

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra rozvojových a enviromentálních studií



Univerzita Palackého  
v Olomouci

**Vývoj ekosystémových služeb říčního kontinua na příkladu nivy  
dolního toku řeky Bečvy**

**Development of ecosystems services river continuum on the example  
of the lower Bečva-river-flow**

DISERTAČNÍ PRÁCE

Olomouc, 2019

Jarmila Michaela MÍTKOVÁ FILIPPOVÁ

ŠKOLITEL: Doc Ing. Ivo Machar, PhD.

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci zpracovala samostatně na základě vlastních výzkumů a s použitím zdrojů, které uvádím v seznamu literatury.

-----  
V Olomouci dne 13. 3.

-----  
Mgr. Jarmila Michaela Mítková-Filippovová

Poděkování: Děkuji velice svému školiteli panu Doc Ing. Ivo Macharovi PhD. Za obětavé vedení mé práce, za předání bezpočtu rad a cenných zkušeností.



Věnování: Tuto práci věnuji mým rodičům, tatínkovi panu Ing. Jaromíru Valíčkovi, který je mým celoživotním vědeckým vzorem a drahé mamince paní Danuši Valíčkové (in memoriam), která mě zahrnula láskou a přivedla mě k bádání v nivě řeky Bečvy.

## Seznam zkratk

ITC – Index of Trophic Evaluation Technique, metoda hodnocení ekosystémů

IUCN – International Union for Conservation of Nature

RIVPACS – River Invertebrate Prediction and Classification System – ke zkoumání vlivu úprav řek, organického znečištění a fyzikálního narušení toku (v ČR nepoužívá)

TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (Ekonomika ekosystémů a biodiverzity)

W|ET – Wetland Evaluation Technique, metoda hodnocení mokřadů

WMS – Web Map Service

## Seznam obrázků:

Obr. č. 1: Příklad primární sukcese v rámci procesů dynamické rovnováhy na náplavech řeky Bečvy. Zdroj: Upraveno podle L. Grohmannové (2012).

Obr. č. 2: Tůň mrtvého ramene řeky Bečvy PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 3: Pohled na fragment části měkkého luhu – společenstvo mokřadních vrbin svazu s vrbou bílou (*Salicion albae*). Zdroj: Vlastní

Obr. č. 4: Pohled na část renaturalizovaného úseku Bečvy po povodni v roce 1997, v popředí šterko-pískové náplavy, vlevo – vícestupňové koryto, břehovou nátrží. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 5: Pohled na společenstvo tvrdého luhu v tzv. časně jarním aspektu. Foto: autor

Obr. č. 6: Detail společenstva mokřadních olšin. Zdroj: Douda (2008)

Obr. č. 7: Pohled na fragment aluviální louky nedaleko PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 8: Pohled na šterko-pískové náplavy řeky Bečvy s nastupující vegetací. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 9: Tůň mrtvého ramene řeky Bečvy v PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 10: Čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*) při přeletu na hnízdiště na aluviální louce u Pískáče. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 11: Pohled na lužní les v PR Škrabalka při pravidelných jarních záplavách. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 12: Pohled na část lokality Osecké náplavy – v popředí centrální štěrková lavice, v pozadí-břehová nátrž. Zdroj: Krejčí (1999)

Obr. č. 13: Pohled na stálou plochu pro fytoocenologické snímkování ve společenstvu náplavů na lokalitě u Pískáče. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 14: Pohled na zarůstající druhou vyšší etáž v rámci říční štěrkopískové lavice na lokalitě Osecké náplavy v létě roku 2016. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 15: Pohled na část břehové nátrže na lokalitě Osecké náplavy. Jsou zde patrné otvory hnízdních dutin břehule říční (*Riparia riparia*). Zdroj: Vlastní

Obr. č. 16: Pohled na společenstvo bahnitých substrátů – pokračující stadium sekundární sukcese mokřadní tůně PR Škrabalka, v popředí ohrožený druh šípátka střelolistá (*Sagittaria sagittifolia*). Zdroj: Vlastní

Obr. č. 17: Pohled na zarůstající litorální část tůně mrtvého ramene v PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 18.: Pohled na část tůně mrtvého ramene Libuška se stálou plochou v litorálu. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 19.: Vzácný ptačí druh chocholouš obecný (*Galerida cristata*) na louce u Pískáče. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 20.: Pohled na zarůstající tůň mrtvého ramene řeky Bečvy na lokalitě PP Luže u Týna nad Bečvou. V pozadí výzkumné plochy. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 21.: Pohled na centrální písčnou lavici řeky Moravy se sporadickou vegetací, v níž dominuje chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*). V pozadí rozsáhlá břehová nátrž meandru, výsledek erozní činnosti říčního proudu. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 22.: Kulík říční (*Charadrius dubius*) hnízdící na Oseckých náplavech. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 23.: Volavka popelavá (*Ardea cinerea*) v tůni mrtvého ramene PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

Obr. č. 24: Čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*) v aluviální louce u Pískáče. Zdroj: Motan (2011)

## Seznam tabulek

Tab. č. 1.: Přehled souhrnných ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use vyjádřených v Kč/m<sup>2</sup>/rok. Zdroj: Upraveno podle Seják et al (2010).

Tab. č. 2.: Hodnoty vybraných ekosystémových služeb na lokalitách náplavy u Pískáče a Osecké náplavy. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 3.: Hodnoty vybraných ekosystémových služeb tůní mrtvých ramen na lokalitách PR Škrabalka, Libuška. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 4.: Hodnoty vybraných ekosystémových služeb aluviálních luk na příkladu louky u Pískáče zkoumané v letech 2014-2018. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 5.: Přehled ročních finančních hodnot vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 6.: Roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku řeky Bečvy v roce 1954. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 7.: Roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného území v roce 1994. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 8.: Roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného území v roce 2018. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 9.: Celkové roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy od období II. vojenského mapování po současnost. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 10.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy říčních náplavů na lokalitě Osecké náplavy a náplavy u Pískáče prováděný v období od dubna do července v roce 2014. (s vyznačením těch druhů, u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní

Tab. č. 11.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy říčních náplavů na lokalitě Osecké náplavy a náplavy u Pískáče prováděný v období od dubna do července v roce 2018. (s vyznačením těch druhů, u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní

Tab. č. 12.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy tůní mrtvých ramen PR Škrabalka a Libuška prováděných v období od dubna do července v roce 2014. (s vyznačením těch druhů,



u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní Tab. č. 13: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy tůní mrtvých ramen PR Škrabalka a Libuška prováděných v období od dubna do července v roce 2018. (s vyznačením těch druhů,

u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní Tab. č. 14.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy aluviálních luk na lokalitě u Pískáče prováděných v období od dubna do července v roce 2014. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 15.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy aluviálních luk na lokalitě u Pískáče prováděných v období od dubna do července v roce 2018. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 16.: Finanční hodnoty klimatizačních služeb poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 17.: Finanční hodnoty služby podpory malého vodního cyklu poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 18.: Finanční hodnoty služby produkce O<sub>2</sub> poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

Tab. č. 19.: Finanční hodnoty služby podpory biodiverzity vodního cyklu poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

### Seznam grafů:

Graf č. 1.: Celkové roční hodnoty ekosystémových zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy ve všech příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

Graf č. 2.: Vývoj klimatizačních služeb zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy v příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

Graf č. 3.: Vývoj ročních hodnot ekosystémové služby podpory malého vodního cyklu ve zkoumaném území v příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

Graf č. 4.: Roční finanční hodnoty ekosystémové služby produkce O<sub>2</sub> ve studovaném území v příslušných obdobích

Graf č. 5.: Roční hodnoty ekosystémové služby biodiverzita ve studovaném území v příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

### Seznam map:

Mapa č. 1.: Zájmové území nivy řeky Bečvy mezi Lipníkem nad Bečvou a Prosenicemi se zkoumanými lokalitami nivních ekosystémů. Zdroj: Vlastní

Mapa č. 2.: Půdní mapa zkoumaného území. Zdroj: Vlastní

Mapa č. 3: Land-use zkoumaného území dle II. vojenského mapování. Zdroj: Vlastní

Mapa č. 4.: Land-use zkoumaného území v roce 1954. Zdroj: Vlastní

Mapa č. 5.: Land-use zkoumaného území v roce 1994. Zdroj: Vlastní

Mapa č. 6.: Land-use zkoumaného území v roce 2018. Zdroj: Vlastní

## Abstrakt

Ve své práci se zabývám vývojem celkového finančního potenciálu nivy řeky Bečvy od období před říční regulací po současnost. Zkoumané území představovalo se o nivu řeky Bečvy mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenice. Na mapě land-use vymezeno fluvizeměmi.

Výzkum byl rozdělen na období před technickými úpravami řeky Bečvy, od říční regulace do 50. tých let 20. století, 50.-90. léta 20. století, od povodní v roce 1997 – po současnost (2018). Na podkladě dynamických procesů primární a sekundární sukcese vybraných lokalit byla zdokumentována nabídka ekosystémových služeb nivních ekosystémů zkoumaného území říčního kontinua Bečvy. Byly vybrány tyto ekosystémové služby: klimatické služby, výroba služeb O<sub>2</sub>, služby na podpory biodiverzity, služby podpory malého vodního cyklu.

Na základě analýz map land-use byly zhodnoceny vybrané ekosystémové služby všech kategorií land-coveru a zkoumaného úseku říční nivy jako celku.

Říční krajina zkoumaného území dosahovala nejvyšších hodnot vybraných ekosystémových služeb v čtvrtém období, od povodní v roce 1997 po současnost. Bylo to dáno vysokou prostorovou heterogenitou zkoumaného území, zejména pestrou mozaikou antropogenně podmíněných (orná půda, aluviální louky) a přírodních ekosystémů (lužní lesy). Svoji pozitivní roli sehrály lokality říčních náplavů revitalizované při velkých povodních v roce 1997.

Ve všech obdobích říční krajina Bečvy sehrála hlavní roli v dynamické rovnováze krajiny.

## Klíčová slova

Ekosystémové služby, říční krajina, nivní ekosystémy, dynamická rovnováha, antropogenně podmíněné ekosystémy, land-use.

## Abstract

In their work they deal with the development of the overall financial potential. The surveyed area from the floodplain between the villages of Lipník nad Bečvou and Prosenice, among the foundations of the expansion of fluvial lands.

The research was carried out for the period before the technical adjustments, which are divided into river regulation into the 50th years of the 20th century, 50.-90. from the floods in 1997 to the present (2018). On the basis of dynamic processes of primary and secondary succession of selected localities, the offer of ecosystem services of floodplain ecosystems of the studied Bečva continuum was documented. The following ecosystem services were selected: climate services, O služeb services, biodiversity support services, small water cycle support services. Based on analyzes of land-use maps, selected ecosystem services of all land-cover categories and the investigated river floodplain section were evaluated. The river landscape of the studied area reached the highest values of selected ecosystem services in the fourth period, from the floods in 1997 to the present.

This was due to the high spatial heterogeneity of the studied area, especially the diverse mosaic of anthropogenically conditioned (arable land, alluvial meadows) and natural ecosystems (e.g. floodplain forests). River alluvial sites revitalized during the 1997 major floods played a positive role, too.

In all periods, the river Bečva's landscape played a major role in the country's dynamic balance.

## Keywords

Ecosystem services, river landscape, floodplain ecosystems, landscape, dynamic balance, anthropogenic conditioned ecosystems, land use.

## Obsah

|   |     |
|---|-----|
| 1. Úvod .....                                 | 14  |
| 2. Cíle a hypotézy disertační práce .....     | 16  |
| 3. Zvolené metody zpracování.....             | 18  |
| 4. Literární rešerše.....                     | 29  |
| 4.1. Říční krajina.....                       | 29  |
| 4.2. Ekosystémy říční nivy jejich služby..... | 36  |
| 4.3. Niva řeky Bečvy – základní poznatky..... | 55  |
| 5. Výsledky výzkumu.....                      | 64  |
| 6. Diskuse .....                              | 94  |
| 7. LITERATURA:.....                           | 108 |
| 8. PŘÍLOHY .....                              | 128 |

## 1. Úvod

Řiční nivy představují jeden z hlavních krajinných prvků. Svoji existencí dynamicky podmiňují rovnováhu každého území. Hraje důležitou roli z hlediska hydrologického, geologického a geomorfologického. Mají zásadní vliv na biotickou složku celé oblasti, na vzájemnou výměnu látek a energií v celém abioticko-biotickém komplexu krajiny. Odedávna představují oblasti pravěké ekumeny. Docházelo zde k vzájemným vlivům, které podmiňovaly disturbance a následnou dynamickou rovnováhu v krajině. Řiční nivní procesy poskytovaly feed-back příslušné antropické zátěži krajiny. Od novověku začala být s souvislostí s funkcí říční nivy stěžejní otázka land-use využití krajiny v rámci harmonického soužití člověka s přírodou. Důležité jsou ekosystémové funkce jednotlivých nivních bitopů a nivy jako celku versus z hlediska ekosystémových služeb téměř nebo zcela nefunkční antropogenní plochy – zemědělské pozemky, lidská sídla, průmyslové zóny apod. Zásadní význam pro udržení ekologické stability každé krajiny má proto jednak zhodnocení stávajících ekosystémových služeb říčních niv a jednak návrh na jejich zlepšení, popř. rozšíření a revitalizaci nivních ekosystémů. Finanční zhodnocení ekosystémových služeb říční nivy je nový, aplikovaný postup při zhodnocení a návrhu landuse krajiny.

Řeka Bečva a její niva dolním toku může sloužit jako typický příklad středně velkého střeoevropského toku, který byl a je silně antropogenně modifikován. Současně v této oblasti zůstávají fragmenty původních přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů.

Výsledky výzkumu vývoje ekosystémových služeb říční nivy řeky Bečvy mohou přispět k poznání říční krajiny. Představují další důležitou část managementu říční krajiny v rámci trvale udržitelného rozvoje celého území.

Ve své práci se zabývám vývojem ekosystémových služeb říční nivy v rámci dolního toku řeky Bečvy. Jedná se o vývoj celkového finančního potenciálu říční nivy ve jmenovaném úseku od doby II. Vojenského mapování po současnost.

Zkoumaný úsek říčního aluvia je vymezen obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenice. Dané území představuje oblast dlouhá staletí trvalé osídlená a využívaná člověkem. Od doby středověkého odlesňování pramenných oblastí Bečvy v Beskydech řeka vytvářela v rámci podcelku Moravská brána širokou nivu s celou škálou nivních ekosystémů. Tvořila harmonickou dynamicky se měnící nivní krajinu, kde se

pravidelně střídaly období záplav s obdobími stagnace, sukcesí jednotlivých nivních biotopů a obdobími sucha.

Řeka Bečva spolu se svojí nivou prodělala jen za posledních 200 let značné změny. Dokumentují to výstupy II. Vojenského mapování, mapy z 50.let dokládající říční regulaci a mapy vytvořené na základě mapování po katastrofálních povodních v roce 1997.

Segmenty na sebe navazující nívních biotopů, tvořící říční kontinuum poskytovaly základní ekosystémové služby, zásadní pro fungování harmonické nivní krajiny. Tyto ekosystémové služby byly v rámci historie říční nivy na různém stupni kvality v závislosti na přítomnosti, prostorové rozloze, a prosperitě jednotlivých nivních biotopů. Diverzita a kvalita mozaiky nivních ekosystémů podmiňuje hodnotu ekosystémové služby a tím i celkový finanční potenciál krajiny. (Seják et al, 2010). Z hlediska trvale udržitelného rozvoje je moje práce jednou z možností k lepšímu ocenění říční krajiny. Práce může také sloužit jako pomůcka k návrhům nízko nákladového využití a revitalizace krajiny. Je to důležité pro vzájemné dynamicky podmíněné harmonické soužití člověka s přírodou.

## 2. Cíle a hypotézy disertační práce

Hlavními cíli disertační práce jsou

1. Popsat nabídku ekosystémových služeb nivy řeky Bečvy ve studovaném území na základě výzkumu dynamiky nivních procesů na vybraných lokalitách (příklady primární a sekundární sukcese) zkoumaných v letech 2014-2018.
2. Na podkladě analýz mapových dat land-use popsat vybrané ekosystémové služby v historii
3. Srovnat historii a současnost ekosystémových služeb ve studovaném území a stanovit předpokládaný trend jejich vývoje.

V disertační práci jsou řešeny následující výzkumné otázky:

1. Má velikost plochy přírodních a přírodě blízkých ekosystémů vliv hodnoty vybraných ekosystémových služeb ve zkoumaném území?

Hypotéza 1: Rozloha přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů má stěžejní vliv na hodnoty vybraných ekosystémových služeb

2. Jakou roli v celkové hodnotě vybraných ekosystémových služeb hrají antropogenně podmíněné ekosystémy?

Hypotéza 2: Antropogenně podmíněné ekosystémy hrají jen velmi malou roli v nabídce vybraných ekosystémových služeb

3. Jaký vliv na hodnotu ekosystémových služeb zkoumaného území měly technické úpravy řeky Bečvy?

Hypotéza 3: Regulace řeky Bečvy měla stěžejní vliv na přirozené fluvio-geomorfologické procesy řeky Bečvy, což má za následek pokles hodnoty vybraných ekosystémových služeb.

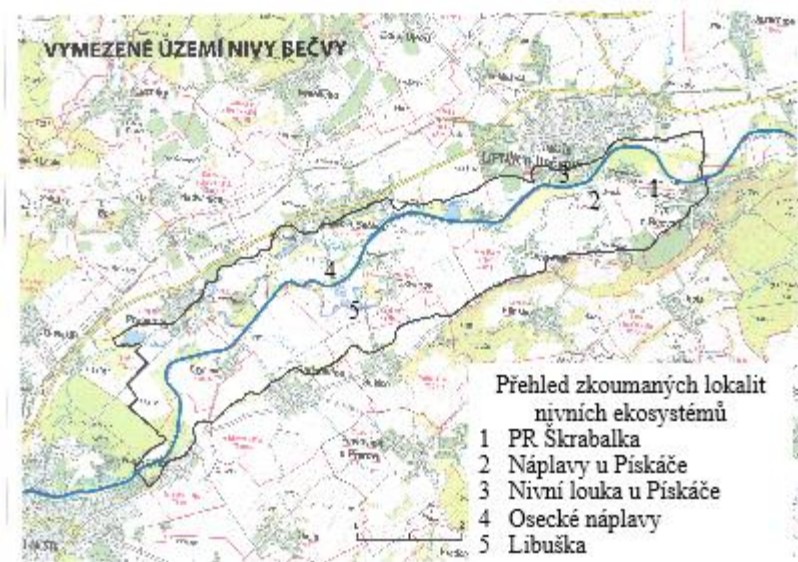


4. Jak se změnilы hodnoty vybraných ekosystémových služeb po povodních v roce 1997?

Hypotéza 4: Zápavy v roce 1997 stěžejním způsobem modifikovaly nabídku vybraných ekosystémových služeb zkoumaného území

### 3. Zvolené metody zpracování

Zkoumané území představuje úsek dolního toku řeky Bečvy s přilehlou nivou mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenicemi nad Bečvou (viz mapa č.1).



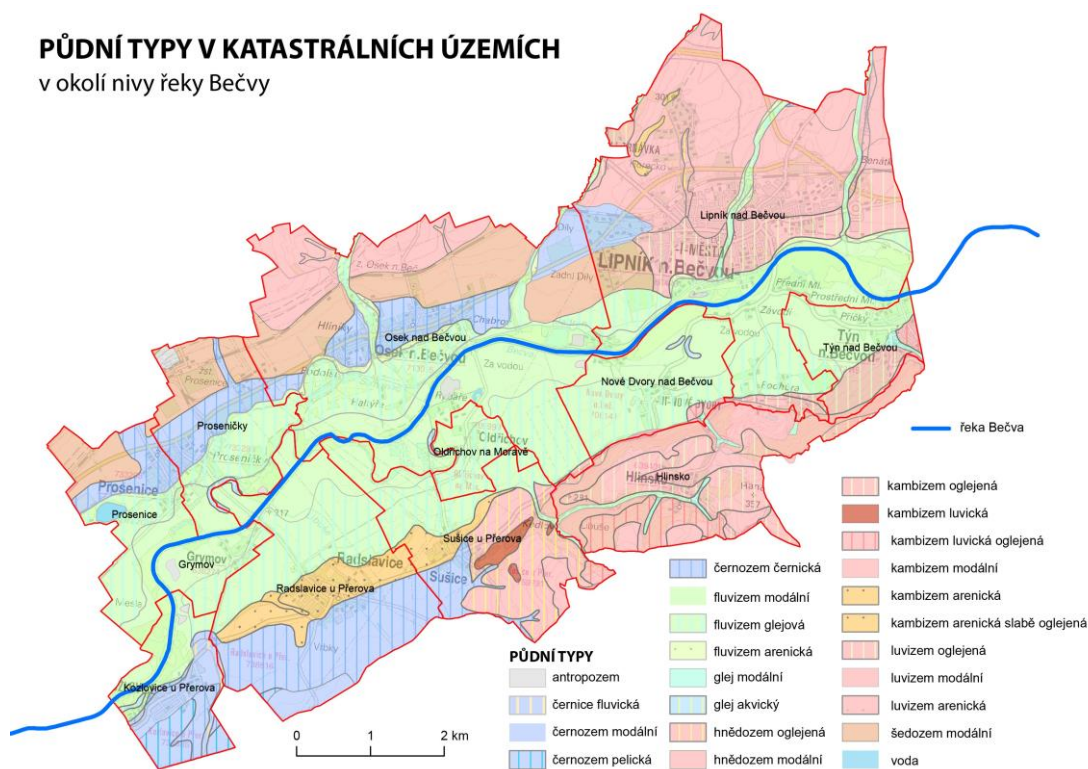
Mapa č. 1.: Zájmové území nivy řeky Bečvy mezi Lipníkem nad Bečvou a Prosenicemi se zkoumanými lokalitami nivních ekosystémů. Zdroj: Vlastní

Ve studovaném území budou identifikovány typy půd podle mapy půd v měřítku 1:50 000 (WMS služba dostupná z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>). Půda jako základní složka ekosystému prolíná abiotické a biotické vlivy. Využití krajiny se odráží v půdní typech a jejich struktuře (Vašátko, 2004).

Dále bude využito také dat týkajících se hranic katastrálního území (KÚ). Tyto data jsou převzaty v ArcČR 500 (<https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>). Na vybraných katastrech, kterými protéká řeka Bečva, budou určeny typy půd. Vlastní vymezení zájmového území bude vycházet z předpokladu, že jednou z hranic říční nivy jsou nivní půdy – fluvizemě. Plochy fluvizemí v bečevské nivě budou představovat vlastní zájmové území (Viz mapa č. 2).

## PŮDNÍ TYPY V KATASTRÁLNÍCH ÚZEMÍCH

v okolí nivy řeky Bečvy



Mapa č. 2.: Půdní mapa zkoumaného území. Zdroj: Vlastní

Na analýzu změn land-use budou vybrány mapy II. vojenského mapování. Z dalších datových podkladů budou použity letecké měřické snímky z let 1954, 1994 a vrstvy z roku 2018 – WMS služba dostupná z

: [http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_ORTOFOTO\\_PUB/WMSService.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSService.aspx)

Digitalizace bude zpracována v měřítku 1:5000, s pomocí softwaru ArcMap 10.4 z balíčku ArcGIS for Desktop. Grafická znázornění budou vytvořeny v Adobe Illustrator CC. Před začátkem samotné digitalizace budou stanoveny kategorie, do kterých budou rozděleny vlastní plochy landuse. Budou to tyto: les, orná půda, ostatní plochy, plocha revitalizovaná řekou, trvalý travní porost, vodní plocha, vodní tok, zástavba. (Silnice a další komunikace nebudou vyznačovány). Tyto kategorie v rámci zkoumaného území jsou důležité pro základní rozdělení všech typů využití krajiny. K jednotlivým kategoriím budou přiřazeny hodnoty vybraných ekosystémových služeb. Ekosystémy náležející do příslušné kategorie poskytují vybrané ekosystémy s různou hodnotou. Lužnímu lesu bude přiřazena kategorie les. Do kategorie orná půda budou spadat všechny zemědělsky využívané pozemky z hlediska pěstování obilovin, okopanin a zeleniny. Do ploch revitalizovaných řekou

budou zařazeny lokality říčních náplavů a břehových nátrží. Do trvalé travní porostu patří louky. Mezi plochy budou zařazeny rybníky a mokřadní tůně mrtvých ramen. Na mapě budou vyznačeny i kategorie ostatní plochy a zástavba.

Výzkumy budou probíhat ve čtyřech obdobích, a to: 1. před technickými úpravami, 2. od regulace po 50. léta 20. století, 3. od 50. tých let 20. století po povodně v roce 1997, 4. od povodní v roce 1997 po současnost.

## Úloha jednotlivých kategorií ve vybraných ekosystémových službách

### Les

Les má základní význam v lokálním i v globálním ekosystému. Jako jeden z nejdůležitějších činitelů podmiňuje vybrané ekosystémové služby, které vzájemně propojuje oboustrannými toky látek a energií. Les je hlavním producentem O<sub>2</sub>. Při fotosyntéze spotřebovává CO<sub>2</sub>, čímž přispívá výrazně ke klimatickým službám. Jeho vlivy na klima jsou dále tyto, např.: zmírnění denních a nočních teplotních rozdílů, vysoké stromy modifikují účinky větru, apod. Díky evapotranspiraci a zadržování srážkové vody ovlivňuje malý vodní cyklus. Plně diversifikovaný les poskytuje také službu podpora biodiverzity s vysokou hodnotou. Podle Johnsona (2013) se ekosystém snadno vyrovnává s přírodními disturbancemi a tím přispívá k dynamické rovnováze krajiny. Specifickým druhem lesa je lužní les, jehož existence a prosperita podle Machara (2001) vychází z pravidelného přizpůsobení se disturbancím – povodním. Tak se lužní les stává podle Bučka & Laciny (1994) jednou z hlavních složek dynamické rovnováhy říční krajiny.

### Orná půda

Orná půda, pole představuje podle Šlachty (2009) agroekosystém, který kromě produkční ekosystémové služby poskytuje další ekosystémové služby, a to: má velký význam v podpoře malého vodního cyklu zejména z hlediska retence a výparu vody. Pěstované plodiny, zejména jejich zelené části jsou díky fotosyntéze důležitými producenty O<sub>2</sub>. Díky spotřebě CO<sub>2</sub> mají zemědělské kultury důležitou úlohu v klimatických službách krajiny. Zemědělské pozemky na orné půdě poskytují také ekosystémovou službu podpora biodiverzitu v závislosti na přítomnosti stabilizačních prvků (remízky, meze, aleje, apod.)

## Ostatní plochy

Do ostatních ploch podle Bičíka (2002) patří plantáž dřevin, dráha, dálnice, silnice, ostatní komunikace, ostatní dopravní plocha, zeleň, sportoviště a rekreační plocha, hřbitov, urnový háj, kulturní a osvětová plocha, manipulační plocha, dobývací prostor, skládka, jiná plocha, neplodná půda. Jendotlivé typy ostatních ploch se podílejí na vybraných ekosystémových službách jen minimálně. V rámci vybraných ekosystémových služeb mají částečný význam plantáže dřevin, zeleň, sportoviště (pokud nemají umělý povrch) a rekreační plochy, hřbitovy, osázené skládky. Jmenové druhy ostatních se malou měrou podílejí na produkci O<sub>2</sub>, díky spotřebě CO<sub>2</sub> mají vliv klimatické služby, podporu malého vodního cyklu. Malou měrou přispívají k ekosystémové službě podpora biodiverzity.

## Plocha revitalizovaná řekou

Podle Hutchinsona (2016) jsou plochy revitalizované řekou místa, kde vodní tok teče původním přirozeným korytem na základě jejích přirozených fluvialně-geomorfologických procesů. K těmto revitalizacím dochází při velkých disturbancích, jako jsou povodně. Podle Čermáka (2010) má říční proud nadbytek kinetické energie, kterou uvolňuje zesílenou boční erozí a následně ukládáním erodovaného materiálu. Jedná se podle Valíčkové (2002), Grohmannové (2012) o systém říčních náplavů a břehových nátrží. Tyto nivní ekosystémy mají v ekosystémové službě podpory biodiverzity krajiny (díky dynamickému střídání sérií primární sukcese). Plochy revitalizované řekou v pozdějších stádiích primární sukcese dále poskytují ekosystémovou službu produkce O<sub>2</sub>, jsou důležité v klimatizačních službách i ve službě podpory malého vodního cyklu.

