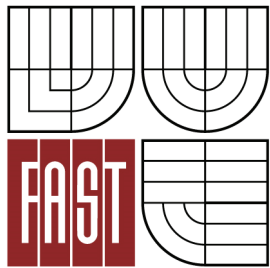




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

POSOUZENÍ MOŽNOSTÍ REVITALIZACE VODNÍHO TOKU OSOBLAHA – ÚSEK II

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITIES THE REVITALIZATION OF A WATERCOURSE OSOBLAHA –
REACH II

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. LUCIE VYSLOUŽILOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR
BRNO 2015

Ing. HANA UHMANNOVÁ, CSc.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Lucie Vysloužilová
Název	Posouzení možností revitalizace vodního toku Osoblaha – úsek II
Vedoucí diplomové práce	Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....
prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

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

Podklady a literatura

- Geodetické podklady - situace zájmového úseku, příčné řezy. Hydrologická data.
CHOW, Ven Te. Open Channel Hydraulics. Mc Graw Hill Book Company. 1959.
ERLICH, P., GERGEL, J., ONDR, P. Revitalizační úpravy drobných vodních toků. Katedra pozemkových úprav a převodů nemovitostí Jihočeské university, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2003.
JANDORA, J. Hydraulika a hydrologie. VUT FAST Brno, 2006.
JANDORA, J., UHMANNOVÁ, H. Proudění v systémech říčních koryt. VUT FAST Brno, 2006.
MACURA, V., IZAKOVIČOVÁ, Z. Krajinoekologické aspekty revitalizácie tokov. Slovenská technická univerzita v Bratislave. 2000.
MAREŠ, K. Úpravy toků, ČVUT, Praha. 1997.
RAPLÍK, M., VÝBORA, P., MAREŠ, K. Úprava tokov, Alfa, Bratislava. 1989.
ŠLEZINGR, M. Revitalizace vodních toků. VUT Brno, VUTIUM. Brno. 2011.

Zásady pro vypracování

Diplomová práce je zaměřena na posouzení možností revitalizace vodního toku Osoblaha v úseku ř.km 4,700 – 7,500. Cílem revitalizace řeky Osoblaha v řešeném úseku je obnova přírodního charakteru vodního toku a začlenění vhodných částí okolních pozemků do vymezeného území vodního toku. Navržená revitalizační opatření budou vycházet ze stávajícího stavu koryta a z historického vývoje trasy koryta.

V rámci diplomové práce vyberte úseky vodního toku a přilehlého území, které jsou vhodné pro návrh revitalizačních opatření popř. vybudování menších tůňek. Práci zpracujte formou studie s případnými variantními návrhy. Ve vybrané lokalitě zpracujte podrobněji navržené revitalizační opatření.

Diplomová práce bude obsahovat:

Textovou část – Úvod, popis řešené lokality, informace o toku, popis stávajícího stavu vodního toku, popis lokalit vhodných pro návrh revitalizačních opatření, popis návrhu revitalizačních opatření ve vybrané lokalitě, hydrotechnické výpočty, zhodnocení provedených úprav, závěr.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá posouzením možnosti revitalizace vodního toku Osoblaha. Protéká katastrálním územím obce Bohušov, Osoblaha a Kašnice u Bohušova. V diplomové práci bude navrženo takové opatření, aby se zvýšila biodiverzita toku. Ve vhodných úsecích se koryto rozvolní, vyprojektují se slepá ramena a tůň. Pro rybí osádku se navrhnou břehové úkryty. Pro stabilizaci svahů se využije opevnění z živých vrbových plůtek. V přímých úsecích budou vyprojektovány nepropustné výhony nebo rozvolňující slepá ramena.

Klíčová slova

Revitalizace vodního toku, revitalizační opatření, kapacita průtoku, posouzení stavu, HEC-RAS, kapacita koryta, tok Osoblaha, metodika HEM, tůň, vrbový plůtek, nepropustný výhon, slepé rameno, rybí úkryt

Abstract

This thesis deals with examining the possibility of revitalizing the watercourse Osoblaha. It flows through the cadastral territories of municipalities Bohušov, Osoblaha and Kašnice u Bohušova. In this thesis there will be proposed a measure to increase biodiversity of the flow. The trough will be loosened in appropriate segments, oxbow lakes and ponds will be designed. Also the bank shelters for fish stock will be suggested. For slope stabilization will be used reinforcement of fresh willow fences. Impermeable shoots or disintegrating oxbow lakes will be projected in the straight sections of the flow.

Keywords

Revitalization of watercourse, restoration measures, flow capacity, condition assessment, HEC-RAS, channel capacity, flow Osoblaha, HEM methodology, pool, willow fence, impermeable shoot, oxbows, fish shelter

...

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Lucie Vysloužilová *Posouzení možností revitalizace vodního toku Osoblaha – úsek II.* Brno, 2015. 65 s., 19 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Ing. Hana Uhmánová, CSc.

Prohlášení:

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

V Brně dne 16.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Lucie Vysloužilová

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce, paní ING. Haně Uhmanové, Csc., za její ochotu a odborné rady při řešení diplomové práce.

Děkuji.

1. ÚVOD	4
2. POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	5
2.1 Správní údaje	5
2.2 Popis toku	5
2.3 Osoblažsko	6
2.4 Biogeografický region	6
2.5 Geologicko-pedologické poměry	8
2.6 Klimatické poměry	9
2.7 Vegetace	9
2.8 Čistota vody	10
2.9 Hydrologické poměry	11
2.10 Povodně	12
2.11 Materiál dna toku	13
2.12 Popis stávajícího stavu toku	13
2.12.1 Popis úseku č. 1	14
2.12.2 Popis úseku č. 2	15
2.12.3 Popis úseku č. 3	18
2.12.4 Popis úseku č. 4	19
2.13 Vlastnické vztahy	20
2.13.1 Obecný popis vlastnických vztahů	20
2.13.2 Povinnosti vlastníků pozemků sousedících s koryty vodních toků	20
3. HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING TOKU	22
3.1 Metoda HEM	22
3.1.1 Obecný popis metody HEM	22
3.1.2 Princip hodnocení	22
3.1.3 Hodnocené ukazatele	22
3.1.4 Výpočet hydromorfologického stavu	23
3.1.4.1 Výpočet výsledného skóre hydromorfologické kvality pro jednotlivé zóny:	23
3.1.4.2 Výpočet výsledného skóre hydromorfologické kvality pro celý úsek:	24
3.2 Úsek č.1	24
3.3 Úsek č.2	25
3.4 Úsek č.3	25
3.5 Úsek č. 4	26
3.6 Celý úsek	26
4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	27
4.1 Program HEC-RAS	27
4.2 Postup výpočtu	27

4.2.1	<i>Ustálené rovnoměrné proudění</i>	28
4.2.2	<i>Ustálené nerovnoměrné proudění</i>	29
4.2.2.1	Bernouliho rovnice.....	29
4.2.2.2	Ztráty.....	30
4.2.3	<i>Metoda po úsecích</i>	31
4.3	Podklady pro výpočty.....	31
4.4	Vstupní data.....	31
4.5	Výstupní data.....	32
4.6	Kapacita nově navrženého koryta.....	33
5.	REVITALIZAČNÍ OPATŘENÍ	34
5.1	Úvod.....	34
5.2	Podklady.....	34
5.3	Zhodnocení řešeného úseku.....	34
5.4	Obecné zásady revitalizace koryt.....	36
5.5	Druhy opevnění koryta.....	37
5.5.1	<i>Opevnění dna</i>	37
5.5.1.1	Dlažba z lomového kamene a dlažba betonová.....	37
5.5.1.2	Stabilizační prahy.....	37
5.5.2	<i>Opevnění břehů koryt</i>	38
5.5.2.1	Vegetační opevnění břehů.....	38
5.5.2.2	Nevegetační opevnění.....	39
5.5.2.3	Kombinované opevnění.....	41
5.5.3	<i>Opevnění paty břehu</i>	42
5.5.3.1	Haťové provázky.....	42
5.5.3.2	Haťové válce.....	42
5.5.3.3	Zápletové plutky.....	42
5.5.3.4	Haťoštěrkové válce.....	43
5.5.3.5	Zához.....	43
5.5.4	<i>Výhony</i>	44
5.5.4.1	Nepropustné výhony.....	44
5.5.4.2	Propustné výhony.....	44
5.5.5	<i>Stupně</i>	44
5.5.6	<i>Balvanité skluzy</i>	45
5.5.7	<i>Tůně</i>	46
5.5.8	<i>Osamělé balvany</i>	47
5.5.9	<i>Ochranné hráze</i>	47
5.5.10	<i>Vegetační doprovod</i>	48
5.6	Vlastní návrh revitalizace opatření.....	49
5.6.1	<i>Stavební objekty na tocích</i>	49
5.6.1.1	SO1- vrbový plůtek.....	49

5.6.1.2	SO2 – rozvolnění břehu.....	49
5.6.1.3	SO3 – nepropustný výhon	49
5.6.1.4	SO4 - rybí úkryt.....	50
5.6.1.5	SO5 – tůň.....	50
5.6.1.6	SO6 – slepé rameno.....	50
5.6.2	<i>Revitalizace úseku č. 1</i>	50
5.6.3	<i>Revitalizace úseku č.2</i>	50
5.6.4	<i>Revitalizace úseku č. 3</i>	51
5.6.5	<i>Revitalizace úseku č. 4</i>	52
6.	ZÁVĚR:	53
7.	SEZNAM OBRÁZKŮ	54
8.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	55
9.	SEZNAM TABULEK	56
10.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	57
11.	SEZNAM PŘÍLOH	58

1. ÚVOD

Diplomová práce se zabývá posouzením možnosti revitalizace vodního toku Osoblaha v ř.km 4,861 – 7,729. Řešený úsek se nachází v Moravskoslezském kraji, v okrese Bruntál a protéká katastrálním územím obce Bohušov, Osoblaha a Kašnice u Bohušova.

Pro návrh revitalizačních opatření bude provedeno posouzení vlastnických vztahů pozemků sousedících s korytem toku. Pomocí programu HEC-RAS se vymodeluje stávající stav řeky a posoudí se na jeho kapacitu. Bude proveden monitoring území pomocí metodiky HEM a na základě výsledků navrhnutá příslušná revitalizační opatření.

Bude navrženo takové opatření, aby se zvýšila biodiverzita toku. Ve vhodných úsecích se koryto rozvolní, vyprojektují se slepá ramena a tůň. Pro rybí osádku se navrhnu břehové úkryty. Pro stabilizaci svahů se využije opevnění z živých vrbových plůtků. V přímých úsecích budou vyprojektovány nepropustné výhony nebo rozvolňující slepá ramena.

2. POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

2.1 Správní údaje

Zájmové území vodního toku Osoblaha se nachází v Moravskoslezském kraji, v okrese Bruntál.

- Zájmový úsek začíná v ř. k. 4,861 a končí v km 7,729.
- Katastrální území obce: Osoblaha, Bohušov, Kašnice u Bohušova
- Délka zájmového území: 2,868 km
- Číslo hydrologického pořadí: 02-04-02
- Správce toku: povodí Odry

2.2 Popis toku

Řeka Osoblaha se nachází v Moravskoslezském kraji. Délka toku činí 65,5 km, plocha povodí měří 993,3 km². Řeka je plochou povodí i vodností největší přítok řeky Odry. Do Odry ústí mimo České území v Polsku.

Pramení na severních svazích Kutného vrchu ve Zlatohorské vrchovině v nadmořské výšce 715m a teče dále do Dolnoslezské nížiny, která do České republiky zasahuje z Polska. Řeka teče při česko-polských hranicích u obce Studnice s nadmořskou výškou 205m. n. m. a po soutoku s Prudníkem opouští území České republiky a teče dále do Polska.

Na řece nejsou žádné významné vodní nádrže, pouze několik přítoků. Nejvýznamnějšími přítoky jsou zleva Prudník a zprava Hrozová a Mušlov. Podélný sklon řeky se pohybuje v rozmezí 3-6%. Ve vyšší části je pak 9 až 15%.

Řeka neprotéká žádným z chráněných krajinných oblastí. Žijí v ní chránění živočichové jako mihule potoční, střevle potoční a vranka pruhoploutvá a hnízdí zde ledňáček.

Řešený úsek je 2,96 km dlouhý a začíná v obci Bohušov na KM 7,654 přítokem řeky Hrozová. Vytéká z obce Bohušov a pokračuje v extravilánu. Úsek končí na KM 4,692 před náhonem do malé vodní elektrárny v obci Osoblaha. [12]



Obr.2.1. Upravovaný úsek toku

2.3 Osoblažsko

Zájmové území leží v mikroregionu Osoblažsko nebo-li Osoblažský výběžek. Sdružení obcí Osoblažsko tvoří 14 obcí. Hlavním sídlem mikroregionu je Osoblaha. Mikroregion byl založen v roce 2002 za účelem společného řešení problémů přesahujících rámec jednotlivých obcí a zároveň společného rozvoje území, především v oblasti hospodářství, kultury, sportu, cestovního ruchu a příhraniční spolupráce.

