



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV VODNÍCH STAVEB**

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

**STABILIZACE BŘEHU ZATOPENÉ PÍSKOVNY  
U HULÍNA**

STABILIZATION OF THE FLOODED SAND PIT NEAR HULÍN

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Lukáš Tomšej

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

**BRNO 2022**



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodních staveb

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Lukáš Tomšej
<b>Název</b>	Stabilizace břehu zatopené pískovny u Hulína
<b>Vedoucí práce</b>	prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2021
<b>Datum odevzdání</b>	14. 1. 2022

V Brně dne 31. 3. 2021

---

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Lukáč, M. a kol. Účinky vetrových vln na konštrukciu priehrady, svahy nádrže a protiabrázne opatrenia, STU Bratislava 1977

Spanilá, T. Problematika pretvárení břehů na vodních nádržích, In. Přehradní dny 1992

Šlezinger, M. Břehová abraze, CERM Brno 2004

Šlezinger, M. Vegetační doprovod vodních toků a nádrží, CERM Brno 1996

Úradníček, L., Šlezinger, M. Stabilizace břehů, VUT Brno 2007

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Posouzení stávajícího stavu břehů

Zaměření řešené části vybrané lokality

Zpracování teorie využití prvků břehové stabilizace

Hydrotechnické výpočty a výpočty ústupu břehové čáry

Zpracování výkresové dokumentace – řezy břehovým územím s návrhem stabilizačních prvků

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce posuzuje současný stav šterkopískovny Hulín a věnuje pozornost abrazí silně porušeným břehům nádrže. Pomocí návrhu vhodné biotechnické stabilizace dojde k zabránění ústupu břehové čáry na zájmovém úseku. Základem pro zpracování odpovídajících návrhů stabilizace břehů jsou výsledky dosažené využitím modifikované metody stanovení abrazní terminanty. Jednotlivé zpracované varianty řešení sanace břehu kladou důraz na využití vegetačního doprovodu, zvláště pak vhodných břehových porostů pro zajištění stability břehů a ochrany proti vzniku abraze.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Abraze, břehový porost, hladina, opevnění, stabilizace.

## **ABSTRACT**

The diploma thesis assesses the current state of the Hulín gravel and sand plant and pays attention to abrasions of severely damaged banks of the reservoir. With the help of the design of a suitable biotechnical stabilization, the receding of the shoreline in the section of interest will be prevented. The basis for the processing of appropriate bank stabilization proposals is the results achieved using a method of determining shore retreat. The individual developed variants of the bank remediation solution emphasize the use of vegetation support, especially suitable bank stands to ensure the stability of the banks and protection against abrasion.

## **KEYWORDS**

Abrasion, riparian vegetation, water surface, fortification, stabilization.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Lukáš Tomšej *Stabilizace břehu zatopené pískovny u Hulína*. Brno, 2022. 60 s., 13 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezingr

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Stabilizace břehu zatopené pískovny u Hulína* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 12. 1. 2022

---

Bc. Lukáš Tomšej  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Stabilizace břehu zatopené pískovny u Hulína* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12. 1. 2022

---

Bc. Lukáš Tomšej  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych rád vyjádřil poděkování mému vedoucímu diplomové práce panu prof. Dr. Ing. Miloslavu Šlezingrovi za odborné vedení, poskytnutí důležitých podkladů pro zpracování práce a čas, který mi věnoval při konzultacích. Taktéž děkuji všem, kteří mě podporovali.

# OBSAH

Úvod.....	11
1 Průvodní zpráva.....	12
1.1 Správní orientace.....	12
1.2 Lokalizace zájmového území.....	13
1.3 Geodetické podklady.....	14
1.4 Zájmový úsek.....	14
1.5 Hydrologické podklady.....	15
1.5.1 Podzemní vody.....	16
1.5.2 Odtokové poměry.....	16
1.5.3 Klimatické poměry.....	16
1.5.4 Srážkové poměry.....	17
1.5.5 Teplota vzduchu.....	18
1.6 Geologické údaje.....	18
1.6.1 Charakteristiky horninového prostředí.....	19
1.6.2 Petrologicko-těžební charakteristika.....	20
1.6.3 Půdní poměry [4].....	21
1.7 Požadavky na odběry.....	23
1.8 Čistota vod.....	23
1.9 Průmysl.....	23
1.10 Zemědělství.....	24
1.11 Lesnictví.....	24
1.12 Rekreační využití.....	25
1.13 Splavnost.....	25
1.14 Životní prostředí.....	26
1.14.1 Územní systém ekologické stability krajiny.....	26
1.14.2 Přírodní parky.....	26



2	Fotodokumentace .....	28
3	Technická zpráva.....	32
3.1	Správní orientace.....	32
3.2	Úvodní část.....	32
3.3	Popis stávajícího stavu .....	32
3.4	Činitelé ovlivňující vznik a rozvoj břehové abraze [19].....	33
3.4.1	Vlnění eolického původu.....	33
3.4.2	Vlnění způsobené pohybem plavidel.....	34
3.4.3	Účinky mrazu a tání.....	34
3.4.4	Vliv ledové pokrývky .....	34
3.4.5	Vliv průsaku vody půdním horizontem .....	34
3.5	Protiabrazní opatření [19] .....	35
3.5.1	Aktivní protiabrazní opatření.....	35
3.5.2	Pasivní protiabrazní opatření .....	35
3.6	Vlastní návrh opatření .....	35
3.6.1	Stabilizační porost rákosin s oživenou kamennou patou.....	37
3.6.2	Kombinovaný kamenný pohoz s čelní řadou balvanů.....	38
3.6.3	Stupňové oživené zápletové plůtky .....	39
3.6.4	Opevnění pomocí drátokamenných válců .....	40
3.6.5	Opevnění pomocí haťoštěrkových válců .....	41
3.6.6	Opevnění pomocí drátokamenných košů s kotvicí sítí.....	42
3.6.7	Dvojitý zápletový plůtek vyplněný oživenou šterkovou výplní.....	43
3.6.8	Oživená podélná přerušovaná hrázka .....	44
3.6.9	Oživené gabionové výhony šikmé k břehové čáře .....	45
3.6.10	Dvouřadé dřevěné pilotové výhony šikmé k břehové čáře.....	46
4	Hydrotechnické výpočty.....	47
4.1	Stanovení výškové úrovně paty nejvýše položeného abrazního srubu ....	47

4.2	Výpočet vstupů pro stanovení nadmořské výšky paty abrazního srubu ..	48
4.2.1	Stanovení návrhové výšky vlny $h_n$ .....	48
4.2.2	Stanovení střednice vlny $h_0$ .....	50
4.2.3	Stanovení hodnoty nahnání hladiny větrem $\Delta H$ .....	50
4.3	Stanovení sklonu abrazní plošiny, stanovení bodů $A_T$ a $B_T$ .....	51
	Závěr.....	53
	Seznam použitých zdrojů .....	54
	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	57
	Seznam obrázků .....	58
	Seznam tabulek.....	59
	Seznam příloh.....	60

## ÚVOD

Diplomová práce se zabývá posouzením a návrhem sanace úseku břehu šterkopískovny v Hulíně. Předmětný úsek je značně porušen abrazií vzniklou rozrážením vln o břeh a pohybem hladiny v jezeře. Po celém úseku je možné sledovat abrazní sruby různé výšky, od cca 0,5 m do výšky přesahující 2 m. Návrhy stabilizace a sanace porušeného břehu budou provedeny s ohledem na různé výšky porušení a budou aplikovány na konkrétní výšku abrazního srubu.

Cílem je navrhnout možné varianty řešení opravy úseku, využít co nejvíce zdroje materiálu, který je v dané lokalitě k dispozici, zpětně využít materiál vzniklý odtěžením a svahováním, a to z toho důvodu, aby docházelo k minimalizaci přesunům hmot. Každá varianta počítá s návrhem odpovídajícího břehového, doprovodného a travního porostu.

Účelem stavebního opatření je zmírnit a stabilizovat abrazi břehu přírodě blízkým způsobem, který nenaruší ráz současného stavu zájmové lokality a zároveň bude mít dlouhou trvanlivost. Biotechnické opevnění je kombinací neživého materiálu s kořenovým systémem břehových porostů, a jeho použitím lze tedy docílit optimálního estetického a ochranného účinku. Výhoda biotechnických způsobů stabilizace je v tom, že v místech maximálních destrukčních účinků způsobených tlakem a nárazem vlny je umístěna pevná a odolná technická část opevnění a v méně namáhaných místech, kde působí pouze výběh vlny, zajišťuje ochranu živá a pružná vegetační složka opevnění.

V rámci biotechnické stabilizace koryta bude proveden návrh odpovídajícího břehového a doprovodného porostu a travních směsí.

K vytvoření diplomové práce byla použita zjištění aktuálního stavu zájmové lokality na základě osobních pochůzek zájmovým úsekem, při nichž byla vytvářena fotodokumentace. Pochůzky byly provedeny na konci jara 2020 a na podzim 2021.

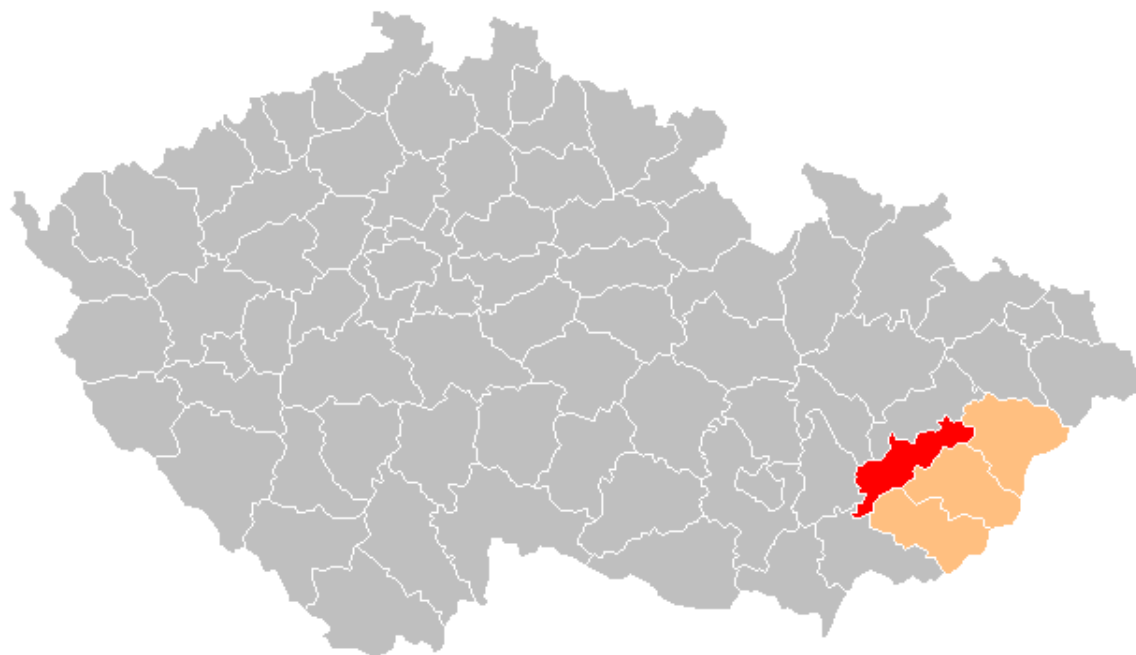
# 1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

## 1.1 Správní orientace

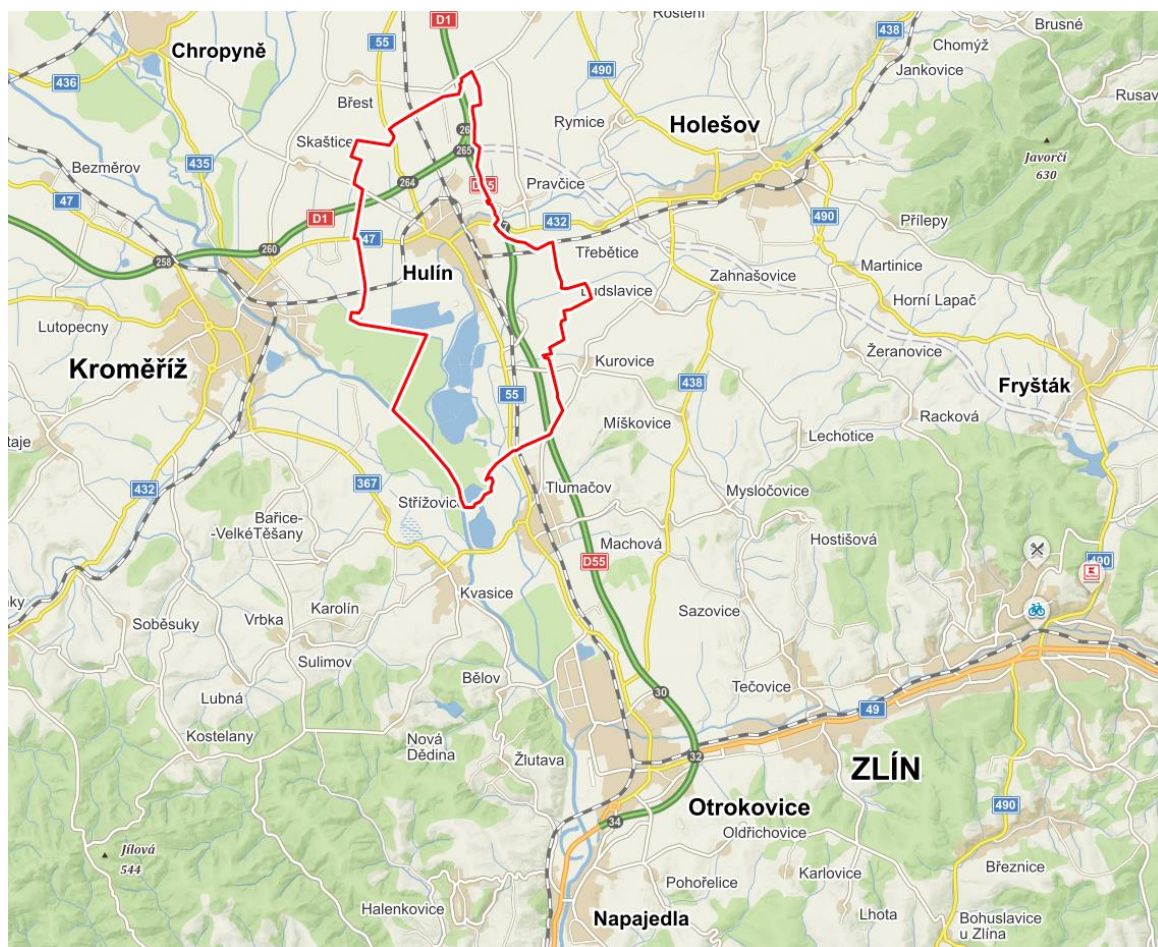
Těžba v hulínské štěrkopískovně je dlouhodobě provozována firmou Českomoravský štěrk, a.s., která má v dané lokalitě k dispozici technologické zázemí. Štěrk je vytěžován ze dna těžebního jezera pomocí dvou drapákových bagrů. Svou výrobou zásobuje štěrkopískovna primárně oblasti střední Moravy, a to především okresy Zlín, Kroměříž a Přerov. Výrobky jsou využívány například jako příměsi do různých druhů betonů, malt, omítkových směsí, a taktéž jsou využívány pro silniční stavby.

