



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

**HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING
A REVITALIZACE MALÉHO VODNÍHO TOKU**

HYDROECOLOGICAL MONITORING AND REVITALISATION OF SMALL WATER COURSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Řídký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA HYÁNKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2018



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 vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Vojtěch Řídký
Název	Hydroekologický monitoring a revitalizace malého vodního toku
Vedoucí práce	Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES

LANGHAMMER, J. Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků, Praha, 2014. 72 s.

JUST, T. a kol. Vodohospodářské revitalizace. MŽP, Praha, 2005. 359 s.

ŠINDLAR, M. a kol. Geomorfologické procesy vývoje vodních toků, Část I. : Typologie korytotvorných procesů. Hradec Králové, 2013.

DEMEK, J., VATOLÍKOVÁ, Z., MACKOVČIN, P. Manuál Hydromorfologické hodnocení vodních toků. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno, 2006. 18 s.

ROSGEN, D. Applied River Morphology. Second edition. Wildland Hydrology, Colorado, 1996. 843 pp.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude z části koncipována jako literární rešerše aktuálního stavu hydroekologického hodnocení vodních toků, jako součásti hodnocení kvality vodních útvarů dle Rámcové směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. Dále se diplomant blíže zaměří na revitalizační opatření na malých vodních tocích.

Praktická část práce bude zaměřena na provedení monitoringu na malém vodním toku, vyhodnocení a vytipování problémových míst. Pro tato místa diplomant navrhne vhodná revitalizační opatření a zhodnotí jejich účinnost.

Práce bude obsahovat jak textovou, tak výkresovou část v rozsahu dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Eva Hyánková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato práce popisuje hydroekologický monitoring drobného vodního toku Stanůvka v Jihomoravském kraji. Hydroekologický monitoring byl proveden podle uznávané metodiky ministerstva životního prostředí České republiky. V práci je dále navržena revitalizace tohoto vodního toku. V závěru práce je pak provedeno porovnání aktuálního stavu toku a stavu navrženého revitalizací a je vyhodnocen přínos této revitalizace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Hydroekologický monitoring, revitalizace malého vodního toku, Stanůvka

ABSTRACT

This diploma thesis describes the hydroecological monitoring of the small water course Stanůvka in the South Moravian Region. Hydroecological monitoring was carried out according to the recognized methodology of the Ministry of the Environment of the Czech Republic. In the thesis is suggested a revitalization of this water course. At the end of the thesis a comparison of the current state of the water course and the condition proposed by the revitalization is made and the contribution of this revitalization is evaluated.

KEYWORDS

Hydroecological monitoring, rivitalisation of small water course, Stanůvka

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Vojtěch Řídký *Hydroekologický monitoring a revitalizace malého vodního toku*. Brno, 2018. 68 s., 30 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Eva Hyánková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 7. 1. 2018

Bc. Vojtěch Řídký
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Evě Hyánkové, Ph.D. za cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíle práce.....	12
3. Přírodě blízký stav vodních toků.....	13
3.1. Geomorfologické typy vodních toků.....	13
3.2. Faktory vytvářející koryta a nivy vodních toků.....	15
3.3. Vliv úprav toku na jejich ekologickou hodnotu.....	16
4. Vodohospodářské plánování.....	17
4.1. Historie.....	17
4.2. Rámcová směrnice o vodách.....	18
5. Monitoring vodních útvarů ve vybraných státech.....	21
5.1. Česká republika.....	21
5.2. Slovenská republika.....	23
5.3. Spolková republika Německo.....	23
6. Hydroekologický monitoring v ČR.....	25
6.1. Skupiny typů vodních toků.....	25
6.2. Vyhodnocení a klasifikace.....	27
6.3. Hodnocení koryta.....	29
6.4. Hodnocení říčních břehů a příbřežní zóny.....	29
6.5. Hodnocení inundačního území.....	29
7. Vodohospodářské revitalizace.....	30
7.1. Renaturace.....	30
7.2. Nepříznivé vlivy technických úprav toků.....	31
7.3. Revitalizace jako součást protipovodňových opatření.....	32
7.4. Obecné zásady provádění revitalizací.....	33
7.5. Přínosy revitalizací.....	35
7.6. Vegetační doprovod.....	36
8. Hydroekologický monitoring malého vodního toku Stanůvka.....	38
8.1. Popis území.....	39
8.2. Popis aktuálního stavu vodního toku Stanůvka.....	41
8.3. Zařazení do skupiny vodních toků.....	44
8.4. Rozdělení na úseky.....	44

8.5.	Mapování v terénu.....	45
8.6.	Vyhodnocení hydroekologického monitoringu	47
9.	Navržená opatření pro zlepšení hydroekologického stavu Stanůvky	50
9.1.	Výběr úseku	50
9.2.	Určení návrhových průtoků	50
9.3.	Postup a způsob návrhu revitalizace	52
9.4.	Hydroekologický monitoring s navrženými opatřeními	56
10.	Diskuze výsledků a posouzení přínosů revitalizace	59
11.	Závěr	60
12.	Seznam použitých zdrojů	61
13.	Seznam zdrojů mapových podkladů:	63
14.	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	64
15.	Seznam tabulek.....	65
16.	Seznam obrázků.....	66
17.	Seznam grafů	67
18.	Seznam příloh a výkresů	68

1. Úvod

Voda je přirozenou součástí naší krajiny. Vyskytuje se zde v různých podobách a skupenstvích a má v ní svoje nezastupitelné místo a funkci. Vodní toky a nádrže jsou významnými prvky ekologické stability krajiny, a proto bychom se k nim měli náležitě chovat.

Lidé se již dávno naučili využívat energii vodních toků, ale také zjistili a okusili nepříjemné dopady povodní. Zhruba od 19. století začaly probíhat intenzivní technické úpravy vodních toků, kdy hlavním cílem úpravy byla ochrana před povodněmi. Pro dosažení tohoto cíle byla koryta vodních toků napříměna, aby bylo dosaženo většího podélného spádu, a příčné profily byly zvětšeny pro bezpečné převedení povodňových průtoků. Tyto úpravy ale měly nepříznivý dopad jak na vodní tok, tak i na samotnou krajinu. Mezi hlavní dopady patří odvodnění krajiny. Dříve přirozený rozliv větších průtoků byl znemožněn a kvůli tomu kulminační průtoky dosahují větších hodnot. Dnes se snažíme tyto úpravy v určité míře napravovat a navracet tokům jejich přirozený charakter. Tento proces je označován jako revitalizace.

Historie revitalizací v České republice je spjatá se změnou politické situace v roce 1989, kdy byly přerušeny probíhající technické vodohospodářské úpravy. Jako reakce na stávající situaci vznikl roku 1992 dotační program Ministerstva životního prostředí ČR pod názvem Program revitalizace říčních systémů. Myšlenkou bylo zlepšení vodního hospodářství pomocí vodohospodářských revitalizací, které by měly komplexně řešit nápravu vodního režimu krajiny. Nejednalo se tedy pouze o samotný vodní tok, kterému je navrácen původní charakter, ale i o potoční nebo říční nivy, které bývaly zmenšovány. Vodohospodářské revitalizace jako nový obor u nás se ale ve svých začátcích potýkal s problémy. První projekty nebyly dotaženy do konce a v některých případech se ani o revitalizacích nedalo mluvit. Od té doby se ale tato disciplína u nás zdokonalila a bylo realizováno již množství úspěšných projektů, které ukazují opodstatněnost a důležitost revitalizací.

Evropská unie, respektive Evropský parlament a rada vydali směrnici 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Jedním z cílů této směrnice je dosažení dobrého stavu vod. Z toho vyplývá, že i ze strany Evropské unie je tlak na členské státy, aby zlepšovaly stav vodních toků. Dobrým stavem vod nejsou myšleny samozřejmě pouze povrchové vody, ale i vody podzemní. Pro dosažení dobrého stavu vod musí být sestavena metoda pro určení a sledování vývoje kvality vody a toků. Na to bylo při vytváření zmíněné směrnice myšleno a rámcově byly stanoveny hodnotící parametry.

Směrnici Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, musí každý členský stát transponovat do

svých zákonů. Česká republika tak učinila již v zákoně číslo 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Nutným podkladem pro hodnocení toků je jejich monitoring, jehož součástí je mimo jiné i tzv. hydroekologický monitoring. Na něj se zaměřuje tato práce nejprve teoreticky a poté je aplikován na malý vodní toku Stanůvka. Po vyhodnocení hydroekologického monitoringu je na úseku se zhoršenými parametry navržena revitalizace. Pro vyhodnocení vlivu navržených úprav je proveden opět hydroekologický monitoring, ve kterém jsou již uvažovány zlepšené parametry, na které měla úprava vliv.

2. Cíle práce

Cílem práce je rozbor teoretických základů a také praktická aplikace získaných poznatků. V první, teoretické části je uveden popis aktuálního stavu hydroekologického hodnocení vodních toků v České republice a v některých vybraných státech. Proto jsou zde zařazeny kapitoly popisující historii a vodohospodářské plánování, které souvisí s postojem společnosti k vodním tokům a samotné vodě.

Se vstupem České republiky do Evropské unie musíme přejímat nebo včleňovat některé legislativní dokumenty do našich zákonů. Jedním z nich je Směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Tato směrnice je jedna z nejvýznamnějších a také nejucelenějších právních úprav v oblasti vody. Jedním z cílů této směrnice je dosažení dobrého stavu vod, kterými jsou myšlené jak povrchové, tak i podzemní vody.

Pro zlepšení stavu povrchových vod z pohledu hydroekologického mohou sloužit i vodohospodářské revitalizace. Jimi se také tato práce zabývá a popisuje jejich aktuální vývoj.

V druhé části je pak cílem aplikace získaných poznatků na konkrétní vodní tok. Snahou je uplatnit na něm metodiku monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků uznávanou Ministerstvem životního prostředí České republiky. V části vodního toku vykazující zhoršené parametry bude proveden návrh revitalizace. Pro vyhodnocení přínosu úpravy pak bude opětovně proveden hydroekologický monitoring a vyhodnocen vliv revitalizace na kvalitu úseků a celého vodního toku.

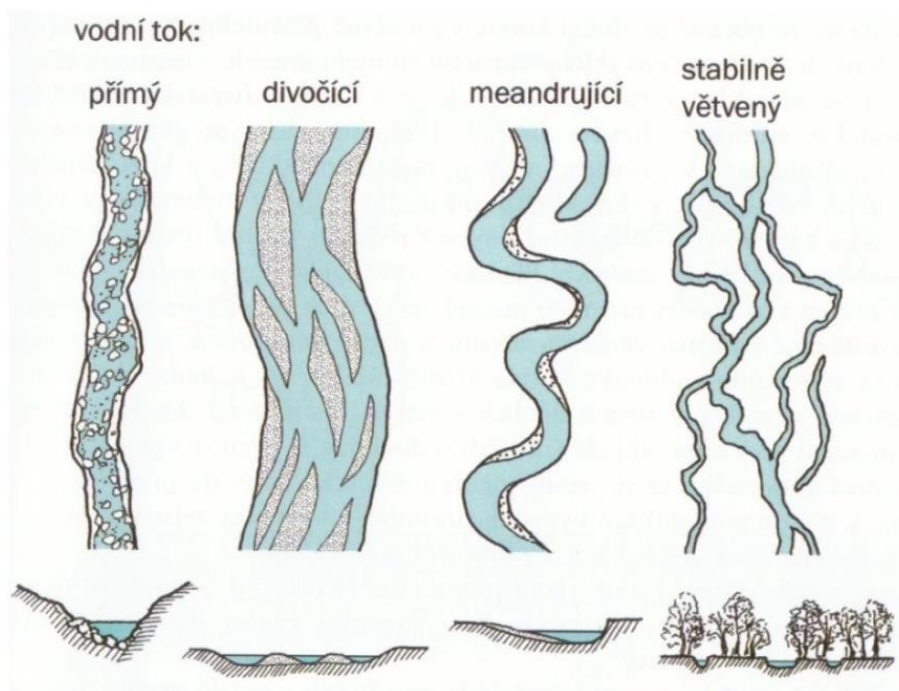
3. Přírodě blízký stav vodních toků

Od začátku 19. století probíhaly intenzivní technické úpravy potoků, řek a jejich niv. Bylo snahou zvýšit kapacitu koryta vodních toků především za účelem co nejrychlejšího odvádění vody z krajiny, a to pomocí napřímení trasy, technickou úpravou břehů a dna a také vytvářením hrází za účelem soustředění povodňových průtoků do osy koryta. Úpravy se dotkly i niv vodních toků, kde byly zužovány potoční a říční pásy, odvodňovány zamokřené pozemky a zahlubovány koryta toků. Žádoucí pak nebyla ani stará říční ramena či mokřady a tůňe, které byly odstraněny a zemědělsky využity. Velkou zásluhu na tom měla i intenzifikace zemědělství a velké zemědělské stroje, pro které je výhodnější a příjemnější mít rozsáhlé rovné plochy pro obhospodařování. Všechny tyto zásahy do přirozených stavů vodních toků a jejich niv se postupem času začaly projevovat jako nepříznivé. V dnešní době je tedy žádoucí napravovat nepříznivé zásahy do koryta toků. Tento proces je označován jako revitalizace.

Výchozím podkladem pro návrh revitalizací je znalost vlastností přírodních vodních toků, kterým se snažíme přiblížit. Tvar trasy koryta, koryto samotné a údolní niva se vytvářejí v závislosti na místních podmínkách.

3.1. Geomorfologické typy vodních toků

Základními geomorfologickými typy vodních toků jsou vodní toky přímé, divočí, meandrující a stabilně větvené. Jejich charakter je dán místními podmínkami, které ho utváří. Mezi hlavní pak patří zejména sklonitost údolní nivy a její tvar, geologie podloží či průtok. [1]



Obr. 1 Geomorfologické typy vodních toků [1]

Vodní tok s přímým korytem se tvoří na horských horních částech toku s podélným sklonem dna nad 2%. Poměr mezi délkou trasy a délkou údolí bývá do 1,5. Jedná se tedy o koryta vodních toků, na kterých probíhají velké transporty hrubozrnných materiálů, čímž je zabraňováno stabilnímu zvlnění trasy koryta. Důsledkem vysokého spádu není ani umožněno vytvoření stabilních meandrů. Koryto díky velkému poměru mezi šířkou a hloubkou koryta (až 60:1) může pojmout běžné, ale i zvýšené průtoky aniž by docházelo k výrazným rozlivům.

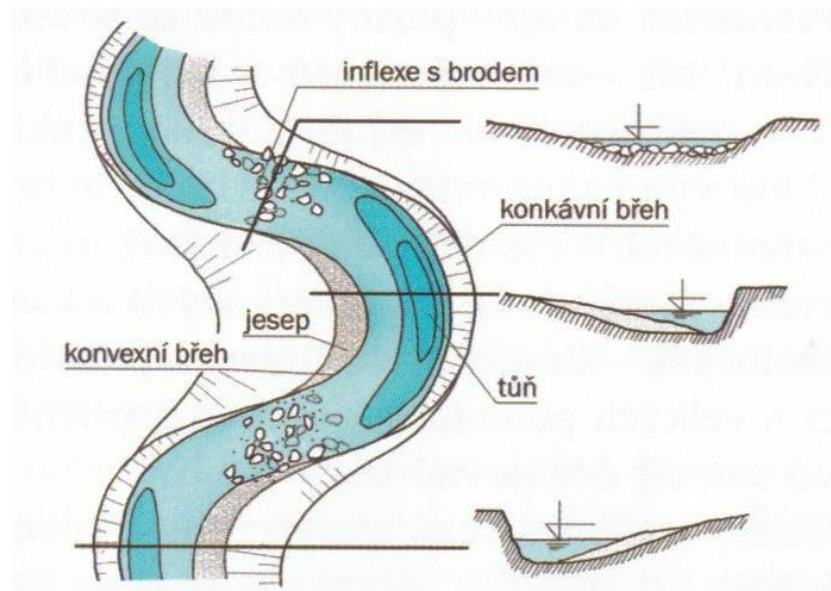
Divočící tok mívá mělčí a širší koryto. Pro tento typ toku je typická situace, kdy malé průtoky koryto rozdělují na několik menších pramenů mezi štěrkovými lavicemi, zatímco větší průtoky zaplňují koryto celé a dochází k transportu splavenin. Celkově je koryto nestabilní z důvodu přítomnosti hrubozrnných materiálů, které jsou vlivem vysokých průtoků transportovány. Divočící tok je vytvářen zhruba při podélném sklonu dna od 0,5 do 4%, a to zejména v podhorských oblastech.