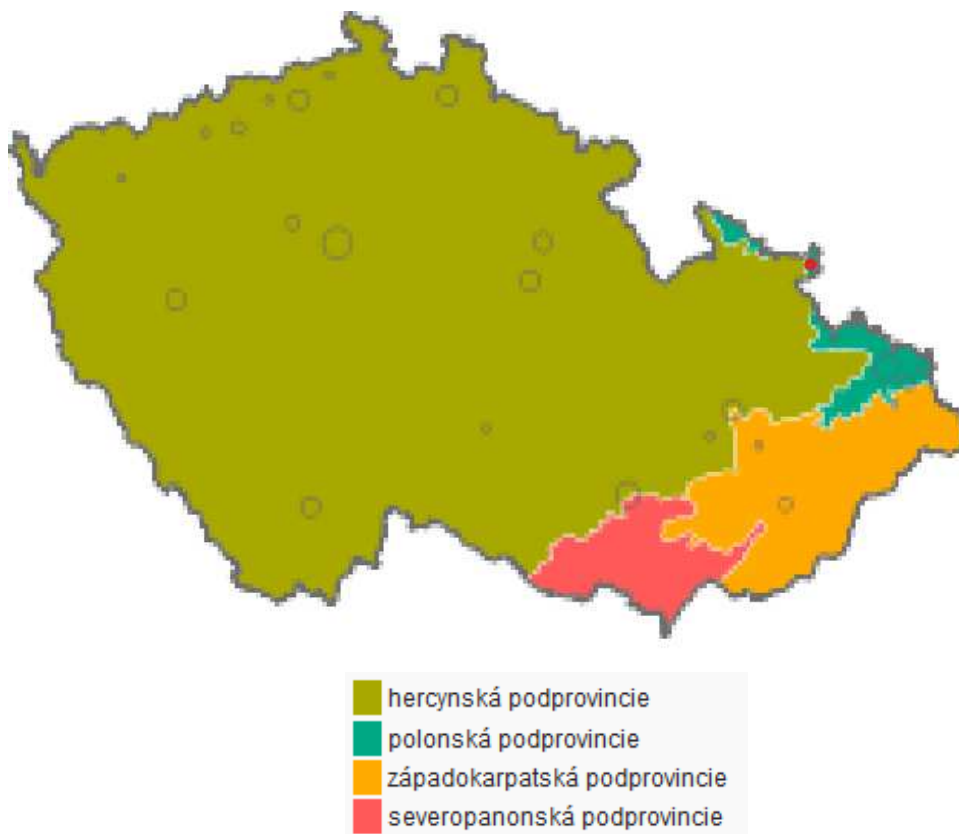
Osoblažsko je jednou z moravských enkláv ve Slezsku. Toto označení je původně označení pro enklávy Markrabství moravského, obklopeného Slezskem. Enklávy jako specifická správní území zanikly teprve se vznikem země Moravskoslezské 1. prosince 1928, avšak i nadále zde platily původní moravské zemské zákony, dokud nebyly nahrazeny novými. Jedná se o jedinou územní raritu tohoto typu, která zůstala českému státu. [12] [13]

2.4 Biogeografický region

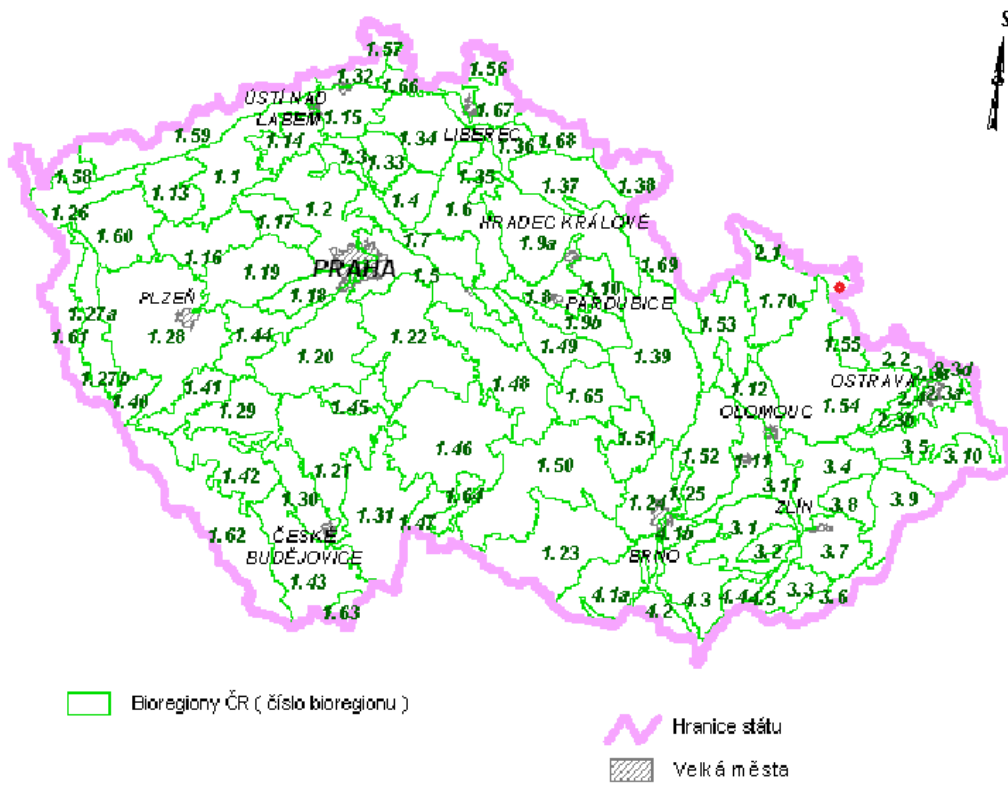
Biogeografické členění se v České republice rozděluje do čtyř podprovincií. Nazývají se Hercynská, Polonská, Západokarpatská a Severopanonská. Členění vystihuje složení flóry a fauny na území ČR. Jednotlivé homogenní celky mají stejné ekologické podmínky a vyznačují jedinečnost a rozmanitost území. Zájmové území se nachází v Polonské podprovincii, kterou najdeme pouze na okrajových částech našeho území. Tuto část tvoří

převážně nížiny a menší pahorkatiny. Flóra podprovincie není příliš rozmanitá a je velmi chudá na živiny.

Biografické členění se dále dělí na biografický region (bioregion). Je to individuální jednotka krajiny na úrovni regionu. V rámci bioregionu se vyskytuje identická vegetační stupňovitost. [12] [13] [6]



Obr.2.2. Podprovincie ČR s vyznačením zájmového území [16]

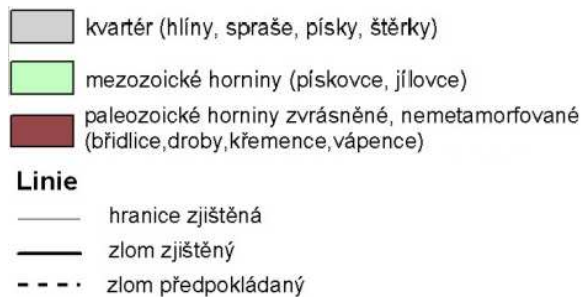
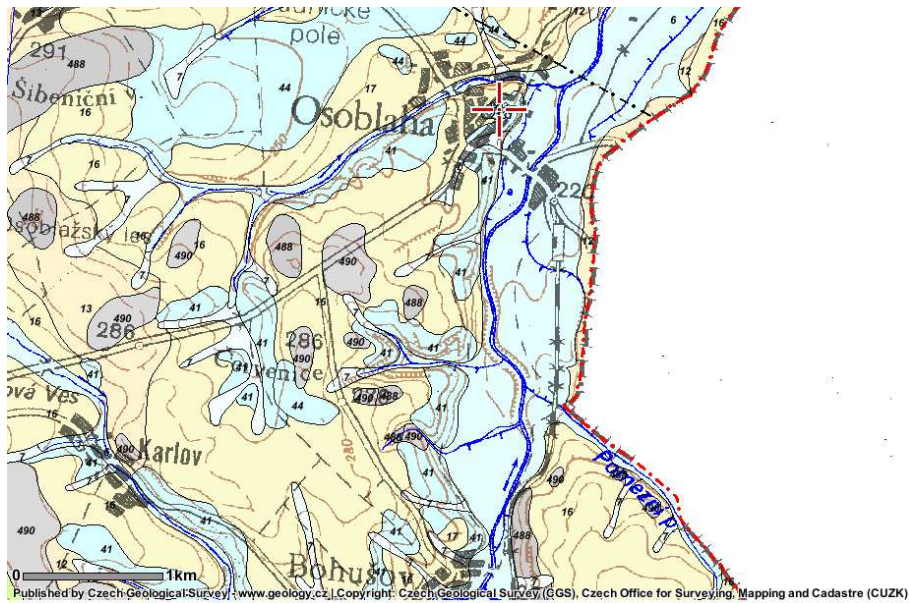


Obr.2.3. Bioregiony ČR s vyznačením zájmového území [16]

2.5 Geologicko-pedologické poměry

Česká republika zahrnuje dvě základní geologické oblasti a to Český masiv a Západní Karpaty. Naše zájmové území se nachází v Českém masivu. Jeho hlavní geologickým základem jsou sedimenty. Tyto sedimenty zde byli naplaveny z řeky a jsou usazeny podél celého koryta. Jedná se převážně o písek, štěrk a till.

Kolem řeky můžeme najít sprašové hlíny droby, prachovce a jílové břidlice. [1]



Obr.2.4. Geologická situace [1]

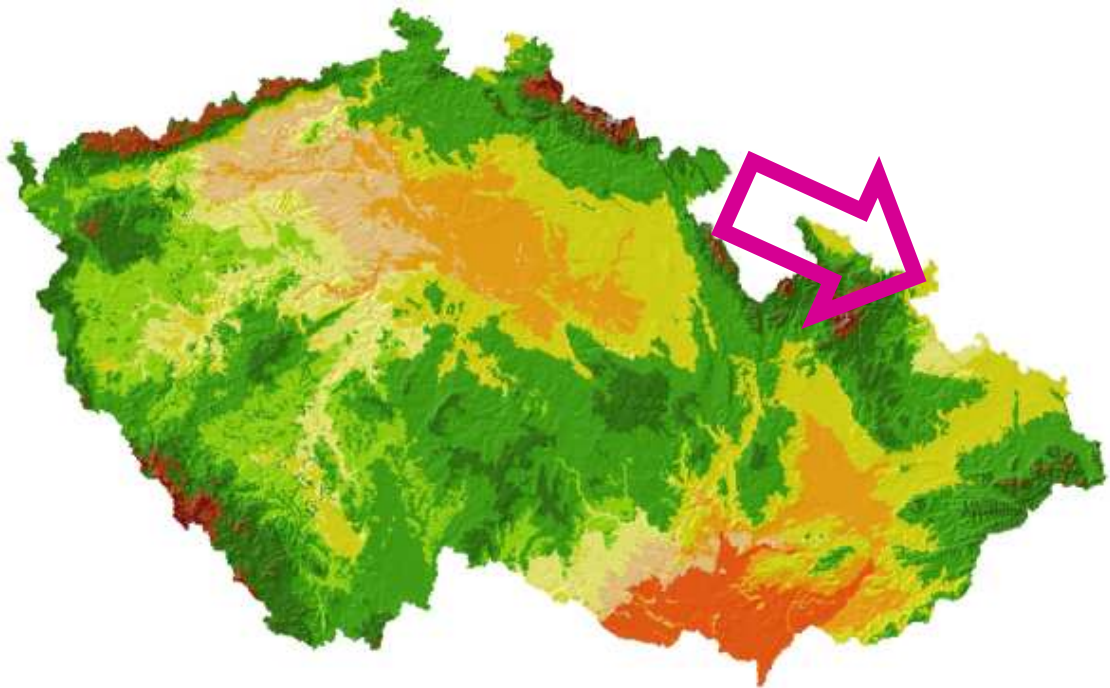
2.6 Klimatické poměry












Oblast se rozkládá v nižší části území v mírně teplé oblasti. Celá oblast je pod vlivem Slezské nížiny. Region se nachází ve srážkovém stínu Jeseníku.

Jedná se o mírně teplou a mírně suchou oblast s průměrnými ročními teplotami přes 8°C. Průměrné roční srážky tu rostou přes 700mm. [11]

2.7 Vegetace

Území leží ve Vidnavsko-osoblažské pahorkatině a jeho vegetační stupeň podle Skalického je suprakolinní (kopcovinný). Flóra je poměrně chudá, zasahuje sem např. Hvozdík kartouzek, Mochna šedavá a Zběhovec lesní. K pozoruhodným druhům dále patří Kosatec sibiřský, Čilimník nízký. [11]



Vegetační stupně	
	Dubový vegetační stupeň
	Bukodubový vegetační stupeň
	Bukodubový vegetační stupeň srážkově podnormální
	Dubobukový vegetační stupeň
	Dubobukový vegetační stupeň srážkově podnormální
	Bukový vegetační stupeň
	Bukový vegetační stupeň srážkově podnormální
	Jedlobukový vegetační stupeň
	Smrkojedlobukový vegetační stupeň
	Smrkový vegetační stupeň
	Klečový vegetační stupeň

Obr.2.5 Mapa vegetačního stupně

2.8 Čistota vody

Řeka Osoblaha je z hlediska kvality vody sledována v profilu u hranic s Polskem. Podle ukazatelů je zde voda jen mírně znečištěná a její celková klasifikace je II. třídy jakosti [1]. Celková kvalita vody je tedy dobrá. Na území je vlivem vypouštění odpadních vod do vodoteče biologická kvalita vody nízká. V řece se vyskytuje vyšší počet koliformních bakterií.

Jednotlivé dílčí ukazatele:

- Amoniakální dusík I. třída znečištění
- Fyzikálně chemické ukazatele I třída znečištění
- Biologická stránka III. třída znečištění [1]

2.9 Hydrologické poměry

Vodní tok Osoblaha spadá do povodí Odry. Číslo hydrologického pořadí pro řeku Osoblahu je 2-04-02.

Nad Prudníkem	Q N-leté průtoky				
	Q ₁	Q ₅	Q ₁₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
	11.3	41.2	61.9	133	175

Tab. 2.1 N – leté průtoky zdroj Hydrologické údaje ČHMÚ 2013 [1]

pod Hrozovou	Q m-denní průtoky						
	Q ₃₀	Q ₉₀	Q ₁₈₀	Q ₂₇₀	Q ₃₃₀	Q ₃₅₅	Q ₃₆₄
	2.16	0.91	0.51	0.3	0.18	0.1	0.05

pod Hrozovou	Q n-leté průtoky						
	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
	29	38	50	62	79	104	121

Nad Prudníkem	Q m-denní průtoky						
	Q ₃₀	Q ₉₀	Q ₁₈₀	Q ₂₇₀	Q ₃₃₀	Q ₃₅₅	Q ₃₆₄
	2.26	0.94	0.54	0.32	0.19	0.1	0.05

Nad Prudníkem	Q n-leté průtoky						
	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
	31	41	54	68	86	113	130

Tab. 2.2 Charakteristické hydrologické údaje toků v povodí Moravy a Odry., Hydrometeorologický ústav, Praha, 1963

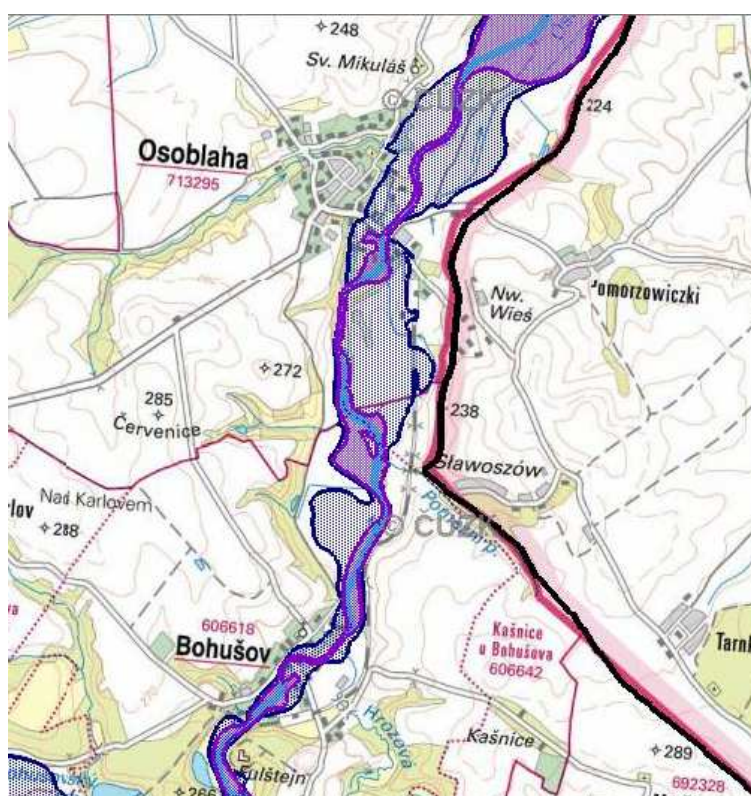
Nad Prudníkem	Q n-leté průtoky						
	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
	13	23	45	67	95	144	188

Tab. 2.3 N – leté průtoky zdroj Hydrologické údaje ČHMÚ 2009

Třída přesnosti uvedených hydrologických dat nebyla v podkladech uvedena.

