

Závěrečná zpráva studie:

„Fluviálně-geomorfologická studie vývoje korytových náplavů řeky Labe v úseku Střekov – státní hranice“

pro účely dokumentace přírodního prostředí řeky Labe v Chráněné krajinné oblasti Labské pískovce (a přilehlých úsecích toku) a pro účely získání podkladů pro péči a ochranu stanovišť vázaných na řeku Labe, a to zejména ve světle probíhající klimatické změny

2019



Zhotovitel:

Ostravská univerzita
Přírodovědecká fakulta
Katedra fyzické geografie a geoekologie
30. dubna 22
70200 Ostrava
IČO: 61988987
DIČ: CZ61988987

Odpovědní řešitelé za PŘF OU:

RNDr. Václav Škarpich, Ph.D.
doc. RNDr. Jan Hradecký, Ph.D.
RNDr. Tomáš Galia, Ph.D.
Mgr. Lukáš Vaverka



Objednatel

Správa Národního parku České Švýcarsko
se sídlem: Pražská 457/52, 407 46 Krásná Lípa
IČO: 06342477, DIČ: CZ06342477
zastoupená Ing. Pavlem Bendou, Ph.D.,
ředitelem
Zástupce ve věcech odborných: Ing. Petr
Bauer (tel. 602 491 752, email:
p.bauer@npcs.cz)

Obsah

1 Úvodní slovo	3
2 Rešerše variantního řešení potenciálních revitalizačních přístupů pro studovaný úsek řeky Labe	5
3 Katalog vhodných příkladových revitalizačních, managementových a vodohospodářských opatření potenciálně využitelných v zájmovém úseku řeky Labe.....	14
3.1 Projekt revitalizace zaústění řeky Pielach do Dunaje	14
3.2 Projekt revitalizace zaústění řeky Ybbs (řeky Jívce) do Dunaje	17
3.3 Zpětné vody (říční zátočina) a poloostrov v oblasti Gauernitzer Elbinsel	20
3.4 Boční rameno Dunaje u obce Schallemersdorf	22
3.5 Revitalizace bočního ramena (zátočin) na řece Rýn poblíž obce Bislich	24
3.6 Obnovení říční nivy řeky Labe v Lenzen u	27
3.7 Frauengärten biotope – revitalizace říční zátočiny na Dunaji	29
4 Zhodnocení morfologie vybraných lavic	32
5 Analýza zrnitostního složení povrchové vrstvy vybraných lavic.....	39
6 Analýza zrnitostního složení podpovrchové vrstvy vybraných lavic	46
7 Shrnutí	49
Literatura	51
Internetové zdroje.....	53
Přílohy.....	55

1 Úvodní slovo

Zabránit dalšímu zhoršování ekologického stavu povrchových i podzemních vod a zlepšit stav vod a na vodu vázaných ekosystémů je jedním z hlavních úkolů Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES). V souvislosti s ekologickým stavem vodních toků je nutné brát v úvahu také hydromorfologický stav koryta a přilehlé nivy. Hydromorfologie každého koryta a nivy je v obecné rovině unikátní a je dána mnoha faktory zahrnující např. vliv litologie, klimatu, bioty v povodí, a na to následně navázaného hydrologického a splaveninového režimu řek. V neposlední řadě je nutné zahrnout také významný vliv člověka, který hydromorfologický stav vodních toků výrazně poznamenal a stále poznamenává.

Řeka Labe byla v úseku od Ústí nad Labem po státní hranici se Spolkovou republikou Německo před prvními zásahy člověka charakteristická výskytem říčních ostrovů, které rozvětvovaly koryto, zákrutami s výskytem bočních korytových náplavů v jesebních částech a erozními procesy působícími ve výsepních částech nebo částečně vyvinutými náplavovými kužely v oblastech bočních přítoků. S příchodem člověka byl tento stav poznamenán a dnes je v některých úsecích koryto řeky Labe stabilizováno s příčným průřezem ve tvaru lichoběžníku s kamenným pohozením a záhozem na březích. Výsledkem je tak nepříznivý hydromorfologický stav koryta a přilehlé říční nivy. Důležitým faktorem podmiňujícím vývoj štěrkových náplavů a následně ostrovů je samotný splaveninový režim řeky Labe. Jak již bylo zmíněno ve studii Škarpich a kol. (2018), chod splavenin v rámci povodí Labe byl v minulosti (i v současnosti) ovlivněn antropogenní činností. Tato činnost souvisí především s výskytem bariér v povodí, které brání přirozenému chodu splavenin v tzv. říčním kontinuu (sensu Kondolf 1997).

Cílem této studie je poukázat na základní problémy spojené s degradací hydromorfologického stavu koryta a přilehlé říční nivy řeky Labe ve sledovaném úseku. Dalším krokem je pak představení vhodných potenciálních revitalizačních opatření v rámci sledovaného úseku v komparaci s ukázkami podobných opatření řešených na alespoň částečně srovnatelných řekách v rámci Evropy (Labe v SRN, Rýn, Dunaj). Dílčí součástí jsou také doporučení pro management z hlediska splaveninového režimu v korytě Labe a povodí, které byly diskutovány částečně již ve studii Škarpich a kol. (2018) a poukázání na nutnost nezhoršování stavu tohoto režimu v důsledku pravidelného managementu koryta Labe pro plavební účely. Druhá část studie se poté věnuje založení monitoringu na dalších lokalitách ve sledovaném úseku řeky

Labe z hlediska postižení změn v morfologii a charakteru zrnitosti akumulovaného materiálu korytových náplavů (štěrkových lavic).

2 Rešerše variantního řešení potenciálních revitalizačních přístupů pro studovaný úsek řeky Labe

Variantní řešení potenciálních revitalizačních přístupů ve studovaném úseku řeky Labe vychází ze současného a historického stavu a vývoje koryta a přilehlé říční nivy. Systematické úpravy studovaného úseku Labe probíhaly od 19. století, kdy bylo koryto technicky upravováno stabilizací břehů, prohlubováno a hrazeno z důvodu zajištění plavebních podmínek, protipovodňové ochrany a také získání území nadříčního terénu pro různé účely (zemědělské využití, průmyslové využití, atd.). Důsledkem těchto úprav bylo zúžení koryta, zánik původních ostrovů a transformace korytových náplavů v souvislosti se změnou erozně-akumulačních procesů a také omezení přirozeně vyvíjející se říční nivy. Tento stav přetrvává do současnosti, kdy jsou ovlivněny například erozně-akumulační procesy v souvislosti se stabilizací zdrojů sedimentů v povodí různými regulačními zásahy (hrazení, opevnění břehů, atp.). Výsledkem je zhoršení hydromorfologického stavu řeky Labe. Důležitým faktorem v rámci zhoršeného hydromorfologického stavu je také splaveninový režim, který je nutné řešit v kontextu přípravy a realizace možných revitalizačních přístupů a jejich udržitelností.

V souvislosti s hledáním možných přístupů revitalizace koryta a říční nivy řeky Labe ve studovaném úseku je nutné mít také na paměti charakter toku a přilehlého území. Úsek řeky Labe je od Ústí nad Labem po státní hranici se Spolkovou republikou Německo charakteristický jednoduchým, místy (dnes již zaniklým) rozvětveným korytem s úzkou, mnohdy téměř nevyvinutou říční nivou z důvodu omezení svahy úzkého a sevřeného údolí. Z hlediska zlepšování hydromorfologického stavu je vhodné přemýšlet o odstraňování břehových opevnění ve sledovaném úseku řeky Labe s cílem podpory přirozených procesů probíhajících v korytě (například procesy boční eroze, podpora přirozeného rozlivu v případě zvýšených průtoků a propojení koryta s říční nivou). Je pochopitelné, že u některých úseků v intravilánu nebo poblíž zastavěného území není možné tato opatření realizovat. Mimo zastavěné území však mohou tato opatření pomoci ke znovunastolení přírodě blízkého vývoje a zlepšení hydromorfologického stavu nejen koryta, ale také říční nivy. Některá tato opatření byla již v minulosti realizována např. na Dunaji (Kraus a Kaufmann 2014) nebo na dolním toku řeky Labe (Damm 2013). U mnohých v minulosti realizovaných regulačních zásahů v podobě opevnění mimo zastavěné území a intravilány ve sledovaném úseku Labe jsou dnes již patrné náznaky destrukce. Cílem by tak mělo být alespoň ponechání těchto regulací postupné

destrukci bez opětovné opravy. Přirozené procesy způsobené proudící vodou mnohdy dokáží říční koryto zformovat do přírodě blízkého stavu i bez jakýchkoliv revitalizačních opatření. Výchozím stavem pro odvození potenciálních revitalizačních opatření ke zlepšení hydromorfologie koryta a nivy Labe je období před významnými regulačními zásahy člověka. Historická analýza je tak nedílnou součástí pro stanovení základních prvků v rámci fungování fluviálního systému, které byly díky antropogennímu vlivu člověka v korytě Labe ovlivněny, transformovány, popř. zcela zanikly. Touto problematikou se zabýval na dolním úseku Labe v ČR ve své práci Raška a kol. (2017), Škarpich a kol. (2018) nebo ve Spolkové republice Německo pak na středním toku Labe Scholten a kol. (2003). **Mezi hlavní problematické prvky spojené s původním stavem koryta a nivy řeky Labe ve studovaném úseku, které jsou dnes významně ovlivněny nebo transformovány člověkem, je možné zařadit především: (i) degradace štěrkových náplavů a zánik ostrovů na Labi a s tím spojený zánik (bočních) ramen, (ii) transformace ústí přítoků řeky Labe, (iii) transformace erozně-akumulačních procesů spojených s transformací korytových náplavů.**

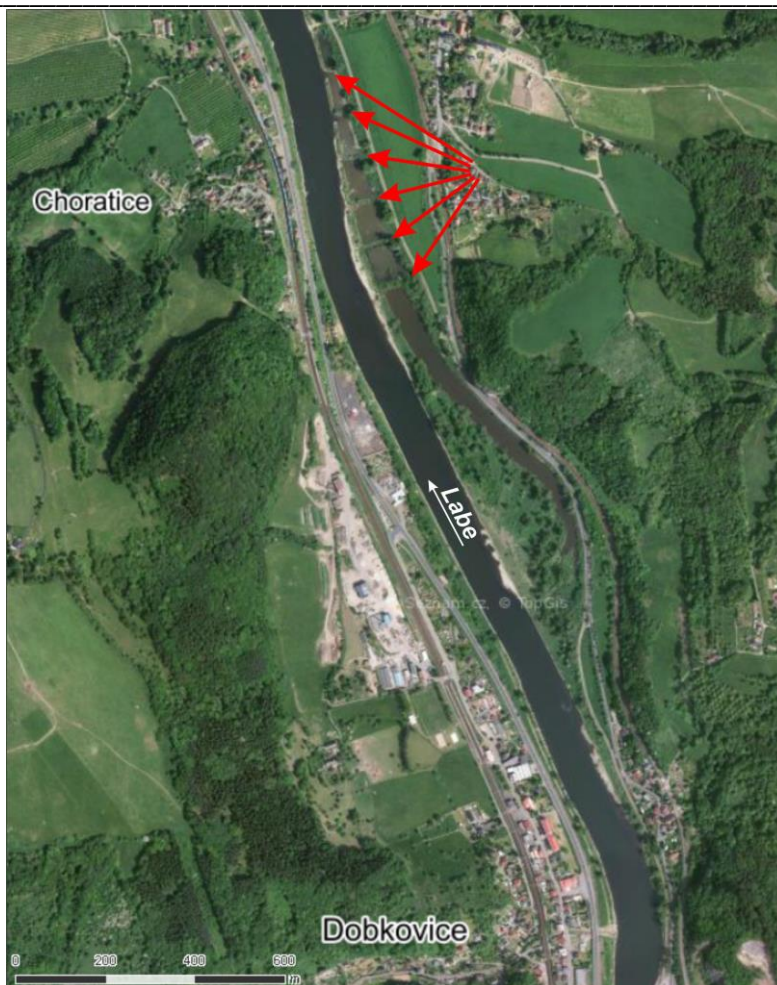
Otázkou postupného zániku nebo transformace ostrovů a korytových náplavů se zabývali ve své práci již výše zmínění Raška a kol. (2016) a Škarpich a kol. (2018). Říční ostrovy a také štěrkové náplavy byly v minulosti na řece Labi vesměs hojné, což svědčí také o vyšší dynamice sedimentů (štěrků, písků, jílu) transportovaných vodním tokem s následnou depozicí v místech snížené unášecí kapacity. Říční ostrovy jsou obecně považovány za zdroj hydromorfologické a ekologické diverzity. Ostrovy v říčních systémech vytvářejí izolovanou enklávu s různou dynamikou vývoje rostlinných a živočišných druhů (sensu MacArthur a Wilson 1967) oproti okolnímu prostředí např. v rámci okolní říční nivy. V souvislosti s výskytem ostrovů vznikají také další prvky koryta zvyšující hydromorfologickou a následně biologickou diverzitu. Jedním z nich jsou tzv. říční (boční) ramena. Říční ramena ve fluviálních systémech mohou plnit mnoho důležitých rolí, například z hlediska vhodných biotopů, které jsou v případě využívání vodního toku pro lodní dopravu chráněny před vlněním vznikajícím v důsledku proplouvání lodí.

Obecně jsou říční ramena formována často erozními procesy souvisejícími s meandrováním koryta. V tomto případě říční ramena a ostrovy vznikají při dynamickém posunu koryta s následným tzv. zaškrcením meandru. Druhým základním procesem podmiňujícím vývoj říčních ramen je depozice sedimentárního materiálu z důvodu již zmíněné snížené transportní

kapacity. Z pohledu výskytu a vývoje ostrovů na Labi se jedná především o druhý jmenovaný proces související s depozicí sedimentárního materiálu v důsledku snížené transportní kapacity, vývoje ostrovů a rozčlenění koryta. V souvislosti s terminologií poté hovoříme o rozvětvení koryta na dvě (popřípadě i více) ramen nebo o oddělení ramen(a) od hlavního toku (Brierley a Fryirs 2005).

Dalším prvkem v korytech zvyšující hydromorfologickou diverzitu mohou být tzv. zpětné vody (v anglicky psané literatuře pojmenovávají jako tzv. *backwaters*). Tyto formy říčních zátočin propojené v dolní části (směrem po proudu) s hlavním korytem jsou tvořené podélnými poloostrovy vybíhajícími z břehové partie koryta vodního toku. V zátočině je charakteristický výskyt částečně stagnující vody, která vytváří vhodné stanoviště pro některé druhy vodních organismů. Tento biotop je s hlavním korytem propojen a je zde tedy umožněna migrace organismů na rozdíl třeba od mrtvých ramen. Navíc v případě využívání řeky pro lodní dopravu poloostrov, který vytváří zátočinu zpětných vod, chrání tento biotop před vlněním iniciovaným proplouvajícími loděmi. V současnosti se ve studovaném úseku tyto zpětné vody vyskytují, avšak bez jakéhokoliv ekologického významu, jelikož jsou v nich umístěny přístaviště, kotviště a doky (např. Západní přístav v Ústí nad Labem či v dok/kotviště v Děčíně – V Rozbělesích).