Meandrující toky se tvoří v mírnějších podélných sklonech, kde je kinetická energie vody menší a nedokáže vytvářet přímou trasu koryta. Materiály koryta bývají poddajné a dovolují vytvářet zvlnění trasy. Běžně se meandrová trasa koryta tvoří při podélném sklonu dna do 2% a údolní niva musí mít určitou šířku, aby byl dovolen pohyb trasy koryta. Tvary meandrů bývají nepravidelné. Typickými znaky meandrujících koryt jsou strmé svahy a různé výmoly a prohlubně u konkávních (nárázových) břehů a naopak u konvexních (vnitřních) břehů pak dochází k usazování materiálů do tvarů plochých lavic. Tento jev se nazývá jesepty. Mezi jednotlivými oblouky je místo (inflexe)

s relativně symetrickým příčným profilem, kde často vznikají brody. U meandrujících toků převládá břehová eroze nad erozí dnovou. Důsledkem břehové eroze vznikají vedlejší a mrtvá ramena, která jsou významnými mokřadními a vodními biotopy. Při hledání zákonů geometrie meandrů bylo využito empirických výzkumů, které zjistily, že:

- šířka meandrového pásu je 10 – 14 násobek šířky koryta,
- poloměr meandrových oblouků bývá 2 – 3 násobkem šířky koryta,
- vzdálenost mezi jednotlivými oblouky bývá 5 – 7 násobek šířky koryta.

Stabilně větvené toky jsou obdobně jako divočí toky rozvětveny, ale zásadním rozdílem je, že rozvětvení je stabilní. Nevznikají šterkové lavice ale ostrovy pokryté vegetací, které mohou být dlouhé i několik kilometrů. Stabilně větvené toky jsou typické pro nížinné řeky, kdy je koryto odolné vůči erozi a kinetická energie vody je malá. Dělení vodního toku na ramena probíhá většinou při větších průtocích, kdy dojde k náhlému odbočení koryta. [1]



Obr. 2 Tvar koryta v meandrech [1]

3.2. Faktory vytvářející koryta a nivy vodních toků

Základními faktory vytvářející koryto a nivu jsou energie vody a vlastnosti materiálů. Nejvýznamněji je přirozené koryto měněno většími průtoky. Pro nížinné potoční tratě jde zhruba o průtoky $Q_{30d} - Q_1$ a pro horské a podhorské potoky asi o průtoky na úrovni Q_1 . Z již realizovaných revitalizací můžeme posoudit, že dimenzování koryta na průtok rovný Q_1 je většinou zbytečně velké. Naopak koryto upravené na průtok o velikosti Q_{30d} je malé, takže cílem je navrhnout optimální koryto,

dle místních podmínek. Koryto s menší kapacitou lze do budoucna podstatně lépe zkapacitnit než koryto s větší kapacitou zmenšovat. [1]

Proudění v korytě má turbulentní charakter, kde největší rychlosti jsou při hladině v nejhlubších částech příčného profilu. Při návrhu nově revitalizovaného koryta musíme zajistit různé příčné profily koryta toku v přímých částech a v obloucích. V obloucích dochází u konkávního (nárázového) břehu k vymílání a naopak u konvexního (vnitřního) břehu dochází k postupnému usazování.

3.3.Vliv úprav toku na jejich ekologickou hodnotu

Výsledkem revitalizace vodního toku by měl vzniknout biotop, který bude mít vhodné podmínky pro existenci druhů, které se v dané oblasti přirozeně nacházejí. Podkladem pro tento cíl je znalost místních podmínek, které musíme následně nějakým způsobem začlenit do návrhu celé revitalizace. Mezi nejdůležitější podmínky patří např. členitost koryta. Při návrhu se snažíme zajistit střídání různých hloubek vody, proudných míst a pokud možno dovolit transport splavenin. Výskyt živočichů ve vodním toku je závislý také na možnostech úkrytu, který mohou poskytnout kameny, kořenové systémy, podemleté břehy a napadané větve či kmeny. Při návrhu je vhodné využívat místních materiálů. Pro možnosti migrace živočichů by se neměly v toku nacházet žádné migrační překážky jako například jezy a další stupně. Nedílnou součástí koryt vodních toků je také vegetační doprovod, který je volen tak, aby plně vyvinutý kořenový systém zpevňoval břeh a vytvářel možnosti úkrytu pro živočichy. Snahou je dovolit rozliv větších průtoků na okolní pozemky a to hned z několika důvodů. Prvním z nich je ekologická funkce vodního toku, druhým pak zmírňování povodňového průtoku a třetím důvodem je snaha zadržovat vodu v krajině. Mimo vodní tok se mohou nacházet tůně či slepá ramena, které jsou také vhodným stanovištěm pro různé druhy živočichů a rostlin.

4. Vodohospodářské plánování

Jak již bylo řečeno, lidé již od dávné historie vodu, její energii a údolí vodních toků využívají. S vývojem technologie a požadavků na zdroje pitné vody či závlahy docházelo mimo jiné i k čím dál zásadnějším úpravám vodních toků a jejich niv. Proto bylo nutné tyto zásahy nějakým způsobem usměrňovat a vytvořit určité zásady. Tak vznikla potřeba vodohospodářského plánování, jež se dotýká obecně celkového hospodaření s vodou.

4.1. Historie

Historie vodohospodářského plánování sahá až do 18. století před naším letopočtem do Babylonu. Historický plán obsahoval vodovody s rozvodnými řády, zavlažovací kanály, zřízení jezera v Babylónu, regulaci řeky Eufrat, lázně pro krále a stavbu vodních kol pro potřeby řemeslníků. Za zmínku stojí také 16,6 km dlouhý nejstarší akvadukt Aqua Apia vybudovaný roku 305 před naším letopočtem ve starém Římě. V České republice za Karla IV. probíhaly výstavby rybníků na Pardubicku a za vlády Rožmberků také v jižních Čechách. Tyto stavby byly ale spíše jednotlivá opatření vyvolaná aktuální potřebou. Výrazně většími plány z historie vodních staveb jsou projekty na výstavbu Suezského a Panamského průplavu nebo v Čechách průplavu Dunaj – Odra (později byly plány rozšířeny na průplav Dunaj – Odra – Labe). Ve 20. století v Evropě se začalo rozvíjet zásobování vodou velkých měst. Toto byl nový impuls pro plánování v oblasti vodního hospodářství, které se týkalo například rozvoje vodovodů, závlahových systémů, výstavby vodních elektráren, přehradních nádrží apod.

Roku 1941 zpracoval Ing. Bažant „Moravský vodohospodářský plán“, roku 1946 pan Bartovský „Vodní cesty a vodohospodářské plánování v Čechách a na Moravě“ a roku 1947 pan Bratránek „Generální plán rozvoje vodního hospodářství v zemi České a Moravskoslezské jako základ soustavného plánování“. [2]

Státní vodohospodářský plán republiky Československé (dále jen SVP) vypracovaný v letech 1949 – 1953 obsahoval první přehled o využití vodního bohatství ČSR. Sloužil jako směrný plán pro vodohospodářská opatření a jako podklad pro územní plánování. Na základě podrobných průzkumů zhodnocoval možnost využití vodních zdrojů v každém povodí a navrhoval jejich využití pro krytí budoucích potřeb vody. Byl také podnětem k soustavnému sledování a vyhodnocování údajů o přírodních podmínkách ovlivňující vodní zdroje a hospodaření s vodou. Jako první dokument souhrnně zpracovával problematiku zásobování pitnou vodou a problematiku jakosti vod. Postupem let byly návrhy tohoto SVP překonány a například potřeby vody v některých oblastech se vyvíjely rychleji, než předpokládal. Technická řešení podle

prvního SPV byly zastaralá a tedy nepoužitelná. Z těchto důvodů byl roku 1967 přepracován SPV z roku 1953. [3]

Druhý SVP byl zpracován v letech 1970 – 1975 a je s řadou změn a doplňků v doprovodných publikacích platný dodnes. V rámci tohoto SVP bylo přešetřeno 581 možných přehradních profilů, prověřeno 45 přímých odběrů z vodních toků pro účely zásobování pitnou vodou a cca 200 vodních nádrží. Dále byla pro více než 600 měst vyhodnocena očekávaná potřeba vody a navržena koncepce jejich zásobování. Tento SVP obsahuje i podrobné vyhodnocení vodohospodářské bilance pro 172 profilů, posouzení více než 600 velkých bodových zdrojů znečištění včetně predikce vývoje až do roku 2000. Jeho součástí je také průzkum potřebných úprav vodních toků, v celkové délce 36 680 km, před povodněmi. V SVP bylo uvažováno i s otázkami zabírajícími se investičními a provozními náročnostmi navržených opatření, vývoje nákladů vodohospodářských organizací a počtu jejich pracovníků, legislativní problematiky, mezinárodní spolupráce atd. [4]

Novým impulsem pro vodohospodářské plánování byla příprava Rámcové směrnice o vodách ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. [5]

4.2.Rámcová směrnice o vodách

Rámcová směrnice o vodách musela být do 22. prosince 2003 transponována do zákonů jednotlivých členských států Evropské unie. V České republice proběhla transpozice již do zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). Vodní zákon bere plánování v oblasti vod jako soustavnou koncepční činnost s účelem vymezení a vzájemné harmonizace veřejných zájmů jako je ochrana vod, snížení nepříznivých účinků povodní a sucha a udržitelné využívání vodních zdrojů. V rámci plánování v oblasti vod se pořizují plány povodí a plány pro zvládnutí povodňových rizik, které jsou podkladem pro výkon veřejné správy. [6]

Rámcová směrnice o vodách je jedna z nejsložitějších směrnic Evropské komise. Jejím cílem je stanovit rámec pro ochranu vod a dosažení dobrého stavu povrchových a podzemních vod. Pro dosažení cíle chce zabránit zhoršování stavu vodních ekosystémů a podpořit jejich ochranu, tzn. zajistit cílené snižování vypouštění emisí a úniků nebezpečných látek a snížení nepříznivých účinků povodní a sucha. [7]

Dle Rámcové směrnice o vodách musí každý členský stát EU zajistit pro každou oblast povodí plán povodí. Plán povodí je dělen do tří šestiletých etap:

4.2.1. 1. Plánovací období

Probíhalo v letech 2009 – 2015, kdy byl vytvořen Plán hlavních povodí České republiky spoluprací Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí. Plán byl ucelen v jednom dokumentu a schválen vládou 23. 5. 2007.

Dále byly zpracovány Plány oblastí povodí, které pořizují správci povodí dle své působnosti ve spolupráci s příslušnými krajskými úřady a vodoprávními úřady. Jedná se o dokumenty popisující současný stav a stanovují konkrétní cíle a opatření. Z těchto plánů vychází Plány mezinárodních oblastí Labe, Odry a Dunaje.

Pro první plánovací období byla ČR rozdělena na 8 dílčích povodí: povodí Ohře a Dolního Labe, Odry, Moravy, Horní Vltavy, Dyje, Horního a středního Labe, Dolní Vltavy a Berounky (Obr. 3) [2]



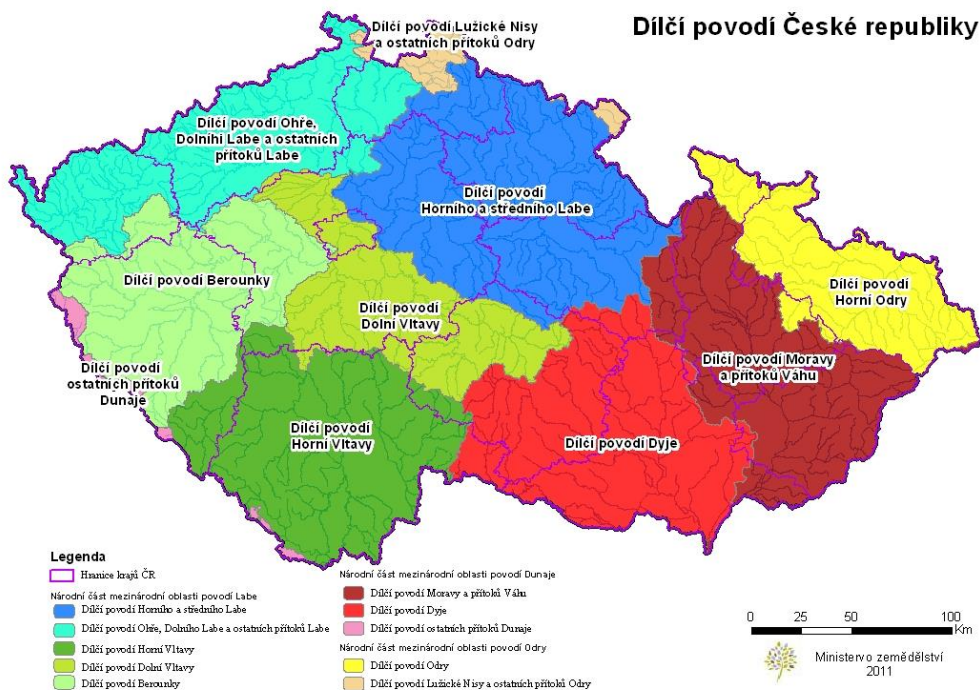
Obr. 3 Dílčí povodí ČR pro 1. plánovací období [8]

4.2.2. 2. Plánovací období

Probíhá v letech 2015 – 2021 a během jeho přípravy již došlo k aktualizaci plánů povodí. V reakci na připomínky Evropské komise proběhla novela vodního zákona a byla stanovena nová struktura zpracování plánů povodí.

Mezinárodní plány povodí jsou zachované pro povodí Labe, Odry a Dunaje. Plán hlavních povodí ČR, který tvořil jeden dokument, byl přejmenován na Národní plány

povodí a rozdělen na povodí Labe, Odry a Dunaje. Plány oblastí povodí byly také přejmenovány na plány dílčích povodí a byly nově přidány 2 povodí: dílčí povodí Lužické Nisy a ostatních přítoků Odry a dílčí povodí ostatních přítoků Dunaje (Obr. 4). Novým dokumentem je plán pro zvládání povodňových rizik, který je obdobně jako Mezinárodní plány a Národní plány rozdělen na 3 dílčí povodí. [2]



Obr. 4 Dílčí povodí ČR pro 2. plánovací období [9]

4.2.3. 3. Plánovací období

Samotné období bude probíhat v letech 2021 – 2027, ale už od roku 2017 probíhá jeho příprava. V rámci přípravy probíhá druhá aktualizace plánů povodí a první aktualizace plánu pro zvládání povodňových rizik. [2]

Pro dosažení všech cílů, které jsou kladeny Rámcovou směrnicí o vodách, je potřeba znát přesný aktuální stav vodních toků. Na jejich základě teprve můžeme začít s nápravou špatného stavu a dalšími opatřeními.

5. Monitoring vodních útvarů ve vybraných státech

Pro účely určení a sledování stavu vodních útvarů je potřeba mít alespoň v jednotlivých státech jednotnou metodiku pro jejich vyhodnocování. V rámci Evropské unie vychází všechny metodiky ze směrnice Evropského parlamentu a rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

5.1. Česká republika

Monitoringem stavu povrchových vod se zabývá vyhláška č. 98/2011 Sb. Vyhláška o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod. Tato vyhláška hodnotí celkový stav podle chemického a ekologického stavu nebo ekologického potenciálu v případě silně ovlivněných útvarů povrchových vod. Hodnotící ukazatele jsou rozdílné pro řeky, jezera a silně ovlivněné a umělé útvary.

Dalším dokumentem zabývajícím se jakostí vody je ČSN EN 14614 (757723) Jakost vod - Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik řek. Tato norma je založena na metodách, které byly vyvinuty, zkoušeny a sjednoceny v Evropě. Má za cíl zlepšení srovnatelnosti používaných metod pro sledování hydromorfologického stavu vodních toků a samozřejmě také interpretaci a prezentaci získaných výsledků.

Monitoring povrchových vodních útvarů sleduje chemický a ekologický stav. Chemický stav sleduje tzv. prioritní látky, které jsou popsány v příloze č. 6 nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Do sledování ekologického stavu patří kvalitativní ukazatele:

- biologické
 - složení a četnost flóry, makrozoobentosu, ryb,
- hydromorfologické podporující biologické ukazatele
 - hydrologický režim, kontinuita toku, morfologické podmínky,
- chemické a fyzikálně – chemické podporující biologické ukazatele
 - všeobecné ukazatele jako je průhlednost, teplota, množství kyslíku a dále pak znečišťující látky.

U podzemních vod se sleduje kvantitativní a chemický stav.

V tabulce č. 1 je uvedena četnost monitorování jednotlivých parametrů, která je volena s ohledem na zajištění dostatku dat pro vyhodnocování stavu vodního útvaru. Vodní útvary, které jsou významnými zdroji pitné vody, mají četnost vybraných parametrů častější. [10]

Ukazatele kvality	Řeky	Jezera
Ekologický stav		
Biologické		
Fytoplankton	6 měsíců	6 měsíců
Jiná vodní flóra (makrofyta a fytobentos)	3 roky	3 roky
Makrozoobentos	3 roky	3 roky
Ryby	3 roky	3 roky
Hydromorfologické		
Hydrologický režim	nepřetržitě	1 měsíc
Kontinuita toku	6 let	
Morfologické podmínky	6 let	6 let
Chemické a fyzikálně-chemické		
Průhlednost a teplotní poměry	3 měsíce	3 měsíce
Kyslíkové poměry	3 měsíce	3 měsíce
Salinita	3 měsíce	3 měsíce
Acidobazický stav	3 měsíce	3 měsíce
Živiny	3 měsíce	3 měsíce
Ostatní znečišťující látky	3 měsíce	3 měsíce
Chemický stav		
Prioritní látky a další znečišťující látky pro hodnocení chemického stavu	1 měsíc	1 měsíc

Tab. 1 četnost monitorování jednotlivých ukazatelů [10]

5.1.1. Hodnotící parametry tekoucích vod

Všechny metodiky k hodnocení parametrů tekoucích vod jsou veřejně přístupné na webových stránkách Ministerstva životního prostředí.