## Trvalý travní porost

Jedná se o louky a pastviny, které podle Tomaškina (2012) plní vedle produkční funkce také další významné ekosystémové funkce. Jsou jedny z hlavních aktérů procesů dynamické rovnováhy krajiny tím, že poskytují vysokou měrou ekosystémovou službu podpory malého vodního cyklu. Nabízejí také klimatizační služby díky retenci a výparu vody a fotosyntéze (spotřeba CO<sub>2</sub> v rámci sekundární fáze fotosyntézy). Procesy fotosyntézy navíc činí z trvalých travních porostů jedny z klíčových producentů O<sub>2</sub>.

## Vodní plocha, vodní tok

Ve zkoumaném území představují zvodnělé pískovny, mokřadní tůň, tůň mrtvých a slepých ramen a vlastní řeku Bečvu. Podle Cengize (2013) hrají řeky a vodní plochy velmi roli v rovnováze urbanní i rurální krajiny. Nabídka jejich ekosystémových služeb spočívá významném podílu na biodiverzitě krajiny a v podpoře malého vodního cyklu. Vodní plochy spolu s řekou dále v rámci poskytování ekosystémových služeb ovlivňují klima krajiny. Vodní a mokřadní rostlinstvo je důležitým producentem O<sub>2</sub>.

## Zástavba

Podle Stratonové and Pearsonové (2008) patří zástavba mezi tzv. modifikované ekosystémy, které také mohou poskytovat některé ekosystémové služby. Vychází z podstaty definice ekosystémů, jako kombinace půdy, zvířat, rostlin, vody a vzduchu. Z hlediska ekosystémové služby produkce O<sub>2</sub> je podíl zástavby zanedbatelný (podíl zeleně v zahrádkách je zanedbatelný). Zástavba hraje menší roli v ovlivňování klimatu, a to zejména v oblasti teploty vzduchu (tepelný ostrov města). Zástavba se podílí jen minimálně na ekosystémových službách podpora malého vodního cyklu a podpora biodiverzity (v malé míře zvyšují druhovou bohatost zahrádky s přírodě blízkou rostlinnou skladbou).

Lokality zkoumané v letech 2014-2018 budou z hlediska land-use rozděleny na skupiny v rámci nelesních biotopů: 1a. trvalé travní porosty, 1b. vodní/mokřadní plochy. Další lokality, na kterých bude prováděn výzkum, budou patřit do kategorie plochy revitalizované řekou. Tyto plochy vznikly fluvialně-geomorfologickými procesy při záplavách v roce 1997. Představují biotopy říčních náplavů a nátrží. Plochy revitalizované řekou budou zkoumány na lokalitách náplavy u Pískáče a Osecké náplavy (Viz mapa č. 1.).

V rámci vodní/mokřadních ploch budou zaznamenány výsledky zkoumání vegetace a ornitocenóz tůní mrtvých ramen na lokalitách PR Škrabalka a Libuška, v případě trvalých travních porostů to budou relikty původních travnatých porostů aluviálních luk u rybníka Pískáče. (Viz mapa č. 1.).

Další část práce bude řešit současnou nabídku ekosystémových služeb zkoumané území nivy řeky Bečvy mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenice. Tato nabídka

vychází ze základní ekosystémové funkce nivních ekosystémů, kterou je zajištění dynamické rovnováhy říční krajiny. Podle Sejáka a Dejerala (2003) kvalitní ekosystémy poskytují kvalitní ekosystémové služby. Proto výzkum ekosystémů povede k poznání kvality/hodnoty jimi poskytovaných ekosystémových služeb. Říční krajina bude chápána ve smyslu kontinuálního (spojitého) systému řeky a jejích přilehlých ekosystémů (Štěřba, 2008).

V první části výsledků práce proto budou přítomny údaje o biodiverzitě nivních ekosystémů. To bude podloženo teorií Zedlera a Kerchera (2005), podle nichž je biodiverzita jednou z klíčových ekosystémových služeb fungujících mokřadů/nivních ekosystémů. Podle Ramsarské konvence je vysoká diverzita mokřadních ekosystémů zásadní podmínka pro plnění ekosystémových funkcí pro lidstvo (Convention of wetlands, 1971). Podle Clarksona et al (2014) biodiverzita jednotlivých mokřadních biotopů je zásadní pro jejich ekosystémové služby. Jejich součtem pak získáme vysokou hodnotu celkových ekosystémových v rámci každého mokřadu. Biodiverzita představuje jeden z hlavních parametrů podmiňujících další ekosystémové služby nivy, kterými jsou podle Pitharta (2011): omezení záplav, podpora biodiverzity, podíl na kvalitě vody, sekvestrace uhlíku. Biodiverzitě ekosystémů hodnotí Seják (2010) pomocí bodů biotopového mapování. Vyšší hodnota bodů znamená vyšší hodnotu biodiverzity.

Biodiverzita nivních ekosystémů bude popisována na základě výsledků botanického a zoologického výzkumu. Výsledky tohoto výzkumu podávat informace o dynamice nivních ekosystémů, která nejlépe odráží kvalitu poskytovaných ekosystémových služeb.

Pro studium dynamiky budou vybrány ve zkoumaném území fragmenty nivních ekosystémů, kde budou studovány procesy primární a sekundární sukcese. Z hlediska sekundární sukcese budou představovat výzkumnou oblast tůň mrtvých ramen. V případě primární sukcese budou zkoumány říční náplavy. Dalším biotopem, kde bude probíhat výzkum dynamiky, budou aluviální louky.

Terénní výzkum se bude zaměřovat především rostlinná společenstva vybraných ekosystémů a jim odpovídající stenovalentní druhy živočichů, tj. druhy s úzkou ekologickou valencí. Ekologická valence je schopnost snášet podmínky prostředí. Druhy euryvalentní jsou druhy se širokou ekologickou valencí, schopné adaptace v mnoha podmínkách prostředí. Druhy stenovalentní jsou podle Vašátka (1997) živočichové, kteří jsou většinou úzce přizpůsobeni na specifické podmínky prostředí a

při jejich absenci dojde k vymizení druhu.

Diverzita rostlinných a živočišných společenstev bude tedy jednou z důležitých charakteristik a zároveň bude jednou z ekosystémových služeb, která výborně popíše dynamiku říční krajiny Bečvy. Přehled výsledků výzkumu bude sledovat fakt, že míra biodiverzity nivních ekosystémů je podmíněna přítomností mnoha stadií postupujícího zarůstání biotopů, tzv. sukcesí. Podle Thompsona (2018; Chytrého, 2019) sukcese označuje vývoj a změny v ekosystému. Strahler (2011) rozlišuje primární a sekundární sukcesí. Primární sukcese probíhá na nově vzniklých lokalitách, sekundární sukcese je typická pro lokality pro prodělané disturbanci, např. po povodních.

Výzkum vegetace se bude opírat o metodu fytoocenologických snímků. Podle Moravce podstatou metody je pravidelné mapování druhů rostlin a jejich pokryvnosti z ohledem na jejich stanoviště (1994). Pokryvností bude myšlen poměrný počet/výskyt příslušného druhu vzhledem k velikosti zkoumané plochy (Chytrý et al, 2010). Pro tuto metodu fytoocenologického snímání bude důležitý výběr stálých ploch čtvercového tvaru v rámci jednotlivých biotopů. Podle typu vegetace se bude lišit velikost pravidelné plochy, tzv. fytoocenologického snímku. Pro fytoocenologické snímání budou vybírány plochy homogenní ze strukturního, ekologického i floristického hlediska (Moravec, 1994). V rámci většiny fytoocenologických snímků bude určeno zařazení rostlinných druhů do vyšších jednotek, tzv. společenstev (asociací). K tomu bude použit jako základní pramen Přehled vegetace ČR (Chytrý, 2019). Pro fytoocenologické snímání budou vybrány 2 plochy v rámci tůně mrtvého ramene lokalitách PR Škrabalka, 1 plocha v tůni mrtvého ramene Libuška, 1 plocha v aluviální louce u Pískáče, vždy 1 plocha na štěrkopídkových náplavech u Pískáče a na lokalitě Osecké náplavy, 1 plocha v případě břehové nátrže lokality Osecké náplavy.

Ornitologické průzkumy budou prováděny na základě teorie Vašátka (1997) o přítomnosti stenovalentních živočišných druhů označujících stadium procesu směřování k rovnováze v rámci nivních ekosystémů, odrážející stav biotopu.

V této souvislosti budou v práci zaznamenány mimo jiné i výsledky ornitologických inventarizačních průzkumů mokřadních, vodních a lučních společenstev ptáků v rámci všech sledovaných lokalit. U stenovalentních ptačích druhů bude zaznamenána také abundance – početnost jedinců v rámci druhu (Buček, 2006). Výsledky ornitologického průzkumu budou zdokumentovány do tabulek.



Identifikace ptačích druhů bude prováděna zejména na základě jejich hlasových projevů, popř. jejich identifikace zrakem. Ornitologický průzkum bude zaměřen zejména na stenovalentní druhy pro každý biotop, a to především ve vegetačním období od jara do podzimu. Většina stenovalentních ptačích druhů jsou tažní ptáci a jsou přímo nebo nepřímo vázáni na vegetaci. K identifikaci ptačích druhů bude použito zvukové CD Hlasy ptáků od Pelce (2001), z publikací např. Ptáci od Černého (1980).

Příklady výsledků výzkumu dynamiky vegetace a jim odpovídajících ptačích společenstev na stálých plochách v období 2014-2018 budou zaznamenány v podobě fytoecologických snímků, inventarizačních ornitologických tabulek.

## Základní údaje o vybraných lokalitách

### PR Škrabalka

Lokalita leží na levém břehu řeky, v katastru města Lipníka nad Bečvou. Byla zřízena jako zvláště chráněné území 4. 7. 1956. Její rozloha činí 7,5ha. Tůň mrtvého ramene mají celkovou rozlohu 0,9ha, zbytek tvoří lužní les a fragment degradované aluviální louky. Rezervace sestává z vodních a mokřadních společenstev mrtvého ramene řeky Bečvy spolu s přílehlými fragmenty aluviálních luk a lužního lesa. Z JZ strany vede kolem tůně mrtvého ramene cyklostezka a naučná stezka směrem k obci Týn nad Bečvou. V rámci důkazu dynamického střídání sérií sekundární sukcese byly v tůni mrtvého ramene vybrány 2 trvalé plochy, kde byla zkoumána vegetace v období 2014-2018. První plocha se nacházela v centrální část tůně mrtvého ramene, asi 2 m od celkového větvení tůně na 3 raménka; 1,5 m od pravého břehu. Druhá plocha se nacházela v litorálních porostech, na pravém břehu severní části tůně.

### Libuška

Lokalita se nachází po obou březích řeky Bečvy v katastru obce Oldřichov a Osek nad Bečvou. Lokalita je tvořena rozsáhlou tůní bývalého koryta řeky Bečvy obklopenou lužními lesy a rákosovými porosty. Plocha vlastní tůně mrtvého ramene činí 7,6 ha. K lokalitě patří zvodnělá bývalá pískovna (deprese po těžbě písku vyplněná vodou). Do SV části lokality ústí kanalizace obce Oldřichov, v této části

luhu je vybudována kořenová čistička odpadních vod. V SZ části se nachází nepovolená skládka sádrovce a dalšího odpadu. Lokalita je obklopena zemědělskými pozemky. Stálá plocha na fytoecologický výzkum byla vybrána v severo-západní části tůně mrtvého ramene, asi 1 m od břehu, asi 5 m od můstku mezi polními komunikacemi.

### Náplavy u Pískáče

Renaturalizovaný úsek řeky Bečvy představuje asi 500 m dlouhou boční štěrkopískovou lavici na pravém břehu řeky a 180 m dlouhou břehovou nátrž na protějším, levém břehu.

Šířka náplavového pásu se pohybuje od 2 m-5 m. Plocha lokality je 0,9 ha. Trvalá plocha pro fytoecologické snímky, orientovaná ve směru SZ-JV, byla záměrně vybrána v těsné blízkosti řeky, a to z důvodů sledování změn vegetace. Zmíněný náplavový pás je pravidelně, při vyšších vodních stavech přeplavován a toto přeplavení představuje pro rostlinstvo určitý stres. Zdejší půdy jsou typu arenické fluvizemě bez humusového horizontu. To je další důležitý faktor ovlivňující zbrzdění primární sukcese směrem k dalším sukcesním stadiím, jako je např. lužní les.

### Osecké náplavy

Lokalita představuje rozsáhlý, cca 3km dlouhý revitalizovaný úsek řeky Bečvy, vzniklý při povodni v roce 1997. Jedná se o systém dvouetážového říčního koryta, břehových nátrží a bočních a centrálních štěrkopískových lavic. Lokalita leží v katastrech obcí Osek nad Bečvou a Prosenice nad Bečvou. Lokalita je navržena na zvláště chráněné území. Byly vybrány 2 trvalé plochy k fytoecologickému výzkumu změn vegetace, a sice: v 2. etáži vícestupňového koryta asi 15 m od říčního toku, v místě boční štěrkopískové lavice.

Zde dochází k přeplavení jen sporadicky, při velkých vodních stavech, naposledy v létě roku 2014. Je zde dobrý předpoklad sledování nepřerušené sukcesní série.

Druhá plocha byla situována v rámci břehové nátrže. Je to z ekologické hlediska velmi kritické stanoviště, poněvadž stále probíhající boční eroze může zapříčinit zánik plochy zhroucením břehové nátrže do řeky.

## Aluviální louka u rybníka Pískáče

Představuje relikv dříve rozsáhlých nivních luk svazu s andělikou lesní a pcháčem zelinným (*Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* Tüxen 1937). Místy, hlavně na nekosených partiích je degradována na luční společenstva svazu s tužebníkem jilmovým (*Filipendulion*). Plocha lokality je 0,39ha. Díky trvalému poklesu hladiny podzemní vody na lokalitě však na mnoha místech postupně mění vegetace směrem k sušším travino-bylinným společenstvům mezofilních luk svazu s ovsíkem vyvýšeným (*Arrhenathion elatioris*). Na části louky je starý sad s vysokokmennými jabloněmi. Plocha, která byla vybrána pro trvalý výzkum vegetace, je orientována SV-JZ, v jiho-západní části louky, nedaleko polní stezky vedoucí k rybníku Pískáči. Půdy jsou zde úživné, s bohatým humusovým horizontem.

Výsledky výzkumu dynamiky ekosystémů nivy řeky Bečvy se stanou součástí aktuální nabídky ekosystémových služeb vybraného území.

Dále budou vybrány další ekosystémové služby, kteří patří podle Pitharta (2011) k dalším základním ekosystémovým funkcím nivních ekosystémů. Těmito službami nivní ekosystémy významně přispívají k dynamické rovnováze říční krajiny. Patří k základním podmínkám harmonické kulturní krajiny, ke kterým lze řadit i říční krajinu.

Jedná se o mimo jiné klimatizační funkce (vyjádřené v  $l/m^2/rok$ ), podpora malého vodního cyklu (vyjádřená v  $l/m^2$ ), produkce  $O_2$  (vyjádřená v  $kg/m^2/rok$ ). Výběr jmenovaných ekosystémových služeb bude vycházet z poznatků o vlivu říční nivy na mikroklima krajiny. Velkou roli zde hrají vodní plochy tůní mrtvých ramen, tůní uvnitř aluviálních luk. Tyto plochy mají pozitivní vliv zejména na regionální srážky. Porosty lužních lesů spolupůsobí při zmírňování teplotních extrémů, mají pozitivní vliv na další klimatické parametry v říční krajině. S klimatizačními funkcemi úzce souvisí podpora malého vodního cyklu a s tím související nejen množství zásob vody v krajině, ale také celkové hydrologické parametry v říční nivě. Produkce  $O_2$  je jednou ze základních podmínek života na Zemi. Plochy zeleně v krajině jsou zásadní pro trvale udržitelný rozvoj. Hodnota této ekosystémové služby spolu charakterizuje míru odpřírodnění říční nivy.

V práci budou použity finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb pro jednotlivé kategorie landuse podle metody BVM Sejáka a Dejmalá (2003). Její podstatou je finanční hodnocení kvality biotopů na podkladě služeb, které tyto biotopy poskytují.

Finanční hodnoty odpovídajících ekosystémových služeb jednotlivých kategorií k roku 2010 jsou vyjádřeny v tabulce č. 1. (Monetární hodnota ekosystémových služeb vychází z údajů publikovaných v práci Sejáka (2010). Konkrétní finanční hodnotu pro jednotlivé kategorie v příslušných obdobích v rámci zkoumaného úseku říční nivy budou získávat součtem ploch odpovídající kategorie, kterou vynásobíme finanční hodnotou uvedenou v tab. č. 1. Stejným způsobem se bude postupovat při získání konkrétní finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb jednotlivých ekosystémů na sledovaných lokalitách. Hodnota vybraných ekosystémových služeb v jednotlivých obdobích bude z důvodů lepší přehlednosti zaznamenána v tisíci Kč. Tak zhodnotíme nabídku ekosystémových služeb jednotlivých ekosystémů ve sledovaném úseku říční nivy. Umožní nám to také nástin historického vývoje vybraných ekosystémových služeb v rámci příslušných zkoumaných období, včetně srovnání se současností.

Celkovým součtem finančních hodnot ekosystémových služeb jednotlivých kategorií landuse v příslušném období bude možno přibližně stanovit celkovou hodnotu ekosystémových služeb zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy v jednotlivých obdobích.

| kategorie                   | Klimatizační funkce (Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Malý vodní cyklus (Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub> (Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) | Biodiverzita (Kč/body BVM.m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| les                         | 2240   | 1925   | 760   | 37   |
| orná půda                   | 840  | 214  | 336   | 6  |
| Ostatní plochy              | 959  | 432  | 359   | 7  |
| Trvalý travní porost        | 1400   | 855  | 518   | 8  |
| Plocha revitalizovaná řekou | 1647   | 1262   | 560   | 25   |
| Vodní tok                   | 566  | 453  | 165   | 23   |
| Vodní plocha                | 598  | 492  | 176   | 19   |
| zástavba                    | 153  | 61   | 2   | 2  |

Tab. č. 1. Přehled souhrnných ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use vyjádřených v Kč/m<sup>2</sup>/rok. Zdroj: Upraveno podle Seják et al (2010).

## 4. Literární rešerše

### 4.1. Říční krajina

Říční niva je jedním z hlavních prvků krajiny. V České republice zaujímá plochu 820 000ha (Machar, 2002). V říční nivě se prolíná zde přírodní složka s lidskou činností. Tato základní složka krajiny je tvořena řekou a její nivou (Křížek, 2007). Vymezení údolní nivy je známo z mnoha přírodovědných a technických oborů. Např. Collin (1988); Gruell and Gregory (1995) představují říční nivu z hlediska krajinné ekologie jako část krajiny s výskytem nivních ekosystémů se specifickými rostlinami a živočichy.

Z geomorfologického hlediska lze údolní nivu chápat jako akumulární rovinu podél vodního toku, kterou tvoří fluviální sedimenty, při povodních je zaplavena celá nebo její část (Whittow 1984, Demek 1988). Údolní niva je od ostatní části reliéfu oddělena hranou, na níž dochází k výrazné změně sklonu příčného profilu údolím. Většina niv středních a větších řek jsou ploché a mají rovné dno. To je výsledkem jednak překládání koryta, jednak sedimentace na vnitřních (jeseptních) ohybů zákrutů a meandrů (Huggett, 2003).

Tvary reliéfu přirozené říční nivy přímo souvisí se zásobami podzemních vod. Spolu s pravidelnými záplavami to jsou dvě základní podmínky existence typické lužní vegetace. Rezervoáry podzemních vod v říční nivě jsou hydraulicky spojeny s říčním tokem. Při velkých povodních dochází mimo jiné k boční infiltraci vody z toku do bočních šterkopískových teras a tak se výrazně zvětšují zásoby podzemních vod. Tato hydraulická provázanost řeky a podzemních vod v nivě je silně narušena technickými úpravami říčních koryt. Přirozená říční niva se vyznačuje vysokou mírou prostorové proměnlivosti. To je dáno její dynamičností. Dokazuje pestrá mozaika nivních ekosystémů různých typů a forem (Buček & Lacina, 1994).

Dnešní podoba údolních niv na území ČR je výsledkem geomorfologických procesů nejmladší geologické minulosti v posledním, tj. würmském glaciálu a holocénu. Na počátku holocénu se v důsledku eroze mění charakter řek z divočících na toky tvořící meandry (Vanderberghe, 2001). Zásadní vliv na říční nivu měl a má člověk a jeho činnost. Tento vliv je patrný od asi 5. tisíciletí př.n.l. V souvislosti s počátky zemědělství a tedy s odlesňování, zejména v pramenitých a horních partích toků. Z odlesněné krajiny se erozí uvolňoval půdní a horninový materiál, který řeka

ukládal v dolnějších částech toku a tak vznikaly první rozsáhlejší plochy nivních hlín (Ložek, 2003). Od středověku lze pozorovat významné zásahy do dynamiky řek. Jedná se o rozsáhlé odlesňování horních partí řek doprovázející kolonizaci českých pohoří, budování mlýnů a hamrů na řekách apod. V tomto období se také projevují důsledky zejména odlesňování a to pravidelnými povodněmi. Zápory ovlivňují výstavbu lidských sídel v okolí řek (Starkel, 2002).

Říční niva (říční krajina) je tedy tvořena řekou a jejími přilehlými ekosystémy (Štěrbá, 2008). Specifický charakter říčních niv od pramene po ústí řek odpovídá přizpůsobení biotických složek ekosystémů daným abiotickým faktorům v rámci teorie energetické rovnováhy (Laurance, Fearnside and Camargo; 2016). Řeka a její niva tvoří propojený oboustranně komunikující systém. Dochází zde k vzájemně výměně energie, živin a materiálu. (Saunders 1996; Trush, McBain, Luna 2000; Černý 2010; Lamotagne et al, 2011). Podle Pracha (2003) je pro říční nivu je charakteristická vysoká časo-prostorová heterogenita, vysokou produktivitou a toky energie, živin a informací mezi jednotlivými ekosystémy mnohonásobně převyšují dynamiku uvnitř ekosystémů. To je dáno obrovským množstvím živin přinášených záplavami. Bylo zjištěno, že lužní lesy jsou nejproduktivnějšími lesy v ČR a aluviální louky se vyznačují nejvyššími výnosy sena (Machar, 2001).

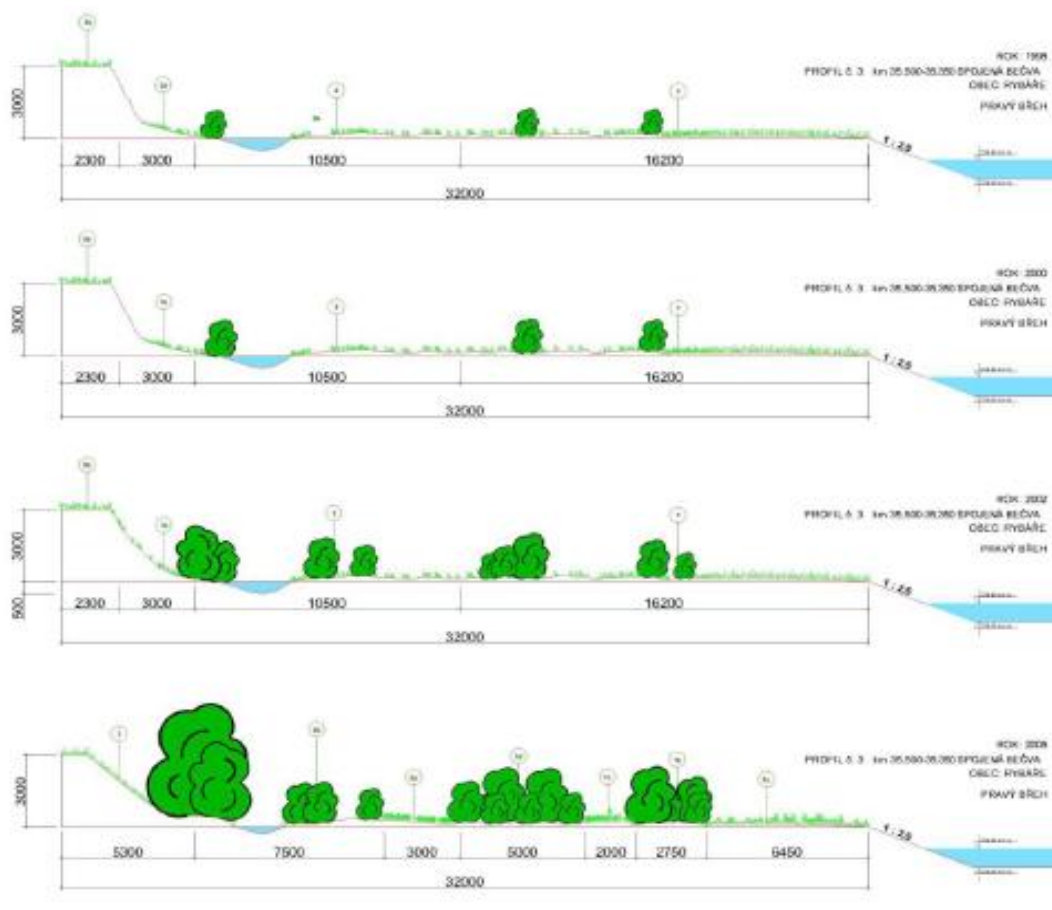
Na to navazují krajinně-ekologické koncepty. Prvním z nich je vědeckým konceptem popisujícím řeku a její dynamiku je Fričův zonální koncept, který rozvíjel v 50. letech 20. století např. Huet (1954), který rozlišil vodního tok na krenon, lipton a potamon.

Řídicími faktory jsou zde teplota vody, stav koryta a rychlost proudění (Frič, 1872; Huet 1954). Další teorií je koncept říčního kontinua - *River Continuum concept* (Vannote, 1980). Podle něj řeka a její niva tvoří od pramene po ústí nepřetržitý gradientový systém, což funkčně a strukturálně podmiňuje existenci a prosperitu všech zde žijících společenstev organismů (rostlin, živočichů). Vzniká tak soustava vzájemně propojených ekosystémů mající kontinuální charakter – říční kontinuum. Řeka a její ekosystémy vytváří tak dynamický systém kontinuálních proměn od pramene po ústí v rámci daného prostoru a času. Stav dovnitř toku určují hydrologické podmínky – tvar a sklon koryta, energie toku. Jedná se většinou o tzv. panenské řeky“ mírného pásu, které mají dlouhé jednoduché kanálovité koryto a netečou na sever (Vannote et al, 2011). Koncept říčního kontinua zohledňuje

gradientový charakter přírodních podmínek. Základním kontrolním faktorem je velikost toku. Největší diverzita je na středním toku. Se svou nivou komunikují méně (Sedell, Richey et al 1989). V případě středně velkých řek, jako např. řeka Bečva tento koncept rozvíjí Valíčková ve svých svých výzkumech. Jejich závěrem je, že vysoce diversifikované říční kontinuum Bečvy s kvalitní mozaikou nivních biotopů pravidelně podmiňovalo významné zmírňování disturbancí při pravidelných záplavách, zejména transformaci povodňových vln. (Valíčková, 2002).

Další teorií je Stanfordův a Wardův *Model Diskontinuit* (Stanford, Ward, 1983). Principem je, že reálný stav toku odpovídá jeho diskontinuitám. Ty se projevují ve variabilitě toku a druhové diversitě (diskontinuita druhů proti říčnímu proudu). Následuje teorie proudové hydrauliky, tzv. *Stream Hydraulic Concept* (Stazner, Higler, 1985). Podle něj je jediným kontrolním faktorem u říčního toku jeho rychlost proudění (hydraulika). Bere v úvahu vývoj ekosystémů pouze v jejich podélném profilu.

V roce 1994 se objevuje geoekologický koncept dynamické fluviální sukcesní série nivních ekosystémů. Tato teorie popisuje rozmanitost a návaznost nivních ekotopů a biocenóz vzájemně spjatých složitými vývojovými procesy homeorhetického charakteru v jejich dynamické ekologické stabilitě. Teorie vychází z poznání struktury nivní krajiny, kterou tvoří mozaika ekosystémů říční nivy. Dynamická fluviální sukcesní série nivních biotopů je mozaika vodních, mokřadních a suchozemských, přirozených či antropogenně podmíněných ekosystémů v různých stádiích sukcese, které se vyvíjejí v závislosti na fluviálních procesech v říční nivě (Buček & Lacina, 1994).



