

**STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Hydroekologický monitoring vodního toku**

**Jan Klanica**

**Jihomoravský kraj**

**Brno 2019**

# **STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST**

**Obor č. 8: Ochrana a tvorba životního prostředí**

**Hydroekologický monitoring vodního toku**

**Hydroecological monitoring of a water course**

**Autoři:** Jan Klanica

**Škola:** Gymnázium Brno, Křenová 36, 602 00 Brno

**Kraj:** Jihomoravský kraj

**Konzultant:** Ing. Věra Hubačíková PhD.

Brno 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil/a jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašuji, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Brně dne 9.2. 2020

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat ing. Věře Hubáčkové PhD. za její čas, který mi poskytla, pomoc při terénním mapování a za poskytnutou pomoc při psaní mé práce.

## **Anotace**

Tato práce se zabývá hydroekologickým monitoringem vodního toku Dunávka v okrese Brno-venkov. Délka vodního toku je cca 15 km. Tok byl rozdělen na 13 úseků, na kterých byl proveden monitoring dle Metodiky HEM2014, která je akceptovaná MŽP. V rámci monitoringu byl zhodnocen hydromorfologický stav vodního toku, což je součástí ekologického stavu. U nejhůře hodnocených úseků byly provedeny návrhy na revitalizační opatření. Následně byl provedeno opětovné zhodnocení hydromorfologického stavu vodního toku, kdy bylo prokázáno jeho zlepšení.

## **Klíčová slova**

Monitoring, Metodika HEM, antropogenní činnost, vodní tok

## **Annotation**

This essay concerns itself with hydroecological monitoring of water course called Dunávka in district Brno-venkov. Length of this water course is approximately 15 kilometers. This water course was divided into 13 parts on which the monitoring was done according to Methodology HEM2014 which is accepted by Ministry of the Environment of the Czech Republic. The monitoring evaluated hydromorphological state which is part of its hydroecological state. In those parts with the worst score there were designed revitalizing measures. After these measures were put in practice the evaluation was done again and the improvement of hydromorphological state of this water course was proved.

## **Keywords**

Monitoring, Methodology HEM2014, anthropogenic activity, water course

# **Obsah**

1. Úvod .....	4
2. Teoretická část .....	5
2.1. Typy vodních toků podle vytrvalosti .....	5
2.2. Typy vodních toků podle materiálu, ve kterém je zahloubeno koryto .....	5
2.3. Typy vodních toků podle velikosti povodí a délky.....	5
2.4. Typy vodních toků podle nadmořské výšky a geologických podmínek.....	6
2.5. Typy vodních toků podle morfologie.....	7
2.6. Zóny říčního prostředí .....	8
2.7. Typy říčních údolí.....	9
2.8. Metodika HEM 2014.....	11
3. Cíl práce .....	12
4. Metodika .....	13
4.1. Rozdělení hydromorfologické kvality podle stupně modifikace toku .....	14
4.2. Ukazatele antropogenního ovlivnění .....	14
5. Charakter zájmového území.....	22
5.1. Poloha toku .....	22
5.2. Podloží a typy půd v údolní nivě.....	22
5.3. Získávání dat.....	23
5.4. Interpretace dat .....	24
6. Výsledky.....	26
6.1. Hydromorfologická kvalita úseků.....	26
6.2. Zhodnocení hydromorfologického stavu toku .....	30
6.3. Návrhy na zlepšení hydroekologického stavu vodního toku dunávka .....	32
7. Závěr .....	35
8. Seznam internetových zdrojů.....	36

# 1. ÚVOD

Lidé se nedaleko vodních toků usazovali odpradávná a snažili se je přeměnit ve svůj prospěch. Tyto úpravy však poškozují přirozený charakter těchto toků, dochází ke ztrátě rozmanitosti druhů a zhoršení kvality vodního toku. V průběhu 19. a 20. století se stav vodních toků zhoršil nejrazantněji a většina vodních toků v Evropě je antropogenně upravená. V roce 2000 v EU vstoupila v platnost tzv. Rámcová směrnice o vodách, jejímž hlavním cílem je zabránění zhoršování stavu povrchových a podzemních vod a dosažení dobrého stavu všech vod. Součástí směrnice je provádění systematického monitoringu stavu povrchových vod. Součástí hodnocení stavu je měření hydromorfologického stavu a opatření na zlepšení ekologického stavu. Opatřeními ke zlepšení hydroekologického stavu jsou obnova meandrů, tůní a přirozených záplav v nivách. Tyto opatření mají díky svým zadržovacím schopnostem významnou úlohu v boji proti suchu a povodním.

## **2. TEORETICKÁ ČÁST**

### **2.1. TYPY VODNÍCH TOKŮ PODLE VYTRVALOSTI**

#### **2.1.1. Stálý vodní tok**

*Nevysychá ani v období malé vodnosti a je hydraulicky spojen s podzemními vodami, [1] které ho zásobují v období sucha*

#### **2.1.2. Občasný vodní tok**

*„Tok, v jehož přirozeném režimu jsou delší období, kdy jeho korytem neprotéká voda a není zpravidla spojen s podzemními vodami (v Africe se označuje termínem vádí, v Austrálii creek)“ [1].*

### **2.2. TYPY VODNÍCH TOKŮ PODLE MATERIÁLU, VE KTERÉM JE ZAHLOUBENO KORYTO**

#### **2.2.1. Aluviální vodní toky**

Koryto toku je zahloubeno v říčních sedimentech, jedná se o vrchovinné, pahorkatinné a nížinné toky.

#### **2.2.2. Toky se skalním korytem**

Tok je zahlouben přímo do skalního podloží, časté u horských potoků a bystřin.

### **2.3. TYPY VODNÍCH TOKŮ PODLE VELIKOSTI POVODÍ A DÉLKY**

#### **2.3.1. Bystřina**

*Bystřiny jsou malé vodní toky s proměnlivým sklonem dna [1], které se nejčastěji vyskytují v horách, kde pevné podloží nedovoluje větší zahloubení do podloží.*

#### **2.3.2. Potok**

*Přirozený vodní tok s menším průtokem, malým povodím a mírnějším sklonem proudu než bystřina [1]. Často tvoří přítoky větším vodním tokům. Většinou teče stále, ale za sušších měsíců může vysychat, např. Dunávka.*



### **2.3.3. Říčka**

*Přechodné stádium mezi potokem a řekou, nedosahuje takové velikosti povodí a délky jako má řeka, obvykle má 100-150 km<sup>2</sup> [1].*

### **2.3.4. Řeka**

Vodní tok s větší délkou, povodím a větším průtokem vody. Tok řeky se dělí do 3 částí: horní tok (eroze, tvar údolí V), střední tok (eroze i sedimentace, tvar koryta je do U) a dolní tok (sedimentace). Dolní tok přivádí do údolí splaveniny a vytváří tak úrodné nivy [1].

### **2.3.5. Veletok**

*Řeka, která ústí přímo do moře a která má povodí velké přes 100 000 km<sup>2</sup> a je dlouhá přes 500 kilometrů [1].*

## **2.4. TYPY VODNÍCH TOKŮ PODLE NADMOŘSKÉ VÝŠKY A GEOLOGICKÝCH PODMÍNEK**

Typy toků jsou rozčleněny na základě charakteru podloží, reliéfu, vodnosti toku a křivolakosti (schopnost formování meandrů). Rozlišení podloží jen u pahorkatin potoků je způsobeno tím, že u toků ve vyšších nadmořských výškách se sedimentární podloží vyskytuje jen minimálně.

### **2.4.1. Horský tok- HOR**

Jedná se o malé vodní toky, které jsou nejvíce zastoupené v pohořích, jako jsou např. Šumava, Krkonoše, Jeseníky atd. Vyskytují se v oblastech nad 800 m. n. m. Jejich koryto je doširoka rozlité a málo zahloubené, většinou totiž teče na kamenitém podloží a větších balvanech.

### **2.4.2. Potok vrchovinový-PVR**

Malé toky na vrchovinách a v podhorských oblastech, hojně se vyskytuje např. na Českomoravské vrchovině. Vyskytují se v oblastech s nadmořskou výškou od 500 do 800 m. V korytě těchto potoků se vyskytuje kamenité podloží a také štěrkové a jílové půdy.

### **2.4.3. Tok vrchovinový-TVR**

Středně velké toky, často horní toky větších řek. Vyskytují se na vrchovinách a v podhorských oblastech. Vyskytují se v oblastech s nadmořskou výškou od 500 m do 800 m. V korytě těchto potoků se vyskytuje kamenité podloží a také štěrkové a jílové půdy.

#### **2.4.4. Potok pahorkatinný na krystaliniku-PPK**

Malé toky, jejichž koryto je posazeno na krystaliniku (krystalické metamorfované a magmatické horniny), které protékají pahorkatinami. Vyskytují se v oblastech Nízkého Jeseníku, České kotliny atd. Vyskytují se v oblastech s nadmořskou výškou od 200 m do 500 m.

#### **2.4.5. Potok pahorkatinný na sedimentu-PPS**

Malé toky na usazeninách (pískovce, spraše atd.) v pahorkatinách, vykytují se např. v Moravských úvalech a Ostravské pánvi. Vyskytují se v oblastech s nadmořskou výškou od 200 m do 500 m.

#### **2.4.6. Tok pahorkatinný-TPA**

Středně velké toky v pahorkatinách, vlévají se do nich toky předchozích dvou typů a jejich koryta mají většinou sedimentární podloží. Vyskytují se v oblastech s nadmořskou výškou od 200 m do 500 m.

#### **2.4.7. Tok nížinný-TNI**

Malé a střední toky v nížinách, vyskytují se v oblastech s nadmořskou výškou do 200 m. Zpravidla mají koryto ze sedimentárního podloží (spraše, pískovce nebo štěrky a jíly).

#### **2.4.8. Řeka-REK**

Dolní toky velkých řek, odvodňují povodí ČR. Např. Labe, Vltava, Morava atd.

### **2.5. TYPY VODNÍCH TOKŮ PODLE MORFOLOGIE**

*Členění je založeno na ukazatelích, jako jsou zahloubení koryta, poměr šířky a délky koryta, materiál dna a břehů, podélný sklon, křivolakost a šířka meandrového pásu. [2]*

#### **2.5.1. Tok přímý**

Vyskytuje se u horských toků s podélným sklonem nad 2 %. Velké podélné sklony a hrubozrnné splaveniny neumožňují větší zvlnění trasy. Dochází k výraznému přesunu splavenin. Koryto nebývá příliš zahloubeno do reliéfu, ale bývá poměrně široké.

