl od haťošterkových válců). Kolíky jsou zaraženy do země ve dvou řadách po zhruba 1 m délky svisle nad sebou. Dolní řada zajišťuje spolu s kamenným pohozem stabilitu třech haťových válců, horní pak drží zbylé dva. Prostor mezi válci bude dosypán hlinitoštěrkovou zeminou frakce 0,001 – 60 mm a kamenem střední velikosti zrna 0,2 – 0,4 m. Do mezer mezi válci budou osázeny vrbové řízky. Svah břehu navazující na úpravu ve sklonu 1:6,5 bude oset travní směsí.

2.3.10 PF 10 – Zápletový plůtek se sítí z kokosových vláken



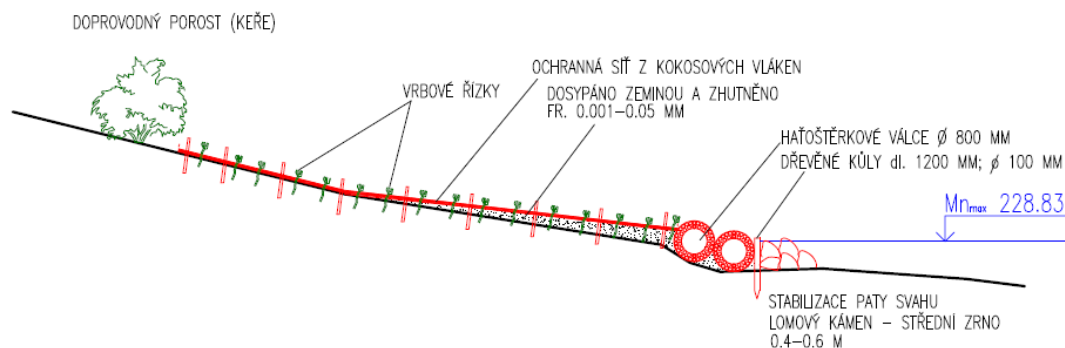
Obr. 2.3.10 Zápletový plůtek se sítí z kokosových vláken

Navržený zápletový plůtek se sítí z kokosových vláken je zde předveden na abrazním srubu 3. stupně o výšce 0,96 m. Tyto konstrukce poskytují dobrou ochranu břehům s menší sklonitostí na abrazních srubech výšky 0,8 – 1,0 m. Využití tohoto způsobu opevnění břehu však stojí především na odbornosti návrhu a pečlivosti provedení. Za zápletovým plůtkem se nesmí nacházet jemnozrná zemina náchylná k rozmývání a vyplavování působením vln. [3]

Použití ochranných sítí z kokosových vláken není hojně rozšířeno. Jedná se o poměrně mladý způsob ochrany vegetace. Sít se přichytí přímo na terén dřevěnými kolíky a provede se výsev travního semene. K přichycení lze využít i ocelových kolíků z nastříhané betonářské výztuže. Kokosová vlákna jsou plně z přírodního materiálu a sama se po čase rozloží.

V navržené stabilizaci zajišťuje ochranu zápletového plůtku pata z kamenného pohozy o zrně 0,6 – 0,8 m. Je třeba dbát na založení prvního plůtku, který musí dosahovat nad úroveň M_{nmax} . Zvolená výška plůtku nad terénem je 0,6 m. Dvouřadý plůtek je tvořen vrbovými pruty o síle 30 – 50 mm v dílkách přibližně 3 m. Pruty se proplétají střídavě mezi dřevěnými kůly o průměru 100 mm. Kůly délky 1,6 m jsou zaraženy do země na 2/3 své délky. Prostor mezi plůtky a abrazním srubem je vyplněn hrubým štěrskem frakce 32 – 63 mm a lomovým kamenem o velikosti zrna 0,2 – 0,4 m. Na navrženou stabilizaci navazuje původní terén a ochranná síť z kokosových vláken se zatravněním. Sít je kotvena do země dřevěnými kolíky ve čtvercovém schématu po 1 m délky.