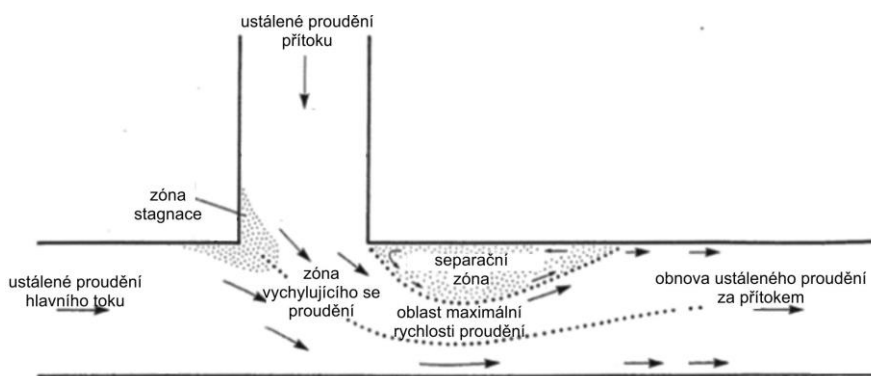
Na základě výše uvedených skutečností je pak vhodné uvažovat o potenciální revitalizaci koryta řeky Labe vzhledem k dříve se vyskytujícímu ostrovu v Děčíně – XXXIII Nebočadech, kdy v dnešní době je toto území předmětem ochrany jako Přírodní památka Nebočadský luh. Tuto oblast je vhodné řešit buďto jako obnovu původního stavu vyskytujícího se ostrova s bočním ramenem nebo jako alternativa připadá v úvahu vytvoření zpětných vod s výskytem poloostrovní části. V souvislosti s možným řešením této lokality jako zpětných vod (zátočiny) by v současnosti postačovalo odstranění usměrňovacích výhonů. Tyto výhony omezují propojení zátočiny s hlavním korytem a neumožňují tak využívání biotopu pro organismy, které migrují hlavním korytem řeky Labe (viz obr 2.1). Dalšími lokalitami pro možnou budoucí revitalizaci jsou pak oblasti, ve kterých se tyto ostrovy v minulosti vyskytovaly. Podrobněji byly tyto lokality diskutovány ve studii Škarpicha a kol. (2018).



Obr. 2.1: PP Nebočadský luh s výhony (naznačené červenými šipkami) v pravobřežní partii koryta Labe omezující propojení s hlavním korytem řeky Labe (zdroj: Mapy.cz).

Důležitou součástí v rámci formování fluviálních systémů v návaznosti také na koryto a říční nivu řeky Labe jsou oblasti zaústění bočních přítoků. V literatuře se setkáváme s touto problematikou v rámci studia tzv. soutokové hydrodynamické zóny (Best 1986). Vzhledem k tomu, že na soutocích dochází ke kontaktu vodních toků s rozdílnými hydrologickými a transportními parametry, se zde vyskytují specifické hydrodynamické procesy související s turbulentním prouděním a výskytem sekundárních proudů, které ovlivňují erozně-akumulační procesy (viz obr. 2.2). Tyto procesy jsou následně významným činitelem při formování hydromorfologické diverzity projevující se v charakteristickém výskytu korytových náplavů v místech stagnace proudění a tzv. separační zóny (viz obr. 2.2) nebo erozních projevů v podobě zahloubení v centru soutoku (místě styku proudnic v oblasti s maximální rychlosti proudění, viz obr. 2.2) (Mosley 1976). Na hydromorfologickou diverzitu ústí přítoků (soutoků)

je následně vázána biologická diverzita, kdy soutoky řek poskytují osobité stanovištní podmínky pro různé druhy vodních organismů, které mohou mnohdy využívat také mísení různých vod s různými kvalitativními znaky (např. rozdílným obsahem rozpuštěných a nerozpuštěných látek).



Obr. 2.2: Základní schematické rozčlenění soutokové hydrodynamické zóny vzhledem k hydrodynamickým procesům (převzato a upraveno z: Best 1987).

Mezi hlavní vytipované lokality pro potenciální revitalizace ústí přítoků ve sledovaném úseku řeky Labe je možné zahrnout především zaústění největších přítoků. Dalším parametrem je také míra antropogenního ovlivnění, kdy je v první řadě vhodné vybírat ústí, která nejsou v přímém kontaktu se zastavěným územím (viz obr. 2.3). Na základě těchto parametrů je možné předběžně vytipovat několik vhodných přítoků pro budoucí revitalizaci (tab. 2.1): (i) pravostranný přítok Olešnického potoka ve Velkém Březně, (ii) pravostranný přítok Homolského potoka ve Velkém Březně, (iii) pravostranný přítok Lučního potoka v Malém Březně (viz obr. 2.3) a (iv) pravostranný přítok Kameničky v Děčíně – XXXII Boleticích nad Labem. Mezi potenciální lokality je možné zahrnout také (v) ústí bezejmenného pravostranného přítoku v Podskalí, kde je v oblasti vyústění do řeky Labe nápadně vyvinutá také vrcholová lavice v pravotočivé zákrutě v jesešní pravobřežní části. Do budoucna je samozřejmě vhodné přemýšlet také o revitalizacích zaústění ostatní přítoků, např. Kamenice, Ploučnice, atp.

Tab. 2.1: Přehled vytipovaných lokalit pro potenciální revitalizace ústí bočních přítoků.

Název přítoku	Ř. km	Souřadnice (WGS 84)	Lokalita	Charakteristika
Olešnický potok	756,6	50.669323N, 14.137005E	Velké Březno	Pravostranný přítok, ústící do jesešní části pravotočivé zákruty, nejbližší zástavba ve vzdálenosti cca 150 m.
Homolský potok	756,2	50.6674781N, 14.1433108E	Velké Březno	Pravostranný přítok, ústící do jesešní části pravotočivé zákruty, nejbližší zástavba ve vzdálenosti cca 100 m.
Luční potok	754,6	50.6736831N, 14.1670861E	Malé Březno	Pravostranný přítok, ústící do jesešní části pravotočivé zákruty, nejbližší zástavba ve vzdálenosti cca 200 m.
Kamenička	745,0	50.7469761N, 14.1832653E	Děčín – XXXII Boletice n. L.	Pravostranný přítok, ústící do výsešní části levotočivé zákruty, nejbližší zástavba ve vzdálenosti cca 100 m.
Bezejmenný přítok	735,2	50.8132811N, 14.2258372E	Podskalí	Krátký pravostranný přítok ústící do jesešní části pravotočivé zákruty.



Obr. 2.3: Výřez z mapy II. vojenského mapování Františkova z let 1836-1852 (vlevo) a leteckého snímku z roku 2016 (vpravo) s ústím pravostranného přítoku Lučního potoka v Malém Březně (zdroj: Mapy.cz).

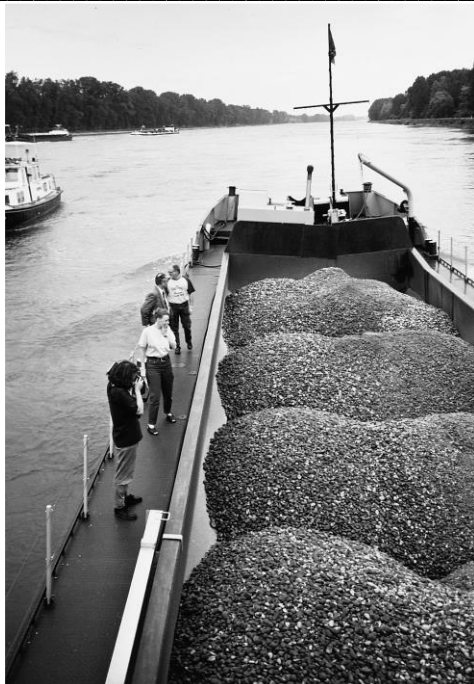
V kap. 3 jsou poté uvedeny příklady revitalizací zaústění bočních přítoků. Vzhledem k výše vytipovaným lokalitám je nutné mít na paměti, že boční přítoky Labe nedosahují takových vodností, šířky a hloubky koryt a množství přinášeného materiálu přítokem vzhledem k uvedeným příkladům revitalizací ústí v kap. 3.

Vhodné je také přemýšlet o eliminaci antropogenního impaktu ve sledovaném úseku. Především v úsecích mimo zastavěné území jsou např. rekonstrukce stávajících nebo konstrukce nových stabilizačních prvků opevnění břehů, těžba korytových sedimentů, aj. nežádoucí vzhledem k následnému prohloubení již zhoršeného hydromorfologického stavu koryta.

V souvislosti s antropogenně ovlivněnou změnou území v okolí studovaného úseku řeky Labe je možné také uvažovat o potenciálních revitalizačních zásazích v rámci samotné říční nivy. Problematická je však identifikace vhodných podmínek v první řadě z hlediska morfologických predispozic a také z hlediska socioekonomických nároků na danou lokalitu. Morfologickými predispozicemi je myšlen charakter koryta a přilehlé říční nivy, aby mohlo docházet např. k pravidelnému vybřežování vody z koryta a formování říční nivy, vývoji mrtvých ramen, apod. Tento stav může být ovlivněn v některých úsecích nadměrným zahloubením koryta nebo prostorovými dispozicemi úzkého či širokého údolí. Socioekonomické nároky v sobě skrývají především otázku priorit v rámci hospodářského využití území říční nivy člověkem v kontrastu nároků na ochranu přírody a krajiny. Revitalizace říčních niv s sebou nesou zcela jistě nesporné pozitivní přínosy v rámci zvýšení diverzity krajiny, trvalé udržitelnosti, eliminace negativních dopadů sucha a snížení rizika v případě zvýšených průtoků za povodní. Vzhledem k morfologickým parametrům údolí studovaného úseku řeky Labe se revitalizace říční nivy nabízí patrně jen ve dvou lokalitách. První z nich je lokalita ve Velkém Březně v pravobřežní části říční nivy při ústí Olešnického potoka a Homolského potoka, kde je kolem řeky Labe vzhledem k výškovým poměrům vytvořen souvislý pás říční nivy v současnosti využívaný jako travní porosty (přibližná lokalizace 50.6683347N, 14.1383864E WGS 84). Druhá lokalita vhodná vzhledem k pozici mimo zastavěné území a výškovým poměrům je ústí vodního toku Kamenička v Děčíně XXXII - Boleticích nad Labem a XXXI – Křešicích, kde je také vyvinutý pás kolem koryta v současnosti využívaný jako trvalý travní porost.

Nezastupitelnou roli pro realizaci a především následnou udržitelnost revitalizačních opatření souvisejících s korytovými náplavami, ostrovy a dalšími akumulacími formami v korytech řek

hraje splaveninový režim v rámci fluviálního systému, resp. fluviálního kontinua. Ve studii Škarpich a kol. (2018) byla diskutována problematika absence splavenin v korytech řek a následná iniciace efektu tzv. „hladové vody“. Pro udržitelnost akumulčních forem v korytě je samotný výskyt a množství splavenin primárním faktorem pro následné formování. Z tohoto důvodu je vhodné přemýšlet o možném nadlepšování splaveninového režimu v korytě řeky Labe. Vhodným řešením se jeví umělé (antropogenní) dodávání sedimentů (splavenin) do koryta. Tento přístup je aplikován na některých tocích v Evropě, např. na řece Rýn (viz ilustrační fotografie na obr. 2.4, Kondolf 1997) nebo na Dunaji (Tockner a kol. 1998). Tento managementový přístup má za cíl eliminovat tzv. efekt hladové vody a erozní procesy v korytě řeky (např. hloubkovou erozi). Otázkou také zůstává zprůchodňování bariér vyskytujících se ve vyšších partiích povodí i v předmětném úseku řeky Labe. Tyto bariéry mají dopad na vývoj korytových náplavů a jiných akumulací vzhledem k neumožnění průchodu splavenin přes tyto stavby. Vliv na splaveninový režim v korytě řeky Labe má také samotná prohrábka a vyhrnování sedimentů z důvodu zajištění plavebních podmínek. V případě, že k takovýmto aktivitám dochází, je vhodné deponovat odtěžený materiál nad či pod v nejbližším možném úseku, aby byla kontinuita již v současnosti ovlivněného splaveninového režimu řeky Labe zachována. **Vhodnými místy pro deponování vytěžených sedimentů se jeví především konvexních (jesepní) partie zákrut (viz obr. 2.5) v místech, kde se např. vyskytují nebo je zde náznak formování lavic (korytových náplavů). Vzhledem k pozici v rámci lavice (korytového náplavu) je potom vhodné umísťovat sedimenty do frontální (horní) části lavic v dosahu pravidelných (např. každoročních) zvýšených průtoků. Důležitým faktorem je také rovnoměrné rozprostření deponovaných sedimentů na povrchu lavice, aby bylo docíleno rychlého přirozeného rozplavování při zvýšených průtocích pro podporu vývoje korytového náplavu a dodaný sediment by tak neměl efekt usměrňovacího výhonu.**



Obr. 2.4: Lodě převážející šterky používané pro nadlepšování splaveninového režimu řeky Rýn (převzato z Kondolf 1997, rok pořízení fotografie 1994).



Obr. 2.5: Výřez z leteckého snímku z roku 2016 (vpravo) s levotočivou zákrutou v Horním Žlebu s antropogenně ovlivněným štěrkovým náplavem (z důvodu prohrádky a vyhrnování sedimentů z koryta pro zajištění plavebních podmínek) v jesební části břehu. Vhodná lokalita pro deponii sedimentů v případě nutnosti těžby splavenin z koryta (naznačená šipkou) je především ve frontální (horní) části korytového náplavu (zdroj: Mapy.cz).

3 Katalog vhodných příkladových revitalizačních, managementových a vodohospodářských opatření potenciálně využitelných v zájmovém úseku řeky Labe

3.1 Projekt revitalizace zaústění řeky Pielach do Dunaje

Řeka Pielach s délkou 70 km (s plochou povodí 593 km²) odvodňuje část pohoří Türnitzských Alp. Pramení v nadmořské výšce 976 m n. m. a z Türnitzských Alp následně protéká předhůřím Alp, kde se v nadmořské výšce 200 m n. m. vlévá do řeky Dunaj. Původní zaústění řeky Pielach do Dunaje ovlivňoval balvanitý skluz, který představoval především v sušších obdobích s nižšími průtoky překážku pro migrující živočichy (viz obr. 3.1 a 3.2) (Kraus a Kaufmann 2014). Velmi dobře je tento balvanitý skluz viditelný především na leteckém snímku na obr. 3.2, kde způsobuje zpěnění vody v korytě viditelné v centrální části obrázku (naznačeno šipkou).

Revitalizace zaústění řeky Pielach do Dunaje (obr. 3.3) spočívala v podpoře hydromorfologické diverzity s blízskou návazností na chráněné druhy rostlin a živočichů včetně zprůchodnění říční sítě pro migrující organismy [1]. Projekt revitalizace ústí řeky Pielach byl součástí rozsáhlejšího LIFE+ Projektu: Mostviertel-Wachau (2009 – 2014) s náklady € 8,831 hrazené Evropskou unií, městem Amstetten (Municipality of Amstetten, Amstetten Municipal Works Department), Krajinným fondem Dolní Rakousy (Lower Austrian Landscape Fund), Rybářskou asociací Dolní Rakousy (Lower Austrian Fisheries Association) a Vodohospodářským oddělením Dolní Rakousy (Lower Austria Hydro-Engineering Department) (Kraus a Kaufmann 2014).