### **2.5.2. Tok divočí**

Tento morfologický typ se vyskytuje zvláště v místech s podélným sklonem od 0,5 do 4 %, tedy podhorských oblastech. V říčním dně se nachází hrubozrnný štěrkový materiál, ale téměř se nevyskytují nivní půdy a usazeniny. Koryto není stabilní, objevují se štěrkové lavice, za obvyklých průtoků voda v korytě teče více prameny. Koryto je široké a mělké.

### **2.5.3. Tok meandrující**

Vyskytují se v prostředí nížin a údolí vrchovin o podélném sklonu do 2 %. Tvar meandru se odvíjí od podélného sklonu a nánosů v korytě. *„Koryto bývá zřetelně zahloubené do terénu nivy, ohýbající se ve výrazném sledu oblouků. Členitost koryta tvoří sled tůní a míst s rychlejším proudem, kamenitých brodů, přičemž typická místa tůní jsou u břehů v obloucích. U vnitřního břehu v oblouku vzniká náplava jemnějších sedimentů. Typická místa brodů a uloženin hrubších sedimentů se nalézají v místech rychlejšího proudění v přechodech mezi jednotlivými za sebou následujícími oblouky“* [3]. Čím větší je podélný sklon, tím méně pravidelné jsou oblouky. Kvůli vedlejšímu pohybu koryta vznikají mrtvá ramena a tůně.

### **2.5.4. Tok stabilně větvený**

Vyskytuje se v nížinách a v širokých plochých údolích, kde se nachází erodovatelné sedimenty. Tok je rozdělen do více ramen a díky stabilním břehům a menší unášecí schopnosti proudu vznikají mezi rameny ostrovy, které bývají pokryté porosty dřevin.

## **2.6. ZÓNY ŘÍČNÍHO PROSTŘEDÍ**

### **2.6.1. Koryto a trasa toku**

Říční koryto je tvořeno říčním dnem a břehy. Říční dno je tvořeno materiály odlišné zrnitosti podle části toku. U horských toků s větší unášecí schopností bývá dno toku kamenité, na dolních tocích s pomalejším tokem převládá sedimentace. U koryta rozlišujeme trvale zaplavovanou část a část zaplavovanou jen při vyšších průtocích (povodně, silné deště atd.) Změna charakteru koryta člověkem ovlivní spíše menší toky s větším spádem, např. horské bystřiny než pomalu tekoucí nížinné toky, kde upravení koryta bude mít menší vliv na ekosystém. Člověk do stavu koryta zasahuje z různých důvodů např. zásobování vodou (zemědělství, vodní nádrže atd.), hydroenergetické využívání, ochrana proti erozi, protipovodňová ochrana, stavba liniových staveb přes koryto atd. Všechny tyto zásahy ovlivňují ekologický stav koryta.

## 2.6.2. Břeh a příbřežní zóna

*„Jako břeh se chápe hranice souše a vodního toku. Tvar břehu je ovlivněn druhem horniny, ze které je tvořen, erozí způsobenou vodou a také sedimenty, které může voda přinést“ [10]. Levý a pravý břeh se určuje pramene toku k ústí. Jako příbřežní zóna se označuje oblast do 50 metrů od koryta toku. Pro správné fungování břehu jsou důležité břehové porosty, ty by měly mít přirozenou druhovou skladbu i strukturu, která by měla odpovídat nadmořské výšce, biogeografické oblasti a vlastnostem půdy. Břehové porosty také zajišťují ekologickou stabilitu, tvoří přirozené migrační pásy pro živočichy a rostliny, zamezují erozi a kořeny porostů podporují samočištění toku (přivádějí kyslík).*

## 2.6.3. Území údolní nivy

*„Údolní niva je rovinné údolní dno, aktivované při povodňovém stavu vodního toku; tvoří ji štěrkovité, písčité, hlinité nebo jílovité naplaveniny, jejichž úložné poměry často vykazují nepravidelnosti způsobené větvením toku, vznikem ostrovů, meandrů, náplavových kuželů a delt, sutí, svahových sesuvů apod.*

*Nivou je každé dno říčního údolí, bez ohledu na to, jakým povrchem je pokryta (zástavba, lesy, orná půda)“ [5]. Když se voda vylije z koryta, zanechá za sebou vrstvu sedimentů (např. při pohybu meandru nebo povodních), akumulace písku, štěrků nebo úrodného bahna, ty pak tvoří nivní údolí, kterým tok protéká. Erozi pak dochází k zahlabování toku do podloží. V ČR je málokterá údolní niva zachována v přirozeném stavu, většina je ovlivněna antropogenní činností (zemědělství, protipovodňové zábrany, průmysl, městská zástavba, hydroelektrárny atd.*

## 2.7. TYPY ŘÍČNÍCH ÚDOLÍ

Typy říčních údolí podle rozdělení Jaromíra Demka a některé specifické jako např. visuté údolí, údolí ve tvaru U nebo asymetrické údolí.

### 2.7.1. Soutěsky

*„Převažuje eroze vodního toku nad vývojem svahů, šířka horní a dolní části je zhruba stejná (kaňony – hluboké soutěsky) – např. Grand Canyon“ [1].*

### 2.7.2. Údolí tvaru „V“

*„Jako údolí tvaru V jsou označována taková údolí, která mají v příčném profilu tvar písmene "V". Tento typ údolí vznikl za rovnovážného vztahu hloubkové eroze a svahové modelace. Údolní dno vyplňuje říční koryto (obvykle se skalními prahy nebo balvany a obřími hrnci) a tok má často nevyrovnaný spád“ [1].*

### 2.7.3. Údolí ve tvaru „U“

Údolí ve tvaru vzniká činností postupujícího ledovce, který postupuje do míst s nižší nadmořskou výškou, zahlubuje se do podloží a vytváří tak údolí. Rychlost této erozivní činnosti závisí na hornině, do které se ledovec zahlubuje. „V ČR se vyskytují pouze v Krkonoších“ [6].

### 2.7.4. Neckovité údolí

*„Neckovité údolí má v profilu "neckovitý" tvar s poměrně širokým dnem (vyplněným akumulací nivou), na kterém meandruje vodní tok. Svahy neckovitých údolí jsou strmé, mnohde skalnaté, od dna oddělené výrazným lomem spádu. Tvoří se na horních tocích při převaze boční eroze (meandrujícího toku) nad hloubkovou erozí nebo vyplněním dna původně erozního údolí fluvialními sedimenty“ [7].*

### 2.7.5. Visuté údolí

*„Visuté údolí je specifickým typem erozního údolí. Ústí visuté (vysoko nade dnem) do hlubokých údolních tvarů (kaňonů, soutěsek, údolí tvaru V). Visuté údolí vzniká rozdílným prohlubováním jednotlivých částí údolní soustavy. Jsou typická pro glaciální a krasový reliéf. V krasu vzniká lokálně rozdílnou intenzitou rozpouštění matečných hornin, nebo uložením nepropustných sedimentů“ [7].*

### 2.7.6. Úvalovitá údolí

*„Úvalovitá údolí se vyznačují širokým dnem (s akumulací nivou), které pozvolna bez většího lomu spádu přechází do mírně skloněných svahů. Svahy jsou zpravidla pokryté vrstvou zvětralin (svahovin) bez skalních výchozů“ [7].*

### 2.7.7. Asymetrické údolí

Asymetrické údolí vzniká, pokud procesy vytvářející údolí (např. eroze) působí na jeden svah údolí jinak, než na druhý např. geomorfologický účinek ledovců na údolních svazích může být rozdílný kvůli jejich různému toku slunečního záření a vlhkostních poměrech.

## 2.8. METODIKA HEM 2014

V rámci hodnocení hydroekologických stavů vodních toků a standardizování jejich hodnocení v EU byla v roce 2010 vydána evropská norma „EN 15843 Water quality – Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology, v české verzi ČSN EN 15843 Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace hydromorfologie řek“ [2]. Z této normy vycházejí jednotlivé metodiky hodnocení hydromorfologických stavů v celé EU a tedy i „Metodika HEM 2014“ „Autorem metodiky HEM 2014 je doc. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D., zadavatelem bylo MŽP ČR. Metodika vychází z předchozí verze metodiky HEM (Langhammer, 2007). Metodiku tvoří dva dokumenty, Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků a Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků“ [2].

Monitoring je založen na sledování ukazatelů hydromorfologické kvality ve třech zónách říčního prostředí, kterými jsou koryto, břehy a příbřežní zóna, a inundační území (přirozeně zaplavované území). Celkem 17 hodnocených parametrů je dle požadavků RSV rozřazeno do tří hydromorfologických složek kvality, jimiž jsou hydrologický režim, kontinuita toku a morfologické podmínky. Podkladem pro hodnocení je terénní a distanční mapování, hodnoty ukazatelů jsou zaznamenávány do mapovacího formuláře, který je vyplňován samostatně pro každý úsek. V metodice je stanovena doporučená využitelnost distančních dat pro jednotlivé mapované ukazatele. Mapování je provedeno proti proudu toku, tedy od ústí k prameni. Vodní tok je v rámci monitorování rozdělen na homogenní úseky proměnlivé délky tak, aby každý úsek zahrnoval pouze jeden typ vodního toku, dále byl daný úsek homogenní v ukazatelích trasa toku, využití údolní nivy a upravenost koryta. Minimální doporučená délka úseků u malých toků s šířkou koryta do 10 m je 100 metrů. Zatrubněné úseky (tok je sveden z přirozeného koryta do potrubí) minimální délky 50 metrů jsou řešeny samostatně, není u nich prováděn záznam charakteristik do mapovacího formuláře a v rámci následného hodnocení je jim automaticky přiřazeno nejhorší skóre“ [2].

Úseky toku jsou tedy rozčleněny na takové, u kterých se předpokládá, že budou z většiny procházet územím se stejným podložím, využitím koryta a příbřežní zóny a údolní nivy. Úseky končí nebo začínají u liniových staveb protínajících koryto toku z toho důvodu, že výrazně ovlivňují přirozené fungování toku (různé zpevňovací materiály, napřimování toku atd.) a narušují jeho homogenitu. Vyplněné mapovací formuláře jsou předlohou pro typově specifické hodnocení. Hydroekologický monitoring je vhodné provádět v měsících, kdy je možné pozorovat specifika daného toku a tok má dostatečný průtok, což je většinou v jarních nebo podzimních měsících. „Vyplněné mapovací formuláře jsou předlohou pro typově specifické hodnocení. Předpokladem pro hodnocení hydromorfologické kvality jsou stanovené referenční podmínky pro jednotlivé skupiny typů toků, z nichž vychází jednotlivá skórovací schémata dle skupin typů toků. Samotné hodnocení je založeno na hierarchickém principu a probíhá v následujících krocích:

- skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů,
- výpočet hydromorfologické kvality úseku,
- klasifikace hydromorfologického stavu úseku,
- výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru,
- klasifikace hydromorfologické kvality vodního útvaru“ [8].