2.10 Povodně

Povodně s největším rozsahem škod proběhly na Osoblaze v roce 1940. Technický stav koryta se poté ještě zhoršil koncem válečných let. Jezy a stupně byly opuštěny a nebyly opravovány. Z původních 13 jezů, které na řece Osoblaze existovaly před 2 světovou válkou, zbylo dnes pouze 5 jezů. Další povodně byli v 60 a 70 letech minulého století. Poslední velké povodně v této oblasti byly zaznamenány v roce 1997. [1]



- Záplavová území pro Q5
- Záplavová území pro Q20
- Záplavová území pro Q100
- Aktivní zóny záplavových území

Obr.2.6 Záplavová oblast v zájmovém území [1]

2.11 Materiál dna toku

Vzhledem k tomu, že v předaných podkladech nebyla k dispozici křivka zrnitosti, v rámci vlastní obchůzky řešeného úseku toku byla věnována zvláštní pozornost charakteru zrnitosti dna toku a pořízení fotodokumentace. Získané informace a podklady z terénního průzkumu byly využity pro určení velikosti efektivního zrna, to bylo určeno analogicky na základě publikovaných katalogů drsností koryt. Stanovit výsledky velikosti zrna bylo nutné pro stanovení drsnosti dna pro hydrotechnické výpočty. Dno koryta řešeného úseku je pokryto kombinací štěrkového materiálu (55%), větších kamenů (40%) a jemného materiálu (5%).[4]
[5]



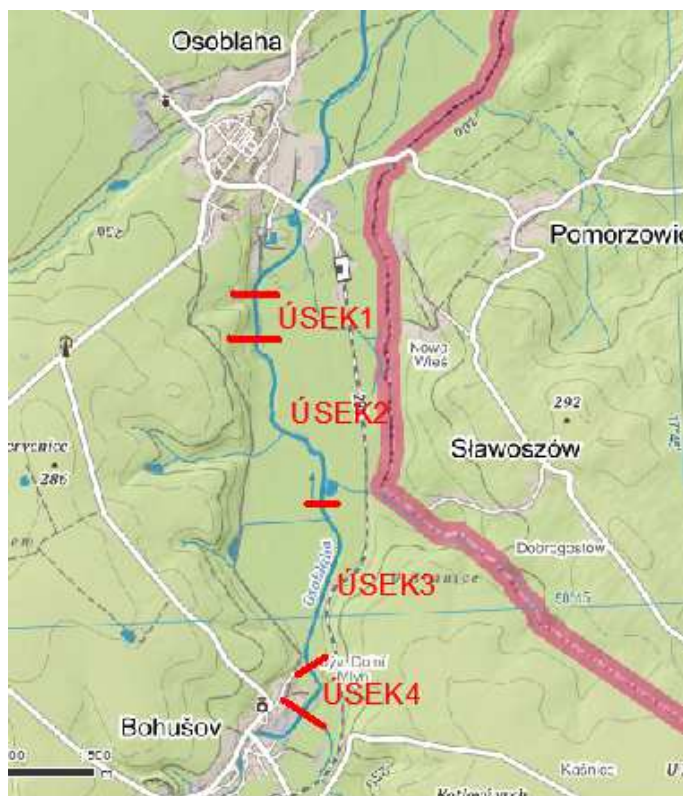
Obr.2.7 Charakteristický materiál dna řešeného úseku

2.12 Popis stávajícího stavu toku

Pro lepší popis stávajícího stavu řeky Osoblaha je řešený úsek rozdělen do 4 částí.

- **Úsek 1-** km 4,861 -5,067 - začíná před jezem v obci Osoblaha a pokračuje 192 m proti proudu. Z hlediska vedení trasy se jedná o přímý úsek, který je po obou březích zarostlý hustou vegetací.

- **Úsek 2** - km 5,067- 6,040 - tento úsek je meandrující a jsou v něm zbytky mrtvého dřeva, štěrkové lavice a velké abrazní sruby.
- **Úsek 3** - km 6,040 – 7,407 - na začátku meandruje, ale jinak je z velké části napřímený. Podél celého toku roste vegetace.
- **Úsek 4** - km 7,407-7,729 - zasahuje do intravilánu obce Bohušov. Je meandrující se štěrkovými lavicemi a mrtvým dřevem.



Obr.2.8 Jednotlivé úseky

2.12.1 Popis úseku č. 1

Úsek 1 začíná na km 4,861 a to za jezem v obci Osoblaha. Je 206m dlouhý a po celé délce napřímený. Na obou březích roste hustý travní porost, který zasahuje až na hladinu vody v korytě. Stromy rostou v korytě řeky, blízko hladiny vody. Řeka má v těchto místech pomalou rychlost. Nedaleký jez vzdouvá vodu v tomto úseku. Na dně koryta nejsou žádné překážky, které by bránili proudu ani štěrkové lavice nebo ostrovy.

Základní charakteristiky úseku:

- Průměrná šířka koryta 23m
- Průměrná šířka koryta ve dně 12m

- Výška koryta 3,5m
- Sklon 0,1 ‰



Obr.2.9 Koryto úseku 1

2.12.2 Popis úseku č. 2

Tento úsek je dlouhý od km 5,067- 6,040, tedy 973m. Koryto je meandrující. Objevují se zde velké nánosy štěrkových lavic a ostrovů. Průběh příčného profilu v tomto úseku se mění s oblouky toku. Na konkávní straně jsou břehy strmé a jsou na nich vysoké abrazní sruby (viz. Obr. 2.12). Voda narušuje patu konkávního svahu a abrazní sruby se rozšiřují. Na konvexní straně jsou břehy ploché s nánosy splavenin.

Břehy koryta jsou hustě porostlé keři, stromy a travním porostem. Nánosy splavenin a štěrkové lavice začínají zarůstat vegetací. V tomto úseku můžeme pozorovat shluky větví v korytě nebo mrtvé dřevo bránící průtoku vody (viz. Obr. 2.13).

Řeka zde má proměnlivou rychlost, jsou tu místa s přírodními prahy, kde se průtok řeky zrychluje a plochá místa se shluky mrtvého dřeva v korytě, které rychlost průtoku zmenšují.

V tomto úseku do řeky zaústí dvě místní vodoteče:

- v km 5,698 (dle TPE) se nachází levobřežní místní bezejmenná vodoteč, která je zatrubněná a do toku ústí betonovým kruhovým potrubím DN 1000.



Obr.2.10 Zaústění místní vodoteč na km 5,698

- v km 6,095 (dle TPE) se nachází pravobřežní zaústění místní bezejmenné vodoteče. Tok je zatrubněný a ve špatném stavu. Postupně se za něj zachytávají shluky větví a mrtvé dřevo.



Obr.2.11 Zaústění místní vodoteč na km 6,095

Základní charakteristiky úseku:

- Průměrná šířka koryta 35,5m
- Průměrná šířka koryta ve dně 10,5m
- Výška koryta 2,6m

– Sklon 3,14 ‰



Obr.2.12 Abrasiční sruby v úseku 2



Obr.2.13 Mrtvé dřevo v úseku 2

2.12.3 Popis úseku č. 3

Úsek 3 se nachází na km 6,040 – 7,407. Na začátku je úsek z hlediska vedení trasy přímý, na konci začne mírně meandrovat. V tomto úseku zůstává příčný profil po celé délce stejný. Nemění se ani podélný profil, nejsou zde žádné přírodní stupně ani překážky.

Průtoku v této části toku nebrání žádné překážky, nevyskytuje se zde mrtvé dřevo ani shluky větví. Na toku nejsou patrné žádné šterkové lavice ani naplaveniny.

Břehy jsou zarostlé travním porostem, stromořadím a osamocenými stromy.

Na tomto úseku se nachází levé zaústění místní vodoteče DN 1000. Přítok je zatrubněn. A nachází se na km 6,6336. (dle TPE)



Obr.2.14 Koryto úseku 3

Základní charakteristiky úseku:

- Průměrná šířka koryta 26m
- Průměrná šířka koryta ve dně 9,1m
- Výška koryta 2,6m
- Sklon 2,15 ‰



Obr.2.15 Koryto úseku 3

2.12.4 Popis úseku č. 4

Úsek je v km 7,407-7,729. Končí pravostranným přítokem potoka Horozová. Na konci úseku protéká řeka okrajem obce Bohušov. Na okraji je na pravé straně zemědělské družstvo a na levé straně se rozprostírají domky se zahradami. Úsek je meandrující a tvoří se v něm štěrkonosné lavice a ostrovy. V některých oblastech i menší abrazní sruby. Břehy jsou opevněny vysokou trávou a stromy. V úseku nejsou žádné objekty.

Základní charakteristiky úseku:

- Průměrná šířka koryta 36,5m
- Průměrná šířka koryta ve dně 12m
- Výška koryta 3,5m
- Sklon 3,4 ‰



Obr.2.16 Koryto úseku 4

2.13 Vlastnické vztahy

2.13.1 Obecný popis vlastnických vztahů

Koryto toku a jeho blízké okolí se nachází v katastrálním území: Bohušov (606618), Kašnice u Bohušova (606642) a Osoblaha (713295).

V příloze č. 1 je souhrnná tabulka, která podrobně popisuje pozemek sousedící s řešeným úsekem toku. V tabulce jsou údaje o katastrálním území, čísle LV, druhu pozemku a vlastnickém právu na daný pozemek.

Druhy okolních pozemků jsou travní porosty, orné půdy a ostatní plochy. Parcely jsou ve vlastnictví státu, fyzické nebo právnické osoby.

2.13.2 Povinnosti vlastníků pozemků sousedících s koryty vodních toků

(1) Vlastníci pozemků sousedících s koryty vodních toků jsou povinni

- a) umožnit správci vodního toku výkon jeho oprávnění,

b) strpět na svém pozemku bez náhrady umístění zařízení ke sledování stavu povrchových a podzemních vod a ekologických funkcí vodního toku, umístění plavebních znaků apod.,

c) strpět, po předchozím projednání s nimi, po nich průchod osob; to neplatí na pozemcích v zastavěném území a na oplocených pozemcích,

d) strpět na svém pozemku přirozené koryto vodního toku.

(2) Vodoprávní úřad může vlastníkům pozemků sousedících s koryty vodních toků zakázat kácet stromy a keře zabezpečující stabilitu koryta vodního toku.

(3) Pokud výkonem těchto oprávnění vznikne vlastníkovvi pozemku škoda, má nárok na její úhradu. [17]

3. HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING TOKU

3.1 Metoda HEM

3.1.1 Obecný popis metody HEM

Metoda hodnocení HEM je jedna z českých metod hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality toků. Metodiku napsal RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze [18]

Pro použití metody HEM jsou vypracované tabulky k hodnocení a návod pro klasifikaci hydromorfologických charakteristik toku, které navazují na metodické přístupy aplikované v ČR a v EU.

Tabulky s podrobným monitoringem pro řešenou oblast řeky Osoblahy jsou vypsáné v příloze č2.

3.1.2 Princip hodnocení

Hodnocení je založeno na principu klasifikace jednotlivých parametrů do připravených tabulek. Celkově se hodnotí hydromorfologická kvalita toku. Jako vstupní údaje pro hodnocení slouží vlastní obchůzka zájmové oblasti. Klasifikace je založena na množství výskytu, procentuálního zastoupení nebo četnosti výskytu jednotlivých ukazatelů [18].

Hodnocení je provedeno v následujícím sledu kroků:

- 1) Skórování hydromorfologické kvality pro hodnocené ukazatele v rámci úseku.
- 2) Výpočet dílčího skóre hydromorfologické kvality pro jednotlivé zóny.
- 3) Výpočet výsledného skóre hydromorfologické kvality úseku.
- 4) Klasifikace hydromorfologického stavu úseku.
- 5) Výpočet průměrné hodnoty za vodní útvar.

3.1.3 Hodnocené ukazatele

Hodnocení je založeno na souboru 17 ukazatelů, které hodnotí hlavní aspekty hydromorfologické kvality koryta toku, dna, břehu a inundačního území včetně charakteristik proudění a hydrologického režimu.

Nevýhodou metodiky HEM je subjektivní hodnocení jednotlivých ukazatelů.

- 1) Koryto a trasa toku (KOR)
 - Upravenost trasy toku (TRA)
 - Podélná průchodnost koryta (PPK)
 - Variabilita šířky koryta (VSK)
 - Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)
 - Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)

- 2) Dno (DNO)
 - Struktura dna (STD)
 - Dnový substrát (DNS)
 - Upravenost dna (UDN)
 - Mrtvé dřevo v korytě (MDK)

- 3) Břeh a inundační území (NIV)
 - Upravenost břehu (UBR)
 - Břehová vegetace (BVG)
 - Využití příbřežní zóny (VPZ)
 - Využití údolní nivy (VNI)

- 4) Proudění a hydrologický režim (HYD)
 - Charakter proudění (CPR)
 - Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)
 - Průchodnost inundačního území (PRI)
 - Variabilita průtoku (VPR)

3.1.4 Výpočet hydromorfologického stavu

Hydromorfologická kvalita úseku je vypočtena jako vážený průměr výsledku, který je vypočten z jednotlivých ukazatelů. Výpočet se provádí ve dvou krocích. Nejprve se vážený průměr vypočte pro jednotlivé zóny to pro koryto a trasa toku, dno, břeh a inundační území, proudění a hydrologický režim. Jako druhý krok se vypočítá výsledná hydromorfologická kvalita úseku a to jako aritmetický průměr dílčích hodnot vypočtených pro jednotlivé zóny. [18]

3.1.4.1 Výpočet výsledného skóre hydromorfologické kvality pro jednotlivé zóny:

1) Koryto a trasa toku

$$KOR=(TRA*0,3+PPK*0,3+VSK*0,1+VHL*0,15+VHP*0,15)$$

2) Dno

$$DNO=(STD*0,3+DNS*0,2+UDN*0,3+MDK*0,2)$$

3) Břeh a inundační území

$$NIV=(UBR*0,3+BVG*0,3+VPZ*0,25+VNI*0,15)$$

4) Proudění a hydrologický režim

$$HYD=(CPR*0,3+OHR*0,3+PŘI*0,2+VPR*0,2)$$

3.1.4.2 Výpočet výsledného skóre hydromorfologické kvality pro celý úsek:

Výpočet průměrného hydromorfologické hodnoty celého vodního útvaru:

$$HMK=(KOR+DNO+NIV+HYD)/4$$

Průměrná hodnota HMK se porovná přiřazením do tabulky a vodní úsek dostane jeden z pěti stupňů hydromorfologického stavu. Pokud výsledný stav je velmi dobrý nebo dobrý, není nutné navrhovat rozsáhlé úpravy úseku, pouze takové, aby se hydromorfologický stav nezhoršil. Jestliže výsledný stav řešeného úseku vychází průměrný, špatný nebo zničený, je vhodné navrhnout taková opatření, aby se hydromorfologický stav zlepšil alespoň na stav dobrý. [18]

Tab. 3.1 Výsledná tabulka hydromorfologického stavu

Hydromorfologický stav	Hydromorfologická kvalita	
1	Velmi dobrý	1,00 – 1,79
2	Dobrý	1,80 – 2,59
3	Průměrný	2,60 – 3,49
4	Špatný	3,50 – 4,29
5	Zničený	4,30 – 5,00

3.2 Úsek č.1

Hodnocení:

Tab. 3.2 Hodnocení úseku I

1) koryto a trasa toku	KOP= 2.5
2) dno	DNO= 2.7
3) břeh a inundační území	NIV= 3
4) proudění	HYD= 3.8
Celkové hodnocení úseku	3.00

Celková hodnota morfologického stavu pro úsek 1 je průměrná. Nejvíce nepříznivě byla klasifikována zóna „proudění a hydrologický režim“ a to z toho důvodu, že v blízkosti je pevný jez, který vzdouvá proud vody a vytváří tak jezovou zdrž.