Název akce:	Stabilizace břehu zatopené pískovny u Hulína
Místo:	Štěrkopískovna Hulín
Kraj:	Zlínský
Okres:	Kroměříž
Správní území obce:	Hulín
Katastrální území:	Hulín
Provozovatel:	Českomoravský štěrk, a.s., Mokrá 359, 664 04 Mokrá
IČO:	25502247
Email:	expedice.hulin@cmsterk.cz
Plocha hladiny jezera:	cca 170 ha
GPS:	49°17'57.3"N, 17°27'31.9"E

## 1.2 Lokalizace zájmového území



Obrázek 1: Lokalizace zájmového území na mapě – Zlínský kraj, okres Kroměříž [1]



Obrázek 2: Lokalizace zájmového území na mapě – katastr města Hulín [2]



Obrázek 3: Štěrkopískovna Hulín [2]

### 1.3 Geodetické podklady

Těžební jezero se nachází v katastrálním území města Hulín ve Zlínském kraji v okrese Kroměříž. Je vzdáleno cca 1 km jižně od města Hulín, plocha hladiny je přibližně 170 ha, délka jezera je cca 2,2 km a průměrná šířka cca 0,5 km. Stávající těžební plocha je asi 130 ha, aktuálně těžba probíhá v severní části jezera.

Podklady pro zpracování návrhů sanací břehů byly získány na základě osobních pochůzek zájmovým územím a z vytvořené fotodokumentace.

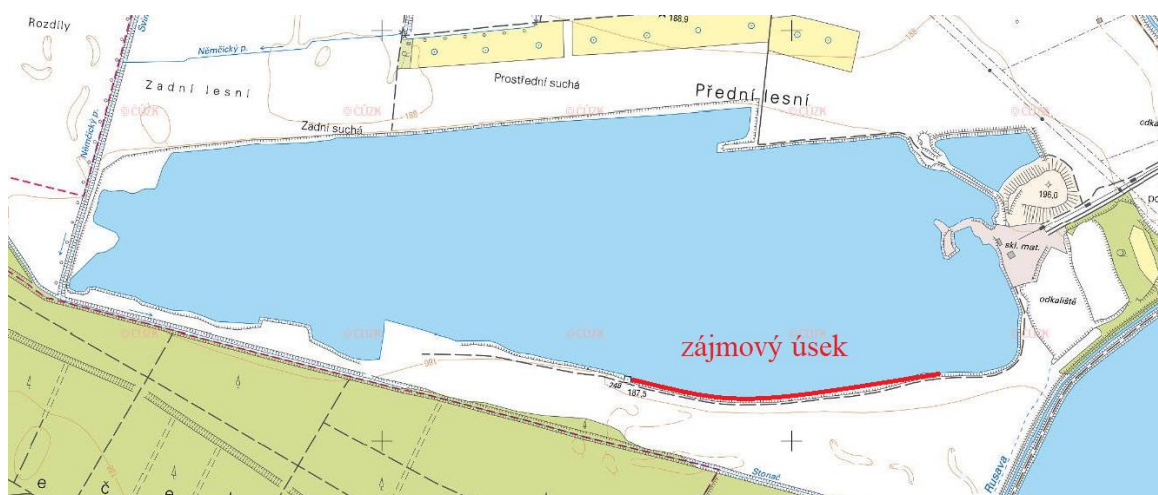
### 1.4 Zájmový úsek

Zájmový úsek se nachází na jižním břehu jezera, jeho délka je cca 700 m. Úsek zahrnuje různé fáze porušení břehu abrazí – na základě osobní prohlídky zde byly indikovány abrazní sruby od výšky cca 0,5 m do výšky přesahující 2 m. Proto při jejich

sanaci bude využit návrh zaměřený na konkrétní porušené místo. Návrhy sanačních řešení budou aplikovány dle výšky porušeného břehu, resp. výšky abrazního srubu.

Břeh úseku je v současné chvíli značně porostlý vegetací, jak je patrné z fotodokumentace v této práci. Proto díky tomu dochází k částečnému stabilizování a zpomalování abraze. Účinnost čistě vegetačního opevnění břehů vodních nádrží či jezer je poměrně malá, proto bude třeba navrhnout na řešeném úseku další technické způsoby stabilizace.

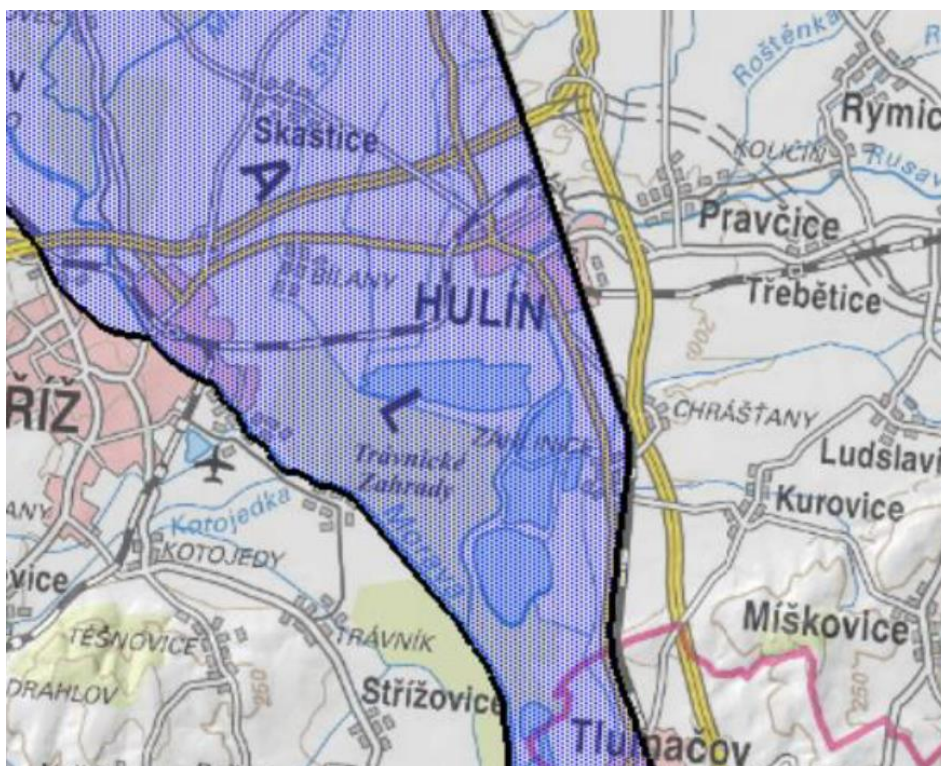
K úseku vede nezpevněná cesta z areálu úpravny štěrku. Tu bude možné využít pro příjezd techniky v čase provádění sanačních prací.



Obrázek 4: Mapa zájmového úseku [3]

## 1.5 Hydrologické podklady

Zájmové území je odvodňováno vodotečí Rusava, která je součástí povodí Moravy. Celé území spadá do záplavového území těchto dvou vodotečí. Do území zasahuje ochranné pásmo vodních zdrojů Hulín, lokalita leží v Chráněné oblasti přirozené akumulace vod Kvartér řeky Moravy, viz obrázek 5. Jižně od zájmového území se nachází soustava tzv. Záhlinických rybníků s následujícími rozlohami vodní plochy: Pláňavský rybník 44 ha, Doubravický 54 ha, rybník Svárov 105 ha, Němčický rybník 14 ha. [4]



Obrázek 5: Zákres CHOPAV Kvarter řeky Moravy [4]

### 1.5.1 Podzemní vody

Podzemní vody jsou původem říční, tedy z břehové infiltrace (ovšem infiltrované ve větší vzdálenosti ve směru proti toku Moravy) a z menší části z infiltrovaných srážek na místních údolních svazích. Hladiny podzemní vody jsou mírně napjaté v hloubce od cca 1,5 m do 5 m se spádem ke korytu Moravy. Proudění podzemní vody se během roku nemění. Nevýznamné změny vykazuje spád za vysokých a nízkých stavů. Směr proudění podzemní vody je od S až SV k J. Ovlivňován je vodárenskými odběry. [5]

### 1.5.2 Odtokové poměry

Těžební jezero šterkopískovny Hulín není ovlivněno žádnými odtoky ani přítoky. Kolísání hladiny jezera je závislé na četnosti atmosférických srážek a na kolísání hladiny podzemní vody.

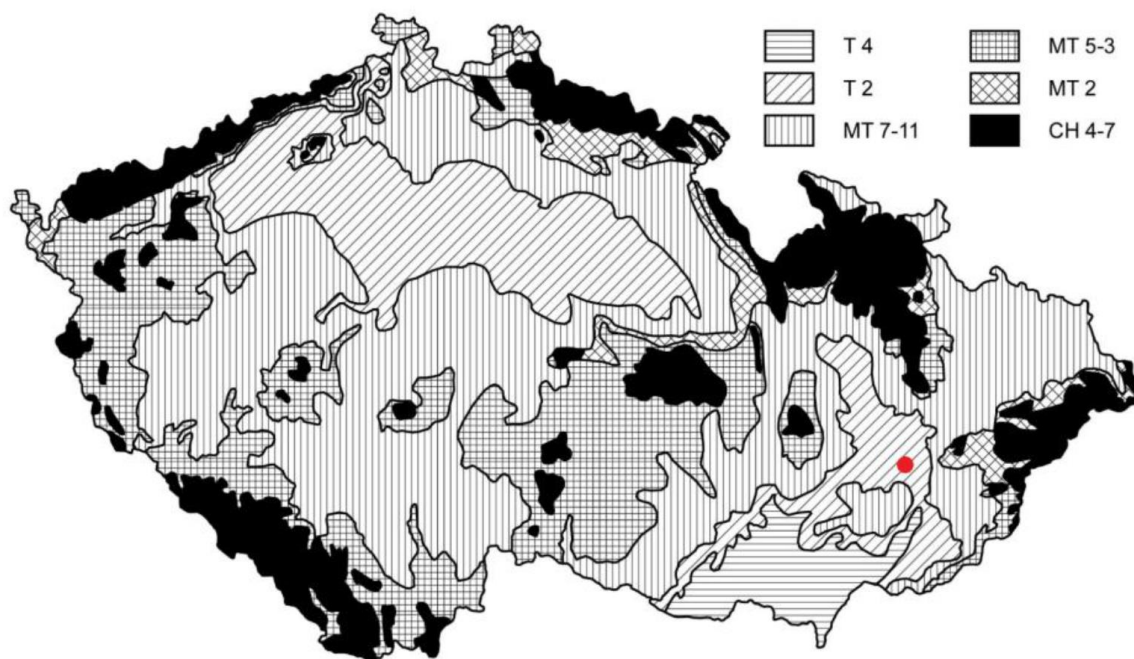
### 1.5.3 Klimatické poměry

Klimaticky leží řešené území v teplé oblasti, dle klasifikace klimatu E. Quitta se jedná o variantu T2. Ta je charakteristická dlouhým až velmi dlouhým, teplým až velmi teplým a suchým až velmi suchým létem. Přechodné období je velmi krátké s teplým jarem a podzimem. Zima je krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. [6] V následující tabulce 1 je výčet charakteristik pro oblast T2:



Tabulka 1: Klimatické charakteristiky oblasti T2 [6]

Klimatická charakteristika teplé oblasti	T2
Počet letních dní	50–60
Počet dní s prům. teplotou 10 °C a více	160–170
Počet dní s mrazem	100–110
Počet ledových dní	30–40
Prům. lednová teplota	-2 až -3
Prům. červencová teplota	18–19
Prům. dubnová teplota	8–9
Prům. říjnová teplota	7–9
Prům. počet dní se srážkami 1 mm a více	90–100
Suma srážek ve vegetačním období	350–400
Suma srážek v zimním období	200–300
Suma srážek celkem	550–700
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40–50
Počet zatažených dní	120–140
Počet jasných dní	40–50



Obrázek 6: Klasifikace klimatu dle E. Quitta [7]

#### 1.5.4 Srážkové poměry

Průměrné roční úhrny atmosférických srážek se pohybují nad hodnotou 600 mm, přičemž nejvíce srážek spadne v červenci, nejméně v lednu až únoru. Roční srážkové úhrny překročené s pravděpodobností 1 % se pohybují těsně nad hodnotou 950 mm. V letních měsících je zde častý výskyt přívalových srážek bouřkového charakteru, které však postihují pouze malá území. Sněhová pokrývka se objevuje od poloviny prosince až do poloviny března. [4]

### 1.5.5 Teplota vzduchu

Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje kolem hodnoty 8,5 °C, přičemž nejchladnějším měsícem je leden, nejteplejším červenec. Průměrná denní maxima teploty vzduchu se v nejteplejším měsíci pohybují kolem hodnoty 24,0 °C. Průměrná denní minima teploty vzduchu klesají v nejchladnějším měsíci zimy na -5 °C. V červenci se průměrná denní minima pohybují kolem 12,0 °C. [4]

### 1.6 Geologické údaje

Nejstaršími kvarténními sedimenty na území Středomoravské nivy jsou fluvioakustinní sedimenty stáří mindel, vyplňující v mocnosti přes 50 m tektonický příkop mezi Hulínem, Tlumačovem a Kroměříží. Pleistocenní uloženiny řešeného území náleží jednak typu fluviálnímu (náplavy vodních toků), a dále jsou to především sedimenty eolické (spraše). Fluviální sedimenty tvoří u řeky Moravy výrazné terasy, které jsou vesměs překryty sprašovými uloženinami. K holocenním sedimentům zde patří uloženiny údolních niv, svahových hlín, které vznikly na sedimentech pleistocenních. [4]

Zájmová lokalita se nachází v nivě a při okraji levobřežní nižší terasy řeky Moravy. Prostor v oblasti štěrkopískovny Hulín je budován souvrstvím písků a písčitých štěrků s vložkami (proplástky) jílu. V jejich nadloží vystupují štěrkopísky. Materiál ve spodních partiích je méně propustný než ve svrchních partiích. V hloubce 30 m pod povrchem se nachází výraznější hydrogeologický izolátor (jíl až písčitý jíl). Jedná se tedy o vícevrstvý kolektorový zvodněný systém. Nejvýše položeným souvrstvím jsou povodňové hlíny s funkcí nadložních hydrogeologických izolátorů. [5]



Obrázek 7: Geologická mapa zájmového území [8]

Legenda vyznačených geologických oblastí:

1 – navážka; 6 – nivní sediment; 13 – kamenitý sediment; 16 – spraš; 24 – písek.