Používané postupy jsou souborem metodik popisující problematiku odběrů a zpracovávání vzorků pro ryby, fytobentos, fytoplankton, makrofyta a makrozoobentos – broditelné a nebroditelné.

Hodnocení stavu útvarů povrchových vod je prováděno pomocí zhodnocení chemického a ekologického stavu, případně u silně ovlivněných a umělých útvarů za pomoci ekologického potenciálu.

Ekologický stav je rozdělen na biologické, fyzikálně-chemické, chemické a hydromorfologické složky. [11]

5.1.2. Hodnotící parametry stojatých vod

Soubor metodik pro stojaté vody obsahuje problematiku odběrů a zpracovávání vzorků pro ryby, makrofyta, zooplankton, makrozoobentos, fytobentos a fytoplankton.

Součástí je i metodika pro hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých vodních útvarů – kategorie jezero. [12]

5.2. Slovenská republika

Ministerstvo životního prostředí Slovenské republiky vypracovalo dokument s názvem Rámcový program monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2016 – 2021, který uvádí měřené ukazatele a frekvenci jejich měření. Základním rozdělením měřených ukazatelů jsou oblasti ekologického stavu, ekologického potenciálu a chemického stavu povrchových vod.

Rámcový program monitorovania vôd Slovenska na obdobie rokov 2016 – 2021 ve své příloze číslo 4.1.1.2.1. obsahuje seznam metod pro monitorování kvality povrchových vod. Pro účely této práce nás zajímají metody zaměřující se na prvky hydromorfologické kvality:

1. Metodický postup pre mapovanie a hodnotenie hydromorfologických parametrov vodných tokov – jedná se o metodiku SHMÚ

2. Metodický postup hydromorfologického monitoringu pre hodnotenie ekologického stavu vodných útvarov v súlade s RSV 2000/60/EC – jedná se metodiku VÚVH. Hodnocení vodního toku je rozděleno na 4 základní hodnotící parametry a to koryto, břehy, inundační území a hydrologické podmínky. Jednotlivé dílčí parametry se obdobně jako u metodiky platné v ČR hodnotí číselnou škálou od 1 do 5 a následně je vypočítána celková hodnota pro tok.

3. STN EN 14614: 2005 Kvalita vody. Návod na hodnotenie hydromorfologických vlastností toku – tato norma poskytuje návod na zaznamenávání prvků při charakterizování a hodnocení hydromorfologie toků.

4. Metodika sledovania plaveninového režimu vo vzťahu k zanášaniam vodných nádrží – metoda VÚVH, která se zaměřuje na splaveninový režim toků a jeho vztah k zanášení nádrží.

5.3. Spolková republika Německo

U našich západních sousedů existuje několik metodik pro hydroekologický monitoring vodních toků. První z popisovaných je tzv. Bavorská metoda, která se zaměřuje na monitoring vodních toků do 10 m šířky. Celým názvem se nazývá Strukturgröße von Fließgewässern, vznikala roku 1999 a autory jsou T. Zumbroich, A. Müller a G. Friedrich. Mapovací formulář je rozdělen do šesti základních skupin: vývoj toku, podélný profil, struktura dna, příčný profil, struktura břehů a okolí vodního toku.

Další používanou metodou v Německu je Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – Übersichtsverfahren (LAWA – Overview Survey) od autorů T. Fleischhacker a K. Kerna z roku 2002. Tato metoda byla vyvinuta se záměrem celoplošného monitoringu fungování říčních ekosystémů, kdy je 17 parametrům přiřazována ekologická funkce. Terénní průzkum u této metody je orientačního charakteru a spíše je zde kladen důraz na využívání existujících podkladů. Ačkoliv tato metodika je spíše zaměřena na funkci habitatu a určení ekologických funkcí říční krajiny, jedná se o dobrý podklad pro návrhy revitalizací.

Metodou s podobným názvem je LAWA – Field Survey. Naopak od LAWA-OS je tato metoda založena na terénním průzkumu. Tok je rozdělen na stejně dlouhé úseky v délce 50 až 500 m v závislosti na šířce koryta. Hodnotí se 25 parametrů, které jsou stejně jako o LAWA-OS rozděleny na koryto, břeh a okolí toku. [13]

6. Hydroekologický monitoring v ČR

Ministerstvo životního prostředí ČR zadalo projekt vypracování metodiky pro hydroekologický monitoring, jehož řešitelem byl doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D. Vznikl dokument Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality toků, která popisuje postup při monitoringu a obsahuje i mapovací formulář. Dalším výstupem je Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků, která popisuje vyhodnocení monitoringu.

Princip hodnocení je založen na skórování jednotlivých parametrů. Hodnotíme koryto toku, zónu říčních břehů a příbřežní zónu a zónu inundačního území. Hodnocení se provádí zapisováním do mapovacího formuláře na základě terénních a distančních dat. Některé vlastnosti toku, které jsou vyplňovány do mapovacího formuláře, mají pouze informativní charakter a v hodnocení se neprojeví.

Před samotným mapováním je zapotřebí rozdělit tok na části s proměnlivou délkou podle homogenity jednotlivých úseků. Posuzují se následující klíčové ukazatele, které jsou seřazeny podle významnosti:

- Typologie vodních toků
- Půdorysný průběh trasy toku
- Charakter využití příbřežní zóny a údolní nivy
- Charakter upravenosti koryta toku

Úseky jsou označovány prvními třemi písmeny názvu toku a trojmístnou číselnou řadou, které je vzestupná od ústí k pramenu. V případě větvení toku jsou úseky označovány ještě písmeny (a,b,c...).

6.1. Skupiny typů vodních toků

Pro účely hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků je vymezeno pro Českou republiku několik skupin vodních toků, a to v metodice „Vymezení typů útvarů povrchových vod“ (Langhammer a kol. 2009). Ty jsou vymezeny tak, aby všechny toky v rámci jedné skupiny vykazovaly obdobné vlastnosti jako je charakter podloží, vodnatost toku, hydrologické charakteristiky, klimatické podmínky, geologické podmínky, řád vodního toku a nadmořská výška. Na základě charakteristik bylo vymezeno osm typů vodních toků dle níže uvedené tabulky: [14]

Kód	Skupina typů	Zahrnuté typy toků
HOR	Horský tok	1-4-1-1, 1-4-1-2, 1-4-2-1, 1-4-2-2, 2-4-1-1, 2-4-2-1, 3-4-1-1, 3-4-2-1
PVR	Potok vrchovinný	1-3-1-1, 1-3-2-1, 2-3-1-1, 2-3-2-1, 3-3-1-1, 3-3-2-1
TVR	Tok vrchovinný	1-3-1-2, 1-3-1-3, 1-3-2-2, 2-3-1-2, 2-3-2-2, 3-3-1-2, 3-3-2-2
PPK	Potok pahorkatinný na krystaliniku	1-2-1-1, 2-2-1-1, 3-2-1-1
PPS	Potok pahorkatinný na sedimentu	1-2-2-1, 2-2-2-1, 3-2-2-1,
TPA	Tok pahorkatinný	1-2-1-2, 1-2-2-2, 2-2-1-2, 2-2-2-2, 3-2-1-2, 3-2-2-2
TNI	Tok nížinný	1-1-1-1, 1-1-1-2, 1-1-2-1, 1-1-2-2, 3-1-2-1, 3-1-2-2
REK	Řeka	1-1-1-3, 1-1-2-3, 1-2-1-3, 1-2-2-3, 2-2-2-3, 3-1-2-3, 3-2-1-3, 3-2-2-3

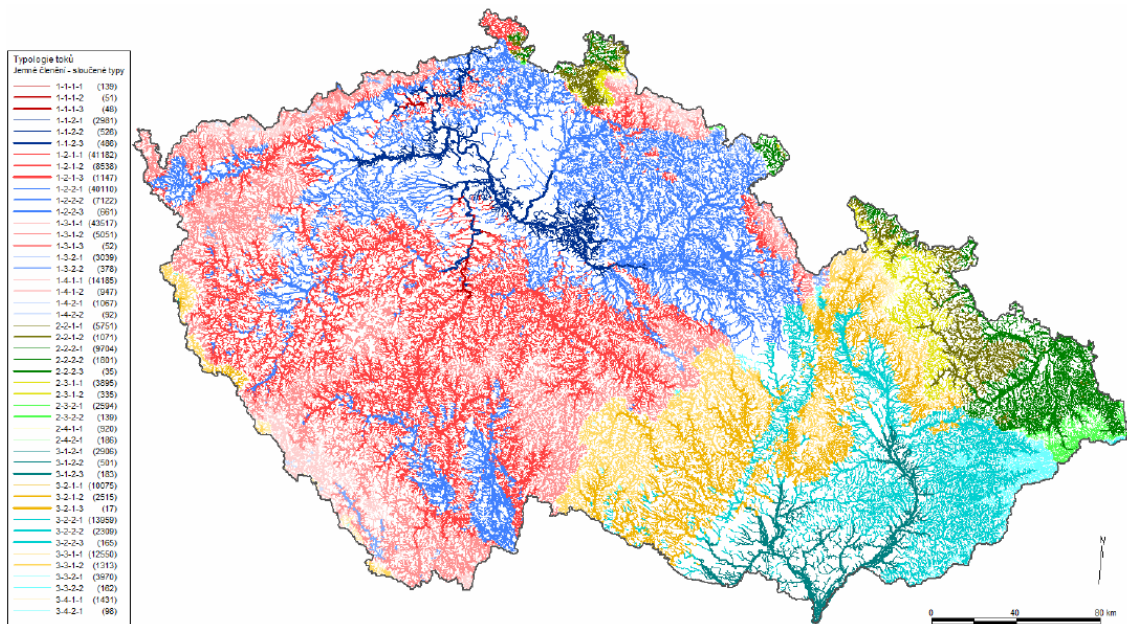
Tab. 2 Skupiny typů vodních toků [14]

Každému vodnímu toku je přiřazeno čtyřmístné číslo, podle kterého určíme jeho typ. První číslo označuje úmoří, druhé nadmořskou výšku, třetí geologii a čtvrté kategorii řádu podle Strahlera.

Parametr	Počet kategorií	Kategorie
Úmoří	3	Severní moře Baltské moře Středozevní moře
Nadmořská výška	4	< 200 m.n.m. 200-500 500-800 800 a více
Geologie	2	Krystalinikum a vulkanity Pískovce, jílovce, kvartér
Řád toku dle Strahlera	3	Potoky (řád 1-3) Říčky (řád 4-6) Řeky (řád 7-9)

Tab. 3 Výsledné kategorie typologie toků a vodních útvarů [15]

V metodice Vymezení typů vodních toků je i grafické rozčlenění všech vodních toků v České republice. Kvalita tohoto schématu je ale bohužel nedostatečná pro jednoznačné určení typu vodního toku pouze na jeho základě. Jedná se tedy spíše o ilustrační obrázek, který dokládá existenci všech vymezených typů a je potřeba na základě dvou výše uvedených tabulek každý tok individuálně zařadit do příslušné kategorie.



Obr. 5 Typy vodních toků [14]

6.2. Vyhodnocení a klasifikace

Vyhodnocuje se každý úsek toku zvlášť a podle skupiny typů vodních toků je každému parametru přiřazena váha dle tabulky 5. Výsledná hydromorfologická kvalita vodního toku se vypočítává jako vážený průměr jednotlivých úseků, kde vahou je délka jednotlivého úseku.

Podrobný postup vyhodnocení je popsáno v metodice „HEM 2014 - Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků“.

Kvalifikace hydromorfologického stavu úseku nebo vodního toku je stanovena dle ČSN EN 1543 do pěti tříd dle tabulky 4 ve které je i barevné rozlišení dle ČSN EN 14614.

Skóre		Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
≥ 1,0	< 1,5	1	Přírodě blízký	Modrá
≥ 1,5	< 2,5	2	Slabě modifikovaný	Zelená
≥ 2,5	< 3,5	3	Středně modifikovaný	Žlutá
≥ 3,5	< 4,5	4	Značně modifikovaný	Oranžová
≥ 4,5	< 5,0	5	Silně modifikovaný	Červená

Tab. 4 Klasifikace hydromorfologického stavu [14]

	<i>Skupiny typů</i>							
	<i>Horský tok (HOR)</i>	<i>Potok vrchovinový (PVR)</i>	<i>Tok vrchovinový (TVR)</i>	<i>Potok pahorkat. na krystaliniku (PPK)</i>	<i>Potok pahorkatinný na sedimentu (PPS)</i>	<i>Tok pahorkatinný (TPK)</i>	<i>Tok nížinný (TNI)</i>	<i>Řeka (REK)</i>
Suma vah	4	4	4	4	4	4	4	4
Koryto a trasa toku	3	3	2.7	2.6	2.6	2.3	1.9	1.8
Upravenost trasy toku (TRA)	1.1	1.1	1.1	1	1	0.9	0.9	0.8
Variabilita šířky koryta (VSK)	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Variabilita zahloubení v podél. profilu (VHL)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Charakter proudění (PRO)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Dno a podélný profil								
Upravenost dna (UDN)	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25	0.15	0.1	0.1
Struktury dna (STD)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1
Dnový substrát (DNS)	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05
Podélná průchodnost koryta (PPK)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3
Břeh a příbřežní zóna	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1
Upravenost břehu (UBR)	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25	0.2	0.2	0.2
Břehová vegetace (BVG)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1
Využití příbřežní zóny (VPZ)	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7
Inundační území	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.9	1.1	1.2
Využití údolní nivy (VNI)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7
Průchodnost inundačního území (PIN)	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.2	0.25	0.25
Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.2	0.25	0.25

Tab. 5 Nastavení hodnot vah pro výpočet hydromorfologické kvality úseku pro hodnotící ukazatele a skupiny typů toků [14]

6.3.Hodnocení koryta

V rámci hodnocení koryta má největší význam upravenost trasy koryta. Zde pak do hodnocení zasahuje i jeho historická trasa. Dalšími hodnocenými parametry jsou variabilita šířky koryta, variabilita zahloubení podélného profilu, variabilita hloubek v příčném profilu, charakter proudění, ovlivnění hydroekologického režimu, upravenost dna, struktura dna, dnový substrát, mrtvé dřevo v korytě a podélná průchodnost koryta.

Při vyhodnocení, které je závislé na skupině toku, má tato kategorie nejvyšší váhu. Z celkové sumy vah 4 připadá pro koryto od 1,8 do 3.

6.4.Hodnocení říčních břehů a příbřežní zóny

Je hodnocena upravenost břehu, břehová vegetace a využití příbřežní zóny.

V této kategorii nelze jednoznačně označit, který z parametrů má nejvyšší významnost. Ta je výrazně proměnlivá pro jednotlivé skupiny toků. Pro tuto skupinu připadá celková váha, při vyhodnocování, od 0,7 do 1.

6.5.Hodnocení inundačního území

Vyhodnocuje se využití údolní nivy, průchodnost inundačního území a stabilita břehu a boční migrace koryta.

Opět jako u hodnocení říčních břehů a příbřežní zóny zde nemůžeme jednoznačně označit nejvýznamnější parametr. Celková váha této skupiny je velice proměnlivá, nabývá hodnot od 0,3 do 1,2.

7. Vodohospodářské revitalizace

Jedním z nástrojů pro zlepšení hydromorfologického stavu vodních toků jsou i tzv. vodohospodářské revitalizace. Ty se ve světě začínají rozvíjet zhruba od 70. let 20. století. Mezi největší projekty v USA na Floridě patří revitalizace řeky Kissimmee, které měla původně délku 160 km mezi jezery Kissimme a Okeechobee. Kvůli zrychlení odtoku vody z krajiny jako reakce na záplavy způsobované hurikány byla v 60. letech 20. století napřimena na 90 km. Velice brzy po dokončení díla se ale zjistilo, že tato snaha měla nepříznivé vlivy na okolí. [16]

Ve Velké Británii patří k nejvýznamnějším projektům z 90. let například revitalizace řek Cole v Coleshill a Skerne v Darlingtonu. Realizace probíhala ještě ve spolupráci s dánskými vodohospodáři a revitalizací dánské řeky Brede. Tento společný projekt měl za úkol nejen napravit nevhodné úpravy, ale i ukázat odborné a neodborné veřejnosti nemodernější metody revitalizací. [17]

Při pohledu na naše nejbližší sousední státy je jedním z nejvýznamnějších projektů v Německu revitalizace řeky Isar, která ještě před 210 lety byla typickým divočicím rozvětveným tokem. Od roku 1806 zde probíhaly technické úpravy s cílem dosažení protipovodňové ochrany a využití energie vody. Z řeky se čerpalo a odvádělo pro energetické využití tak velké množství vody, že řeka byla místy až vyschlá. V roce 2000 začala rozsáhlá revitalizace členěna do 5 etap s cílem upravit 8 km toku v jižní části Mnichova. [18]

V České republice do roku 1989 probíhaly vodohospodářské technické úpravy a budování zemědělských meliorací. Od roku 1992 začal fungovat dotační program Ministerstva životního prostředí ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky. Komplikací pro rozvoj této nové disciplíny byla hlavně nedostatečná odborná připravenost a politika státu zbavovat se pozemků. Do dneška u nás proběhla již řada revitalizací drobných vodních toků, které přinesly řadu poznatků, očekávané efekty a celkovou správnost vodohospodářských revitalizací.