### 3. CÍL PRÁCE

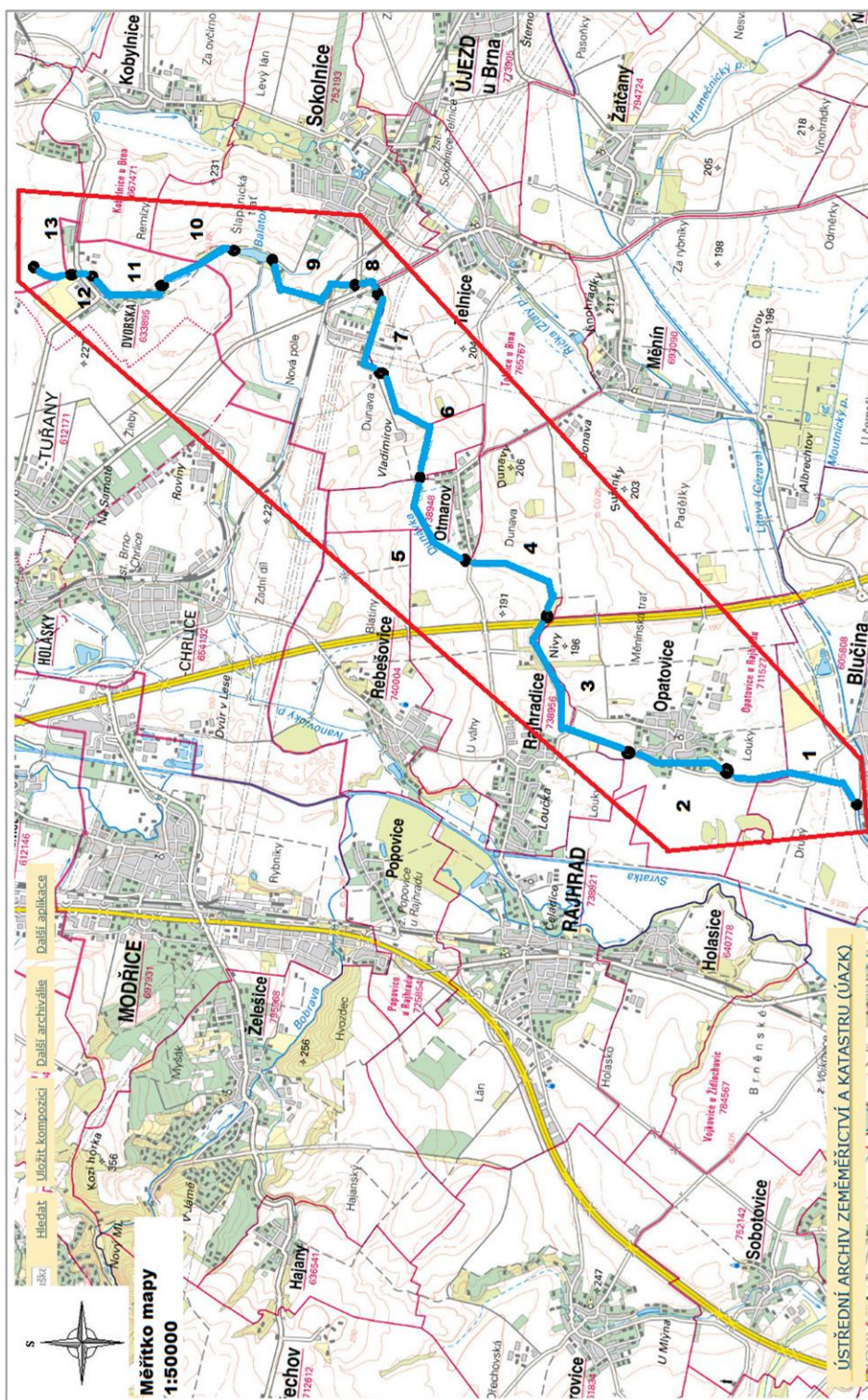
Cílem práce je posouzení rozsahu vlivu antropogenní činnosti na vybraný malý vodní tok a následné zhodnocení jeho hydromorfologického stavu, což je jeden z ukazatelů stavu ekologického. Pro hydroekologický monitoring bylo využito „metodiky HEM 2014. - Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků“ zpracované doc. RNDr. Jakubem Langhammerem, PhD.

. V rámci zhodnocení budou u silněji modifikovaných úseků vodního toku zváženy případně možnosti revitalizace podle případných historických předloh nebo podle revitalizačních návrhů, které byly provedeny jinde v ČR.



## 4. METODIKA

Na základě mapových podkladů a interpretace Metodiky HEM viz kapitola 2.8, byl vodní tok Dunávka rozdelen na 13 úseků. Na jednotlivých úsecích bylo následně provedeno skórování.



Obr. 1 Trasa toku s vyznačenými úseky

(zdroj: Ústřední archiv zeměměřičství a katastrů, upraveno autorem)



## 4.1. ROZDĚLENÍ HYDROMORFOLOGICKÉ KVALITY PODLE STUPNĚ MODIFIKACE TOKU

Hydromorfologický stav se dělí na 5 tříd, kde 1 je nejlepší (přírodě blízká) a tedy člověkem prakticky nedotknutá, 2 je slabě antropogenně ovlivněná, 3 - středně antropogenně ovlivněná, 4 - značně antropogenně ovlivněná a 5. třída je nejhorší a nejvíce ovlivněná člověkem (silně modifikovaná), kde přirozený charakter daného úseku/toku je zničen. Viz tabulka 1.

**Tab. 1 Členění hydromorfologického stavu**

Skóre $\geq <$	Třída	Barva na mapě	Hydromorfologický stav
1-1,5	1	modrá	Přírodě blízký
1,5-2,5	2	zelená	Slabě modifikovaný
2,5-3,5	3	žlutá	Středně modifikovaný
3,5-4,5	4	oranžová	Značně modifikovaný
4,5-5	5	červená	Silně modifikovaný

(zdroj: Metodika HEM 2014)

## 4.2. UKAZATELE ANTROPOGENNÍHO OVLIVNĚNÍ

V hodnocení rozsahu antropogenního ovlivnění toku bylo postupováno podle ukazatelů z „Metodiky HEM 2014“ doc. RNDr. Jakuba Langhammera, PhD. Skórovací ukazatele jsou buď univerzální, nebo typově specifické pro rozdílné typy toků viz kapitola 2.4 Typy vodních toků podle nadmořské výšky a geologických podmínek. Rozdělení na ukazatele univerzální (pro všechny typy toků stejné) nebo typově specifické (rozdílné přiřazování tříd pro různé typy vodních útvarů) je kvůli různému rozsahu ovlivnění na přirozené fungování toku. Ukazatele se dále dělí na 3 kategorie podle zóny říčního prostředí, kterou právě hodnotíme a to na I. Koryto, II. Břehy/příbřežní zóna a III. Inundační území. Do zóny koryto patří Upravenost trasy toku, Variabilita šířky koryta, Variabilita zahloubení v podélném profilu, Variabilita zahloubení v příčném profilu, Dnový substrát, Upravenost dna, Struktury dna, Mrtvé dřevo v korytě, Charakter proudění, Ovlivnění hydrologického režimu a Podélná průchodnost koryta. Do zóny břehy/ příbřežní zóna patří Upravenost břehu, Břehová vegetace a Využití příbřežní zóny. Do zóny Inundační území spadá Využití údolní nivy, Průchodnost inundačního území a Stabilita břehu a boční migrace koryta.

### 4.2.1. Upravenost trasy toku-TRA

Jedná se o univerzální ukazatel. Skóre pro ukazatel Upravenost toku se vypočítá jako kombinace dvou faktorů a historický stav trasy toku a aktuální stav trasy toku. Ukazatel aktuální úpravy trasy toku je určen na základě aktuálního výskytu napřímení toku nebo jeho revitalizace do přirozené podoby (meandr atp.) a nabývá hodnoty 1 nebo -1 podle toho jestli byl tok revitalizován (pak je skóre -1), nebo upraven do napřímenější podoby (pak je skóre 1). Ukazatel TH je stanoven z jako kombinace aktuálního a historického stavu. Pokud historický stav není znám, tak jej nezohledňujeme a využijeme pouze aktuální stav. Ukazatel TRA se spočítá jako:

$$TRA = TH + TA$$

V nížinách tok přirozeně meandruje, napřimování toku a další zásahy se provádí z důvodů stavby komunikací, městské zástavby, zemědělství atd. Tok může být buď přímý, zákrutový, meandrující, rozvětvený nebo divočící viz kapitola 2.5 Typy vodních toků podle morfologie.

### 4.2.2. Variabilita šířky koryta-VSK

Terénním měřením se zjišťuje maximální a minimální šířka koryta. Měření se provádí v terénu. Zjišťuje se variabilita šířky koryta, která se vypočítá vztahem:  $B_v = \frac{B_{max}}{B_{min}}$ , kde  $B_v$  je variabilita šířky koryta,  $B_{max}$  je maximální šířka koryta v úseku,  $B_{min}$  je minimální šířka koryta v úseku. Variabilita šířky koryta je typově specifický ukazatel a pro každému typu toku náleží jiná váha ve skórování. Menší toky mívají větší variabilitu koryta oproti větším řekám kvůli vyšší dynamice a břehovým porostům, tento ukazatel je tedy ovlivní více než větší řeky. Pokud je tedy např. variabilita toku 1,30, tak ve skupině tok nížinný by měl třídu 1 (nejméně ovlivněná člověkem), ale pokud by to byl horský tok, dostal by třídu 3 (středně ovlivněná). Obecně tedy platí, že čím větší je variabilita koryta, tím je morfologický stav toku lepší.

### 4.2.3. Variabilita zahloubení v podélném profilu-VHL

Stanovení tohoto ukazatele se provádí terénním pozorováním a je typově specifické. U variability zahloubení se posuzuje počet typů zahloubení a případné umělé zahloubení. Obecně platí, že čím více typů zahloubení, tím lepší je stav toku, zohledňuje se i umělé zahloubení, které naopak stav toku zhoršuje. Umělé zahloubení se nejčastěji provádí z důvodů stavby komunikací.

### 4.2.4. Variabilita zahloubení v příčném profilu-VHP

Tento ukazatel se stanovuje terénním mapováním a je typově specifický. Hodnotí variabilitu hloubek v korytě, která může být vysoká, střední a nízká. V hodnocení také zohledňuje, jestli je variabilita nízká z důvodu úpravy koryta. U větších a nížinných toků je

nízká variabilita většinou přirozená, proto není hodnocena negativně, u horských toků je ovšem vyšší variabilita žádaná.