Samotná revitalizace zahrnovala odstranění balvanitého skluzu a tím odstranění překážky v rámci říčního kontinua. V souvislosti s tímto bylo přistoupeno k rozvětvení vyústní partie řeky Pielach do Dunaje ([1], Kraus a Kaufmann 2014). K rozvětvení koryta napomáhá také vytvořený práh z větších balvanů stabilizovaný pod niveletou dna a částečně vystupující i nad niveletu dna koryta a opevnění břehové partie viditelné na obr. 3.4 (naznačeno šipkami). V budoucnu je předpokládáno rozplavení těchto balvanů a přirozený vývoj soutokové zóny. Generelně došlo v rámci revitalizace k rozšíření korytové části soutokové zóny, které substituují přirozeně vyvíjející se soutokové oblasti vodních toků s vytvořenými soutokovými lavicemi a rozvětvením koryta. V rámci revitalizace soutokové oblasti došlo také k doplnění mrtvé dřevní hmoty do koryta. Kromě zprůchodnění pro migrující organismy navíc revitalizační

opatření přispělo k vytvoření vhodných stanovištních podmínek pro různé druhy vodních organismů (např. třecí oblasti pro ryby).



Obr. 3.1: Původní zaústění řeky Pielach do Dunaje na leteckém snímku z 2. července 2008 (zdroj: Google Earth Pro).



Obr. 3.2: Původní zaústění řeky Pielach do Dunaje na leteckém snímku z 25. března 2011 (zdroj: Google Earth Pro).



Obr. 3.3: Zaústění řeky Pielach do Dunaje po revitalizačním zásahu na leteckém snímku ze 7. června 2014
(zdroj: Google Earth Pro).



Obr. 3.4: Ústí řeky Pielach po revitalizaci (převzato ze zdroje: [1]).



Obr. 3.5: Letecká fotografie ústí řeky Pielach do Dunaje před a po revitalizaci (zdroj: [2]).

3.2 Projekt revitalizace zaústění řeky Ybbs (řeky Jívce) do Dunaje

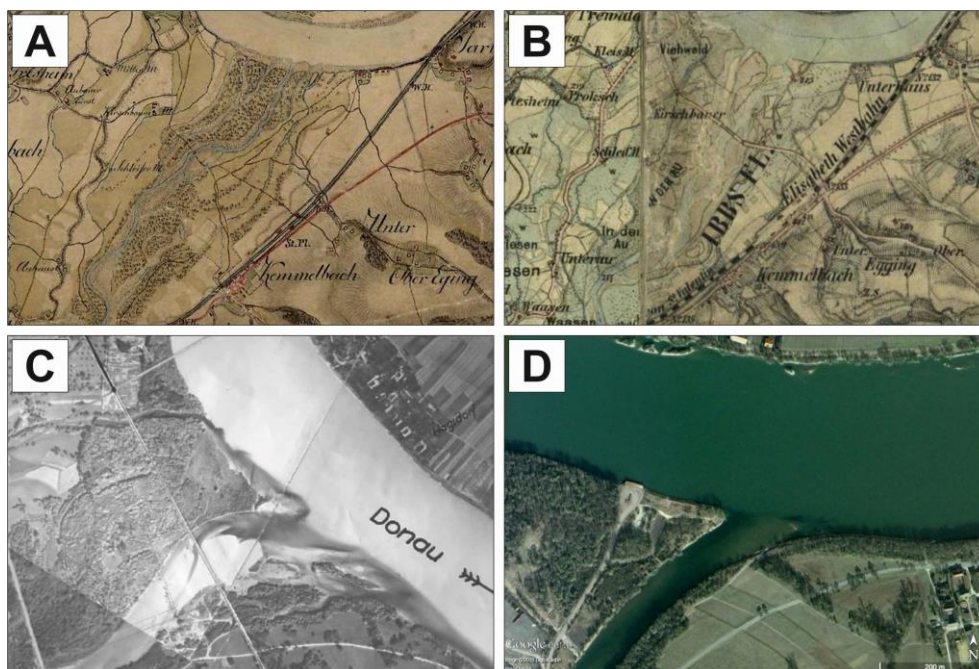
Řeka Ybbs s délkou 138 km (s plochou povodí 1300 km²) odvodňuje část Severních vápencových Alp. Pramení v nadmořské výšce 1350 m n. m. a vlévá se zprava do Dunaje v nadmořské výšce 217 m n. m. u města Ybbs an der Donau.

Projekt revitalizace ústí řeky Ybbs do Dunaje byl součástí rozsáhlého projektu LIFE-Nature “Danube-Ybbs Confluence” byl zahájen 1. července 2004 a ukončen v polovině roku 2009. Hlavním cílem projektu bylo rozšíření sítě vodních útvarů propustných především pro rybí společenstva a také zlepšení stanovištních podmínek pro rybí faunu v řekách Dunaj a Ybbs.

Hlavní ideou bylo obnovení přírodě blízkého koryta řeky Ybbs v místě soutok s Dunajem, které se zde nacházelo v období před regulací (obr. 3.6A, B a C). Regulační práce spojené se stabilizací břehové zóny koryta řeky Ybbs na soutoku s Dunajem (viz obr. 3.6D) jsou datovány do 70. let 20. století. Revitalizace soutokové zóny řeky Ybbs s Dunajem spočívala především v rozvolnění koryta s vytvořením bočních ramen se štěrkovými lavicemi (viz obr. 3.7), které podpoří zlepšení stanovištních podmínek pro různé druhy rostlin a živočichů, především pak

různých juvenilních populací ryb. Celková plocha území současné revitalizované ústí řeky Ybbs zahrnuje cca 9 ha. V rámci revitalizačních úprav bylo vytěženo a přemístěno 80 000 m³ organického materiálu, zeminy, štěrku (Kaufmann a kol. 2009). Na vytvořených ostrovech v rámci soutokové oblasti byla ponechána stromová vegetace jako potenciální zdroj mrtvé dřevní hmoty, která může v budoucnu zvýšit heterogenitu koryta (viz obr. 3.8 a obr. 3.9)

Důležitou součástí projektu byl také monitoring před realizací revitalizačních opatření na soutoku řeky Ybbs s Dunajem a následný post-monitoring. Z původních 13 druhů ryb zjištěných v rámci monitoringu před realizací se zvýšil počet druhů zjištěných v rámci post-monitoringu na 20, především se pak jednalo o juvenilní stádia populace. Z hlediska podpory stanovištních podmínek a na to vázaný výskyt rybích druhů byl zjištěn výskyt 8 druhů ryb, které jsou vyjmenovány v Příloze II - Druhů živočichů a rostlin v zájmu společenství, jejichž ochrana vyžaduje vyznačení zvláštních území ochrany Směrnice Rady č. 92/43/EHS (Směrnice o stanovištích), jako hlavatka podunajská (*Hucho hucho*), ježdík žlutý (*Gymnocephalus schraetser*), drsek menší (*Zingel streber*), drsek větší (*Zingel zingel*), jelec ručejník (*Leuciscus souffia agassizi*), bolen dravý (*Aspius aspius*), plotice lesklá dunajská (*Rutilus pigus virgo*), vranka obecná (*Cottus gobio*) [3, 4, 5].



Obr. 3.6: Ústí řeky Ybbs do řeky Dunaje na (A) mapě II. vojenského mapování Františkova z let 1836-1852 (zdroj: MAPIRE - Historical Maps Online), (B) mapě III. vojenského mapování Františko-josefského z let 1869 až

1887 (zdroj: MAPIRE - Historical Maps Online), (C) leteckém snímku z roku 1940 (převzato z Kaufmann a kol. 2009) a (D) leteckém snímku z roku 2002 (zdroj: Google Earth Pro).



Obr. 3.7: Štěrkové lavice revitalizovaného ústí řeky Ybbs do řeky Dunaj (foto: Vaverka, L. 2018).



Obr. 3.8: Letecká fotografie revitalizovaného ústí řeky Ybbs do řeky Dunaj (převzato z Kaufmann a kol. 2009).



Obr. 3.9: Ponechaná stromová vegetace jako potenciální zdroj diverzity a mrtvé dřevní hmoty v ostrovních partiích revitalizovaného ústí řeky Ybbs do řeky Dunaj (foto: Vaverka, L. 2018).

3.3 Zpětné vody (říční zátočina) a poloostrov v oblasti *Gauernitzer Elbinsel*

Příkladem zpětných vod jako biotopu pro různé druhy vodních organismů včetně některých druhů migrujících ryb může být na řece Labi *Gauernitzer Elbinsel* ve Spolkové republice Německo poblíž obce Gauernitz (viz obr. 3.10). Tento prvek v rámci koryta je v období normálních průtoků tvořen poloostrovem, který uzavírá zpětné vody (zátočinu) v horní partii a v dolní partii je zátočina propojena s hlavním korytem (obr. 3.11). V zátočině se v tomto období vyskytuje převážně stagnující voda, která vytváří vhodný biotop pro některé druhy vodních organismů, které mohou volně migrovat do hlavního koryta řeky Labe. Další výhodou je také ochrana tohoto biotopu před vlněním iniciovaným proplouvajícími loděmi hlavním korytem řeky Labe podobně jako v případě např. bočních ramen. V případě zvýšených průtoků je pak v horní části oblasti *Gauernitzer Elbinsel* vytvořené průtočné povodňové koryto. V tomto období se tak na určitou dobu poloostrov stává ostrovem a zátočina se mění na boční rameno (obr. 3.11).



Obr. 3.10: Gauernitzer Elbinsel, dolní partie zpětných vod (zátočiny) propojená s hlavním korytem řeky Labe (pohled směrem po proudu, foto: Škarpich, V. 2019).

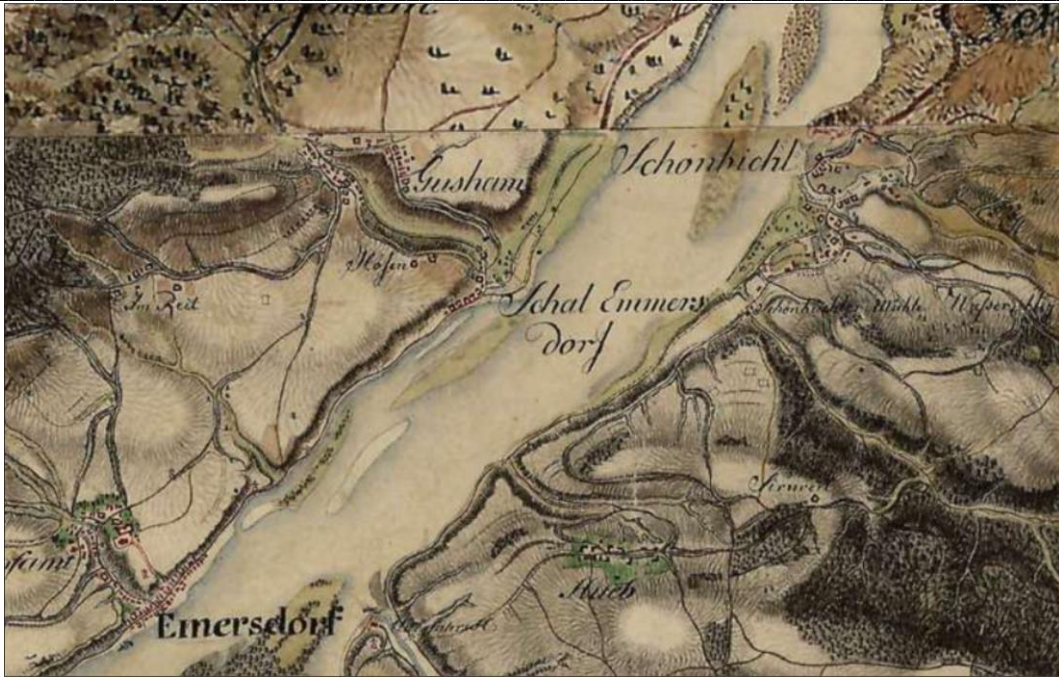


Obr. 3.11: Gauernitzer Elbinsel, vyvinutá zpětná voda (zátočina) s poloostrovem, která se mění v případě zvýšených průtoků na boční rameno řeky Labe s ostrovem (zdroj: Mapy.cz)

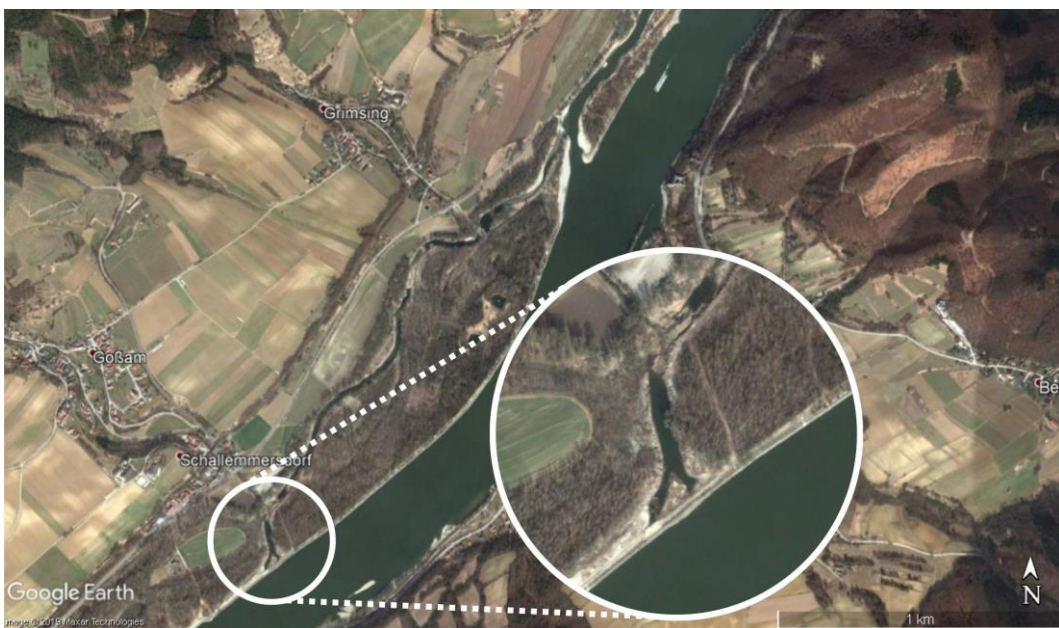
3.4 Boční rameno Dunaje u obce Schallemmersdorf

Projekt revitalizace bočního ramena Dunaje u obce Schallemmersdorf byl dílčí součástí LIFE+ Projektu Mostviertel-Wachau (2009 – 2014) s náklady € 8,831 hrazené Evropskou unií, městem Amstetten (Municipality of Amstetten, Amstetten Municipal Works Department), Krajinným fondem Dolní Rakousy (Lower Austrian Landscape Fund), Rybářskou asociací Dolní Rakousy (Lower Austrian Fisheries Association) a Vodohospodářským oddělením Dolní Rakousy (Lower Austria Hydro-Engineering Department) ([1], [2], Kraus a Kaufmann 2014).