### 1.6.1 Charakteristiky horninového prostředí

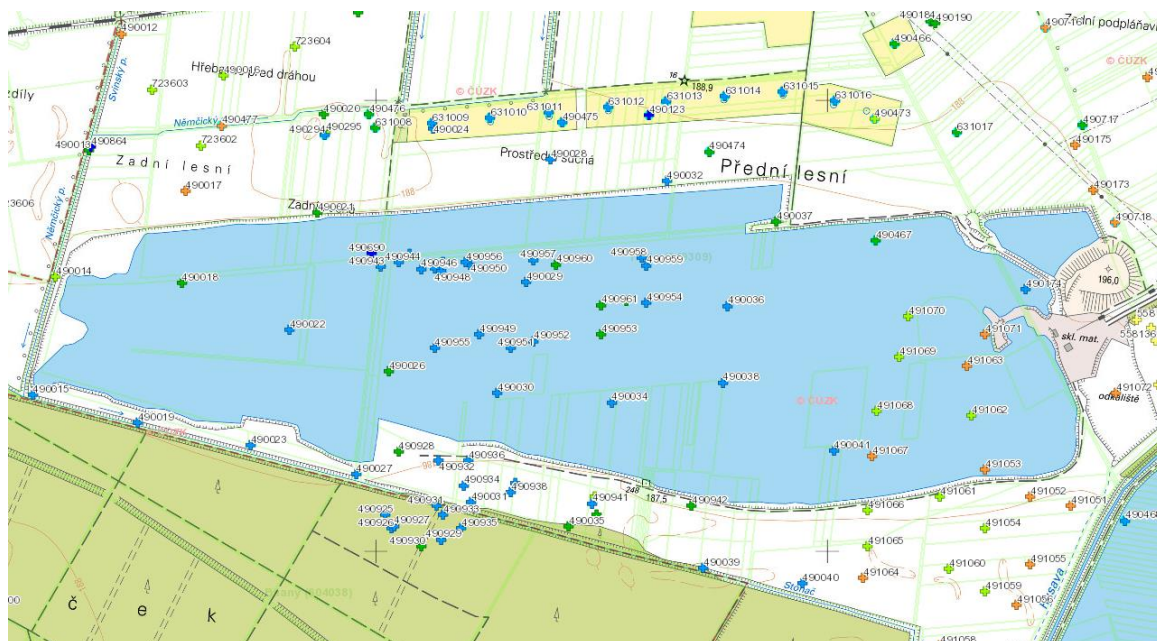
Podle geomorfologického členění ČSR leží řešené území v provincii Západní Karpaty. Regionální členění reliéfu ukazuje následující přehled:

Provincie: Západní Karpaty
Subprovincie: Vněkarpatské sníženiny
Oblast: Západní Vněkarpatské sníženiny
Celek: Hornomoravský úval
Podcelek: Středomoravská niva
Okrsek: Holešovská plošina

Reliéf má charakter ploché poříční krajiny vzniklé na poklesové struktuře Hornomoravského úvalu ve Vněkarpatských sníženinách, který je vyplněn mladými terciárními a kvartérními sedimenty. Jedná se o akumulární rovinu podél řeky Moravy a jejích přítoků. Středomoravská niva směrem na východ postupně přechází v Holešovskou plošinu. Sklon reliéfu se pohybuje zhruba v rozmezí 0,4 ‰ až 2,5 ‰. [4]

Následující obrázek 8 ukazuje vrtnou prozkoumanost lokality. Většina provedených vrtů spadá do rozsahu 25–50 m, jako první hornina pod kvartérem je uváděn písek. Další provedené vrty ověřily litologicko-stratigrafický profil:

1. nivní hlíny a jíly holocénního stáří, mocnost 1–4 m (průměrně 3 m),
2. fluviální štěrkopísky Moravy, pliocén kvartér, mocnost 4–12 m,
3. fluviolakustrinní písky neogenního (terciér) stáří, mocnost 20–25 m,
4. jíly, torton terciér.



Obrázek 8: Vrtná prozkoumanost štěrkopískovny Hulín [9]

Legenda vrtů v dané lokalitě:



### 1.6.2 Petrologicko-těžební charakteristika

Štěrkopísek terasového stupně řeky Moravy je šedý, tvořený středně až dobře opracovanými valouny pískovce, křemene, podřadně křemencem, žulou, rulou, slepencem, pegmatitem a fylitem. Podložní písky jsou šedé, tvořené křemenem, živcem, dále sericitem, muskovitem, granátem, amfibolem, biotitem a zrnitostně převládá hrubá písčitá frakce. [10]

V závislosti na báňsko-technických podmínkách dobývání štěrkopísků byla v minulosti prováděna těžba v 1. těžebním řezu štěrkopískovny Hulín do hloubky cca 8 až 12 m od úrovně vodní hladiny, tj. na výškovou úroveň cca 173,0 až 177,0 m n. m. Další zásoby budou dobývány plovoucím těžebním strojem z vodní hladiny těžebního jezera

ve 2. těžebním řezu až na bázi ložiska na výškové úrovni 160 m n. m. Plánovanou těžbou tak dojde k prohloubení stávajícího těžebního jezera o cca 13 až 17 m. [4]



Obrázek 9: Plovoucí těžební zařízení určené k dobývání štěrku [L. Tomšej, 2020]

### 1.6.3 Půdní poměry [4]

Na vývoji půd se v zájmovém území jako mateční půdní materiály podílely nivní uloženiny, které jsou zde vesměs nevápnité.

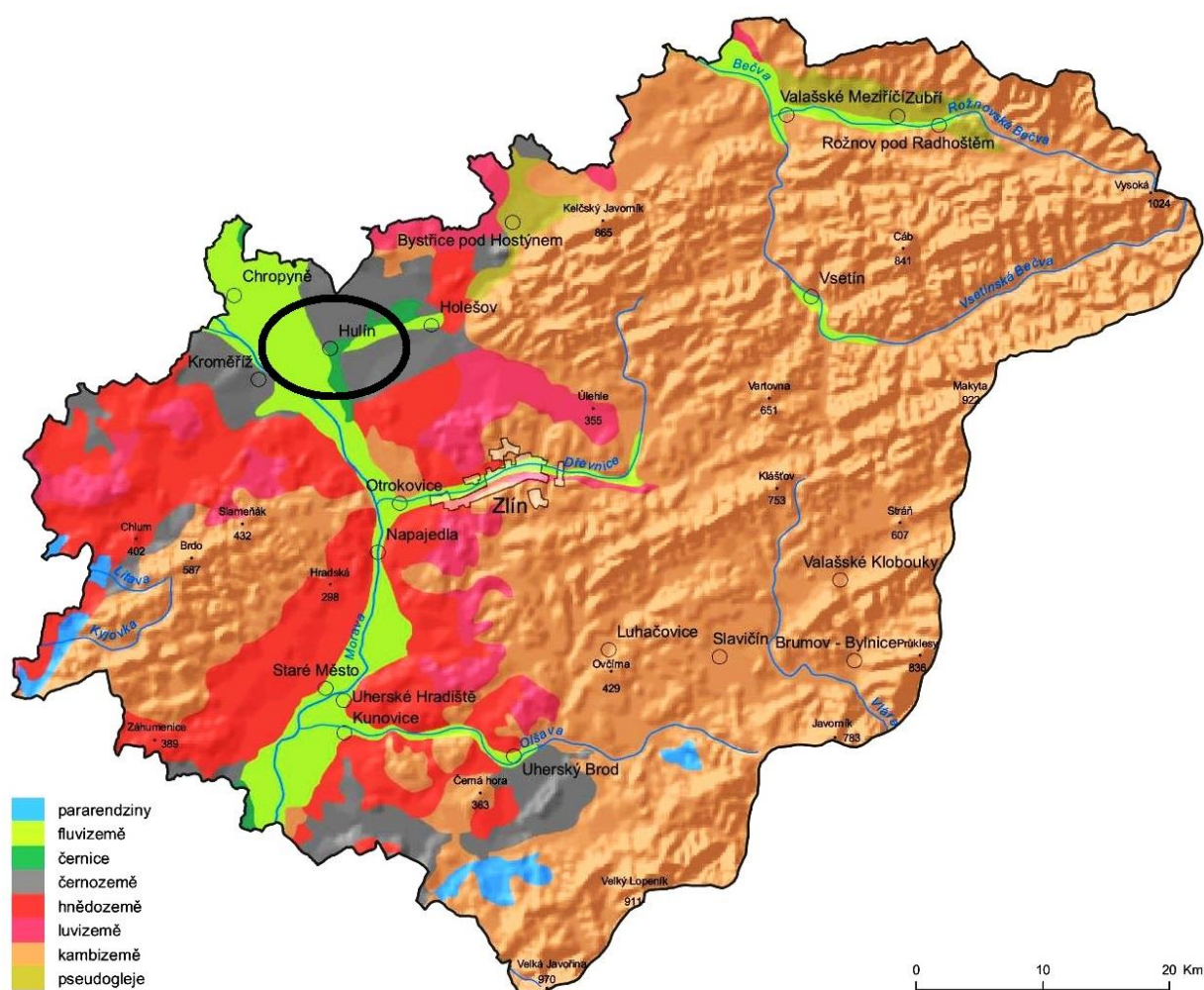
Půdní pokryv širšího území tvoří fluvialní půdy (BPEJ 3.58.00, 3.59.00, 3.61.00) na nivních uloženinách, těžké, s méně příznivými vláhovými poměry (vlivem vysoké úrovně hladiny podzemních vod). Dále pak dominují půdy lužní.

#### *Skupina půd fluvialních*

Zahrnuje půdy vytvořené na naplaveninách vodních toků. Zaujímají tedy nejnižší polohy území. Charakteristickým znakem je rozdílná mohutnost humusové vrstvy a rozdílné zrnitostní složení v závislosti na původu a vytřídění zemin, které voda přinášela. Jsou to nejmladší půdy, a protože půdotvorný proces netrval dlouho, nevytvořil se u nich kvalitní humus ani v příznivých půdotvorných podmínkách – při stejné teplotě a obsahu vápníku jako při vývoji černozemí. Obsahem humusu se vyrovnají černozemím, kvalita humusu je však střední. Fyzikálně-chemické vlastnosti typických fluvialních půd, zvláště schopnost poutat živiny a uvolňovat je pro rostliny, jsou velmi dobré. Téměř se vyrovnají černozemím.

## Skupina lužních půd

Zahrnuje půdy, které se vyvinuly většinou na vápnatých zeminách v podmínkách zvýšeného ovlhčení půdy. Charakteristickými polohami jejich výskytu jsou jednak mělké sníženiny v plošinách, jednak nívné polohy, kde půdotvorný proces trval delší dobu a nebyl rušen záplavami. Z hlediska stanovištních poměrů, zvláště vláhových, polohových a zrnitostním složením jsou to půdy téměř shodné s nivními půdami. Odlišují se od nich především kvalitnějším humusem, větším obsahem humusu a mocnější humusovou vrstvou (přes 40 cm). Mají většinou i příznivější půdní reakci – neutrální. Typickou jejich vlastností je velmi dobrá schopnost uvolňovat živiny pro rostliny. Tím se vyrovnávají černozemím, někdy je i překonají.



Obrázek 10: Půdní typy [11]

## 1.7 Požadavky na odběry

Z těžebního jezera nejsou prováděny žádné odběry. Severně od zájmové lokality se nachází soustava vodárensky významných odběrových míst. Podzemní voda vykazuje kvalitu, která neodpovídá hygienickým požadavkům na pitnou vodu. Velmi často jde o přírodně zvýšené obsahy manganu a železa (jejich snížení vyžaduje poměrně jednoduchou úpravu). [4]

## 1.8 Čistota vod

Podzemní vody jednotlivých jímadel mají rozdílné vlastnosti podle jejich pozice v rámci údolí Moravy a jejich hloubky. Z hlediska vodárenského využití vykazují laboratorní analýzy vzorků podzemní vody z některých objektů navýšené hodnoty tvrdosti, manganu, železa. Lokálně proměnlivé jsou obsahy dusičnanů (příp. ostatních dusíkatých sloučenin) a síranů. Zvýšené bývají i hodnoty chemické spotřeby kyslíku manganistanem, příp. chloridů. [4]

Na čistotu povrchových vod a vody v jezeře má především vliv možné znečištění srážkovou činností. Dále existuje riziko znečištění v důsledku probíhající těžby v podobě úniků pohonných látek a maziv. Protože je šterkopískovna bezodtoká, nemá na jakost vody vliv žádný přítok.

## 1.9 Průmysl

Průmyslový potenciál v okolí zájmové lokality tvoří především podniky zpracovatelského průmyslu, zejména se jedná o podniky průmyslu kovodělného, gumárenského, dřevozpracujícího, elektrotechnického a textilního. V nejbližším okolí zájmové lokality se nachází průmyslové podniky, které by vodu odebíraly a znečišťovaly.

Pro textilní a kožedělný průmysl jsou charakteristické Baťovy závody, které se specializují na výrobu obuvi, kůží a textilu, na které navazuje strojírenský průmysl podnikem ZPS (Závody přesného strojírenství), který se zaměřuje na výrobu strojů na výrobu obuvi.

Do dřevozpracujícího průmyslu lze zařadit podnik TON se zaměřením na výrobu nábytku, pily z Velkých Karlovic anebo Vsetínské papírny.

Potravinářský průmysl v oblasti tvoří především masný průmysl spolu s konzervárnami (Hamé, OTMA), dále pivovary, minipivovary a lihovary (Rudolf Jelínek Vizovice) a výroba nápojů (LINEA).

## **1.10 Zemědělství**

Přírodní podmínky, které předurčují výrobní možnosti pro zemědělské podnikání, jsou ve Zlínském kraji velmi rozmanité. Okresy Kroměříž a Uherské Hradiště jsou díky své poloze v moravských úvalech tradičně zaměřeny na rostlinnou výrobu, v podhorských oblastech Vsetínska a Zlínska je hospodářství zaměřeno více na extenzivní živočišnou výrobu. [12]

V okolí města Hulín převažuje rostlinná výroba a s tím související úprava dané plodiny. Je zde zastoupen také chov ryb a chov sportovních koní. V blízkosti štěrkopískovny Hulín se nachází pole zemědělsky nevyužitá.