2.3.11 PF 11 – Haťošterkové válce s kamennou patou a sítí z kokosových vláken



Obr. 2.3.11 Haťošterkové válce s kamennou patou, kokosová síť

Další možností stabilizace je použití haťošterkových válců. Tyto konstrukce vyžadují použití vhodných vrbových prutů o síle 20 – 60 mm a délce mezi 3 a 4 m. Při výrobě (přímo v místě uložení) vytváříme rohože o síle 80 – 120 mm v šířce odpovídající budoucímu obvodu haťošterkového válce. Délka rohože není omezena, jelikož se pruty do sebe vzájemně splétají v „nekonečný pás“. Využíváme především čerstvě uřezané pruty, které nepraskají, neztrácí ohebnost. Pruty svazujeme páleným drátem o průměru cca 5 mm. Průměry haťových válců se pohybují mezi 0,6 – 1,0 m. Jsou podstatně těžší díky šterkové výplni a manipulace s nimi je obtížnější. Na připravené rohože klademe kameny a šterk, srolujeme je tak, že kamenivo tvoří výplň obvodových prutů. Válce jsou pružné, reagují na změny, jsou schopné opět zakořenit. [4]

V navrženém profilu s abrazním srubem výšky 0,53 m (3. stupeň) jsou navrženy dva haťošterkové válce o průměru 0,8 m. Válce jsou plněny šterkovou výplní o zrně 20 – 60 mm, která tvoří jádro o průměru 0,6 m, po obvodě jsou zapleteny vrbové pruty ve vrstvě 0,2 m. Válce jsou stabilizovány patou z lomového kamene o velikosti zrna 0,4 – 0,6 m a dřevěnými kůly délky 1,2 m a průměru 100 mm. Válce jsou uloženy přímo na abrazní plošinu a oba dva sahají nad úroveň hladiny M_{nmax} . Abrazní poničený břeh je dosypán na úroveň původního terénu místní zeminou frakce 0,001 – 0,05 mm, zhutněnou. Zemina taktéž vyplňuje prostor mezi válci. Do nasypané zeminy budou osázeny vrbové řízky, chráněné sítí z kokosových vláken. Do jedné až dvou sezón se zde vytvoří souvislý vegetační kryt, který bude spolupůsobit s haťošterkovými válci.

ZÁVĚR

Předkládaná bakalářská práce se zabývá návrhem možných protiabrazních opatření na údolní nádrži Brno. Břehová abraze postihuje většinu vodních děl jak ve světě, tak v České republice. Vzniká působením vln, pohybem hladiny v nádrži a mnoha dalšími faktory.

Předmětem zkoumání jsou abrazi značně poničené břehy v lokalitě Osada na levém břehu nádrže. Při návrhu byl kladen důraz na využití biotechnických způsobů opevnění. Tyto způsoby představují kompromis ve využití vhodných vlastností biologických stabilizačních prvků (dřevo, kámen, rákosiny...) a technických částí stabilizace (kámen, štěrky). Předností biotechnických opatření je schopnost zajistit dostatečnou ochranu břehu a splynutí s okolím úpravy. Jsou to způsoby plnicí kritéria ekologická i estetická.

Všechna navrhovaná opatření mají za účel zamezit vzniku břehové abraze, či alespoň zpomalit její průběh. Bylo nutné porozumět místním podmínkám a vývoji břehové abraze. Součástí této práce je jedenáct grafických příloh obsahujících příklady biotechnických stabilizací na abrazních srubech prvního až třetího stupně. Je nutné zmínit, že ne všechna navržená opatření jsou pro danou lokalitu vhodná, účinná, spolehlivá, ekonomicky a časově výhodná. Složitost jejich provádění roste s absencí preventivních protiabrazních opatření na Brněnské přehradě. O tom jasně svědčí současný stav břehů v pozorované oblasti.