Revitalizace spočívala v obnovení podobného stavu koryta (viz obr. 3.12) z období před zahájením systematictějších regulačních prací na Dunaji, kdy v minulosti byla řeka upravována především pro potřeby plavby. Hlavním cílem bylo propojení mrtvého ramena s hlavním korytem Dunaje. Toto rameno se před revitalizací nacházelo v levobřežní partii v říční nivě (viz obr. 3.13) a bylo původně propojeno s hlavním korytem jen částečně v dolní vyústní oblasti. Při revitalizaci bylo odstraněno opevnění břehové partie v horní levobřežní oblasti původně regulovaného koryta (viz výřez na obr. 3.13). Výsledkem byl vznik bočního ramena o délce 2 km ([6], [7], Kraus a Kaufmann 2014) (viz obr. 3.14), které spolu s níže revitalizovaným ramenem v rámci LIFE+ Projektu Wachau (2003-2008) [8], vytvořilo boční ramena v celkové délce 4 km. Revitalizované boční rameno navíc odpojilo část území za vzniku ostrova, což napomohlo k vytvoření vhodného habitatu pro některé druhy živočichů senzitivních na lidskou přítomnost, např. orla mořského (*Haliaeetus albicilla*) nebo čápa černého (*Ciconia nigra*). Na vytvořeném ostrově se navíc vyskytuje 160 stromů, které využívá pro své životní potřeby lesák rumělkový (*Cucujus cinnaberius*) jmenovaného v Příloze II - Druhů živočichů a rostlin v zájmu společenství, jejichž ochrana vyžaduje vyznačení zvláštních území ochrany Směrnice Rady č. 92/43/EHS (Směrnice o stanovištích). Jedním z důvodů revitalizace a vzniku bočního ramena bylo také vytvoření vhodného habitatu např. pro juvenilní populace ryb vyskytující se v dané oblasti chráněné ostrovní partií před negativním vlivem vlnění způsobeným proplouvajícími loděmi ([6], [7], Kraus a Kaufmann 2014).



Obr. 3.12: Výřez mapy II. vojenského mapování Františka z let 1836-1852 (zdroj: MAPIRE - Historical Maps Online) s úsekem řeky Dunaje poblíž obce Schallengersdorf.



Obr. 3.13: Úsek Dunaje v oblasti Schallengersdorf na leteckém snímku z roku 2017 (zdroj: Google Earth Pro).



Obr. 3.14: Úsek Dunaje v oblasti Schallemmersdorf na leteckém snímku z roku 2017 (zdroj: Google Earth Pro) a letecké fotografii (zdroj: [6])

3.5 Revitalizace bočního ramena (zátočin) na řece Rýn poblíž obce Bislich

Projekt revitalizace bočního ramena při vyšších průtocích, resp. zátočin při nižších průtocích, Rýna u obce Bislich byl součástí LIFE+ Projektu Bislich-Vahnum (LIFE08 NAT/DE/007) z let 2010 - 2019 [9]. Oblast spadá do chráněného území v rámci Ramsarské úmluvy, chráněné ptáčích oblasti “Unterer Niederrhein”, soustavy chráněných území v rámci NATURA 2000 a také chráněného území rybí oblasti mezi obcemi Emmerich – Bad Honnef, které má za cíl ochranu především zástupců čeledi lososovitých a mihulovitých v řece Rýn (Markgraf-Maué a kol. 2019).

Hlavním cílem revitalizace bylo zlepšení přírodních podmínek z hlediska vytvoření vhodného habitatu pro vodní a mokřadní organismy (především ryby, vodní ptactvo atd.), které se nacházejí v řece Rýn a v jejím okolí. Původním záměrem bylo propojení několika vodních útvarů (menších nádrží), které se nacházely na pravém břehu řeky Rýna, což by vedlo k vytvoření bočního ramena v délce 2,5 km. Bohužel tohoto dosaženo nebylo z důvodu nemožnosti využít některé vhodné pozemky v okolí koryta v říční nivě. Ve finále nakonec vzniklo boční rameno v celkové délce 1,3 km, které je průtočné za vyšších vodních stavů při povodních. Za nižších vodních stavů je tento biotop tvořen dvěma zátočinami oddělenými mezi sebou úžinou a propojenými s hlavním korytem Rýna vždy pouze v jednom místě (obr.

3.16). Původně vytvořené úseky bočního ramena, resp. zátočin, které propojily jednotlivé menší nádrže, byly úzké, avšak bylo předpokládáno, že do budoucna se tyto úseky rozšíří přirozenými fluviálními procesy. Tohoto bylo dosaženo krátce po ukončení projektu, kdy během následující zimy po ukončení prací bylo boční rameno při povodni zaplaveno a částečně přemodelováno přirozenými procesy (obr. 3.17). Cílem projektu byla snaha o navržení a realizace bočního ramena, resp. zátočin, dle hydrologických a hydraulických parametrů tak, aby bylo propojeno s hlavním korytem Rýna v průměru 320 dní v roce. V rámci revitalizačních úprav bylo vytěženo a přemístěno 25 000 m³ sedimentů (štěrku, písku, hlíny) a 900 t balvanů z opevnění břehu ([9], [10], Markgraf-Maué a kol. 2019).



Obr. 3.15: Pohled na povodní zaplavené boční rameno na řece Rýn poblíž obce Bislich (zdroj: Markgraf-Maué a kol. 2019).



Obr. 3.16: Letecký snímek z roku 2019 revitalizace bočního ramena, resp. zátočin, řeky Rýn poblíž obce Bislich (zdroj: Google Earth Pro).



Obr. 3.17: Pohled na revitalizací vytvořené boční rameno na řece Rýn poblíž obce Bislich (zdroj: Markgraf-Maué a kol. 2019).

3.6 Obnovení říční nivy řeky Labe v Lenzenu

Realizovaný projekt Lenzener Elbtalaue (obr. 3.18, obr. 3.19) je vhodným příkladem realizace protipovodňové ochrany spolu s obnovením přírodě blízkých procesů probíhajících v záplavové nivě. Projekt byl realizován v letech 2002 – 2011.

V rámci revitalizace v první fázi proběhlo odsazení pravobřežní hráze dále od břehové linie řeky Labe, čímž bylo získáno 420 ha říční nivy, kde byly následně vybudovány různé prvky zvyšující hydromorfologickou diverzitu (obr. 3.20). Kromě zvýšení diverzity v rámci tohoto území vzniklá říční niva dovoluje rozlivům při zvýšených průtocích a pozitivně tak působí na transformaci povodňových průtoků.

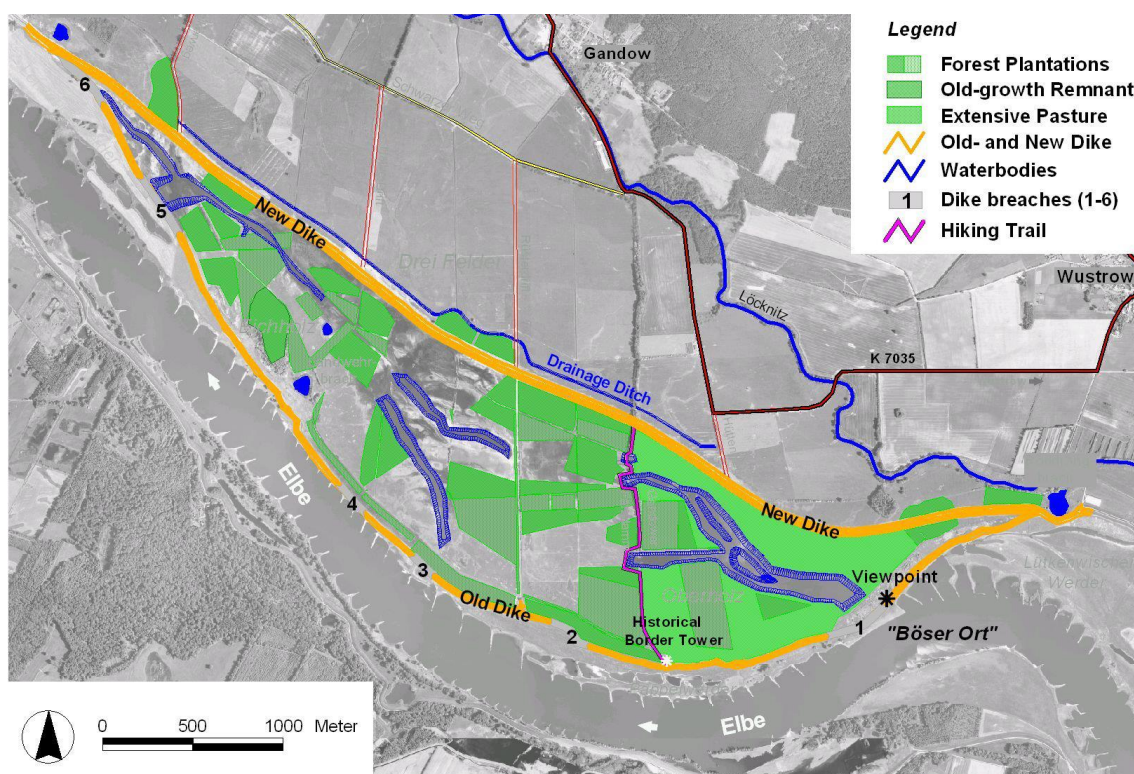
V rámci revitalizace bylo postupně přistoupeno k vytvoření různých prvků vyskytujících se v rámci přirozeně vyvíjející se říční nivy, které představují mozaiku různých biotopů. Mezi tyto prvky a biotopy, které byly vytvořeny při revitalizaci území, patřily mokřady, říční tůně, mrtvá ramena, korytové náplavy, říční pláže, lužní les atd. Lužní les ponechaný z předchozího období měl v roce 2011 po dokončení revitalizace přibližnou výměru 76 ha. Tento les se stal základem pro vývoj lužního lesa v dalších částech (přibližně na území 240 ha) v rámci přirozené sukcese. V rámci revitalizace byla také využita mrtvá dřevní hmota různě rozmístěna v celém území, jako příhodný biotop pro různé druhy organismů (Damm 2013).



Obr. 3.18: Mokřady a říční tůně revitalizované říční nivy řeky Labe u města Lenzen (převzato z Damm 2013).



Obr. 3.19: Letecká fotografie revitalizované říční nivy řeky Labe u města Lenzen (převzato z Damm 2013).

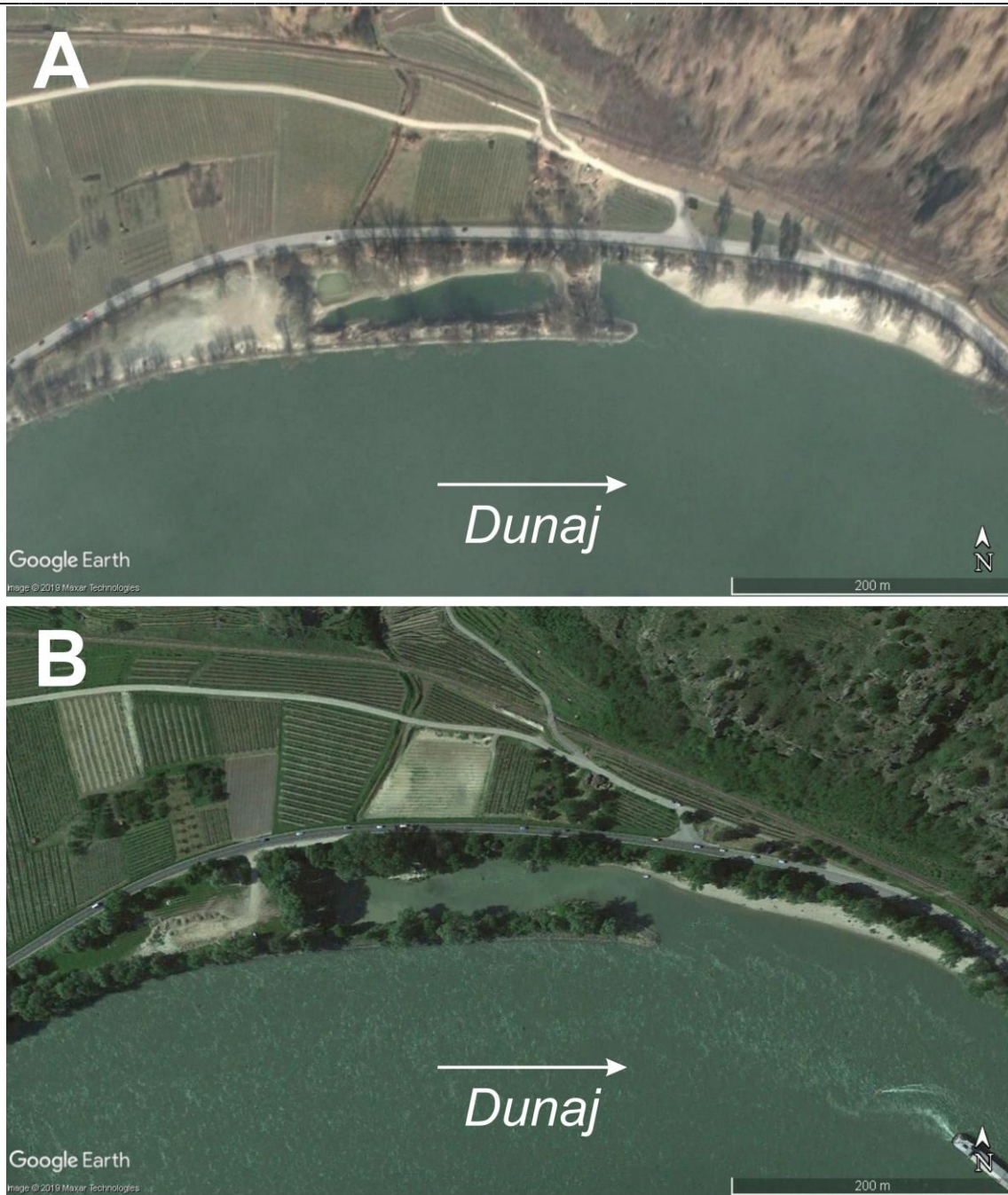


Obr. 3.20: Schematický náčrt situace v rámci revitalizované říční nivy u města Lenzen (převzato z Damm 2013).

3.7 Frauengärten biotope – revitalizace říční zátočiny na Dunaji

Revitalizace zátočiny Frauengärten biotope poblíž obce Dürnstein byla iniciována z důvodu chybějících vhodných stanovišť pro některé juvenilní populace ryb vyskytujících se v Dunaji. Revitalizace byla řešena v rámci rozsáhlého LIFE+ Projektu Mostviertel-Wachau (2009 – 2014) s náklady € 8,831 hrazené Evropskou unií, městem Amstetten (Municipality of Amstetten, Amstetten Municipal Works Department), Krajinným fondem Dolní Rakousy (Lower Austrian Landscape Fund), Rybářskou asociací Dolní Rakousy (Lower Austrian Fisheries Association) a Vodohospodářským oddělením Dolní Rakousy (Lower Austria Hydro-Engineering Department) byl v ([1], [2], Kraus a Kaufmann 2014).

Hlavním cílem bylo vytvoření zátočiny (zpětných vod) propojené s hlavním korytem Dunaje. Před realizací projektu se v levobřežní oblasti Dunaje vyskytovaly velmi zanesené periodicky vysychající malé vodní nádrže (tůně) a břeh řeky byl opevněn kamenným pohozením (viz obr. 3.21A). Nádrže byly v roce 2011 postupně propojeny mezi sebou, břehové opevnění odstraněno a celá vodní plocha byla v dolní partii (směrem po proudu) nakonec napojena na hlavní koryto řeky. Vznikla tak zátočina, která je přes 200 metrů dlouhá, chráněná od hlavního koryta poloostrovem vybíhajícím ze břehu v horní části podélně se směrem proudnice (obr. 3.21B a obr. 3.22). Zátočina v současnosti slouží jako biotop především pro juvenilní populace ryb vyskytujících se v Dunaji, které jsou zároveň vhodným zdrojem potravy pro zde se vyskytující užovku podplamatou (*Natrix tessellata*). Revitalizací vzniklé stanoviště je také vhodné pro některé druhy jednoletých rostlin vázaných na bahnité říční břehy disturbované kolísající hladinou Dunaje ([2], [7], Kraus a Kaufmann 2014).