Břehy jsou zarostlé hustou vegetací a inundačním územím je z velké části orná půda.

3.3 Úsek č.2

Hodnocení:

Tab. 3.3 Hodnocení úseku 2

1) koryto a trasa toku	KOP= 1.3
2) dno	DNO= 1.7
3) břeh a inundační území	NIV= 3.7
4) proudění	HYD= 2
Celkové hodnocení úseku	2.18

Hodnocení tohoto úseku je podle tabulky dobré. V této části není potřeba navrhovat velké úpravy toku.

Skóre inundačního území je vysoké z příčiny velkého množství orné půdy kolem řešené oblasti toku. Také z důvodů liniových staveb jako jsou železnice a silnice v inundačním území.

3.4 Úsek č.3

Hodnocení:

Tab. 3.4 Hodnocení úseku 3

1) koryto a trasa toku	KOP= 2.5
2) dno	DNO= 2.6
3) břeh a inundační území	NIV= 3.3
4) proudění	HYD= 2.6
Celkové hodnocení úseku	2.75

Celková hodnota řešeného úseku vyšla průměrná. Průměrná výsledná hodnota úseku je způsobená trasou, která je přímá, bez morfologických změn. Inundační území kolem úseku má vyšší hodnotu, protože se zde nachází rozsáhlá orná pole. Podélný sklon dna a příčný

profil úseku nemá v této části žádnou variabilitu. V korytě toku nejsou žádná místa pro rozdělení proudu na klidnější nebo rychlejší zóny.

3.5 Úsek č. 4

Hodnocení:

Tab. 3.5 Hodnocení úseku 4

1) koryto a trasa toku	KOP=	1.45
2) dno	DNO=	1.2
3) břeh a inundační území	NIV=	3.55
4) proudění	HYD=	2.1
Celkové hodnocení úseku		2.08

Klasifikace tohoto úseku je dobrá. Výsledek výpočtu dna, koryta a trasy toku vyšla velmi dobrá. Řešený úsek se nachází na okraji intravilánu, proto hodnocení břehů a inundačního území vyšlo v klasifikaci jako špatné.

3.6 Celý úsek

Hodnocení celkového hydromorfologického stavu zájmového území se vypočítá, zprůměrováním dílčích hodnot jednotlivých úseků. Tato hodnota se dosadí do tabulky a zvolí s stav toku. V tomto úseku výsledná hodnota vyšla 2,41, což po dosazení do tabulky je stav dobrý. Dílčí úseky, které v tomto hodnocení nevyšly příznivě, se budou řešit návrhem revitalizačních opatření.

4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

4.1 Program HEC-RAS

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center River Analysis System) byl vyvinut americkou armádou pro hydrologické inženýrství v roce 1964. I když byl tento software původně vyhrazen pro armádní účely, dnes jej máme volně k dispozici ke stažení na webových stránkách.

HEC-RAS je 1D matematický model proudění o volné hladině. Umožňuje řešení i složitých říčních sítí a to větvených i kruhových. V tomto programu lze modelovat také jednotlivé objekty na toku a to mosty, propustky, stavidla nádrže atd. Další funkcí programu je nastavení průtokově neefektivní plochy, interpolování příčných profilů, modelování ledové pokrývky atd. [7]

Neznámými funkcemi u těchto modelů jsou hloubka a rychlost, z nichž se počítá průtočná plocha a průtok. K vypočítání těchto veličin je zapotřebí aplikace rovnice kontinuity a zachování zákona o hmotnosti a hybnosti.

Programy řeší proudění říční, bystřinné a jejich kombinace. Výpočet průběhu hladin v profilech říční sítě je založen na Bernoulliho rovnici.[13]

Tlak v průřezu se uvažuje hydrostatický. Vyjádření třecích napětí se používá Darcy-Weisbachovy rovnice. Drsnost koryta se počítá podle Manninga. [15]

4.2 Postup výpočtu

Koryto se rozdělí na jednotlivé příčné profily, které mají po délce toku proměnlivý tvar. Změří se jednotlivé vzdálenosti mezi profily. Drsnosti břehů a dna koryta se určí jednotlivě pro každý úsek zvlášť. Program vypočítá ztráty třením z čáry energie a ze změny příčného profilu ztráty místní.

Jako okrajové podmínky pro výpočet říčního proudění se zadávají hloubky v dolním profilu řešeného úseku. Při bystřinném proudění postupujeme z horního profilu, kde zadáváme hloubku.

Rovnice pro rozdíl hladin Δh_j na úseku j , který je ohraničen profily i a $i+1$ je

$$\Delta h_j = \frac{\alpha}{2g} [(v_{i+1}^2 - v_i^2) + |\xi(v_{i+1}^2 - v_i^2)|] + i_{p,j} \Delta L_i \quad (1)$$

α coriolisovo číslo [-],

g tíhové zrychlení [m/s²],

v průřezová rychlost [m/s],

ξ součinitel místní ztráty [-],
 i_{pj} průměrný sklon čáry energie [-],
 ΔL_j vzdálenost úseku j [m].

Průměrný sklon čáry energie:

$$t_{pj} = \frac{Q^2}{A_{pj}^2 C_{pj}^2 R_{pj}} \quad (2)$$

C Chezyho součinitel [m^{0.5}/s],
 A plocha průřezu [m²],
 R hydraulický poloměr [m],
 Q průtok [m³/s].

Hydraulický poloměr:

$$R = \frac{A}{O} \quad (3)$$

O omočený obvod [m],
 A plocha průřezu [m²].

Chézyho rychlostní součinitel:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (4)$$

n drsností součinitel [-],
 R hydraulický poloměr [m].

4.2.1 Ustálené rovnoměrné proudění

Čára energie, vodní hladina a dno mají stejný sklon a tudíž jsou vzájemně rovnoběžné.

Proudění nastává, pokud jsou splněny podmínky:

- Rychlost $v = kost$
- Hloubka $h = kost$

- Sklon $i = k \cos t$

Rovnice kontinuity:

$$Q = A \cdot v \quad (5)$$

A plocha průřezu [m²],

Q průtok [m³/s],

v rychlost [m/s].

4.2.2 Ustálené nerovnoměrné proudění

Toto proudění je zvláštní případ neustáleného proudění. Je nezávislé na čase. Vzniká všude tam, kde proudění nemá podmínky pro vznik rovnoměrného proudění např tam, kde se mění sklon dna, zúžení, rozšíření, drsnosti koryta nebo je ve vodním toku nějaká překážka (most, jez apod.)

K výpočtu potřebujeme Bernoulliho rovnici, ztráty místní a třením.

4.2.2.1 Bernoulliho rovnice

Je to základní rovnice pro úsek dl :

$$J_2 + h_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = J_1 + h_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + dZ \quad (6)$$

J_1 sklon [%],

h_2 druhá hloubka [m],

h_1 první hloubka [m],

v_2 druhá rychlost [m/s],

α coriolisovo číslo [-],

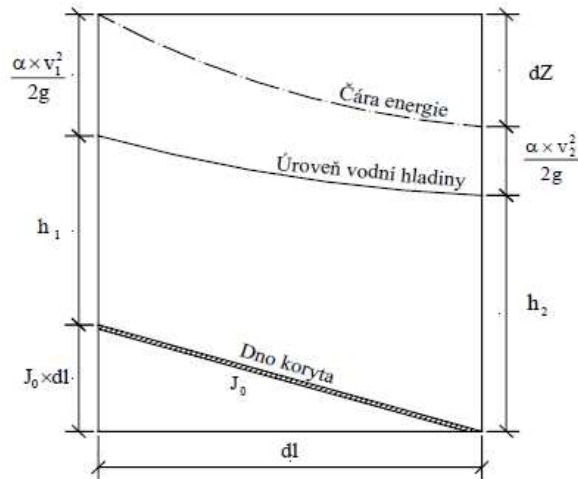
v_1 první rychlost [m/s],

dZ ztráty [m],

J_2 sklon [%],

v_1 vstupní rychlost [m/s],

g gravitační zrychlení [m/s²].



Obr.4.1 Schématické znázornění úseku pro odvození Bernoulliho rovnice [7]

4.2.2.2 Ztráty

Ztráty u prizmatického koryta vznikají pouze třením. U koryt v reálném úseku vznikají nejen ztráty třením, ale také ztráty místní způsobené změnou průřezu.

Ztráty místní

$$Z_m = \zeta \left| \frac{\alpha(v_2^2 - v_1^2)}{2g} \right| \quad (7)$$

ζ součinitel místní ztráty [-],

g gravitační zrychlení [m/s^2],

α coriolisovo číslo [-],

v_{12} střední profilová rychlost [m/s].

Ztráty třením

$$Z_t = \frac{Q^2 l}{K_p^2} + \frac{\alpha}{2g} (v_2^2 - v_1^2) \quad (8)$$

K_p modul průtoku [m^3/s],

Q průtok [m^3/s],

l délka úseku [m],

g gravitační zrychlení [m/s²],
 α Coriolisovo číslo [-],
 v_1, v_2 střední profilová rychlost [m/s]

4.2.3 Metoda po úsecích

Metoda vychází z Bernoulliho rovnice. Metodou po úsecích počítáme hlavně vodní hladinu. Energetické ztráty jsou způsobeny ztrátou třením a ztrátou místní.

$$h_s = L J_k + C \left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) \quad (9)$$

L vážený průměr délky úseků [m],
 C Chezyho součinitel [m^{0.5}/s],
 J_k slon čáry energie [-],
 v_1, v_2 rychlost v příslušných profilech [m/s],
 α_1, α_2 ..Coriolisovo číslo [-].

4.3 Podklady pro výpočty

- Hydrologická data.
- Situace M 1:10 000.
- Původní zaměření úseku toku.
- Vodohospodářská mapa M 1:5000,
- Fotodokumentace.

4.4 Vstupní data

Řešený úsek je dlouhý 2,87 km, začíná na km 4,861 – 7,729. Koryto se rozdělí na dílčí úseky podle proměnlivého tvaru koryta. Drsnost dna se stanoví z efektivního zrna. Sítový rozbor materiálu dna nebyl proveden a ani uveden ve vstupních podkladech. Velikost efektivního zrna byla stanovena na základě odborného odhadu při terénní obchůzce a z pořízené fotodokumentace zrnitosti materiálu dna. Drsnost břehů se stanoví z podrobné fotodokumentace úseku. Na začátku úseku je nadmořská výška dna 227,96 m.n.m. a na konci je 219,16 m.n.m. Podélný sklon celého zájmového úseku je 3,06 ‰

Hydrologická data N-letých průtoků pro výpočet kapacity v modelu HEC-RAS jsou zadávány z tabulky 4.1.

Q N-leté průtoky				
Q1	Q5	Q10	Q50	Q100
11.3	41.2	61.9	133	175

Tab. 4.1 N – leté průtoky zdroj Hydrologické údaje ČHMÚ 2013- [1]

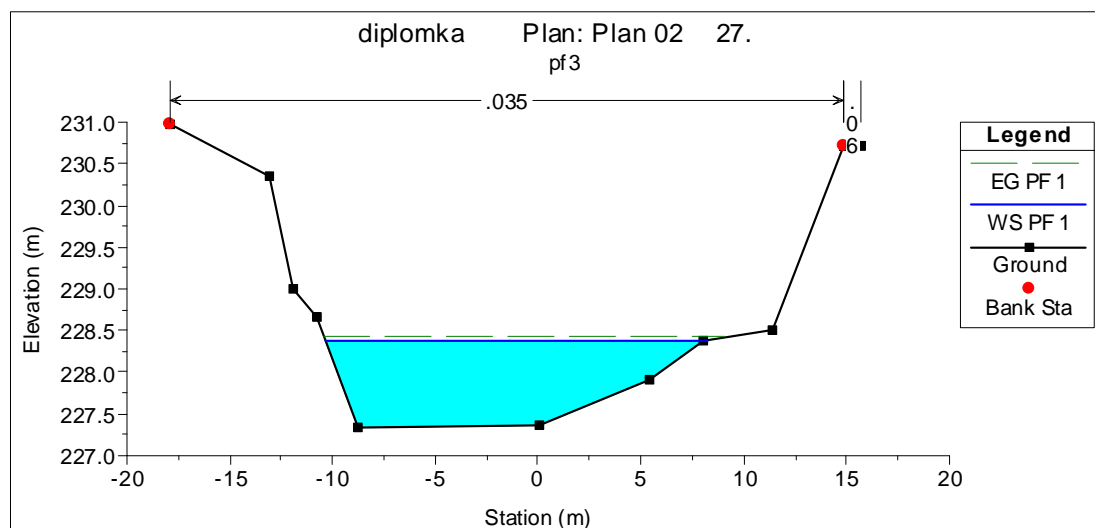
4.5 Výstupní data

Výpočet kapacity koryta byl proveden v programu HEC-RAS a to, jako ustálené nerovnoměrné proudění. Řešený úsek je charakterizován 61 příčnými profily se sklonem 3,06 ‰ a délkou úseku 2,87km. Okrajové podmínky byly zadány pro výpočet říčního proudění, kde se hloubka zadala v dolním profilu řešeného úseku. Drsnost dna koryta byla určena na 0,035 a drsnost břehů byla určena z fotodokumentace.