Pozitivní zprávou do budoucna je zlepšující se nabídka služeb v rámci stavebních činností a dostupného materiálu na trhu. Především rozvíjející se sortiment dřevin pobízí k využití při návrhu netradičních biotechnických protiabrazních opatření.



.....
Podpis autora

POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- [1] SVP Č.R. *Hlavní povodí Moravy, díl SVP XXII, Svratka*, díl I, II, III. Praha 1954
- [2] ŠLEZINGR, Miloslav. *Brněnská přehrada a lidé kolem ní*. 1. vyd. Brno: VUT-FAST, 1998, 84 s. ISBN 80-214-1127-9..
- [3] ŠLEZINGR, Miloslav. *Břehové abraze: příspěvek k problematice zajištění stability břehů*. Vyd. 1. Brno: Zdeněk Novotný, 2003, 157 s. ISBN 80-865-1075-1
- [4] ŠLEZINGR, Miloslav. *Revitalizace toků: příspěvek k problematice úprav vodních toků*. 1. vyd. Brno: Vutium, 2010, 255 s. ISBN 978-80-214-3942-9
- [5] ŠLEZINGR, Miloslav. *Říční typy: úvod do problematiky úprav toků*. Vyd. 1. Brno: CERM, 2006, 299 s. ISBN 80-720-4481-8.
- [6] ŠLEZINGR, Miloslav. *Stabilizace části břehů Brněnské přehrady – zhodnocení po deseti letech provozu*, VTEI, Brno 1998, č.05
- [7] ŠLEZINGR, Miloslav. *Vegetační doprovod vodních toků a nádrží*. Vyd. 2., upr. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002, 129 s. ISBN 80-720-4269-6.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- [8] Aerační věže: Brno (Povodí Moravy, s.p.), CZ. [online]. 2010-2011, s. 1 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/aeracni-veze>
- [9] Brněnská přehrada: Popis okolí, lodní doprava. [online]. 2012, s. 10 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.brnenskaprehrada.cz/p_doprav.html
- [10] Geologie a geologická mapa Kníničky. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/ku-611905/>
- [11] Informační leták VD Brno. [online]. s. 8 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vodni-dila/brno/>

-
- [12] Vodní elektrárny ČEZ: obnovitelné zdroje. [online]. 2012, s. 10 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/vodni-elektrarny-cez.html>
- [13] ŠULC, Viktor a Miloslav ŠLEZINGR. STABILIZACE BŘEHU VODNÍ NÁDRŽE BRNO – SOKOLSKÉ KOUPALIŠTĚ. [online]. s. 4 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/veda/JUNIORSTAV2007/pdf/Sekce_3/Sulc_Viktor_CL.pdf
- [14] Energetická koncepce statutárního města Brna: hodnocení využití obnovitelných zdrojů [online]. 2005. vyd. S. 45 [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.brno.cz/fileadmin/user_upload/sprava_mesta/magistrat_mesta_brna/OTS/koncepce/ek3.pdf