#### **4.2.5. Charakter proudění-PRO**

Hodnotí se počet druhů proudění zaznamenaných v pozorovaném úseku. Mezi tyto druhy patří vodopád (vzniká v tocích s podložím z tvrdých hornin nebo ve visutých údolích), stupně/kaskáda, peřejnatý úsek, slapový proud, klouzavý proud a tůň, kde proudění vody jde od nejrychlejšího k nejpomalejšímu. Skórování je typově specifické, jelikož se u nížinných toků nepředpokládá taková rozmanitost proudění jako u toků horských nebo vrchovinných.

#### **4.2.6. Ovlivnění hydrologického režimu-OHR**

Je to univerzální ukazatel, který zkoumá ovlivnění průtoku úpravami, které vyvolávají trvalé nebo periodické změny hydrologického režimu ( $OHR_a$  - trvalá regulace průtoku-hráz, trvalé vzdutí-jez, periodické vzdutí, vypouštění, odběry vody-zemědělství, průmysl), kde se hodnotí, jak velkou část úseku ovlivňují. Druhá část ukazatele hodnotí dobu, po kterou tyto ovlivňují denní režim toku ( $OHR_b$ ), v podobě extrémně sníženého průtoku nebo rychlého nárůstu. Ukazatel se tedy vypočte jako maximální hodnota z  $OHR_a$  a  $OHR_b$  (pokud pro  $OHR_b$  nejsou dostupné údaje tak počítáme jen s  $OHR_a$ ):

$$OHR = \max(OHR_a; OHR_b)$$

#### **4.2.7. Upravenost dna-UDN**

Tento ukazatel se stanovuje terénním mapováním, nebo se získává z údajů o úpravách toků, je univerzální pro všechny typy vodních útvarů. Posuzuje upravenost dna, kdy v přirozeném stavu by dno mělo být bez známek úprav, dno však může být upravováno zpevněním kamennou dlažbou, kamenným pohozením, betonem, zatrubněním, prohrábkou koryta nebo přidáváním umělého substrátu. Tyto antropogenní úpravy v hodnocení ovlivní spíše menší a horské toky, kde se projeví více než u toků větších jako např. řeka.

#### **4.2.8. Struktury dna-STD**

Jedná se o univerzální ukazatel zjišťovaný terénním mapováním. U tohoto ukazatele se hodnotí variabilita struktur dna, v přirozeně fungujícím toku se totiž nalézají struktury vytvořené fluvialními procesy a jejich absence tak indikuje ovlivnění antropogenní činností. Rozmanitost těchto struktur je různá u horských a nížinných toků, kde u horských se dá očekávat větší diverzita. Při skórování tak tak pozorujeme, zdali se v toku vyskytují lavice, ostrovy, mělčiny, tůň, peřeje, skalní stupně. Hodnocení negativně ovlivňuje, pokud se v pozorovaném úseku nenachází žádný z těchto útvarů, děje se tak v oblastech s antropogenní činností.

#### 4.2.9. Dnový substrát-DNS

Tento ukazatel se u menších toků stanovuje terénním mapováním a je typově specifický. Obecně platí, že čím více se v korytě vyskytuje substrátů, tím je hydromorfologicky kvalitnější, toto se ovšem nevztahuje na umělý substrát (např. beton), který ji naopak snižuje. Mezi přirozené substráty patří skalní podloží, balvany, kameny, šterky, písek, bahno, rašelina nebo pevné jílovité dno. Menší počet substrátů je přirozený u větších a nížinných toků, u horských nebo vrchovinných toků je naopak přirozené mít více substrátů v korytě.

#### 4.2.10. Mrtvé dřevo v korytě-MDK

Tento ukazatel se stanovuje terénním mapováním. Zjišťujeme zastoupení mrtvého dřeva v korytě (ulámané větve, spadené, stromy, kořeny atd.), které indikuje kvalitu toku, obecně totiž platí, že čím více mrtvého dřeva tím lepší je kvalita toku. „*Neorganizovaná dřevní hmota značnou měrou přispívá k členitosti koryt potoků a řek a jejich břehů, a tak je významná i pro celkovou bohatost jejich oživení. Také rybáři dobře vědí, že mrtvé dřevo není dobré jenom na zamotávání udic, ale že je důležité pro vytváření stanovišť a úkrytů ryb. Nakonec i vodohospodáři si začínají uvědomovat, že dřevní hmota v korytech toků může v některých místech, zejména ve volné krajině, plnit funkce, které jsou příznivé i z jejich hlediska - stabilizovat koryta nebo zpomalovat průběh povodní*“ [9]. Negativně se tak v tomto ukazateli hodnotí odstraňování mrtvého dřeva, pokud informace o odstraňování nejsou dostupné, tak se do hodnocení nezahrnuje. Spočítá se jako:  $MDK = \max(MDK_a; MDK_b)$ , kde  $MDK_a$  (hodnotí se typově specificky) je zastoupení mrtvého dřeva v korytě a  $MDK_b$  je intenzita odstraňování (univerzálně). Obecně platí, že větší počet dřevních zbytků by se měl nalézat v přirozených horských a vrchovinných tocích, u nížinných a velkých vodních toků menší zastoupení dřeva výrazně neovlivňuje skórování.

#### 4.2.11. Podélná průchodnost koryta-PPK

Stanovuje se na základě terénního mapování. Hodnotí druhy překážek v trase koryta toku od těch méně ovlivňujících kvalitu toku a migrační průchodnost jako nízké stupně do 0,3 m, skluz a migračně průchodný jez od 0,3 do 1 m a od 1 m vyšší po ty co tok ovlivňují více jako propustek (stavba kterou prochází tok, který kříží pozemní komunikace) nebo hráz, ideální stav je úsek bez překážek. Jedná se typově specifický ukazatel, co pro velký nížinný tok může být malou překážkou, to může zásadně ovlivnit malý potok v horách, stejné negativní hodnocení (třída 5) pro všechny je tak pouze u hrází a propustků, které všechny ovlivňují stejně.

#### 4.2.12. Upravenost břehu-UBR

Tento ukazatel hodnotí rozsah ovlivnění břehového porostu člověkem a je typově specifický, protože u menších toků má antropogenní úprava břehu větší vliv na jejich

hydromorfologickou kvalitu než u velkých řek. V ideálním případě by měl být břeh bez známek úprav (kromě revitalizačních opatření), *kde je stávající zeleň chráněná a funguje samovolné zarůstání místních dřevin* [10].

Břeh se upravuje zatravněním, výsadba kulatiny, zpřírodněním předchozích úprav, kamenným pohozením, záhozem (*Patří k nejodolnějším opevněním. Používá se hlavně k ochraně paty svahu* [11]), a rovinaninou (*Provádí se z neopracovaných kamenů nebo betonových prvků, kladených na sucho s vazbou v podélném i příčném směru* [11]), gabiony (drátěná konstrukce vyplněná kameny), polovegetačními tvárnici (betonová dlažba s prostorem pro vegetaci), zpevňováním břehu (kamennou dlažbou nebo betonem) nebo souvislou úpravou profilu (který kombinuje předchozí úpravy). Hodnotí se odděleně pravý a levý břeh, hydromorfologická kvalita se počítá jako maximální hodnota z obou břehů:  $UBR = \max(UBR_l; UBR_p)$

#### **4.2.13. Břehová vegetace-BVG**

Univerzální ukazatel, kde se hodnotí odděleně pravý a levý břeh. Břehová vegetace má významnou funkci pro fungování vodního útvaru viz kapitola 2.6.2 Břeh a příbřežní zóna, typy břehové vegetace z hlediska morfologické prospěšnosti jsou přirozený les (z hlediska hydromorfologické kvality toku nejlepší), hospodářský les, liniová vegetace (pás dřevin podél břehu), přerušované pásy vegetace, jednotlivé stromy a keře, trávobylinná vegetace, ruderalní společenstvo (rostliny vyrostlé na „*např. železničních náspech a okrajích kolejí, narušovaných travnicích na sídlištích, travnatých mezích podél cest, silnicích, v sadech*“ atd. [12]), nejhůře hodnocený je pak břeh bez vegetace. Výsledná hydromorfologická kvalita se počítá jako maximální hodnota z obou břehů:  $BVG = \max(BVG_l; BVG_p)$

#### **4.2.14. Využití příbřežní zóny-VPZ**

U tohoto ukazatele lze využít distanční data zpřesněná terénním mapováním. Univerzální ukazatel, u kterého se hodnotí levý a pravý břeh odděleně. Příbřežní zóna je pás 50 m od koryta toku. Hodnotí se rozsah přírodních procesů, které hydromorfologickou kvalitu zlepšují např. skalní povrch, les, louka, mokřad, plochy ponechané přirozenému vývoji a antropogenních procesů, které hydromorfologickou kvalitu ovlivňují negativně- pastvina, zemědělství, roztroušená zástavba, intravilán (městská zástavba) a průmysl. Vodní plochy se ve skórování nezohledňují, protože mohou být výsledkem přírodní i antropogenní činnosti. Tento ukazatel má nejvyšší váhu u nížinných toků, kde se předpokládá větší ovlivnění antropogenní činností (intravilán, průmysl, zemědělství atd.). Výsledná hydromorfologická kvalita se počítá jako maximální hodnota z obou břehů:  $VPZ = \max(VPZ_l; VPZ_p)$

#### 4.2.15. Využití údolní nivy-VNI

U tohoto ukazatele je výhodnější využít distančních dat (vyšší míra spolehlivosti + časový faktor), je to univerzální ukazatel, vyšší váhu má pro nížinné toky, kde odráží větší ovlivnění zemědělstvím, městskou zástavbou a větší velikostí údolní nivy. Hodnotí se rozsah přírodních procesů, které hydromorfologickou kvalitu zlepšují např. skalní povrch, les, louka, mokřad, plochy ponechané přirozenému vývoji a antropogenních procesů, které hydromorfologickou kvalitu ovlivňují negativně- pastvina, zemědělství, roztroušená zástavba, intravilán (městská zástavba) a průmysl. Vodní plochy se ve skórování nezohledňují, protože mohou být výsledkem přírodní i antropogenní činnosti. Tento ukazatel má nejvyšší váhu u nížinných toků, kde se předpokládá větší ovlivnění antropogenní činností (intravilán, průmysl, zemědělství atd.). Výsledná hydromorfologická kvalita se počítá jako maximální hodnota z obou břehů:  $VNI = (VNI_l; VNI_p)$

#### 4.2.16. Průchodnost inundačního území-PIN

Lze využít distanční data, které se zpřesňují terénním mapováním. Univerzální ukazatel, u kterého se hodnotí levý a pravý břeh zvlášť. Hodnotí se bariéry pro průchodnost inundačního území. Ideálním stavem z hlediska morfologické kvality jsou žádné liniové stavby v nivě (pozemní komunikace např.), ale mohou se vyskytovat stavby napříč nivou (násypy komunikací atd.), povodňové hráze, liniové stavby vedené paralelně s korytem, odsazení hrází nebo zkapacitnění koryta. Tyto stavby výrazně ovlivňují propojení toku s jeho inundačním územím, ovlivňují proudění a přirozený rozliv, proto má tento ukazatel větší váhu u nížinných toků. Ukazatel se dělí na příčnou průchodnost- PRK (úsek bez překážek, liniové stavby v nivě), kde se hodnotí jejich počet na kilometr toku a podélnou průchodnost- POK (povodňové hráze, liniové stavby paralelně s korytem), kde se hodnotí rozsah, který zabírají. Výsledná hydromorfologická kvalita se počítá jako maximální hodnota z PRK a POK:  $PIN = \max(PRK; POK)$