Obr. č. 1.: Příklad primární sukcese v rámci procesů dynamické rovnováhy na náplavech řeky Bečvy. Zdroj: Upraveno podle L. Grohmannové (2012).

Novinkou pak následuje Junkův koncept tzv. povodňových vln – *Flood Pulse Concept* (Junk et al, 1989). Charakterizuje dynamické procesy v říční nivě jako procesy příčného transportu materiálu a energie na vybraných úsecích řeky, jsou tzv. Povodňové pulsy, které mají stěžejní význam na produkci organických látek v říční nivě. Zápavy jsou tedy základním kontrolním mechanismem řeky a její nivy. Zásadní pro řeku a její celkový krajinný ráz, včetně všech abiotických a biotických faktorů je závislý na pravidelných disturbancích – povodních. Podle tohoto konceptu říční tok není ustálený systém, naopak. Jde o dynamický systém, který neustále komunikuje se svou nivou. Dokonce se zmiňuje o tom, že neexistuje tok, který by nekomunikoval se svou nivou. Přidává příklady velkých řek, např. Amazonky. Podle Junka a kol jsou dalšími kontrolními mechanismy řeky – retence živin v nivě – přísun plavenin, vliv terestrické produkce, sezónní cykly např. Vegetace. Tato



kolísání určují vznik a prosperitu ekosystémů (habitatů) v závislosti na obdobích záplav a sucha. Fungující říční niva absorbuje a transformuje účinky povodní. Je to účinná protipovodňová ochrana. „Normální“ pulsy – povodně přispívají k diverzitě organismů a harmonii krajiny. Retence v nivě snižuje přísun živin do toku (Junk et al, 1989). O povodňových pulsech se ve svých pracech také zmiňují např. Bayley (1991), Benje and Chaubey (2000), Middleton (2002).

V roce 1993 se objevuje další teorie říčního toku, tzv. *Hyporheic Corridor Concept* (Stanford, Ward, 1993). V něm se mluví o řece jako o toku rozděleném na tři podélné koridory – koryto – zde probíhá podélné proudění, hyporheal – zde se odehrává vertikální proudění, příbřežní (riparian) – zde se děje horizontální – příčné proudění. V roce 1994 přicházejí Thorp a Delong se svojí teorií Riverine Productivity Model (Thorp, Delong, 1994). Tento koncept uvažuje, že stav řeky a její nivy na horním toku plynule ovlivňuje situaci na jejím dolním toku. Nedostakem tohoto modelu, že uvažuje profil říčního koryta jako homogenní. Neuvažuje přísun živin z příbřežní zóny a říční nivy.

Velkým zdokonalením je tzv. teleskopický koncept – Telescoping Ecosystem Model (Fisher et al, 1998). Je to první funkční koncept celého povodí. Uvažuje o tom, že říční tok je rozdělen na hydrologicky propojené subsystémy – koryto, parafluvial, hyporheal, riparian. Mezi nimi existuje tzv. Processing length – doba, za kterou se transformuje říční niva a řeka po disturbance zpět do původního stavu. Počítá se zde také s resiliencí – schopností říční nivy vypořádat se se zátěží, např. se zněčištěním. Tento model navíc velice dobře vystihuje komunikace – řeka – koryto, řeka – niva, řeka – podzemní voda. Další koncepty lze zařadit mezi modely síťové dynamiky. Mezi lze zařadit např. Koncept patchworkové dynamiky – *Hierarchical Patch Dynamics view* (Poole, 2002). Tento koncept mluví zejména o vzájemné spojitosti mezi jednotlivými biotopy říční nivy, hlavním pojátkem je zde voda. Tento model nejlépe vystihuje transformaci a kontrolu všech procesů v říční nivě.

Wei-Ta Fang koncepty srovnává koncepty říčního kontinua a povodňových pulsů, oba mají svá opodstatnění. Koncept povodňových pulsů bere v úvahu zejména

lidskou činnost v říční nivě a její vlivy na říční nivu (Wei-Ta Fang, 2010).

Fuksa uvádí, že oba jmenované koncepty jsou v rámci popisu dynamiky středoevropských řek nedostačující. Konceptu říčního kontinua vytýká nedostačující přísun energie a živin pro organismy v rámci celého toku a její nivy. Koncept povodňových půlsů je zajímavý svou levnou protipovodňovou ochranou, ale představuje velký politický problém. (výkupy pozemků, změna landuse apod.) Jako nejlépe vystihující reálnou situaci v dynamice říční nivy vyzdvihuje např. Fisherův Teleskopický koncept Fuksa et al (2010).

Z ekosystémového pohledu je říční krajina tvořena ekosystémem současné řeky a přilehlými ekosystémy, které jsou touto řekou vytvořeny. Především jsou to samotná řeka, její dno, břehy a povodňové valy, niva, aluviální podpovrchové a povrchové sedimenty, hyporeál, boční ramena, tůň a jezera v nivě, prameny v rámci říční krajiny, a dnes také umělé antropogenní objekty. Říční krajina je vyvinuta od pramenů řek do jejich konce, v příčném profilu je rozložena obvykle na půdorysu aluviálních náplavů, nejčastěji mezi první pravou a levou říční terasou a vertikálně je tvořena povrchovými částmi a podpovrchovými sedimenty aluviálních náplavů. Z časového pohledu jde o krajinu, která se v mírném pásmu vyvíjela v současném postglaciálním období (cca 10 000 roků) (Štěrba, 2008).

Vývoj říční nivy je korelován v souvislosti s osídlením člověka, zemědělstvím a jeho nároky na vodu (mlynářství apod.) (Raška et Zábranský, 2012). Současný stav poznatků o přírodní historii říčních niv v ČR v nejmladším kvartéru shrnuje Rybníček (2001). Paleogeografický vývoj říčních niv byl a je neobyčejně komplikovaný, počínaje vznikem a formováním říčního koryta přes vznik a utváření říčních teras, příp. jejich soustav, přes průtokový režim toků až po charakter sedimentů a jejich stratisgrafii v nivách. Vývoj vegetace říčních niv probíhal v těsné závislosti na klimatických podmínkách, florogenetických zdrojích a paleogeografických poměrech. V průběhu posledního glaciálu a jeho pozdní fáze jsou v říčních nivách rekonstruovány vysokobylinné „pralouky“ s vrbami, v teplejších výkyvech s olšemi. Od počátku holocénu (před asi 10 000 lety) se postupně formují v nižších polohách místy souvislejší porosty vrb a olše, výše i se smrkem. Niva v mezolitu (8000 – 6000 B.C.) má zaštěrkovaný povrch, vertikálně členitý, patrně volně průchozí. Dochází ke stabilizaci dna údolí na pleistocénních štěrkopiscích. Vodní toky prohlubují svá koryta, divočí řeky se mění na meandrový

typ. Písčité ostrovy v nivě jsou vyhledávaným sídelním areálem mezolitických lovců a rybářů (Machar, 2002).

S odlesňováním pramenných oblastí řek v souvislosti se středověkou kolonizací ve 13. století v oblasti našich pohoří a pahorkatin lze datovat utváření ekosystémy říční nivy, jak je známe dnes. V této době nastala totiž skutečná povodňová aktivita. Tento proces vrcholí v pozdním středověku a raném novověku, kdy se dokončuje odlesňování podhorských a horských oblastí a zavádí se nové zemědělské plodiny. Původně poměrně členitý reliéf údolní nivy je postupně zarovnán až několikametrovými vrstvami povodňových hlín. Niva tak byla mylně označována za neosídlený prostor pravěké a středověké krajiny a známá sídliště v nivě byla pokládána za tzv. „blatná hradiště“, chráněná nepřístupným bažinatým terénem. Krajina údolní nivy v celém období pravěku a raného středověku však vypadala zcela jinak, než jak ji známe dnes. Na základě analýzy makrozbytků byla v době niva pokryta porostem tvrdého a měkkého luhu, a to rozvolněným typem lesa. Což je pravděpodobně výsledek intenzivní pastvy. Niva tvořila „páteř“ pravěké a středověké osídlené krajiny. Poskytovala bohaté zdroje vody, dřeva a ryb, sloužila jako základní komunikační osa a důležitý strategický prostor (Opravil, 1983; Ložek, 1988). Periodické záplavy spojené s ukládáním mocné vrstvy povodňových sedimentů jsou spojené až s posledními staletími (Poláček, 1999). Podle Gilveara, Willbyho (2006) jsou povodně důležité pro zachování reliéfu a rostlinné diverzity. Zvýšení biodiverzity po povodních ve svých výzkumech a Spojené Bečvě také potvrzují Gromahmannová, Klečka, Vatošíková (2004).

Tzv. měkký luh vzniká spontánně vlivem rozvoje záplav na stanovištích často druhotně ovlivněných člověkem. Podle Ložka (1981) jde o částečně antropogenní ekosystém. Krajina měla částečně parkový charakter s různě velkými plochami pastvin, luk a snad i polí. Vodní a bažinná vegetace byla omezena pouze na mrtvá říční ramena a podobné deprese. Geologicky staré záplavové oblasti jsou v krajině reprezentovány říčními terasami. Jedná se o staré záplavové oblasti, které zůstávají relativně vysoko nad současnou nivou a naznačují bývalé říční proudění (Powell, 2009).

## 4.2. Ekosystémy říční nivy jejich služby

Mezi hlavní ekosystémy údolní nivy patří prameny, vodní tok, říční koryto, alluvium (niva), mokřady, říční terasy, mrtvá a slepá ramena na různých stupních sukcese, lužní lesy (tvrdý a měkký luh), aluviální (nivní podmáčené) louky, ekosystémy břehů, agradační valy, ostrovy- centrální a boční lavice, erozní břehy – tzv. břehové nátrže (Valíčková, 2002; Štěrba et al, 2008; Vacková, 2011).

Pramen je soustředěný přirozený vývěr podzemní vody na zemský povrch. Prameny se podle způsobu vývěru dělí na sestupné, výstupné a přelivné. Za příznivých hydrogeologických podmínek se od pramene vytvoří vodní tok, který odvádí vyvěrající vodu dále do vodní sítě. Jiným zdrojem vody je prosak, kde voda v místě nevyvěrá, ale pouze prosakuje. Pokud se na jednom místě vyskytuje více pramenů z téhož podzemního zdroje, označuje se místo jako prameniště. Některé prameny vyvěrají přímo do vodního toku, označují se jako utajené prameny. Z některého pramene se může stát utajený pramen i lidskou činností (vyvěrá na dně rybníka) (Netopil, 1984). Je-li pramenných úseků více, označují se jako zdrojnice. Jejich spojováním vznikají větší potoky a řeky (Ruda, 2014).

Většina našich středních řek pramení v horách, proto je velmi důležitým parametrem koeficient lesnatosti a přírodě blízká skladba lesů horských svahů. To má výrazný vliv na odtok vody. Může zintenzivňovat povrchový odtok, nebo infiltraci. Vliv přirozené skladby lesů a jejich celková rozloha v pramenných oblastech toků na odtok vody v říční krajině je následující:

1. lesy zvyšují intercepci (zadržování části srážek na povrchu listů, větví a kmenů) – probíhá během celého roku a její intenzita závisí na druhu porostu (např. jehličnatých lesích je vyšší než v listnatých),
2. zvětšují akumulaci vody v povodí – vyčnívající kořeny vytváří prohlubně a tak zvyšují drsnost povrchu,
3. lesy v důsledku vzniku lesního humusu (rozkladem opadu) zvyšují intenzitu infiltrace,
4. lesy zvětšují retenční schopnost povrchu – kořeny, lesní hrabanka, větve na zemi a spodní vegetační patra snižují rychlost povrchového stékání vody,
5. lesy udržují vyšší vlhkost vzduchu při nižší teplotě vzduchu – vyšší evapotranspirace je kompenzována menším výparem a menší transpirací nižších vegetačních pater, což velký význam pro mikroklima celého povodí.

Účinky lesních porostů zejména vyrovnávají odtok vody, a to tak, že v celkové vodní bilanci mohou zvyšovat podíl výparu. Roli lesa v odtoku vody určuje jeho původ v území, stáří, druhová skladba atd. Proto nemají smrkové monokultury na přirozený odtok vody příznivý účinek. Jsou-li vysazovány v území s vláhovým deficitem, opad se rozkládá velmi pomalu, rychleji vysychá a nedostatečně rychle odvádí vodu do podzemí. Naopak v přirozeném vyšším výškovém stupni je situace opačná (De Blij, Müller, Williams; 2004).

Důležitým parametrem je také nadmořská výška pramenných úseků řek. Čím je větší rozdíl nadmořské výšky pramene toku a jeho ústí do větší řeky, tím je větší říční spád a tím víc má přirozený vodní tok větší tendenci dochýlit se od rovinné trajektorie svého toku a probíhá u něj tzv. Boční eroze, která vrcholí tvorbou meandrů (Machar, 2001). Obecně tedy platí, že tvorba meandrů je zapříčiněna rozkmitáním proudnice toku (Ležíková, 2010). Přirozeně meandrující toky mají zřídka pravidelný symetrický tvar (Summerfield, 1991). Wolman, Leopold, Miller (1964) uvádí, že za meandrující řeku se považuje tok s křivolakostí větší než 1,5. Meandr je zákrut řeky způsobený boční erozí – vymíláním břehů na jedné straně a usazováním na straně druhé. Na tvar říčních meandrů má vliv také uchylující Coriolisova síla. Rozdíl mezi prostým říčním zákrutem a meandrem bývá stanoven normativně, obvykle se udává, že středový úhel oblouku musí být větší než 180°. Břehy meandrů se nazývají jesešní (vnitřní břeh) a výsešní (vnější břeh). Někdy, zejména při velkých povodních, může dojít k protnutí šíje meandru a vzniku okrouhlíku. Následným zahloubením říčního koryta se může meandr zcela oddělit od říčního toku a vznikne mrtvé rameno řeky, meandrové jezero (Karásek, 2001). Meandry jsou pojmenované z řeky Menderes (historicky známé jako Maeander) v Turecku, se nejčastěji vytvářejí v aluviálních materiálech (sedimenty usazené proudem) a volně upravují své tvary a posunují se dolů podle sklonu aluviálního údolí. Délka meandru se obvykle pohybuje v rozmezí sedmi až desetkrát větší než šířka vodního toku.

Pokud se současně okolní terén zvedá, meandrující proud se může rozřezat na povrchy podloží a vytvoří tzv. zaklesnuté meandry. Takto vytvořené skalní stěny jsou obvykle strmé a někdy jsou symetrické na obou stranách meandrových lůžek. Meandry jsou považovány za formu vlnového jevu. Představují nejpravděpodobnější tvar kanálu, protože minimalizují takové proměnné, jako je úhel odklonu proudu,

sklon vodního toku (říční spád) a erozní a asimiliční činnost říčního proudu (Augustyn, 2016). Jiná definice říká, že meandr je vinutá křivka nebo ohyb v řece. Meandry typické pro střední a dolní tok řeky. Důvodem je to, že vertikální eroze je nahrazena laterální formou eroze. Je to spojeno s ukládáním erodovaného materiálu uvnitř nivy (Shurika, 2016). Jak se řeka dostává na úroveň středního toku, získává více vody a tím i více energie. Meandry jsou výsledkem vyrovnání se s přebytkem energie, gravitačním spádem a úřinkem uchylující Coriolisovy síly. Na dolním toku pak se vyvíjí velké ohyby nazývané meandry. Když vodní proud řeky prochází zákrutem, většina vody je vytlačena směrem ven (vlivem odstředivé síly). To způsobuje zvýšenou rychlost proudění a tím i zvýšenou erozi (díky hydraulickému působení a oděru). Boční eroze na vnějším zákrutu způsobuje podemílání břehu, vytvoří se břehová nátrž (river bed cliff). Voda na vnitřní části zákrutu je pomalejší, způsobuje zpomalení vody a ukládání erodovaného materiálu, vytváří jemný val písku a šterku (BBC, 2017).

Jiná teorie vzniku meandru na stochastický základ. Jedná se o tzv. Scheideggerovo tvrzení, ve kterém je meandrovým pás je považován za výsledek stochastických výkyvů směru toku kvůli náhodné přítomnosti překážek. Říční údolí, včetně řeky a jejího koryta nemá hladký, rovný povrch, ale je naopak drsné, zvlněné (Scheidegger, 2004).

Technický popis meandrujícího vodního toku je nazýván meandrovou geometrií nebo meandrovou planformovou geometrií. Jeho průběh je nepravidelný. Křivka meandru je zobrazována jako sinusová vlna, jejímž středem prochází osa proudění toku. Součet všech amplitud proudění je nulový. Délka jednoho meandru je brána jako jedna vlnová délka, maximální vzdálenost od osy údolí k ose smyčky meandru je meandrová šířka. Na rozdíl od sinusových vln jsou smyčky meandrujícího proudu skoro kruhové. Úhel orientace meandru je úhel mezi osou vinutí a osou údolí v libovolném bodě. Křivka meandru závisí nakonec na charakteristikách průtoku. Dalšími důležitými parametry jsou geologickými fakty. Obecně je délka meandru 10 až 14krát, průměrně 11krát větší než šířka kanálu vodního toku a poloměr zakřivení meandru je 2 – 3x větší než šířka kanálu (Graf, 1984; Julien, 2002). Tvorba meandrů je výsledkem přírodních faktorů a procesů. Proudění vody v korytě, proudí ve víru, má sinusový charakter. Kvůli tomuto spirálovitému proudění se dramaticky zvětšuje amplituda a konkávnost smyčky meandru. Vnější strana meandrového ohybu je

zranitelná vůči erozi. Je to tzv. samo-intenzivní proces. Větší zakřivení smyčky vyvolává větší zakřivení. Čím větší je zakřivení ohybu a čím rychlejší je tok, tím silnější je eroze na vnitřní straně ohybu. Díky zachování momentu hybnosti je rychlost proudu toku na vnitřní straně ohybu větší než na vnější straně. Zde je rychlost proudění snížena, stejně jako odstředivý tlak proudu. Vzniká sekundární proudění, které přenáší sediment zvenku ohybu směrem na jeho vnitřní stranu. Tímto způsobem řeka více mandruje (Callander, 1978).

Hlavní význam meandrů v říční nivě: Podle rovnovážné teorie meandry snižují gradient toku, dokud nedosáhne rovnováhy mezi erodovatelností terénu a přepravní kapacitou proudu. Pokud uvažujeme regulovanou řeku, tedy rovný říční kanál (nejkratší vzdálenost mezi pramenem a ústím), znamená to také nejvyšší množství energie říčního proudu na jednotku délky. Takto velká energie způsobuje velké narušení břehů, vede to k většímu množství sedimentů a zhoršuje tok. Přítomnost meandrů umožňuje toku nastavit rovnovážnou energii na jednotku délky, ve které proud odvádí veškerý sediment, který produkuje (Riley, 1998).

V době velkých povodní se často stane, že prudký říční proud prorazí šíji meandru a řeka teče novým korytem. Bývalé koryto se stává mrtvým ramenem, kterým protéká voda jen při velkých povodních (Valíčková, 2002). Mrtvé rameno (řecky plesiopotamon) je druh říčního jezera, který je z obou stran uzavřený a vody v něm stagnuje. Mrtvá ramena mohou být i napájena podzemní vodou a množství vody v nich podle dostupnosti kolísá. Mají většinou srpovitý tvar (Popov, 1965).

Dalším typem pořičního jezera jsou slepá ramena (parapotamon). Princip vzniku je stejný jako u mrtvého ramene, jen s tím rozdílem, že slepé rameno je z jedné strany stále napojeno na říční tok, z druhé strany je od toku izolované. Časem se ze slepého ramene stává mrtvé rameno - díky sedimentaci materiálu při ústí pořičního jezera a říčního toku (Popov, 1965).

V České republice je tento typ říčních jezer hojný. Často se nachází na různém stupni sekundární sukcese. Jedná se o sled rotliných a na ně navázaných živočišných společenstev, které osidlují již existující ekosystémy po nějaké disturbanci, jako např. Požár, velká povodeň (vznik mrtvého ramene zaškrcením meandru) apod. Již zavedený ekosystém má díky disturbanci výrazně sniženu populaci druhů až téměř k nule. Zarůstání společenstev může ovlivnit řada faktorů – např. Trofická interakce,

počáteční prudkce a přítomnost semen v rostlinné bance ekosystému, přísun semen a materiálu (např. Povodní), mikroklima, struktura krajiny, vzdálenost lokality od zdrojů semen, pH půdy a vody, půdní struktura.

Primární sukcese je posloupnost, sled rostlinných a na ně navázaných rostlinných společenstev na zcela nových lokalitách, např. Říční náplavy vzniklé povodní, sopečné sedimenty apod. Rychlost sekundární sukcese je vyšší než primární (Cook, 2005).



Obr. č. 2.: Tůň mrtvého ramene řeky Bečvy PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

Zarůstající tůně mrtvých a slepých ramen řek jsou součástí bohaté mozaiky nivní krajiny, jsou důležitým biotopem pro specifická rostlinná a na ně navázaná živočišná společenstva. Každé stadium sekundární sukcese odpovídá mnoha určitým typům rostlinných asociací, na které se vážou typické druhy bezobratlých i obratlovců, jak suchozemských, tak terestrických (Valíčková, 2002). Jednoduché schéma typické sukcese tůně poříčního jezera je: vodní tůň s plovoucími rostlinami (množství vody daleko převyšuje množství sapropelu), vodní tůň s plovoucími rostlinami a druhy, kořenicemi ve dně (množství sapropelu je na výšku stejné nebo větší ve srovnání s množstvím vody), mokřad s rákosinami, vysokými ostřicemi a dalšími druhy s juvenilními stadii dřevin měkkého luhu, mokřad s typickými rostlinami s mnoha



různě vzrostlými dřevinami měkkého i tvrdého luhu, v minulosti – kdy se v lužních lesích hodně páslo – rozvolněný lužní les se soliterními dřevinami, s převládajícími společenstvy aluviálních luk, lužní les – měkký či tvrdý luh (dle výšky hladiny podzemní vody, vzdálenosti od toku apod.) (Valíčková, 2002; Buček, Maděra, Packová, 2004).

Říční tok: je to řídicí ekosystém pro celou říční krajinu Kubíček et al. (2008). Vodní Tok může být v celé délce nebo v části povrchový nebo podpovrchový. V korytě vodního toku rozlišujeme kynetu (trvale zaplavovanou část koryta) a bermu (prostor zaplavovaný jen při vyšším průtoku). Podélná poloha na toku se udává kilometrží, která se obvykle počítá směrem od ústí nebosoutoku proti proudu. Ta se používá jak k popisu vodní cesty (splavnost, kotviště, propustě, mosty apod.), tak hydrologických poměrů (průtok, orientace toku, přítoky). Pro identifikaci vodních toků podle příslušností k povodím se užívá hydrologické pořadí (Matějček, 2007). Říční tok má několik fází: horní, střední a dolní. Na horním toku má velké množství kinetické energie, což je dáno spádem řeky (čím je větší nadmořská výška pramenné oblasti a ústí řeky, tím je větší i spád). Proto zde převládá hloubková eroze. Řeka má velkou unášecí schopnost, její dno se stále více zahlubuje do podloží. Přebírají zde vodopády, přeje, velké balvany v korytě. Z dalších erozních tvarů lze jmenovat např. hrnce v korytě. Na středním toku mají říční údolí většinou tvar písmene U, spolu s hloubkovou erozí, které zde není již tak výrazná, se uplatňuje i sedimentace a boční eroze – tvorba zákrutů, meandrů, břehových nátrží. Na dolním toku tvoří tok široké údolí, řeka sedimentuje a ve svých plaveninách tvoří zákruty a meandry. Na středním a dolním toku vzniká v rámci říčního údolí niva. Řeka na svém dolním toku akumuluje velké množství unášeného materiálu z oblasti horního toku v podobě agradačních valů (Moore, 2001; Štěrba, 2008).

Říční koryto je složeno ze tří základních habitatů – reopelagiál, bentál, hyporeál. Reopelagiál je volná tekoucí voda a rozděluje se na krenál (pramenný úsek řeky), ritrál (zóna tekoucí vody vzniklá spojením několika pramenných stružek a potoků) a potamon - volná tekoucí voda ve zbývající části toku (Lellák & Kubíček, 1992). Kromě ryb zde žijí další organismy, např. nekton, reoplankton, seston. V této části vodního toku jsou dobré světelné podmínky, dostatečné prokysličené. Bentál je povrchová vrstva dna do hloubky několika cm. Je to ekologická oblast na nejnižší úrovni vodního útvaru. Organismy zde obecně žijí v úzkém vztahu se substrátem a

mnohé jsou trvale připojené ke dnu. (Wetzel, 2001). Bentál se vyznačuje nižší světelnou intenzitou, menší rychlostí proudění. Tomuto habitatu odpovídají kameny, štěrk, jemná vrstva naplavenin. Tyto jsou pokryty bakteriálními a řasovými nánosy, tzv. reobentosem. Dále mohou žít další přisedlé organismy, např. perlorodky, nezmaři apod. Hyporeál (podříční dno) je součástí toku. Žijí zde specializované organismy, jejichž velikost se pohybuje mezi 50-500  $\mu\text{m}$ . Pro tyto organismy jsou důležité zejména pórovitost a propustnost dna (Hořická, 2010).

Významným jevem, který je typický pro technicky neupravenou, přírodě blízkou řeku a její nivu je tzv. anastomoza (Valíčková, 2002). Anastomózní typ řek poprvé popsal Smith & Smith (1980). Koryta těchto řek mají tendenci se osamostatňovat – ve většině případů koryta vznikají v sedimentech údolních niv. Nivu tvoří jemnozrnné sedimenty, proto jsou břehy koryta soudržné a mají strmé svahy. Na vývoj koryta má významný vliv prořezávání (crevassing), což vede ke vzniku stabilních (rozsedlinových) koryt, která znovu napojují k hlavnímu korytu. Odkloněný tok se tak poté znovu připojí ke korytu, čímž vzniká rozvětvená stavba řeky. Říční nivu jsou charakteristické bahnitým kalem (muds), jenž může obsahovat uloženiny z vodních nádrží, uhlí, kalkrusty (vápnitá kůra) nebo evapority v závislosti na klimatických podmínkách (Miall, 1996).

Důležitým pojmem v souvislosti s říčním korytem je tzv. ripariánní zóna (příbřežní zóna). Je to zóna na přechodu mezi vodním a suchozemským ekosystémem, která dosahuje různých šířek podle toho, jestli je řeka zařezaná do údolí nebo teče údolní nivou (Naimann, 2005). S tímto pojmem souvisí i termín ripariánní vegetace (pobřežní, břehová vegetace). Pojem ripariánní odkazuje na veškerou vegetaci, jež je zaplavována alespoň jedenkrát ročně (Hupp, Osterkamp, 1996).

Lužní lesy jsou podmáčené lesy s vysokou hladinou podzemní a záplavovým cyklem. Jsou to naše nejproduktivnější ekosystémy, které jsou zcela závislé na vlastnostech svého ekotopu. Je jím kvartérní aluvium (Buček, Lacina; 2000). Dříve běžný biotop lužního lesa je v dnešní době na ústupu vlivem regulací vodních toků. V České republice se nejrozsáhlejší lužní lesy nacházejí na soutoku řek Moravy a Dyje. Tyto vzácná refugie spolu s dalšími segmenty lužních lesů představují ekosystémy s velmi vysokou biodiverzitou (Machar, 2001). Nejcharakterističtějším rysem lužním lesů je aluviální půda, která bývá v období záplav pod úrovní vodní

hladiny a ve zbývajícím období se vyznačuje vysokou hladinou podzemní vody, popř. oglejeným horizontem (Curtis, 1971).

Existence lužního lesa je známa i v prehistorii, ale jeho plošný rozsah v rámci povodí byl omezen jen na úzký pruh kolem toků (Ložek, 1988). Historie typických luhů je svázána s celkovou proměnou povodí v rámci středověké kolonizace, kdy začalo hromadné odlesňování pramenných oblastí řek. O tom jsou první záznamy z přelomu 10. - 11. století (Poláček, 1999). V období mezi 13. - 17. stoletím jsou již známy pravidelné povodně v podhorských a nížinných oblastech (Kadlec, Grygar; 2008). V lužních lesích se také páslo. Archivní materiály dokazují, že v minulosti byly, mnohé lokality využívány jako pastviny a staré duby byly zachovávány pro úrodu žaludů, důležitých především pro pastvu prasat (Buček, 2000).