Zájmový úsek je kapacitní pro průtok $Q_1=11,3$ m³/s. Největší kapacitní průtok, který umožňuje celé koryto převést je $Q=17$ m³/s. Při tomto průtoku voda nevybřeží v žádném příčném profilu. Nejméně kapacitní profil se nachází na km 6,101.

Podrobná tabulka výsledků z programu HEC-RAS je v příloze č.3. U jednotlivých profilů můžeme zjistit průtok, minimální hloubku, kritickou hloubku, kótu čáry energie, sklon čáry energie, rychlost, průtočnou plochu a šířku hladiny při průtoku.

Ukázka příčného profilu řešeného úseku:



Obr. 4.2 Ukázka příčného profilu z programu HEC-RAS

4.6 Kapacita nově navrženého koryta

Po navržení revitalizačních opatření na řešeném úseku, bylo programem HEC-RAS přepočítaná kapacita koryta se stejnými vstupními daty jako výpočet stávajícího koryta. Zásahy do příčného profilu koryta nebyly tak výrazné, aby se tím zásadním způsobem ovlivnila kapacita koryta. Výsledné odtokové poměry se nezhoršily. Tabulky s výsledky jsou v příloze 3.

5. REVITALIZAČNÍ OPATŘENÍ

5.1 Úvod

Cílem diplomové práce je návrh revitalizačních opatření na řece Osoblaze na km 4,861-7,729. Navržená opatření mají přispět k lepší hydromorfologické kvalitě toku. Zajistit rybí osádce průchodnost tokem a navrhnout jim klidové místa na toku. Trasu koryta rozvolnit a zabezpečit, aby se nerozšiřovala na pozemky ve vlastnictví fyzických osob.

5.2 Podklady

- Hydrologická data
- Situace M 1:10 000
- Původní zaměření úseku
- Státní mapa M 1:5000
- Fotodokumentace

5.3 Zhodnocení řešeného úseku

Řešený úsek toku Osoblahy, nebyl v minulosti výrazně upravován. Celá trasa koryta toku je velmi různorodá, střídá se etapa toku napřímeného s etapou toku meandrujícího se štěrkovými lavicemi a vysokými břehovými sruby.

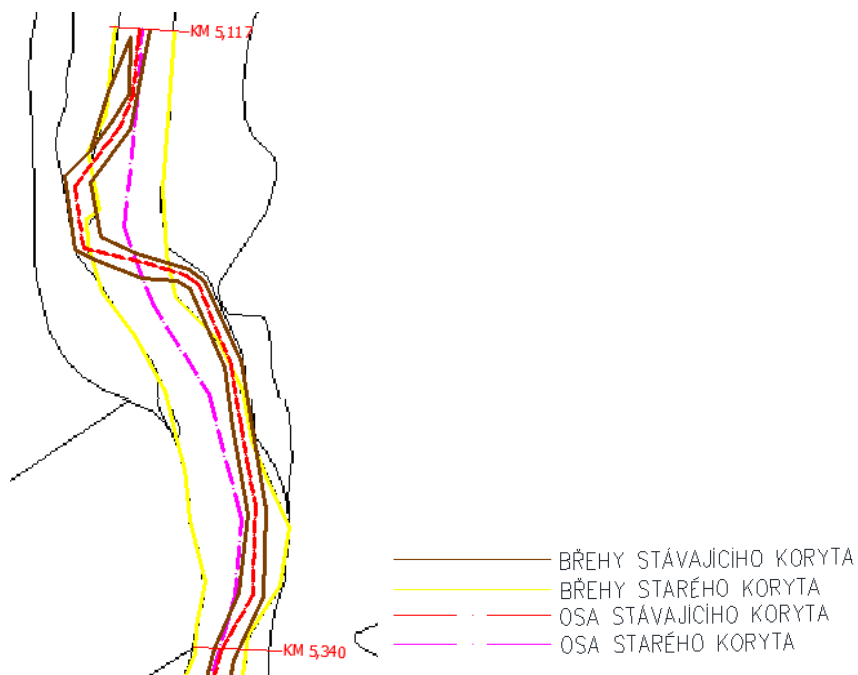
Z kapacitního hlediska řešený úsek převede průtok Q_1 . Nejméně kapacitní profil se nachází na km 6,101.

Z ekologického a biologického hlediska tok není přizpůsobený rybí osádce, která na toku nemá své úkryty. V podélném směru nedochází v řešeném úseku ke střídání úseku s pomaleji a rychleji proudící vodou.

Návrh revitalizačních prvků je vhodný provést v přímém úseku km 4.861-5.067 a km 6.810-7.407, kde by v trase koryta měli být navrženy oblouky. Trať by se měla rozvolnit. Je zde vhodné navrhnout opatření pro rychlejší a pomalejší zóny trati a podpořit biodiverzitu těchto částí toku.

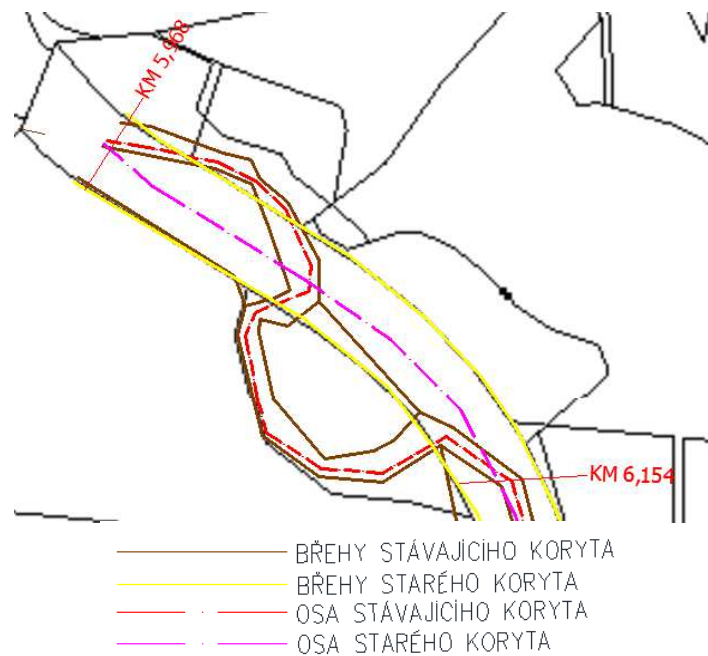
V meandrujících úsecích toku se na konkávních březích vytvářejí abrazní sruby, které postupně ustupují dále do soukromých pozemků. Z mapy Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (cuzk) a aktuálního podrobného zaměření koryta lze rozeznat, jak se jednotlivé meandry rozšiřují a jak vzniká nová trasa koryta. Na starých částech trasy se usazují splaveniny a tvoří štěrkové lavice. Těchto problematických míst jsou na zájmovém úseku tři a budou na nich navržena revitalizační opatření.

- Km 5,117-5,340



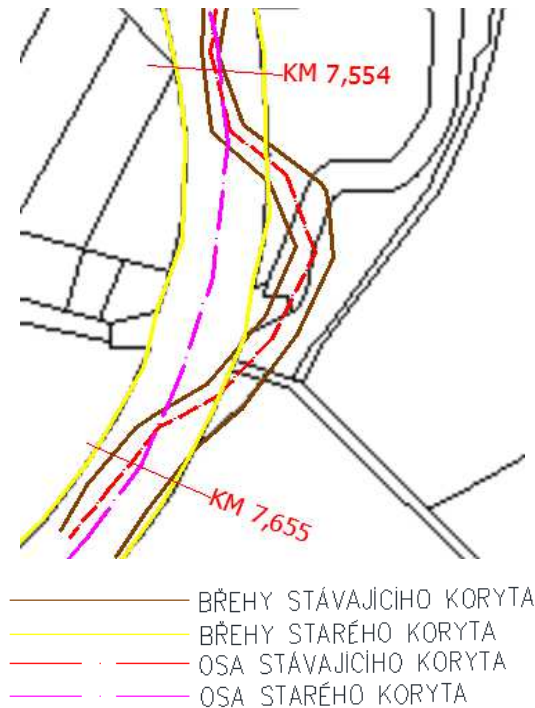
Obr. 5.1 Schéma změny nivelety km 5,117 - 5,340

- Km 5,968 - 6,154



Obr. 5.1 Schéma změny nivelety km 5,968 - 6,154

- Km 7,554 - 7,655



Obr. 5.1 Schéma změny nivelety km 7,554 – 7,655

5.4 Obecné zásady revitalizace koryt

Revitalizace obnovuje špatné úpravy koryta v minulosti. Prostorová redukce vodní složky negativně ovlivnila vývoj toku. Hlavními aspekty byly:

- Zúžení meandrujících pásem potoků
- Prostorová redukce koryt, tůní, slepých ramen a mokřadů
- Plošné odvodnění

To způsobilo ztrátu členitosti, snížení biodiverzity vodních ekosystémů, změnu prostředí pro mnoho skupin živočichů a rozkolísání povrchového a podzemní odtoku vody. Úprava toku v minulosti spíše preferovala zahloubení a zvětšení kapacity koryta, které způsobilo zrychlující odtok vody z povodí. Trasy to se uměle napřimovaly.

Dnes se návrhy revitalizace snaží obnovit přirozený ráz vodního prostředí. Napravit negativní následky špatně zvolené úpravy v minulosti. Odstranění ohrázkování a migračních bariér, které zabraňují rybí osádce k pohybu v řece.

Nechávat vodní toky dlouhodobě a samovolně zanášet a zarůstat. Tyto činnosti využívat a jen v nezbytné míře korigovat její nepříznivé aspekty.

Trasa, kterou navrhujeme v rámci revitalizace, by se měla prodloužit, být vlnitá až meandrující, snížit sklon a tím zmenšit rychlost vody, aby se voda co nejvíce zadržovala v povodí. Ve vodní zóně vytvořit slepá ramena a tůně. Podél řeky vysazen vegetační

doprovod. Ten představuje místo pro útočiště fauny a působí jako opevnění břehů proti narušování břehů.

Problémy s navrhováním rozvolnění trasy koryt jsou v pozemcích, které jsou ve vlastnických vztazích soukromých osob, objekty na tocích nebo komunikace vedené podél vodního toku.

5.5 Druhy opevnění koryta

5.5.1 Opevnění dna

Pro opevnění dna se používají pohozy, štětování a dlažba z lomového kamene, dále betonové dlažby, kamenný zához a stabilizační prahy. Opevnění se navrhuje podle stejných zásad, jako u břehů.

5.5.1.1 Dlažba z lomového kamene a dlažba betonová

Opevnění dlažbou se používá v městských zástavbách, horských tocích, v úsecích kde jsou vystavěny objekty pro stabilizaci dna. Dlažba musí být na začátku i na konci dobře zabezpečena např. kamenným záhozem, aby se zabránilo jejímu posunutí.

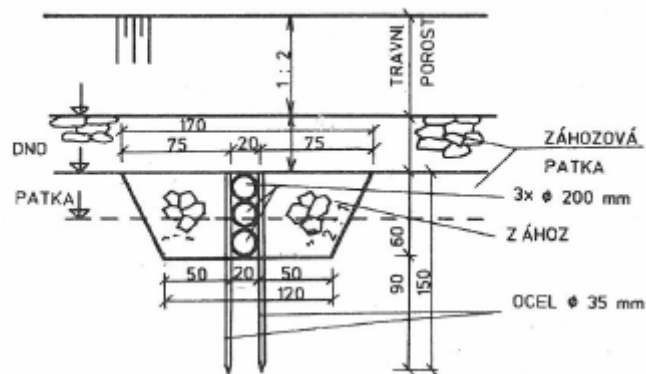
5.5.1.2 Stabilizační prahy

Stabilizační práh se navrhuje jako prvek, který ukončuje souvislé opevnění dna. V těchto případech jsou stavěny jako pomocné konstrukce. Pokud je dno v toku nestabilní a souvislé opevnění dna by bylo nákladné, využívají se stabilizační prahy. Navrhují se v určitých vzdálenostech, které závisí na tvoření výmolů mezi jednotlivými prahy.

Prahy se provádí buď zapuštěné, s korunou v úrovni dna, nebo vystupující nad skutečné dno se sklonem v niveletě do výšky 0,3m.

Nejvhodnější prahy jsou přetvárné, které i při změně svého tvaru stále plní svojí stabilizační funkci. Tyto prahy se provádí se záhozového kamene v kombinaci se dřevem nebo ocelovými profily.

Stabilizační prahy bývají doplněny přetvárným prvkem, nejlépe záhozem. Návrh přetvárného prvku se provede, pokud je práh nade dnem, voda přepadá přes práh a je nutné tlumit její kinetickou energii. [9]



Obr. 5.1 Stabilizační práh [9]

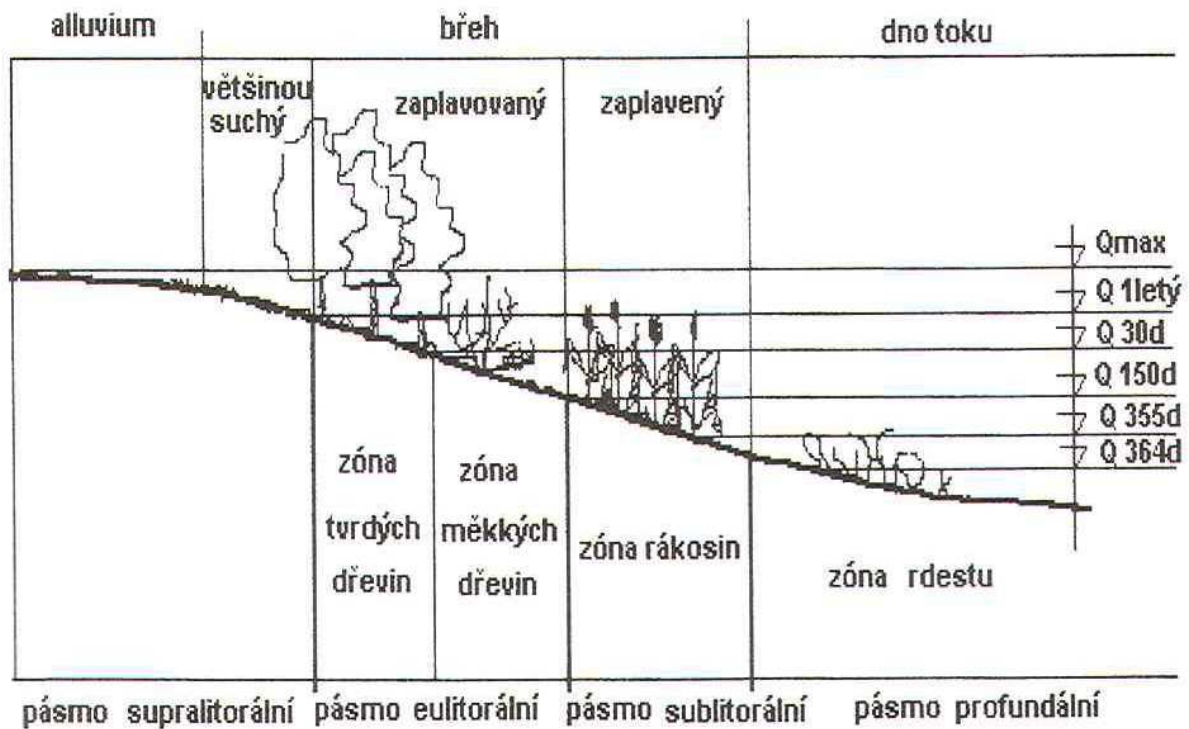
5.5.2 Opevnění břehů koryt

Účelem opevnění břehů je zajistit odolnost proti proudění vody v korytě, vůči vlnám způsobeným větrem a loděmi. Pokud je v místech podzemní voda, tak i ta může ovlivnit svým prouděním opevnění koryta.