#### 4.2.17. Stabilita břehu a boční migrace koryta-BMK

Typově specifický ukazatel, který se zjišťuje terénním mapováním. Hodnotí se odděleně pravý a levý břeh. Hodnotí se stabilita břehu-STB, tedy rozsah břehových nátrží („...svíslá stěna v zeminách nebo málo zpevněných horninách vytvořená obvykle v nárazových březích meandrů a zákrutů vodních toků. Jedná se o typický fluvialní erozní tvar vzniklý boční erozí“)[25], (drobné nátrže do 5 m, rozsáhlé nad 5 m) a fluvialních akumulací (drobné do 100 m<sup>2</sup> a rozsáhlé nad 100 m<sup>2</sup>). Dílčí ukazatel OBP- omezení bočního koryta negativně ovlivňuje morfologickou kvalitu a jeho hodnocení je univerzální pro všechny toky. Výsledná hydromorfologická kvalita se počítá jako maximální hodnota z STB a OBP:  $BMK = \max(STB; OBP)$



## HEM 2014 - Hydroekologický monitoring Mapovací formulář



Název toku	
ID úseku	
Délka úseku (m)	

Mapovatel	
Datum, čas	
ID vodního útvaru	

### Geometrické charakteristiky úseku

Hranice úseku	Riční km	Souřadnice X (m)	Souřadnice Y (m)			
Dolní hranice						
Horní hranice						
Tvar údolí (zaškrtnout)	Soutěska	Tvar V	Tvar U	Neckovitý	Plochý	Asymetrický

### 1. Upravenost trasy toku (TRA)

Zdroj dat: T   D	Převládající typ	Známky napřimění	Známky revitalizace	Historický stav
Spolehlivost stanovení: A   B   C				
Divočící tok				
Rozvětvený tok				
Meandrující				
Zákruty				
Přímý úsek				

### 2. Variabilita šířky koryta (VSK)

Zdroj dat: T   D	Minimum	Maximum
Spolehlivost stanovení: A   B   C		
Šířka koryta (m)		
Šířka hladiny (m)		
Šířka údolní nivy L břeh (m)		
Šířka údolní nivy P břeh (m)		

### 4. Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení: A   B   C	
Vysoká	
Střední	
Přirozeně nízká	
Nízká z důvodu úpravy koryta	

### 3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)	Uměle zvýšené	Uměle snížené
Spolehlivost stanovení: A   B   C			
0-1 m			
1-2 m			
2-4 m			
4 a více m			

### 5. Dnový substrát (DNS)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení: A   B   C	
Skalní podloží	
Balvany (256 mm a více)	
Kameny (64 - 256 mm)	
Štěrky (2 - 64 mm)	
Písek (0,06 - 2 mm)	
Prach/bahno (méně než 0,006 mm)	
Rašelina	
Pevně jílovité dno	
Umělý substrát	

### 6. Upravenost dna (UDN)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení: A   B   C	
Dno bez známek úprav	
Zpevnění dna kamennou dlažbou	
Zpevnění dna kamenným pohozem	
Zpevnění dna betonem	
Zatrubnění, zakrytí toku	
Pravidelná prohrábka koryta/ zvýšené zahloubení	
Přidávání splavenin a umělého substrátu	

### 9. Charakter proudění (PRO)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení: A   B   C	
Vodopád	
Stupně, kaskáda	
Peřejnatý úsek	
Slapový proud	
Klouzavý proud	
Tůně	

### 10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení: A   B   C	
Dynamika bez změny (rozsah %)	
Trvalá regulace průtoku (hráz aj.) (rozsah %)	
Trvalé vzdutí (jez aj.) (rozsah %)	
Periodické vzdutí (rozsah %)	
Vypouštění (rozsah %)	
Odběry vody (rozsah %)	
Extrémně snížený průtok (% doby)	
Špičkování, rychlé zvyšování průtoku (% doby)	

\* **Záznam rozsahu levu nebo úprav**  
Procentuální rozsah výskytu jevu nebo úpravy v rámci úseku se zaokrouhluje na celé desítky procent. V případě lokálně omezeného, ale intenzivního významného výskytu jevu se zaznamená hodnota 1%.

### 7. Mrtvé dřevo v korytě (MDK)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)		
Spolehlivost stanovení: A   B   C			
Mrtvé dřevo a dřevní zbytky v korytě			
Intenzita	žádná	občasné	systemat.
odstraňování			

### 8. Struktury dna (STD)

Zdroj dat: T   D	Rozsah* (%)
Spolehlivost stanovení: A   B   C	
Žádné pozorované struktury dna	
Lawice	
Ostrovy	
Mělčiny	
Tůně	
Peřeje	
Skalní stupně	

### 11. Podélná průchodnost koryta (PPK)

Zdroj dat: T   D	Počet výskytů	Z toho počet dočasných překážek	Z toho počet migračně průchodných
Spolehlivost stanovení: A   B   C			
Úsek bez překážek			
Nízké stupně s výškou nižší než 0,3 m			
Stupeň nebo jez s výškou 0,3 - 1 m			
Stupeň nebo jez vyšší než 1 m			
Skluž			
Propustek			
Hráz			

### 12. Upravenost břehu (UBR)

Zdroj dat: T   D	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A   B   C	L břeh	P břeh
Břeh bez známek úprav		
Vegetační opevnění břehu (zatravnění)		
Vegetační opevnění břehu (kulatina)		
Rozpad, zprůrodnění úpravy (pohoz, zához, rovnánina)		
Kamenný pohoz, zához, rovnánina		
Gabiony		
Polovegetační tvárnice		
Zpevnění břehu kamennou dlažbou		
Zpevnění břehu betonem		
Souvislá úprava profilu		

### 14. Využití příbřežní zóny (VPZ)

Zdroj dat: T   D	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A   B   C	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les		
Louka		
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji		
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intravilán, průmysl		

### 15. Využití údolní nivy (VNI)

Zdroj dat: T   D	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A   B   C	L břeh	P břeh
Přirozený skalní povrch		
Les		
Louka		
Pastvina		
Plochy ponechané přirozenému vývoji		
Vodní plochy		
Mokřad		
Zemědělská plocha		
Roztroušená zástavba		
Intravilán, průmysl		

### 17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)

Zdroj dat: T   D	Rozsah výskytu (%)	
Spolehlivost stanovení: A   B   C	L břeh	P břeh
Stabilní břeh bez nátrží a akumulací		
Drobné břehové nátrže (do 5 m)		
Rozsáhlé břehové nátrže (nad 5 m)		
Drobné fluvialní akumulace (do 100 m <sup>2</sup> )		
Rozsáhlé fl. akumulace (nad 100 m <sup>2</sup> )		
Omezení bočního pohybu koryta		

### Invazní druhy

Zdroj dat: T   D	Druhy	Četnost 1 - jednotky 2 - desítky 3 - stovky 4 - tisíce
Spolehlivost stanovení: A   B   C		
Levý břeh		
Pravý břeh		

### Fotodokumentace

ID fotografií struktur a úprav vztahujících se k danému úseku:

### Poznámky

--

Obr. 2 Mapovací formulář

(zdroj:www.mzp.cz)

**Tab. 2 koeficienty skórovacích ukazatelů**

Ukazatel	koeficient
	TNI
TRA	0,9
VSK	0,2
VHL	0,05
VHP	0,05
DNS	0,05
UDN	0,1
MDK	0,05
STD	0,1
PRO	0,05
OHR	0,05
PPK	0,3
UBR	0,2
BVG	0,1
VPZ	0,7
VNI	0,6
PIN	0,25
BMK	0,25

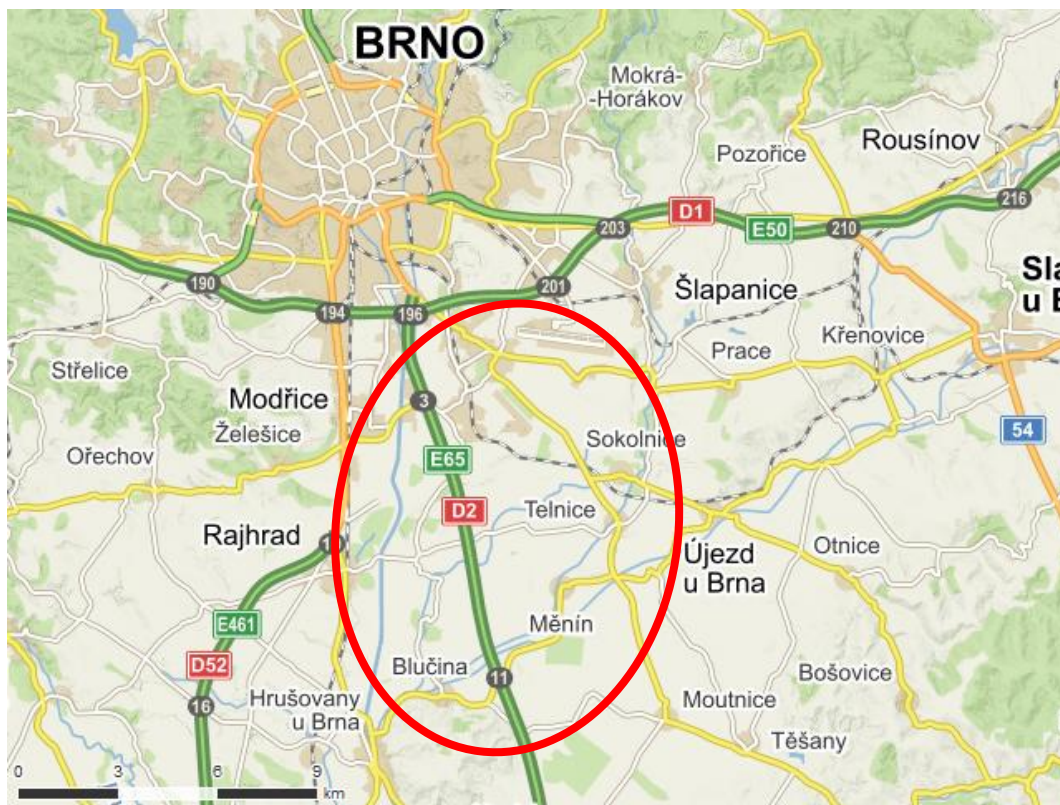
(zdroj: [www.mzp.cz](http://www.mzp.cz))



## 5. CHARAKTER ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

### 5.1. POLOHA TOKU

Dunávka je nížinný potok na sedimentu nalézající se v Jihomoravském kraji, v okrese Brno-venkov. „Délka toku je cca 15 kilometrů. Plocha povodí je 32,37 km<sup>2</sup>.“ [13] Pramení nedaleko Mezinárodního letiště Tuřany, teče jihozápadním směrem přes obce Dvorská, Sokolnice, Otmarov, Rajhradice, Opatovice (kde a ústí do řeky Litavy u obce Blučina. V průběhu svého toku zavodňuje Opatovické rybníky, některé menší vodní plochy a prochází závlahovou nádrží Žabárník, který je důležitou lokalitou z hlediska fauny a flóry.