Typy lužního lesa se rozlišují podle jeho vzdálenosti od vodního toku. K toku nejbližší rostou dřeviny měkkého luhu, především vrbiny a olšiny, dále od toku je tzv. Přechodový typ, nejdále od toku se nachází tvrdý luh (Machar, 2002).

Měkký luh je světlý v širokých nivách nížinných řek, v nadmořské výšce do 220 m.n.m. Podmiňujícím faktorem vedoucím ke vzniku a prosperitě tohoto typu lesa jsou časté a dlouhodobé záplavy a silně kolísající hladina pbršlice kozí noha podzemní vody ve zbývajícím části roku. Dominantní dřevinou je zde vrba bílá (*Salix alba*), dalšími dřevinami jsou: vrba křehká (*Salix fragilis*), topol černý (*Populus nigra*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*). V keřovém patru roste hlavně bez černý (*Sambucus nigra*), krušina olšová (*Frangula alnus*), vrba jíva (*Salix caprea*), vrba nachová (*Salix purpurea*), vrba košíkářská (*Salix viminalis*). V bylinném patře převládají vlhkomilné druhy: (*Aegopodium podagraria*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), svízel přítula (*Galium aparine*), popenec břečťanovitý (*Glechoma hederacea*), apod. Místy se vyskytují i liány chmel otáčivý (*Humulus lupulus*), opletník plotní - *Calystegia sepium* (Chytrý, 2010).

Vrbiny a olšiny měkkého luhu představují vegetační typ nejlépe přizpůsoben extrémním podmínkách v blízkosti vodního toku, zejména v období záplav. Různé druhy vrb, spolu s olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a topolem černým (*Populus nigra*) velmi dobře snáší nejen dlouhodobé podmáčení či zaplavení, ale také dobře odolávají prudkému povodňovému proudu. Mezi typické druhy měkkého luhu patří z dřevin např. Vrba bílá (*Salix alba*), vrba křehká, (*Salix fragilis*), vrba trojmužná

(*Salix triandra*), topol černý (*Populus nigra*), topol osika (*Populus tremula*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*). V podrostu v rámci tzv. jarního aspektu najdeme druhy jako např. křivatec žlutý (*Gagea lutea*), orsej jarní (*Ficaria verna*, subsp. *bulbifera*), sněženka podsněžník (*Galanthus nivalis*), kýčelnice žlaznatá (*Dentaria glandulosa*) apod. V létě pak zde rostou vlhkomilné druhy jako např. žabník jitrocelovitý (*Alisma plantago-aquatica*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*), bledule letní *Leucojum aestivum* (Miklín, 2009; Chytrý, 2010).

V rámci rozmnožování některých dřevinných druhů je dokonce divoký povodňový proud podmínkou, např. topol černý, vrba bílá apod. Díky rychlému proudu vody se úlomky větviček výše jmenovaných dřevin šíří po proudu a na místech, kde je proud pomalejší či voda stagnuje, nejlépe v místech nově vzniklých šterkopískových náplavů se tyto úlomky dřevin zachytí a zakoření. Posléze na těchto lokalitách je možno nalézt inciální stadia lužního lesa. Tak se lužní les šíří v rámci říční nivy. Zdejší půdy jsou vývojově mladé, tvoří většinou subtyp rambla (arenická fluvizem), s málo vyvinutým humusovým horizontem.



Obr. č. 3. Pohled na fragment části měkkého luhu – společenstvo mokřadních vrbin svazu s vrbou bílou (*Salicion albae*). Zdroj: Vlastní

Břehy toků, kde jsou záplavy nejčastější, trvají nejdéle a nejvíce narušují stanoviště, osidlují pobřežní vrbinu s vrbou bílou (*Salix alba*) řazené do fytoocenologického svazu *Salicion albae*. Právě tolerance k vysoké intenzitě narušování odlišuje

pobřežní vrby od společenstev mokřadních olšin, která jsou sice také vázána na vysokou hladinu podzemní vody a rostou na místech, jako jsou slepá nebo vedlejší ramena řek, kde podzemní voda stagnuje (Valíčková, 2002; Douša 2009). Tato společenstva měkkého luhu také osidlují jako jedny z prvních nové ekotopy, např. šterko-pískové náplavy, centrální a boční lavice. Jedná se první stadia primární sukcese. Doprovází je často dosti druhově nevyhraněná nevyhraněná rostlinná společenstva ze svazu s chřasticí rákosovitou - *Phalariodion arundinaceae* (Chytrý, 2010).

V synuzii bylinného patra často lze nalézt doklady nepřímého antropogenního vlivu: př. druhy zeleniny jako jsou: rajče jedlé (*Solanum lycopersicon*). Rostou zde i synantropní a ruderalní druhů, a velmi často dochází k invazi neofytních druhů, jako např. bolševník evropský (*Heracleum mantegazzianum*), netýkavka žlaznatá (*Impatiens glandulifera*), celík obrovský (*Solidago gigantea*), topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus*). To mimo jiné dochází, že řeka funguje v krajině jako biokoridor.



Obr. č. 4. Pohled na část renaturalizovaného úseku Bečvy po povodni v roce 1997, v popředí šterkopískové náplavy, vlevo – vícestupňové koryto, břehovou nátrží. Zdroj: Vlastní

Území tvrdých luhů je situováno v místech s nižší hladinou spodní vody, kde k zaplavování vodou dochází jen na krátkou dobu v roce. Nejrozšířenějším, ale také



bezpochyby nejtypičtějším a nejimpozantnějším druhem je dub letní (*Quercus robur*). Dalšími představiteli tvrdého luhu jsou jilm vaz (*Ulmus laevis*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor mléč (*Acer platanoides*), méně také lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). Na některých místech byly vysazeny nepůvodní druhy stromů (topol kanadský *Populus x canadensis*, ořešák černý – *Juglans nigra*). Je zde dobře vyvinuto i podúrovňové patro, většinou tvořeno javorem babykou (*Acer campestre*), lípou srdčitou (*Tilia cordata*) a habrem obecným (*Carpinus betulus*). Jednotlivě mohou být vtroušeny i jabloň lesní (*Malus sylvestris*) a hrušeň polníčka (*Pyrus pyraeaster*). Na jaře, v tzv. jarním aspektu, zde rozkvétají dymnivky (*Corydalis* sp), sněženka jarní (*Galanthus nivalis*), sasanky hajní (*Anemone nemorosa*), orsej jarní (*Ficaria verna*) a v některých místech se celé rozsáhlé plochy zelenají porostem česneku medvědího - *Allium ursinum* (Hřib, Kordiovský; 2004).



Obr. č. 5.: Pohled na společenstvo tvrdého luhu v tzv. časně jarním aspektu. Foto: autor

Zvláštní skupina v rámci vegetace lužního lesa jsou mokřadní olšiny, viz obr. č. 6. Jedná se o nezapojená lesní společenstva s dominantní olší lepkavou (*Alnus glutinosa*). Toto společenstvo roste v terénních sníženinách s trvale stagnující vodní hladinou v nebo nad úrovni půdního povrchu. V keřovém patře se vyskytují krušina

olšová (*Frangula alnus*) nebo střemcha hroznovitá (*Prunus padus*). V bylinném patře rostou druhy: ostřice, např. ostřice prodloužená (*Carex elongata*), ostřice vyvýšená (*Carex elata*). Vegetace je často roztroušená ostrůvkovitě, kolem pat olší (Vašut, 2011).



Obr. č. 6.: Detail společenstva mokřadních olšin. Zdroj: Douda (2008)

Iniciální stádia lužního lesa, různé typy biotopů měkkého luhu včetně bažinných křovin a lesů (mokřadní olšiny a vrbiny), různé typy biotopů tvrdého luhu jsou součástí tzv. sukcesně pohyblivé ekologické stability krajiny údolní nivy. Jejím principem je škála vodních, mokřadních a terestrických, přirozených či člověkem podmíněných ekosystémů v různých stádiích sukcesního vývoje, kontinuálně se vyvíjejících v závislosti na fluviálních krajnotvorných procesech v nivě. (Buček & Lacina, 1994).

Aluviální (nivní) louky je další antropogenně podmíněný biotop, který je součástí přírodní nebo přírodě blízké říční nivy. Jedná se o ekosystém ve stadiu tzv. zbržděné sukcese. Jednou z podmínek prosperity je pravidelné zabraňování postupu sukcesních stadií, např. Pastvou či kosením (Valíčková, 2002). Pastva se ukazuje být nejlepším managementovým opatřením aluviálních luk. Ukazují to dlouholeté výzkumy nivní lučních společenstev. Pastva na rozdíl od kosení ještě zkvalitňuje

půdu tím, že ji mechanicky narušuje a tím lépe provzdušňuje (Baker, 1937; DeLuca, 2013). To je další důležitý faktor ovlivňující produkci biomasy. S pastvou souvisí také změna pH půdy na různých místech louky. Proto je jako nejlepší doporučována tzv. řízená extenzivní pastva (Coupland, 1979; Flack, 2016).

Historie aluviálních luk jde ruku v ruce s neolitickým zemědělstvím – odlesňováním krajiny, žďářením a vznikem tzv. pastevních lužních lesů (Buček & Lacina, 1994). V před příchodem neolitického člověka do krajiny existovaly ostrůvky travních porostů nivních luk pouze fragmentárně, např. V rámci vývraty dřevin lužního lesa v říčních nivách. Byly součástí sukcesní série (Ložek, 1988). Z těchto refugí se společenstva travin a lučních bylin rozšířila na odlesněné a pastevní lokality (Miklín, 2010).

Dalším limitujícím faktorem nivních luk vedle pastvy či kosení jsou pravidelné záplavy a výška hladiny podzemní vody. Pravidelné povodně jsou důležité pro formování plochého terénu nivních s mírně zvýšenou částí přiléhající k říčnímu korytu (Jacob, Strutt; 1997). Hladina podzemní vody má stěžejní vliv na charakter nivní louky -zahrnuje celou škálu typů nivní luční vegetace - od nejvlhčích typů vápnatých či nevápnitých slatinišť a rašelinných luk s enklávami vodních tůní, k sušším typům lučních společenstev. Povodňová voda s sebou přináší mimo jiné velké množství živin, což má vliv na produkci biomasy. Režim záplav a délka období úplného zaplavení podmiňuje růst specifických rostlinných společenstev (Culek, 1996; Valíčková, 2000). Je pro ně příznačná tzv. mikrostupňovitost půd, projevující se v zákonitém sledu rozdílů ve vláhových poměrech podle kolísavé výšky hladiny podzemní vody v průběhu roku. Koncem léta a na podzim se hladina podzemní vody nachází obvykle 1,5 – 2 m pod povrchem terénu (Vašíček, 1985). Periodické střídání režimu zaplavení a vyschnutí během roku je tedy charakteristické pro prosperující nivní louky. Takto fungující biotopy jsou bohužel v dnešní době téměř vymizelé (Miklín, 2010).

Recentní nivní louky můžeme rozdělit podle výšky hladiny podzemní vody, průběhu záplav, pH půdy, množství živin a složení rostlinných společenstev na několik typů: rašelinné a slatinné louky (vápníkem bohaté zazemňující nivní louky, zejména v Polabí), ovsíkové louky (mezofilní louky, nejsušší typ luk vyskytující se v současné době ve většině říčních niv v ČR), aluviální psárkové louky – viz obr. č. 7. (na vlhkých půdách ovlivněných jarními záplavami), kontinentální zaplavované louky (v teplých a suchých oblastech podél velkých nížinných řek), kontinentální



vysokobylinná vegetace (nekosené kontinentální zaplavované louky), vlhké pcháčové louky (na vlhkých půdách v nivách potoků a na prameništích ve středních nadmořských výškách), vlhká tužebníková lada (pcháčové louky bez managementu), střídavě vlhké bezkolencové louky - na nehnojených pozemcích, často střídavě zamokřených a vysychajících, se vyskytují málo produktivní, ale z hlediska biodiverzity cenné (Chytrý, 2010).



Obr. č. 7.: Pohled na fragment aluviální louky nedaleko PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

Tvorba říčních náplavů patří k dalším přirozeným fluviálním říčním procesům. Její podstatou jsou eroze, transport a sedimentace minerálního a organického materiálu. Fluviální procesy začínají půdní erozí na svazích. Ta je zapříčiněna nejprve plošným splachem a dále stružkovou erozí. Tak dochází ke vzniku liniového odtoku (Strahler & Strahler, 2003). Působením proudící vody dochází ke smykovému napětí, jenž má za následek odnos částic ze dna toků se sybkým materiálem a z jeho břehů. Tyto částice unášené vodou za podpory zdvihové síly pak způsobují uvolnění dalšího materiálu do toku. Nátrž se obvykle vytváří v nárazových březích volných meandrů a zákrut neregulovaných toků. Tím ohrožují stabilitu říčních břehů a urychlují odnos materiálu. Rozměry břehových nátrží kolísají od 1 m vysokých a několik metrů dlouhých až po mohutné a několik set metrů dlouhé tvary (Smolová, Vítek; 2007). Pokud je řeka technicky upravena tak, aby k boční erozi nemohlo docházet, dochází k erozi říčního dna a řeka se zahlubuje. V místech v říčním korytě, kdy dojde ke

snížení rychlosti proudění, klesne unášecí schopnost toku. Vznikají akumulární fluviální tvary – šterkopískové lavice, náplavové kužely. Tímto termínem se označuje nános hrubších říčních usazenin (šterk, písek) při břehu vodního toku. Vzniká ukládáním sypkého materiálu při větších průtocích po dešťovém přívalu nebo během jarního tání sněhu. Tvoří se buď na tocích s poměrně velkou rychlostí proudění, nebo v místech, kde tok ztrácí svou unášecí schopnost tj. v úsecích menšího spádu nebo místech, kde se říční koryto výrazně rozšiřuje. Šterkové lavice jsou typické pro meandrující a divočící řeky. (Smolová, Vítek; 2007). Rozlišujeme tyto typy šterkopískových lavic: jesešní - na konvexních březích, centrální – ostrovy, laterální (střídavé) - na přímých úsecích, soutokové - pod soutokem příčné - kolmé nebo šikmé ke směru proudu - mělčiny (Demek, 1988).

Základní podmínkou vzniku jmenovaných tvarů jsou přirozené fluviální procesy na neregulovaných řekách. V České republice, kde je většina řek technicky upravena. Vyjimku tvoří např. PP Osypané břehy - soustava několika břehových nátrží a říčních náplavů na řece Bečvě a jeden s posledních přírodě blízkých meandrů na dolním řece Moravy nedaleko Strážnice. V případě PP Osypané břehy došlo k obnově přirozených fluviálních procesů při velkých povodních v letech 1997 a následně v letech 2006 a 2010. Šterkopískové lavice i břehové nátrže podléhají primární sukcesi (zarůstání na nově vzniklých lokalitách). Tento jev studovali na jmenované lokalitě v průběhu mnoha let např. Valíčková, Lacina (Valíčková, 2002; Lacina 2013, Dančák & Duchoslav, 2017). Význam kolonizace a sukcese holých šterkových lavice je nepopíratelný. Je rozhodující pro druhovou diverzitu krajiny (Poff, Ward, 1990). Pro ekosystém říčních náplavů je typické, že zpočátku je přítomnost rostlinných druhů velmi chaotická, nelze je ani zařadit do rostlinných společenstev. Později, po několika letech se rostlinstvo vytřídí a lze již zde nalézt společenstva příznačná pro tento biotop. Dalším charakteristickým rysem nově vzniklých říčních náplavů je tvorba ostrůvkovitých, nezapojených porostů (Waggy, 2010). Teprve po několika letech lze charakterizovat souvislý, zapojený porst s iniciálními stadii lužního lesa (Filippovová, 2014). Mezi nejvýznamnější přírodní vegetaci v rámci území říčních náplavů např. patří vegetace asociace s dominantním druhem vrbou nachovou (*Salicetum purpureae*) a vyvíjí se na šterkových lavicích v záplavových oblastech po silných povodních nebo na narušených tocích břehů. V rámci fytoecologických snímků lze nalézt až přes 200 taxonů, zapojený porost se vyznačuje vysokou diverzitou druhů. Druhem, který zde roste s nejvyšším

pokryvností je chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*). Její dominantní výskyt potvrzují ve svých výzkumech např. Valíčková (2002, 2010), Lacina (2013), Haslam (2014), Dančák & Duchoslav (2016). Pro tento biotop je typický i výskyt invazivních druhů, jako např. javor jasanolistý (*Acer negundo*), štětinec laločnatý (*Echinocystis lobata*), topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), topol kanadský (*Populus x canadensis*), křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), trnovník akát (*Robinia pseudacacia*), celík kanadský (*Solidago canadensis*), celík obrovský (*Solidago gigantea*). Můžeme zde nalézt i vzácné a ohrožené taxony nadmutice bobulnatá (*Cucubalus baccifer*), šáchor hnědý (*Cyperus fuscus*), svízel poříční (*Galium rivale*), žluťucha lesklá (*Thalictrum lucidum*), apod. (Dančák, Duchoslav; 2016).

V souvislosti s jednotlivými stadii primární sukcese je možno na těchto biotopech identifikovat typické indikační ptačí druhy. V případě břehových nátrží jsou to ptačí kolonie břehulí říčních (*Riparia riparia*), viz obr. č. 15., doprovázené ohroženým druhem ledňáčkem říčním (*Alcedo atthis*). Biotop břehových nátrží rychle zarůstá, často dochází k jeho zřícení (Při dlouhodobé erozi břehů). Ptačí kolonie jmenovaných druhů se často stěhují. V případě štěrkopískových lavic jsou to ptačí druhy typické pro náplavy, např. kulík říční (*Charadrius dubius*) – viz obr. 22., jespák bojovný (*Philomachus pugnax*), vodouš rudonohý (*Tringa totanus*), apod. (Filippovová, 2014). Biotop štěrkových lavic je velmi důležitou nikou pro hnízdění a přelet typických druhů ptáků. Je také odpočívadlem a přeletišťem tažných i stálých druhů. Dlouhodobé výzkumy v Evropě ukazují, že jedním z důvodů poklesu početnosti ptačích populací je právě vymizení typických ptačích nik, odpočívadel a přeletišť, mezi které patří i štěrkopískové lavice – viz obr. č. 4., 8., 12., 14. (Allport, Cadbury, Green, 1987; BirdLife, 2013).



Obr. č. 8.: Pohled na šterko-pískové náplavy řeky Bečvy s nastupující vegetací.  
Zdroj: Vlastní

Řiční niva se všemi svými ekosystémy je základním elementem harmonické kulturní krajiny. Nivní ekosystémy poskytují lidem jedinečné ekosystémové služby.

Ekosystémové služby každého ekosystému zahrnují De Groota (2002) přínosy jednotlivých habitatů, které mají přímý nebo nepřímý vliv na lidskou společnost. Dělí se na služby: zásobovací (potrava, sladká voda, dřevo a vlaknina, palivo), podpůrné (oběh živin, tvorba půdy, primární produkce), regulační (regulace podnebí, regulace záplav, regulace nemoci, čištění vody), kulturní (estetické, duchovní, vzdělávací, rekreační). Lze je vyjádřit ekonomickou hodnotou, kterou je třeba vynaložit na umělé zajištění ekvivalentních služeb (Seják, 2010). Podle Braumanna (2007) ekosystémové služby jsou výhody, které člověk získává z ekosystémů a mají peněžní nebo nepeněžní charakter.

Bereme-li v úvahu základní definici ekosystému, patří ekosystémy říční nivy do funkční soustavy živých a neživých složek životního prostředí, jež jsou navzájem spojeny výměnou látek, tokem energie a předáváním informací a které se vzájemně ovlivňují a vyvíjejí v určitém prostoru a čase.“ (zák. č. 17/1992 Sb. o životním prostředí, § 3, a č. 114/1992 Sb.).

Jednotlivé složky říční nivy lze hodnotit jako nejmenší jednotky jež recyklují biologicky důležité prvky. Nivní ekosystémy jsou dle Margulisové (2004) vymezené

prostor na povrchu Země, kde organismy recyklují energii a chemické látky rychleji uvnitř ekosystému než mezi ním a jinými systémy. Buček & Lacina (1994) rozlišuje dva druhy ekosystémů: přírodní ekosystémy (člověk do nich nemusí zasahovat, mají vysokou biodiverzitu, např. lesy), přírodě blízké ekosystémy (jejich existenci a druhovou diverzitu podmiňuje pravidelná činnost člověka, např. louky)

Pro hodnocení říčních ekosystémů lze najít v odborné literatuře najít podrobný seznam hodnotících kritérií kategorizovaný podle skupin parametrů, jako je morfologie, hydrologie, kvalita vody a biotické charakteristiky (Karr, 1981; Davis a Muhlberg, 2002; Gergel 2002; Holl a Cairns, 2002). Mezi biotické charakteristiky patří interakce jednotlivých skupin v potravním řetězci, přítomnost sensitivních druhů a druhovou diverzitu druhů ryb, bezobratlých nebo mikrofauny bentosu (Karr, 1981).

Verdonschot (2000) rozlišuje šest základních skupin metod pro ekologické hodnocení vodních toků:

- 1) indikátorové (saprobické společenstvo, druhová diverzita, biotické indikátory);
- 2) multikriteriální hodnocení používá mnoho jednotlivých indikátorů pro určení degradace ekosystému, např. bezobratlí, index biotické integrity (Karr a kol., 1986) nebo makrofyta (Barbour, 1996); tam, kde je zdravotní stav společenstva určován na základě rovnováhy funkčních skupin, se doporučuje měřit následující parametry: a) druhové bohatství, b) tolerantní a intolerantní druhy, c) indexy druhové diverzity, d) biotické indikátory, e) měření podobnosti s referenční plochou, f) funkční parametry;
- 3) fyzikálně-ekologické hodnocení používá parametry jako je typ substrátu, morfologie toku, mokřadní/lužní zóna, eroze břehů, stav systému, potoční hydrologie, struktury, složky a druhy (tzv. 5-S model);
- 4) hodnocení povodí (využití krajiny);
- 5) hodnocení ekosystémových složek - hodnotící systém SERCON, který zahrnuje fyzikální a biotické charakteristiky v šesti kritériích: fyzikální diverzita, přirozenost, reprezentativnost, vzácnost, druhové bohatství a zvláštní vlastnosti (Boon a kol., 1997); v Nizozemí se využívá metoda AMOEBE (Brink a kol., 1991), která je založena na porovnávání s referenční plochou;
- 6) hodnocení společenstva metodou RIVPACS, která předpovídá předpokládaný výskyt „makro-bezobratlých“ na základě malého množství parametrů prostředí (Wright, 2000).

Specifickou skupinu v rámci říční nivy tvoří mokřadní ekosystémy díky své dynamice a jsou silně závislé na krajinných procesech, jsou navrhované metody pro hodnocení mokřadů komplexnější. Svou formou se podobají multikriteriální analýze, ve které jsou kromě strukturních charakteristik zahrnuty i atributy týkající se ekologických funkcí, nebo alespoň podmínek, které vytvářejí (Pithart, 2011).

Důležitým parametrem je hydrologie (periodicita zaplavování, hloubka vody, nasycení vodou), chemické a fyzikální parametry vody (obsah kyslíku, akumulace organických látek, pH, toxické látky, redox potenciál, cyklus dusíku) a rostlinná společenstva a hodnocení přizpůsobení rostlin na zaplavené prostředí (Holl a Cairns, 2002). Adamus a kol. (1991) vytvořili podrobnou metodiku pro hodnocení mokřadů – tzv. WET (Wetland Evaluation Technique), ve které udává podobně řazená kritéria. Vaate a Pavluk (2004) doporučují hodnotit mokřady podle Indexu trofické kompletnosti (ITC, Index of Trophic Completness), jenž hodnotí vztahy mezi společenstvy bezobratlých, které jsou negativně ovlivňovány antropickými činnostmi.

Vzhledem k výzkumu říčních ekosystémů je stále více zřejmé, že tyto živé systémy jsou systémy otevřenými vůči prostředí, s neustálým příkonem energie, která jim díky své disipaci napomáhá utvářet se k vyšší dokonalosti. Proto výzkum samotných struktur ekosystémů by byl zcela jednostranným bez hodnocení jejich funkcí, tj. dynamiky procesů neustále probíhajících v jejich strukturách. (Seják 2010).

U říčních niv je důležitá otázka kvality nivy a tomu odpovídající vysoká/nizká hodnota hydrologických služeb. Má to význam při alternativních scénářích revitalizace a managementu nivní krajiny. (Braumann et al, 2007).

Podle Zedlera a Kerchera (2005) rozloha všech mokřadů na Zemi je kolem 9 %, jejich ekosystemové služby však dosahují obrovských hodnot. Pro fungující mokřad jsou klíčové tyto ekosystemové služby: omezení záplav, podpora biodiverzity, podíl na kvalitě vody, sekvestrace uhlíku. Pokud je mokřad degradován, jeho ekosystemové služby jsou minimální. Mezi základní ekosystemové služby říční nivy patří rostlinná produkce (přirůstek píce, dřeva) a živočišná produkce (včetně ryb, lovné zvěře), retence vody, tlumení průtokových extrémů, transformace povodňových vln, retence živin a sedimentů, rekreace, biodiverzita (refugium ohrožených druhů), stabilizace nebo sekvestrace uhlíku, ochlazování a zvlhčování klimatu (Pithart, 2011).

### 4.3. Niva řeky Bečvy – základní poznatky

Řeka Bečva je přirozenou osou geomorfologického celku Moravská brána, v rámci oblasti Západní Vněkarpatské sníženiny. (Culek, 2015). Zkoumané území vzniklo tektonickými pohyby v neogénu (třetihory). V tomto období bylo zkoumané území nejprve součástí moře. To dokazují rozsáhlé, stovky metrů mocné mořské sedimenty – mořské tégly a písky s bohatými paleontologickými nálezy (Brzobohatý, Cicha; 1993). Doklady o fluviální činnosti tvoří mocné třetihorní a čtvrtohorní vrstvy štěrků písků. O další, např. eolickou činnost dokazují vrstvy spraše. (Culek, 2013).

Řeka pramení v Beskydech v nadmořské výšce okolo 800 m.n.m. Jako rožnovská a vsetínská Bečva. Obě zdrojnice se stýkají ve Valašském Meziříčí, kde dále řeka pokračuje pod názvem Bečva. Bečva je levostranným přítokem řeky Moravy. Současná délka toku činí 10,5km. Plocha povodí je 1620,19 km<sup>2</sup> (Ryšánek, 2006). Z klimatického hlediska niva řeky Bečvy náleží do vlhké teplé oblasti – MT 7. Zkoumaná oblast patří do bioprovincie Moravská brána (Culek, 1996). Z fyto geografického hlediska je zkoumané území řazeno do oblasti Carpatium occidentale, podoblasti Sub-Carpatium silesiacum, do okresu Moravská brána (Dostál, 1962). Nové fyto geografické členění ČR řadí studovanou oblast do mezofytika, do fyto geografického obvodu Carpatium, do okresu Moravská brána, do podokresu Moravská brána vlastní (Skalický, 1987).

Z pedologického hlediska jsou nejčastějším půdním typem v nivě řeky Bečvy fluvizemě se zřetelně vyjádřenými horizonty A, G. Nejčastějším typy fluvizemí v bečevské nivě jsou glejové fluvizemě a typické fluvizemě. Na typických fluvizemích rostou tzv. Tvrdé lužní lesy. Dalším typem fluvizemí jsou zde písčité (arenické) či šterkovité (psefitické) fluvizemě. Rostou na nich společenstva tzv. měkkého luhu. Historie těchto fluvizemí je mladá – dosahuje maximálně stovky let, koreluje s probíhajícími záplavami na Bečvě (Machar, 2003).

Při záplavách v roce 1997 byly také obnoveny některé další přirozené a přírodě blízké nivní ekosystémy, jako např. aluviální náplavy. Jedná se o tzv. Renaturalizaci říční krajiny (obnova přírodního stavu). Renaturalizované úseky řeky Bečvy byly navrženy k vyhlášení za chráněné přírodní lokality (Krejčí, Sucharda; 1999). Jedná se o lokalitu Osecké náplavy. V nivě řeky Bečvy jsou dále zastoupeny další nivní ekosystémy, jako např. fragmenty lužních lesů, aluviální louky, mokřady a tůně mrtvých či slepých ramen v různých stádiích sekundární sukcese. Nejvýznamějšími

z nich jsou tyto: PR Škrabalka a Libuška, viz. obr. č. 2., 3., 9., 11., 18. (Valíčková, 1999).