Obr. 3.21: Letecký snímek (A) z roku 2011 (před) a (B) z roku 2014 (po) revitalizaci levobřežní části úseku řeky Dunaje s vytvořenou zátočinou napojenou v dolní části na hlavní koryto poblíž obce Dürnstein (zdroj: Google Earth Pro).



Obr. 3.22: Letecká fotografie revitalizované levobřežní části Dunaje s vytvořenou zátocinou (zpětnými vodami) poblíž obce Dürnstein (převzato z Kraus a Kaufmann 2014).

4 Zhodnocení morfologie vybraných lavic

Totožnou metodikou jako v roce 2018 byla zhodnocena morfologie vybraných lavic (náplavů) pomocí geodetického zaměření příčných profilů. Pro tuto analýzu byly zvoleny tři dosud nehodnocené lavice: levobřežní náplav v Dolním Žlebu, pravobřežní náplav v Děčíně (přístaviště Heger) a pravobřežní náplav ve Valtířově. Informaci o poloze a základních charakteristikách jednotlivých zkoumaných lavic podává tab. 4.1.

Tab. 4.1: Stručná charakteristika hodnocených korytových náplavů (lavic) z hlediska pozice v korytě a jejich lokalizace.

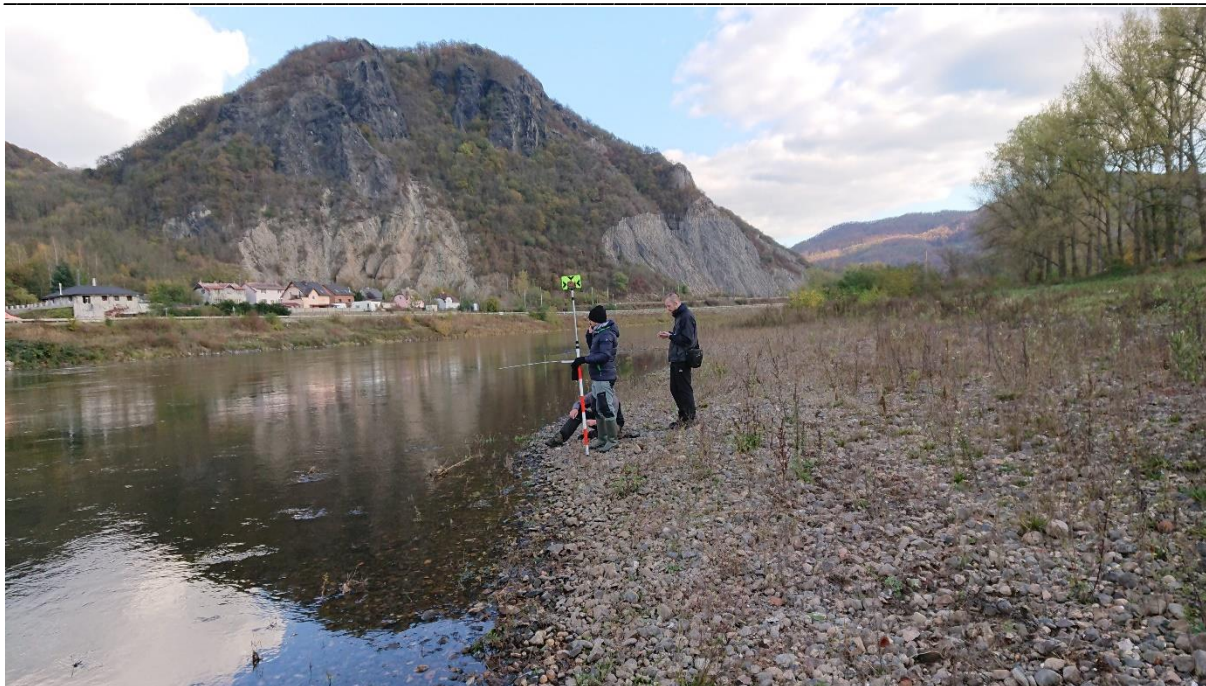
Lokalita (obec, městská část)	Ř. km	Souřadnice (WGS 84)	Foto	Stručná charakteristika lavice z hlediska pozice v korytě
Část obce Děčín XIV- Dolní Žleb	732,4	50.8374706N, 14.2252172E	Obr. 4.1	V levotočivé zákrutě v jesešní levobřežní části koryta, v dolní části lavice (v podélném průběhu) známky antropogenních úprav v minulých letech dle dostupných leteckých snímků.
Část obce Děčín I-Děčín	739,6	50.7845578N, 14.2122567E	Obr. 4.2	V pravotočivé zákrutě v místě starého přístaviště (lokalita Heger), známky antropogenních úprav (přítomnost usměrňovacího výhonu v horní části lavice, přítomnost břehového opevnění podél celé lavice, sjezd pro příjezd techniky v dolní části lavice, známky odstraňování šterku z náplavu)
Valtířov	758,1	50.6759167N, 14.1282033E	Obr. 4.3	Prostorově rozsáhlá lavice v pravotočivé zákrutě, relativně velké převýšení ve střední části lavice, bez viditelných antropogenních zásahů v posledních letech (mimo sjezdu pro příjezd techniky ve střední části lavice), dolní poproudová část lavice je hustě porostlá náletovou vegetací.



Obr. 4.1. Levobřežní lavice v Dolním Žlebu – pohled na středovou část (nahore) a zaplavenou distální část lavice během průtoku cca 200 m³/s (dole).



Obr. 4.2. Pravobřežní lavice v Děčíně-Hegeru – pohled na relativně úzkou distální část (vlevo) a zaplavenou, vegetací porostlou frontální část během průtoku cca 200 m³/s (vpravo).



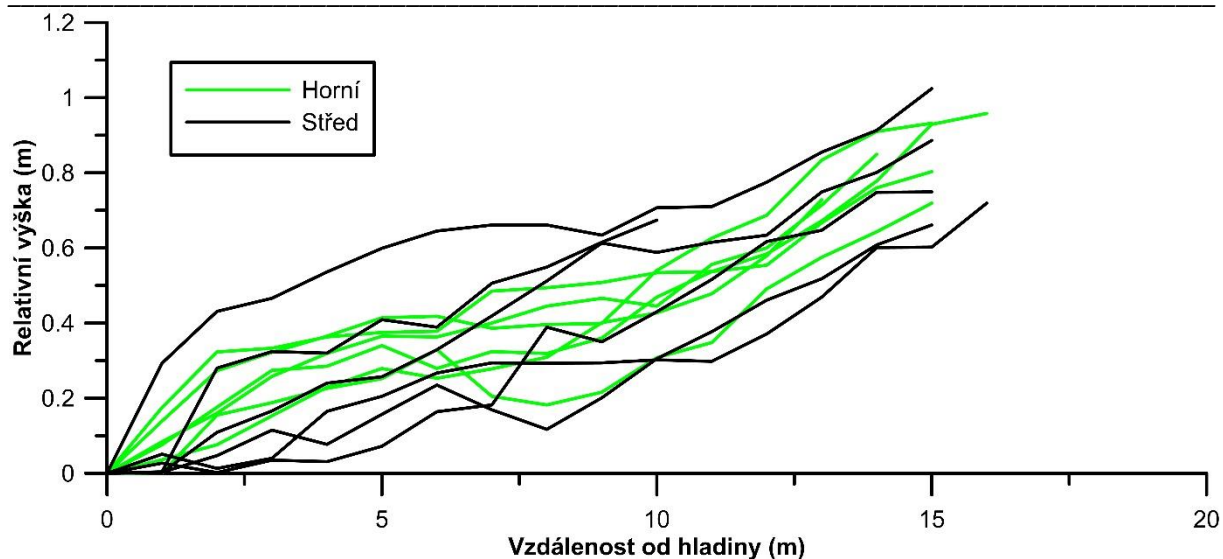
Obr. 4.3. Pravobřežní lavice ve Valtířově – střední část s nápadně vysokým převýšením mezi hladinou a vnějším okrajem lavice.

V rámci analýzy morfologie byla snaha zaměřit vždy po šesti příčných profilech ve frontální (horní), střední a distální (dolní) části lavice (ve směru po proudu) od hladiny po vnější okraj lavice. Tento vnější okraj byl identifikován jako místo, kde byly patrné znaky pravidelného (alespoň každoročního) ovlivnění morfologie nebo vegetace proudící vodou v období zvýšených průtoků. Vzhledem ke zvýšeným průtokům v době našeho zaměřování (cca 200 m³/s) nebylo možno s odpovídající kvalitou zhodnotit distální část lavice v Dolním Březně. Celkem tak bylo na lavici v Děčíně-Hegeru a Valtířově zaměřeno vždy 18 příčných profilů, v Dolním Březně pouze profilů 12 (tj. v horní a střední části této lavice). K těmto geodetickým pracím bylo využito totální stanice TOPCON GTS 233. V rámci zaměřovaných příčných profilů byl zvolen rozstup mezi jednotlivými body měření 1 m a rozstup mezi jednotlivými příčnými profily 10 metrů.

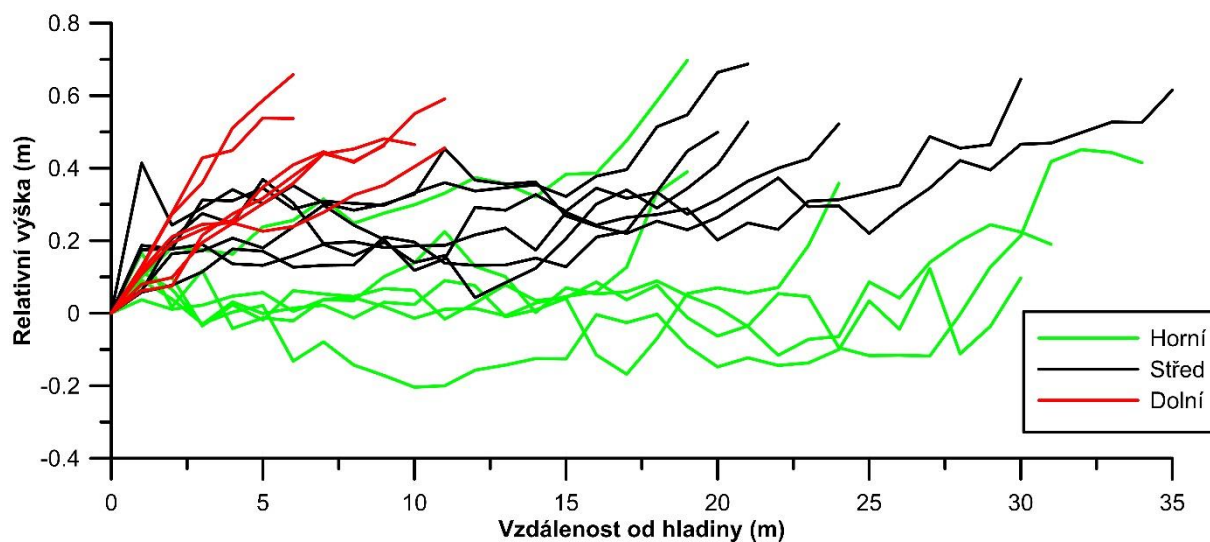
Na základě tohoto měření byly graficky znázorněny průběhy příčných profilů a z jednotlivých bodových měření vypočteny dvě charakteristiky vypovídající o heterogenitě povrchu lavice: směrodatná odchylka a konkavita v rámci jednotlivých příčných profilů. Parametr konkavity představuje průměrný rozdíl relativních výšek sousedních bodů v rámci jednoho příčného profilů. S narůstající morfologickou heterogenitou lavic (v rámci jejich příčných profilů) se tedy

předpokládá nárůst hodnot těchto parametrů. Získané výsledky byly zhodnoceny v kontextu měření v roce 2018, která byla prováděna na pravobřežní lavici v Dolním Žlebu, soutokové lavici v Děčíně a pravobřežních lavicích v Nebočadech a Malém Březně.

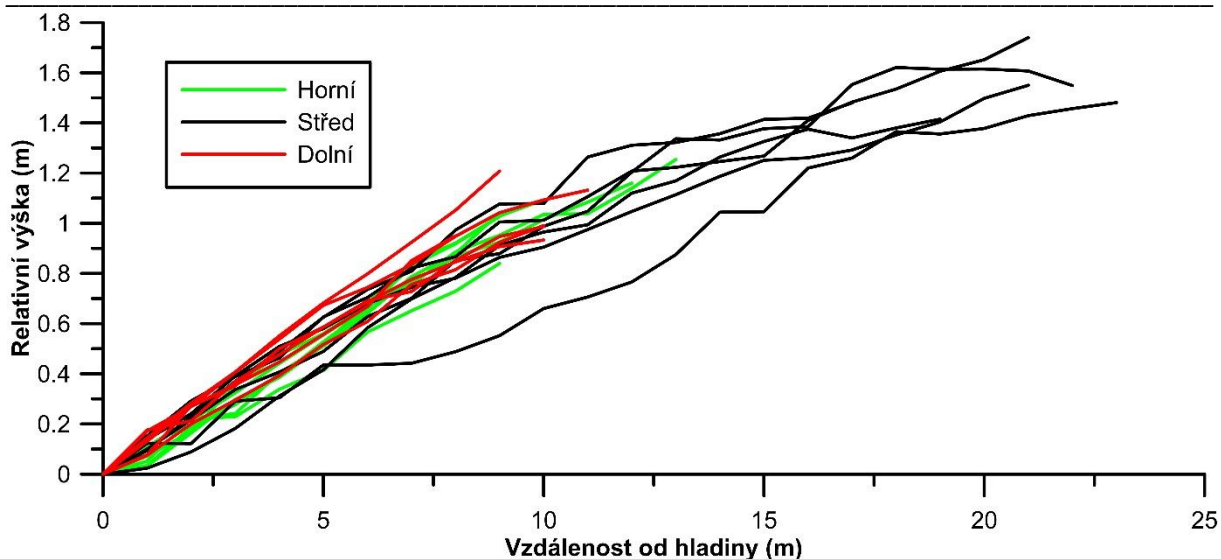
Ve zkoumaném souboru tří lavic je patrný podobně stoupající trend křivky nárůstu relativních výšek s narůstající vzdáleností od hladiny u lavice v Dolním Žlebu a Valtířově (obr. 4.4 a 4.6). Je však nutno vzít v úvahu, že v Dolním Žlebu bylo vzhledem k vysokým vodním stavům nemožné změřit relativně plošší dolní část lavice zaplavené vodou i během průtoků 150-200 m³/s – a právě tato část by pravděpodobně vykazovala podobné morfologické znaky s horním a prostředním profilem lavice v Děčíně-Hegeru (obr. 4.5). U těchto dvou profilů děčínské lavice je patrná rozkolísanost průběhu příčných profilů bez jasného stoupavého trendu se vzdáleností od vodní hladiny, což je doprovázeno množstvím zaplavených depresí i během Q_a průtoků (150-200 m³/s). U lavice ve Valtířově je pak nápadný značný nárůst šířky lavice v její prostřední části oproti horním či dolním profilům, což poukazuje na typické přirozené formování vrcholové lavice bez antropogenních zásahů (např. prohrábky či těžby štěrku) (obr. 4.6). Naopak tyto zásahy pozměnily morfologii lavice v Děčíně-Hegeru, která by se v přirozené podobě bez antropogenních zásahů (vč. přítomného usměrňovacího výhonu v její ve frontální části) rovněž formovala jako lavice vrcholová s nejvyšší šířkou v jejím přibližném středu. V kontextu měření z roku 2018 vykazují lavice v Dolním Žlebu a Valtířově podobné morfologické znaky jako lavice v Malém Březně (mimo její část restaurovanou tůněmi). Nicméně dolní část lavice v Dolním Žlebu stejně jako lavice v Děčíně-Hegeru vykazuje známky antropogenního ovlivnění, zejména prohrábek nebo těžby štěrku (srovnej také s příčnými horními a „upravenými“ profily pravobřežní lavice v Dolním Žlebu získanými v roce 2018).