Návrh opatření břehů je volen vzhledem k jejich namáhání. Na konvexní straně oblouku, kde břeh koryta není výrazně namáhán, postačí vegetační návrh břehů. Konkávní strana oblouku je velmi namáhána proudem vody a dochází v ní k tvorbě abrazních srubů. Tady je vhodný návrh technického opatření s doplněním o vhodně zvolený vegetační doprovod. [9]

5.5.2.1 Vegetační opevnění břehů

Pokud to návrh opevnění dovoluje, preferuje se opevnění vegetační, které harmonicky zapadá do rázu okolní krajiny. Při opevňování břehů se dodržují zóny jednotlivých druhů vegetace, které se v ní osazují. Rostliny na svahu se navrhuje postupně, od travního porostu až k tvrdým dřevinám. Nejrozšířenějším a nejčastějším vegetačním opevněním je travní porost, který se navrhuje u dna toku. Na začátku břehu se vysazuje rákos. V zaplavované zóně svahu se navrhuje měkké a tvrdé dřeviny. [9]



Obr. 5.2 Zóny vegetačního opevnění břehů [9]

5.5.2.1.1 Trávy

Trávy se navrhují jako protierozní opatření. Účinnost návrhu trávy závisí na mohutnosti jejího kořenového systému a na hustotě porostu nad zemí. Je nutné, aby travní porost vytvořil souvislý a odolný obklad břehového svahu, tak aby byl schopný odolávat rychlosti proudu vody kolem 4m/s.

Travní porost lze navrhnout osetím, drnováním, pokládáním travních koberců nebo nástřikem. [9]

5.5.2.1.2 Dřeviny

Dřeviny se používají jako stabilizační prvek neupravených koryt toků. Stromy se zapojují nejen do stabilizační funkce opevnění břehu, ale také jako krajínovorný prvek, tvořící vegetační doprovod kolem koryta toku. Nově vysazené stromy tyto funkce plní až za dlouhou dobu, než dorostou do určité výšky.

Dřeviny se nejvíce vysazují vrby, olše, jasan, javor nebo topoly. [9]

5.5.2.2 Nevegetační opevnění

Nevegetační opevnění navrhujeme pouze tehdy, pokud nelze použít vegetační. To bývá nejčastěji tam, kde nejsou podmínky pro vegetační opatření, nebo tam, kde je silně znečištění vody nebo vlivu splavenin, které by obušovali břeh koryta. Také vliv objektů,

kvůli kterým vzniká turbulentní proudění, které by vegetační opatření porušil. Přispívají k tomu materiálové zdroje, hledisko údržby opevnění a možnosti dodavatele. [9]

5.5.2.2.1 Pohozy

Pohozy mívají přednost před ostatními druhy nevegetačního opatření. Jsou to poddajné druhy opevnění. Pohoz se rozhrne na a urovná na vymezenou pláň do navržené tloušťky. Pokud tento pohoz zhutníme, mluvíme o tomto pohozu jako o štěrkovém koberci.

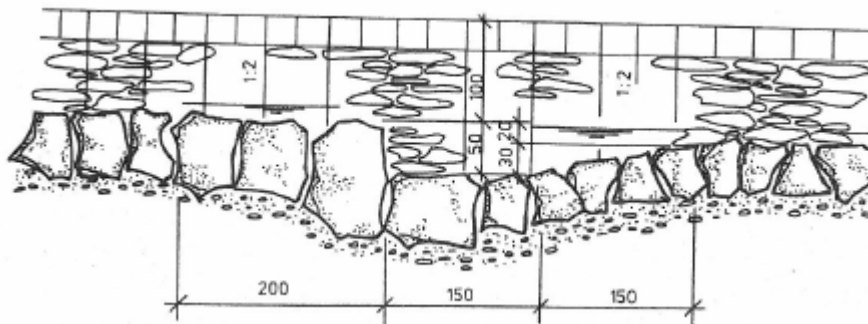
Podle velikosti zrna dělíme pohozy na:

- Těžké – obvykle neupravený lomový kámen. Uplatňují se především jako opevnění horských toků s velkými rychlostmi vody. Možnost stabilizace těžkého pohozu je prolitím betonem, injektáží nebo biologicky vysypáním zeminy na těžký pohoz a vysazení vrbových řízků.
- Lehké – tyto pohozy bývají z přirozených materiálů údolní nivy, většinou štěrk, tím se snižují náklady na stavbu. Používají se na malých i větších tocích. Stabilizace může probíhat nástřikem pryskyřicí, cementovou maltou nebo biologicky, osazením travním porostem.

Ve zvláštních případech lze použít jako pohoz i jiné materiály jako strusku, betonové prvky, lomový odpad apod.

Tloušťka pohozu musí být třikrát větší než efektivní zrno pohozu. Hutnění pohozu se provádí dozery, pokud se provádí na suchu. Vhodnou technologii lze s velkou přesností provádět konstrukci pohozu i pod hladinou.

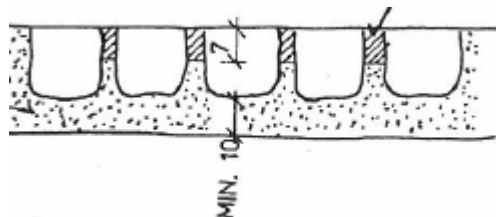
Svah opevněný pohozem by měl být v minimálním sklonu 1:2,5. Pokud je podloží jemnější materiál je nutné zabránit sufozi návrhem filtrační vrstvy. [9]



Obr. 5.3 Opevnění dna těžkým pohozem [9]

5.5.2.2.2 Dlažba

- Kamenná dlažba – Je jedním z nejtrvanlivějších opevnění, ale také jedním z nejdražších. Kameny se kladou do štěrkopískového lože, do betonu nebo do cementové malty. Dlažba vytváří vazbu bez průběžných spár. Pokud svah má větší sklon než 1:1 není vhodné použít jako opevnění právě kamennou dlažbu.
- Betonová dlažba – Používá se tam, kde není dostatek lomového kamene. Nejmenší dovolený rozměr dlaždic je 40 x 40cm. Odolností jsou srovnatelné s kamennou dlažbou.



Obr. 5.4 Kamenná dlažba [9]

5.5.2.2.3 Betonové tvárnice

tvoří na svahu jednolitý celek (rohož). Spojení jednotlivých tvárnic zajišťujeme zazuběním, pero a drážkou nebo přivázáním rohů jednotlivých tvárnic. Tuto konstrukci musí zajišťovat patka z betonu nebo lomového kamene. [9]

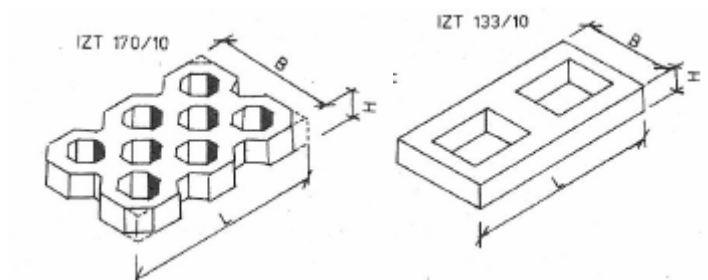
5.5.2.2.4 Drátokamenné matrace

Nejčastější funkce drátokamenných matrací je ochránit objekty, jako patky břehových opevnění, stavební prvky, mostní pilíře apod. Použít se dají také jako stabilizační prvky. Dělají se ze splétaných nebo svařovaných konstrukcí, do nichž se jako výplň urovná říční valouny, betonové úlomky nebo lomový kámen. [9]

5.5.2.3 **Kombinované opevnění**

5.5.2.3.1 Prefabrikované tvárnice s otvory

Otvory ve tvárnících se prosypou zeminou a osejí travním porostem. Po rozvinutí kořenového systému travního porostu se docílí dobrému spojení tvárnic s podložím. Tráva zdrsňuje břehy a omezí erozní účinky proudící vody. Pro větší hydraulické zatížení jsou vhodnější prefabrikované tvárnice s větším počtem menších otvorů vyplněných hustou trávou. Nedoporučuje se vyplňovat otvory štěrkem. [9]



Obr. 5.5 Zóny vegetačního opevnění břehů [9]

5.5.3 Opevnění paty břehu

5.5.3.1 *Haťové provázky*

Jsou to svazky o průměru 8 až 12 cm z vrbových prutů silných 2 až 3cm. Svazky jsou ve vzdálenosti 30 až 40cm převázány dvojnásobně ovinutým páleným drátem. Haťové provázky se používají k vázání haťových konstrukcí nebo k přichycení vrbového porostu. [9]

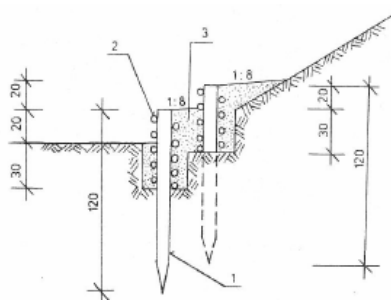
5.5.3.2 *Haťové válce*

Vyrábí se z vrbového proutí o délce min. 3m a o tloušťce 2 až 4cm. Vrbové pruty se dají nahradit klestím z dubu, habru a olše. Válce se dělají v profilech 20 až 60cm v libovolné délce. Každých 50 až 80cm se válce stahují drátěnou smyčkou a dvakrát ovinou drátem. [9]

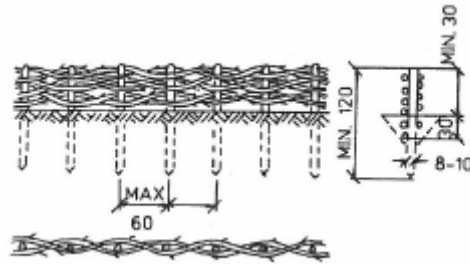
5.5.3.3 *Zápletové plůtky*

Jsou tvořeny z kůlů o průměru 8 až 10cm a z vrbového materiálu. Kůly se zarážejí do země třemi čtvrtinami své délky. Vzdálenost jednotlivých kůlů je max 0,6m. Mezi kůly se provádí záplet z vrbového proutí, který je silnějším koncem zapařtený do země.

Zápletové plůtky se používají k zajištění paty svahu u menších toků. Pokud se opevňují větší délky svahu, je vhodné dělat zápletové plůtky ve více řadách nad sebou. [9]



Obr. 5.6 Opevnění paty svahu dvouřadým zápletovým plůtkem [9]

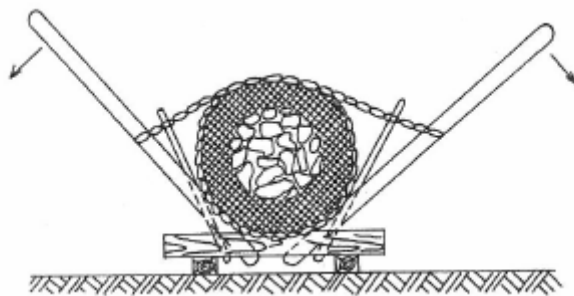


Obr. 5.7 Detail zápletového plůtku [9]

5.5.3.4 *Hařoštěrkové válce*

Tyto konstrukce jsou pevné a pružné. Dokáží se přizpůsobit tvaru dna koryta. Jsou tvořeny obalem z vrbového klesu který má tloušťku 15 až 20cm. Průměr válců je 80 až 100cm. Vyplňuje se hrubé valouny, drcený lomový kámen.

Hařoštěrkové válce slouží k zajištění pat svahů. Konstrukce válce může být částečně ponořená, v tom případě nesmí být vystavena obrusu splavenin, nebo celá ponořená. Válců je vhodné zapustit do poloviny průměru do země. [9]



Obr. 5.8 Hařoštěrkový váleček [9]

5.5.3.5 *Zához*

Používá se k ochraně paty svahu, hlavně u větších řek, kde hladina vody je vysoko nade dnem a proto paty svahů nejdou opevnit vegetačně. Lze jej budovat i ve vodě a v případě poruchy jej můžeme snadno doplnit dalším materiálem. Zához může být zapuštěný nebo polozapuštěný. Materiál, který se používá na konstrukci záhozu je lomový kámen, popřípadě prefabrikovaných prvků. Není vhodné používat zaoblené nebo ploché prvky. [9]

5.5.4 Výhony

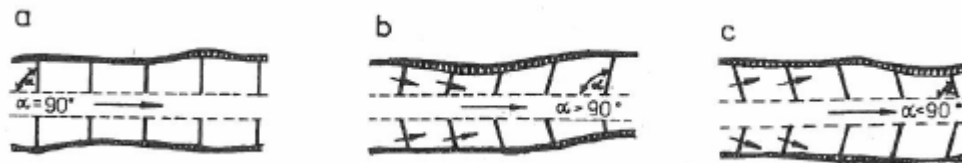
Jsou to usměrňovací stavby na toku. Zamezují volné meandrování toku. Používají se na ochranu ohrožených břehů.

5.5.4.1 Nepropustné výhony

Výhon se pevně váže do břehů. Toto zavázání se nazývá kořen výhonu. Čelo (konec výhonu) zasahuje do vodního proudu. Tělo výhonu bývá převážně lichoběžníkového tvaru. Rozeznáváme na něm korunu výhonu. Ta může být vodorovná nebo s mírným sklonem, který klesá k čelu výhonu. Voda, která přepadá přes výhony, bude část prostoru mezi čely výhonu prohlubovat a oblast mezi výhony bude zanášet.

Podle úhlu, který svírá výhon, s proudnicí rozeznáváme:

- Normální výhony postavené kolmo na proudnici ($\alpha = 90^\circ$)
- Inklinantní výhony postavené šikmo proti proudnici ($\alpha > 90^\circ$) vytváří velké výmoly ve středu koryta a více se výhony zanášejí.
- Deklinantní výhony šikmo po proudnici ($\alpha < 90^\circ$). Více přispívá k erozi břehů. Intenzita zanášení a tvorba výmolu je menší než u inklinantního výhonu.