7.1. Renaturace

U technicky upravených koryt dochází k zanášení, zarůstání, rozpadu příčných objektů v korytě a rozpadům opevnění. Renaturace probíhá pozvolna nebo skokovitě při větších průtocích vody. Působí příznivě hlavně ve volné krajině, kde bez vynaložení jakýchkoliv prostředků může zlepšit vlastnosti toku. Možnosti samovolné renaturace jsou ale omezené a to zvláště tuhým opevněním koryta nebo nadměrným zahloubením. Tuhé opevnění může být ve formě škvárobetonových tvárnic, které znemožňují přírodní vývoj koryta. Nadměrným zahloubením koryta dochází k soustředění průtoku do nejnižšího místa a tím i ke dnové erozi a dalšímu zahlubování. Pro zlepšení vlastností toků v obou těchto situacích musí pomoci technická revitalizace.

Renaturaci můžeme podpořit nenáročnými zásahy směřujícími k rozvlnění proudnice a tím i celé trasy koryta. Základní metodou je vkládání různých prvků, které podpoří břehovou erozi, do koryta. U menších toků to mohou být kameny, drny nebo vetknuté vrbové kůly, ze kterých může vzejít nový keř nebo strom. U větších toků můžeme třeba vhodně pokácet stromy. Tato metoda renaturace je ale efektivní pouze u přírodního způsobu opevněných koryt, která nejsou výrazně zahloubená.

7.2.Nepříznivé vlivy technických úprav toků

Všeobecně technickými úpravami toků docházelo ke ztrátě rozsahu, členitosti a stability. Ztrátou rozsahu můžeme rozumět například zúžení říčních a potočních pásů a tím i k likvidaci biotopů, redukci ploch, kde docházelo k přirozenému rozlivu povodní nebo odvádění mělkých zásob podzemní vody. Ke ztrátě členitosti docházelo napřimováním tras a budováním pravidelných příčných profilů koryt připomínajících umělé kanály. Důsledkem toho bylo i zmenšení členitosti hloubek. Ztrátou stability je myšlená stabilita vodního a zvodnělého prostředí, která je způsobena odvodňováním okolních pozemků, zamezením přirozeného vývoje koryta, jeho opevněním a omezením migrační průchodnosti toků.

Technické úpravy toků s sebou nesou řadu nepříznivých zásahů:

- vlivem drsnosti, změnou příčných profilů a zvětšením podélného sklonu napřimováním trasy dochází ke změně splaveninového a průtokového režimu,
- koncentrací průtoku do středu koryta a zvětšením rychlostí průtoku se stává koryto méně stabilním a je potřeba ho více opevnit,
- při rychlejším odtoku vody z povodí nedochází k přirozenému zmenšování úrovně kulminace povodňových průtoků a přináší se tím problémy níže položených území,
- kvůli potřebě využívání zamokřených pozemků byly vybudovány odvodňovací systémy, které zmenšují zásoby mělkých podzemních vod,
- příčnými stavbami v korytech vyšších než 30 cm byla porušena jejich migrační průchodnost,
- v pravidelném profilu bez možností úkrytu je velice omezen trvalý výskyt přirozených druhů vodních živočichů,
- vlivem napřimění byly omezeny samočistící procesy,
- vizuální vzhled technicky vybudovaného koryta, často připomínajícího kanál, narušuje ráz krajiny a člověk ho vnímá daleko hůře než přirozeně vyvíjející se tok, ke kterému se i chováme daleko lépe. [1]

7.3.Revitalizace jako součást protipovodňových opatření

Povodní dle zákona číslo 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) se rozumí: „přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody. Povodní je i stav, kdy voda může způsobit škody tím, že z určitého území nemůže dočasně přirozeným způsobem odtékat nebo její odtok je nedostatečný, případně dochází k zaplavení území při soustředěném odtoku srážkových vod. Povodeň může být způsobena přírodními jevy, zejména táním, dešťovými srážkami nebo chodem ledů (přírozená povodeň), nebo jinými vlivy, zejména poruchou vodního díla, která může vést až k jeho havárii (protržení) nebo nouzovým řešením kritické situace na vodním díle (zvláštní povodeň).“ [6]

Revitalizací lze zmírnit povodně vyvolané srážkami a následným soustředěným odtokem. Tyto povodně můžeme rozdělit na bleskové nebo regionální. Bleskové jsou vyvolávány přívalovou srážkou, která spadne na relativně malé povodí, a jejich délka se pohybuje v řádu několika hodin. Regionální povodněmi bývají zasažena velká povodí, jsou vyvolány dlouhotrvajícími dešti a doba jejich trvání je v řádu dní. Při revitalizacích vodních toků můžeme ovlivnit spíše regionální průběhy povodní než bleskové, protože bleskové povodně mohou vznikat i mimo koryta toků. Pro jejich významnější ovlivnění musí být budovány komplexní úpravy v celé ploše povodí.

Přímý povrchový odtok vody je závislý nejenom na velikosti srážky, ale i na dalších parametrech jako je infiltrace, evapotranspirace, povrchová akumulace a intercepce. Intercepce je zadržení vody na povrchu rostlin. Zadržení vody v různých terénních depresích nazýváme povrchovou akumulací. Evapotranspirace je pak výpar z rostlin. Infiltrace je složitý děj, který je závislý zejména na složení půdy a jejím aktuálním nasycením. Intenzita infiltrace je nerovnoměrná a časem se snižuje. Přímý povrchový odtok se úměrně zvětšuje se zvětšující se přispívající plochou.

Protipovodňovou ochranu můžeme rozdělit na tři základní složky:

- 1) Předběžná ochrana – umožnění rozlivu v údolní nivě a zpomalení průtoku.
- 2) Technická protipovodňová opatření – jedná se o výstavbu hrází, ochranných stěn, poldrů a zvýšení kapacity koryt.
- 3) Organizační opatření – vymezení záplavových území a zamezení nevhodné výstavbě v jejich plochách.

Revitalizací můžeme ovlivnit samotné koryto a jeho údolní nivu, které mají na průběh povodně nezanedbatelný vliv. Úpravou koryta ovlivníme hlavně rychlost vody, která je závislá na drsnosti a podélném sklonu. Zvětšením rychlosti vody v korytě dochází i ke zvýšení vymílací rychlosti a nutnosti opevnění břehů a dna pro zajištění jejich stability. Umožnění rozlivu vody do údolí a zpomalíme a zmenšíme velikost povodně.

Konkrétní opatření a jejich důsledky na vlastnosti koryta a průchod povodně:

- Nepřírozeně velké kapacitní koryto nahradíme menším s větší drsností a tím podpoříme rozliv povodňových průtoků, čímž celý průběh povodně zpomalíme a rozvolníme.
- V intravilánu je kapacitní koryto opodstatněné, ale nemusí připomínat kanál. I v takovýchto případech lze zajistit, aby alespoň vzhledově koryto bylo přirozenější.
- Ochranné hráze kolem toku lze více odsadit, aby příbřežní části toku byly většími průtoky zaplavovány.
- Povrchovou akumulaci lze podpořit výstavbou nových tůní, obnovou starých ramen nebo meandrů.
- Průběh povodně lze zmírnit různými polosuchými poldry, které mohou plnit i více funkcí než jenom ochrannou.
- V některých případech lze odstranit staré jezy nebo stupně, které už nemají své opodstatnění a spíše působí negativně na průběh povodně a také jako migrační překážka.

7.4. Obecné zásady provádění revitalizací

Před samotným započatím prací je nutné si stanovit cíl a dokázat si ho uhájit před investorem, pokud jím nejsme sami, nebo před komisí, která může schvalovat dotaci. Existuje u nás celá řada dotačních titulů, které se dají využít, protože revitalizace často obnáší vysoké investiční náklady.

7.4.1. Zásada 1 – využití renaturačních procesů

Využijeme přirozených renaturačních procesů, které probíhají samovolně, jsou většinou pozitivní a navíc probíhají bez námi vyložených prostředků. Lze předpokládat, že stromy vzrostlé z náletu mají větší šanci na přežití než stromy z umělé výsadby. Technicky upravené koryto je jakýmsi polotovarem, který se následně přirozenými renaturačními procesy sám dotvoří. Vzniknou nové nátrže nebo se některé místa zanesou splaveninami. U revitalizovaných koryt je žádoucí břehová eroze a naopak nežádoucí je dnová, která vede k zahlubování koryta. V případě zeleně je lepší nechat upravený povrch bez osetí a bez ohumusování pro lepší usazení náletových dřevin. Při osetí vzniká nepřirozená skladba trav, je nutná pravidelná údržba a také je bráněno přirozenému usazování náletových dřevin.

7.4.2. Zásada 2 – koncept díla

Přirozené procesy mohou zničit i dobře míněné součásti našich staveb. Je potřeba tolerovat tyto procesy a postupovat v souladu s nimi například při návrhu tůní nebo

úkrytů pro živočichy. Přírozenými procesy pravidelně probíhajícími je třeba transport plavenin a případně i různých odpadků. V případě koryta, které je součástí parkové úpravy nám to ale může vadit především z estetického hlediska. Při návrhu bychom měli určit, zda má být dílo přírodě blízké a nevnašet do něj tedy prvky, které tomu neodpovídají, nebo zda zvolit odolnější technické postupy, které s sebou ale ponесou trvalou údržbu.

7.4.3. Zásada - obnova potočních a říčních pásů

Dříve prováděnými technickými úpravami často mizely potoční a říční pásy. Dnes není výjimkou v zemědělské oblasti orba až k břehové hraně. Hlavním velkým problémem při návrhu revitalizací bývají pozemky. Pokud jsou k dispozici, tak můžeme rozvolnit trasu koryta a obnovit potoční nebo říční pásy. Ve většině případů je ale k dispozici nemáme a proto je více než vhodné se je snažit získat, aby celkový efekt nebyl polovičatý. V dostatečně velkém potočním nebo říčním pásu se může koryto přirozeně vyvíjet. Nejvhodnějším způsobem pro získání pozemků pro provedení revitalizace jsou komplexní pozemkové úpravy.

Pro drobné vodní toky je dostačující šířka pásu okolo 10 m. Pro větší toky o průtocích v řádu desítek až stovek l/s se pohybuje šířka pásu mezi 10 až 50 m. Z toho však nevyplývá, že pokud nemáme k dispozici příslušné pozemky, veškerá úprava je neproveditelná. Uvedená šířka by pouze umožnila v dostatečné šíři rozvolnit trasu koryta, lepší napojení drenáží například přes tůňky nebo vytvoření vegetačního pásu kolem toku.

7.4.4. Zásada 4 – funkce ploch

Člověk navrhující revitalizaci, by měl uvažovat nad otázkou následného využití pozemků. Realizací se mohou změnit vlhkostní poměry přilehlých pozemků nebo vzniknou nové plochy s proměnlivou vlhkostí. Změní se dostupnost pozemků pro jejich následnou údržbu a jejich využití. Je potřeba uvažovat komplexně a vyhodnocovat výsledky návrhu. Jedná se o složitou činnost a nikdy nelze nějakou drobnou část opomenout. Může se také stát, že nebudeme mít k dispozici úplné či podrobné podklady. Výsledkem návrhu by tedy mělo být rozčlenění okolních ploch na mokřady, volně vyvíjející se plochy a plochy obhospodařované různými způsoby.

7.4.5. Zásada 5 – úrovně hladiny vody

Nastavení úrovně hladiny v korytě má vliv na okolní pozemky a na způsob jejich jednoznačného využití. Nejlepší z hlediska revitalizací by bylo, aby hladina byla co možná nejvýše a okolní plochy byly zamokřené. Tento požadavek se často střetává s omezujícími podmínkami a požadavkem využít okolní pozemky jiným způsobem. Například v případě zemědělské oblasti lze volit složený profil koryta, kdy se širší pás kolem toku prohloubí.

7.4.6. Zásada 6 – vzor přírodního koryta

Revitalizačními postupy chceme dospět k přírodě blízkému korytu. Využijeme předloh přirozených úseků toku, který se nachází v co možná nejpodobnějších podmínkách. Není snahou navrhovat taková koryta, abychom u nich mohli jednoznačně určit všechny parametry, ale pořád musíme mít představu, jakých výšek budou dosahovat povodňové průtoky. Využíváme samovolných renaturačních procesů a u drobných vodních toků navrhujeme pás, ve kterém se koryto může vyskytovat a samovolně vyvíjet. Pokud by se dostalo mimo vyznačený pás, může správce toku zasáhnout a vývoj usměrnit. Přírodě vzdálené koryto využijeme pouze v případech, kdy to je nezbytně nutné a odůvodněné. Samotný návrh je složitým procesem z pohledu místních podmínek, kterým se musíme přizpůsobit. Snažíme se navrhnout takové koryto, které by bylo co možná nejjednodušší na následnou údržbu.

7.4.7. Zásada 7 – revitalizace regulačních úprav

Revitalizace vodních koryt byly u nás v prvopočátcích kvůli neznalosti a konzervatismu správců toků prováděny nesprávně. Jednalo se o projekty oprav již upraveného koryta, kdy pro získání dotace byly přidávány drobné objekty jako například různé druhy stupňů nebo se liniově vysazovala vegetace. Při provádění byly nátrže zasypávány, tvárnice opevnění opraveno nebo nahrazeno kamenným záhozem a odstraňovány usazeniny. Obecně se jednalo o práce, které neměly žádný nebo pouze malý vliv na zlepšení vlastností toku.

7.4.8. Zásada 8 – invazní rostliny

Na březích toků se dnes často usazují invazní rostliny jako například netýkavky, křídlatky nebo bolševníky. Tyto rostliny jsou schopny souvisle pokrýt břehy, zahubit ostatní rostliny a zamezit tak přirozenému vegetačnímu vývoji.

7.5. Přínosy revitalizací

Při správně provedené revitalizaci můžeme dosáhnout zlepšení jednak kvalitativních vlastností toku a zároveň i zlepšení průchodu vody v údolí.

V Pravoníně u Vlašimi byla v roce 2000 provedena revitalizace místního potoku. Před provedením revitalizace mělo koryto pravidelný lichoběžníkový průřez o hloubce 1,5 m, šířce ve dně 0,85 m a sklony svahů 1:1,25. Dno bylo opevněné žlabovkami a jeho průměrný sklon byl 2,5 %. Délka upravovaného úseku byla 360 m.

Revitalizace spočívala ve zvlnění koryta na konečnou délku 540 m. Lichoběžníkový profil byl nahrazen miskovitým o hloubce 0,4 m a sklony svahů 1:3. Opevnění bylo

provedeno kamenným pohozením se samostatně vloženými lomovými kameny. Efekt revitalizace na průtoky a rychlosti je shrnut v tabulce 6. [1]

Hloubka vody	Střední rychlost [m/s]	Průtok [m ³ /s]	Doba proběhu úsekem [min]
Koryto před revitalizací			
3,5 cm (běžný průtok – 20 l/s)	0,6	0,02	9,5
120 cm (kapacitní průtok)	4,4	12,2	1,4
Koryto po revitalizací			
7 cm (běžný průtok – 20 l/s)	0,4	0,02	24,6
50 cm (kapacitní průtok)	1,1	1,1	8,3

Tab. 6 Hodnoty konzumačních křivek koryt v Právníně [1]

Efekt rozvolnění trasy a zvětšení drsnosti je v tomto případě zcela zjevný. Doba zdržení vody v krajině je významným prvkem z hlediska obohacování podzemních vod a podporou samočisticích schopností vody.

7.6. Vegetační doprovod

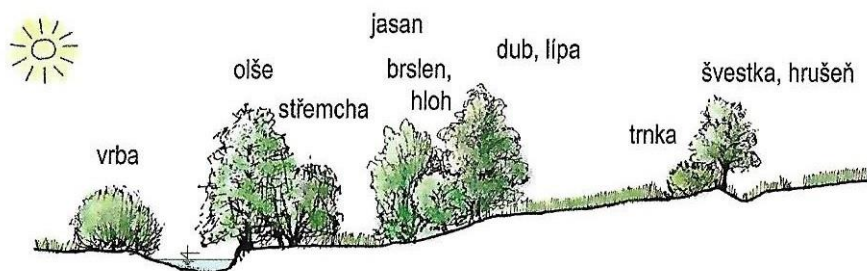
7.6.1. Stávající vegetace

Nedílnou součástí revitalizace je doprovodná vegetace. Důležité je zachovat co možná největší množství přirozené zeleně. Již vzrostlá vegetace je přizpůsobena místním podmínkám a má daleko větší šanci na přežití než následná výsadba, o kterou se musíme příslušným způsobem starat. Při realizaci je nutné stávající stromy ochránit před poškozením nebo některé druhy dřevin pokácet a ponechat pouze pařezy, které znovu obrazí. Jedná se například o vrby, olše nebo jasany. V kapitole 8.4.1. je rozebíráno, že není potřeba upravené povrchy osévat a ohumusovat. Pro náletové dřeviny jsou lepší podmínky na takto neupraveném povrchu než na zatravněném.