## **1.11 Lesnictví**

Zastoupení lesa ve Zlínském kraji je nerovnoměrné, přesto je procento zalesnění v rámci ČR nadprůměrné (39,8 %). Hlavní centrum se nachází na severovýchodě v okrese Vsetín, kde dosahuje procento zalesnění hodnoty 54,2 %. Menší zastoupení lesů je v jihozápadní části kraje, kde rozsáhlejší komplex vytvářejí pouze Chřiby. [12]

Lesy ve Zlínském kraji jsou převážně zařazeny do kategorie lesů hospodářských (88,2 % výměry lesů; jen 11,7 % lesů je zařazeno do kategorie lesů zvláštního určení a 0,1 % do kategorie lesů ochranných). [12]

Zájmové území se nachází v provincii středoevropských listnatých lesů, v podprovincii panonské, v bioregionu 4.5 Dyjsko-moravském. Z fyto geografického hlediska území náleží do oblasti termofytika – obvodu Panonského termofytika a okresu č. 18b – Dolnomoravský úval. Potenciální přirozenou vegetací je prvosenková dubohabřina a ostřicová dubohabřina. Biogeograficky leží území v provincii středoevropských listnatých lesů, podprovincii západokarpatské. Většina území náleží k biogeografickému regionu kojetínskému (území podél řeky Moravy), ze západu zasahuje bioregion ždánicko-litenčický, z východu hranický. [4]



## 1.12 Rekreační využití

Na štěrkopískovně platí zákaz provozování vodních sportů (včetně plavání) a rybolov je zde omezen těžbou. Rybolov se nesmí provozovat ve vzdálenosti 200 m vpravo i vlevo od těžebního zařízení. Dále 100 m vpravo i vlevo od trafostanice a 100 m na obě strany od štěrkové výsypky. Vodní plocha spadá dle Moravského rybářského svazu do mimopstruhového revíru, 461 102 – Morava 13A. [13]



Obrázek 11: Zákaz vodních sportů na štěrkopískovně [14]

## 1.13 Splavnost

Vodní plocha je plavebně využívána pouze pro přepravu vytěžené suroviny. Tlačná sestava skládající se z tlačného remorkéru a výsypného člunu dopravuje vytěžený materiál z dobývacích strojů do přístaviště.



Obrázek 12: Lodní doprava vytěženého materiálu [L. Tomšej, 2021]

## 1.14 Životní prostředí

Z hlediska hodnocení kvality životního prostředí v území je třeba konstatovat, že se jedná po stránce kvality životního prostředí o území sice člověkem silně ovlivněné, s velkými plochami zemědělské půdy, ale díky vhodně prováděné rekultivaci o území s vyšším koeficientem ekologické stability. Ta je dána rozsáhlými přírodě blízkými plochami rybníků a jezer po těžbě šterkopísků, na nichž vznikla zajímavá společenství fauny a flóry. Vyšší stupeň ekologické stability má především lesní porost Přírodního parku Záhlinické rybníky.

### 1.14.1 Územní systém ekologické stability krajiny

Zájmové území bezprostředně navazuje na regionální biocentrum RBC 344 Filena a je situováno v ochranném pásmu nadregionálního biokoridoru K 142 Chropýňský luh (vodní a nivní osa), podél něhož je vymezena ochranná zóna v šířce 2 km. Sít' ÚSES vyšších řádů je doplněna územními systémy ekologické stability na lokální úrovni.



Obrázek 13: Územní systém ekologické stability [15]

### 1.14.2 Přírodní parky

Přírodní park Záhlinické rybníky je chráněné území o rozloze cca 5 km<sup>2</sup> založené v roce 1995 za účelem ochrany lokality s vysokou krajinářskou hodnotou, plnící významnou

ekologickou funkci regionálního biocentra. Komplex Záhlinických rybníků, přilehlých luk a lužních lesů je i přes intenzivní chov ryb jedinečným územím na středním toku Moravy především ze zoologického a krajinářského hlediska. Přírodní park má zvláště vysoký ornitologický význam, nachází se zde až 270 druhů ptáků, z toho 135 hnízdicích. Je významným hnízdištěm vodních a tažných ptáků, hnízdí zde kormorán velký, volavka popelavá, volavka bílá či lžičák pestrý. [16]

Přímo ve šterkopískovně Hulín se od roku 2009 nachází významné hnízdiště rybníků obecných. Hnízdí na umělých plovoucích ostrůvcích, protože břehy šterkopískovny neposkytují ideální podmínky. [17]



*Obrázek 14: Dřevěný plovoucí ostrůvek vybudovaný pro rybníky obecné [17]*

Záhlinické rybníky jsou napájeny říčkou Rusavou a Mojenou a tvoří je hlavní rybníky Nový, Pláňavský a Dobravický. Součástí přírodního parku je chráněné území Filena na Novém rybníce s přilehlým lužním lesem a podmáčenými loukami, na kterých se vyskytují vzácné druhy hmyzu. Český Ramsarský výbor navrhnul k registraci a ochraně v rámci Ramsarské úmluvy oblast Fileny a Záhlinických rybníků. Celkem se jedná o cca 500 ha, které jsou tvořeny komplexem různých mokřadních biotopů (vlhké louky, slepá ramena, rybníky, lužní les, jarní periodické tůně).

Severně od PP Záhlinické rybníky na okraji obce Bílany se nachází přírodní památka Stonač. Tuto charakterizuje zbytek původních tůní a mokřin s cenným břehovým porostem s výskytem stulíku žlutého, vodňanky žabí, kosatce žlutého a dalších vzácných druhů. [16]

## 2 FOTODOKUMENTACE



*Obrázek 15: Letecký snímek štěrkopískovny [18]*



*Obrázek 16: Břehová vegetace [L. Tomšej, 2020]*



*Obrázek 17: Břehová vegetace [L. Tomšej, 2020]*



*Obrázek 18: Abrazní srub porostlý vegetací [L. Tomšej, 2020]*



*Obrázek 19: Stav vegetace v okolí zájmového úseku [L. Tomšej, 2020]*



*Obrázek 20: Abrazní sruby na zájmovém úseku [L. Tomšej, 2021]*



*Obrázek 21: Abrazní sruby [L. Tomšej, 2021]*



*Obrázek 22: Detail nižšího abrazního srubu na zájmovém úseku [L. Tomšej, 2021]*

## 3 TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 3.1 Správní orientace

Název akce:	Stabilizace břehu zatopené pískovny u Hulína
Místo:	Štěrkopískovna Hulín
Kraj:	Zlínský
Okres:	Kroměříž
Správní území obce:	Hulín
Katastrální území:	Hulín
Provozovatel:	Českomoravský štěrk, a.s., Mokrá 359, 664 04 Mokrá
IČO:	25502247
Email:	expedice.hulin@cmsterk.cz
Plocha hladiny jezera:	cca 170 ha
GPS:	49°17'57.3"N, 17°27'31.9"E

### 3.2 Úvodní část

Cílem práce je navrhnout odpovídající biotechnické řešení stabilizace. Bude využito jak aktivních protiabrazních konstrukcí, tak pasivních, jednotlivé varianty pak budou popsány a rozebrány dále.

Jako nezbytné podklady pro zpracování byly využity zjištěné hodnoty převažujícího směru a rychlosti větru, vedoucím práce pak byla zadána výška nejčtenější hladiny a hloubka vody v nádrži.

### 3.3 Popis stávajícího stavu

Upravovaným úsekem je část jižního břehu nádrže. Při terénních pochůzkách v lokalitě byla zajištěna fotodokumentace aktuálního stavu. V území se nachází především v menší míře zemědělská půda, převažujícím prvkem je zde voda a keřové a stromové porosty. Okolní plochy jsou ekologicky méně citlivé, území je tvořeno poměrně pestrou mozaikou polí, travních porostů, vodních ploch a lesů.

Průměrná nadmořská výška zájmového území je 191 m n. m. a jeho terén je rovinný. Podél téměř celého jižního břehu vede nezpevněná cesta z areálu štěrkopískovny.



Jižní břeh je porostlý hustou vegetací, která v současném stavu vytváří přírodní vegetační opevnění. Nutno říct, že tento stav je pro zpomalení postupu abraze daleko účinnější než holé břehy bez porostů, nicméně účinnost čistě vegetačního opevnění bez podpory technických způsobů stabilizace není dostatečná a lze ji využít pouze v oblastech s nízkým sklonem břehu (do max. 5°). Proto je na místě zvažovat návrh biotechnických způsobů opevnění, které kombinují výhody čistě vegetační stabilizace a technické stabilizace a je jimi docíleno optimálního estetického i ochranného účinku.

Výška abrazních srubů indikovaných na zájmovém úseku byla v rozsahu od 0,3 m do výšky přesahující 2 m. Navrhované varianty řešení biotechnické stabilizace budou přizpůsobeny výškám abrazního srubu.

### **3.4 Činitelé ovlivňující vznik a rozvoj břehové abraze [19]**

Těžební jezero štěrkopískovny Hulín není ovlivněno žádnými odtoky ani přítoky. Na vzniku a rozvoji abraze břehů se tedy nepodílí proudění vody v nádrži, existuje však mnoho jiných činitelů, kteří abrazi přímo způsobují, nebo urychlují proces vedoucí k ústupu břehu.

#### **3.4.1 Vlnění eolického původu**

Jednoznačně nejzásadnější vliv na vznik a rozvoj abraze v zájmové lokalitě má vlnění hladiny eolického původu – způsobené větrem. Ve směru pohybu vzduchového proudu je pohyb přenášen na vodní plochu a dochází k vlnění hladiny. Při dostatečné hloubce vodní nádrže a dostatečné délce působení větru vznikají postupové vlny, které se při dosažení břehu vlivem zmenšující se hloubky transformují, následně lámou a tříští. Vzniká příbojová vlna, která díky své kinetické energii, výšce výběhu, tlakem a sáním při zpětném toku působí destrukci břehu. Energie vlnění se naplno projevuje při periodicky se opakujících nárazech na břeh, pokud tento jev trvá dostatečně dlouhou dobu. Vlny začnou rozrušovat břeh v patě budoucího abrazního srubu, později se pod vzniklým abrazním srubem vytvoří pobřežní abrazní plošina.

Vznik eolického vlnění ovlivňuje kromě rychlosti proudění větru a délce jeho účinku také jeho rozběhová dráha. Ta je dána tvarem nádrže a směrem větrného proudění. Pro výpočet bude použit SZ směr dlouhodobého působení větru, který byl zadaný vedoucím práce.

### **3.4.2 Vlnění způsobené pohybem plavidel**

V zájmové lokalitě dochází k opakovanému pohybu plavidel, které převáží vytěžené suroviny z místa těžby do přístavu. Převoz je prováděn pomocí samovyspých člunů, na které se připojují tlačné remorkéry. Vznikají vlny, jejichž velikost závisí na rychlosti pohybu plavidla, tvaru jeho ponořené části, hloubce ponoru, vzdálenosti od břehu, aj. Vzhledem k velkému množství neznámých a přesně nedefinovatelných faktorech vstupujících do výpočtu nebude tento typ vlnění v diplomové práci uvažován.

### **3.4.3 Účinky mrazu a tání**

Cykly zmrazování a tání mají vliv na rozvoji abraze, nikoli na vzniku. Při promrzání vodou nasáklé zeminy se v důsledku zvyšování objemu ledu vytváří trhliny a soudržnost zeminy je jimi narušena. Jiný problém nastává při jarním tání, kdy nejprve roztává povrchová zóna a následně hlubší vrstvy. Voda z povrchové zóny nemůže prosakovat a zůstává v zemině, proto klesá hodnota úhlu vnitřního tření, zemina rozbídá a sesouvá se. Dost často takto dochází k sesuvům převisů u abrazních srubů.

### **3.4.4 Vliv ledové pokrývky**

Souvislá ledová pokrývka působí na břehy statickým tlakem v důsledku rozpínání ledu při zvyšující se teplotě. Výrazné účinky vznikají především při rychlém a setrvalém stoupání teplot. Maximální hodnoty statického tlaku ledu na břehy se pohybují v rozpětí 30–35 MPa.

### **3.4.5 Vliv průsaku vody půdním horizontem**

Při dlouhých deštích dochází k výraznému průsaku vody půdním horizontem a následnému pohybu podzemní vody ve směru méně propustných vrstev. V abrazí poškozených nejnižších svahových oblastech může dojít k výronům podzemní vody. Následkem je především vyplavování jemných půdních částic. Průsak vody půdním horizontem přímo v místě abrazního srubu za spolupůsobení dešťových kapek na nekrytou stěnu abrazního srubu způsobuje na navětralé obnažené části půdního horizontu oddrolování jednotlivých půdních částic i menších či větších valounů. Mnohdy může způsobit i sesutí převisů nebo části stěn abrazního srubu. V oblastech, kde se na hraně abrazního srubu nachází vzrostlý strom s podemletým kořenovým systémem, dochází snadno k vývratům.

## 3.5 Protiabrazní opatření [19]

### 3.5.1 Aktivní protiabrazní opatření

Jako aktivní protiabrazní konstrukce se označují především podélné usměrňovací stavby, které jsou budovány v určité vzdálenosti od pobřeží. Mezi podélné konstrukce patří podélná břehová lavice a podélná přerušovaná hrázka. Příčné usměrňovací stavby jsou budovány kolmo nebo šikmo na břehovou linii. Jako příčné konstrukce se budují zejména výhony kolmé k břehové čáře a výhony šikmé k břehové čáře.

### 3.5.2 Pasivní protiabrazní opatření

Pasivní protiabrazní konstrukce se budují především u břehů nádrží, kde je potřeba zajistit stabilitu břehů – to zajišťují například opěrné zdi. Dalšími zástupci těchto konstrukcí jsou nevegetační opevnění a obklady břehů. Pro tyto konstrukce je charakteristické využití těžkých kamenných záhozů, kamenných svahovaných pat či různých druhů betonových konstrukcí. Mezi pasivní konstrukce se řadí také ryze vegetační opevnění břehů, kde jsou dnes v rámci dřevinných břehových porostů využívány hlavně dřeviny rodu *Salix*, které je však nutné doplnit bylinným patrem či protierozním travním kobercem.

Jako nejvýhodnější typ břehového opevnění se využívá kombinované – biotechnické opevnění. Základem je technický prvek, který je doprovázen vegetačním oživením. Technický prvek se umísťuje v oblasti nejvíce namáhané a vegetační doprovod v oblasti méně namáhané. Oba prvky se vzájemně prolínají na stykové oblasti.

## 3.6 Vlastní návrh opatření

Při návrhu stabilizace břehů na řešeném úseku bude využito prvků biotechnické stabilizace s následným oživením. Pro sublitorální a eulitorální pásmo bude při stabilizacích využito ohumusování a následné osetí travní směsí. Ve vyšších místech břehu nad provedenou stabilizací v přechodu pásma eulitorálního v pásmo supralitorální bude navržen doprovodný břehový porost ve formě keřů či stromových dřevin. Travní směs by měla splňovat následující kritéria:

- vytrvalost na stanovišti;
- protierozní účinek;
- nenáročnost na péči a živiny;
- nízký vzrůst nevyžadující časté kosení;
- tolerance vůči klimatickým podmínkám – slunce, vítr, sucho apod.