Obr. 3 Přehledová mapa zájmového území

(zdroj: mapy.cz, upraveno autorem)

### 5.2. PODLOŽÍ A TYPY PŮD V ÚDOLNÍ NIVĚ

„Podloží z vápnitých jílu a písků spodního badenu karpatské předhlubně překrývají fluvialní terasovité štěrky a spraše. Niva Dunávky je tvořena souvrstvím fluvialních štěrků pleistocenního stáří, které jsou překryty holocenními povodňovými sedimenty v podobě hlinitých písků a písčitých hlín“ [14]. V údolní nivě Dunávky se také nacházejí jíly, vápnité jíly (tégel). Půdním typem okolí Dunávky jsou subtypy černozemě, nejbližší toku černozem černická a fluvická, v jeho okolí pak černozemě modální, karbonátové a pelické. [15] Z důvodu výskytu vhodného půdního typu pro agrikulturu tak většina trasy toku prochází

oblastí s rozsáhlým zemědělským využitím, v jedné části prochází areálem elektrické rozvodny v Sokolnicích a hypotézou tedy bylo, že tok bude středně až silně antropogenně modifikovaný.

### **5.3. ZÍSKÁVÁNÍ DAT**

Data byla získána z terénního mapování, které zahrnovalo brodění se v korytě toku a chůzi kolem trasy toku, tam kde to břehový porost umožňoval. Další část byla získána z distančních dat (*historické mapy, google mapy, mapy II: vojenského mapování.*) [16][17], kde jejich využití bylo vhodné, např. k porovnání upravenosti trasy toku s historickým stavem a využití údolní nivy. Získaná data se zapisují do skórovacího formuláře viz obr. 2, pro každý úsek jeden.

Hydroekologický monitoring byl proveden v průběhu měsíců září, října a listopadu. Před samotným terénním mapováním bylo třeba rozčlenit si vodní útvar na homogenní úseky podle využití údolní nivy, upravenosti koryta průběhu trasy toku a kde se nalézá pouze jeden typ vodního toku (celý pozorovaný vodní útvar je nížinný potok, což zjednodušilo práci). Celkem byl vodní tok rozdělen na 13 různě dlouhých částí, do hodnocení nebyly zahrnuty místa, kde potok prochází vodní plochou (sokolnická vodní nádrž Žabárník).

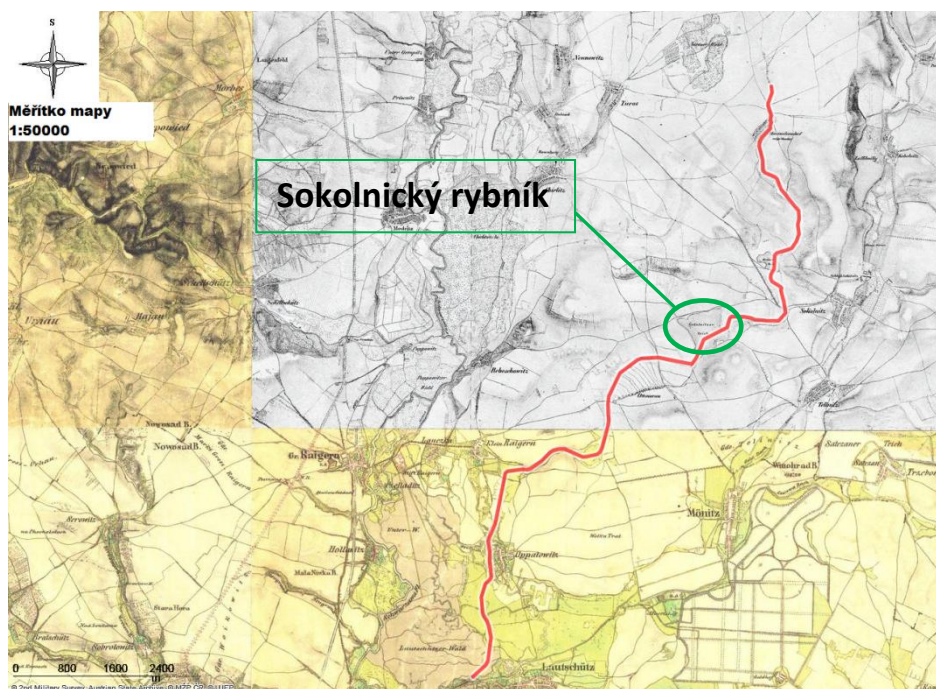
## 5.4. INTERPRETACE DAT

Získaná data byla zapsána do mapovacího formuláře „HEM 2014“, který slouží jako předloha k vyhodnocení stavu měřeného úseku. Ke každému ukazateli byl dosazen typově specifický koeficient podle typu toku (např. potok pahorkatinný na sedimentu má jiné koeficienty než potok vrchovinový, protože bývají rozdílně ovlivněny antropogenními zásahy). Viz obr. 2 s formulářem

$$\text{HMS} = (\text{TRA} \cdot k_{\text{tra\_typ}} + \text{VSK} \cdot k_{\text{vsk\_typ}} + \text{VHL} \cdot k_{\text{vhl\_typ}} + \text{VHP} \cdot k_{\text{vhp\_typ}} + \text{DNS} \cdot k_{\text{dns\_typ}} + \text{UDN} \cdot k_{\text{udn\_typ}} + \text{MDK} \cdot k_{\text{mdk\_typ}} + \text{STD} \cdot k_{\text{std\_typ}} + \text{PRO} \cdot k_{\text{pro\_typ}} + \text{OHR} \cdot k_{\text{ohr\_typ}} + \text{PPK} \cdot k_{\text{ppk\_typ}} + \text{UBR} \cdot k_{\text{ubr\_typ}} + \text{BVG} \cdot k_{\text{bvg\_typ}} + \text{VPZ} \cdot k_{\text{vpz\_typ}} + \text{VNI} \cdot k_{\text{vni\_typ}} + \text{PIN} \cdot k_{\text{pin\_typ}} + \text{BMK} \cdot k_{\text{cpr\_typ}}) / 4$$

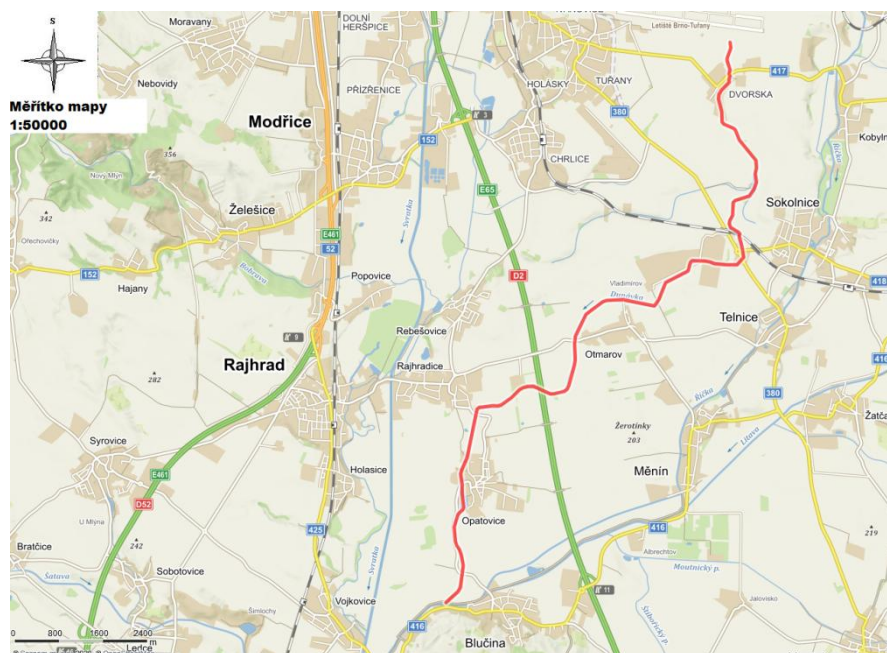
*kde TRA - Upravenost trasy toku, VSK - Variabilita šířky koryta, VHL - Variabilita zahloubení v podélném profilu, VHP - Variabilita hloubek v příčném profilu, DNS - Dnový substrát, UDN - Upravenost dna, MDK - Mrtvé dřevo v korytě, STD - Struktury dna, PRO - Charakter proudění, OHR - Ovlivnění hydrologického režimu, PPK - Podélná průchodnost koryta, UBR - Upravenost břehu, BVG - Břehová vegetace, VPZ - Využití příbřežní zóny, VNI - Využití údolní nivy, PIN - Průchodnost inundačního území,*

*BMK - Stabilita břehu a boční migrace koryta.* [4] HMS je pak hydromorfologický stav pozorovaného úseku. Celkový hydromorfologický stav se vypočítá dosazení do této rovnice: 
$$\text{HMK}_{\text{VU}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{HMK}_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i}$$
, kde  $\text{HMK}_{\text{VU}}$  je výsledný hydromorfologický stav toku,  $\text{HMK}_i$  je hydromorfologická kvalita  $i$ -tého úseku,  $L_i$  je délka  $i$ -tého úseku,  $n$  je počet úseků v rámci vodního toku.



Obr. 4 Historická mapa Dunávky a okolí z 19. století (zdroj: mapy.cz, upraveno autorem)

Na obrázcích 4 a 5 jsou pozorovatelné změny vodní nádrže oproti současnosti tzv. Sokolnického rybníka, který zanikl. Dále napřímení toku v oblasti nynější rozvodny a upravení pramene v oblasti nynějšího mezinárodního letiště Brno-Tuřany.