Při celkovém rozhodování o ponechání stávajících porostů je potřeba zohlednit otázku vhodnosti z pohledu vodohospodářského, ochranného, ale i dendrologického.

7.6.2. Výsadba nových dřevin

Návrh na novou výsadbu dřevin vždy zpracovává kvalifikovaný pracovník, který jasně stanoví cíl ozeleňování. Je potřeba se přizpůsobit druhům, které jsou pro danou oblast vhodné a dokážou se přizpůsobit daným vláhovým podmínkám. Při výsadbě používáme zdravé sazenice a využíváme vhodných postupů vysazování. Důležité je i ochrana před zvěří a následné ošetřování.



Obr. 6 Rozmístění dřevin v blízkosti toků [1]

V blízkosti toku je vhodné vysadit stromy, které jsou schopny se přizpůsobit větší vlhkosti, jako třeba vrby, olši lepkavou, střemchu obecnou, jasan ztepilý, jilmy, topol černý. Z keřů připadají v úvahu například kalinka obecná, svída krkavá nebo brslen evropský.

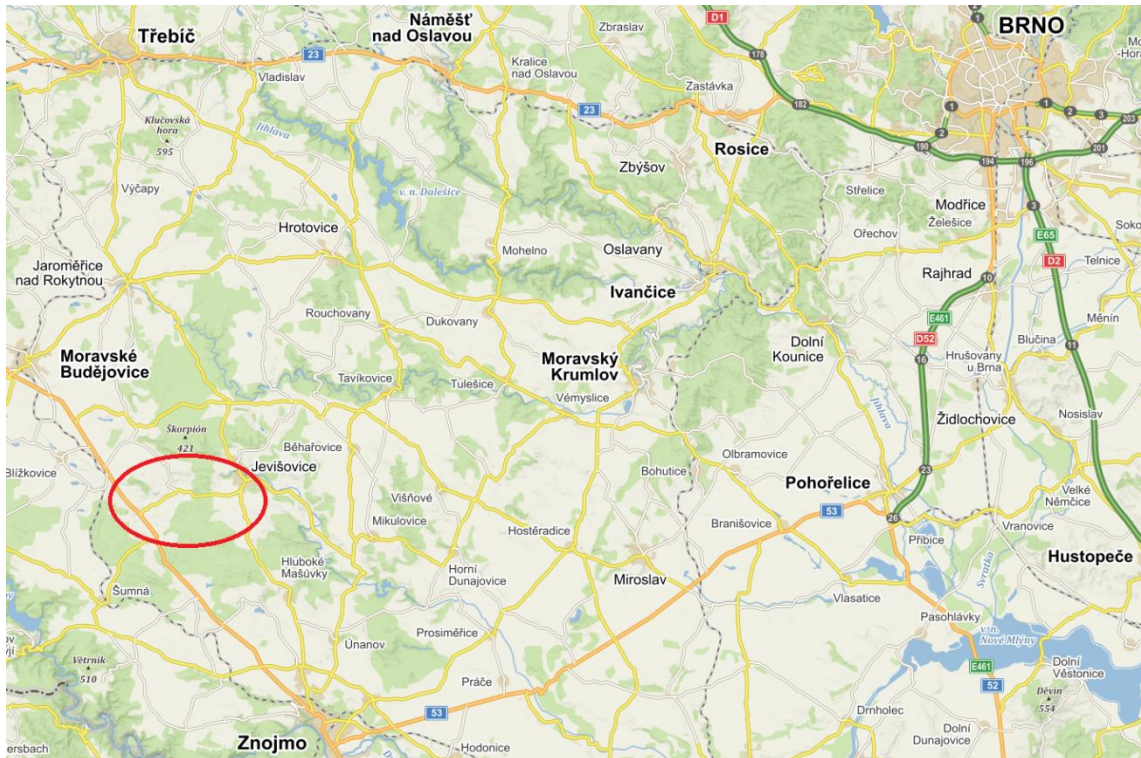
Struktura výsadby by neměla být pouhá liniová výsadba kolem toků. V základním rozdělení můžeme uvažovat se třemi druhy přístupů. Prvním je využití větších sazenic umístěných jednotlivě v okolí toku. Tento způsob však není úplně vhodný pro vytvoření dojmu běžných břehových porostů. Druhým způsobem je hustá výsadba středních sazenic. Tento způsob je ale náročný na kvalitní následnou údržbu. Třetím způsobem je výsadba rozčleněná na jednotlivé části. V blízkosti toku jsou samostatně vysázeny dřeviny nebo skupinově zapichovány vrbové proutky a s drobným odstupem jsou vytvořeny samostatné ostrůvky husté výsadby lesnického charakteru. Ostrůvky jsou oploceny jako ochrana před zvěří, ale nesmí být moc dlouhé, aby neomezovali pohyb zvěře. Takováto počáteční výsadba se samovolně rozšíří a zanikne prvotní pravidelnost.

7.6.3. Výsadba trávo- bylinných porostů

Při výsadbě trav a bylin je třeba využívat druhů, které se v dané lokalitě vyskytují a pokud možno, tak výsadbu omezit na minimum. Je lepší nechat půdu bez ohumusování a osetí, což dává větší šanci na uchycení náletových porostů. Revitalizace často obnáší velký objem zemních prací a ty nám mohou poskytnout drny, které se dají různě přenášet a opětovně využít.

8. Hydroekologický monitoring malého vodního toku Stanůvka

Pro názornou aplikaci získaných poznatků z oblasti hydroekologického monitoringu a revitalizací jsem vybral malý vodní tok Stanůvka, ID vodního toku je 10198309. Nachází se v Jihomoravském kraji, okresu Znojmo a její povodí leží v katastrálních územích Pavlice, Vranovská Ves, Boskovštejn, Štítary na Moravě, Jevišovice a Střelice u Jevišovic. Jedná se o pravostranný přítok významného vodního toku Jevišovka.



Obr. 7 Přehledná mapa zájmového území (zdroj: mapy.cz)

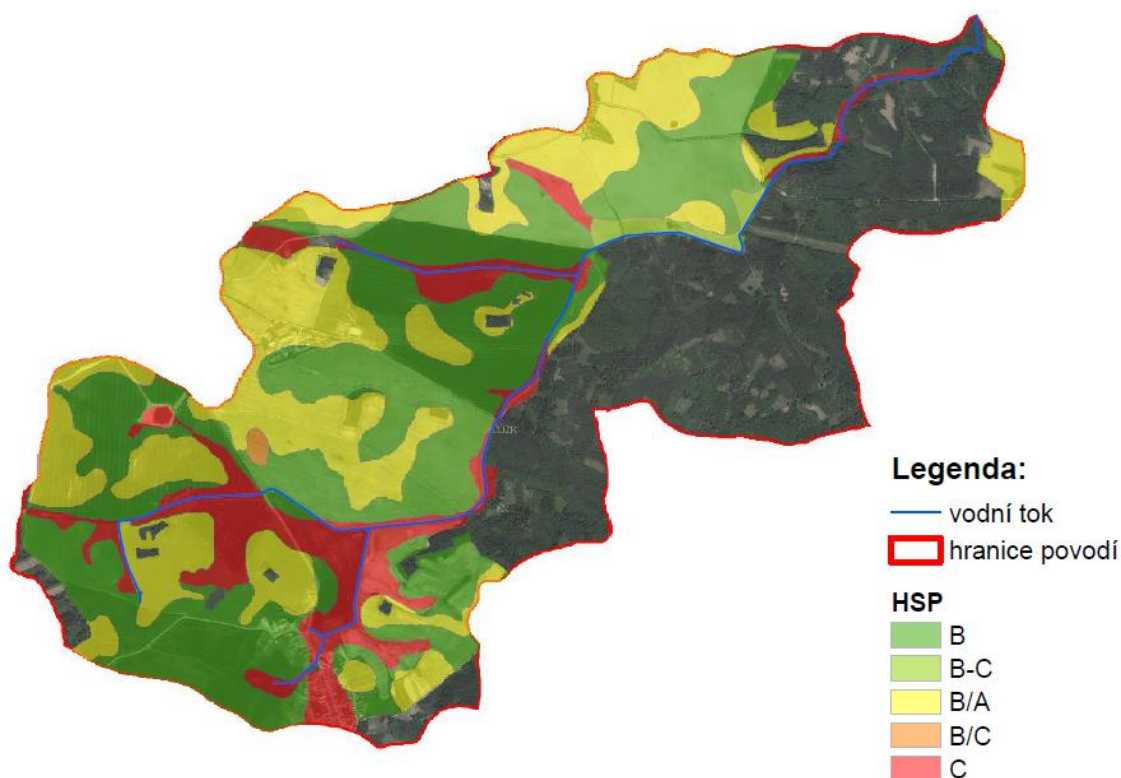
Tento vodní tok jsem vybral, protože se nachází v přírodním parku Jevišovka, částečně v regionálním a nadregionálním biokoridoru. Ačkoliv je v takto významných částech naší krajiny, jeho trasa byla v historii několikrát pozměněna podle aktuálních potřeb v území. Dříve se na km 4,3 nacházela hráz rybníka, která nyní je využita jako násep místní komunikace.

Dnes je Stanůvka výrazně zahloubena kvůli odvodnění přilehlých pozemků, které v četných případech již dnes nefunguje.

Skupina C popisuje půdy s nízkou rychlostí infiltrace a to i při úplném nasycení. Jedná se o půdy málo propustné a to jílovitohlinité až jílové. Rychlost infiltrace je 0,02 – 0,06 mm/min a 28,8 – 86,4 mm/den.

Skupina D se v zájmovém území nevyskytuje, ale pro úplnost - jedná se o půdy s velice nízkou schopností infiltrace a to zejména jíly, zamokřené půdy nebo mělké půdy na nepropustném podloží.

Skupina B-C znamená, že se jedná o půdy s vlastnostmi B i C, mají určitou variabilitu. V případě B/A, tak převládá skupina B a to stejné platí i u B/C. [21]



Obr. 8 Mapa hydrologických skupin půd

8.1.4. Potencionální přirozená vegetace

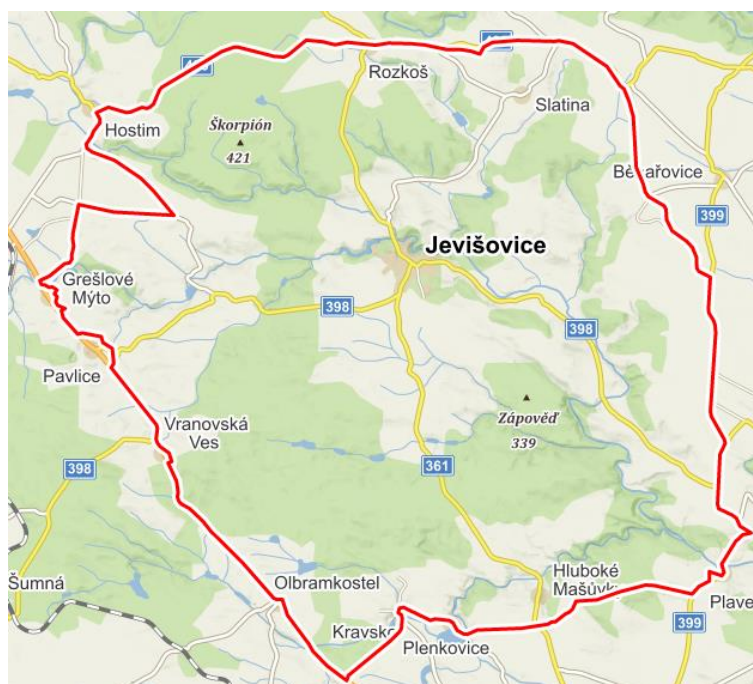
V přírodním parku Jevišovka se v údolích vodních toků naházejí přírodě blízké nebo přirozené porosty. Některé části parku jsou do značné míry ovlivněny výsadbou jehličnatých stromů a to zejména smrku ztepilého a borovice lesní.

Z mapy Potenciální přirozené vegetace vytvořené Botanickým ústavem Akademie věd ČR dostupných z Národního geoportálu INSPIRE je pro zájmovou oblast přirozená Černýšová dubohabřina. Pro ni je typický dub zimní s příměsí lípy srdčité, dubu letního a náročnějších listnatých stromů jako je například javor mléč nebo třešeň ptačí. Ve

vyšších polohách se může vyskytovat i jedle bělokorá a buk lesní. Pro bylinné patro je typický jaterník podléška, černýš hajní nebo lipnice hajní. [22]

8.1.5. Přírodní park Jevišovka

Stanůvka z velké části protéká přírodním parkem Jevišovka, který byl vyhlášen v roce 1977. Celková rozloha tohoto parku je 14 300 ha. Tento fakt přispívá k dalšímu opodstatnění vhodnosti revitalizace.



Obr. 9 Mapa přírodního parku Jevišovka (zdroj: mapy.cz)

8.2. Popis aktuálního stavu vodního toku Stanůvka

Spodní část toku od ústí do Jevišovky k Hlubovskému rybníku má přírodní charakter. Její trasa v těchto místech probíhá skalnatým údolím, které utváří její charakter. Údolí je zalesněno a v části mezi lesní cestou a hrází rybníka je příbřežní zóna podmáčena. V okolí rybníka jsou lesy využívány hospodářsky.

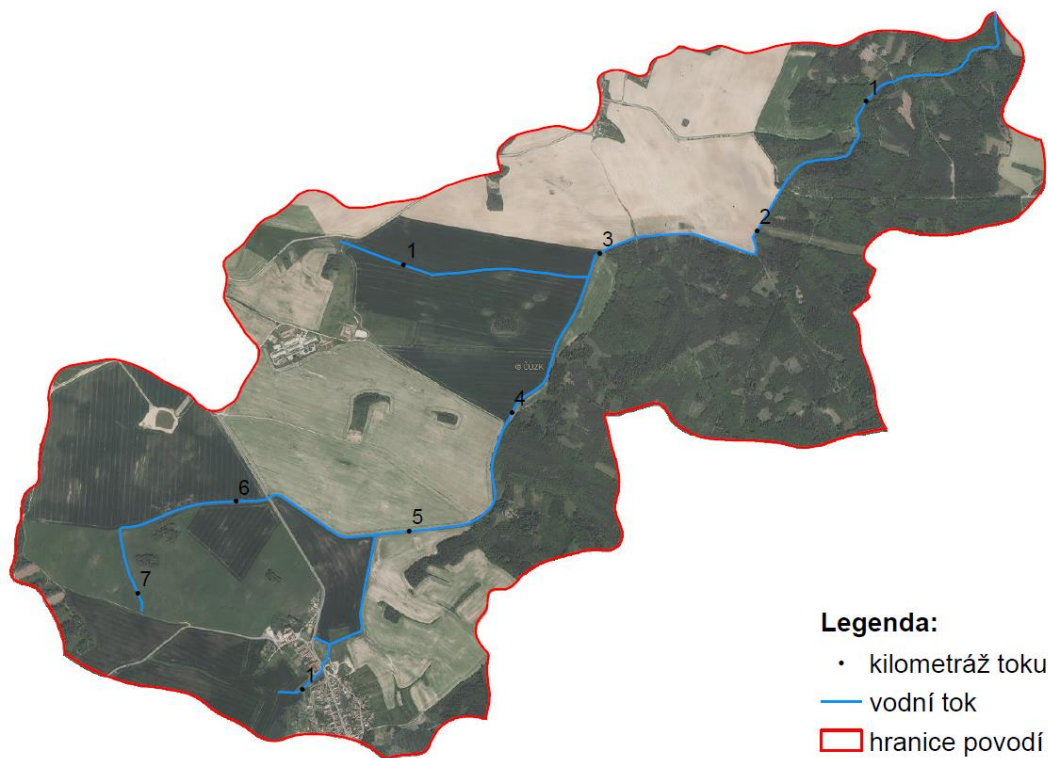
V úseku od Hlubovského rybníka ke komunikaci mezi Boskovštejnem a Jevišovicemi (říční kilometr 1,75) je koryto toku místy napřímáno a zahlobeno, zejména pak v části okolo hájenky. Zde se také nachází nízký dřevěný stupeň. I když jsou patrné zásahy, potok je stále vizuálně spíše přírodního charakteru, k čemuž přispívá i z větší části zalesněné údolí.