Pro zatravnění a oživení stabilizovaných svahů bude u všech navrhovaných variant použita směs skládající se z odolných složek travních druhů:

55 % – chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*),

25 % – lipnice luční (*Poa palustris* L.),

10 % – lipnice úrodná (*Poa pratensis* L.),

8 % – psárka luční (*Alopecurus pratensis*),

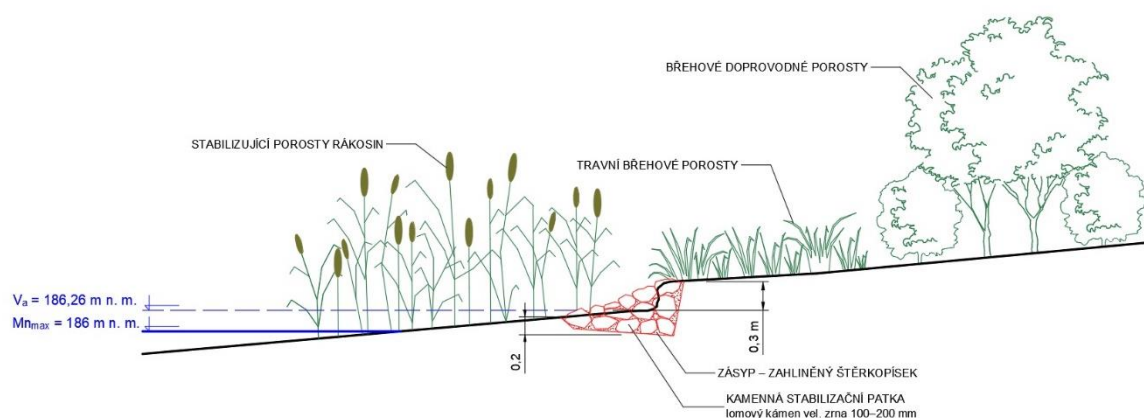
2 % – jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum*).

Hlavním biologickým prvkem biotechnického opevnění budou využity keřové vrby, a to ve formě řízků a zápletů. Všechny druhy vrby (*Salix*) jsou silně světlomilné dřeviny, proto jsou velmi vhodné pro navrhování na březích nádrží a jezer, kde budou mít dostatečný přísun slunečního záření. Pro svou rychlou rozrůstavost kořenovými výmladky a přizpůsobivost bude pro oživení břehů navržena vrba poriční (*Salix fluviatilis* L.). Netvoří keře, ale porost kolmo rostoucích prýtů a svým kořenovým systémem dokáže velmi dobře zpevnit svrchní vrstvy půdy.

Dobrou kořenovou výmladnost má též vrba košíkářská (*Salix viminalis* L.) a vrba vnitrozemská (*Salix interior*), které budou navrženy na doplnění skladby břehových porostů, oživení a stabilizování abradovaných břehů. Stávající břehové porosty a vzrostlé dřeviny v zájmové lokalitě budou v maximální míře začleněny do navrhovaných stabilizačních opatření. Jedná se především o různé druhy olší (*Alnus*) a habry (*Carpinus*) indikované na břehu při osobní pochůzce. Faktem je, že tyto druhy dřevin nebudou schopné odolávat dlouhodobému účinku zatopení v případě zvýšené hladiny v jezeře, nicméně budou alespoň po určitou dobu schopny stabilizovat břeh svým kořenovým systémem, než se plně vyvinou kořeny u nově nasazených řízků dřevin.

Při oživení biotechnické stabilizace budou využity vrbové řízky, které získáme ořezáním spodní části starších prutů. Optimální šířka by měla být cca 10 mm a délka 20–30 cm. Po odříznutí je třeba vrbový řízek dezinfikovat a do doby výsadby uchovat ve vlhkém písku či rašelině. Četnost výsadby oživení bude 15–25 ks/m<sup>2</sup>.

### 3.6.1 Stabilizační porost rákosin s oživenou kamennou patou



Obrázek 23: Stabilizační porost rákosin s oživenou kamennou patou, příloha P3

Pro stabilizaci břehů s nízkým abrazním srubem s výškou kolem 0,3 m a poměrně malým sklonem abrazní plošiny je navržena stabilizace pomocí hustého porostu rákosin. Skladba vegetační protiabrazní ochrany břehu bude zahrnovat porosty složené z rodu rákosovitých a orobincových, velmi statných vytrvalých trav schopných odolat dlouhodobému zatopení. Svou spleitou kořenovou stavbou stabilizují břeh a nadzemním stéblovým porostem utlumují účinky vln. Takový porost je též často velmi vhodný úkryt pro vodní živočichy a hnízdištěm mnoha druhů ptáků.

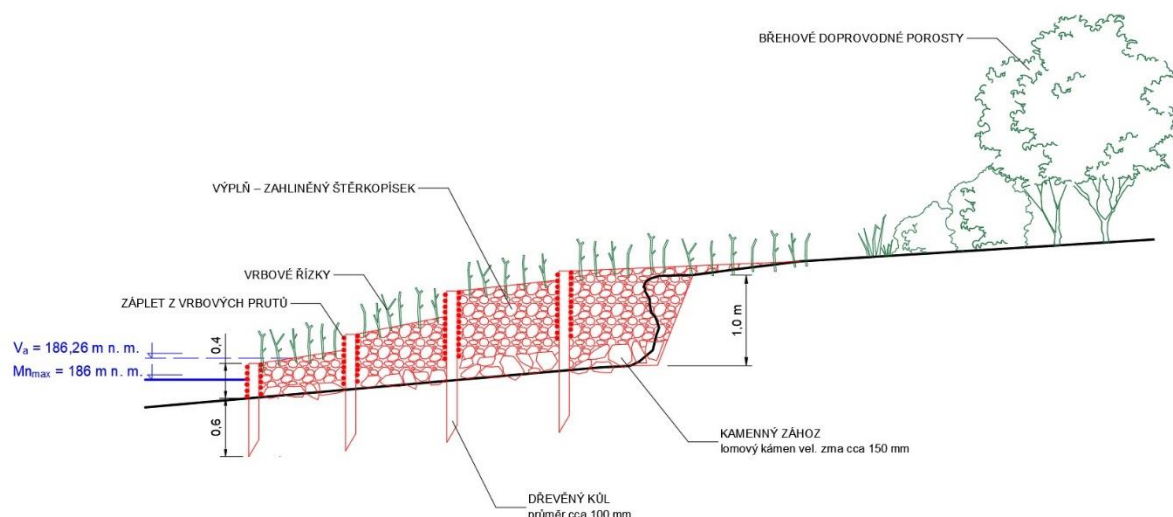
Rákos obecný (*Phragmites australis*) tvoří podzemní větvené až 4 m dlouhé oddenky, které v bahnitě půdě vyhánějí až 10 m dlouhé kořenující výhonky. Z nich v uzlinách vyrůstají silná vzpřímená stébla dorůstající výšky 1–4 m (někdy až 6 m).

Orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) a orobinec úzkolistý (*Typha angustifolia*), často vytváří rozsáhlé 1–2,5 m vysoké rostlinné porosty. Tvoří oddenky, z nichž vyrůstají další stébla.

Abrazní srub je sanován kamennou patkou prosypanou zahliněným štěrkoiskem vhodným k následnému oživení např. vrbovými řízků. Jako doprovodné břehové porosty jsou použity již stávající dřevinné a keřové porosty doplněné o keře vrby nachové (*Salix purpurea*) a vrby popelavé (*Salix cinerea*), kterým se na štěrkových nánosích v mokřadním prostředí dobře daří.



### 3.6.3 Stupňové oživené zápletové plůtky



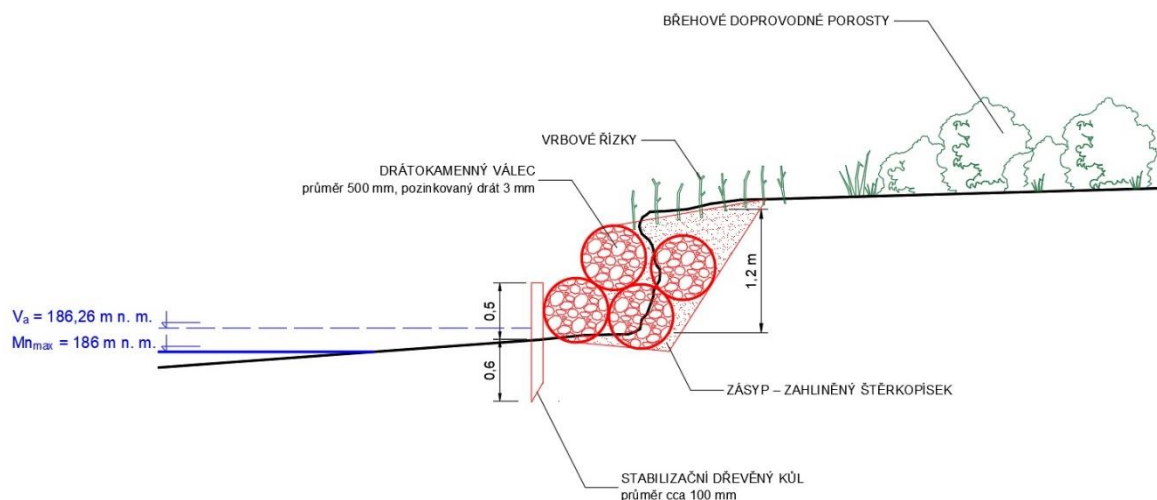
Obrázek 25: Stupňové oživené zápletové plůtky, příloha P5

Břehy s abrazním srubem výšky cca 1 m budou stabilizovány stupňovitou řadou zápletových vrbových plůtků. První řada plůtku musí být vytvořena tak, aby plůtek byl vyšší, než je nejčtenější hladina  $Mn_{max}$ . Plůtky jsou tvořeny vrbovými kůly o průměru cca 8–10 cm a délce min. 1 m. Kůly jsou zaráženy do podloží dostatečně hluboko, jsou ve vzájemném odstupu 0,5 m a jsou proplétány vrbovými pruty délky 2 m.

Za první řadou následují další řady plůtků a prostor mezi nimi je vyplněn u dna hrubším kamenivem s velikostí zrna cca 150 mm a dosypán zahliněnými štěrkopísky s frakcí 30–80 mm. Konstrukce je budována souběžně s břehem, je oživena vhodnými travními směsmi, a především v místě přechodové linie je doplněna o oživení vrbovými proutky.

Břeh nad stabilizací je rovněž zatravněn a stávající břehové dřeviny jsou doplněny o nové vrbové keřové porosty.

### 3.6.4 Opevnění pomocí drátokamenných válců



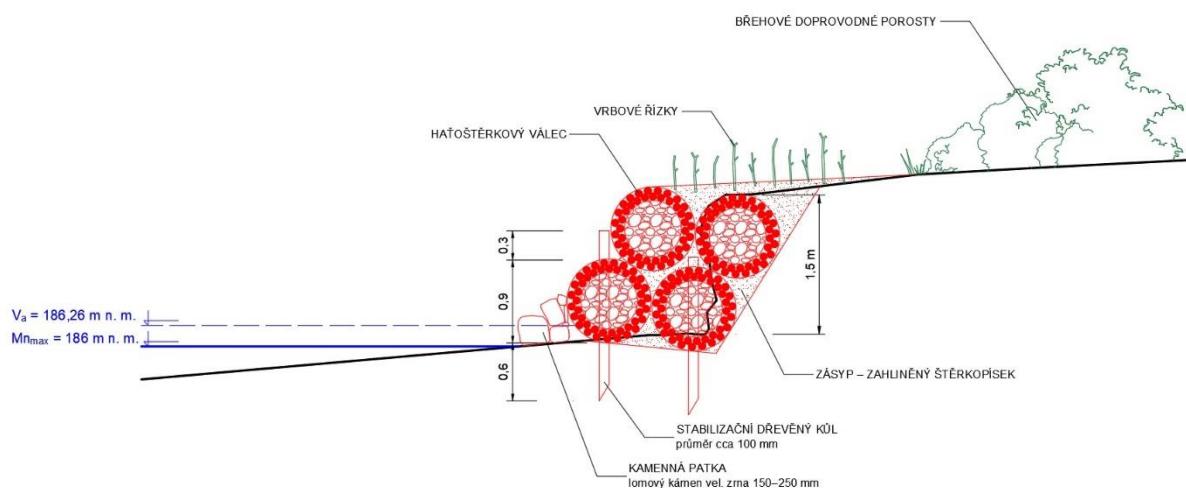
Obrázek 26: Opevnění pomocí drátokamenných válců, příloha P6

Břeh s abrazním srubem přesahující výšku 1 m bude sanován pomocí drátokamenných válců o průměru 500 mm délky 2 m. Ty budou kladeny ve dvou vrstvách podélně na upravený břeh a budou kopírovat břehovou linii. Válce jsou vyplněny lomovým kamenem s velikostí zrna 100–200 mm. Čelní spodní řada válců je zajištěna stabilizačními vrbovými kůly o průměru cca 8–10 cm a výšce min. 1 m, které jsou dostatečně hluboko zatlučeny a jsou rozmístěny po vzdálenostech cca 1,5 m. Obal válce je vytvořen z pletiva z pozinkovaného drátu s průměrem 3 mm, oka pletiva musí být menší, než je střední velikost kameniva.

Přechodová linie i prostor mezi válci je dosypán zahliněným štěrkem a vhodně oživen. Břeh výše nad stabilizací je opět zatravněn s doplněním stávajících břehových dřevin o nové vrbové keřové porosty.



### 3.6.5 Opevnění pomocí haťoštěrkových válců



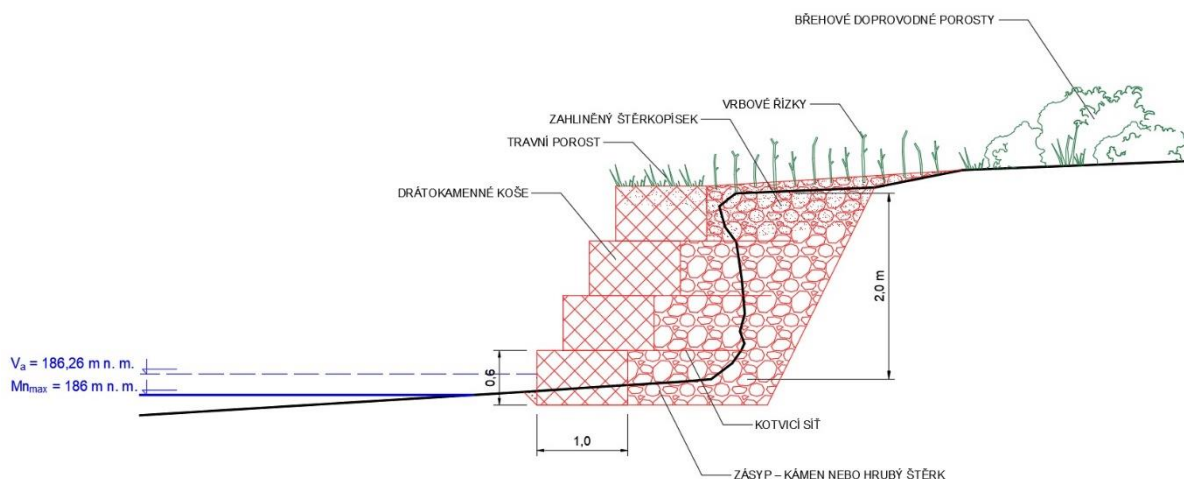
Obrázek 27: Opevnění pomocí haťoštěrkových válců, příloha P7

Tento typ těžkého opevnění bude použit v místech, kde výška abrazního srubu dosahuje 1,5 m. Haťoštěrkové válce jsou vlastně velké otepi vrbových prutů o průměru 20–50 mm skládané tak, že se pruty překrývají asi na polovinu až třetinu své délky a jsou pevně svázaný a staženy páleným drátem o průměru 3–4 mm. Tloušťka obalu z prutů je cca 100–200 mm a uvnitř je šterková výplň. Pro řešený úsek byly navrženy čtyři válce uložené na sobě, spodní řada válců je probita stabilizačními dřevěnými kůly do podloží. Válec položený nejbliže vodní hladině je z čelní strany dosypán kamennou patkou z lomového kamene velikosti zrna 150–250 mm pro plynulý přechod válcové plochy na podloží.