Obr. 4.4. Příčné profily levobřežní lavice v Dolním Žlebu.

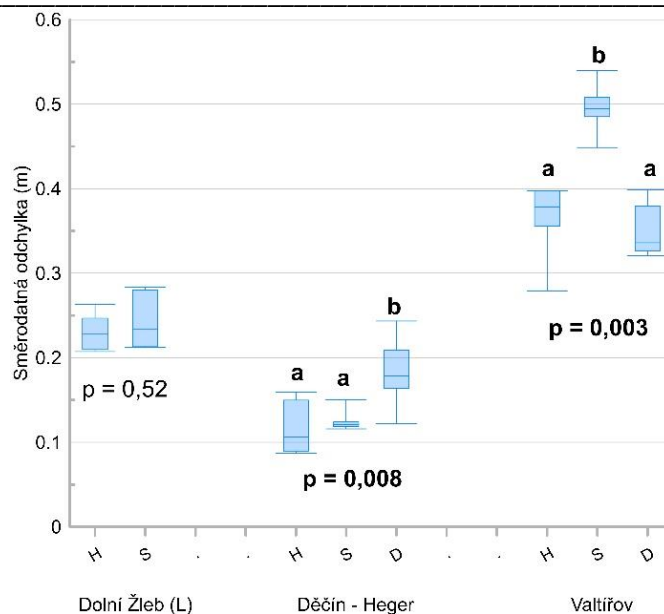


Obr. 4.5. Příčné profily levobřežní lavice v Děčíně-Hegeru.

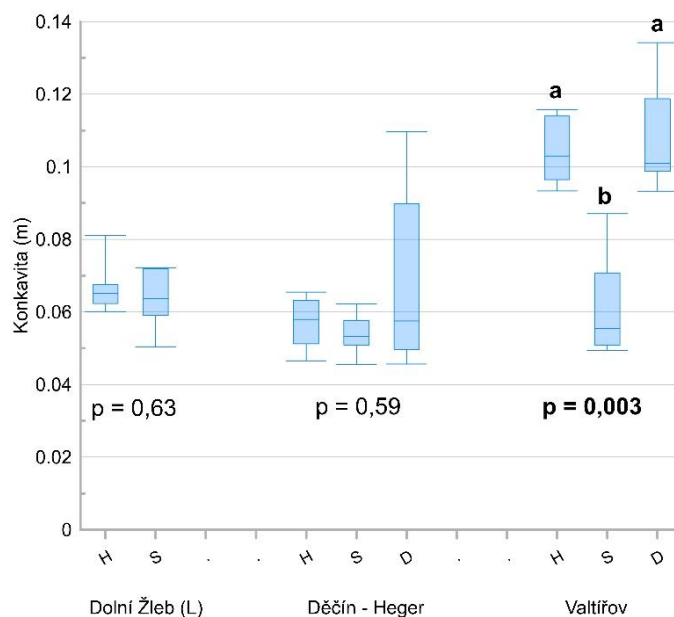


Obr. 4.6. Příčné profily pravobřežní lavice ve Valtířově.

Statistická analýza (i) směrodatných odchylek a (ii) konkavit příčných profilů (tzn. průměrný rozdíl relativních výšek mezi sousedními zaměřenými body) poukazuje na fakt, že vrcholová lavice v relativně přirozeném stavu ve Valtířově má signifikantně vyšší směrodatnou odchylku (obr. 4.7) a nižší konkavitu (obr. 4.8) ve své střední části, což je pravděpodobně přímý důsledek vysoké relativní výšky lavice nad hladinou bez přítomnosti zapojené vegetace (cca 1,5 m – viz obr. 4.6) a téměř konstantního nárůstu relativní výšky se vzdáleností od hladiny. Totožného výsledku směrodatné odchylky bylo dosaženo v rámci měření v roce 2018 na soutokové lavici v Děčíně a lavicích v Nebočadech a Dolním Žlebu (pravý břeh) – tyto lavice však ve svých středních polohách zároveň vykazaly i nejvyšší hodnoty konkavity. Signifikantně vyšší směrodatná odchylka oproti ostatním polohám byla rovněž pozorována u úzké distální části lavice v Děčíně-Hegeru, což je zřejmě odrazem vlivu antropogenních zásahů v horní a střední části této lavice (např. přítomnost umělého výhonu). Na levobřežní lavici v Dolním Žlebu nebyl pozorován žádný signifikantní rozdíl ve směrodatné odchylce ani konkavitě mezi její hodnocenou horní a střední polohou.



Obr. 4.7. Krabicové grafy směrodatné odchylky v rámci jednotlivých lavic. p-hodnota odpovídá výsledku Kruskal-Wallisova testu, písmena pak ukazují na signifikantně odlišné soubory dle Dunnova post-hoc testu a Bonferroniho kritéria u statisticky odlišných souborů.

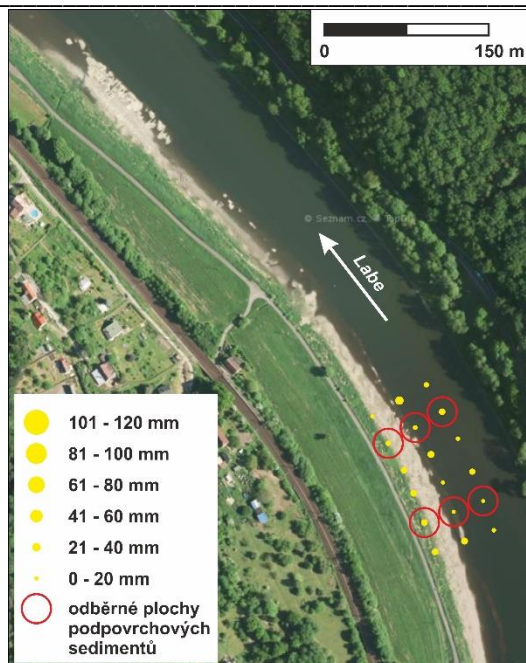


Obr. 4.8. Krabicové grafy konkavity v rámci jednotlivých lavic. p-hodnota odpovídá výsledku Kruskal-Wallisova testu, písmena pak ukazují na signifikantně odlišné soubory dle Dunnova post-hoc testu a Bonferroniho kritéria u statisticky odlišných souborů.

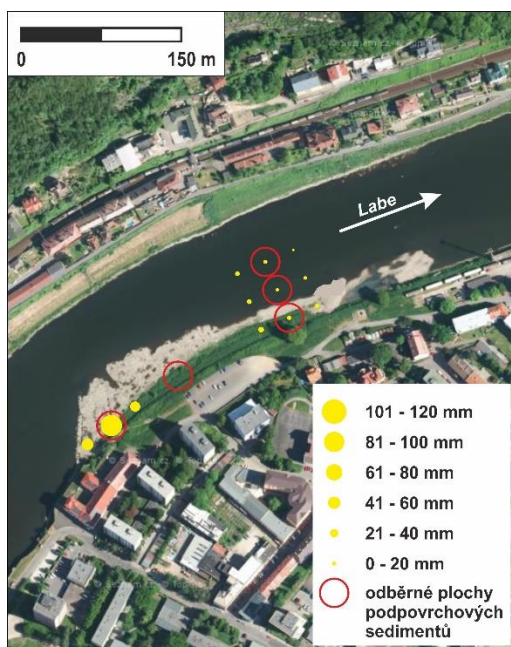
5 Analýza zrnitostního složení povrchové vrstvy vybraných lavic

Za účelem zhodnocení charakteristik akumulovaných sedimentů na povrchu lavic v Dolním Žlebu, Děčíně-Hegeru a Valtířově byla v souladu s předchozími studiemi v r. 2018 zvolena metoda Wolmana (1954) zejména s ohledem na její vhodnost pro makroskopickou analýzu šterkové a hrubší frakce (tj. ≥ 2 mm). Princip této metody spočívá v náhodném odběru předem zvoleného množství klastů povrchové vrstvy sedimentů na předem stanovené odběrné ploše. Povrchová vrstva sedimentů je dle Bunte a Abt (2001) definovaná jako vrstva o mocnosti průměru největších částic na povrchu lavice. Množství klastů v rámci odebraného vzorku sedimentů povrchové vrstvy v našem případě činilo vždy 30 částic na odběrné ploše odpovídající zhruba čtvercové ploše o délce strany 1 metr. U jednotlivých klastů byla vždy měřena délka prostřední osy (s přesností na mm), která je dle Bunte a Abt (2001) definovaná jako směrodatná k vyjádření zrnitosti sedimentů.

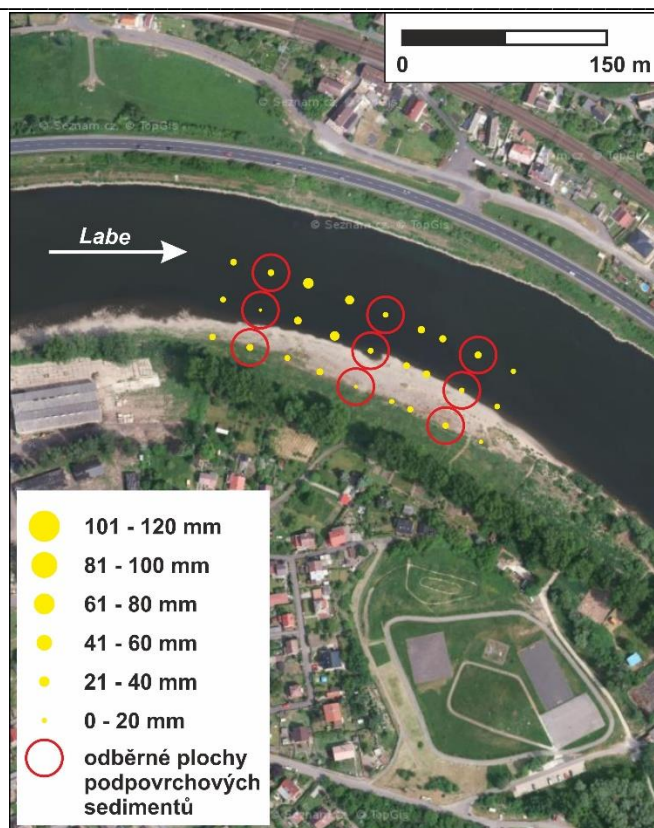
Plochy pro odběr povrchové vrstvy sedimentů byly voleny v návaznosti na výzkum v roce 2018 a zaměřované příčné profily ve frontální (horní), střední a distální (dolní) části lavice (ve směru po proudu) od hladiny po vnější okraj lavice. V rámci jednotlivých horních, středních a dolních částí lavice byly v každé z těchto lokalit zvoleny vždy tři reprezentativní příčné profily a v každém příčném profilu byly (i) poblíž hladiny, (ii) ve středové části příčného profilu a (iii) u vnějšího okraje příčného profilu situovány jednotlivé odběrné plochy. Bohužel kvůli relativně vysokým průtokům ($200 \text{ m}^3/\text{s}$) oproti předcházejícímu roku jsme tentokrát nebyli schopni povrchovou vrstvu hodnotit v zaplavených částech náplavů, jmenovitě v distální části levobřežní lavice v Dolním Žlebu, a také střední a většiny plochy frontální části lavice v Děčíně-Hegeru (zde byla zrnitost analyzována pouze při vnějším okraji náplavu). Celkově tak bylo pouze na lavici ve Valtířově hodnoceno všech 27 odběrných ploch (9 v horní, 9 ve střední a 9 v dolní části lavice), zatímco v Dolním Žlebu bylo hodnoceno 18 ploch (kompletně horní a střední část lavice) a v Děčíně-Hegeru 12 ploch (kompletně pouze nezaplavená dolní část lavice). Pozice jednotlivých odběrných ploch v rámci horní, střední a dolní části lavice jsou schematicky znázorněny na obr. 5.1-5.3.



Obr. 5.1. Letecký snímek se schematicky znázorněnými odběhovými plochami a mediánem zrnitostního složení povrchové vrstvy sedimentů na lavici v Dolním Žlebu; pozice ploch v rámci horní, střední a dolní části lavice, kde byly vzorky odebrány, jsou pouze orientační z důvodu lepší přehlednosti (zdroj podkladového leteckého snímku z roku 2017: Český úřad zeměměřický a katastrální).

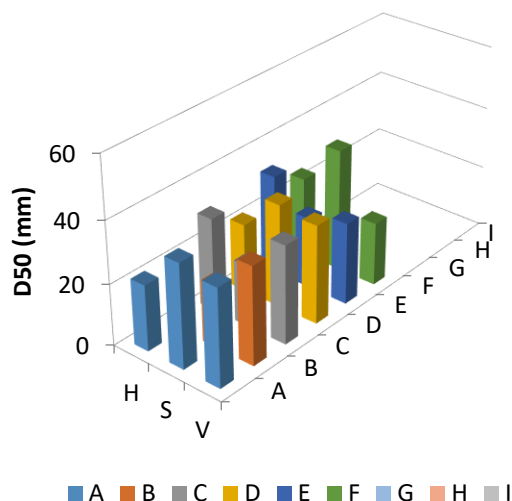


Obr. 5.2. Letecký snímek se schematicky znázorněnými odběhovými plochami a mediánem zrnitostního složení povrchové vrstvy sedimentů na lavici v Děčíně-Hegeru; pozice ploch v rámci horní, střední a dolní části lavice, kde byly vzorky odebrány, jsou pouze orientační z důvodu lepší přehlednosti (zdroj podkladového leteckého snímku z roku 2017: Český úřad zeměměřický a katastrální).



Obr. 5.3. Letecký snímek se schematicky znázorněnými odběrovými plochami a mediánem zrnitostního složení povrchové vrstvy sedimentů na lavici ve Valtířově; pozice ploch v rámci horní, střední a dolní části lavice, kde byly vzorky odebrány, jsou pouze orientační z důvodu lepší přehlednosti (zdroj podkladového leteckého snímku z roku 2017: Český úřad zeměměřický a katastrální).

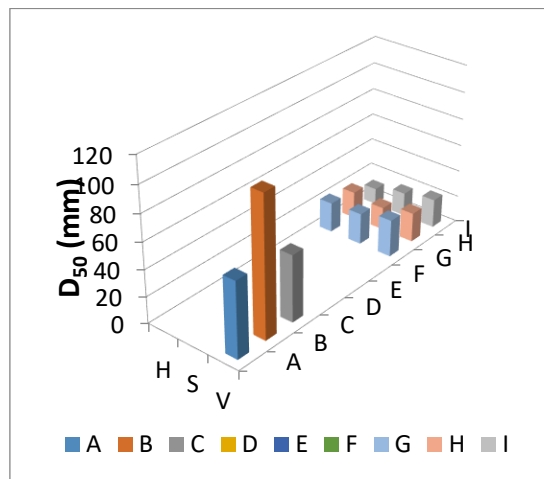
Levobřežní lavice v Dolním Žlebu vykázala poměrně jemnozrný charakter, kdy řada odběrných pozic byla charakterizována mediánem zrnitosti D_{50} nižším než 20 mm nezávisle na umístění v rámci této lavice (obr. 5.4). V rámci lavice nebyl zjištěn žádný systematický trend v rámci příčných profilů, kdy by docházelo ke zjemňování či hrubnutí frakcí s nárůstem vzdálenosti od vodní hladiny. Vzhledem k zaplavení distální části lavice a zároveň výskytu sukcesní vegetace obvykle vázané na jemnější sedimenty (viz obr. 4.1) nelze předpokládat výskyt hrubších frakcí ani v této nehodnocené části. Podobně nízké hodnoty D_{50} byly zjištěny i v pilotní studii z roku 2018 hodnotící pravobřežní lavici ležící o cca 1 km níže po proudu v protisměrném oblouku řeky.