Obr. 5.9 Situační umístění výhonů [9]

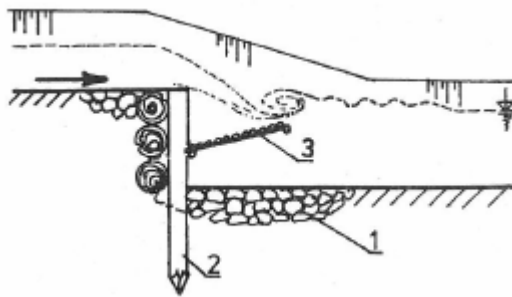
5.5.4.2 Propustné výhony

Budují se na nižších tocích, tam kde je silný pohyb písčitého materiálu. Nejsou pro proud vody tak velkou překážkou jako pevné výhony. Voda přes ně prochází, proto u nich nebývají tak hluboké výmoly a tolik se nezanáší. Nejjednodušší konstrukce pro výhony jsou fošny nebo piloty. [9]

5.5.5 Stupně

Budují se při úpravě sklonu koryta. Zajišťují stabilitu a sklon trati nad stupněm. Stupeň má tři hlavní části:

- Tělo stupně
- Zavázání tělesa stupně do břehů koryta
- Vývar k tlumení kinetické energie přepadající vody



1- Zpevnění dna, 2- pilota, 3- klapačka

Obr. 5.10 Dřevěný stupeň [9]

Materiál na konstrukci stupně jsou dřevěné hranoly, kulatina, kámen, beton, drátošterkové koše nebo matrace. Na malých tocích se budují stupně velmi jednoduše. Konstrukce je tvořena dvěma i více kulatých klád, které jsou zabezpečeny piloty. Dno nad i pod stupněm se zpevní kamenným záhozem. K tlumení kinetické energie se buduje tzv. klapačka. [9]

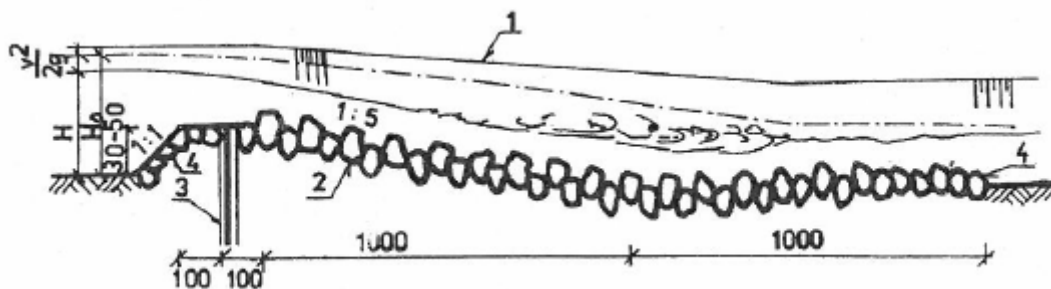
5.5.6 Balvanité skluzy

Vysoké zděné nebo betonové stupně, na které jsou potřebné vysoké náklady a znamenají zásah do přírodního prostředí, se nahradili skluzy. Skluzy tedy překonávají výškový rozdíl dna toku. Zapadají do přírodního prostředí a slouží jako rybí přechod.

Těleso skluzu je tvořeno balvany o průměru 0,5 až 1,2m s podélným sklonem 1:6 až 1:12. Jak voda dopadá na balvany různé velikosti, tlumí se tím její kinetická energie. Proto se za balvanitým skluzem nenavrhne vývar. Na práci není potřeba kvalifikované pracovníky. Při porušení skluzu se opraví dosypáním kamenů.

Jako opevnění balvanitého skluzu před jeho posunutím a rozšiřováním výmolů se navrhnou ocelové štětové stěny, dřevěné piloty, betonové zdi nebo jiné clony. Toto opevnění se nejčastěji dělá na koruně skluzu. Opevnění můžeme navrhovat i ve spodní části balvanitého skluzu, záleží na geologických podmínkách.

Staré pevné jezy jsou dnes nahrazovány balvanitými skluzy, které umožňují migraci ryb a lépe zapadají do přírodního prostředí. Výstavba balvanitého skluzu je vhodná tam, kde je dostatek materiálu (kamene), v extravilánu a při revitalizaci. [9]



1- Úroveň břehů, 2- kamenná rovnánina, 3- štětová stěna, 4- kamenný zához

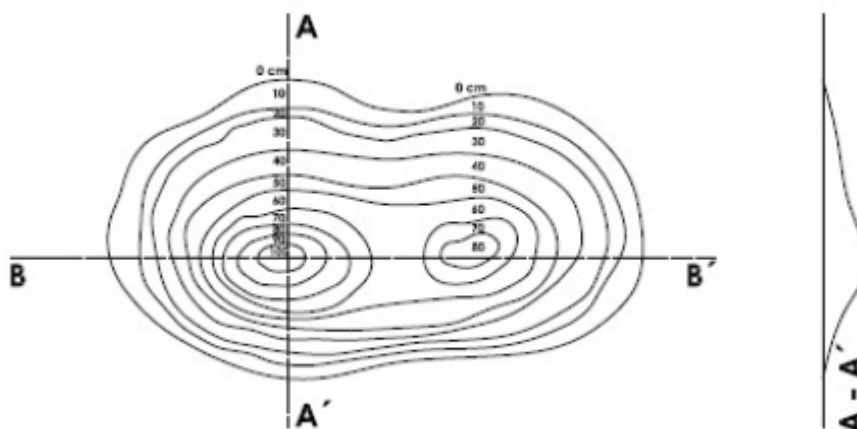
Obr. 5.11 Řez balvanitým skluzem [9]

5.5.7 Tůň

Prohloubení terénu, který je trvale nebo periodicky naplněn vodou. Tůň může vzniknout přirozeně a, nebo uměle. Nemají technická zařízení (výpust, přeliv). Voda v tůni může být atmosférická, z podzemní nebo povrchová. [9]

Tůň se podle průtoku dělí na:

- Průtočné - jsou trvale napájeny vodou. Přítok může vést z potoku, povrchově, uměle nebo podpovrchově. Dochází zde k trvalému odtoku vody z tůně, proto musí být hladina tůně stabilizovaná.
- Neprůtočné – jsou závislé na srážkách nebo na infiltraci. Nemají odtok a hladina vody v tůni je závislá na podzemní vodě. Při dlouhodobém suchu může dojít k vysušení tůně. Tyto tůň se stávají útočištěm pro živočichy jako čolky, ropuchu, vážky a jiné.
- Občasně průtočné – tyto tůň jsou jen v určitém období roku průtočné.

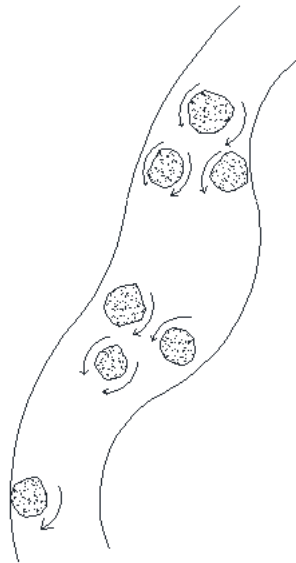


Obr. 5.12 Půdorys a řez tůní [9]

5.5.8 Osamělé balvany

Volně rozmístěné kameny tvoří překážky vodnímu proudu. Zlepšují druhové zastoupení organismů a četnost ryb. Přispívají k tvorbě menších výmolů a rozčleňují příčný profil koryta

Za kameny se vytváří tzv. proudové stíny, rychlost je tam velmi malá nebo protisměrná. Mezi jednotlivými kameny se rychlost proudu zvětšuje. Osamělé balvany jsou vhodné pro mělké toky o šířce nad 5m. [9]



Obr. 5.13 Osamělé kameny

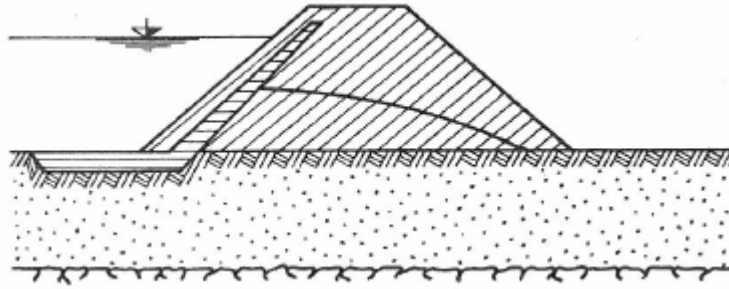
5.5.9 Ochranné hráze

Ochranné hráze patří mezi nejstarší vodohospodářské stavby, které si lidé stavěli, aby je ochránili před povodněmi. Hráze se staví tam, kde se při povodních voda vylévá z břehů a zaplavuje velká území a toto území nelze ochránit jiným ochranným opatřením, jako například zkapacitněním koryta.

Hrázky urychlují odtok vody z území. Zabraňují infiltraci podzemní vody do řeky.

Nejčastěji se budují:

- Homogenní – z jednoho druhu materiálu. Tento materiál splňuje podmínky těsnící i stabilizační, proto jej můžeme použít na stavění celé hráze.
- Nemohogenní – Těleso hráze je z různého materiálu. Materiál hráze bývá propustný, a proto se musí navrhnout těsnící část. Hráz se tedy skládá z těsnící části a stabilizační části. [9]

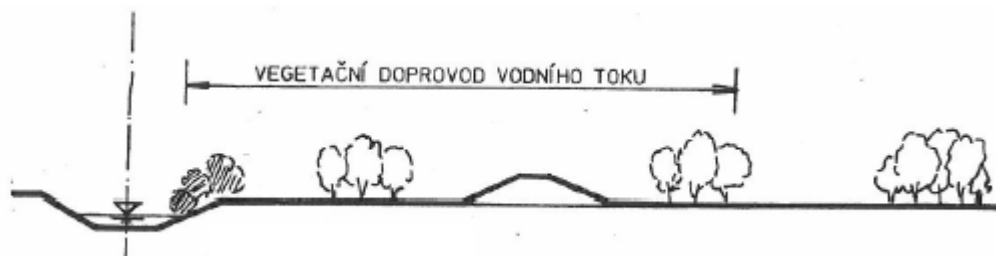


Obr. 5.13 Ochranná hráz s návodním těsněním [9]

5.5.10 Vegetační doprovod

Je to součástí biotopu říčního toku a jeho nejbližšího okolí. Slouží jako biokoridor mezi lesními celky. Vegetační doprovod funguje jako útočiště fauny v zemědělsky obdělávané krajině. Je součástí ekologicky vyvážené krajiny.

Plní funkce protierozní, protiabrazní, estetickou a ochranu před zanášením a zarůstáním říčního koryta. Má také vliv na samočistící schopnost vody. Vegetační doprovod představuje základní podmínky pro vytvoření klidových zón na řece vhodné pro rekreaci. Vegetace zachycuje prachové částičky a působí částečně jako zvuková bariera. [15]



Obr. 5.14 Ochranná hráz s návodním těsněním [9]

5.6 Vlastní návrh revitalizace opatření

5.6.1 Stavební objekty na tocích

V rámci revitalizace se v řešeném úseku navrhlo šest stavebních objektů, které přispívají k lepší morfologii a kvalitě toku a jeho okolí.

5.6.1.1 SO1- vrbový plůtek

Opevnění paty svahu, aby se břeh dále nerozšiřoval do soukromých pozemků. Konstrukce vrbového plůtku je tvořena ze dřeva a to z kolíků o průměru 0,1 m a délky 2,2 m, které jsou na konci seřezané. Do připravených děr se narazí kolíky, po vzdálenosti 0,5m od sebe. Mezi takto připravené kolíky se proplete vrbové proutí. Pata koryta se dosype zeminou, na kterou se nasadí vegetační doprovod a to vrbové řízky po vzdálenostech 0,25 m.

5.6.1.2 SO2 – rozvolnění břehu

Tam, kde je to možné dát proudu vody možnost, aby si mohl vytvářet svojí trasu korytem. Z vhodného místa se odstraní ornice tl. 0,1m a odtěží se zemina z břehu na požadovaný sklon 2:1. Na svah se naveze ornice tl. 0,1 m a oseje se travním porostem.

5.6.1.3 SO3 – nepropustný výhon

Konstrukce krátkého výhonu z haťoštěrkového válce, který je stabilizován dřevěnými pilotami a kamennou navázkou. Tělo výhonu tvoří haťoštěrkovým válcem o délce 5 m a šířky 0,8 m, který je zavázán do břehu, aby proud vody neporušil jejich stabilitu. Válec zajišťují dřevěné piloty o délce 1,5 m a průměru 0,1m. Celkovou stabilitu konstrukce podporuje kamenný zához, o průměru kamene 0,6 m.

Celkové rozměry výhonů jsou na délku 5 m a na šířku 2,4 m. Vytvořený výhon se dá dodatečně zatravnit.

Výhony jsou deklinantní, takže postavené šikmo po proudnici. Proud vody by tam měl vytvářet menší výmoly u čela výhonu a rozrušovat protější břeh. Splaveniny by se měli usazovat za výhony a postupně zarůstat trávou. Celkově by pak měly splynout s břehy. První výhon je kratší přibližně o 2/3 délky výhonu a to z toho důvodu aby na něj proud vody působil mírněji. Stejnou délku jako první výhon bude mít i ten poslední. Z důvodu plynulého navázání na stávající koryto.

5.6.1.4 SO4 - rybí úkryt

Břehový rybí úkryt je tvořen pilotami o průměru 0,08 m, které jsou od sebe vzdáleny 1m. Na piloty se přibouchá polštář šířky 0,12m a délky 1,8m. Ten celou konstrukci stabilizuje ke svahu. Na polštář se posadí pět prken o šířce 0,12 m a délky 1,4 m, které připraví rošt pro zasypání kamenném o průměru 0,15 -0,2 m. Na rybí úkryt se poté navede ornice a oseje se travním porostem.

5.6.1.5 SO5 – tůň

Tůň se vytváří jako klidová zóna v toku. Nejdřív se sejme ornice a poté se vyhloubí jáma. Pokud je tůň průtočná jen určitým časovým obdobím, zatravní se.

5.6.1.6 SO6 – slepé rameno

Pro rozvolnění trasy toku navrhujeme slepé rameno. Voda se zde bude zdržovat jen za vysoké hladiny vody v řece. Mezi slepým ramenem a stávajícím tokem se vytvoří ostrůvek.

Vytýčí se osa ramene koryta a vykope se nová trasa. Břehy začátku a konce trasy slepého ramene se zaváží do stávajícího koryta.