Přechodová linie i prostor mezi válci je dosypán zahliněným šterkem a oživen. Břeh nad stabilizací je zatravněn, stávající břehový vegetační pokryv je doplněn o vrbové keřové porosty.

Protože příprava haťoštěrkových válců je poměrně náročná, bude tento typ aplikován na kratší úseky poškozeného břehu, případně může doplnit jiný druh stabilizace.

### 3.6.6 Opevnění pomocí drátokamenných košů s kotvicí sítí



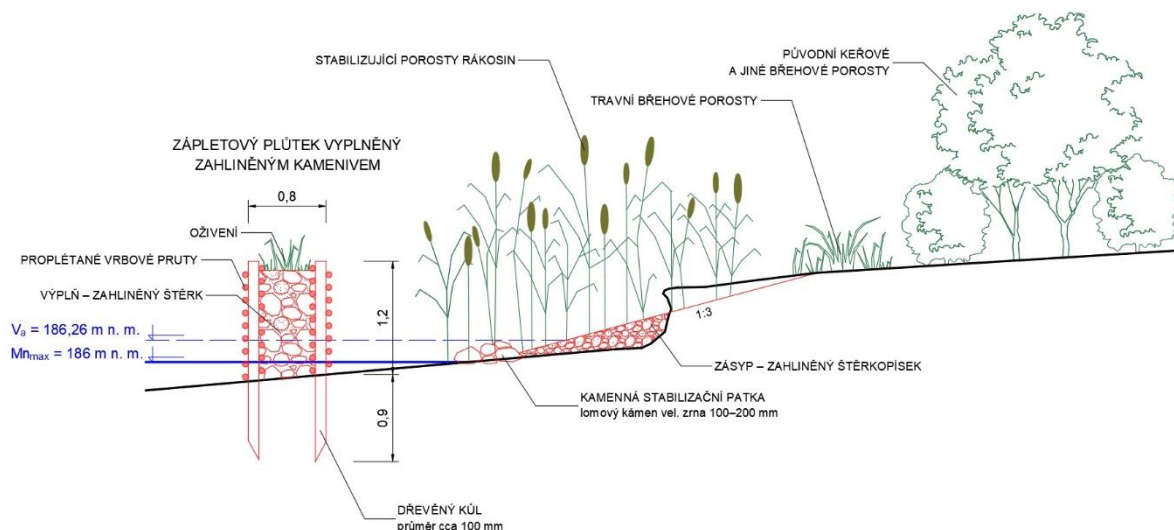
Obrázek 28: Opevnění pomocí drátokamenných košů s kotvicí sítí, příloha P8

Drátěné obdélníkové koše jsou vyrobeny z žíhaného pozinkovaného drátu se šestiúhelníkovými oky, v rozích jsou vyztuženy drátem o větším průměru pro zpevnění konstrukce a usnadnění manipulace. Rozměr koše je 1 × 1,5 m s výškou 0,6 m. Tento typ opevnění bude umístěn na velmi silně porušené břehy, kde výška abrazního srubu dosahuje nebo převyšuje 2 m. Koše budou uloženy ve čtyřech vrstvách na sobě.

Před zahájením prací na usazení spodní řady košů je třeba urovnat patu svahu, koše se pak ukládají a vzájemně propojují dle předem vytvořeného schématu a přizpůsobí se místním podmínkám. Uvnitř košů je lomový kámen o velikosti 50–250 mm. Kotvicí síť je zapuštěna do kamenného zásypu se zeminou.

Velkou výhodou drátokamenných opevňovacích konstrukcí je jejich pružnost a schopnost kopírovat povrch. Koše jsou vyrobeny a dovezeny v rozloženém stavu, postaví se přímo v místě. Konstrukce je vodopropustná – není potřeba dělat drenáž. Z ekobiologického pohledu je umožněno prorůstání vegetace, nejvyšší řada košů bude proto prosypána zeminou a následně kryta travním porostem.

### 3.6.7 Dvojitý zápleťový plůtek vyplněný oživenou štěrkovou výplní



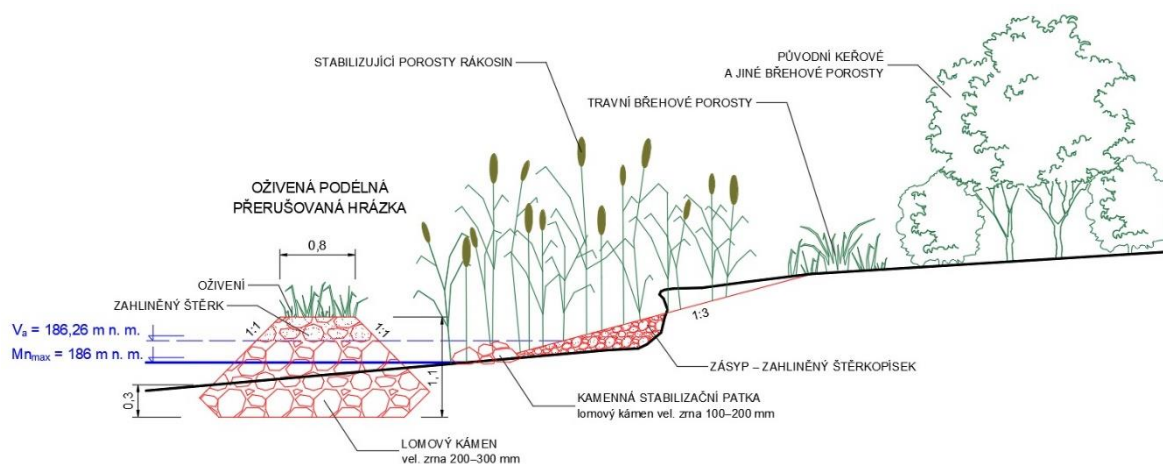
Obrázek 29: Dvojitý zápleťový plůtek vyplněný oživenou štěrkovou výplní, příloha P9

Aktivní protiabrazní konstrukce oživeného zápleťového plůtku vyplněného zahliněným štěrkem je první variantou tohoto typu staveb, jejichž funkcí je zmenšení výšky vln a aktivní pohlcení jejich energie, kterou by jinak vlny působily na abrazi poškozený břeh. Zápleťové plůtky budou budovány jako výhony – jednotlivé bloky – šikmo k břehové čáře tak, aby byly kolmo k převažujícímu směru větru. Svou pozicí budou poskytovat vlnový stín pro část břehu, která bude touto konstrukcí chráněna.

Plůtky jsou navrženy z vrbových kůlů proplétaných vrbovými pruty. Výška jednoho bloku zápleťových plůtků je 1,2 m, šířka 0,8 m a délka výhonu od 2 do 3 m. Výplň je zahliněný štěrkopísek, který umožní oživení koruny bloku.

Břeh za touto ochranou bude patřičně sanován dle potřeby. V případě vzniklého abrazního srubu bude břeh sesvahován a dosypán zásypem ze zahliněného štěrkopísku s předsazenou kamennou patkou z lomového kamene. Pro lepší stabilizaci sanovaného břehu bude vysázen rákosinový vegetační doprovod. Dále bude provedeno osetí břehu travními porosty a břehové porosty budou doplněny o keřové vrby.

### 3.6.8 Oživená podélná přerušovaná hrázka



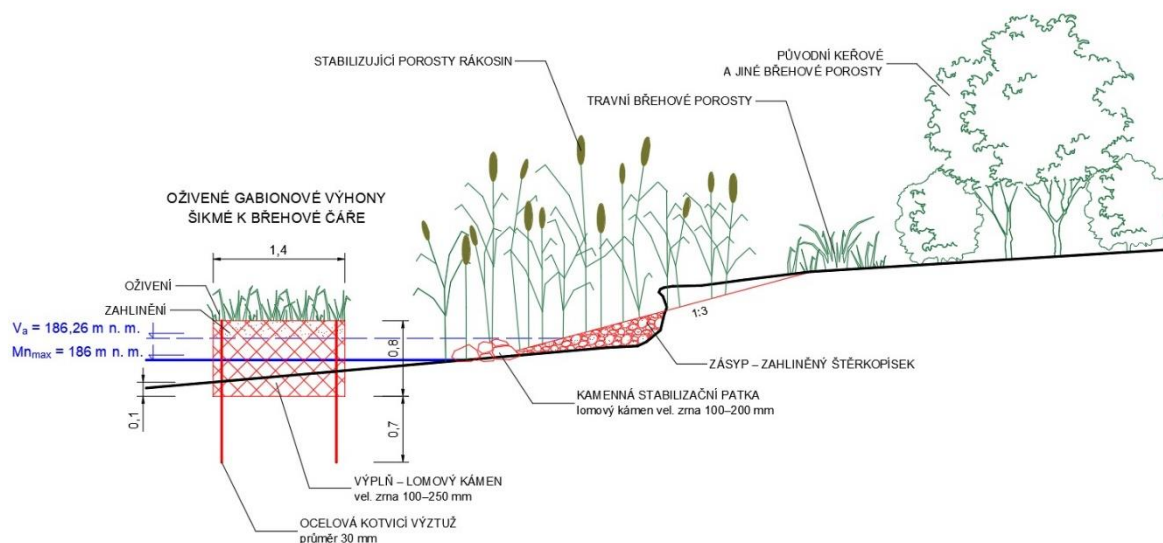
Obrázek 30: Oživená podélná přerušovaná hrázka, příloha P10

Podélná přerušovaná hrázka je navržena tak, aby její koruna byla nad úrovní nejčtetnější maximální hladiny  $M_{n_{max}}$ . Jako materiál je navržen lomový kámen o velikosti zrna 200–300 mm, konstrukce je tedy propustná. Přerušovaná hrázka vede souběžně s břehovou čarou v řešeném úseku. V nechráněných místech, tedy v místech přerušování hrázky, dochází na břehu k částečné abrazi. Při návrhu se vychází z předpokladu, že  $l_2 \geq l_1$ , přičemž  $l_2$  vyjadřuje délku přerušování a  $l_1$  půdorysnou délku hrázky.

Sklony svahů hrázky jsou navrženy 1:1. Hrázka bude zapuštěna do podloží a její celková výška je 1,1 m. Koruna hrázky bude prosypána zeminou a oživena.

Pasivní stabilizace břehu bude provedena dle místní situace. Je třeba počítat s oživením svahu a doplněním vegetačního doprovodu.

### 3.6.9 Oživené gabionové výhony šikmé k břehové čáře



Obrázek 31: Oživené gabionové výhony šikmé k břehové čáře, příloha P11

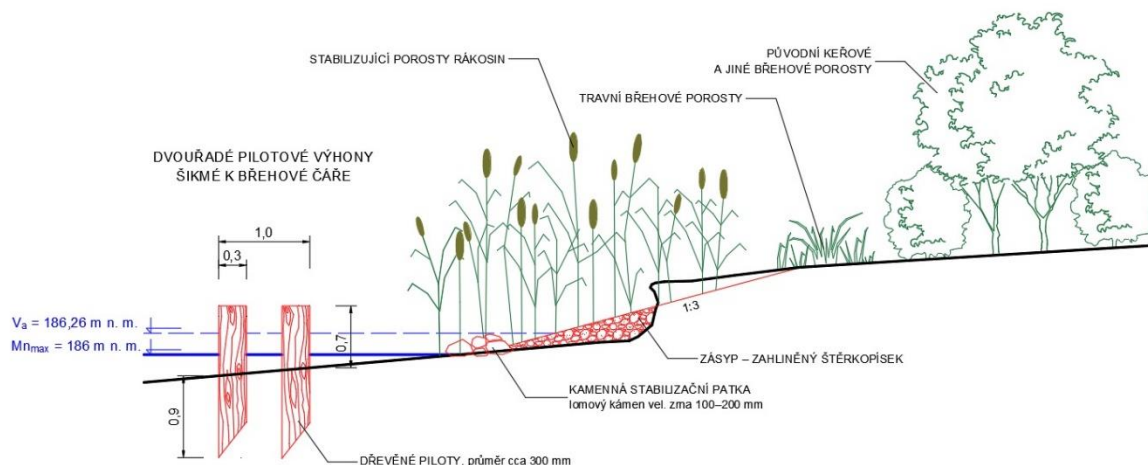
Gabionové výhony budou navrženy jako šikmé k břehové čáře řešeného úseku. Podobně jako u varianty č. 1 budou bloky orientovány taky, aby vytvořily maximální vlnový stín pro ochranu poškozeného břehu.

Konstrukce je vytvořená z drátěných obdélníkových košů z žíhaného pozinkovaného drátu se šestiúhelníkovými oky, v rozích jsou vyztuženy drátem o větším průměru pro zpevnění a svázání konstrukce. Rozměr jednoho koše je  $1,4 \times 1,5$  m s výškou 0,8 m. V bloku budou dva koše uloženy vedle sebe, proto celková délka výhonu bude 3 m. Koše je třeba uložit na vyrovnané dno. Výplň je lomový kámen s velikostí zrna od 100 do 250 mm, horní část bloků je prosypaná zeminou pro oživení koruny.

Bloky jsou kotveny do podloží pomocí ocelových kotvicích prutů o průměru 30 mm. Pruty zajistí, aby se v průběhu životnosti gabionové bloky nerozjížděly nebo nepřeklopily v důsledku poddolování podloží účinkem vlnění.

Prostor za gabiony bude osázen vegetací pro podporu stabilizace břehu. Jako vhodná doprovodná vegetace mohou být zvoleny rákosiny či keřové vrby.

### 3.6.10 Dvouřadé dřevěné pilotové výhony šikmé k břehové čáře



Obrázek 32: Dvouřadé dřevěné pilotové výhony šikmé k břehové čáře, příloha P12

Tento relativně jednoduchý způsob aktivní biotechnické stabilizace zabraňuje průchodu vln a snižuje jejich erozní účinek na břehu. Konstrukce je tvořena dvouřadými výhony šikmými k břehové čáře a kolmými k převládajícímu směru větru. Jednotlivé piloty jsou beraněny do podloží tak, aby byly v daném výhonu rozmístěny šachovnicově. Vzhledem k tloušťce dřevěných kůlů (cca 300 mm) bude třeba použít strojní beranění, které bude prováděno ze břehu. Avšak je zaručena dlouhá trvanlivost takto vytvořených pilotových výhonů.