V současné době neexistuje v nivě řeky Bečvy úplná sukcesní série v rámci sekundární sukcesí vodních tůň mrtvých a slepých ramen. Nová mrtvá a slepá ramena nevznikají, stávající tůň zarůstají. Např. PR Škrabalka, mrtvé rameno u Oldřichova, rybník Pískáč, mrtvé rameno Libuška. Důvodem je absence přirozených fluviálních procesů (Valíčková, 2002). Některé mokřadní tůň mají jiný původ. Vznikly jako deprese po odtěžení šterků a písku vyplněné vodou, např. rybník Jadran. Některé ze jmenovaných vodních tůň využívají rybáři a udržují některé vodní tůň ve stadiu tzv. zbržděné sukcese. Jedná se např. o rybník Pískáč, mrtvé rameno u Oldřichova, jedna z tůň PP Luže (viz obr. č. 20). Rybáři zde pravidelně aplikují management – odstraňování lakustrinního sedimentu spolu s břehovými porosty, letnění tůň, vysekávání křovitých vrb. Toto udržování stadia, tzv. zbržděné sukcese vede k tvorbě vzácných, kriticky ohrožených rostlinných společenstev svazů: s leknínem bílým (*Nyphaeion albae*), s pobřežnicí jednokvětou (*Littorellion uniflorae*), s lakušníkem vodním (*Batrachion aquatillis*), s bahničkou vejčitou (*Eleocharion ovatae*), s rdestem světlým - *Potamogeton lucentis* (Valíčková, 2000).





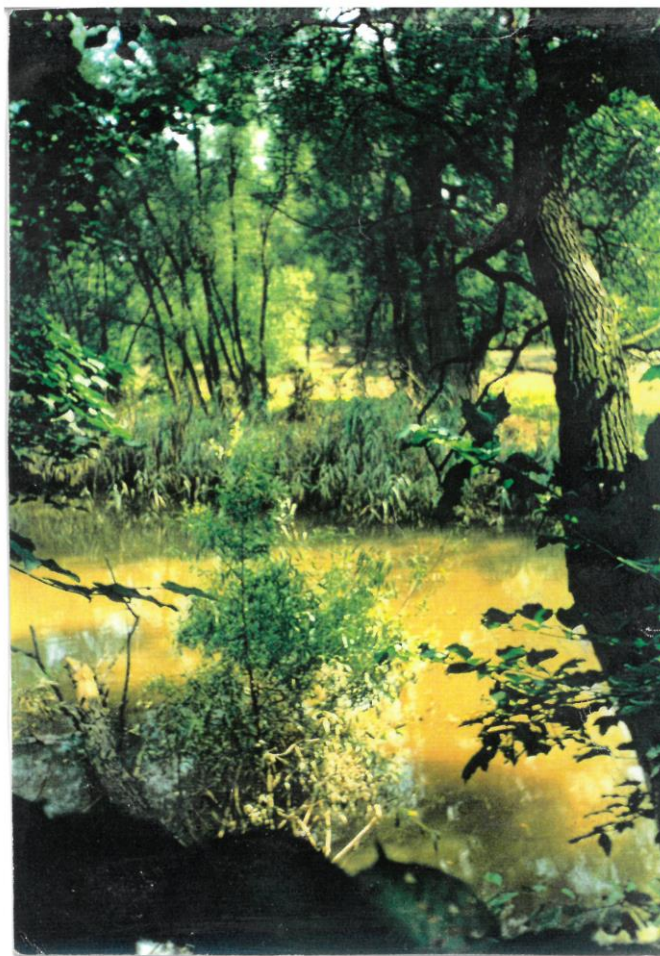
Obr. č. 9. Tůň mrtvého ramene řeky Bečvy v PR Škrabalka. Zdroj: Vlastní

V nivě řeky Bečvy se vyskytují relikty dříve rozsáhlých porostů aluviálních luk. V dnešní době tato vzácná rostlinná společenstva zaznamenávají degradaci směrem k mezofilním až ruderálním rostlinným společenstvům, poněvadž na těchto loukách dochází k poklesu hladiny podzemní vody. Což je jeden ze stěžejních faktorů ovlivňujících prosperitu nivních luk. Jedná se o aluviální louky na lokalitách Pískáč, PR Škrabalka (Valíčková, 2002). Doposud se zde vyskytují rostlinná společenstva vlhkých pcháčových luk svazu s blatouchem bahenním (*Clathion palustris*), která při absenci managementu degradují na tužebníková lada s tužebníkem jilmovým (*Filipendulion ulmaria*). Místy, velmi fragmentárně, spíše v depresích a tam, kde je substrát střídavě vlhký a méně bohatý na živiny, rostou rostlinná společenstva svazu s bezkolencem modravým - *Molinion ceaerulae* (Chytrý, 2019). Tato luční společenstva se vyznačují vysokou biodiverzitou. Např. doposud zde žije mnoho vzácných druhů ptáků, viz tabulky č. 14., 15 v Příloze (Valíčková, 2000).



Obr. č. 10.: Čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*) při přeletu na hnízdiště na aluviální louce u Pískáče. Zdroj: Vlastní

Nejrozsáhlejším přírodě blízkými ekosystémy v nivě řeky Bečvy jsou lužní lesy. Vyskytují se zde jednak společenstva měkkého luhu vrbové křoviny svazu s vrbou bílou (*Salicion albae*), dále mokřadní olšiny s olší lepkavou (*Alnion glutinosae*). Společenstva tvrdého luhu ve zkoumaném území můžeme zařadit do svazu s jilmem vazem (*Ulmion*), nejsušší místa pak volně přechází ve společenstva svazu s habrem obecným (*Carpinion*). Tato společenstva doplňují společenstva ptačích druhů, z nichž mnohé druhy jsou podle řazena k druhům ohroženým až kriticky ohroženým. Žijí zde kriticky ohrožené druhy, jako např. datel černý (*Dryocopus martius*), krutihlav obecný (*Jynx troquilla*), strakapoud menší (*Dendrocopus minor*), ťuhák obecný (*Lanius collurio*), ťuhák šedý (*Lanius excubitor*) a další (Valíčková, 2002).



Obr. č. 11.: Pohled na lužní les v PR Škrabalka při pravidelných jarních záplavách.  
Zdroj: Vlastní

Po skončení posledního glaciálu měla niva řeky Bečvy poněkud jiný ráz, než jaký je typický pro člověkem neovlivněnou nivu ve Střední Evropě. Typické nivní ekosystémy z tohoto období nejsou známy. Z paleontologických analýz a geomorfologických výzkumů vyplývá, že niva řeky Bečvy měla charakter úzkého pruhu lužního lesa – tzv. tvrdého luhu podél říčního toku a dále od řeky rostly doubravy (Opravil, 1983; Bureš, Machar, 1999). Povrch nivy řeky Bečvy byl relativně členitý. Byly zde četné erozní rýhy a různé terénní deprese zarostlé slatinnými rostlinnými společenstvy, zbytky starších terasovitých stupňů, agradační valy pokryté většinou sprašemi a pískové přesypy porostlé řídkou vegetací (Havlíček, 1968). Důvodem byla téměř naprostá absence záplav. Opravil uvádí, že první mocnější akumulace povodňových hlín v oblasti řeky Bečvy jsou datovány od středního subatlantiku, kolem začátku našeho letopočtu (1983). Kolem roku 700, v subrecentu, jsou známy již mocné vrstvy povodňových hlín, dokazující pravidelné

záplavy. Řeka Bečva se začala zahlubovat pod tíhou vlastních sedimentů – šterků, písků, hlín (1983).

Dalším důležitým obdobím v rámci historického vývoje nivy řeky Bečvy je tzv. valašská kolonizace v 17. století, se kterou souviselo odlesnění pramenných oblastí Bečvy. Tento jev hrál stěžejní roli ve změně říční dynamiky (Machar, 2013). Řeka začala unášet obrovské množství materiálu z pramenných oblastí, vlivem, měnila svoje koryto, vytvářela četné meandry, vznikla pestrá mozaika říčních ekosystémů, včetně lužních lesů a dalších nivních biotopů v různých stádiích primární a sekundární sukcese (Valíčková, 1998).

Ve zkoumané oblasti bylo zjištěno, že zde místní obyvatelé zakládali četné rybníky již ve středověku. Tyto plochy byly pro vysokou hladinu podzemní vody prakticky hospodářsky nevyživatelné. Tam, kde byly v bečevské nivě vykáceny lužní porosty, vznikly aluviální louky. Naši předkové dokázali v bečevské nivě žít v souladu s přírodou, pravidelné záplavy považovali za zákonitý přírodní jev. To dokazuje mimo jiné i výskyt sídel ve velké vzdálenosti od říčního toku nebo na vyvýšených místech (Králová, Florová; 1999).

Vysoce diversifikované říční kontinuum Bečvy s kvalitní mozaikou nivních biotopů pravidelně podmiňovalo významné zmírňování disturbancí při pravidelných záplavách, hrálo stěžejní při transformaci povodňových vln (Valíčková, 2002). Říční koryto Bečvy se často větvilo, jako tomu bylo např. u Lipníka nad Bečvou. Z jedné takové větve po říční regulaci vzniklo mrtvé rameno PR Škrabalka. Bečva často a na mnoha místech vytvářela rozsáhlé šterkové náplavy. Jako všude jinde v Evropě, tak i na Bečvě dochází k nástupu kontrakční fáze vývoje říčního koryta. Tuto fázi popisuje Čermák (2010) v koncepci Bečva pro život. Fáze je provázena hloubkovou erozí, snižováním hladiny podzemních vod, snižováním záplavového území nivy aj. Technické úpravy řeky, které proběhly v letech 1897-1932 (Löw, 1999), zabránily mnoha přírodním procesům v bečevské nivě. Tok řeky Bečvy se tak zkrátil o 141 km. Důsledkem byly degradace a zánik mnoha mokřadních biocenóz vázaných na přirozený chod říční nivy. O tom dokazují mnohé vědecké práce. Např. Již v 80. letech 20. století Sedláčková upozorňuje na úbytek dříve rozsáhlých litorálních porostů, zejména zblochanových, rákosových, ostřicových a šípátkových v PR Škrabalka (Sedláčková, 1980). V 90. letech v diplomové práci Valíčková udává, že z mokřadů v rezervaci zcela vymizely některé rostlinné druhy, např. šípátka střelolistá - *Sagittaria sagittifolia* (Valíčková, 1998). Rybka mimo jiné píše

o zanikajícím mokřadu PR Škrabalka a udává kromě jiného i značně nízkou druhovou diverzitu mokřadních ptačích druhů. (Rybka, 1997). Valíčková zaznamenává degradaci mokřadních rostlinných společenstev a na ně závislých mokřadních ptačích populací v rámci zvodnělé pískovny PP Týn nad Bečvou. (Valíčková, 2000). Mazalová popisuje zoocenózy v rámci entomofauny, uvádí údaje o patrném poklesu početnosti vzácných druhů čmeláků a pačmeláků v souvislosti zejména s kolektivizací a intenzifikací zemědělské výroby. (Mazalová, 2013). Čelechovský mluví o zániku dříve rozsáhlých nivních společenstev se složitě fungujícími vztahy mezi jednotlivými složkami v souvislosti s úbytkem vzácných druhů motýlů, např. modrásek bahenní (*Phengaris nausithous*), zahrnutého v evropském seznamu IUCN. (Čelechovský, 2013). Sedláček a Žák popisují ve své práci pokles druhové diverzity entomofauny, zejména zástupců brouků lužních lesů a druhů tzv. pastevních lesů. Z nivní krajiny na dolním toku řeky Bečvy zmizely zejména ty druhy, které jsou vázány na odumřelé stromy a druhy, jejichž životní cyklus je spjat s fungujícími říční nivními ekosystémy. (Sedláček & Žák, 2013).

Niva řeky Bečva je v důsledku urbanizace značně ekologicky nestabilní. To znamená, že jakákoliv větší disturbance zanechává ve zdejší krajině velké škody. Dnes zde převládají sídla a zemědělské pozemky, přirozené a přírodě blízké nivní ekosystémy se vyskytují jen fragmentárně, často izolovaně, bez propojení biokoridory. I za těchto podmínek poskytuje niva řeky Bečvy velmi důležité ekosystémové služby. Jednou z hlavních je úloha v ekologické stabilitě krajiny Moravské brány (Valíčková, 2002).

V roce 1997 proběhly na řece Bečvě velké povodně, které představovaly velmi významnou pozitivní disturbance v nivní krajině. Byla to největší povodeň od roku 1880, kdy byla zahájena hydrologická pozorování na řece Bečvě ve stanici Dluhonice v Přerově. Spadlo extrémní množství srážek, na dolním toku řeky Bečvy byly zaznamenány extrémní průtoky (až 600m<sup>3</sup>/s). Výsledky výzkumů po této povodni, které prováděli Bíza, Lacina, Štěrba, Valíčková dokazují, že velké povodňové škody byly jednak antropogenně pozměněnými porosty v pramenné oblasti řeky v Beskydech, jednak odpřírodněním říční nivy (1998, 1999). Tam, kde došlo k částečné transformaci povodňové vlny, plnily tuto ekosystémovou službu nivní ekosystémy (Bíza, 1998; Štěrba, 1999). Avšak většina území bečevské nivy byla antropogenně pozměněna, zejména urbanizací a transformací na zemědělské pozemky.



Mezi tyto technické zásahy můžeme řadit např. Regulaci řeky, technické úpravy koryta, melioraci aluviálních luk, kácení lesů, výstavbu Oseckého jezu a malých vodních elektráren, zástavbu v nivě apod. Při katastrofálních záplavách v roce 1997 řeka Bečva „igonorovala“ všechna jmenovaná technická opatření a „využívala“ celé údolí Moravské brány. Fragmenty nivních ekosystémů plnily svoji funkci v rámci částečné transformace povodňové vlny.

Záplavová voda vždy představovala ohromnou masu kinetické energie, která má ničivé účinky zejména v okamžiku kulminace. V široké údolní bečevské nivě měla povodňová voda možnost rozlítí do prostoru. Zde nějakou dobu stagnovala a v rámci tohoto stresu nejlépe plnily svoje ekosystémové funkce nivní ekosystémy – lužní lesy, mokřady, aluviální louky. Podstatou této ekosystémové funkce je, že je dochází postupné filtraci povodňové vody díky vysoké pufrční schopnosti „záplavových ekosystémů“. Povodňová vlna tak ztratila svou ničivou intenzitu, došlo k její transformaci (Buček, 1998).

Při povodni v roce 1997 řeka Bečva reanturalizovala na mnoha místech svoje koryto. Nejrozsáhlejšími úseky jsou náplavy u Rybníka Pískáče a Osecké náplavy. Díky fluviálním procesům zde vznikl rozsáhlý systém břehových nátrží a říčních náplavů. Na řece Bečvě tak na některých místech zaniká antropogenně podmíněné koryto a tvoří se koryto dvouetážové, tzv. Thalwegové koryto (Schumm, 1987; Hrádek, 2005).



Obr. č. 12.: Pohled na část lokality Osecké náplavy – v popředí centrální štěrková lavice, v pozadí-břehová nátrž. Zdroj: Krejčí (1999)

Nivní ekosystémy řeky Bečvy se vyznačují vysokou resiliencí (Míchal, 1994). Po skončení povodní v nich nastoupil proces sukcese. Ničivý účinek záplav byl eliminován. Začala se obnovovat dynamická rovnováha ekosystému (Forman & Godron, 1993; Buček & Lacina, 1994; Valíčková, 2002).

Dalším významným příkladem důležitých ekosystémových funkcí nivy řeky Bečvy je čistota vody. Velká antropická zátěž bečevské nivy způsobuje výrazný stres v podobě znečišťujících látek. Tyto chemické látky se dostávají do Bečvy buďto přímo (např. při eko-haváriích) nebo nepřímo – srážkovou vodou, splachem ze zemědělských pozemků apod. Ekosystémové služby týkající se čistoty vody nejlépe v nivě Bečvy plní mokřady. Zejména ty, kde primárně rostou specifická rostlinná společenstva, která se vyznačují přirozenou čistící schopností. Jsou to rostlinná společenstva svazu, např.: se zblochany (*Glycerion*), se rdesty (*Potamnion*), s lakušníky - *Batrachion* (Chytrý, 2019). Dokazují to mimo jiné také chemické rozborů vody v mokřadních tůních v nivě řeky Bečvy. Většina vzorků vykazovala hodnoty na rozhraní mezi I. a II. stupněm klasifikace stojatých vod podle ČSSN 757221. První stupeň označuje čistou vodu a další stupně znamenají různou míru znečištění (Pitter, 1987).

Niva řeky Bečva plní důležité funkce také z hlediska turistiky a rekreace v rámci Moravské brány. Tato oblast je protkána sítí cyklostezek, které propojují významné nivní lokality, turistická a sportovní centra. Návštěvníku nabízí bohaté sportovní, kulturní a duchovní vyžití po celý rok. Niva řeky Bečva je proto jedním z hlavních odpočinkových území Moravské brány, důležitých pro celkovou pohodu návštěvníka (Filippovová, 2014).

## 5. Výsledky výzkumu

V rámci výzkumu říčního kontinua vybraného úseku nivy řeky Bečvy mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenicemi bylo zjištěno, že nivní ekosystémy poskytují kvalitní nabídku vybraných ekosystémových služeb - biodiverzitu, klimatizační služby, podpora malého vodního cyklu, produkce O<sub>2</sub>. Viz např. fytoocenologické snímky č.3, 4 z vegetace na lokalitě Osecké náplavy dokládající vysokou biodiverzitu.

### Říční kontinuum Bečvy

Revitalizované úseky řeky Bečvy, lokality nátrží a říčních šterkopískových náplavů u Pískáče (viz obr. 13.) a Osecké náplavy nabízejí z vybraných ekosystémových služeb zejména vysokou diverzitu a produkci O<sub>2</sub>. Viz fytoocenologické snímky č.1. - 6.

Dále mají obě lokality na renaturalizovaných úsecích význam v menší míře v podpoře malého vodního cyklu a pro klimatizační služby. Viz tabulka č.2.,

Další zjištěné hodnoty ostatních ekosystémových služeb na jednotlivých lokalitách říčních náplavů jsou zaznamenány v tabulce č.2. ,

| lokalita             | Biodiverzita<br>(v Kč/m <sup>2</sup> ) | Podpora malého<br>vodního cyklu<br>(v Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Klimatizační<br>služby<br>(v Kč//l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub><br>(v Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) |
|----------------------|--|---|---|--|
| Náplavy<br>u Pískáče | 14275                                  | 720602  | 940437  | 319760   |
| Osecké<br>náplavy    | 231050                                 | 11663404  | 15221574  | 5175520  |

Tab. č. 2.: Hodnoty vybraných ekosystémových služeb na lokalitách náplavy u Pískáče a Osecké náplavy. Zdroj: Vlastní

Změny rostlinných společenstev v případě fytoocenologických snímků z lech 2014 a 2018 dokazují dynamiku společenstev náplavů. Viz snímky č. 1., 2.

Biodiverzitu rostlinných společenstev doplňovaly ptačí druhy typické pro biotop náplavů, jako např. kulík říční (*Charadrius dubius*), který na lokalitě i opakovaně hnízdil. V protilehlé břehové nátrži zase sídlila početná kolonie břehulí říčních (*Riparia riparia*). Opakovaně zde byl spatřen přeletující a lovcí ledňáček říční (*Alcedo atthis*). Viz. tab č. 10, 11 v Příloze č. 1.



Při sledování podzimních a jarních tahů ptáků zde byly spatřeni např. pisík obecný (*Actitis hypoleucos*), vodouš kropenatý (*Tringa ochropus*).

Snímek č. 1.

Dne: 19. 7. 2014

Náplavy u Pískáče

N 49° 31' 04" E 17° 34' 53"

Lokalita: štěrkopískový náplav na pravém břehu řeky, cca 450 m za mostem směrem k Oseckému jezu.

Orientace SV-JZ.

Slunečno, bezvětří, asi 30 °C

Celková pokryvnost: 40 %

E<sub>1</sub>: 1: *Phalaris arundinacea*; +: *Agrostis stolonifera*, *Achillea millefolium*, *Artemisia vulgaris*, *Carex hirta*, *Cirsium arvense*, *Conyza canadensis*, *Lythrum salicaria*, *Myosoton aquaticum*, *Persicaria hydropiper*, *Persicaria lapathifolium*, *Poa annua*, *Reynoutria japonica*, *Rorippa amphibia*, *Salix fragilis* juv., *Urtica dioica*; r: *Aegopodium podagraria*, *Alliaria petiolata*, *Arctium lappa*, *Aster lanceolatus*, *Barbarea vulgaris*, *Daucus carota*, *Equisetum arvense*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Melilotus albus*, *Mentha longifolia*, *Plantago major*, *Rumex crispus*, *Rumex obtusifolius*, *Scrophularia nodosa*, *Sonchus asper*, *Verbascum thapsus*.

Snímek č. 2.

Náplavy u Pískáče

Dne: 12. 7. 2018

N 49° 31' 04" E 17° 34' 53"

Lokalita: štěrkopískový náplav na pravém břehu řeky, cca 450 m za mostem směrem k Oseckému jezu.

Orientace SV-JZ.

Slunečno, bezvětrí, asi 32 °C

Celková pokryvnost: 45 %

E<sub>1</sub>: 2a: *Phalaris arundinacea*; 1: *Myosoton aquaticum*; +: *Arrhenatherum elatius*, *Artemisia vulgaris*, *Barbarea stricta*, *Bidens tripartita*, *Fallopia convulvulus*, *Helianthus tuberosus*, *Hypericum perforatum*, *Linaria vulgaris*, *Melilotus albus*, *Persicaria lapathifolia*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus repens*, *Reynoutria japonica*, *Rubus caesius*, *Rumex crispus*, *Tanacetum vulgare*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica*; r: *Aegopodium podagraria*, *Achillea millefolium*, *Ajuga reptans*, *Carduus crispus*, *Cirsium arvense*, *Daucus carota*, *Epilobium montanum*, *Galeobdolon montanum*, *Galinsoga ciliata*, *Impatiens glandulifera*, *Heracleum sphondylium*, *Humulus lupulus*, *Mentha longifolia*, *Oenothera* sp., *Pimpinella major*, *Reynoutria japonica*, *Saponaria officinalis*, *Solidago canadensis*, *Symphytum officinale*.



Obr. č. 13.: Pohled na stálou plochu pro fytoocenologické snímkování ve společenstvu náplavů na lokalitě u Pískáče. Zdroj: Vlastní

V rámci výzkumů vegetace na náplavech lokality Osecké náplavy bylo zjištěno, že zdejší rostlinná společenstva odpovídaly stadiu lužního lesa – typu měkký luh svazu s vrbou bílou (*Salicion albae*). Byly zde přítomny druhy dřevin jako např.: vrba bílá (*Salix alba*), vrba křehká (*Salix fragilis*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), apod. Biotop náplavů se vyznačoval vysokou biodiverzitou, což je patrné ze snímků č. 3., 4. z let 2014 a 2018. Odpovídají tomu také výsledky ornitologického průzkumu (viz tab č. 10., 11. v příloze č. 1.), kde vedle ptačích druhů typických pro biotop náplavů jako jsou např. kulík říční (*Charadrius dubius*), přeletující pisík obecný (*Actitis hypoleucos*), jespák bojovný (*Philomachus pugnax*) se vyskytovaly také druhy typické pro lesní biotop, jako např. žluva hajní (*Oriolus oriolus*). Byly přítomny také druhy typické pro mokřadní keře, jako např. cvrčilka říční (*Locustella fluviatillis*) nebo rákosník obecný (*Acrocephalus scirpaceus*).

Tento nivní ekosystém zajišťoval v rámci říčního kontinua vynikající ekosystémové služby i z hlediska produktivity O<sub>2</sub>, také klimatizační služby a služby podpory malého vodního cyklu. Viz tabulka č. 2.

Snímek č. 3.:

Dne: 22. 7. 2014

Osecké náplavy

N 49° 51' 74" E 17° 58' 28"

Lokalita: zarůstající štěrkopískový náplav na pravém břehu řeky, v rámci druhé etáže vícestupňového koryta

Orientace SV-JZ.

Slunečno, bezvětrí, asi 29 °C

Celková pokryvnost: 80 %

E<sub>2</sub>: 30 %

2a: *Populus alba*, *Salix fragilis*; 1: *Populus tremula*, *Salix triandra*; r: *Populus nigra*

E<sub>1</sub>: 50 %

2a: *Molinia arundinacea*, *Phalaris arundinacea*; 1: *Agrostis stolonifera*; +: *Artemisia vulgaris*, *Ajuga reptans*, *Barbarea vulgaris*, *Bidens tripartita*, *Cirsium arvense*, *Conyza canadensis*, *Dactylis glomerata*, *Helianthus tuberosus*, *Linaria vulgaris*, *Mentha longifolia*, *Persicaria lapathifolia*, *Polygonum aviculare*, *Reynoutria japonica*, *Solidago gigantea*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum officinale* sect. *Ruderalia*, *Trifolium repens*, *Urtica dioica*; r: *Aegopodium podagraria*, *Carduus crispus*, *Convulvulus arvensis*, *Galeobdolon montanum*, *Humulus lupulus*, *Hypericum perforatum*, *Lolium perenne*, *Myosoton aquaticum*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Sapponaria officinalis*.

Snímek č. 4.:

Dne: 15. 7. 2018

N 49° 51' 74" E 17° 58' 28"

Lokalita: zarůstající štěrkopískový náplav na pravém břehu řeky, v rámci druhé etáže vícestupňového koryta

Orientace SV-JZ.

Slunečno, bezvětrí, asi 29 °C

Celková pokryvnost: 100 %

E<sub>3</sub>: 5 %

1: *Populus alba*; r: *Populus nigra*

E<sub>2</sub>: 10 %

1: *Populus alba*, *Salix fragilis*; +: *Alnus glutinosa*, *Salix triandra*; *Salix alba* x *Salix fragilis*

E<sub>1</sub>: 85 %

2a: *Molinia arundinacea*, *Phalaris arundinacea*; 1: *Calystegia sepium*, *Elymus caninus*, *Lysimachia nummularia*, *Myosoton aquaticum*, *Pesicaria hydropiper*, *Persicaria lapathifolia*, *Rubus caesius*; +: *Arrhenatherum elatius*, *Artemisia vulgaris*, *Elymus repens*, *Galeopsis pubescens*, *Galeopsis speciosa*, *Impatiens glandulifera*, *Lamium maculatum*, *Rorippa* sp.; r: *Anthriscus sylvestris*, *Arctium tomentosum*, *Aster* sp., *Bromus sterilis*, *Carduus crispus*, *Daucus carota*, *Geranium pratense*, *Geum urbanum*, *Helianthus tuberosus*, *Moehringia trinerva*, *Veronica beccabunga*.



Obr. č. 14: Pohled na zarůstající druhou vyšší etáž v rámci říční štěrkopískové lavice na lokalitě Osecké náplavy v létě roku 2016. Zdroj: Vlastní

V rámci dalšího nivního ekosystému typu břehová nátrž na lokalitě Osecké náplavy bylo zjištěna nízká pokryvnost vegetace vegetací, viz fytocenologické snímky č. 5, 6. Rostlinné druhy doplňovaly specifické ptačí druhy, např. jež využili pro své hnízdiště břehule říční (*Riparia riparia*) a ledňáček říční (*Alcedo atthis*). Viz obr. č. 15

Snímek č. 5.:

Osecké náplavy – břehová nátrž

Dne: 16. 7. 2014

N 49° 51' 74" E 17° 58' 28"

Lokalita: břehová nátrž na pravém břehu řeky, výška nátrže cca 3 m

Orientace SV-JZ.

Slunečno, bezvětrí, asi 30 °C

Celková pokryvnost: 25 %

E: 25 %

1: *Elymus repens*, *Erysimum cheiranthoides*, *Tripleurospermum maritimum*; +: *Apera spica-venti*, *Artemisia vulgaris*, *Chaenorrhinum minus*, *Tanacetum vulgare*; r: *Epilobium ciliatum*, *Silene vulgaris*.



Snímek č. 6.:

Osecké náplavy – břehová nátrž

Dne: 20. 7. 2018

N 49° 51' 74" E 17° 58' 28"

Lokalita: břehová nátrž na pravém břehu řeky, výška nátrže cca 3 m

Orientace SV-JZ.