Obr. 5 Současný stav Dunávky (zdroj: mapy.cz, upraveno autorem)



## 6. VÝSLEDKY

### 6.1. HYDROMORFOLOGICKÁ KVALITA ÚSEKŮ

#### 6.1.1. Přírodě blízké úseky

Jediným přírodě blízkým úsekem (třída 1) Dunávky je úsek DUN010, který se nalézá severně od vodní nádrže Žabárník (bývalá přírodní památka). Koryto ani břeh tohoto úseku není nijak antropogenně upravováno. V korytě se nachází sedimenty (hlinité písky a písčité hlíny) a šterky. Břehový porost tvoří souvislé opevnění stromů a keřů, které jsou ponechány přirozenému vývoji, v korytě toku se tak nachází mrtvé dřevo. Vyskytují se zde i drobné fluviální akumulace. Část údolní nivy je využita k zemědělství.



Obr.6 DUN010- Fluviální akumulace a dřevo v korytě

( zdroj:autor, 2019)

### 6.1.2. Slabě modifikované úseky



**Obr.7 DUN001 Soutok Dunávky s Litavou u vesnice Blučina (zdroj:autor, 2019)**

Slabě modifikované úseky (třída 2) se v Dunávce vyskytují 2, úsek DUN001 u obce Blučina, kde se Dunávka vlévá do Litavy. U úseku DUN001. se nedala vyzorovat žádná ze struktur dna, což indikuje antropogenní činnost a údolní niva je v tomto úseku výrazně zasažena zemědělským využitím. U úseku DUN013 se také nedala vyzorovat žádná ze struktur dna, má částečně omezenou boční migraci koryta a břeh je z části zpevněn balvany.



### 6.1.3. Středně modifikované úseky

Středně modifikovaných (třída 3) úseků je zdaleka nejvíce-7. Tento rozsáhlý výskyt je zapříčiněn tím, že Dunávka prochází ve 2 místech intravilánem (zástavbou) a ve zbylých úsecích je údolní niva využita k zemědělství, popř. se v ní vyskytují liniové stavby. V úsecích, které procházejí zástavbou (DUN002 a DUN011) je příbřežní zóna využita k zemědělství (zahrádky za domy) a v údolní nivě se vyskytují liniové stavby a domovní zástavba. Břehové porosty pak buď chybí, nebo je tvoří pouze trávobylinná vegetace. Částečně je také omezen boční pohyb koryta nebo dno koryta. Úseky DUN003-6 a DUN008 pak negativně ovlivňuje absence struktur dna a využití údolní nivy k zemědělství, které zasahuje i do příbřežní zóny (úsek DUN008). V těchto úsecích je břehovým porostem buď trávobylinná vegetace, nebo liniová vegetace. Nivu protínají cesty, jejichž násypy pak ovlivňují hydromorfologickou kvalitu.



Obr. 8 DUN002 Dunávka u Opatovických rybníků a v blízkosti zástavby

( zdroj: autor,2019)

### 6.1.4. Značně modifikované úseky

V trase Dunávky jsou značně modifikované úseky (třída 4) pouze 2 a to úsek DUN007 a DUN012. Úsek DUN007 byl částečně neprůchozí z důvodu silného vegetačního opevnění břehu, měkkého podloží koryta (nedalo se jím projít bez zapadnutí) a Dunávka v tomto prochází areálem Sokolnické rozvodny. Ukazatele, které ovšem tento úsek posunuly do třídy 4, jsou zjištěné z distančních dat (využití příbřežní zóny, využití údolní nivy, průchodnost inundačního území, boční migrace koryta). Tento úsek je ovlivněn liniovými stavbami podél koryta, využitím nejbližšího okolí k zemědělství nebo průmyslu, z trasy koryta se také dá

předpokládat napřímení toku a omezení bočního pohybu koryta. V nejkratším úseku, úseku číslo 12, je značně upravené dno koryta a nenalézají se v něm tedy žádné z pozorovatelných struktur dna. Břeh je také silně upraven, částečně zpevněn betonem. Část tohoto úseku je zatrubněná, k negativnímu hodnocení se také přidává hráz, která je na pomezí menšího vodního útvaru a zatrubněná části úseku (prochází pod pozemní komunikací).



**Obr. 9 DUN012 Částečně omezený pohyb koryta betonem a blízké zahrádky (zdroj:autor, 2019)**



## 6.2. ZHODNOCENÍ HYDROMORFOLOGICKÉHO STAVU TOKU

Úsekem s nejlepší hydromorfologickou kvalitou je úsek s třídou 1-DUN010, který je přírodě blízký, tento úsek je minimálně ovlivněn činností člověka. Nejhorším úsekem z hydromorfologického hlediska jsou úseky DUN007 a DUN012 s třídou 4, které jsou antropogenně ovlivněné po celé své délce, a lidskými úpravami jsou ovlivněny všechny 3 zóny říčního prostředí. Výsledná hydromorfologická kvalita celého vodního toku těsně spadá do třídy 3- středně modifikovaný. Ačkoliv se jediný úsek dal vyhodnotit jako přírodě blízký, tak dobrou zprávou je, že žádný úsek v hodnocení se neukázal jako silně antropogenně ovlivněný.

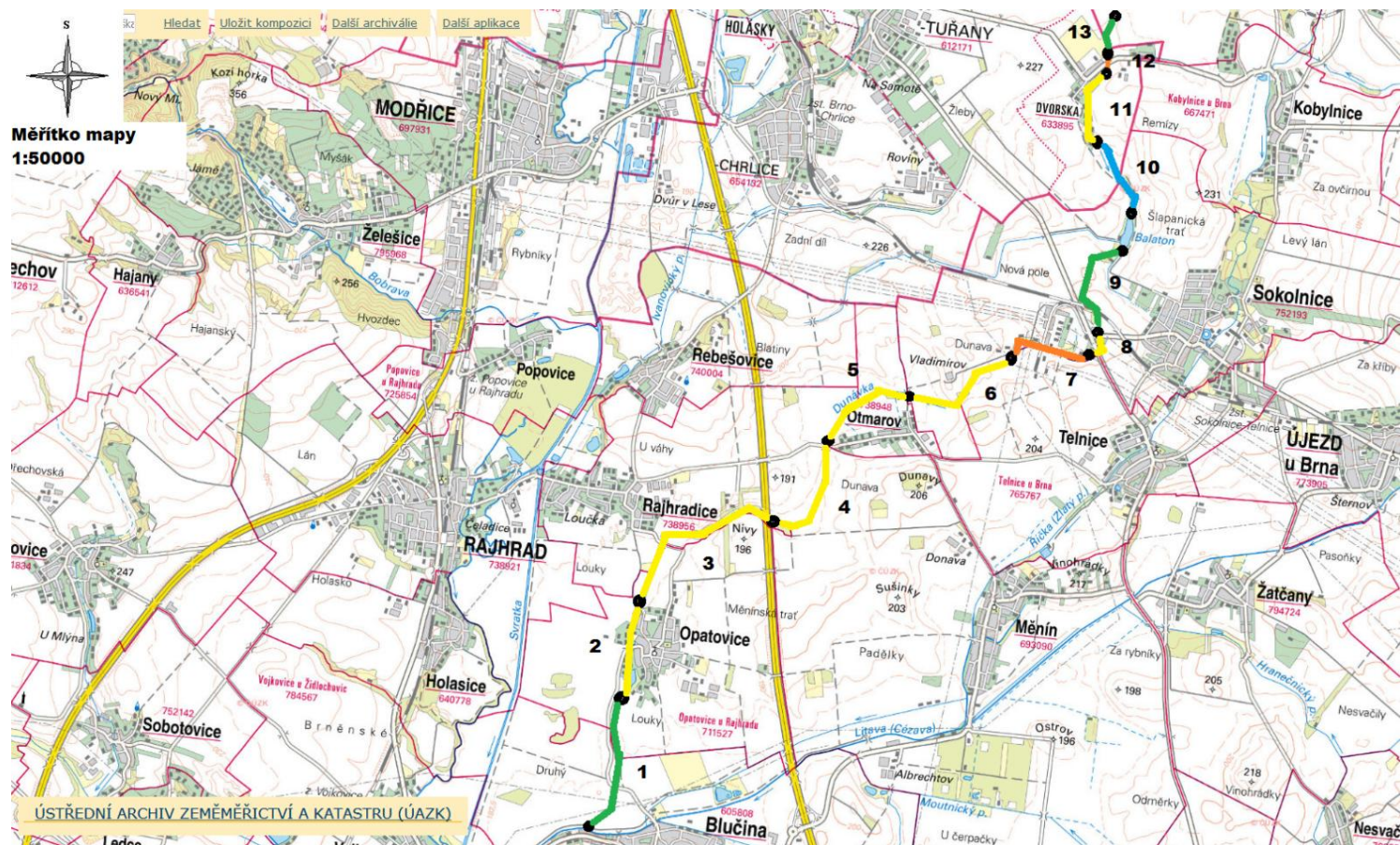
**Tab. 2 Výsledky jednotlivých úseků, (zdroj:autor)**

ID úseku	Třída	Hydromorfologický stav
DUN001	2	slabě modifikovaný
DUN002	3	středně modifikovaný
DUN003	3	středně modifikovaný
DUN004	3	středně modifikovaný
DUN005	3	středně modifikovaný
DUN006	3	středně modifikovaný
DUN007	4	značně modifikovaný
DUN008	3	středně modifikovaný
DUN009	2	slabě modifikovaný
DUN010	1	přírodě blízký
DUN011	3	středně modifikovaný
DUN012	4	značně modifikovaný
DUN013	2	slabě modifikovaný

**Tab. 3 Výsledný stav vodního toku**

(zdroj:autor)

	L(m)	HMS	L*HMS
DUN001	1963	1,7875	3508,863
DUN002	1074	3,1125	3342,825
DUN003	2126	2,6625	5660,475
DUN004	1482	2,9625	4390,425
DUN005	1242	2,5125	3120,525
DUN006	1507	2,575	3880,525
DUN007	1210	3,9125	4734,125
DUN008	403	2,825	1138,475
DUN009	1200	2,1875	2625
DUN010	1120	1,3	1456
DUN011	884	2,65	2342,6
DUN012	105	3,675	385,875
DUN013	600	2	1200
<b>součet:</b>	14916		37785,71
<b>Hydromorfologická kvalita toku</b>			<b>2,53</b>



Obr. 10 Grafické znázornění výsledků

(zdroj: Ústřední archiv zeměměřičství a katastru, upraveno autorem)

### 6.3. NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ HYDROEKOLOGICKÉHO STAVU VODNÍHO TOKU DUNÁVKA

Nejvíce antropogenně ovlivněné úseky prochází intravilánem, kde by možná úprava mohla být pouze „kosmetická“ anebo oblastí, kde by upravení toků do přírodě bližší podoby bylo obtížné (úsek DUN007 - rozvodna elektřiny v Sokolnicích). V úseku u rozvodny by se ovšem dal tok rozvlnit do meandrů a upravit tak, aby revitalizace výrazně nezasáhla chod zařízení. Tok v této oblasti přirozeně vytvářel zákruty, než došlo k vybudování areálu elektrické rozvodny, které vedlo k napřímení toku a dalším úpravám. Kromě rozvlnění do meandrů (které by zlepšilo i přirozené struktury dna) se částečně dá zrevitalizovat i břehový porost. U některých ukazatelů však žádné zlepšení realizovat nelze, jako např. podélná průchodnost koryta a využití údolní nivy.