Kůly budou zhotoveny z místního materiálu, budou opracovány a zkracovány na místě. Délka piloty bude cca 2 m, aby ji bylo možné zaberanit dostatečně hluboko do podloží, ale zároveň aby její výška sahala nad úroveň nejčtenější maximální hladiny  $M_{n_{max}}$  a nad úroveň výběhu vlny. Délka jednoho výhonu bude cca 3–4 m v závislosti na místních podmínkách.

V prostoru za pilotovou stěnou je opět možnost výsadby podpůrné vegetace – rákosiny, keřové vrby.

## 4 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

### 4.1 Stanovení výškové úrovně paty nejvýše položeného abrazního srubu

Pro zajištění stability břehu nádrže je třeba určit nadmořskou výšku potenciální (případně již vzniklé) paty abrazního srubu. Právě to je oblast, kde dochází k nejsilnějšímu účinku vln, a proto by zde mělo být provedeno nejsilnější opevnění břehů. Metodika určení paty nejvýše položeného abrazního srubu vychází z určitých předpokladů, kterými jsou především znalost nejčtetnější hladiny v nádrži a výška návrhové vlny.

Pata abrazního srubu se bude teoreticky posunovat až k abrazní terminantě (bod  $A_T$ ), kde se ve svém postupu zastaví. Břeh nad abrazní terminantou bude dlouhodobě erodován, až se sklon svahu ustálí v závislosti na úhlu vnitřního tření zemin, kterou je tvořen (bod  $B_T$ ). Návrh řádné stabilizace břehu tento postup zpomalí.

Pro stanovení výškové úrovně paty nejvýše položeného abrazního srubu bude využita *Modifikovaná metoda stanovení bodu abrazní terminanty*. Tato metoda byla navržena již v padesátých letech 20. století a byla později modifikována a odzkoušena prof. Šlezingrem na údolní nádrži Brno.

Předpokladem pro využití této metody a následné stanovení ústupu břehové čáry je nutné znát nejčtetnější hladinu v nádrži  $Mn_{max}$ , návrhovou výšku vlny  $h_n$ , výšku hladiny nahnání větrem  $\Delta H$ , střednici vlny  $h_0$ , nadmořskou výšku paty abrazního srubu  $V_a$ , ustálený sklon abrazní plošiny  $\alpha'$  a úhel vnitřního tření zeminy břehu  $\varphi$ . Patu nejvýše položeného abrazního srubu potom určíme ze vztahu:

$$V_a = Mn_{max} + \frac{h_n}{2} + h_0 + \Delta H;$$

kde:

$V_a$  ... nadmořská výška paty abrazního srubu [m n. m.];

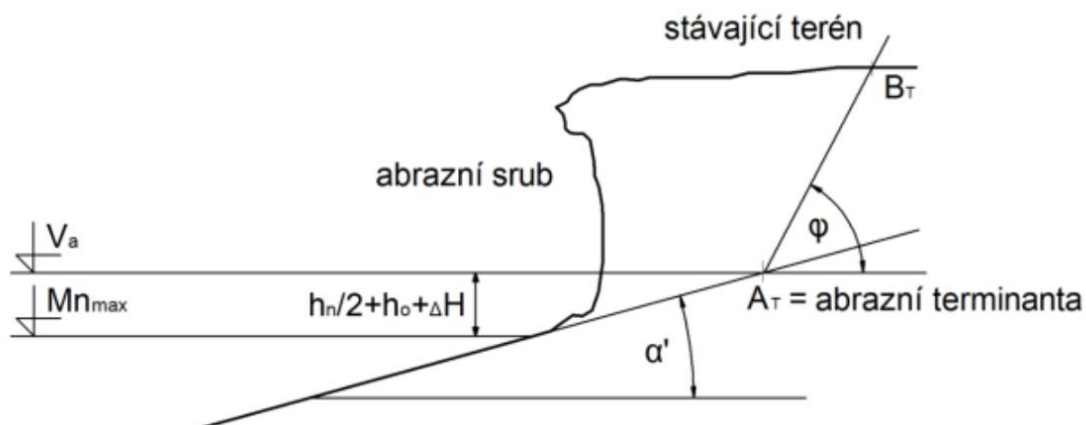
$Mn_{max}$  ... nejčtetnější hladina [m n. m.] – stanovena vedoucím práce **186 m n. m.**;

$h_n$  ... výška návrhové vlny [m];

$h_0$  ... střednice vlny [m];

$\Delta H$  ... výška nahnání hladiny větrem [m].

Na následujícím schématu je znázorněno určení abrazní terminanty dle modifikované metody stanovení:



$A_T$  – abrazní terminanta (bod)

$B_T$  – bod maximálního ústupu břehové čáry (hledaný bod)

$Mn_{max}$  – nejčtetnější hladina [m n. m.]

$V_a$  – nadmořská výška paty abrazního srubu [m n. m.]

$\alpha'$  – sklon abrazní plošiny [°]

$\varphi$  – úhel vnitřního tření zeminy [°]

## 4.2 Výpočet vstupů pro stanovení nadmořské výšky paty abrazního srubu

### 4.2.1 Stanovení návrhové výšky vlny $h_n$

Pro stanovení návrhové výšky vlny  $h_n$  je nutno znát návrhovou rychlost větru  $w_{10}$  a efektivní délku rozběhu větru  $L_{ef}$ . Hodnota  $h_n$  se pak vyjádří z následujícího vzorce:

$$h_n = 0,0026 \cdot \frac{w_{10}^{1,06} \cdot L_{ef}^{0,47}}{g^{0,53}};$$

kde:

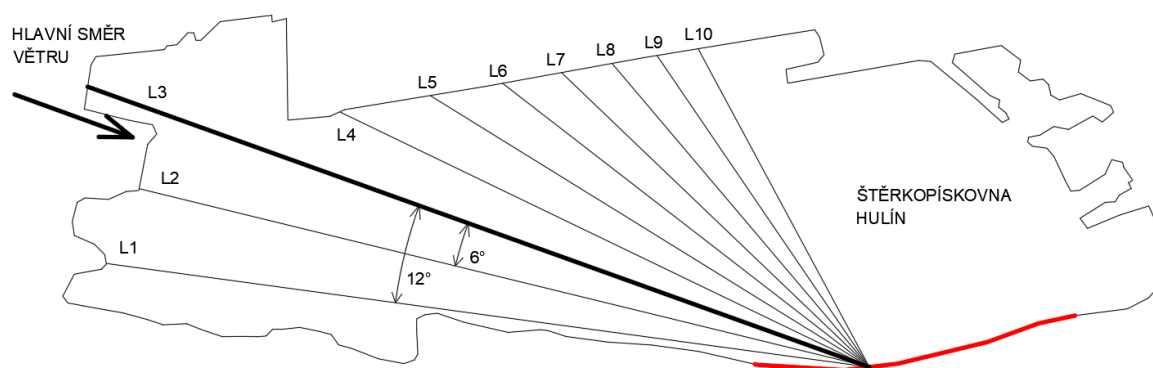
$w_{10}$  ... návrhová rychlost větru [m/s] – zadána vedoucím **15 m/s**;

$L_{ef}$  ... efektivní délka rozběhu větru [m];

$g$  ... tíhové zrychlení [m/s<sup>2</sup>] = **9,81 m/s<sup>2</sup>**.



Pro stanovení efektivní délky rozběhu větru  $L_{ef}$  je nutné znát převládající směr větru, který má na tvorbu abrazních srubů největší vliv. Hlavní směr větru byl po konzultaci s vedoucím práce určen jako severozápadní. K určení efektivní délky je zapotřebí vycházet z předpokladu, že vítr vane účinně v hlavním směru  $\pm 45$  na obě strany. Efektivní délka rozběhu větru  $L_{ef}$  se následně stanoví z 15 radiál vedených zkoumaným bodem pobřeží. Střední radiála je totožná s hlavním směrem větru a následně se vykreslí na každou stranu od střední radiály dalších 7 radiál v intervalu  $6^\circ$  až k protějšímu břehu. Vykreslení radiál je znázorněno na následujícím schématu:



Efektivní délka rozběhu větru se dále určí ze vztahu:

$$L_{ef} = \frac{\sum_{i=1}^{15} L_i \cdot \cos^2 \varphi_i}{\sum_{i=1}^{15} \cos \varphi_i};$$

kde:

$i$  ...  $i$ -tá radiála (1-15);

$L_i$  ... délka  $i$ -té radiály [m];

$\varphi_i$  ... úhel mezi hlavním směrem větru a  $i$ -tou radiálou [ $^\circ$ ].

Tabulka 2: Hodnoty pro výpočet  $L_{ef}$

Radiála	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
Délka [m]	1603	1565	1729	1224	1075	966	887	829	785	753
$\varphi$ [ $^\circ$ ]	12	6	0	6	12	18	24	30	36	42

Po dosazení hodnot z tabulky 2 do vztahu, byla určena hodnota  $L_{ef} = 998,73$  m. Nastal tedy stav, kdy skutečná rozběhová délka větru  $L = 1729$  m je delší než efektivní  $L_{ef}$ .

V takovém případě je třeba ve výpočtu uvažovat s delší skutečnou rozběhovou délkou větru **L = 1729 m**.

V tuto chvíli máme všechny vstupy pro výpočet návrhové výšky vlny  $h_n$ . Po dosazení do vztahu byla určena hodnota  **$h_n = 0,45$  m**.

#### 4.2.2 Stanovení střednice vlny $h_0$

Určení hodnoty  $h_0$  vychází z ČSN 75 0255, odkud plyne, že  **$h_0 = 0$  m**.

Vysvětlení: pokud předpokládáme sinusový profil vlny, můžeme střednici vlny ztotožnit s hladinou v klidu. V tom případě neuvažujeme oproti této hladině žádné převýšení.

#### 4.2.3 Stanovení hodnoty nahnání hladiny větrem $\Delta H$

Na nádržích o větších plochách dochází ve směru působení větru k nahnání hladiny vody větrem mezi protilehlými břehy. Nahnání vody ve směru větru je mnohdy zanedbatelné, a i zvýšení úrovně hladiny se ve většině případů projeví v milimetrech, případně v centimetrech. I přes nepatrné dopady na celkový výpočet přispívá hodnota nahnání hladiny ke konečné úrovni nejvýše položeného abrazního srubu  $V_a$ . U nádrží, kde rozběhová délka větru nepřesáhne 1000 m, se hodnota nahnání hladiny větrem nemusí brát vůbec v úvahu.

Nahnání vody větrem  $\Delta H$  určíme ze vztahu:

$$\Delta H = k_w \cdot \frac{w_{10v}^2 \cdot L_{ef}}{g \cdot H} \cdot \cos\delta;$$

kde:

$k_w$  ... součinitel závislý na rychlosti větru – stanoven  **$k_w = 2,1 \cdot 10^{-6}$** ;

$w_{10v}$  ... rychlost větru ve výši 10 m nad hladinou [m/s] – zadána vedoucím **15 m/s**;

$L_{ef}$  ... efektivní délka rozběhu větru [m] – použita skut. délka rozběhu **L = 1729 m**;

$g$  ... tíhové zrychlení [m/s<sup>2</sup>] = **9,81 m/s<sup>2</sup>**;

$H$  ... hloubka vody v nádrži [m] – stanovena vedoucím práce **20 m**;

$\delta$  ... úhel mezi podélnou osou nádrže a směrem větru [°] – odečten z nákresu **24°**.

Po dosazení do vztahu vyšla hodnota  $\Delta H = 0,00025 \text{ m}$ .

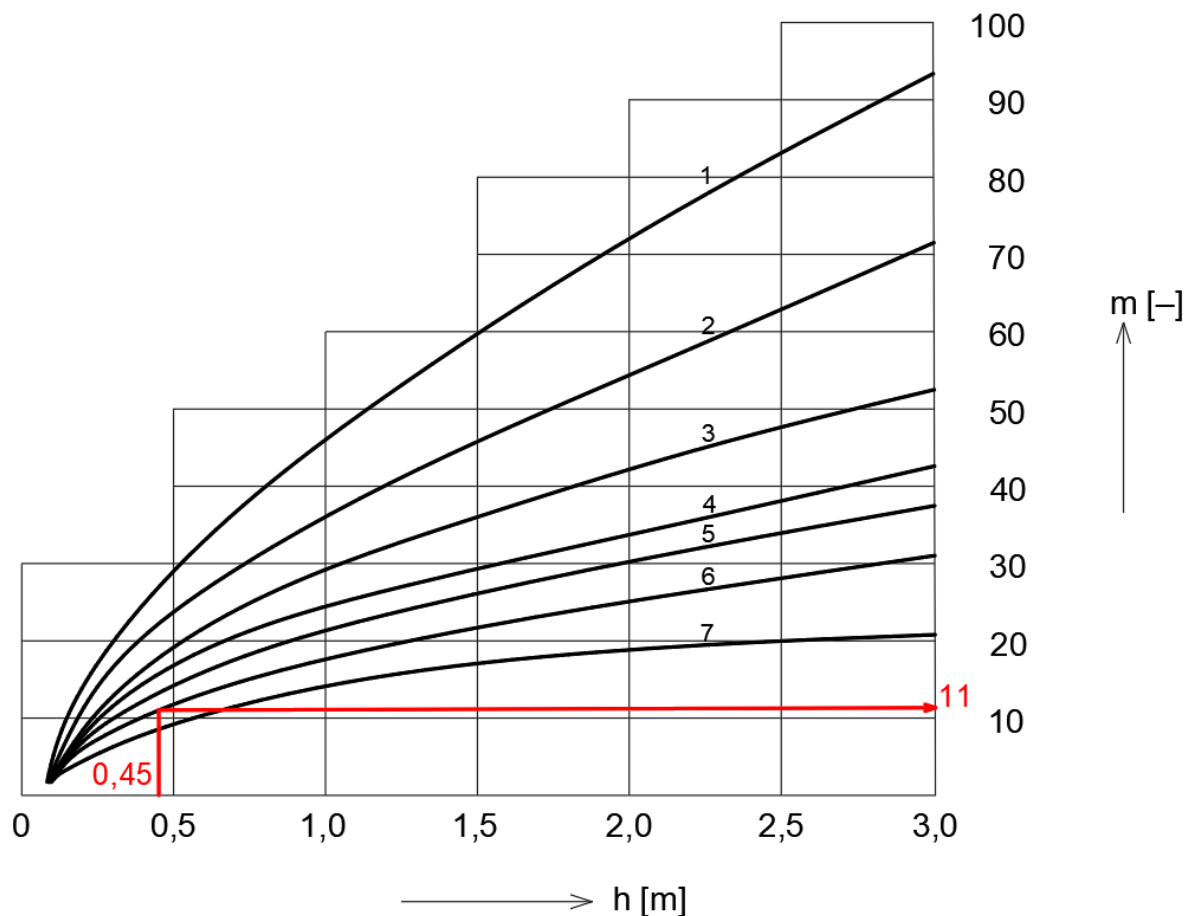
Nyní máme všechny potřebné údaje pro dosazení do vztahu pro stanovení výškové úrovně paty nejdříve položeného abrazního sruhu  $V_a$ . Byly určeny následující hodnoty:

$$Mn_{\max} = 186,00 \text{ m n. m.};$$

$$V_a = 186,23 \text{ m n. m.}$$

### 4.3 Stanovení sklonu abrazní plošiny, stanovení bodů $A_T$ a $B_T$

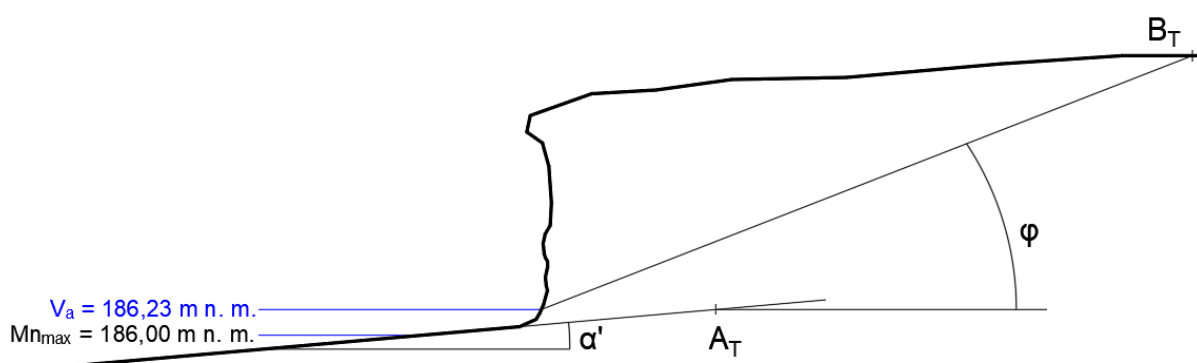
Na řešeném úseku nebylo provedeno podrobné geodetické zaměření sklonu abrazní plošiny, a proto byla tato hodnota označena jako sklon  $\alpha'$ . Sklon byl proto určen pomocí orientačního stanovení z grafu dle Pyškina. Po vnesení výšky návrhové vlny  $h_n = 0,45 \text{ m}$  do grafu lze odečíst přibližnou orientační hodnotu sklonu 1 : m. V tomto případě byla odečtena hodnota 1 : 11 odpovídající přibližně sklonu abrazní plošiny  $\alpha' = 5^\circ$ .