Komunikace mezi Boskovštejnem a Jevišovicemi probíhá po náspu hráze rybníka Neuwiesen Teich, po kterém dnes nezbyla žádná viditelná stopa. V místě zátopy byla

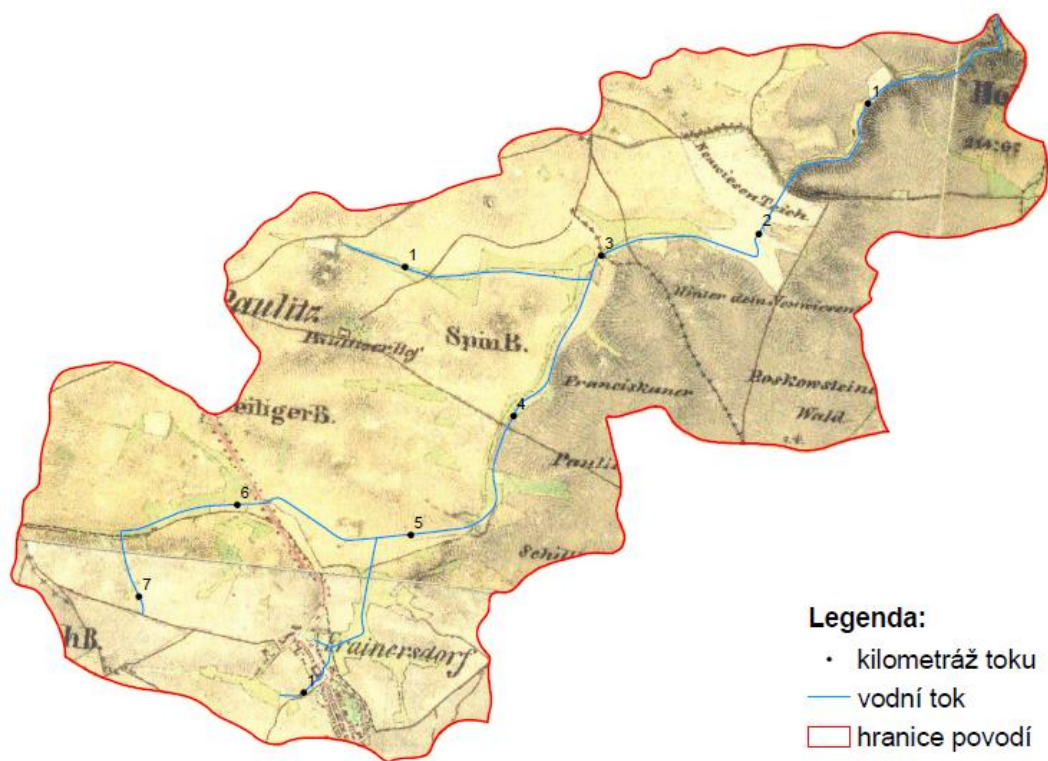
trasa toku posunuta nepřírozně k lesu. Výše proti proudu Stanůvky až po kilometr 4,65 je charakter koryta a údolí obdobný. Levá část údolí je zemědělsky využívána a v některých částech je půda zorána až k břehové hraně. Některé části zemědělské půdy jsou odvodněny, přičemž v místech bývalého rybníku Neuwiesen Teich se zdá toto odvodnění nefunkční. Usuzuji z toho, že lze vidět na povrchu půdy zbytky drenážních trubek, které těžká zemědělská technika rozorala. Koryto bylo kvůli vyústění drenáží zahloubeno a pro zachování trasy byly břehy místně opevněny kameny. Toto opevnění je dnes již rozpadlé. Pravá část údolí v tomto úseku je převážně zalesněná a mezi třetím až čtvrtým kilometrem je příbřežní zóna využívána jako zemědělská půda. Zhruba na druhém kilometru lze v letecké mapě vidět vykácený pruh lesa. Tímto místem probíhá tranzitní plynovod mezi hraničními předávacími stanicemi Lanžhot a Waidhaus.

Zbývající část toku prochází zemědělsky využívanou půdou. V údolí se nachází drobné remízky, které ale nejsou v blízkosti Stanůvky. Koryto je zpevněno zatravněním, má pravidelné sklony břehů a je napřímeno. Zdrojnicí toku jsou 2 drenážní trubky, které stahují vodu z okolních pozemků. Podle některých map trasa toku pokračuje dále, než jsem průzkumem v terénu zjistil. Z terénu zjevná údolnice je ale zemědělsky využita a to hlavně díky v této části fungující drenáži.

Podle vizuálního zhodnocení můžeme předpokládat, že spodní část toku bude spíše přírodního charakteru a horní část bude vykazovat horší vlastnosti, které budou ovlivněny zejména zemědělsky využívanou příbřežní zónou, umělým zahloubením podélného profilu a pravidelným přímým korytem se sklony svahu cca 1:1.



Obr. 10 Mapa Stanůvky s kilometráží



Obr. 11 Historická mapa Stanůvky – z obrázku lze vidět změnu trasy koryta a rybník Neuwiesen Teich, který dnes už neexistuje, což mělo negativní vliv na hodnocení

8.3. Zařazení do skupiny vodních toků

Pro účely hydromorfologického monitoringu je třeba vodní tok zařadit do skupiny typů vodních toků. V kapitole 7.1 je popsána metodika pro vymezení typů vodních toků a na jejím základě jsem určil:

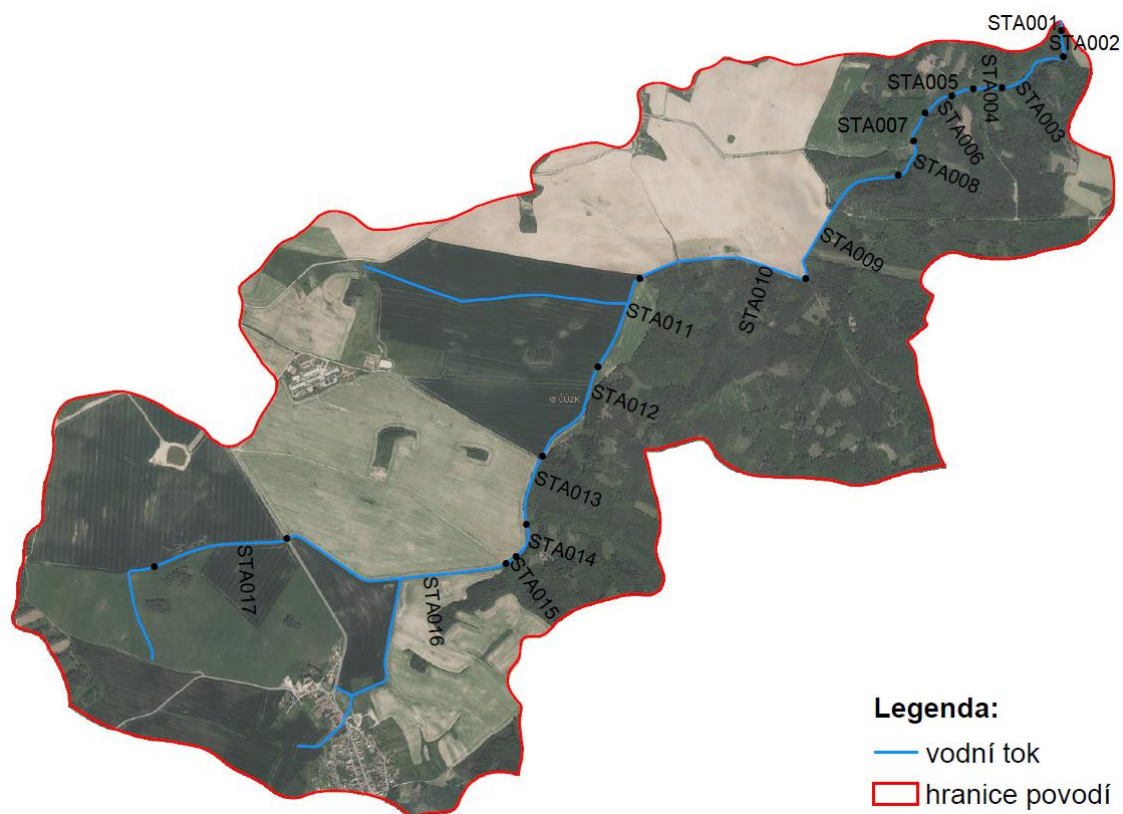
- Úmoří pomocí hydrologického pořadí, které je 4-14-03-008, kdy první číslo určuje povodí prvního řádu. Číslo 4 v tomto případě značí povodí Dunaje a ten ústí do Středozemního moře. Prvním hledaným číslem je číslo 3.
- Nadmořská výška povodí Stanůvky je v rozmezí od 478,3 do 332 m n. m. Jedná se tedy o druhou kategorii s rozmezím od 200 do 500 m n. m.
- Geologické podloží je složeno z krystalinika a vulkanitů, které nám určují třetí číslo kódu a tím je 1.
- Řád toku dle Strahlera je 2, jedná se tedy o potok a dílčí část kódu je 1.

Dle získaného kódu 3-2-1-1 se jedná o Toky středních výšek úmoří Středozemního moře na krystaliniku, kterých je v ČR 6,59% což znamená cca 7 328 km vodních toků. Tato skupina se nachází převážně na východní části Českomoravské vrchoviny a Dražanské vrchoviny a dále na jihozápadních a jižních svazích Jeseníků. Ojedinele se vyskytují drobné lokality na západních svazích Českého Lesa a Šumavy, kam ještě zasahuje povodí Dunaje. Z morfologického hlediska se tato kategorie nachází na vrchovinách nebo pahorkatinách se spádem území nižším až průměrným. [14]

Dle tabulky 2 Skupiny typů vodních toků je dle výsledného čtyřmístného kódu 3-2-1-1 přiřazena skupina toků Potok pahorkatinný na krystaliniku (kód této kategorie je PPK). Na základě této kategorie bude přiřazena jednotlivým ukazatelům při vyhodnocování příslušná váha.

8.4. Rozdělení na úseky

Z mapových podkladů jsem tok rozdělil na 17 úseků, které jsem následně prošel a ohodnotil do mapovacích formulářů. Úseky byly voleny dle charakteru využití příbřežní zóny a údolní nivy a při samotném mapování ještě podrobněji dle charakteru upravenosti dna.



Obr. 12 Mapa Stanůvky s rozdělením na úseky

Na úseku STA006 se nachází Hlubovský rybník, pro který byla vyplněna pouze hlavička mapovacího formuláře a ID úseku, a to z důvodu zaměření metodiky pouze na tekoucí vody.

8.5. Mapování v terénu

Vlastní mapování jsem provedl pro každý úsek zvlášť záznamem do mapovacího formuláře. Výstupem z mapování v terénu je tedy 17 mapovacích formulářů a fotografie jednotlivých úseků toků. Dokumentace každého úseku je provedena v přílohách 1 až 17, zde pouze uvádím pár charakteristických fotografií toku.



Obr. 13 Fotografie z úseku STA003 – spodní část toku, kdy vodní tok je ponechán samovolnému vývoji v krajině neovlivněné člověkem



Obr. 14 Fotografie z úseku STA00010 – uměle zahloubené koryto s rozpadajícím se opevněním



Obr. 15 Fotografie z úseku STA017 – pohled proti proudu, trubka v levé části značí výusť drenáže, koryto zde je zahloubeno cca 1 m a plynule přechází do orné půdy

8.6. Vyhodnocení hydroekologického monitoringu

Pro vyhodnocení hydroekologické kvality vodního útvaru se v prvním kroku vypočítá váženým průměrem hydroekologická kvalita každého úseku, což dokumentuje následující souhrnná tabulka č. 7, podrobně viz přílohy 1 až 17.

úsek		STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA	STA
parametr	váha	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017
Koryto a trasa toku	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Upravenost trasy toku (TRA)	1	1	1	1	1	1	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Variabilita šířky koryta (VSK)	0.1	1	1	1	1	1	-	2	3	1	1	1	1	1	4	1	3	1
Variabilita zahloubení v podél. profilu (VHL)	0.1	2	2	2	2	2	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)	0.1	3	3	3	3	3	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Charakter proudění (PRO)	0.1	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	0.1	1	1	1	1	1	-	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dno a podélný profil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Upravenost dna (UDN)	0.25	1	1	1	1	1	-	1	1	3	1	1	1	3	2	1	1	1
Struktury dna (STD)	0.15	2	5	5	5	4	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Dnový substrát (DNS)	0.1	1	1	1	2	2	-	1	1	4	2	3	3	5	4	3	3	3
Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	0.1	2	3	1	2	2	-	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Podélná průchodnost koryta (PPK)	0.5	1	1	1	1	1	-	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Břeh a příbřežní zóna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Upravenost břehu (UBR)	0.25	1	1	1	1	3	-	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3
Břehová vegetace (BVG)	0.15	1	1	1	4	1	-	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Využití příbřežní zóny (VPZ)	0.4	1	1	1	1	1	-	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Inundační území	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Využití údolní nivy (VNI)	0.3	1	3	1	1	1	-	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Průchodnost inundačního území (PIN)	0.15	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)	0.15	1	1	1	1	4	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Hydromorfologická kvalita i-tého úseku		1.16	1.45	1.25	1.41	1.50	-	2.39	2.99	3.09	2.89	2.91	2.91	3.11	3.14	2.95	2.96	2.91

Tab. 7 Hydromorfologická kvalita jednotlivých úseků – tok před revitalizací

Na základě výpočtu hydromorfologické kvality jednotlivých úseků můžeme konstatovat, že část od ústí do Jevišovky k Hlubovskému rybníku je výrazně lepší než zbytek vodního toku.

úsek	délka [m]	hydromorfologická kvalita
1	50	1.16
2	150	1.45
3	400	1.25
4	150	1.41
5	100	1.50
6	150	-
7	100	2.39
8	100	2.99
9	750	3.09
10	850	2.89
11	500	2.91
12	500	2.91
13	350	3.11
14	200	3.14
15	80	2.95
16	1170	2.96
17	700	2.91
celková délka	6150	

Tab. 8 Pomocná tabulka pro výpočet hydromorfologické kvality vodního toku

Ve druhém kroku se dle následující rovnice vypočítá výsledná hydromorfologická kvalita vodního útvaru.

$$HMK_{VU} = \frac{\sum_{i=1}^n HMK_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i} = 2,73$$

Kde: HMK_{VU} – výsledná hydromorfologické kvalita vodního útvaru

HMK_i – hydromorfologická kvalita i-tého úseku

L_i – délka i-tého úseku

n – počet hodnocených úseků v rámci vodního útvaru [14]

Výsledná hydromorfologická kvalita vodního útvaru je 2,73 což znamená, že se jedná o středně modifikovaný tok.

9. Navržená opatření pro zlepšení hydroekologického stavu Stanůvky

9.1. Výběr úseku

Pro revitalizaci jsem vybral horní část Stanůvky (celý úsek s označením STA016), kdy obě její příbřežní zóny jsou zemědělsky využívány. Současně nově navržený potoční pás s vegetací by se napojil na zalesněné území. Stanůvka se od ústí do Jevišovky k silnici mezi obcemi Vranovská Ves a Pavlice nachází v přírodním parku Jevišovka a revitalizace alespoň této části toku by mohla vést ke zlepšení vlastností celého přírodního parku. Z historických map lze vidět, že trasa toku byla posunuta. Pro celý tento úsek jsem vytvořil podélný profil současného stavu a navrhovaného stavu, situaci nové trasy toku a detailní situaci úseku mezi kilometry 4,62 až 5,82. Pro vzorové příčné profily jsem určil výšky hladin návrhových průtoků. V této části je několik vyústění drenáží a ústí pravého bezejmenného přítoku. V návrhu jsem pracoval s omezenými možnostmi záborů pozemků a nutností zachování většího zahloubení koryta pro fungování drenáží.

Další úsek, pro který jsem zpracoval pouze návrh nové trasy, je mezi kilometry 2,04 až 2,80 (zhruba úsek s označením STA010), kde se dříve nacházela zátoka rybníka a dnes je trasa nepřirozeně přitažena k lesu. V těchto místech jsou pozemky vedeny v katastru nemovitostí jako trvale travní porosty ačkoliv ve skutečnosti jsou využívány jako zemědělská půdy. Navrhovaná trasa toku v těchto místech vede právě skrz tyto pozemky, které by se mohly využít jako potoční pás.

Poslední upravovaný úsek je mezi kilometry 5,82 až 6,50 (označení úseku je STA017) a pro něj jsem vytvořil pouze situaci nové trasy toku.