Jako snazší oblast ke zpřírodnění se pak jeví úseky od DUN003 po DUN006, kde potok teče v otevřenější krajině. Při terénním mapování byly zaznamenány menší pokusy o zlepšení hydromorfologického stavu toku výsadbou stromků v příbřežní oblasti.

Prostředkem k přiblížení těchto úseků přírodě blízkému stavu by mohla být samovolná renaturace, tedy vymílání koryta, zanášení koryt bylinnou vegetací, zarůstání dřevinami a rozpad opevnění břehu a má velkou výhodu - je zadarmo. Vhodnými úseky jsou takové, kde se umělé opevnění břehu již samovolně rozpadá, koryto jeví tendenci k pohybu do stran a dno je přírodě blízké. Samovolná renaturace má však několik nevýhod, tou hlavní je faktor času, kdy uvedení do uspokojivého stavu samovolnou renaturací může trvat nepřiměřeně dlouhou dobu kvůli odolnosti materiálu, kterým je koryto upraveno nebo nadměrnému zahloubení koryta. Rychlejší alternativou je renaturace povodněmi: *„Povodňové stavy vyvolají změny, které se liší podle charakteru vodního toku. U přírodních koryt vodních toků dochází ke změnám patřícím k přirozenému vývoji. Tyto změny ovšem nemají velký vliv na charakter a podstatu toku. Jinak je tomu u koryt upravených vodních toků, kde vlivem průchodu velkých vod dochází k totální destrukci opevňujících prvků“* [18].

Revitalizace je vhodná u úseků, kde by samovolná renaturace trvala příliš dlouho břehové opevnění je příliš pevné. Koryto se dá revitalizovat mechanickým odstraněním umělého opevnění břehu a zahloubením do přirozeného stavu, tam kde bylo uměle sníženo dno. Správné je také podporovat růst břehových porostů, který by měl probíhat samovolně, popř. vysazovat dřeviny druhově odpovídající danému místu. Revitalizace i renaturace ovšem čelí stejné překážce a to jsou majetkové zájmy vlastníků přílehlých pozemků, které by byly renaturací i revitalizací toků výrazně ovlivněny (meandrace, přirozená povodňová činnost atd.).

Navrhované revitalizační úpravy v úseku DUN007 u sokolnické rozvodny elektřiny by zlepšily stav úseku na středně modifikovaný (úsek stále negativně ovlivňuje využití příbřežní zóny a údolní nivy k elektrotechnickému průmyslu).

**Tab. 4 Srovnání předpokládaného stavu před revitalizací a po ní (zdroj:autor)**

Revitalizace	koeficienty	stav před	stav po
TRA	0,9	3	1
VSK	0,2	1	1
VHL	0,05	1	1
VHP	0,05	2	2
DNS	0,05	2	2
UDN	0,1	1	1
MDK	0,05	2	2
STD	0,1	5	3
PRO	0,05	1	1
OHR	0,05	1	1
PPK	0,3	5	5
UBR	0,2	5	2
BVG	0,1	4	3
VPZ	0,7	5	4
VNI	0,6	5	5
PIN	0,25	4	2
BMK	0,25	5	2
Hydromorfologická kvalita		3,9	2,7375

**Tab. 5 Celkový stav po předpokládané revitalizaci DUN007 (zdroj:autor)**

	L(m)	HMS	L*HMS
DUN001	1963	1,7875	3508,863
DUN002	1074	3,1125	3342,825
DUN003	2126	2,6625	5660,475
DUN004	1482	2,9625	4390,425
DUN005	1242	2,5125	3120,525
DUN006	1507	2,575	3880,525
DUN007	1210	2,7375	3312,375
DUN008	403	2,825	1138,475
DUN009	1200	2,1875	2625
DUN010	1120	1,3	1456
DUN011	884	2,65	2342,6
DUN012	105	3,675	385,875
DUN013	600	2	1200
<b>součet:</b>	14916		36363,96
<b>Hydromorfologická kvalita toku</b>			<b>2,44</b>

Z výsledků vyplývá, že pouze 1 z úseků je přírodě blízký (DUN010), 3 úseky jsou slabě modifikované (DUN001, DUN009, DUN013), úseky DUN007 a DUN012 jsou značně ovlivněné činností člověka a zbývajících 7 je středně modifikovaných antropogenní činností. Z těchto zjištěných informací o daném toku byla navržena možná opatření, která by mohla vést k zlepšení hydromorfologického stavu celého toku. Tato opatření byla navržena pro úsek 7, který vyšel z hlediska monitoringu nejhůře, a proto by i zdaleka ne nákladnými opatřeními mohlo dojít ke zlepšení stavu úseku. Po následném srovnání předpokládaného stavu před revitalizací a po ní došlo k výraznému zlepšení hydromorfologického stavu tohoto úseku viz tab. 4 o hodnotu 1,2 (z třídy 4 na třídu 3). V celkovém hydromorfologickém hodnocení kvality toku se tento stav projevil pouze snížením o hodnotu 0,09, což je dáno právě tím, že šlo o návrhy pouze pro jeden úsek. I přesto došlo k zlepšení klasifikace celkové hydroekologické úrovně vodního toku Dunávky ze středně modifikované (hodnota 2,53) na slabě modifikovanou (hodnota 2,44).

## 7. ZÁVĚR

Hydroekologický monitoring probíhal na vodním toku Dunávka, který se nachází v okrese Brno-venkov. Celková délka toku je přibližně 15 km a plocha povodí Dunávky je 32,37 km<sup>2</sup>. Tok byl na základě nastudované Metodiky HEM, rozdělen do 13 úseků, na kterých probíhalo skórování. Každý jednotlivý úsek byl zhodnocen 17 ukazateli. Toto hodnocení spočívalo v podrobném terénním mapování jednotlivých úseků, které probíhalo od září do listopadu 2019. Během průzkumu byla pořízena i fotodokumentace vodního toku a nejbližšího přílehlého okolí. Výsledky těchto ukazatelů byly zaznamenány do mapovacích formulářů (viz příloha 1). Po provedeném monitoringu následovalo vyhodnocení jednotlivých úseků z hlediska jejich hydromorfologického stavu, kdy bylo zjištěno, že ze 13 monitorovaných úseků jsou 4 vůbec nebo slabě ovlivněné činností člověka, 7 je středně ovlivněných a 2 jsou značně ovlivněné. Celkový hydromorfologický stav toku spadá do třídy 3, tedy že je středně antropogenně ovlivněný. Z navržených opatření vyplývá, že pokud by byla na úseku 7 provedena doporučená revitalizační a renaturační opatření, mohl by se tento stav projevit na zlepšení celkového hydromorfologického hodnocení kvality toku. Což znamená, že by se celý tok Dunávky stal ze středně antropogenně ovlivněného slabě antropogenně ovlivněný. Autor práce si je vědom, že se jedná o malé zlepšení, nicméně z hlediska možných klimatických změn, které se mohou projevovat i změnou rozložení a množstvím dešťových srážek na našem území, může každé i minimální zlepšení hydroekologického stavu toků mít příznivý vliv na zadržení vody v krajině, zemědělství i na celkové zlepšení životního prostředí a života nás všech.

## 8. SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

[1] RUDA, Aleš. Hydrografie vodních toků. Klimatologie a hydrogeografie pro učitele [online]. Brno: Masarykova Univerzita, 2014 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz\\_geogr/web/pages/08-hydrografie.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/08-hydrografie.html)

[2] KOMENDOVIČ, Denisa. Hydroekologický monitoring a revitalizace malého vodního toku [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/137682>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Eva Hyánková.

[3] *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky* [online]. [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/morfologicke-typy-vodnich-toku/>

[4] In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/B%C5%99eh>

[5] In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%9Adoln%C3%AD\\_niva](https://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%9Adoln%C3%AD_niva)

[6] Ledovcové údolí (trog). Lexikon tvarů reliefů České republiky [online]. Univerzita Palackého v Olomouci, 2011 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: [https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/lexikon/glacialni/ledovcove\\_udoli\\_\(trog\).html](https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/lexikon/glacialni/ledovcove_udoli_(trog).html)

[7] DEMEK, Jaromír. Geomorfologické celky. Lexikon tvarů reliefů České republiky [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/Smolova-2010/lexikon/fluvialni/udoli.html>

[8] LANGHAMMER, Jakub. Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků: HEM 2014 [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_tekoucich\\_vo\\_d/\\$FILE/OOV-HEM\\_2014\\_Metodika\\_typove\\_specifickeho\\_hodnoceni-15092015.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vo_d/$FILE/OOV-HEM_2014_Metodika_typove_specifickeho_hodnoceni-15092015.pdf)

[9] Mrtvé dřevo v korytě. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [online]. [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <http://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/mrtve-drevo-ve-vodnich-tocich/>

- [10] Břehové a doprovodné porosty. Elektronické studijní materiály [online]. Brno: Mendelova Univerzita v Brně [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=53229](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=53229)
- [11] DVORSKÝ, Tomáš. Opevňování koryt. Úpravy toků [online]. [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/UT/chapter\\_6.html](http://hgf10.vsb.cz/546/UT/chapter_6.html)
- [12] Vegetace České republiky. Pracovní skupina pro výzkum vegetace [online]. Brno: Masarykova Univerzita, 2005 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <https://www.sci.muni.cz/botany/vegsci/vegetace.php?lang=cz&typ=XCC04>
- [13] In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dun%C3%A1vka>
- [14] Žabárník. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDab%C3%A1rn%C3%ADk>
- [15] Česká geologická služba: Půdní mapa [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2020-01-19]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- [16] Národní geoportál INSPIRE. Národní geoportál INSPIRE [online]. [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?q=Dun%C3%A1vka>
- [17] Ústřední archiv zeměměřičství a katastru. Ústřední archiv zeměměřičství a katastru [online]. [cit. 2019-12-30]. Dostupné z: <https://archivnimapy.cuzk.cz/uazk/pohledy/archiv.html>
- [18] OKROUHLÝ, Roman. *[https://theses.cz/id/4l6ekc/Bc\\_prce\\_Okrouhl\\_Roman\\_2013.pdf](https://theses.cz/id/4l6ekc/Bc_prce_Okrouhl_Roman_2013.pdf)* [online]. České Budějovice, 2013 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: [https://theses.cz/id/4l6ekc/Bc\\_prce\\_Okrouhl\\_Roman\\_2013.pdf](https://theses.cz/id/4l6ekc/Bc_prce_Okrouhl_Roman_2013.pdf). Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Ing. Petr Dvořák, Ph.D.