Výšková úroveň abrazní terminanty  $A_T$ , tedy bodu, kde se postup abraze samovolně zastaví, se určí jako průsečík čáry vedení v úrovni paty nejvýše položeného abrazního srubu  $V_a$  a přímky charakterizující ustálený sklon abrazní plošiny.

Následuje vynesení přibližných hodnot úhlů vnitřního tření zeminy, tvořící břeh nádrže. Krajní část břehu je tvořena především jemnozrnnými a zahliněnými písky, a proto byla pro schematické vynesení bodu maximálního ústupu břehové čáry použita hodnota úhlu vnitřního tření zeminy  $\varphi = 30^\circ$ . Průsečíkem čáry demonstrující úhel vnitřního tření zeminy a stávajícího terénu dostaneme bod charakterizující nejzazší ústup břehové čáry  $B_T$ .

Schéma vykreslení je součástí příloh – příloha P13.



## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce byl návrh protiabrazní stabilizace v zatopené štěrkopískovně u Hulína. Protože abraze na březích je zde způsobována především narážením vln hnaných větrem, dochází k vymílání břehů a ke vzniku abrazních srubů. Za použití modifikované metody stanovení bodu abrazní terminanty byla určena výšková úroveň paty nejvýše položeného abrazního srubu. Z teorie této metody a ze zjištěných výsledků jasně plyne, že abraze bude v zájmovém úseku nadále pokračovat, a pokud nebude vytvořena dostatečná protiabrazní ochrana, dojde postupně k rozplavení velkého množství zeminy.

Proto je na místě zvažovat návrh biotechnických způsobů opevnění, které kombinují výhody čistě vegetační stabilizace a technické stabilizace a je jimi docíleno optimálního estetického i ochranného účinku. V této práci byly navrženy různé typy stabilizací pasivních i aktivních, které budou dle autora nejlépe vyhovovat stavu zájmové lokality.

Z osobních pochůzek lokalitou byla vytvořena rozsáhlá fotodokumentace stavu břehů štěrkovny, jejíž část je součástí této práce.

Všechny návrhy a opatření jsou pro danou lokalitu vhodné, účinné, spolehlivé a trvanlivé. Realizací těchto návrhů dojde k výraznému zpomalení rozvoje abraze břehů. Součástí této práce je deset grafických příloh s návrhy biotechnické stabilizace břehu s abrazním srubem různé výšky.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Okres Kroměříž. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-11-24]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Okres\\_Krom%C4%9B%C5%99%C3%AD%C5%BE#/media/Soubor:Okres\\_kromeriz.PNG](https://cs.wikipedia.org/wiki/Okres_Krom%C4%9B%C5%99%C3%AD%C5%BE#/media/Soubor:Okres_kromeriz.PNG)
- [2] Mapy.cz. *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, 2018 [cit. 2019-05-09]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni>
- [3] *Nahlížení do KN* [online]. Praha: ČÚZK, všechna práva vyhrazena, 2022 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://nahliznidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx>
- [4] ŽÍDKOVÁ, Pavla. *POKRAČOVÁNÍ TĚŽBY V LOKALITĚ HULÍN JIH - PŘETĚŽOVÁNÍ: oznámení dle zákona č. 100/2001 Sb. zpracované v rozsahu přílohy č. 4 zákona*. Opava, 2020. Dostupné také z: [https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA\\_OV8266?lang=cs](https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_OV8266?lang=cs)
- [5] ING. MUDRÁK, Zdeněk a Zdeněk MUDRÁK. *Hydrogeologické posouzení: vlivu pokračování těžby výhradního ložiska štěrkopísku v Hulíně na hydrogeologické poměry na ložisku a v jeho dotčeném okolí. Posouzení se týká prohloubení těžby ložiska jihovýchodním směrem (zahloubení v jezeře – oblast Hulín-jih) v rámci stávajících hranic dobývacího prostoru*. Brno, 2018. Dostupné také z: [https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA\\_OV8266?lang=cs](https://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_OV8266?lang=cs)
- [6] Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971). *Moravske-Karpaty.cz* [online]. Halenkovice: Robert Hruban, Halenkovice, 2019 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>
- [7] Quitt. *FYZICKÁ GEOGRAFIE ČESKÉ REPUBLIKY* [online]. Brno: Masaryk University, 2022 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: [http://www.herber.kvalitne.cz/FG\\_CR/obrazky/klima/Quitt1.jpg](http://www.herber.kvalitne.cz/FG_CR/obrazky/klima/Quitt1.jpg)

- [8] Geovědní mapy 1 : 500 000. *Česká geologická služba* [online]. Praha: Česká geologická služba, 2022 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr500/?center=-534800%2C-1153600%2C102067&>
- [9] Vrtná prozkoumanost. *Česká geologická služba* [online]. Praha: Česká geologická služba, 2021 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: [https://mapy.geology.cz/vrtna\\_prozkoumanost/](https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/)
- [10] GODANY, Josef a Petr RAMBOUSEK. *PASPORTIZACE LOMŮ PŘÍRODNÍHO KAMENIVA ČR*. Druhé. Praha, 2015. Dostupné také z: [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_4\\_6\\_5\\_KAMENIVO/kamenivo.pdf.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_4_6_5_KAMENIVO/kamenivo.pdf.pdf)
- [11] Půdní typy. In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2020 [cit. 2022-01-04]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pudni\\_mapy/\\$FILE/OOOPK-zlinsky\\_kraj-20140311.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pudni_mapy/$FILE/OOOPK-zlinsky_kraj-20140311.pdf)
- [12] Hospodářství Zlínského kraje. *Zlínský kraj* [online]. Zlín: Krajský úřad Zlínského kraje, 2021 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://www.kr-zlinsky.cz/hospodarstvi-zlinskeho-kraje-cl-164.html>
- [13] 461 102 - Morava 13A - šterkoviště Hulín: MRS Mimopstruhové revíry. *NajdiRevir.cz: Webový rybářský servis* [online]. Praha: Lilienglish s.r.o., 2022 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://www.najdirevir.cz/o/461102-morava-13a-4-sterkoviste-hulin>
- [14] Pod křídly „šterkoviště Hulín“. *Modelářské letiště Žabárna* [online]. Žabárna: Modelářské letiště Žabárna, 2017 [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://mlz.frystacko.cz/?p=20862>
- [15] *Využití území: Portál mapových služeb ZK* [online]. Zlín: Odbor informačních a komunikačních technologií Krajský úřad Zlínského kraje, 2022 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <https://geoportal.kr-zlinsky.cz/portal/apps/webappviewer/index.html?id=dd28e0f1427143bcbbc0c044db1ba11>

- [16] Přírodní park Záhlinické rybníky. *InfoČesko* [online]. Frýdlant nad Ostravicí: its Beskydy, s.r.o., 2020 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z:  
<https://www.infocesko.cz/content/stredni-morava-hana-hulin-chranena-uzemi-prirodni-park-zahlinicke-rybniky-u-hulina.aspx>
- [17] Hulínská šterkovna – významné zimoviště vodních ptáků. *KLUB 300 CZ* [online]. Brno: klub300.cz, 2022 [cit. 2022-01-12]. Dostupné z:  
<https://www.klub300.cz/clanky/lokality/336-hulinska-sterkovna-vyznamne-zimoviste-vodnich-ptaku>
- [18] HeidelbergCement Czech Republic: Šterkopískovna Hulín. *HeidelbergCement Czech Republic: Českomoravský cement, a.s., Mokrý-Horákov* [online]. Mokrý-Horákov: HeidelbergCement Czech Republic, 2020 [cit. 2021-11-24]. Dostupné z:  
<https://www.heidelbergcement.cz/cs/kontakty/cms/provozovny/hulin>
- [19] ŠLEZINGR, Miloslav. *Břehová abraze - možnosti stabilizace břehů: Bank erosion - possible ways of bank stabilization : monografie*. První. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. ISBN 978-80-7375-566-9.



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

aj.	a jiné
apod.	a podobně
atp.	a tak podobně
a.s.	akciová společnost
bm	běžný metr
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
cm	centimetr
cca	cirka, z lat. znamená přibližně
ČR	Česká republika
ČSN	česká technická norma
č.	číslo
ha	hektar
k.ú.	katastrální území
km	kilometr
ks	kus
MPa	megapascal
m	metr
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
m n. m.	metry nad mořem
mm	milimetr
min.	minimum
např.	například
%	procento
‰	promile
PP	přírodní park
RBC	regionální biocentrum
S	sever
SZ	severozápad
tzv.	takzvaný
tj.	to je
ÚSES	územní systém ekologické stability
Z	západ

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Lokalizace zájmového území na mapě – Zlínský kraj, okres Kroměříž [1] .....	13
Obrázek 2: Lokalizace zájmového území na mapě – katastr města Hulín [2] .....	13
Obrázek 3: Štěrkopískovna Hulín [2] .....	14
Obrázek 4: Mapa zájmového úseku [3] .....	15
Obrázek 5: Zákres CHOPAV Kvarter řeky Moravy [4] .....	16
Obrázek 6: Klasifikace klimatu dle E. Quitta [7] .....	17
Obrázek 7: Geologická mapa zájmového území [8] .....	19
Obrázek 8: Vrtná prozkoumanost štěrkopískovny Hulín [9] .....	20
Obrázek 9: Plovoucí těžební zařízení určené k dobývání štěrku [L. Tomšej, 2020] .....	21
Obrázek 10: Půdní typy [11] .....	22
Obrázek 11: Zákaz vodních sportů na štěrkopískovně [14] .....	25
Obrázek 12: Lodní doprava vytěženého materiálu [L. Tomšej, 2021] .....	25
Obrázek 13: Územní systém ekologické stability [15] .....	26
Obrázek 14: Dřevěný plovoucí ostrůvek vybudovaný pro rybáky obecné [17] .....	27
Obrázek 15: Letecký snímek štěrkopískovny [18] .....	28
Obrázek 16: Břehová vegetace [L. Tomšej, 2020] .....	28
Obrázek 17: Břehová vegetace [L. Tomšej, 2020] .....	29
Obrázek 18: Abrazní srub porostlý vegetací [L. Tomšej, 2020] .....	29
Obrázek 19: Stav vegetace v okolí zájmového úseku [L. Tomšej, 2020] .....	30
Obrázek 20: Abrazní sruby na zájmovém úseku [L. Tomšej, 2021] .....	30
Obrázek 21: Abrazní sruby [L. Tomšej, 2021] .....	31
Obrázek 22: Detail nižšího abrazního srubu na zájmovém úseku [L. Tomšej, 2021] .....	31
Obrázek 23: Stabilizační porost rákosin s oživenou kamennou patou, příloha P3 .....	37
Obrázek 24: Kombinovaný kamenný pohoz s čelní řadou balvanů, příloha P4 .....	38
Obrázek 25: Stupňové oživené zápletové plůtky, příloha P5 .....	39
Obrázek 26: Opevnění pomocí drátokamenných válců, příloha P6 .....	40
Obrázek 27: Opevnění pomocí haťoštěrkových válců, příloha P7 .....	41
Obrázek 28: Opevnění pomocí drátokamenných košů s kotvicí sítí, příloha P8 .....	42
Obrázek 29: Dvojitý zápletový plůtek vyplněný oživenou štěrkovou výplní, příloha P9 .....	43
Obrázek 30: Oživená podélná přerušovaná hrázka, příloha P10 .....	44
Obrázek 31: Oživené gabionové výhony šikmé k břehové čáře, příloha P11 .....	45
Obrázek 32: Dvouřadé dřevěné pilotové výhony šikmé k břehové čáře, příloha P12 .....	46

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klimatické charakteristiky oblasti T2 [6].....	17
Tabulka 2: Hodnoty pro výpočet $L_{ef}$ .....	49

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1 – Přehledná situace, M 1 : 200 000

Příloha P2 – Podrobná situace, M 1 : 7 000

Příloha P3 – Návrh pasivní stabilizace břehu varianta 1, M 1 : 30

Příloha P4 – Návrh pasivní stabilizace břehu varianta 2, M 1 : 30

Příloha P5 – Návrh pasivní stabilizace břehu varianta 3, M 1 : 30

Příloha P6 – Návrh pasivní stabilizace břehu varianta 4, M 1 : 30

Příloha P7 – Návrh pasivní stabilizace břehu varianta 5, M 1 : 30

Příloha P8 – Návrh pasivní stabilizace břehu varianta 6, M 1 : 30

Příloha P9 – Návrh aktivní stabilizace břehu varianta 1, M 1 : 30

Příloha P10 – Návrh aktivní stabilizace břehu varianta 2, M 1 : 30

Příloha P11 – Návrh aktivní stabilizace břehu varianta 3, M 1 : 30

Příloha P12 – Návrh aktivní stabilizace břehu varianta 4, M 1 : 30

Příloha P13 – Schéma stanovení abrazní terminanty