Slunečno, bezvětrí, asi 30 °C

Celková pokryvnost: 40 %

E<sub>2</sub>: 5 %

1: *Populus alba*

E<sub>1</sub>: 35 %

2a: *Conyza canadensis*; 1: *Apera spica-venti*, *Taraxacum officinale* sect. *Ruderalia*, *Tripleurospermum maritimum*; +: *Artemisia vulgaris*, *Oxalis dillenii*, *Trifolium badium*; r: *Cirsium arvense*, *Cirsium vulgare*, *Echium vulgare*, *Hypericum perforatum*, *Solidago virgaurea*, *Stachys palustris*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Verbascum nigrum*.



Obr. č. 15.: Pohled na část břehové nátrže na lokalitě Osecké náplavy. Jsou zde patrné otvory hnízdních dutin břehule říční (*Riparia riparia*). Zdroj: Vlastní



Při výzkumu nivních ekosystémů vodních tůní mrtvých ramen a zarůstajících mokřadů bylo zjištěno dynamické střídání sukcesních sérií v rámci sekundární sukcese. Všechna stadia se vyznačovala vysokou druhovou diverzitou rostlin a jim odpovídajících ptačích druhů. To je zřejmé z fytoecnologických snímků č. 7-12., z tabulek č. 12., 13. v příloze č. 1.

Jednotlivé typy ekosystémů ve všech stadiích sekundární sukcese přitom poskytovaly všechny typy vybraných ekosystémových služeb, jak ukazuje tab. č. 3.

| Lokalita tůní mrtvých ramen | Biodiverzita (v Kč /rok) | Podpora malého vodního cyklu (Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Klimatizační služby (Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub> (Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) |
|-----------------------------|--------------------------|---|--|---|
| PR Škrabalka                | 118752                   | 14101800  | 16625280                                       | 6165208   |
| Libuška                     | 912708                   | 108388408   | 127774120                                      | 47384757  |

Tab. č. 3.: Hodnoty vybraných ekosystémových služeb tůní mrtvých ramen na lokalitách PR Škrabalka, Libuška. Zdroj: Vlastní

Sekundární sukcesní řada v rámci trvalé plochy mokřadní tůně PR Škrabalka zkoumaná v letech 2014-2018, viz obr. 16.

Snímek č. 7.:

PR Škrabalka

Dne: 17. 7. 2014

N 49° 31' 17", E 17° 35' 59"

Lokalita: centrální část tůně mrtvého ramene, asi 2 m od větvení na 3 raménka, 1,5 m od pravého břehu.

Slunečno, bezvětří, asi 28 °C.

Celková pokryvnost: 30 %

E1: 2a: *Potamogeton natans*; 1: *Batrachium aquatile*, *Hottonia palustris*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Oenanthe aquatica*, *Potamogeton crispus*; +: *Batrachium circinatum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Sagittaria sagittifolia*

E0: +: *Riccia rhenana*

Snímek č. 8.

PR Škrabalka

Dne: 15. 7. 2018

N 49° 31' 17", E 17° 35' 59"

Lokalita: centrální část tůně mrtvého ramene, asi 2 m od větvení na 3 raménka, 1,5 m od pravého břehu.

Slunečno, bezvětří, asi 32 °C

Celková pokryvnost: 90 %

E1: 2m: *Phalaris arundinacea*; 2b: *Typha latifolia*; 1: *Calystegia sepium*, *Carex gracilis*, *Iris pseudacorus*, *Sparganium erectum* +: *Alisma plantago-aquatica*, *Carex vulpina*, *Carex pseudocyperus*, *Lemna trisulca*, *Lysimachia nemorum*, *Lythrum salicaria*, *Myosoton aquaticum*, *Oenanthe aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Salix alba* juv., r: *Acorus calamus*, *Deschampsia caespitosa*, *Impatiens glandulifera*, *Lemna*

*minor*, *Lycopus europaeus*, *Populus alba* juv., *Rubus caesius*, *Rumex hydrolapathum*,  
*Sagittaria sagittifolia*

E0: r: *Riccia rhenana*



Obr. č. 16.: Pohled na společenstvo bahnitých substrátů – pokračující stadium sekundární sukcese mokřadní tůně PR Škrabalka, v popředí ohrožený druh šípátka střelolistá (*Sagittaria sagittifolia*). Zdroj: Vlastní

Při výzkumech vegetace na stálých plochách v litorální části tůně mrtvého ramene byla také zaznamenána změna rostlinných společenstev v rámci procesů sekundární sukcese.

Viz snímky č. 9,10. obr. č. 17.

Snímek č. 9.:

PR Škrabalka

Dne: 17. 7. 2014

N 49° 31' 18", E 17° 35' 52"

Lokalita: závěr severního raménka tůň mrtvého ramene. Začíná v místě pomyslně navazující na orientační tabuli č. 3. Plocha je poblíž pravého břehu tůň mrtvého ramene.

Slunečno, bezvětrí, asi 28 °C.

Celková pokryvnost: 78 %

E1: 4: *Glyceria maxima*; +: *Calystegia sepium*, *Persicaria amphibia*, *Phalaris arundinacea*, *Veronica beccabunga*; r: *Alisma plantago-aquatica*, *Lythrum salicaria*.

Snímek č. 10.:

PR Škrabalka

Dne: 10. 7. 2018

N 49° 31' 18", E 17° 35' 52"

Lokalita: závěr severního raménka tůň mrtvého ramene. Začíná v místě pomyslně navazující na orientační tabuli č. 3. Plocha je poblíž pravého břehu tůň mrtvého ramene.

Slunečno, bezvětrí, asi 30 °C.

Celková pokryvnost: 80 %

E1: 4: *Carex pseudocyperus*; +: *Alisma plantago-aquatica*, *Calystegia sepium*, *Persicaria amphibia*, *Sparganium erectum*, *Veronica anagalis-aquatica*; r: *Meyanthes trifoliata*.



Obr. 17.: Pohled na zarůstající litorální část tůně mrtvého ramene v PŘ Škrabalka.  
Zdroj: Vlastní

Současně se zde vyskytovaly ptačí druhy dynamicky reagující na změnu rostlinných společenstev. Byly to druhy např. volavka popelavá (*Ardea cinerea*) – viz obr. 23 v Příloze, chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), slípka zelenonohá (*Galinula chloropus*). Viz tabulka č. 12., 13. v Příloze č.1.

V případě výzkumu vegetace na stálých plochách v tůni mrtvého ramene na lokalitě Libuška byl prokázán střídání sekundárních sukcesních serií v korelaci s postupným zazemňováním tůně. Viz fytoecologické snímky č. 11., 12.

Sekundární sukcesní řada v rámci trvalé plochy mokřadní tůně Libuška zkoumaná v letech 2014-2018

Snímek č. 11.

Libuška

Dne: 20. 7. 2014

N49° 31' E17° 38'

Lokalita: SZ část tůně mrtvého ramene, asi 5 m od mostu spojující polní cesty od Oseka nad Bečvou k obci Sušice

Slunečno, bezvětří, asi 30 °.

Celková pokryvnost: 32 %

E1: 2b: *Elodea canadensis*; 1: *Batrachium circinatum*, *Lemna minor*, *Myriophyllum spicatum*; +: *Lemna trisulca*, *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton natans*, *Sagittaria sagittifolia*, *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum submersum*.

Snímek č. 12.:

Libuška

Dne: 20. 7. 2018

N49° 31' E17° 38'

Lokalita: SZ část tůně mrtvého ramene, asi 5m od mostu spojující polní cesty od Oseka nad Bečvou k obci Sušice

Slunečno, bezvětří, asi 31°.

Celková pokryvnost: 50 %

E1: 3: *Glyceria maxima*; 1: *Carex gracilis*, *Sparganium erectum*; +: *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Calystegia sepium*, *Phalaris arundinacea*, *Typha angustifolia*.

Inventarizační výzkum ptačích populací ukazoval opět přítomnost specifických ptačích druhů v závislosti na plošné rozloze typických biotopů – vodních tůní, litorálních porostů. Z mokřadních druhů zde byly dlouhodobě zaznamenány např.



chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), slípka zelenonohá (*Gallinula chloropus*), cvrčilka říční (*Locustella fluviatilis*), rákosník proužkovaný (*Acrocephalus schoenobaenus*), apod. Viz tabulka č. 12., 13. v Příloze č.1.



Obr. 18.: Pohled na část tůně mrtvého ramene Libuška se stálou plochou v litorálu.  
Zdroj: Vlastní

Snímek č. 13:

aluviální louka u Pískáče

Dne: 12. 7. 2014

N49° 31' 43 " E17° 34' 53"

Lokalita: JZ okraj aluviální louky u rybníka Pískáče, asi 3 m od polní stezky. Po levé straně Technické služby města Lipníka nad Bečvou. Na sever od plochy starý extenzivní sad vysokokmenných jabloní.

Slunečno, bezvětrí, asi 27 °C

Celková pokryvnost: 100 %

E1: 3: *Arrhenatherum elatius*; 2a: *Carex gracilis*, *Poa pratensis*; 1: *Agrostis canina*, *Alopecurus pratensis*, *Carex riparia*, *Cirsium palustre*, *Lychnis flos-cuculi*, *Molinia arundinacea*, *Molinia caerulea*, *Ranunculus flammula*; +: *Betonica officinalis*,

*Caltha palustris*, *Epilobium hirsutum*, *Equisetum* sp., *Festuca rubra*, *Filipendula ulmaria*, *Galium aparine*, *Galium boreale*, *Geranium pratense*, *Holcus lanatus*, *Melilotus albus*, *Ranunculus repens*; r: *Aegopodium podagraria*, *Aquilegia vulgaris*, *Epilobium montanum*, *Sanguisorba officinalis*, *Symphytum officinale*.

Snímek č. 14.:

Libuška

Dne: 20. 7. 2018

N49° 31' 43 " E17° 34' 53"

Lokalita: JZ okraj aluviální louky u rybníka Pískáče, asi 3 m od polní stezky. Po levé straně Technické služby města Lipníka nad Bečvou. Na sever od plochy starý extenzivní sad vysokokmenných jabloní.

Slunečno, bezvětrí, asi 30 °C

Celková pokryvnost: 100 %

Asociace: s andělikou lesní a pcháčem zelinným (*Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* Tüxen 1937)

E1: 3: *Arrhenatherum elatius*; 2a: *Carex riparia*; 1: *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense*, *Lysimachia nummularia*, *Poa pratensis*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus flammula*; +: *Betonica officinalis*, *Caltha palustris*, *Carex gracilis*, *Cirsium canum*, *Cirsium palustre*, *Epilobium montanum*, *Galium palustre*, *Holcus lanatus*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Mentha aquatica*, *Mentha longifolia*, *Molinia arundinacea*; r: *Aegopodium podagraria*, *Cirsium oleraceum*, *Crepis paludosa*, *Equisetum fluviatile*, *Symphytum officinale*.

V rámci říčního kontinua sledovaného úseku bečevské nivy bylo zjištěno výzkumem ve fragmentu aluviálních luk na lokalitě u Pískáče, že vegetace nivních luk zůstala nezměněna. Viz fytocenologické snímky č. 13., 14. Tomuto výsledku odpovídala zjištění ornitologických inventarizačních průzkumů. Na lokalitě byly dlouhodobě přítomny, popř. hnízdily mimo specifické ptačí druhy, např.: skřivan polní (*Alauda arvensis*), čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*) – viz obr. č.24 v Příloze, , apod. Byl zde dokonce pravidelně spatřován vzácný chocholouš obecný (*Galerida cristata*).

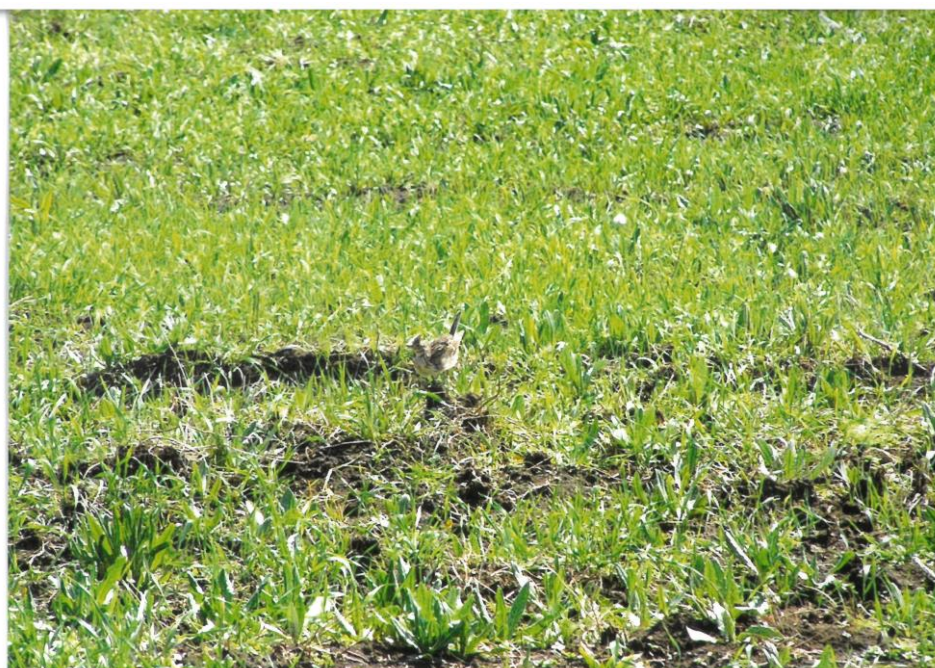


Viz obr. č. 19., tabulky č. 14., 15. v Příloze

Dále je z fytocenologických snímků č. 13., 14. a z ornitologických průzkumů zaznamenaných např. v tabulce č. 14., 15. v Příloze je patrné, že aluviální louky sledovaného úseku nivy Bečvy zastoupené loukou u Pískáče poskytují kvalitní ekosystémové služby, a to vysokou biodiverzitu rostlinných a ptačích společenstev, s tím související produkci O<sub>2</sub>. Hrají také významnou roli v oblasti klimatizačních služeb a v podpoře malého vodního cyklu. Odpovídající hodnoty vybraných ekosystémových služeb aluviálních luk na příkladu louky u Pískáče jsou vyjádřeny v tabulce č. 4.

| lokalita                 | Biodiverzita<br>(v Kč/rok) | Podpora malého<br>vodního cyklu<br>(v Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Klimatizační<br>služby<br>(v Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub><br>(v Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) |
|--------------------------|----------------------------|---|--|--|
| Nivní louka<br>u Pískáče | 119760                     | 3413160   | 6706560  | 1564864  |

Tab č. 4.: Hodnoty vybraných ekosystémových služeb aluviálních luk na příkladě louky u Pískáče zkoumané v letech 2014-2018. Zdroj: Vlastní



Obr. č. 19. Vzácný ptačí druh chocholouš obecný (*Galerida cristata*) na louce u Pískáče. Zdroj: Vlastní

## Vývoj ekosystémových služeb

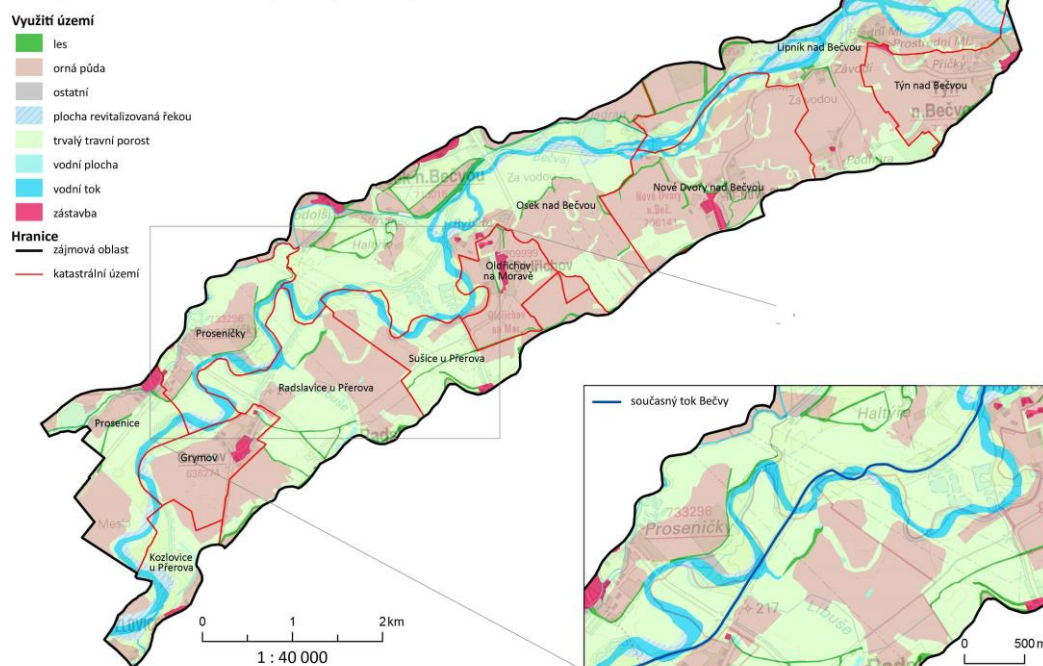
### Období před technickými úpravami

Analýzami změn landuse na podkladě map II. vojenského mapování bylo zjištěno, že celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku řeky Bečvy v období před technickými úpravami dosahovala 5 121 337 400,- Kč. Z tabulky finančních hodnot je dále patrné, že na celkové roční hodnotě ekosystémových služeb mají největší podíl klimatizační služby, a to hodnotou 2 699 381 700,- Kč a podpora malého vodního cyklu, a to hodnotou 1 386 011 100,- Kč. Roční finanční hodnota z hlediska produkce O<sub>2</sub> je také vysoká, činí 1 010 546 200,- Kč. Tyto služby poskytovaly poměrně rozsáhlé plochy přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů, spolu s neregulovaným tokem řeky Bečvy zobrazené na mapě č. 3.

| Kategorie                   | Plocha (v ha) | Klimatizační služby (v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Podpora malého vodního cyklu (v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub> (v tis Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) | Biodiverzita (v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) |
|-----------------------------|---------------|--|---|---|---|
| les                         | 63,85         | 143024   | 127380,75   | 48526   | 2362,45                                       |
| Orná půda                   | 1144,74       | 961581,6   | 244974,36   | 384632,64   | 6868,44                                       |
| ostatní                     | 1,77          | 1697,43  | 764,64  | 635,43  | 12,39   |
| Plocha revitalizovaná řekou | 86,53         | 142514,41  | 109200,86   | 48456,8   | 2163,25                                       |
| Trvalý travní porost        | 962,48        | 1347472  | 822920,4  | 498564,64   | 7699,84                                       |
| Vodní plocha                | 4,03          | 6770,4   | 5742,75   | 2510,69   | 48,36   |
| Vodní tok                   | 161,1         | 91182,6  | 72978,3   | 26581,5   | 3705,3  |
| zástavba                    | 33,59         | 5139,27  | 2048,99   | 638,21  | 80,28   |
| <b>Celkem</b>               | <b>2458,1</b> | <b>2699381,7</b>                                     | <b>1386011,1</b>  | <b>1010546,2</b>  | <b>22940,31</b>                               |

Tab č.5.: Přehled ročních finančních hodnot vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku. Zdroj: Vlastní

## VYUŽITÍ ÚZEMÍ DLE II. VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ v zájmové oblasti nivy řeky Bečvy



Mapa č. 3: Land-use zkoumaného území dle II. vojenského mapování. Zdroj: Vlastní

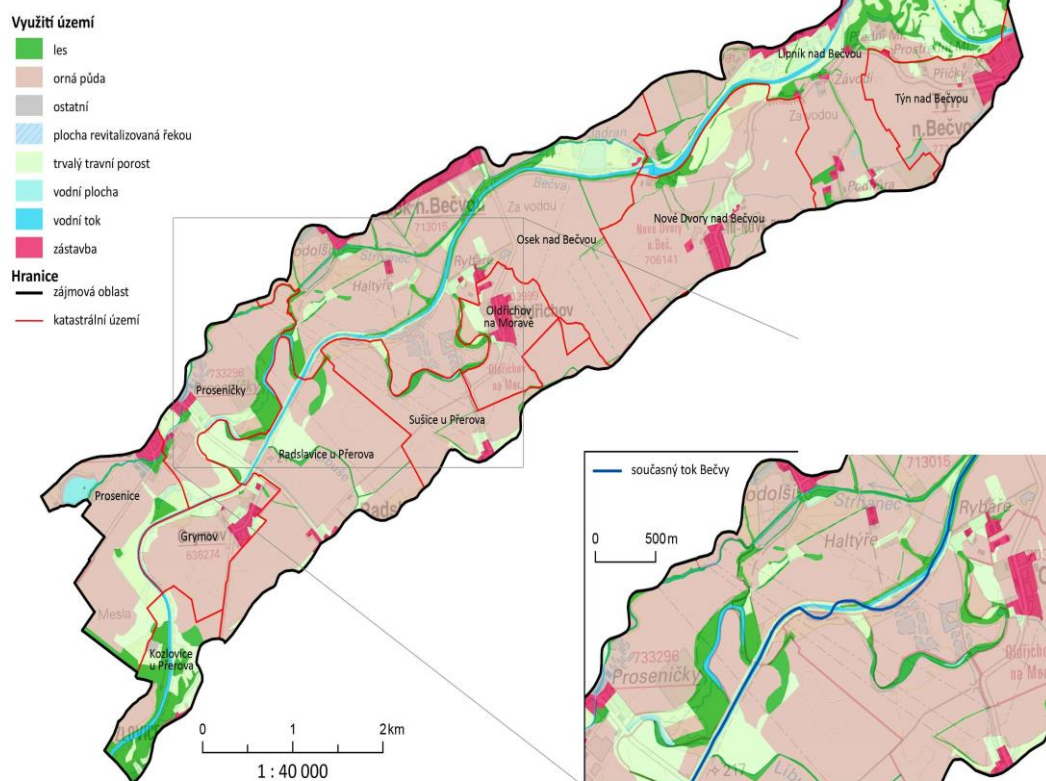
Období po technických úpravách do 50. let 20. století

Celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb v tomto období činí 4 617 881 100,- Kč. Jak naznačuje mapa č. 4. Ve druhém zkoumaném období se výrazně změnil říční tok, jeho plocha vlivem regulace řeky Bečvy poklesla téměř 3x. Také byl zaznamenán úbytek plochy trvalých travních porostů. Významně se zvětšila plocha lužního lesa a orné půdy. To vše mělo vliv na změnu roční hodnoty vybraných ekosystémových služeb, jak naznačuje tabulka č. 6. Dále z tabulky č. 6. je patrné, že se nejvíce na celkové roční hodnotě podílely klimatizační služby, a to hodnotou 2 496 553 800, - Kč a služby podpory malého vodního cyklu, s hodnotou 1 149 621 600,- Kč. Také roční finanční hodnota služby produkce O<sub>2</sub> byla vysoká, dosahovala 946 392 060,- Kč.

| Kategorie                   | Plocha (v ha) | Klimatizační služby (v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Podpora malého vodního cyklu (v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub> (v tis Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) | Biodiverzita (v tis Kč/rok) |
|-----------------------------|---------------|--|---|---|-----------------------------|
| les                         | 218,58        | 489619,2   | 436067,1  | 166120,8  | 8087,46                     |
| Orná půda                   | 1725,27       | 1 449226,8   | 369207,78   | 579690,72   | 10351,62                    |
| ostatní                     | 15,81         | 15161,79   | 6829,92   | 5675,79   | 110,67                      |
| Plocha revitalizovaná řekou | 1,89          | 3112,82  | 2385,18   | 1058,4  | 47,25                       |
| Trvalý travní porost        | 344,91        | 482874   | 294898,05   | 178663,38   | 2759,28                     |
| Vodní plocha                | 7,94          | 13339,2  | 11314,5   | 4946,62   | 95,28                       |
| Vodní tok                   | 51,41         | 29098,06   | 23288,73  | 8482,65   | 1182,43                     |
| zástavba                    | 92,3          | 14121,9  | 5630,3  | 1753,7  | 221,52                      |
| <b>Celkem</b>               | <b>2458,1</b> | <b>2496553,8</b>                                     | <b>1149621,6</b>  | <b>946392,06</b>  | <b>22855,51</b>             |

Tab č. 6.: Roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku řeky Bečvy v roce 1954. Zdroj: Vlastní

### VYUŽITÍ ÚZEMÍ V ROCE 1954 v zájmové oblasti nivy řeky Bečvy



Mapa č. 4.: Land-use zkoumaného území v roce 1954. Zdroj: Vlastní

Období 50. léta – povodně v roce 1997

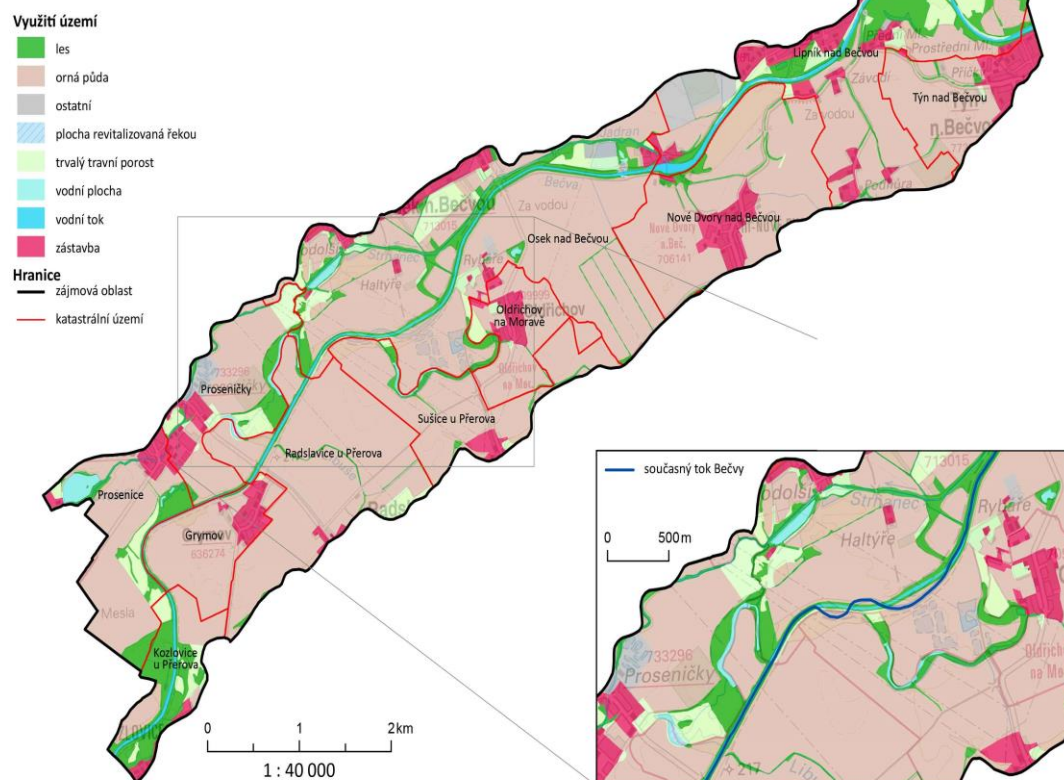
Celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb v roce 1994 činila 4 548 237 400,- Kč. Z tabulky č. 7. vyplývá, že hlavní podíl na celkové roční hodnotě vybraných ekosystémových služeb měly opět klimatizační služby, služby podpory malého vodního cyklu a produkce O<sub>2</sub>. Z mapy landuse č. 5. z tabulky č. 8. je dále patrné, že plocha orné půdy byla rozsáhlá, činila 1719,13ha a vzrostl také plošný podíl zástavby. Jak naznačuje mapa č. 5. a tabulka č. 7., zůstává stále vysoký podíl plochy lužního lesa. Plochy revitalizované řekou a plocha vodního toku Bečvy zůstávají stále na nízkých hodnotách. Důsledky jmenovaných změn ploch landuse na vybrané ekosystémové služby naznačuje tabulka č. 7.

| Kategorie                         | Plocha<br>(v ha) | Klimatizační služby<br>(v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Podpora malého<br>vodního cyklu<br>(v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub><br>(v tis Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) | Biodiverzita<br>(v tis Kč/rok) |
|-----------------------------------|------------------|---|---|--|--------------------------------|
| les                               | 279,96           | 627110,4  | 558520,2  | 212769,6   | 10358,52                       |
| Orná půda                         | 1719,13          | 1444069,2   | 367893,82   | 577627,68  | 10314,78                       |
| ostatní                           | 51,15            | 49052,85  | 22096,8   | 18362,85   | 358,05                         |
| Plocha<br>revitalizovaná<br>řekou | 2,71             | 4463,37   | 3420,02   | 1517,6   | 67,75                          |
| Trvalý travní<br>porost           | 137,22           | 192108  | 117323,1  | 71079,96   | 1097,76                        |
| Vodní plocha                      | 17,55            | 29484   | 25008,75  | 10933,65   | 210,6                          |
| Vodní tok                         | 43,17            | 24434,22  | 19556,01  | 7123,05  | 992,91                         |
| zástavba                          | 207,23           | 31706,19  | 12641,03  | 3037,37  | 497,35                         |
| <b>Celkem</b>                     | <b>2458,1</b>    | <b>2402428,2</b>  | <b>1126459,7</b>  | <b>902451,76</b>   | <b>23897,72</b>                |

Tab. č. 7.: Roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného území v roce 1994. Zdroj: Vlastní



## VYUŽITÍ ÚZEMÍ V ROCE 1994 v zájmové oblasti nivy řeky Bečvy



Mapa č. 5.: Land-use zkoumaného území v roce 1994. Zdroj: Vlastní

Od povodně v roce 1997 – po současnost (2018)

Celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb ve zkoumaném území v roce 2018 je 11 283 184 000 000,- Kč.