5.6.2 Revitalizace úseku č. 1

Tento úsek je přímý a částečně ovlivněn vzdušným od nedalekého pevného jezu. Z dostupných podkladů nelze zjistit, jak moc je tento úsek jezem ovlivněn. Pro rozvolnění přímého úseku toku byly vyprojektovány na levobřežní straně objekty SO5 a SO6 (viz. 5.6.1.5. SO5- tůň a 5.6.1.6. SO6-slepé rameno). Pro realizaci této varianty by se měl zájmový úsek geodeticky zaměřit a tím zjistit výškové kóty terénu, aby se mohl návrh podrobněji zpracovat.

5.6.3 Revitalizace úseku č.2

V úseku na km. 5,067-6,040 se nachází meandrující kyneta, která narušuje břehy svahů a vytváří sruby na konkávní straně břehu a šterkové lavice na konvexním břehu. Koryto by se v tomto úseku mělo pročistit od usazujícího se mrtvého dřeva. Kmeny stromů a shluky větví, bránící průtoku proudu vody korytem.

Na úseku jsou zaústěny dvě místní vodoteče. Na km 5,698 zaústěje z levého břehu betonová vodoteč DN 1000. Kolem zaústění do řeky roste vysoká tráva, která by se měla odstranit. Zároveň by bylo vhodné udělat revizi této vodoteče a pročistit i betonovou troubu.

Druhá vodoteč na km 6,095 se napojuje do řeky z pravé strany. Zaústění je značně poškozené a zadržuje se o něj plovoucí materiál. Zaústění vodoteče by se mělo pročistit a opravit, zároveň by se měla provést revize betonové trouby.

Na km 5,131-5,178 a km 5,225 -5,292 se břehové sruby revitalizují opatřením SO02. Popis opatření (viz. 5.6.1.2 SO2 – rozvolnění břehu).Pozemky v okolí vlastní obecní úřad, proto by s výkupem pozemků na toto opatření neměl být problém.

V km 5,590-5,668 břehový srub zasahuje do pozemků, které nevlastní obec, proto je nutné zabránit dalšímu rozšiřování břehů. V této části se vybuduje opevnění SO1 (viz. 5.6.1.1.SO1- vrbový plůtek).

V úseku je navržen objekt SO5, který je v km 5,067 - 5,388 (viz 5.6.1.5.SO5 – tůň). V této části koryto vybřežilo z původní trasy a vytvořilo menší meandr. V meandru jsou vyhloubeny velké břehové sruby, které se postupně rozšiřují do soukromích pozemků. Z tohoto důvodu se rozhodlo o obnově staré trasy koryta, znovu vyhloubení původní trasy a z meandru vznikne tůň. V tůni by se vytvořila klidová zóna pro živočichy. Břehové sruby se dále nebudou rozšiřovat a nebude nutné tento břeh opevňovat. Tůň se vyhloubí a z odtěženého materiálu se vytvoří násyp mezi nově navrženým korytem a tůní.

Břehy nově navrženého koryta na začátku a na konci trasy navazuje na stávající koryto. Šířka koryta je navržená 4,2 m ve dně. Návrh šířky vychází z šířek navazujících úseku, aby přechod do stávajícího koryta byl plynulý. Sklon svahu je 1:1.

Při budování nového koryta a tím i nových břehů, byl navržen na km 6,101 břehový úkryt pro ryby (viz. 5.6.1.4. SO4 – rybí úkryt).

5.6.4 Revitalizace úseku č. 3

Tento úsek je z velké části napřímený. Příčný profil se výrazně nemění. Proud vody protéká klidně. Pohybu vody nebrání žádné překážky v korytě. Nestřídají se zde klidové a rychle zóny proudění. Podélný sklon je stejný, nejsou zde žádné stupně ani prahy. Trasa tak není blízka přirozeně meandrujícímu korytu. Proto se v tomto úseku budou taková opatření, aby se přímý úsek toku rozvolnil a dostal přirozenější ráz.

V části km 6,862-7,095 budou vybudovány SO3 (viz. 5.6.1.3 SO3 – nepropustné výhony). Přímý úsek by měl začít meandrovat a působit přirozeněji.

Pro rozvolnění trasy koryta bude navržen objekt SO6 (viz 5.6.1.6. SO6 – slepé rameno), který bude v km 7,134 - 7,396. Pro realizaci by bylo vhodné udělat geodetické měření pro získání podrobnějších výškových kót a tím přesnější návrh tohoto opatření. Rameno zasahuje do uložení podzemního optického kabelu, proto se vytvoří přeložka tohoto kabelu podél slepého ramene. Slepé rameno slouží pro rozvolnění toku. Mezi ramenem a stávajícím tokem se vytvoří ostrůvek. Okolí koryta bude působit přirozenějším dojmem.

Pravobřežní přítok na km 6,925 je zarostlý vysokou trávou, proto by se zaústění přítoku mělo pročistit a udělat revize.

5.6.5 Revitalizace úseku č. 4

Úsek je mírně meandrující se šterkovými lavicemi. Na konkávní břehu (km 7,606 až 7,635) se vyskytuje abrazní srub, který se dál rozšiřuje do soukromých pozemků. Proto se v této části vybuduje opevnění živým vrbovým plůtkem pro opevnění paty svahu (viz. 5.6.1.1. SO1 – vrbový plůtek)

Na km 7,466 se vybuduje levobřežní úkryt pro ryby. (viz. 5.6.1.4. SO4 - rybí úkryt)

6. ZÁVĚR:

V rámci diplomové práce bylo v souladu s požadavky správce vodního toku provedeno posouzení možnosti revitalizace úseku řeky Osoblaha v ř.km 4,861 – 7,729. Z terénní obchůzky bylo provedeno zhodnocení zájmového území a byla pořízena rozsáhlá fotodokumentace. Byla zmapována situace vlastnických vztahů k pozemkům v okolí toku prezentovaná v Příloze 1 a Příloze 6.

Na základě získaných informací byla na řešený úsek aplikována metoda hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality toku HEM, která je zpracována v Příloze 2. Z uvedeného hodnocení vyplynulo, že stav celého zájmového úseku je dobrý. V dílčích úsecích, ve kterých některé posuzované parametry nevyšly příznivě, bylo na problematická místa navrženo odpovídající revitalizačních opatření. Celkový návrh bude přispívat k zlepšení biodiverzity toku. Ve vhodných úsecích se břehy koryta rozvolní a vyprojektují se slepá ramena a tůň. Pro rybí osádku se navrhly břehové úkryty a pročištění koryta od mrtvého dřeva. Pro stabilizaci paty svahu se navrhlo opevnění z živých břehových plůtků. V přímém úseku byly vyprojektovány nepropustné výhony a slepé rameno.

S ohledem na požadavek nezasahování do pozemků patřících do vlastnictví soukromých osob jsou navržena revitalizační opatření ve většině případů situována do toku. Výjimku tvoří pouze objekty SO6, které jsou umístěny na pozemku ve vlastnictví obce Osoblaha. Zde se předpokládá, že by byl možný trvalý zábor a výkup dotčených parcel.

V rámci diplomové práce bylo provedeno posouzení kapacity stávajícího koryta toku s využitím programu HEC-RAS. Bylo provedeno také posouzení kapacity koryta toku pro navržena revitalizační opatření. Lze konstatovat, že nedojde ke zhoršení odtokových poměrů v řešeném úseku. Výsledky výpočtů průběhu hladin jsou uvedeny v Příloze 4.

7. SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR.2.1. UPRAVOVANÝ ÚSEK TOKU	6
OBR.2.2. PODPROVINCIE ČR S VYZNAČENÍM ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ [16]	7
OBR.2.3. BIOREGIONY ČR S VYZNAČENÍM ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ [16]	8
OBR.2.4. GEOLOGICKÁ SITUACE [1]	9
OBR.2.5 MAPA VEGETAČNÍHO STUPNĚ	10
OBR.2.6 ZÁPLAVOVÁ OBLAST V ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ [1]	12
OBR.2.7 CHARAKTERISTICKÝ MATERIÁL DNA ŘEŠENÉHO ÚSEKU	13
OBR.2.8 JEDNOTLIVÉ ÚSEKY	14
OBR.2.9 KORYTO ÚSEKU 1	15
OBR.2.10 ZAÚSTĚNÍ MÍSTNÍ VODOTEČ NA KM 5,698	16
OBR.2.11 ZAÚSTĚNÍ MÍSTNÍ VODOTEČ NA KM 6,095	16
OBR.2.12 ABRAZNÍ SRUBY V ÚSEKU 2	17
OBR.2.13 MRTVÉ DŘEVO V ÚSEKU 2	17
OBR.2.14 KORYTO ÚSEKU 3	18
OBR.2.15 KORYTO ÚSEKU 3	19
OBR.2.16 KORYTO ÚSEKU 4	20
OBR.4.1 SCHÉMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ ÚSEKU PRO ODVOZENÍ BERNOULLIOVI ROVNICE [7]	30
OBR. 4.2 UKÁZKA PŘÍČNÉHO PROFILU Z PROGRAMU HEC-RAS	32
OBR. 5.1 SCHÉMA ZMĚNY NIVELETY KM 5,117 - 5,340	35
OBR. 5.1 SCHÉMA ZMĚNY NIVELETY KM 5,968 - 6,154	35
OBR. 5.1 SCHÉMA ZMĚNY NIVELETY KM 7,554 – 7,655	36
OBR. 5.1 STABILIZAČNÍ PRÁH [9]	38
OBR. 5.2 ZÓNY VEGETAČNÍHO OPEVNĚNÍ BŘEHŮ [9]	39
OBR. 5.3 OPEVNĚNÍ DNA TĚŽKÝM POHOZEM [9]	40
OBR. 5.4 KAMENNÁ DLAŽBA [9]	41
OBR. 5.5 ZÓNY VEGETAČNÍHO OPEVNĚNÍ BŘEHŮ [9]	42
OBR. 5.6 OPEVNĚNÍ PATY SVAHU DVOUŘADÝM ZÁPLETOVÝM PLŮTKEM [9]	42
OBR. 5.7 DETAIL ZÁPLETOVÉHO PLŮTKU [9]	43
OBR. 5.8 HAŤOŠTĚRKOVÝ VÁLEC [9]	43
OBR. 5.9 SITUAČNÍ UMÍSTĚNÍ VÝHONŮ [9]	44
OBR. 5.10 DŘEVĚNÝ STUPEŇ [9]	45
OBR. 5.11 ŘEZ BALVANITÝM SKLUZEM [9]	46
OBR. 5.12 PŮDORYS A ŘEZ TŮNÍ [9]	46
OBR. 5.13 OSAMĚLÉ KAMENY	47
OBR. 5.13 OCHRANNÁ HRÁZ S NÁVODNÍM TĚSNĚNÍM [9]	48
OBR. 5.14 OCHRANNÁ HRÁZ S NÁVODNÍM TĚSNĚNÍM [9]	48

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] <http://www.pod.cz/>
- [2] www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=506700&x=1049200&r=3500&s=1&legselect=0
- [3] <http://www.isisuser.com/isis/default.asp>
- [4] Barnes, 1967 http://il.water.usgs.gov/proj/nvalues/barnes_station_id.shtml
- [5] Smelík, 2011 <http://sites.google.com/site/katalogdrsnosti/>
- [6] http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_5.html
- [7] <http://hydraulika.fsv.cvut.cz/>
- [9] Raplík M., Výbora P., Mareš K.: Úprava tokov, Alfa, Bratislava. 1989.
- [10] C. Patočka, L. Macura a kol.: Úprava toků, Praha 1989
- [11] Culek Martin a kolektiv, Biogeografické členění České republiky
- [12] <http://www.mikroregion-osoblazsko.cz/>
- [13] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Osobla%C5%BESko>
- [14] http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/publications/pdf/hem/HEM_metodika_hodnoceni.pdf
- [15] Miroslav Šlezinger, Revitalizace toků, příspěvek k problematice úprav toků
- [16] http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_5-2.html
- [17] <http://zakony.centrum.cz/vodni-zakon/cast-1-hlava-6>
- [18] http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/publications/pdf/hem/HEM_metodika_hodnoceni.pdf

9. SEZNAM TABULEK

TAB. 2.1	N – LETÉ PRŮTOKY ZDROJ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE ČHMÚ 2013 [1]	11
TAB. 2.2	CHARAKTERISTICKÉ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE TOKŮ V POVODÍ MORAVY A ODRY, HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, PRAHA, 1963	11
TAB. 2.3	N – LETÉ PRŮTOKY ZDROJ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE ČHMÚ 2009.....	12
TAB. 3.1	VÝSLEDNÁ TABULKA HYDROMORFOLOGICKÉHO STAVU	24
TAB. 3.2	HODNOCENÍ ÚSEKU 1.....	24
TAB. 3.3	HODNOCENÍ ÚSEKU 2.....	25
TAB. 3.4	HODNOCENÍ ÚSEKU 3.....	25
TAB. 3.5	HODNOCENÍ ÚSEKU 4.....	26
TAB. 4.1	N – LETÉ PRŮTOKY ZDROJ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE ČHMÚ 2013- [1]	32

10. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

- α coriolisovo číslo [-],
- g tíhové zrychlení [m/s^2],
- v průřezová rychlost [m/s],
- ξ součinitel místní ztráty [-],
- i_p průměrný sklon čáry energie [-],
- ΔL_j ... vzdálenost úseku j [m].
- C Chezyho součinitel [$m^{0.5}/s$],
- A plocha průřezu [m^2],
- R hydraulický poloměr [m],
- Q průtok [m^3/s].
- O omocžený obvod [m],
- n drsností součinitel [-],
- J_1 sklon [%],
- h_2 druhá hloubka [m],
- h_1 první hloubka [m],
- v_2 druhá rychlost [m/s],
- v_1 první rychlost [m/s],
- dZ ztráty [m],
- J_2 sklon [%],
- v_I vstupní rychlost [m/s],
- g gravitační zrychlení [m/s^2].
- v_{12} střední profilová rychlost [m/s].
- K_p modul průtoku [m^3/s],
- l délka úseku [m],

11. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – Vlastnické vztahy
- Příloha 2 – Hodnocení metody HEM
- Příloha 3 – Výsledky kapacity stávajícího koryta
- Příloha 4 – Výsledky kapacity nově navrženého koryta
- Příloha 5 – Podrobná situace
- Příloha 6 – Přehledná situace
- Příloha 7 – Situace vlastnických vztahů
- Příloha 8 – Vrbový plůtek, řez km 5,601
- Příloha 9 – Vrbový plůtek, řez km 7,635
- Příloha 10 – Rozvolnění břehu, řez km 5,154
- Příloha 11 – Rozvolnění břehu, řez km 5,257
- Příloha 12 – Nepropustný výhon, řez km 6,997
- Příloha 13 – Rybí úkryt, řez km 7,466
- Příloha 14 – Tůň a rybí úkryt, řez km 6,101
- Příloha 15 – Slepé rameno, řez km 7,190
- Příloha 16 – Slepé rameno, řez km 7,347
- Příloha 17 – Tůň, řez km 4,945
- Příloha 18 – Slepé rameno, řez km 5,040
- Příloha 19 – Podélný profil