Seznam tabulek

Tab. 1.6 – *Hydrologické poměry řeky Svratky (stanice Veverská Bítýška)*

Tab. 1.13 – *Možnosti energetického využití Svratky v okolí Brna*

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1.2.1 *Povodí řeky Svatky*
- Obr 1.4.1 *Mapa geologických poměrů okolí přehrady 1:50 000*
- Obr. 1.7. 1 *Obec Knínčky a její přilehlé louky*
- Obr. 1.7.2 *Pohled na místo současně stojící přehrady před její výstavbou*
- Obr. 1.8.2 *Půdní horizont*
- Obr. 1.10.1 *Pohled na betonovou tížnou přehradu v Kníničkách, vpravo MVE Kníničky*
- Obr. 1.10.2 *Pohled na vtokový objekt MVE Komín – Brno*
- Obr. 1.11.1 *Čerpadlové aerační věže použité při projektu čištění Brněnské přehrady*
- Obr. 1.11.2 *Instalace aeračních věží pod hladinu nádrže*
- Obr. 1.13.1 *Hrad Veverí v roce 2008, probíhající rekonstrukce objektu*
- Obr. 1.14.1 *Hlavní přístaviště Bystrc*
- Obr. 1.14.2 *Lod' Brno u přístaviště na kozí Horce 1949*
- Obr. 1.14.3 *Lod' Brno po rekonstrukci*
- Obr. 2.1 *Rozčlenění oblasti Osada dle příčných řezů*
- Obr. 2.1.1.1 *Dvouřadý zápletový plůtek vyplněný kamenným záhozem*
- Obr. 2.1.1.2 *Stabilizace pomocí betonových obrubníků, dospání zeminou, zatravnění*
- Obr. 2.1.1.3 *Abrazí poškozený břeh s převisem*
- Obr. 2.1.1.4 *Abrazí poškozený břeh, vegetační doprovod*
- Obr. 2.1.1.5 *Abrazí poškozený svah, před sesuvem*
- Obr. 2.1.1.6 *Sesuv půdy z poškozeného svahu, vytváření převisů*
- Obr. 2.1.1.7 *Pohled na poškozené svahy ze zátoky*
- Obr. 2.1.1.8 *Pohled na převis s kořeny doprovodných porostů*
- Obr. 2.1.1.9 *Nejvyšší abrazní srub oblasti Osada*
- Obr. 2.1.1.10 *Poškozený břeh, abraze 2. Stupně*

Obr. 2.3.1	<i>Oživená kamenná rovnanina</i>
Obr. 2.3.2	<i>Šikmá betonová opěrná zeď</i>
Obr. 2.3.3	<i>Opevnění svahu z kulatiny s kamennou patou</i>
Obr. 2.3.4	<i>Oživená stupňovitá kamenná pata s dřevěnou kulatinou</i>
Obr. 2.3.5	<i>Oživená gabionová zeď s výsadbou rákosin</i>
Obr. 2.3.6	<i>Oživené gabionové schody</i>
Obr. 2.3.7	<i>Srub z kulatiny s kamennou patou</i>
Obr. 2.3.8	<i>Oživený kamenný zához</i>
Obr. 2.3.9	<i>Oživené haťové válce s kamenným pohozením</i>
Obr. 2.3.10	<i>Zápleťový plůtek se sítí z kokosových vláken</i>
Obr. 2.3.11	<i>Haťošťerkové válce s kamennou patou, kokosová síť</i>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČEZ	<i>České Energetické Závody</i>
DL.	<i>délka</i>
FR.	<i>frakce</i>
Mn _{max}	<i>maximální nejčtenější hladina</i>
MVE	<i>malá vodní elektrárna</i>
SVP	<i>Státní vodohospodářský plan</i>
VD	<i>vodní dílo</i>
VUT	<i>Vysoké učení technické</i>
∅	<i>průměr</i>

Seznam příloh

1.	PF 1	- <i>Oživená kamenná rovnanina</i>	M 1:100
2.	PF 2	- <i>Šikmá betonová opěrná zeď</i>	M 1:100
3.	PF 3	- <i>Opevnění svahu z kulatiny s kamennou patou</i>	M 1:100
4.	PF 4	- <i>Oživená stupňovitá kamenná pata s dřevěnou kulatinou</i>	M 1:100
5.	PF 5	- <i>Oživená gabionová zeď s výsadbou rákosin</i>	M 1:100
6.	PF 6	- <i>Oživené gabionové schody</i>	M 1:100
7.	PF 7	- <i>Srub z kulatiny s kamennou patou</i>	M 1:100
8.	PF 8	- <i>Oživený kamenný zához</i>	M 1:100
9.	PF 9	- <i>Oživené haťové válce s kamenným pohozením</i>	M 1:100
10.	PF 10	- <i>Zápleťový plůtek se sítí z kokosových vláken</i>	M 1:100
11.	PF 11	- <i>Haťoštěrkové válce s kamennou patou, kokosová síť</i>	M 1:100