9.2. Určení návrhových průtoků

9.2.1. Návrhový hydrogram povodně

Návrhový hydrogram povodně byl určen podle vzorce odvozeného A. Čerkašinem, který je použitelný pro povodí o celkové ploše do 300 km². Jedná se o tzv. objemový vzorec.

$$Q_{100} = \frac{24,7 \cdot \beta \cdot v_s^{\frac{2}{3}} \cdot S_p}{\psi \cdot L^{\frac{2}{3}}}$$

kde: β – objemový součinitel odtoku stoleté povodňové vlny (mapa izolinií β – Čerkašin)

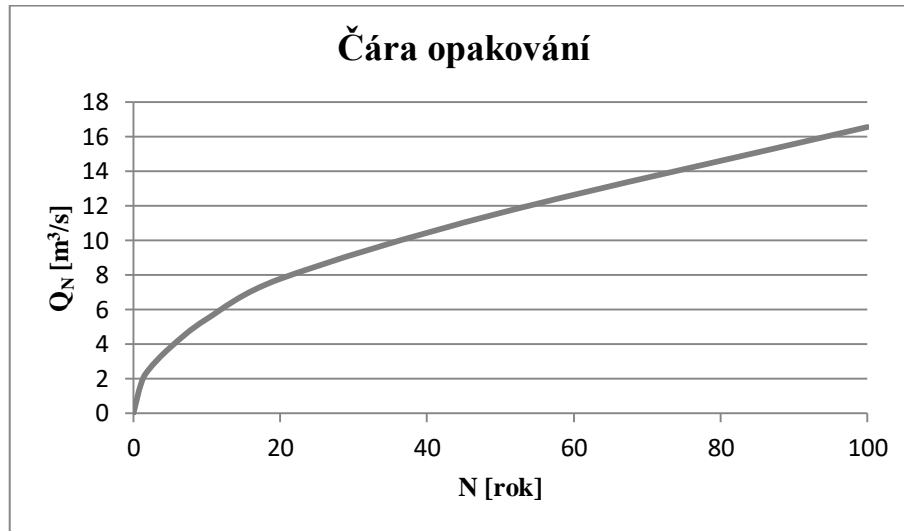
v_s – střední rychlost dobíhání v závislosti na spádu a zalesnění

S_p – plocha povodí

ψ – koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí (1 až 1,75)

L – délka údolí od profilu až k rozvodnici [23]

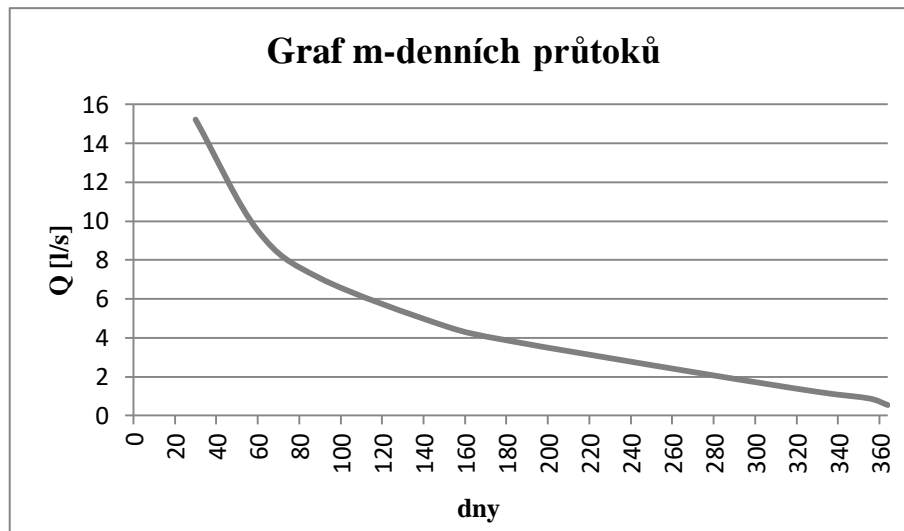
Na základě tohoto vzorce jsem odvodil n-leté průtoky a z nich vytvořil graf čáry opakování.



Graf 1 Čára opakování

9.2.2. Určení běžných průtoků

Určení běžných průtoků jsem provedl pomocí mapy izolinií, ze které jsem odečetl specifický odtok z povodí. Z plochy povodí a specifického odtoku jsem vypočítal dlouhodobý průměrný průtok. Na základě procentuálního rozložení je odvozen graf m-denních průtoků.



Graf 2 m-denních průtoků

9.2.3. Kapacita stávajícího koryta

Stávající koryto má sklony svahů zhruba 1:1 a hloubku 1,7 m. Šířka dna je 0,6 m a jeho podélný sklon je 0,64%. Odhadovaná drsnost je 0,035.

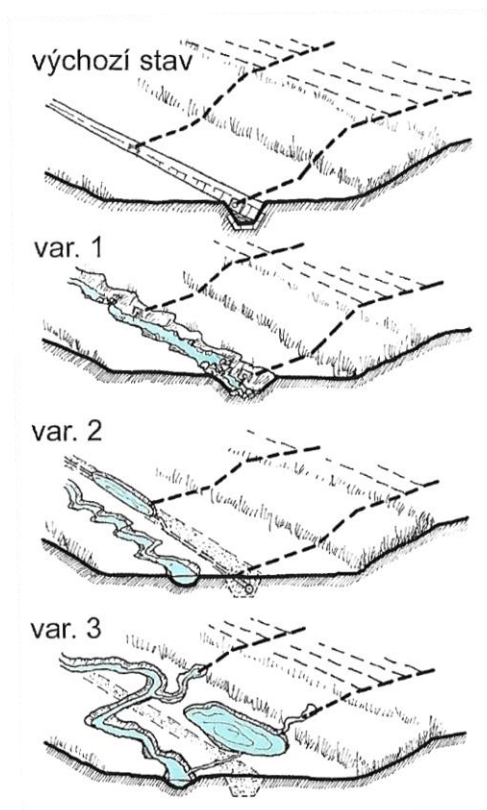
Kapacitní průtok původního koryta označen jako $Q_{p\u00fav} = 6,03 \text{ m}^3/\text{s}$.

9.3. Postup a způsob návrhu revitalizace

Trasu koryta jsem volil podle původního zákrutovitého tvaru trasy. Pro návrh velikosti nového koryta jsem vycházel z průtoků Q_1 a kapacity stávající koryta. Omezující podmínkou byly i stávající drenáže, kvůli kterým koryto muselo zůstat částečně zahloubené.

Most na říčním kilometru 5,45 jsem nahradil brodem. Sklony svahů dle TNV 75 2103 Úpravy řek jsem navrhl ve sklonu 1:8 s opevněním dna kamennou rovnaninou a po obou stranách zapuštěnými prahy s kamenným záhozem. Řez číslo 2 v přílohové části práce je veden právě v místě brodu.

Vyústění drenážních trubek do recipientu jsem volil podle varianty 3 obrázku 15.



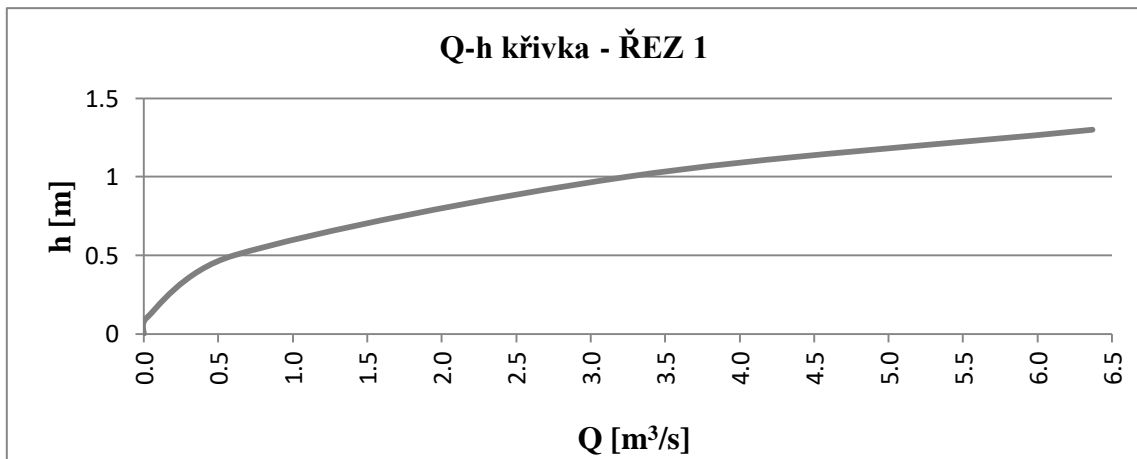
Obr. 16 Varianty napojení drenáží [1]

9.3.1. Výpočet Q - h křivek ve vybraných příčných profilech

Pro výpočet průtoků v navrhnutém korytě jsem použil Chézyho rovnici:

$$Q = C \cdot S \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (10-2)$$

kde: Q – průtok
 C – rychlostní součinitel
 S – průtočná plocha
 R – hydraulický poloměr
 I – podélný sklon dna



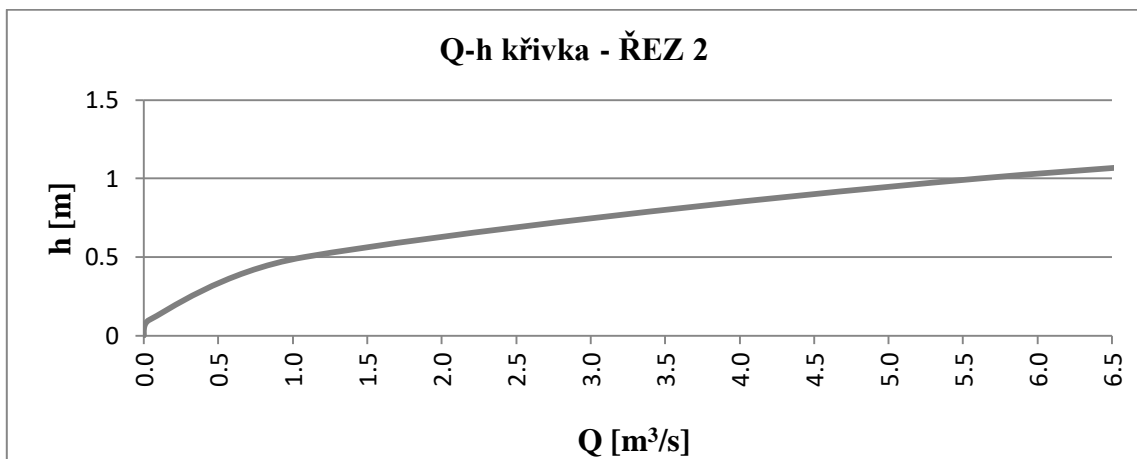
Graf 3 Q-h křivka – ŘEZ 1

Odečtené příslušné výšky návrhových průtoků:

$$Q_N = 0,015 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,09 \text{ m}$$

$$Q_1 = 1,66 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,75 \text{ m}$$

$$Q_{p\u00favy} = 6,03 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 1,30 \text{ m}$$



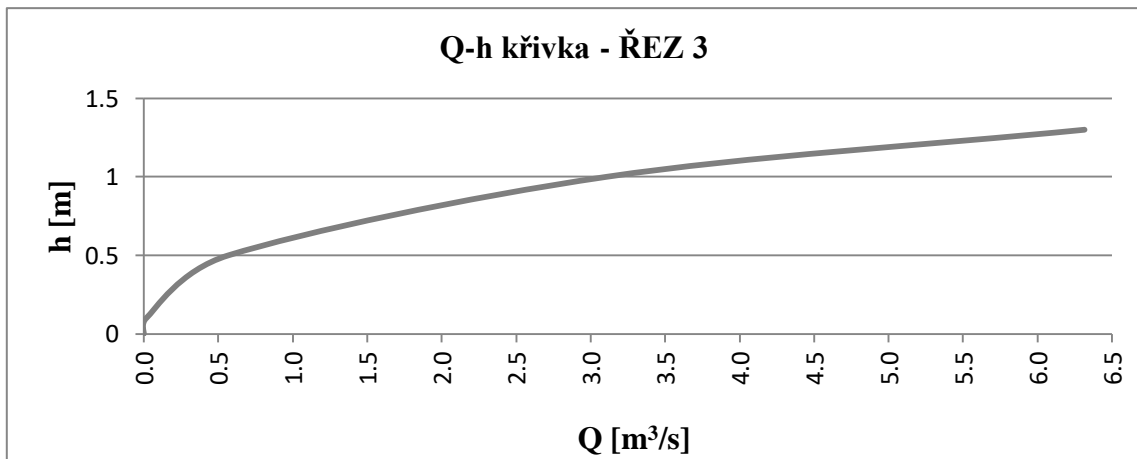
Graf 4 Q-h křivka – ŘEZ 2

Odečtené příslušné výšky návrhových průtoků:

$$Q_N = 0,015 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,08 \text{ m}$$

$$Q_1 = 1,66 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,60 \text{ m}$$

$$Q_{p\u00favy} = 6,03 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 1,15 \text{ m}$$



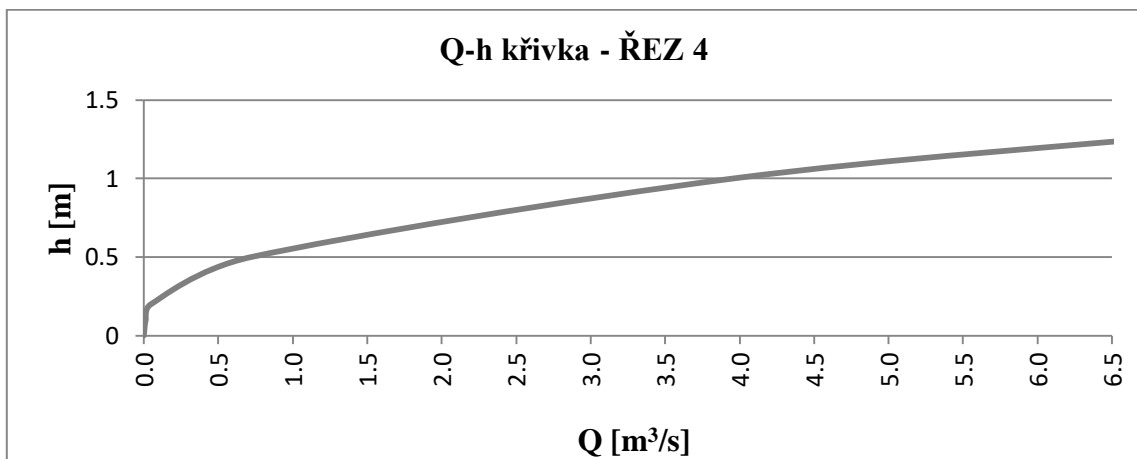
Graf 5 Q-h křivka – ŘEZ 3

Odečtené příslušné výšky návrhových průtoků:

$$Q_N = 0,015 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,10 \text{ m}$$

$$Q_1 = 1,66 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,70 \text{ m}$$

$$Q_{p\u00favy} = 6,03 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 1,30 \text{ m}$$



Graf 6 Q-h křivka – ŘEZ 4

Odečtené příslušné výšky návrhových průtoků:

$$Q_N = 0,015 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,12 \text{ m}$$

$$Q_1 = 1,66 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 0,65 \text{ m}$$

$$Q_{p\u00favy} = 6,03 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots 1,20 \text{ m}$$

9.3.2. Vegetační doprovod

Při návrhu vegetačního doprovodu jsem vycházel z potencionální přirozené vegetace a vegetace v přírodním parku Jevišovka.

Upravené svahy budou ponechány bez osetí a ohumusování a to z toho důvodu, že při osetí vzniká nepřirozená skladba trav, je nutná pravidelná údržba a brání se tak přirozenému usazování náletových dřevin.

Potoční pás jsem navrhl o šířce 20 m, s proměnlivými vlhkostními poměry. Z tohoto pohledu můžeme příčný profil rozdělit na 2 části. První je od hladiny průtoku Q_{30d} do zhruba Q_1 a potom zbývající část. V té první budou vysazeny keřové vrby jako například vrba ušatá nebo vrba pětimužná. Výsadba je navržena z řízků, které mají délku 18 – 20 cm a šířku 6 – 8 mm. Vysazují se do sponu s v rozmezí 9 – 25 ks/m².

V druhé části příčného profilu, tedy v té méně vlhké a méně často zaplavované, je navržena výsadba následujících dřevin:

- Řadová výsadba topolu černého, který je dnes vzácnou domácí dřevinou.
- Ve skupinách výsadba olše lepkavé.
- Kombinace dubu letního, který by měl být blíže k ose toku, a dále lípy srdčité či habru obecného.

Jako keřové patro v kombinaci s patrem stromovým je vhodný například ptačí zob, brslen evropský nebo zimolez.

Výsadba bude provedena tvarově co možná nejčlenitěji. Musí být jednoznačně určena potoční niva, aby se zamezilo jejímu rozorávání. Veškerou výsadbu je nutné ochránit před okusem zvěře skupinově pomocí plůtků nebo chránit každý strom samostatně. Vzniklé oplocené oblasti by neměly být příliš velké, aby neomezovaly pohyb zvěře. [1]

9.4. Hydroekologický monitoring s navrženými opatřeními

V této kapitole je odhadnut a posouzen stav po provedení revitalizace a zapojení doprovodných porostů. V tabulce 9 jsou zeleně vyznačené parametry, které se oproti aktuálnímu stavu zlepšily. Ve výpočtu je zohledněno prodloužení trasy koryta vytvořením zákrutů. Z dlouhodobějšího pohledu dojde ke zpřírodnění nového koryta vlivem přirozených procesů a může dojít i ke zlepšení parametru mrtvého dřeva v korytě.