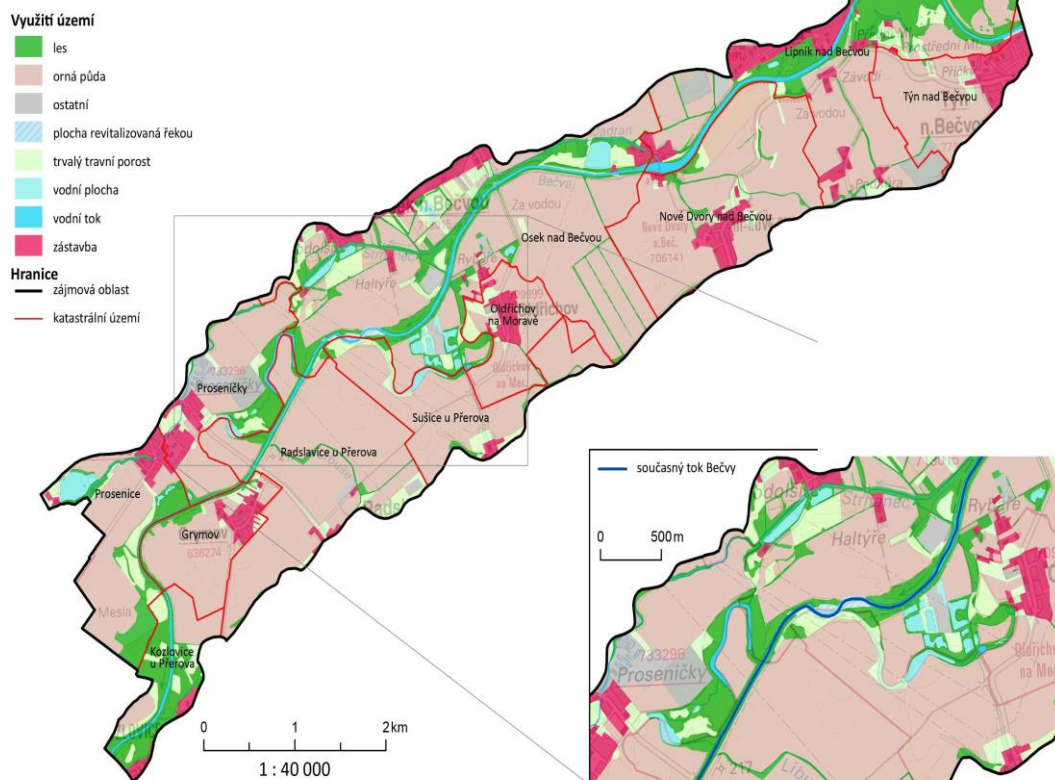
Hlavní podíl na celkové roční finanční hodnotě vybraných ekosystémových služeb měly klimatizační služby, služby podpory malého vodního cyklu, služby produkce O<sub>2</sub>. Viz tabulka č. 8.

| Kategorie                   | Plocha (v ha) | Klimatizační služby (v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Podpora malého vodního cyklu (v tis Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub> (v tis Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) | Biodiverzita (v tis Kč/rok) |
|-----------------------------|---------------|--|---|---|-----------------------------|
| les                         | 357,78        | 801427,2   | 7 137711  | 271912,8  | 13237,86                    |
| Orná půda                   | 1571,25       | 1319850  | 336247,5  | 527940  | 9427,5                      |
| ostatní                     | 65,69         | 62996,71   | 28378,08  | 23582,71  | 459,83                      |
| Plocha revitalizovaná řekou | 3,18          | 5237,46  | 4013,16   | 1780,8  | 79,5                        |
| Trvalý travní porost        | 181,06        | 253484   | 154806,3  | 93789,08  | 1448,48                     |
| Vodní plocha                | 33,65         | 56532  | 47951,25  | 20963,95  | 403,8                       |
| Vodní tok                   | 53,25         | 30139,5  | 24122,5   | 8786,25   | 1224,75                     |
| zástavba                    | 192,23        | 29411,19   | 11726,03  | 3652,37   | 461,35                      |
| <b>Celkem</b>               | <b>2458,1</b> | <b>2559078,1</b>                                     | <b>7744955,8</b>  | <b>952407</b>   | <b>26743,07</b>             |

Tab. č. 8.: Roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného území v roce 2018. Zdroj: Vlastní

Na mapě č. 6. a v tabulce č. 8. Jsou dále vyznačeny údaje o zvětšení ploch revitalizovaných řekou, jejichž plocha činila 3,18ha. Plochy revitalizované řekou v tomto období nejlépe plnily svou funkci v oblasti klimatizačních služeb, a sice s roční hodnotou 30 139 500,- Kč. Dále v tab. č. 8. A v na mapě č. 6. je zřejmé, že vzrostl relativní plošný podíl kategorie trvalý travních porostů. Tento přírodě blízký ekosystém nabízel vysoké roční hodnoty vybraných ekosystémových služeb (viz tab. č. 8). Nejvyšších ročních hodnot dosahovaly v případě trvalých travních porostů klimatizační služby, a to 253 484 000,- Kč. Co se týče ekosystémové služby podpora biodiverzity, nejvíce se na této roční hodnotě podílel lužní les, a to hodnotou 13 237 860,- Kč.

## VYUŽITÍ ÚZEMÍ V ROCE 2018 v zájmové oblasti nivy řeky Bečvy



Mapa č. 6.: Land-use zkoumaného území v roce 2018. Zdroj: Vlastní



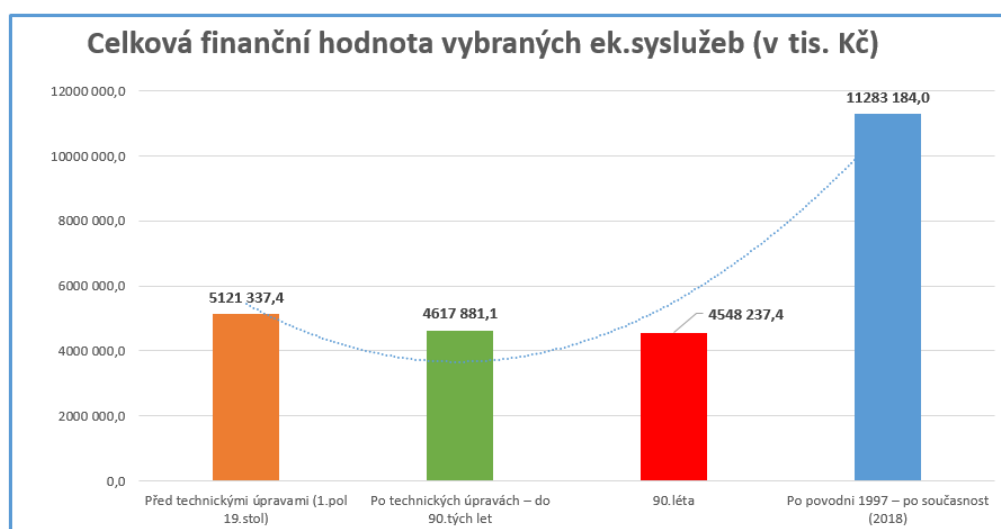
Vývoj vybraných ekosystémových služeb od období před technickými úpravami po současnost

Vývoj ekosystémových služeb je dokumentován jednak v tab. č. 9. Tento vývoj je to patrný z hodnot konkrétních ekosystémových služeb v rámci grafů č. 1.-4.

V tabulce č. 9. jsou zaznamenány celkové roční hodnoty ekosystémových služeb říční nivy v období před technickými úpravami až po období po povodni 1997 až současnost. V prvním období dosahuje roční hodnota ekosystémových služeb 5 121 337 400,- Kč, v posledním sledovaném období je tato roční hodnota 11 283 184 000,- Kč.

| období                                     | Celková finanční hodnota vybraných ek.služeb (v tis. Kč) |
|--|--|
| Před technickými úpravami (1. pol 19.stol) | 5121337,4  |
| Po technických úpravách – do 90. tých let  | 4617881,1  |
| 90. léta                                   | 4548237,4  |
| Po povodni 1997 – po současnost (2018)     | 11283184   |

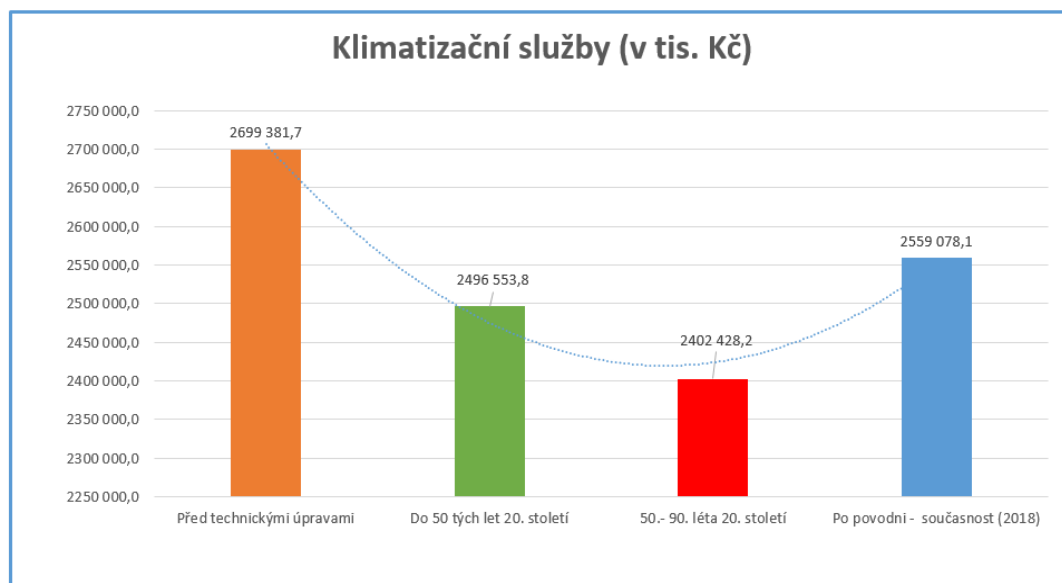
Tab č. 9.: Celkové roční finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy od období II. vojenského mapování po současnost. Zdroj: Vlastní



Graf č. 1.: Celkové roční hodnoty ekosystémových zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy ve všech příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

V grafu č. 1. Je patrné, že v prvních třech zkoumaných obdobích byla celková roční hodnota ekosystémových služeb velmi podobná, pohybovala se mezi 4.-5. miliardami Kč. Tato hodnota se velmi výrazně zvýšila po povodni 1997, a to na více než dvojnásobek. Z grafu č. 1. Je patrný trend vývoje roční sumy hodnot vybraných ekosystémových služeb.

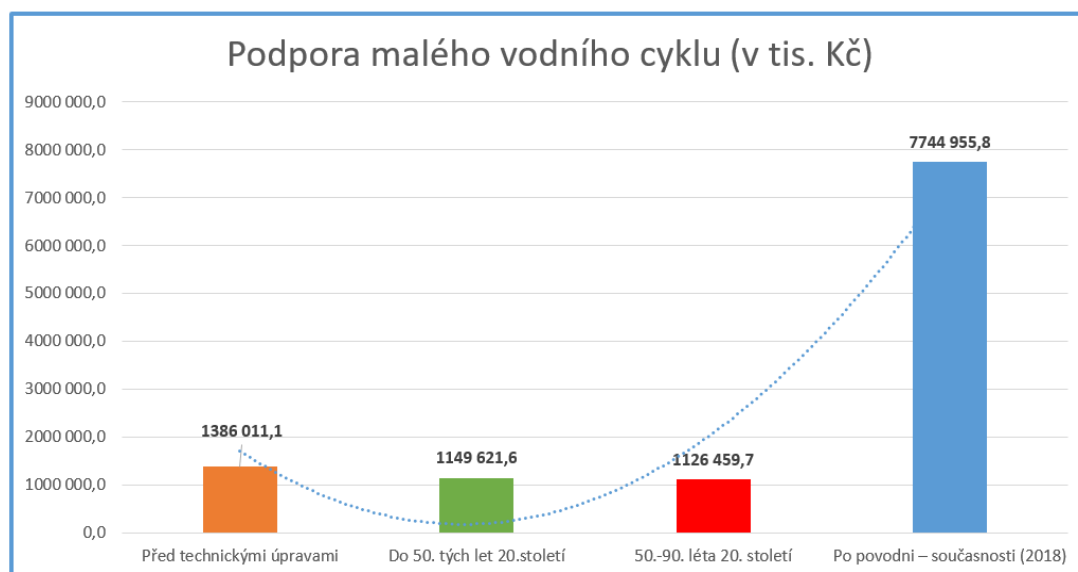
### Klimatizační služby



Graf č. 2.: Vývoj klimatizačních služeb zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy v příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

Z grafu č. 2., z tabulky č. 16. v Příloze č. 2. vyplývá, že nejvyšší roční hodnoty této ekosystémové služby dosahovala v období před technickými úpravami, tzn. V období, kdy podle mapy landuse č. 3. byla plocha přírodních a přírodě blízkých kategorií relativně dosti vysoká, dosahovala 2 699 381 700,- Kč. (také viz tab. č. 16 v příloze). V dalších obdobích po regulaci řeky lze spatřovat pokles ročních hodnot klimatizačních služeb. Nejnižší roční hodnota odpovídá období mezi 50. léty 20. století do povodně v roce 1997. V období po povodni 1997 až současnost je dokumentován vzrůst hodnot klimatizačních služeb.

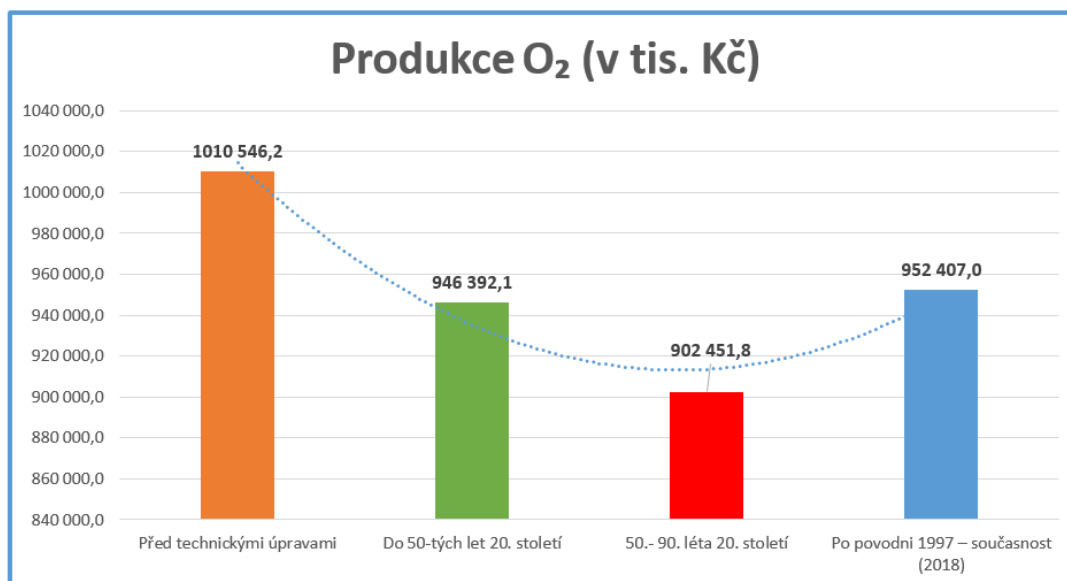
## Podpora malého vodního cyklu



Graf č. 3.: Vývoj ročních hodnot ekosystémové služby podpory malého vodního cyklu ve zkoumaném území v příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

Graf č. 3., tabulka č. 17. v Příloze č. 2. dokumentují vývoj ročních hodnot ekosystémové služby podpory malého vodního cyklu studovaného úseku nivy Bečvy se ve zkoumaných obdobích. V prvních třech sledovaných obdobích až do povodně v roce 1997 byla roční hodnota jmenované ekosystémové služby přibližně stejná, kolísala mezi hodnotami 1,1-1,3 miliardami Kč. Viditelně vyšší roční hodnota byla zaznamenána v případě posledního období, tj. od povodně v roce 1997- po současnost v roce 2018, a to 7 744 955 800,- Kč. Jednalo se o téměř sedminásobek hodnot z dřívějších sledovaných období.

## Produkce O<sub>2</sub>

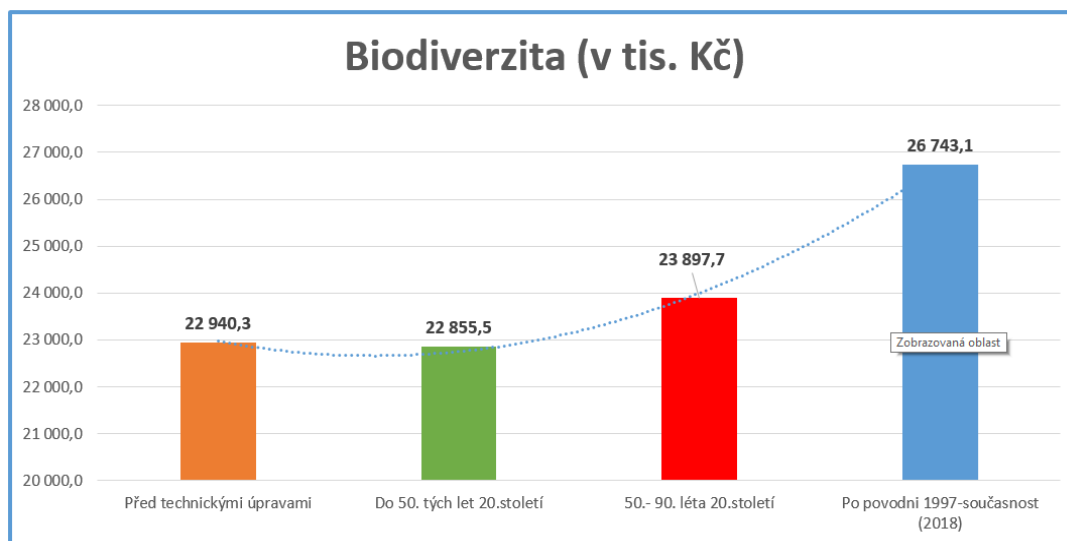


Graf č. 4.: Roční finanční hodnoty ekosystémové služby produkce O<sub>2</sub> ve studovaném území v příslušných obdobích

V grafu č. 4. je zaznamenán poněkud odlišný vývoj ročních hodnot ekosystémové služby produkce O<sub>2</sub>, než v případě vývoje ročních hodnot ostatních ekosystémových služeb. Nejvyšší roční hodnota jmenované ekosystémové služby byla v období před technickými úpravami, a to 1 010 546 200,- Kč. Viz tabulka č. 18. v Příloze.

V dalších obdobích po regulaci řeky Bečvy roční hodnoty produkce O<sub>2</sub> klesaly, nejnižší roční hodnota odpovídá období mezi 50. léty 20. století a povodní v roce 1997, a sice 902 451 760,- Kč. V období od povodní v roce 1997 až po současnost je v grafu č. 4. dokumentován mírně stoupající trend, roční hodnota produkce O<sub>2</sub> dosahuje 952 407 000,- Kč.

## Biodiverzita



Graf č. 5.: Roční hodnoty ekosystémové služby biodiverzita ve studovaném území v příslušných obdobích. Zdroj: Vlastní

Z grafu č. 5 a z tabulky č. 19. v Příloze č. 2. vyplývá stoupající trend vývoje ročních hodnot ekosystémové služby podpora biodiverzity. Ve sledovaných obdobích před technickými úpravami až po povodně v roce 1997 se roční hodnoty podpory biodiverzity pohybovaly okolo 22 000 000,- Kč. V období od povodní v roce 1997 až po současnost dochází k vzrůstu roční finanční hodnoty podpory biodiverzity. Tato hodnota činila 26 743 700,- Kč.

## 6. Diskuse

Výzkumy nivních ekosystémů jmenovaného úseku říční nivy Bečvy potvrdily teorii Bučka a Laciny (1994), podle které jsou všechny nivní ekosystémy hlavními aktéry dynamické rovnováhy každé krajiny.

O významu nivy řeky Bečvy v krajině pojednává ve svých předchozích pracích Valíčková (1998, 2002), Filippovová (2012, 2015). Výzkumy v říční nivě z hlediska příspěvku k dynamické rovnováze krajiny za zabývají také např. Collin (1988); Gruell and Gregory (1995). Laurance, Fearnside and Camargo (2016) označují říční nivu jako výslednici dynamické rovnováhy mezi biotickými a abiotickými složkami krajiny. Podle Saunderson (1996), Trushe, McBain, Luny (2000), Pracha (2003), Černého (2010), Lamotagne (2011) říční nivu je charakteristická právě svojí dynamikou projevující se vysokou časo-prostorovou heterogenitą, vysokou produktivitou a tokem energie, živin a informací. Říční nivu jako součást říčního kontinua popisují se svých konceptech Frič (1872), Huet (1954), Vannote (1980). Stanford, Ward (1983) vnímají říční nivu jako výslednici reálných diskontinuit. Podle Staznera and Higlera (1985); Bučka & Laciny (1994) je říční niva výsledkem procesů dynamické rovnováhy projevující se změnou a vývojem nivních ekosystémů. Fisher 1998, Junk, Bayley, Sparks (1989), Benje and Chaubey (2000), Middleton (2002) ve svých pracích pojednávají o procesech reakce na pravidelné disturbance jako o základní podstatě dynamické rovnováhy říční nivy. Thorp, Delong (1994) uvažují o plynule kontinuitě procesů vedoucích k dynamické rovnováze v průběhu celého toku. Poole (2002) nazývá procesy v říční nivě tzv. dynamikou patchwork, rozděluje říční nivu na jednotlivé subsystémy, mezi kterými je hlavním pojátkem voda. Podobné výzkumy ekosystémových služeb na řece Dunaji prováděli např. Klaus, Groth and Sylvén (1995).

Na podkladě studia sukcesních sérií vybraných nivních biotopů – šterko-pískových náplavů, tůní mrtvých ramen a aluviálních luk byly tak prokázány dynamické procesy nivních ekosystémů.

Nepřetržitě probíhající fluviálně-geomorfologické procesy na řece Bečvě, mnohonásobně zvýrazněné při povodních v roce 1997. To bylo zjištěno např. při studiu vegetace na náplavech lokality Osecké náplavy.

Tyto procesy podmiňovaly pravidelné a rychlé střídání sukcesních sérií rostlinné

složky ekosystémů. Lokality nátrží a říčních šterkopískových náplavů u Pískáče a Osecké náplavy nabízely z vybraných ekosystémových služeb zejména vysokou diverzitu a produkci O<sub>2</sub>, což bylo dáno dynamikou sukcesních sérií. Na jedné snímkové ploše se může růst až přes 50 druhů rostlin. Vysoká biodiverzita rostlinných druhů je doplněna diverzitou specifických druhů ptáků. K obdobným výsledkům dospěla ve své disertaci Grohmannová (2012). V její práci bylo také prokázáno, že nivní ekosystémy řeky Bečvy jsou součástí sukcesně pohyblivé ekologické stability říční krajiny.

Vlastní bádání v rámci zkoumaného území také prokázala na příkladu procesů primární sukcese na náplavech řeky Bečvy, že pravidelné povodně jsou stěžejním impulsem v dynamických procesech primární sukcese nivních ekosystémů. Pozitivní vliv pravidelných záplav byl prokázán na výzkumné ploše u Pískáče, které pravidelné zaplavení studované plochy vedlo k zvýšení počtu druhů.

V rámci procesů sekundární sukcese tůň mrtvých ramen na lokalitách PR Škrabalka a Libuška docházelo k postupné změně z bahnitých mokřadních tůň v roce 2014 přes přechodová společenstva směrem k více terestrickým sušším typům mokřadů, popř. s juvenilními jedinci dřevin lužního lesa v roce 2018. Fytcenologické snímky ze stálé plochy v centrální části mokřadní tůně PR Škrabalka jasně prokázaly progredující trend sekundární sukcese směrem od společenstev vodních plovoucích, popř. ve dně tůň kořenicích rostlin k biotopu bahnitých eutrofních, místy mezotrofních bahnitých substrátů, reprezentovanými některými vzácnými druhy jako např. ostřice nedošáchor (*Carex pseudocyperus*). Terestrická rostlinná společenstva byla reprezentována druhy, jako např. chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kyprej vrbice (*Lythrum salicaria*), apod. Viz snímek č. 10. z roku 2018, obr. č. 16. Navíc původně plovoucí druhy vytvářely terestrické formy. Jednalo se např. o tyto druhy: lakušník vodní (*Batrachium aquatillis*), trhutka rýnská (*Riccia rhenana*) apod.

Při okrajích vodní tůně mrtvého ramene, v litorální části byl proces zarůstání ještě patrnější. Dříve periodicky zvodnělý litorál změnil svůj charakter. Vyvinuly se zde terestrické fytcenózy, doplňované juvenilními dřevinami. Jsou to např. vrba bílá (*Salix alba*), topol bílý (*Populus alba*), apod. V rámci litorálních porostů byla kromě druhů biotopu mělkých stojatých vod zastoupena řada terestrických druhů, jako např. kostival lékařský (*Symphytum officinale*), metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*), svízel přítula (*Gallium aparine*) apod. Na proces zarůstání - zmenšení plochy vodní

hladiny, zvětšení plochy litorálních porostů dynamicky reagovaly specifické ptačí druhy. V roce 2018 kdy bylo zaznamenáno zvětšení plochy litorálních porostů, se došlo k návratu několika vzácných ptačích druhů, po mnoha letech absence. Byly to druhy např. chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), slípka zelenonohá (*Galinula chloropus*). Naopak, vlivem částečného ústupu vodních ploch z lokality vymizela dříve zde hnízdící lyska černá (*Fulica atra*).

V případě výzkumu vegetace na stálých plochách v tůni mrtvého ramene na lokalitě Libuška byl prokázán obdobný proces jako u tůně v PR Škrabalka. V místě stálé plochy docházelo k dynamickému střídání sekundárních sukcesních serií v korelaci s postupným zameňováním tůně. Rostlinná společenstva biotopu mělkých stojatých vod svazu s lakušníkem vodním (*Batrachion aqatullis*) zjištěných v roce 2014 (viz snímek č. 13) směřovala k společenstvům biotopu bahnitých eutrofních, místy mezotrofních bahnitých substrátů, reprezentovanými některými vzácnějšími druhy jako např. šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*). Objevovaly se první terestrické druhy rostlin, jako např. chrastice rákosovitá (*Phalaris arundiancea*), rozrazil drchničkovitý (*Veronica anagalis-aquatica*).

Tato stadia sekundární sukcesí také přispívají k vysoké diverzitě biotické složky nivních ekosystémů. Vysoká biodiverzita je podle Ramsarské konvence (1971), Zedlera a Kerchera (2005) jednou z klíčových ekosystémových služeb fungujících mokřadů/nivních ekosystémů. O významu biodiverzity pro kvalitní plnění ekosystémových funkcí píše také Seják (2010), Pithart (2011) Clarkson, Gerbeaux & Asseil (2014). Problematiku hodnoty biodiverzity na střední a dolní části toku řek zpracovávají také Sedell, Richey and Swanson (1989). Stanford, Ward (1983) vnímají biodiverzitu říční nivy jako jeden ze základních projevů diskontinuity prostředí. Cook (2005) ve výsledcích svých výzkumů uvádí mimo jiné, že rychlost změn stádií a jejich druhová diverzita v rámci sekundární sukcese je vyšší než v případě primární sukcese.