Obr. 5.4. Hodnoty percentilu D_{50} (svislá osa, v mm) zrnitosti povrchové vrstvy sedimentů na lavici v Dolním Žlebu; na hlavní vodorovné ose jsou znázorněny pozice odběrů povrchových sedimentů v příčném průběhu náplavu (H – v blízkosti hladiny, S – středová část, V – vnější okraj příčného profilu); na hloubkové ose jsou znázorněny pozice odběrů povrchových sedimentů v podélném průběhu náplavu (A až C frontální (horní), D až F střední část lavice; distální (dolní) část nebyla vzhledem k zaplavení v době měření na této lokalitě hodnocena.

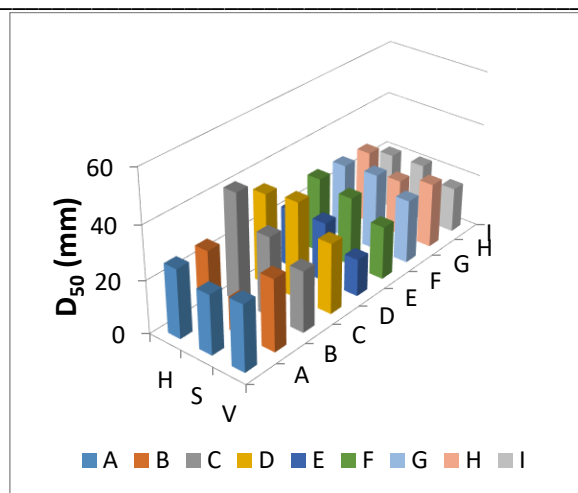
Omezené možnosti měření povrchové vrstvy sedimentů na lavici v Děčíně – Hegeru vzhledem k jejímu značnému zaplavení i tak přinesly cenné výsledky. Hodnocené pozice ve frontální vnější části lavice vykázaly značně vysoké hodnoty zrnitosti, kdy jsme zde naměřili i nejvyšší zrnitost v rámci všech hodnocených míst v roce 2018 a 2019 (105 mm na pozici B). Ve studované části na lavici v Děčíně – Hegeru prakticky absentuje štěrková frakce menších průměrů zrna od 4 do 40 mm. Tato anomálie je patrně způsobena vybudovaným výhonem a výskytem různých průtokových situací. Při povodňových (vysokých) průtocích patrně dochází k akumulaci sedimentárního materiálu štěrkopísčité náplavů se stejným charakterem, který vykazují ostatní korytové náplavy v rámci celého studovaného úseku. Situace se však mění při výskytu normálních či mírně zvýšených průtoků. Výhonová stavba při těchto průtocích nedovoluje transportu písčité a štěrkové frakce z výše položených úseků do frontální části lavice, ze které je v důsledku efektu hladové vody částečně erodován a odplavován jemnější materiál štěrkové frakce. V důsledku absence transportu písčité a štěrkové frakce zde pak dochází jen k depozici hlinité/jílovité frakce transportované v suspenzi z výše položených úseků. Distální část lavice pak nevybočovala z trendu zjištěného v levobřežní lavici v Dolním

Žlebu, kdy se hodnoty D_{50} pohybovaly mezi 12 a 28 mm; u dvou profilů bylo zjištěno postupné hrubnutí ve směru od vodní hladiny ke vnějšímu okraji lavice.



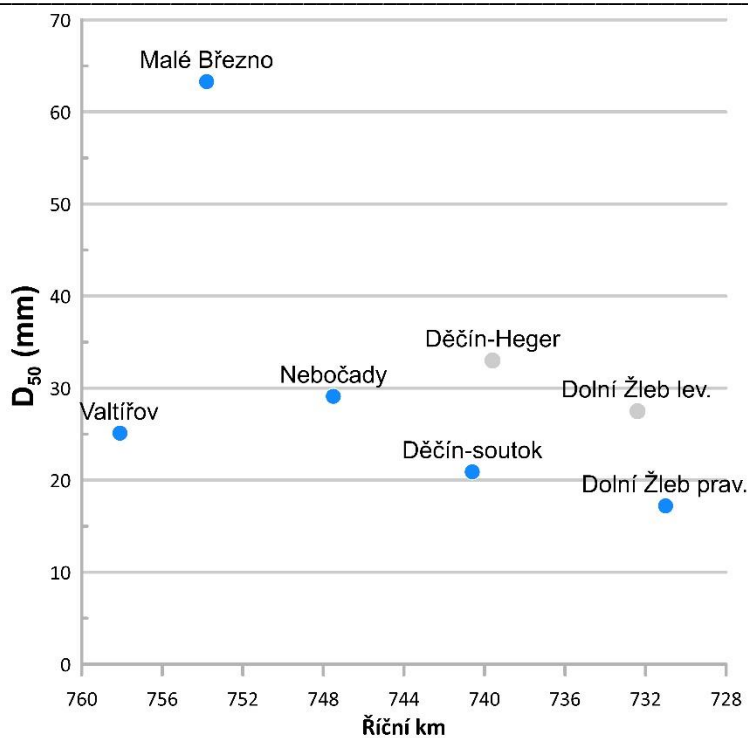
Obr. 5.5. Hodnoty percentilu D_{50} (svislá osa, v mm) zrnitosti povrchové vrstvy sedimentů na lavici v Děčíně-Hegeru; na hlavní vodorovné ose jsou znázorněny pozice odběrů povrchových sedimentů v příčném průběhu náplavu (H – v blízkosti hladiny, S – středová část, V – vnější okraj příčného profilu); na hloubkové ose jsou znázorněny pozice odběrů povrchových sedimentů v podélném průběhu náplavu (A až C frontální (horní), G až I distální (dolní) část lavice; střední část nebyla vzhledem k zaplavení v době měření na této lokalitě hodnocena).

Ani na hodnocené pravobřežní lavici ve Valtířově nebyl patrný jednotný trend zjemňování nebo hrubnutí s narůstající relativní výškou od vodní hladiny (obr. 5.6), kdy se systematické změny v zrnitosti mohly objevit vzhledem k výraznému převýšení mezi hladinou a vnějším okrajem lavice (až 1,5 m). Nicméně na této lavici je patrný mírný náznak poproudového zjemňování povrchové vrstvy sedimentů, kdy medián zrnitosti čtyř vzorků (z 18) pocházejících z frontální a středové části lavice dosahoval hodnoty alespoň 30 mm; žádný takový vzorek se nevyskytl v distální (dolní) části lavice. Tato lokalita tedy vykazuje určité znaky typické vrcholové lavice, kdy dochází k poproudovému zjemňování povrchové vrstvy sedimentů (Pyrce a Ashmore 2005). Valtířovská lavice také vykazuje významné rozdíly ve srovnání s pravobřežní lavicí v Malém Březně (cca 4 km níže po proudu) hodnocené v roce 2018, která byla charakteristická jak celkově výraznou hrubozrností (cca dvojnásobná hodnota D_{50} oproti Valtířovu), tak přítomností relativně jemnějších sedimentů ve střední části lavice oproti frontální a distální části.



Obr. 5.6. Hodnoty percentilu D_{50} (svislá osa, v mm) zrnitosti povrchové vrstvy sedimentů na lavici ve Valtířově; na hlavní vodorovné ose jsou znázorněny pozice odběrů povrchových sedimentů v příčném průběhu náplavu (H – v blízkosti hladiny, S – středová část, V – vnější okraj příčného profilu); na hloubkové ose jsou znázorněny pozice odběrů povrchových sedimentů v podélném průběhu náplavu (A až C frontální (horní), G až I distální (dolní) část lavice; střední část nebyla vzhledem k zaplavení v době měření na této lokalitě hodnocena).

Finální analýza se týká zhodnocení potenciálního poproudového trendu mediánu zrnitosti náplavů, kdy byly pro výpočet tohoto mediánu užity všechny měřené klasy v rámci jednotlivých lavic z této studie a studie provedené v roce 2018 (obr. 5.7). Z tohoto grafu je patrné výlučné postavení pravobřežní lavice v Malém Březně hodnocené již v roce 2018, která vykazovala dvojnásobně hrubé sedimenty oproti všem ostatním řešeným náplavům. Mimo tento náplav se medián zrnitosti pohyboval v rozmezí 20-30 mm, tedy ve frakci hrubého štěrku. Z hodnocených dat nelze vyčíst celkový trend poproudového zjemňování nebo hrubnutí, což je odrazem relativně krátkého hodnoceného úseku (cca 30 km), potenciálního vlivu zdrojnic (především jednotlivých přítoků), rozdílné morfologie sledovaných lavic a případným antropogenním zásahům (např. prohrábky dna toku).



Obr. 5.7. Mediány zrnitosti řešených náplavů vztahované k jejich poloze ve sledovaném úseku Labe. Šedé lokality měly neúplný soubor měřených klastů (chyběly určité pozice odběru díky zaplavení lavice – viz metodika této kapitoly).

6 Analýza zrnitostního složení podpovrchové vrstvy vybraných lavic

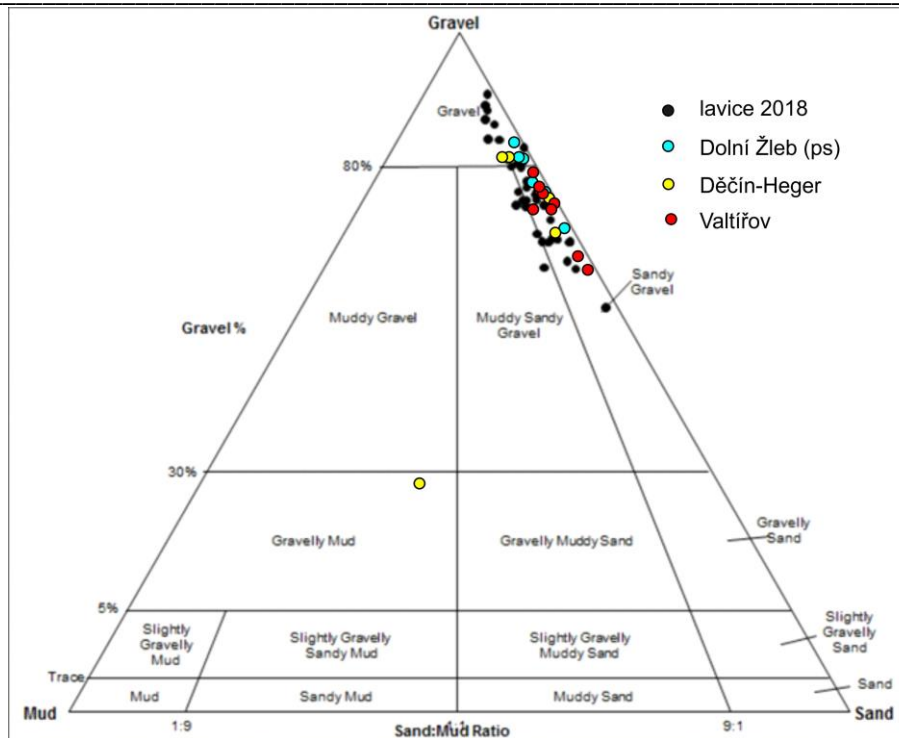
Za účelem zhodnocení podpovrchových sedimentů na zkoumaných lavicích byly odebrány a laboratorně analyzovány sedimentární vzorky pod povrchovou krycí vrstvou. Z každé lavice jsme se snažili odebrat podpovrchové sedimenty z celkově devíti lokalit: v rámci horní, střední a dolní části lavice byl vybrán reprezentativní příčný profil, ve kterém byly v pozici poblíž hladiny, ve středové části příčného profilu a v pozici vnějšího okraje příčného profilu umístěna jednotlivá odběrná místa. Bohužel i v tomto případě jsme z důvodu zvýšených průtoků oproti pilotnímu měření v roce 2018 nebyli schopni získat vhodné vzorky ze všech částí zkoumaných náplavů, kdy jsme všech devět plánovaných vzorků odebrali pouze na lavici ve Valtířově. V rámci lavice v Dolním Žlebu nakonec nebyl odebrán žádný vzorek ze zaplavené distální (dolní) části náplavu; z této lavice tak bylo laboratorně hodnoceno celkově šest vzorků ze středové a frontální (horní) části lavice. Na lavici v Děčíně-Hegeru se nám nepodařilo odebrat vzorky ze zaplavené frontální a střední části lavice z pozic u hladin a středů příčných profilů vedených touto lavicí. Celkově tak bylo z této lavice odebráno a laboratorně zpracováno pět vzorků. Pozice jednotlivých odběrných ploch podpovrchových sedimentů v rámci horní, střední a dolní části zkoumaných lavic jsou schematicky znázorněny na obr. 5.1-5.3.

Metodika samotného odběru byla shodná s pilotním průzkumem provedeným v roce 2018. Během odběru byla vždy odstraněna vrstva o mocnosti průměru největších částic povrchových sedimentů v rámci odběrného místa (obvykle 5-10 cm). Následně bylo přistoupeno k odběru samotných sedimentů podpovrchové vrstvy za pomoci lopatky. Odebráno bylo vždy alespoň 550-600 g sedimentů (mimo specifické polohy ve frontální části lavice Hegeru ovlivněné přítomností vybudovaného výhonu), které následně byly v laboratoři katedry fyzické geografie a geoekologie Ostravské univerzity prosety na granulometrické soustavě Fritsch - ANALYSETTE 3PRO. K prosévání byla použita standardizovaná síta s následující velikostí ok: 20, 63, 200, 630, 2 000, 5 000 a 10 000 μm . Nakonec byly výsledky síťování (tzn. hmotnosti zachycených frakcí jednotlivými síty) statisticky zpracovány za pomoci extenze MS Excel – GRADISTAT (Blott a Pye 2001).

Trojúhelníkový graf znázorňující poměr štěrkové, písčité a jemnějších frakcí ukazuje na soulad s lavicemi hodnocenými pilotní studií v roce 2018 – tedy dominanci štěrkového a štěrkopísčitého materiálu v podpovrchové vrstvě lavic, byť se tentokrát v souboru hodnoceném v roce 2019 nevyskytly lokality s dominancí štěrku s $\geq 85\%$ podílem na celkové

hmotnosti vzorku (obr. 6.1). Stejně jako v předešlém roce 2018 jsme zaznamenali, že i přes minimální obsah jemných sedimentárních frakcí v odebraných vzorcích se na všech lavicích ve značné míře vyskytuje sukcesní vegetace (především travinnobylinná společenstva, případně vrbové nálety). Pravděpodobným důvodem podmiňujícím výskyt této vegetace je antropogenně indukovaná vyšší úživnost substrátu s vyšším obsahem např. dusíku a fosforu a samozřejmě relativní sucho v posledních letech, díky němuž nedochází k déletrvajcímu zaplavení a disturbanci povrchu lavic v předmětném úseku Labe.