úsek		STA 001	STA 002	STA 003	STA 004	STA 005	STA 006	STA 007	STA 008	STA 009	STA 010	STA 011	STA 012	STA 013	STA 014	STA 015	STA 016	STA 017
parametr	váha																	
Koryto a trasa toku		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Upravenost trasy toku (TRA)	1	1	1	1	1	1	-	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1
Variabilita šířky koryta (VSK)	0.1	1	1	1	1	1	-	2	3	1	1	1	1	1	4	1	1	1
Variabilita zahloubení v podél. profilu (VHL)	0.1	2	2	2	2	2	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)	0.1	3	3	3	3	3	-	5	5	5	2	5	5	5	5	5	2	2
Charakter proudění (PRO)	0.1	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	0.1	1	1	1	1	1	-	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Dno a podélný profil		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Upravenost dna (UDN)	0.25	1	1	1	1	1	-	1	1	3	1	1	1	3	2	1	1	1
Struktury dna (STD)	0.15	2	5	5	5	4	-	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	1
Dnový substrát (DNS)	0.1	1	1	1	2	2	-	1	1	4	2	3	3	5	4	3	2	2
Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	0.1	2	3	1	2	2	-	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Podélná průchodnost koryta (PPK)	0.5	1	1	1	1	1	-	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Břeh a příbřežní zóna		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Upravenost břehu (UBR)	0.25	1	1	1	1	3	-	4	4	4	1	3	3	4	4	4	1	1
Břehová vegetace (BVG)	0.15	1	1	1	4	1	-	3	3	3	2	4	4	3	4	4	2	2
Využití příbřežní zóny (VPZ)	0.4	1	1	1	1	1	-	1	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3
Inundační území		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Využití údolní nivy (VNI)	0.3	1	3	1	1	1	-	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Průchodnost inundačního území (PIN)	0.15	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)	0.15	1	1	1	1	4	-	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	1
Hydromorfologická kvalita i-tého úseku		1.16	1.45	1.25	1.41	1.50	-	2.39	2.99	3.09	1.71	2.91	2.91	3.11	3.14	2.95	1.71	1.71

Tab. 9 Hydromorfologická kvalita jednotlivých úseků – tok po revitalizaci

úsek	délka [m]	hydromorfologická kvalita
1	50	1.16
2	150	1.45
3	400	1.25
4	150	1.41
5	100	1.50
6	150	-
7	100	2.39
8	100	2.99
9	750	3.09
10	948	1.71
11	500	2.91
12	500	2.91
13	350	3.11
14	200	3.14
15	80	2.95
16	1305	1.71
17	781	1.71
celková délka	6464	

Tab. 10 Pomocná tabulka pro výpočet hydromorfologické kvality vodního toku

$$HMK_{VU} = \frac{\sum_{i=1}^n HMK_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i} = 2,17$$

Podle vzorce popsaného v kapitole 9.6 byla vypočtena hydromorfologická kvalita vodního útvaru, která dosáhla hodnoty 2,17, což znamená, že po provedení revitalizace by se dosáhlo slabě modifikovaného hydromorfologického stavu a zlepšila se jeho třída o jeden stupeň.

10. Diskuze výsledků a posouzení přínosů revitalizace

Ve vybraných třech úsecích jsem navrhl revitalizační úpravu a doprovodnou vegetaci.

V případě Stanůvky je omezující podmínkou návrhu odvodnění okolních pozemků, kdy hlavní svodné drény vyúsťují do koryta toku zhruba v hloubce 1,4 m. Tento fakt je ale v rozporu s principem revitalizací, při kterých se snažíme navrhovat méně zahloubená koryta, čímž pak zvyšujeme běžnou zásobu mělké podzemní vody v nivě. Při návrhu příčného profilu jsem se proto snažil najít kompromis a navrhoval co nejmenší možné zahloubení koryta s menšími sklony břehů. V místech, kde již drenáž není funkční, bylo možné zahloubení zmenšit – toto se týká právě úseku STA0010.

Po porovnání výsledků z aktuálního hydroekologického monitoringu a navrhovaného stavu došlo ve vybraných úsecích ke zlepšení stavu o jednu třídu. V celkovém měřítku na celý potok měla revitalizace stejný efekt.

	původní stav	po navržené revitalizaci
STA001	Přírodě blízký	Přírodě blízký
STA002	Přírodě blízký	Přírodě blízký
STA003	Přírodě blízký	Přírodě blízký
STA004	Přírodě blízký	Přírodě blízký
STA005	Slabě modifikovaný	Slabě modifikovaný
STA006	-	-
STA007	Slabě modifikovaný	Slabě modifikovaný
STA008	Středně modifikovaný	Středně modifikovaný
STA009	Středně modifikovaný	Středně modifikovaný
STA010	Středně modifikovaný	Slabě modifikovaný
STA011	Středně modifikovaný	Středně modifikovaný
STA012	Středně modifikovaný	Středně modifikovaný
STA013	Středně modifikovaný	Středně modifikovaný
STA014	Středně modifikovaný	Středně modifikovaný
STA015	Středně modifikovaný	Středně modifikovaný
STA016	Středně modifikovaný	Slabě modifikovaný
STA017	Středně modifikovaný	Slabě modifikovaný
CELKOVÝ STAV	STŘEDNĚ MODIFIKOVANÝ	SLABĚ MODIFIKOVANÝ

Tab. 11 Porovnání původního stavu a stavu s navrženou revitalizací

Revitalizaci jsem navrhoval pouze na částech Stanůvky. V případě navržené úprav i v úsecích STA008 – STA009 a STA011 – STA015, tedy v úsecích, které momentálně vykazují středně modifikovaný stav, by se celková hydromorfologická kvalita Stanůvky mohla ještě více zlepšit. Například snížením zahloubení koryta, vymezení a obnovou potočního pásu nebo rozvolněním trasy.

11. Závěr

V této práci byl pomocí metodiky monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků popsán aktuální stav malého vodního toku Stanůvka. Ve vybraných úsecích pak byla navržena jeho revitalizace a následně opětovně provedeno vyhodnocení a výpočet hydroekologické kvality toku. Následně pak byl vyhodnocen vliv revitalizace na kvalitu úseků a celého vodního toku.

Při správném návrhu a provedení revitalizací vodních toků dojde ke zlepšení jejich stavu. V této práci jsem se zaměřoval pouze na hydroekologické vlastnosti, ale při komplexně provedené revitalizaci může dojít i ke zlepšení dalších vlastností jako je například skladba vegetace nebo podpora samočisticí funkce toku, tím i zlepšení chemické kvality a biologického oživení.

Součástí revitalizací, kde se snažíme přiblížit přírodě blízkému stavu, je i vytváření či obnova mokřadů a tůní, jakožto prostředků k zadržování vody v krajině. Například v místě bývalého rybníka je dnes nefunkční drenáž, kvůli čemuž jsou dnes pozemky již částečně zamokřeny a nejsou příliš vhodné pro zemědělskou činnost. Navíc tato plocha je dle katastru nemovitostí vedena jako trvalý travní porost, tudíž by se zde daly mokřady nebo tůňky vytvořit. Bohužel pozemky jsou ve vlastnictví fyzických osob a druhým problémem je přítomnost tranzitního plynovodu v této části toku.

Všeobecně při návrhu se vyskytují problémy s pozemky, které se musí složitě vykupovat nebo směňovat. Vhodným nástrojem by proto mohly být komplexní pozemkové úpravy. I v tomto případě mohou ale nastat komplikace. V České republice je znám nejeden případ, kdy vlastníci pozemků zastavili tyto pozemkové úpravy právě kvůli zmenšení svých parcel. Upřednostnili tak svůj zájem nad veřejným. V případě výkupů pozemků jsou pak další vysokou položkou v rozpočtu zemní práce, které jsou ve většině případů rozsáhlé. Z tohoto pohledu je nutné mít záměr opodstatněný, protože i když by bylo pěkné, mít všechny vodní toky přírodního charakteru, nemáme bohužel dostatek prostředků na tak rozsáhlý projekt. Je tedy vhodné podporovat renaturační procesy, které i při vynaložení malých prostředků dokážou zpřírodnit tok.

Tato práce se také zabývala revitalizacemi v souvislosti s ochranou před povodněmi. Prodloužení trasy toku a určení míst pro rozliv větších vod dokáží jednak zpomalit průchod vody a také snížit kulminaci.

12. Seznam použitých zdrojů

- [1] TOMÁŠ, Just, a kolektiv. *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha, 2005, 359 s. ISBN 80-239-635-1.
- [2] Plánování v oblasti vod. *Ministerstvo zemědělství: Sekce vodního hospodářství* [online]. [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/>
- [3] Státní vodohospodářský plán republiky Československé (SVP 1953). *Ministerstvo zemědělství: Sekce vodního hospodářství* [online]. 2004 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/statni-vodohospodarsky-plan-republiky.html>
- [4] Směrný vodohospodářský plán ČSR (SVP 1975). *Ministerstvo zemědělství: Sekce vodního hospodářství* [online]. 2004 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/smerny-vodohospodarsky-plan-csr-svp-1975.html>
- [5] Vývoj plánování ve vodním hospodářství po roce 1989. *Ministerstvo zemědělství: Sekce vodního hospodářství* [online]. 2004 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/historie-planovani/vyvoj-planovani-ve-vodnim-hospodarstvi.html>
- [6] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*. In: . Praha, 2001, ročník 2001, číslo 254/2001 sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [7] *SMĚRNICE 2000/60/ES EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky*. In: . Lucemburko, 2000, ročník 2000, 2000/60/ES. Dostupné také z: http://heis.vuv.cz/data/spusteni/projekty/ramcovasmernice/dokumenty/eudir/EU_2000-60-EC_ce.pdf
- [8] Plány oblastí povodí. *Vodohospodářské stavby* [online]. 29.5.2009 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://www.vodohospodarske-stavby.cz/clanek/plany-oblasti-povodi/>
- [9] Dílčí povodí České republiky. *Ministerstvo zemědělství* [online]. 2001 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/134666/_10_povodi.jpg
- [10] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod*. In: . Praha, ročník 2011, 98/2011 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-98>

- [11] Přehled akceptovaných metodik tekoucích vod. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [12] Přehled akceptovaných metodik stojatých vod. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_vod
- [13] MATOUŠKOVÁ, Milada. *Metody ekohydrologického hodnocení kvality habitatu vodních toků* [online]. , 15 [cit. 2018-01-01]. Dostupné z: https://web.natur.cuni.cz/geografie/vzgr/monografie/ekohydro/01_matouskova.pdf
- [14] LANGHAMMER, Jakub a kolektiv. *HEM 2014: Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha, 2014.
- [15] LANGHAMMER, Jakub a kolektiv. *Vymezení typů vodních toků*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2009.
- [16] Kissimmee River. *ENCYCLOPEDIA BRITANNICA* [online]. [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/place/Kissimmee-River>
- [17] Demonstration Projects: River restoration in the UK. *The River Restoration Centre* [online]. [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://www.therrc.co.uk/demonstration-projects-0>
- [18] *Praktické příklady implementace Rámcové směrnice o vodách: Revitalizace řeky Isar v Mníchově* [online]. [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: http://www.wrrl-info.de/cz/docs/wrrl_steckbrief_isare_cz.pdf
- [19] DEMEK, Jaromír; MACKOVČIN, Peter, a kolektiv. *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. 2. vyd. Brno : AOPK ČR, 2006. 582 s. ISBN 80-86064-99-9.
- [20] *Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: eKatalog BPEJ* [online]. [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>
- [21] JANEČEK, Miloslav. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 1. vyd. Praha: ISV, 2002, 201 s., ISBN 85866-85-8.
- [22] HERZÁN, Ondřej. *BIOGEOGRAFICKÉ POMĚRY PŘÍRODNÍ PAMÁTKY KAVKY NA HÁDECH*. Brno, 2006. Bakalářská práce. MASARYKOVA UNIVERZITA, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav. Vedoucí práce Doc. RNDr. Jaroslav Vašátko, CSc.
- [23] STARÝ, Miloš. *Hydrologie: modul 02*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, 2005.

13. Seznam zdrojů mapových podkladů:

Historická mapa – Národního geoportál INSPIRE

Mapa BPEJ – Státní pozemkový úřad

Letecká mapa a Základní mapa ČR 1:10 000 – Geoportál ČÚZK

14. Seznam použitých zkratk a symbolů

C	rychlostní součinitel
HEM	hydroekologický monitoring
HMK _i	hydromorfologická kvalita i-tého úseku
HMK _{VU}	výsledná hydromorfologické kvalita vodního útvaru
I	podélný sklon dna
L _i	délka i-tého úseku
Q	průtok
Q ₁	průtok, který je dosažen nebo překročen v průměru 1 za rok
Q _{30d}	průměrný denní průtok, který je dosažen nebo překročen 30 dní v roce
Q _{pův}	kapacitní průtok původního koryta
Q _N	návrhový průtok odpovídající Q _{30d}
R	hydraulický poloměr
S	průtočná plocha
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SVP	směrný vodohospodářský plán

15. Seznam tabulek

<i>Tab. 1 četnost monitorování jednotlivých ukazatelů [10]</i>	<i>22</i>
<i>Tab. 2 Skupiny typů vodních toků [14]</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 3 Výsledné kategorie typologie toků a vodních útvarů [15]</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 4 Klasifikace hydromorfologického stavu [14]</i>	<i>27</i>
<i>Tab. 5 Nastavení hodnot vah pro výpočet hydromorfologické kvality úseku pro hodnotící ukazatele a skupiny typů toků [14]</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 6 Hodnoty konzumačních křivek koryt v Pravoníně [1]</i>	<i>36</i>
<i>Tab. 7 Hydromorfologická kvalita jednotlivých úseků – tok před revitalizací</i>	<i>48</i>
<i>Tab. 8 Pomocná tabulka pro výpočet hydromorfologické kvality vodního toku</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 9 Hydromorfologická kvalita jednotlivých úseků – tok po revitalizaci</i>	<i>57</i>
<i>Tab. 10 Pomocná tabulka pro výpočet hydromorfologické kvality vodního toku</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 11 Porovnání původního stavu a stavu s navrženou revitalizací</i>	<i>59</i>

16. Seznam obrázků

<i>Obr. 1 Geomorfologické typy vodních toků [1]</i>	14
<i>Obr. 2 Tvar koryta v meandrech [1]</i>	15
<i>Obr. 3 Dílčí povodí ČR pro 1. plánovací období [8]</i>	19
<i>Obr. 4 Dílčí povodí ČR pro 2. plánovací období [9]</i>	20
<i>Obr. 5 Typy vodních toků [14]</i>	27
<i>Obr. 6 Rozmístění dřevin v blízkosti toků [1]</i>	37
<i>Obr. 7 Přehledná mapa zájmového území (zdroj: mapy.cz)</i>	38
<i>Obr. 8 Mapa hydrologických skupin půd</i>	40
<i>Obr. 9 Mapa přírodního parku Jevišovka (zdroj: mapy.cz)</i>	41
<i>Obr. 10 Mapa Stanůvky s kilometrží</i>	43
<i>Obr. 11 Historická mapa Stanůvky</i>	43
<i>Obr. 12 Mapa Stanůvky s rozdělením na úseky</i>	45
<i>Obr. 13 Fotografie z úseku STA003</i>	46
<i>Obr. 14 Fotografie z úseku STA00010</i>	46
<i>Obr. 15 Fotografie z úseku STA017</i>	47
<i>Obr. 16 Varianty napojení drenáží [1]</i>	53

17. Seznam grafů

<i>Graf 1 Čára opakování.....</i>	<i>51</i>
<i>Graf 2 m-denních průtoků</i>	<i>52</i>
<i>Graf 3 Q-h křivka – ŘEZ 1</i>	<i>54</i>
<i>Graf 4 Q-h křivka – ŘEZ 2</i>	<i>54</i>
<i>Graf 5 Q-h křivka – ŘEZ 3</i>	<i>55</i>
<i>Graf 6 Q-h křivka – ŘEZ 4</i>	<i>55</i>

18. Seznam příloh a výkresů

Příloha č. 1	Úsek STA001
Příloha č. 2	Úsek STA002
Příloha č. 3	Úsek STA003
Příloha č. 4	Úsek STA004
Příloha č. 5	Úsek STA005
Příloha č. 6	Úsek STA006
Příloha č. 7	Úsek STA007
Příloha č. 8	Úsek STA008
Příloha č. 9	Úsek STA009
Příloha č. 10	Úsek STA010
Příloha č. 11	Úsek STA011
Příloha č. 12	Úsek STA012
Příloha č. 13	Úsek STA013
Příloha č. 14	Úsek STA014
Příloha č. 15	Úsek STA015
Příloha č. 16	Úsek STA016
Příloha č. 17	Úsek STA017
Příloha č. 18	Ukázka mapovacího formuláře
Výkres č. 1	Hydroekologická kvalita vodního útvaru - stávající stav
Výkres č. 2	Hydroekologická kvalita vodního útvaru - navržený stav
Výkres č. 3	Situace stávajícího a navrženého stavu
Výkres č. 4	Situace - ř. km 5.240 - 5.565
Výkres č. 5	Podélný profil - ř. km 4.615 - 5.820
Výkres č. 6	Příčný řez - ŘEZ 1
Výkres č. 7	Příčný řez - ŘEZ 2
Výkres č. 8	Příčný řez - ŘEZ 3
Výkres č. 9	Příčný řez - ŘEZ 4