Podpovrchová vrstva sedimentů na lavici ve Valtířově obsahovala pouze štěrkopísčité sediment, zatímco levobřežní lavice v Dolním Žlebu vykazala tři vzorky s dominancí štěrku a tři vzorky štěrkopísčité (obr. 6.1). Podobná zrnitost byla získána na pravobřežní lavici v Dolním Žlebu v roce 2018, kdy byly tři vzorky štěrkové a šest vzorků štěrkopísčitých. Naprosto se odlišoval vzorek odebraný z vnější pozice frontální části lavice v Děčíně-Hegeru, který vykázal zvýšené množství jemného sedimentu a kvalitativní zařazení vzorku do bimodální skupiny štěrk-jemné prachovojílovité částice (kal). To poukazuje na pravděpodobný vliv umělého výhonu na horním konci této lavice a tvorbou klidové sedimentační zóny, kde se usazuje kvůli nízkým rychlostem proudění a omezené intenzitě turbulencí velké množství jemných plavenin. Celkově byla tato lavice charakterizována hustým vegetačním pokryvem a zároveň byla její frontální a střední část zaplavena i během průtoku 150-200 m³/s. Je tedy vysoce pravděpodobné, že rovněž ostatní vzorky z frontální a střední části, které se nám však nepodařily odebrat, mohly být oproti jiným lavicím charakteristické zvýšeným poměrem jemných sedimentů (prachové a jílové frakce) na úkor písku nebo štěrku. Distální část lavice v Děčíně-Hegeru pak již nesla znaky ostatních hodnocených lavic v předmětném úseku Labe, kdy ve dvou vzorcích podpovrchových sedimentů dominovala štěrková frakce a v jednom případě frakce štěrkopísčitá.



Obr. 6.1: Ternární diagram znázorňující zrnitostní složení odebraných vzorků na lavicích v roce 2018 (černě) a na pravobřežní lavici v Dolním Žlebu (modře), Děčíně-Hegeru (žlutě) a Valtířově (červeně) na základě relativního podílu frakcí šterku, písku a kalu dle Folk (1954).

7 Shrnutí

V souvislosti s vytyčenými cíli byla provedena obecná analýza současného hydromorfologického stavu v kontextu zjištěných výsledků diskutovaných ve studii Škarpich a kol. (2018), a také Raška a kol. (2017) případně Scholten a kol. (2003). Výchozím stavem pro odvození potenciálních revitalizačních opatření je období před významnějšími regulačními zásahy ve studovaném úseku. Mezi hlavní problematické prvky spojené s původním stavem koryta a nivy, které jsou dnes významně ovlivněny nebo transformovány člověkem, je možné zařadit především: (i) degradace štěrkových náplavů a zánik ostrovů na Labi a s tím spojený zánik (bočních) ramen, (ii) transformace ústí přítoků řeky Labe a (iii) transformace erozně-akumulačních procesů spojených s transformací korytových náplavů. Na základě této analýzy byly vytipovány vhodné potenciální revitalizační opatření aplikovatelné ve sledovaném úseku. V rámci rešeršní analýzy byly vybrány vhodné ukázky podobných opatření řešených na alespoň částečně srovnatelných řekách Dunaji v Rakousku, Rýně a níže položeném úseku Labe v SRN. Vzhledem k ovlivněnému splaveninovému režimu na řece Labi byly doporučeny také vhodné managementové opatření pro podporu vývoje korytových náplavů, ostrovů a dalších akumulacích forem. Nejvhodnější se jeví postupné zprůchodňování bariér pro splaveniny v rámci celého povodí řeky Labe (za pomoci štěrkových propustí, apod.) a v případě deficitního režimu také umělé doplňování. Mezi nejproblematictější bariéry v rámci říčního kontinua patří tělesa údolních nádrží, jezové konstrukce, hradící prvky na bystřinách v horních částech povodí (např. přehrážky), které zastavují či omezují transport splavenin. Problematická je otázka těžby a vyhrnování sedimentů z koryta Labe z důvodu zajištění plavebních podmínek. **V případě, že už je nutné k těmto opatřením přistoupit, je nutné vytěžený materiál ponechávat/deponovat v nejbližších úsecích, aby byla zajištěna kontinuita transportovaných splavenin korytem Labe.** Je doporučeno deponovat materiál v konvexních (jesebních) částech břehu, nejlépe v oblastech s alespoň částečně vyvinutými lavicemi (korytovými náplavy) ve frontálních (horních) partiích v rámci lavice.

Dalším vhodným managementovým opatřením podporující zlepšení hydromorfologického stavu koryta řeky Labe a říční nivy je postupné odstraňování opevnění břehů v místech k tomu vhodných (např. mimo zastavěné území).

Druhá část studie se poté věnuje založení monitoringu na dalších lokalitách ve sledovaném úseku řeky Labe z hlediska postižení změn v morfologii a charakteru zrnitosti akumulovaného

materiálu korytových náplavů (štěrkových lavic). Na základě výsledků lze obecně konstatovat, že korytové náplavy (lavice) byly v minulosti a v současnosti stále jsou významně ovlivněny antropogenní činností. Na přirozeném formování tvaru korytových náplavů se projevuje především činnost spojená s prohrábkami a vyhrnováním sedimentů z důvodu zajištění podmínek pro plavbu. K podobným závěrům došla studie Škarpich a kol. (2018). Z hlediska managementu lze doporučit jednak eliminaci těchto aktivit a ponechání korytových náplavů samovolnému vývoji nebo ukládání štěrkového materiálu mimo přirozeně se vyvíjející náplavy v úseku příbřežní partie nad frontální částí korytových náplavů. Takto deponovaný materiál by se poté přirozenými procesy přeplavoval a ukládal na korytových náplavech (lavicích) např. za zvýšených průtoků.

U lavice v Děčíně-Hegeru bylo navíc zjištěno, že se zde jasně projevuje vliv uměle vybudovaného výhonu na morfologii a zrnitostní složení akumulovaného materiálu vybočující od charakteru přirozeně vyvíjejících se vrcholových lavic. Pro nastolení přirozeného charakteru lavice se jeví nejvhodnějším řešením samotné odstranění výhonové stavby. Tím by se eliminovaly například iniciované klidové sedimentační zóny v blízkosti, resp. za uměle vybudovaným výhonem (ve směru po proudu). Další možností je v případě prohrábek a vyhrnování sedimentů (z důvodu zajištění plavebních podmínek) z koryta směrem k břehové pravobřežní partii úplné překrytí či zasypání výhonu tímto štěrkovým (štěrkopísčítým) materiálem a tímto tak eliminace působení výhonu na níže položené partie lavice.

Literatura

- Best, J.L. (1986): The morphology of river channel confluences. *Progress in Physical Geography* 2(10), 157-174.
- Best, J.L. (1987): Flow Dynamics at River Channel Confluences: Implications for Sediment Transport and Bed Morphology. In: Ethridge, F.G., Flores, R.M., Harvey, M.D. (Eds.): *Recent Developments in Fluvial Sedimentology*. SEPM Society for Sedimentary Geology 39.
- Blott, J.S., Pye, K. (2001): Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 25, 1473-1477.
- Brierley, G.J., Fryirs, K.A. (2005): *Geomorphology and River Management: applications of the river styles framework*. Blackwell Publishing, Oxford, 398 s.
- Bunte, K., Abt, S. R. (2001): Sampling surface and subsurface particle size distributions wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics and streambed monitoring. *Rocky Mountain Research Station*. 428 s.
- Damm, CH. (2013): Ecological restoration and dike relocation on the river Elbe, Germany. *Scientific Annals of the Danube Delta Institute* 19, 79-86.
- Folk, R.L. (1954): The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology* 62, 344-359.
- Kaufmann, T., Czeiner, E., Kraus, E. (2009): Reshaping the mouth of the Ybbs (informační brožura). Lower Austria State Government Office, Hydro-Engineering Department, 6 s. (dostupné také z: http://www.life-donau-ybbs.at/pages/english/News_e.htm).
- Kondolf, G.M. (1997): Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels. *Environmental Management* 21(4), 533-551.
- Kraus, E., Kaufmann, T. (2014): LIFE+ Project Mostviertel – Wachau (informační brožura). Lower Austria State Government Office, 18 s. (dostupné také z: <http://www.life-mostviertel-wachau.at/>).
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O. (1967): *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, N.J., 203 s.

- Markgraf-Maué, K., Chrobock, T., Marga, L., Engelken, T. (2019): Two projects – one goal: more riverine nature on the Lower Rhine. NABU-Naturschutzstation Niederrhein e. V. 24 s.
- Mosley, M.P. (1976): An experimental study of channel confluences. *The Journal of Geology* 5(84), 535-562.
- Pyrce, R.S., Ashmore, P.E. (2005): Bedload path length and point bar development in gravel-bed river models. *Sedimentology* 52, 839–857.
- Raška, P., Dolejš, M., Hofmanová, M. (2017): Effects of Damming on Long-Term Development of Fluvial Islands, Elbe River (N Czechia). *River Research and Applications* 33(4), 471-482.
- Scholten, M., Anlauf, A., Büchele, B., Faulhaber, P., Henle, K., Kofalk, S., Leyer, I., Meyerhoff, J., Purps, J., Rast, G., Scholz, M. (2003): The River Elbe in Germany - present state, conflicting goals, and perspectives of rehabilitation. *Large Rivers* 15(1-4), 579-602.
- Škarpich, V., Hradecký, J., Galia, T., Vaverka, L., Gurkovský, V. (2018): Fluviálně-geomorfologická studie vývoje korytových náplavů řeky Labe v úseku Střekov – státní hranice (závěrečná zpráva studie). Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ostrava, 50 s. (dostupné také z: http://kfg.osu.cz/archiv/content_cz/studie_np_ceske_svycarsko_labe.pdf)
- Tockner, K., Schiemer, F., Ward, J.V. (1998): Conservation by restoration: the management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8, 71-86.
- Wolman, M. G. (1954): A method of sampling coarse bed material. *American Geophysical Union* 36, 951-956.

Internetové zdroje

- [1] LIFE+ Projekt Mostviertel-Wachau. *Region Wachau: LIFE+ Mostviertel-Wachau* [online]. [cit. 2019-09-28]. Dostupné z: <https://www.weltkulturerbe-wachau.at/en/life-mostviertel-wachau>
- [2] Mostviertel-Wachau. LIFE+ Mostviertel Wachau, News [online]. [cit. 2019-09-28]. Dostupné z: <http://www.life-mostviertel-wachau.at/>
- [3] VERNETZUNG DONAU - YBBS. Life Natur Vernetzung Donau - Ybbs, News [online]. [cit. 2019-09-28]. Dostupné z: http://www.life-donau-ybbs.at/pages/english/News_e.htm
- [4] VERNETZUNG DONAU - YBBS: Prämonitoring Ybbsmündung 2005/ 2006. Life Natur Vernetzung Donau - Ybbsmündung Prämonitoring [online]. [cit. 2019-09-29]. Dostupné z: http://www.life-donau-ybbs.at/pages/paemonitoring_ybbs.htm
- [5] VERNETZUNG DONAU - YBBS: Postmonitoring Ybbsmündung- 2007. Life Natur Vernetzung Donau - Ybbsmündung Prämonitoring [online]. [cit. 2019-09-29]. Dostupné z: http://www.life-donau-ybbs.at/pages/postmonitoring_ybbs.htm
- [6] LIFE+ Mostviertel – Wachau. LIFE+ Mostviertel – Wachau - viadonau [online]. [cit. 2019-09-29]. Dostupné z: <http://www.viadonau.org/en/company/project-database/inaktiv/life-mostviertel-wachau/>
- [7] Mostviertel- Wachau - Living space in the rivers of Mostviertel- Wachau LIFE07 NAT/A/000010 [online]. [cit. 2019-09-29]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3327
- [8] WACHAU - WACHAU LIFE03 NAT/A/000009 [online]. [cit. 2019-10-25]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2448
- [9] Rhein-Nebenrinne Bislich-Vahnum Life+ Natur. Executive Summary - Rhein-Nebenrinne - Bislich-Vahnum | Life+ Natur [online]. [cit. 2019-10-26]. Dostupné z: <http://www.life-rhein-bislich.de/cms/executive-summary>
- [10] Nebenrinne Bislich-Vahnum - Restoration of a side channel of the river Rhine near Wesel, Lower German Rhine LIFE08 NAT/D/000007 [online]. [cit. 2019-10-26]. Dostupné z:

http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3521

Přílohy

Příloha 1: Zastoupení jednotlivých zrnitostních frakcí podpovrchových sedimentů lavic v Dolním Žlebu, Děčíně-Hegeru a Valtířově zjištěné analýzou za pomoci prosévací granulometrické soustavy Fritsch - ANALYSETTE 3PRO.

Lokalita	Umístění v podélném průběhu	Umístění v příčném profilu	ID vzorku	Váha klastů [g]								Celková váha vzorku [g]
				< 20 μm	20 – 62,9 μm	63 – 199,9 μm	200 – 629,9 μm	630 μm – 1,9 mm	2 – 4,9 mm	5 – 9,9 mm	> 10 mm	
Dolní Žleb	Horní	hladina	L1BH	3,71	4,39	1,90	65,37	52,07	51,32	72,68	487,27	738,71
		střed	L1BS	6,59	3,09	6,85	69,89	54,75	53,90	69,35	619,18	883,60
		vnější okraj	L1BV	6,59	3,25	5,66	49,96	45,32	35,75	75,01	408,43	629,97
	Střední	hladina	L1EH	5,65	8,33	1,35	63,17	54,01	58,03	91,31	322,38	604,23
		střed	L1ES	2,49	1,13	1,19	44,02	130,92	48,61	58,64	331,68	618,68
		vnější okraj	L1EV	7,28	4,90	8,03	56,60	84,62	48,38	80,88	468,86	759,55
Děčín-Heger	Horní	hladina	L2BH	Nebylo hodnoceno								
		střed	L2BS	Nebylo hodnoceno								
		vnější okraj	L2BV	41,86	79,14	11,47	33,84	5,32	2,16	3,65	43,17	220,61
	Střední	hladina	L2EH	Nebylo hodnoceno								
		střed	L2ES	Nebylo hodnoceno								
		vnější okraj	L2EV	14,15	10,96	23,95	36,66	26,64	14,44	20,10	459,55	606,45
	Dolní	hladina	L2HH	0,37	0,95	2,93	67,13	106,64	61,72	83,65	471,91	795,30
		střed	L2HS	6,85	8,19	2,00	85,88	121,09	64,96	72,10	357,25	718,32
		vnější okraj	L2HV	7,63	14,93	3,32	35,49	43,20	20,96	43,94	413,67	583,14
Valtířov	Horní	hladina	L3BH	10,60	3,86	4,70	69,90	122,13	52,85	75,89	487,49	827,42
		střed	L3BS	15,10	7,55	1,16	63,09	109,88	67,44	63,90	512,10	840,22
		vnější okraj	L3BV	19,97	4,50	5,90	75,31	109,91	60,31	55,65	259,79	591,34
	Střední	hladina	L3EH	10,73	2,14	2,99	79,34	60,56	29,56	52,52	368,12	605,96
		střed	L3ES	15,81	7,06	0,72	88,74	82,97	26,42	56,37	417,56	695,65
		vnější okraj	L3EV	24,87	19,5	0,97	103,95	99,74	41,59	43,98	479,91	814,51
	Dolní	hladina	L3HH	7,15	6,35	1,33	84,80	53,63	19,76	33,07	488,51	694,58
		střed	L3HS	5,02	3,55	0,20	81,24	52,19	23,68	34,55	555,65	756,08
		vnější okraj	L3HV	7,06	4,9	1,12	171,4	77,46	38,59	82,14	321,49	704,16