K podobným výsledkům dospěl při svých výzkumech také Lacina (2013), kteří potvrdili dynamické střídání sukcesních serií zejména říčních náplavů. Stejně výsledky má ve své disertaci i Klečka (2004), který svými výzkumy potvrdil propojení fluvialně-geomorfologických procesů se změnami a zarůstáním vegetačního krytu nivních ekosystémů řeky Bečvy. Podle Vašátka (1997, 2004) na střídání sukcesních serií rovněž citlivě reaguje živočišná složka ekosystémů, zejména stenovalentní druhy. O procesech primární a sekundární sukcese píše také



Strahler (2011), Thompson (2018), Chytrého (2019), kteří sukcesi označují sukcesi jako vývoj a dynamickou změnu v ekosystému.

Výsledky výzkumu ekosystémové služby biodiverzity lokalit nivních ekosystémů ve zkoumaném území jsou srovnatelné s výsledky vlastních výzkumů z let 2008-2013, které pojednávaly o druhové diverzitě obdobných ekosystémů v nivě řeky Bečvy nedaleko obce Týn nad Bečvou (Filippovová, 2014). Jednalo se o tůň mrtvého ramene lokality PP Luže, fragment aluviální louky Familie a náplavy a břehová nátrž Luže. Bylo také potvrzeno, že tyto fragmenty nivních ekosystémů vynikaly vysokou biodiverzitou, jejíž podstatou byla neustálá dynamická změna rostlinné a živočišné složky v rámci sukcesních sérií. Na příkladu fytoecologických snímků č. 1, 2, 3 z let 2008-2013 byla zaznamenána sukcesní řada v rámci sekundární sukcese tůně mrtvého ramene Luže. Jednotlivá stadia změn vegetace na zkoumané ploše přispívají k vysoké biodiverzitě lokality daného nivního ekosystému. Specifická rostlinná společenstva na zkoumané ploše byla hnízdištěm a přeletištem pro některé druhy mokřadních ptáků, jak např. slípka zelenonohá (*Gallinula chloropus*), chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), lyska černá (*Fulica atra*), moták pochop (*Circus aeruginosus*).



Obr. č. 20.: Pohled zarůstající tůň mrtvého ramene řeky Bečvy na lokalitě PP Luže u Týna nad Bečvou. V pozadí výzkumné plochy. Zdroj: Vlastní

Sekundární sukcesní řada v rámci trvalé plochy mokřadní tůně PP Luže u Týna nad Bečvou v letech 2008-2013

Snímek č. 1.: - trvalá plocha č. 4.,

PP Luže u Týna nad Bečvou,

20. 7. 2008

N49° 31' E17° 38'

Lokalita: litorální porosty - zvodnělá písčivna, SZ část tůně.

Slunečno, bezvětrí, asi 30 °C

biotop: mělkovodní tůň s plovoucími a v bahnitěm substrátě kořenicími rostlinami

Svaz: s lakušníkem vodním (*Batrachion aquatilis* Passarge 1964)

Celková pokryvnost: 70 %

E1: 3: *Hottonia palustris*; 2a: *Batrachium aquatile*; 1: *Ceratophyllum submersum*, *Potamogeton natans*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium simplex*; +: *Alisma plantago-aquatica*, *Batrachium circinatum*, *Butomus umbellatus*, *Callitriche verna*, *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*; r: *Sparganium erectum*.

Snímek č. 2. - trvalá plocha č. 4.,

Luže PP Týn nad Bečvou,

18. 7. 2010

N49° 31' E17° 38'

Lokalita: litorální porosty - zvodnělá písčivna, SZ část tůně.

Slunečno, bezvětrí, asi 28 °C

biotop: bahnitý litorál s řídkou vegetací společenstva rostlin bahnitých substrátů

Celková pokryvnost: 45 %

E1: 2a: *Eleocharis ovata*; 2b: *Eleocharis acicularis*; 1: *Alopecurus aequalis*, *Eleocharis palustris*, *Juncus bufonius*; +: *Bidens tripartita*, *Epilobium palustre*, *Juncus effusus*, *Rorripa palustris*, *Sparganium erectum*, *Sparganium simplex*; r: *Acorus calamus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Plantago major*.

Snímek č. 3.: - trvalá plocha č. 4.

PP Luže u Týna nad Bečvou

20. 7. 2013

N49° 31' E17° 38'

Lokalita: litorální porosty - zvodnělá pískovna, SZ část tůně.

Slunečno, bezvětrí, asi 31 °C

biotop: vegetace vysokých ostřic

Svaz: s ostřicí vyvýšenou (*Magnocaricion elatae* Koch 1926)

Celková pokryvnost: 90 %

E1: 3: *Carex gracilis*; 2a: *Carex riparia*; 1: *Carex vulpina*, *Phalaris arundinacea*, *Sparganium erectum*; +: *Butomus umbellatus*, *Eleocharis palustris*, *Galium palustre*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Rorripa amphibia*; r: *Alisma plantago-aquatica*, *Equisetum fluviatile*, *Stachys palustris*, *Eleocharis ovata*, *Veronia anagalis-aquatica*.

V rámci nivních lokalit zkoumaného úseku řeky Bečvy byla díky pravidelnému střídání sukcesních sérií potvrzena dynamika nivních ekosystémů. Na základě vlastních výzkumů prováděných v letech 2000-2004 rovněž výzkumy nivních ekosystémů neregulovaném úseku dolního toku řeky Moravy v NPP Osypané břehy (viz obr. č. 21.), jejichž výsledky také potvrzovaly vysokou hodnotu ekosystémové služby podpora biodiverzity danou dynamickým střídáním sukcesních sérií (Filippovová, Filippov, 2004).

Tato dynamická změna vegetace uvnitř nivních ekosystémů řeky Moravy je podmíněn podobně jako v případě revitalizovaných úseků zkoumané oblasti nivy řeky Bečvy přírozenými fluviálně-geomorfologickými procesy (Viz obr. č. 21). Jejich podstatou pravidelné kolísání vody v řece na neregulovaném úseku Moravy. V průběhu roku jsou náplavy obnaženy a vyvíjí se na nich typická vegetace, ale při vyšším vodním stavu či při povodni dochází k pravidelnému zaplavování. Morava pak teče celým svým vícestupňovým korytem. Tento jev udržuje náplavy ve stadiu tzv. zbrzděné sukcese, což znamená, že vývoj vegetace, který by jinak pravděpodobně směřoval k lužnímu lesu, se zastaví na úrovni vegetace nejodolnější na povodně. I tento biotop zatížený pravidelnými disturbancemi je domovem mnoha

živočichů. Byl tu spatřen např. hnízdící kulík říční (*Charadrius dubius*). Zcela určitě se zde na svých přeletech zastavují např. vodouši, břehouši či jespáci. Podobně jako na neregulovaných úsecích řeky Bečvy v rámci zkoumaného území i zde má říční proud při jarních záplavách turbulentní charakter. Těmto disturbancím odolávají jen křovité vrby. Zdejší vysokou biodiverzitu dokládaly mnohé druhy dřevin, např. vrba trojmužná (*Salix triandra*) a vrba košíkářská (*S. viminalis*). Uvnitř šije, v relativně nejklidnější části této oblasti, roste vrba bílá (*S. alba*). V podrostu je převažující bylinou chrastice rákosovitá (*P. arundinacea*).



Obr. č. 21.: Pohled na centrální písečnou lavici řeky Moravy se sporadickou vegetací, v níž dominuje chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*). V pozadí rozsáhlá břehová nátrž meandru, výsledek erozní činnosti říčního proudu. Zdroj: Vlastní

Zdejší vysoce diverzifikované nivní ekosystémy říčních náplavů a břehových nátrží poskytovaly další kvalitní ekosystémové služby, jako klimatizační služby, služby podpory malého vodního cyklu a produkce O<sub>2</sub>. Výsledkem plnění vybraných ekosystémových funkcí byla podobně jako ve studovaném území nivy řeky Bečvy dynamická rovnováha říční krajiny. K podobným výsledkům při výzkumů nivních ekosystémů řeky Moravy dospěli, např. Šumberová (2008).

Z hlediska probíhajících fluvialně-geomorfologických procesů jsou zkoumanému úseku nivy řeky Bečvy podobné řeky na Slovensku, např. Váh. Petrovic, Muchová (2016) zjistili, že zde rostou podobné vegetační typy v rámci nivních ekosystémů. Např. lužní lesy svazu vegetace měkkého luhu s vrbou bílou (*Salicion albae*). Podobně jako řeka Bečva byl Váh technicky upraven. Tato míra odpřírodnění se

projevila na ekosystémových službách nivních ekosystémů. Nuhličková (2010) ve své práci uvádí, že jedním z projevů poklesu hodnoty ekosystémových služeb je mimo jiné úbytek specifických ptačích druhů vázaných na mokřadní ekosystémy.

Popoff (2005) řeší ve své práci podobnou problematiku týkající druhové rozmanitosti a ekosystémových služeb nivy ukrajinsko-slovenské řeky Tisy. Její niva, zejména na dolním toku řeky z hlediska fluviálně-geomorfologických procesů připomíná nivu dolního toku řeky Bečvy před technickými úpravami. Současná niva řeky Tisy nabízí vysokou druhovou rozmanitost a tím velký potenciál ekosystémových služeb.

Výzkumy v rámci této práce prokázaly, že pro jednotlivá sukcesní stadia vybraných nivních ekosystémů na sledovaném úseku nivy řeky Bečvy je charakteristickým rysem poskytování kvalitních ekosystémových služeb. Pestrá mozaika sukcesních stadií nivních biotopů hraje svoji nezaměnitelnou roli v dynamické rovnováze říční krajiny tím, že spolupodmiňuje klima, malý vodní cyklus, produkci O<sub>2</sub> a biodiverzitu říční krajiny. Tyto stále příspěvky do homeohetické rovnováhy říční krajiny Bečvy mají vysoké roční finanční hodnoty. Tyto výsledky lze zahrnout do tzv. Enviromentální ekonomiky, o níž publikuje např. Turner (1994, 2010).

O významu nivních ekosystémů, zejména mokřadů z hlediska poskytování ekosystémových služeb o vysokých peněžních hodnotách píše např. Constanza et al (1997), Bockstael (2000), Kampeng and Zhishi (2003), Sarukhán and Whyte (2005), Pascal (2009), Chandrasekhar (2013), Mitsch et al (2015). Barbier (1994), Balmford (2002) vidí v ochraně nivních ekosystémů především ekonomické důvody. Nicholson (2009) dokonce dává hodnocení ekosystémových služeb přírody zásadní prioritu v celkovém tržním hospodářství. Někteří odborníci se snaží aplikovat na oceňování ekosystémových služeb přírodních ekosystémů modely tržní ekonomiky. Např. Lely (2014) pomocí modelů dokázal, že tržní hospodářství Karibského ostrova Saba je hodnotě ekosystémových služeb tamější přírody. Tyto hodnoty nazývá přírodním tržním kapitálem. Strand (2018) oceňoval vybrané ekosystémové služby tropických deštných pralesů v Brazílii. Ve svých studiích mimo jiné zmiňuje, že modelování hodnocení ekosystémových služeb je nemsírně obtížné, nicméně nutné z hlediska, např. ochrany přírody.

Při analýze mapových dat z různých období byl vývoj průměrných ročních vybraných ekosystémových služeb na podkladě plošné rozlohy nivních ekosystémů v kontextu celého landuse zkoumané oblasti. Z map landuse č. 3.-6. vyplývá, že se

během příslušných období měnil plošný rozsah přírodních a přírodě blízkých kategorií, a tím se mění celková finanční hodnota ekosystémových služeb.

V období před technickými úpravami byl vysoký plošný podíl ploch revitalizovaných řekou (říčních náplavů, břehových nátrží). Rozloha ploch lužních lesů byla naopak velmi nízká, pouhé 2,5 % zkoumaného území. Velmi malá celková plocha lužních lesů ovlivnila nízkou roční hodnotu ekosystémové služby podpory malého vodního cyklu, ve které hraje les jinak velmi důležitou roli. Raketový vzrůst roční hodnoty této ekosystémové služby v období po povodni v roce 1997 na téměř sedminásobek hodnoty z období před regulací Bečvy lze vysvětlit mimo jiné zvětšením plochy lužních lesů.

Důležitou úlohu v poskytování této ekosystémové služby hrály také antropogenně podmíněné ekosystémy (pole), jejichž plocha ve zkoumaném území byla vysoká, 1144, 74 ha. Munang (2013) nazývá mozaiku antropogenních a přírodních ekosystémů versus klimatické služby jako vzájemně propojený systém, kruh, kdy klima velmi výrazně ovlivňuje kvalitu či degradaci ekosystémů a ekosystémy spolupodmiňují klima, zejména v regionálním měřítku. Období před říční regulací se podle mapy č. 3. dále vyznačovalo nejnižším podílem vodních ploch na celkové průměrné roční hodnotě vybraných ekosystémových služeb ze všech sledovaných období.

Přeměna původních ploch některých nelesních kategorií landuse před regulací řeky na plochy lužního lesa v období po povodni v roce 1997 měla pozitivní vliv také na vysoký vzrůst roční hodnoty ekosystémové služby podpora malého vodního cyklu. V rámci této práce se mimo jiné potvrdilo, že lužní les hraje zásadní roli také v podpoře malého vodního cyklu v regionálním měřítku. Zvětšením ploch této kategorie landuse v období po povodni v roce 1997 došlo zvýšení podílu roční hodnoty této ekosystémové služby na celkové hodnotě ekosystémových služeb zkoumaného území. Grizetti (2016) ve své práci zdůrazňuje nutnost citlivého přístupu k oceňování ekosystémových služeb týkajících se vodního cyklu a vody v krajině. Podle něj je důležité při hodnocení této ekosystémové služby propojit biofyzikální a socioekonomické metody.

V období před regulací Bečvy byla zdokumentována nejvyšší roční hodnota ekosystémové služby produkce O<sub>2</sub>. Zásadní význam pro tuto hodnotu měl vysoký podíl plochy trvalých travních porostů, 962,48 ha (což je téměř 40% plochy zkoumaného území).

Ve druhém a třetím období se změnil plošný podíl přírodních kategorií landuse. Výrazně ubylo plochy vodního toku, trvalého travního porostu a ploch revitalizovaných řekou, jejich podíl na celkové roční hodnotě ekosystémových služeb se snížil. Nicméně velmi vzrostla plocha zemědělských kultur a lužního lesa, jejichž podíl na klimatických službách, službách podpory malého vodního cyklu i produkci O<sub>2</sub> byl vysoký (viz tab.7, 8). Zajímavý údaj se týká zemědělských kultur a jejich ekosystémové služby podpora biodiverzity, která byla v těchto obdobích vyšší než u ostatních kategorií landuse. Významně vzrostla plocha zástavby, ale její podíl na celkové roční hodnotě ekosystémových služeb byl nejnižší ze všech kategorií.

V čtvrtém sledovaném období, tj. V období po povodních v roce 1997 až současnost Z tabulky č. 9. a z mapy č. 6. je zřejmé, že se zvětšila plocha přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů. Tomu odpovídá zvýšení ročních hodnot jednotlivých ekosystémových služeb, zejména klimatické služby a služby produkce O<sub>2</sub>. Důležitý podíl na těchto ekosystémových službách mají kategorie lužní les, a také antropogenně podmíněná kategorie orná půda se zemědělskými pozemky. V tomto období je také zjištěna nejvyšší průměrná roční hodnota ekosystémové služby podpora biodiverzity. V tomto období byla dále zjištěna nejvyšší celková roční hodnota vybraných ekosystémových služeb, téměř dvojnásobek celkové hodnoty než v období před říční regulací. Vysvětlení je mnoho. Jedno z nich souhlasí s teorií Grohmannové (2014) o revitalizaci povodněmi, kdy záplavy v roce 1997 působily jako přirozený činitel managementu říční nivy Bečvy.

Další faktor, který spolupodmiňuje vysokou roční hodnotu ekosystémové služby podpory biodiverzity i dalších vybraných ekosystémových služeb je pestrá mozaika biotopů a ploch landuse. Důležitým činitelem této krajinné pestrosti jsou ve zkoumaném území nivy řeky Bečvy antropogenní vlivy, které podle Létala, Smolové a Szczyrby (2001) zvyšují spolu s přírodními vlivy prostorovou heterogenitu krajiny. Bateman (2010) při studiu ekosystémových služeb krajiny dospěl k podobným výsledkům, podle kterých roční finanční hodnota ekosystémových služeb nivních ekosystémů je velmi vysoká vzhledem k jejich klíčové úloze v jejich dynamické rovnováze krajiny.

Podle TEEB (The Economics of Ecosystems & Biodiversity) je zcela zásadní hodnota ekosystémové služby biodiverzity. Tato roční hodnota ekosystémové služby vypovídá o celkové kvalitě území. Spolupodmiňuje ostatní ekosystémové služby. Je

zásadní pro ÚSES v rámci trvale udržitelného rozvoje krajiny.

Výsledky výzkumů přinesly dále nové poznání o ekosystémových službách říční nivy Bečvy v období po říční regulaci, v éře technicky modifikované nivy řeky Bečvy. V tomto dlouhém období je stěžejním faktorem regulace řeky Bečvy a snížení fluvialně geomorfologických procesů. Nicméně, bylo zajímavé, že celková peněžní hodnota vybraných ekosystémových služeb není extrémně nízká ve srovnání s obdobím před technickými úpravami Bečvy. Je velmi zajímavé zjištění, že např. finanční hodnota služeb podpory biodiverzity zůstává téměř nezměněna. Klíčovými faktory v relativně vysoké hodnotě jednotlivých ekosystémových služeb jsou plochy orné půdy a lužního lesa. Plocha lužního lesa se zvýšila oproti historickému období téměř 5x, plocha orné půdy s porosty obilovin a okopanin zůstává nezměněna. Oba biotopy poskytují vybrané ekosystémové služby o vysoké roční peněžní hodnotě. Snížení plochy vodního toku, trvalých travních porostů a zvýšení plochy zástavby nebylo tak důležité.

Hlavním přínosem celé práce je poznání, že klíčem k vyřešení otázky o příčině velmi vysoké celkové hodnoty ekosystémových služeb zjištění o nutnosti pestré mozaiky antropogenně podmíněných a přírodních a přírodě blízkých ekosystémů v říční nivě Bečvy. Dále výsledky výzkumů jasně ukázaly, že v mozaice nivních ekosystémů říčního kontinua musí být zastoupen velkou měrou lužní les. Biotop lužního lesa plní velmi významnou roli ve všech vybraných ekosystémových službách, v klimatických službách, službách podpory malého vodního cyklu, službách produkce O<sub>2</sub>, v podpoře biodiverzity. Práce přispívá i dalším zajímavým zjištěním, že i antropogenně podmíněné biotopy, jako např. pole, kulturní louky poskytují některé vybrané ekosystémové služby o vysokých ročních hodnotách. Tzn. že tyto antropogenní biotopy hrají také důležitou roli v ekologické stabilitě harmonické kulturní krajiny. Výsledky práce korelují s nejnovějšími poznatky o trvale udržitelném rozvoji říční krajiny, jehož součástí je vyvážená mozaika antropogenních a přirozených ekosystémů.



## 6. Závěr

Přírodní, přírodě blízké a antropogenní ekosystémy tvoří životní prostředí lidské společnosti. Lidé žijí ve vzájemně fungujících vazbách s přírodními, přírodě blízkými a antropogenně podmíněnými ekosystémy. V rámci trvale udržitelného rozvoje je důležité znát finanční hodnotu ekosystémových služeb, které ekosystémy poskytují.

Říční kontinuum Bečvy hrálo vždy významnou roli v dynamické rovnováze krajiny Moravské brány. V práci byly nejprve podány důkazy o dynamice nivních ekosystémů na příkladu pravidelného střídání stádií primární a sekundární sukcese u vybraných nivních lokalit. Na podkladě těchto procesů byla popsána nabídka vybraných základní ekosystémových služeb, jež nivní ekosystémy poskytují. Byly to tyto: podpora biodiverzity, klimatizační služby, podpora malého vodního cyklu, produkce O<sub>2</sub>.

Na podkladě analýz map land-use byla v práci porovnána nabídka vybraných ekosystémových služeb v historii a v současnosti. Byly vybrány tato výzkumná období: před technickými úpravami řeky, od říční regulace do 50. let 20. století, od 50. let 20. století do povodně v roce 1997, od záplav v roce 1997 po současnost. Bylo potvrzeno, že kvalita vybraných ekosystémových služeb ve všech zkoumaných obdobích odrážela stav ekosystémů.

Práce splnila všechny výzkumné úkoly. Na základě výpočtů hodnot vybraných ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use ve všech zkoumaných obdobích byla částečně potvrzena hypotéza<sup>1</sup>. Velikost ploch přírodních a přírodě blízkých ekosystémů hrála svoji úlohu v celkové roční hodnotě ekosystémových služeb říční krajiny Bečvy. Významnou měrou k výsledné roční hodnotě ekosystémových služeb ve všech obdobích přispěla antropogenní kategorie orná půda. Tím byla také vyvrácena hypotéza<sup>2</sup>. Výsledky prokázaly, že plošně rozsáhlá kategorie orná půda plnila významnou úlohu zejména ve stabilizaci klimatu, v podpoře malého vodního cyklu, v produkci O<sub>2</sub>. To změnilo dosavadní pohled na antropogenní kategorie land-use. Antropogenní plochy orné půdy, které byly ve všech zkoumaných obdobích plošně rozsáhlé, fungovaly v podstatě jako antropogenní ekosystémy. Bylo tak potvrzeno, že antropogenní kategorie orná půda je důležitým prvkem ekologické stability říční krajiny. To má význam nejen z hlediska trvale udržitelného rozvoje říční krajiny Bečvy, ale v novém pohledu na paradigma o ostré hranici mezi

přírodními a přírodě blízkými ekosystémy a antropogenními kategoriemi land-use. Spíše se ukazuje, že dnešní říční krajina funguje jako mozaika vzájemně propojených antropogenních a přírodních a přírodě blízkých ekosystémů, které se vzájemně prolínají a obohacují. Výsledky výzkumu ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use říční krajiny Bečvy jasně prokázaly, že z antropogenní kategorie land-use, jako např. orná půda plní důležité, nezastupitelné ekosystémové funkce v rámci dynamické rovnováhy, protože samy fungují jako antropogenní plochy se znaky ekosystémů. Zaslouží si tedy název antropogenní ekosystémy.

Z hlediska ekosystémových služeb tedy říční krajina představuje pestrou škálu biotopů – antropicky ovlivněných přírodních a přírodě blízkých ekosystémů a antropogenních ekosystémů.

Výsledky dále ukázaly, že hypotézy 3. a 4. platí jen částečně. Předpokládání o nejvyšší roční hodnotě nabídky ekosystémových služeb v období před technickými úpravami řeky Bečvy nebyl zcela potvrzen. Před regulací řeky Bečvy zkoumaný úsek nivy řeky Bečvy představoval mozaiku nivních biotopů poskytujících kvalitní ekosystémové služby o vysokých ročních hodnotách. Výsledky ale prokázaly, že celková nejvyšší roční hodnota vybraných ekosystémových služeb byla v období po povodních v roce 1997. Celková roční hodnota vybraných služeb ekosystémů zkoumaného úseku nivy Bečvy více než dvojnásobně převyšovala hodnotu této nabídky v období před říční regulací. Vysvětlení poskytly analýzy map land-use. V období před technickými úpravami byla sice rozloha přírodních a přírodě blízkých ekosystémů vysoká, ale zkoumaný úsek říční krajiny Bečvy byl téměř odlesněn. Tím se potvrdil význam lužního lesa jako jednoho ze základních stabilizačních prvků dynamické rovnováhy krajiny. V období po povodni v roce 1997 vzrostla plocha lužního lesa téměř 7x ve srovnání s jeho rozlohou v období před říční regulací. Lužní les tak významnou měrou přispěl k celkové roční hodnotě vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku říční krajiny Bečvy. Mírně vzrostla rozloha ploch revitalizovaných řekou při povodních v roce 1997 (říční náplavy). I když plošná rozloha trvalých travních porostů a vodního toku zůstávala stále nízká a zvětšila se plocha zástavby, celková roční hodnota vybraných ekosystémových služeb vykazovala stoupající trend. Analýzy mapových dat land-use prokázaly, že zkoumaný úsek říční krajiny Bečvy v období po povodni v roce 1997 představoval pestrou mozaiku přírodních, přírodě blízkých a antropogenních ekosystémů.

Výsledky výzkumu potvrdily, že vysoké roční hodnoty jednotlivých ekosystémových služeb odpovídají velké prostorové heterogenitě jednotlivých kategorií land-use. Pestrá mozaika typů ekosystémů vznikla díky dlouhodobým antropogenním vlivům, revitalizaci při povodni v roce 1997 a dynamickým procesům vybraných nivních ekosystémů ve zkoumaném úseku.

Výsledky výzkumu budou sloužit ke krajinnému plánování. Nový pohled na přírodní, přírodě blízké a antropogenní z hlediska ekosystémových může pozitivně ovlivnit plány ÚSES v rámci trvale udržitelného rozvoje říční krajiny nejen Moravské brány, ale dalších niv jiných řek České republiky. Výsledky výzkumu potvrzující stěžejní význam lesa v ekosystémových službách říční krajiny najdou uplatnění zejména v plánech revitalizací a obnovy urbanní a rurální krajiny v rámci trvale udržitelného rozvoje přírody a lidské společnosti.

## 7. LITERATURA:

Adamus, P. R. Et al. 1991. Wetland evaluation technique WET, I. Literature review and Evaluation Rationale. *Technical report WRP-DE-2 US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vickburg, Mississippi, USA.*

Allport G., Cadbury C. J., Green R. 1987. Redshanks and other breeding waders of British saltmarshes. *RSPB Conservation*. Review 1., 37-40p.

Anderson, S. W., Rockwell, G. L., Hayes, P. O. 1998. Water resources data, California, water year 1997. Volume 3: *U.S. Geological Survey Water-Data Report CA-97-3*, 479 p.

Augustyn A. (ed). 2016. Meander. *Encyclopedia Britannica*.  
<https://www.britannica.com/science/meander-river-system-component>.

Baker H. 1937. Alluvial Meadows: A Comparative Study of Grazed and Mown Meadows. *Journal of Ecology*. Vol. 25, No. 2 (Aug., 1937), pp. 408-420.

Bækkelie, K. A. E., Schneider, S. C., Haggmann, C. H. C., Petrin, Z. 2017. Effects of flow events and nutrient addition on stream periphyton and macroinvertebrates: an experimental study using flumes. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.* 418, article number 47.

Balmford A. et al 2002. Economic reasons for conserving wild nature. *Science* 297: 950–953. doi: [10.1126/science.1073947](https://doi.org/10.1126/science.1073947)

Barbier E. B. 1994 Valuing environmental functions: tropical wetlands. *Land Econ* 70: 155–173.

Barbour, M. T., Gerritsen J. 1996. Subsampling of benthic samples: a defense of the fixed organism method. *Journal of the North American Benthological Society* 15:386-392.

Bateman I. J. 2010. Integrated and spatially explicit modelling of the economic value of complex environmental change and its knock-on effects. In: *Presented at the 4th world congress of environmental and resource economists (WCERE2010)*, Montreal, Canada, 28 June–2 July 2010.

Bayley, P. B. 1991. The Flood Pulse Advantage and the Restoration of River Floodplain. *Systems. Regulated Rivers: Research and Management*, 6: 75-86.

BBC (2017): <https://www.bbc.com/bitesize/guides/ztpkqty/revision/2>

Benje, A. C., Chaubey I. 2000. Flood Pulse Dynamics of an Unregulated River Floodplain in the Southeastern U.S. Coastal Plain. *Ecology*, 81: 2730-2741.

Bičík I. et al 2002. Land use/Land cover changes in the period of globalization: *proceedings of the IGU-LUCC international conference*, Prague.

BirdLife International 2013. *Tringa totanus* IUCN. *Red List of Threatened Species*. IUCN 2013. T22693211A50404828.

Bockstael N. E. et al 2000 On measuring economic values for nature. *Environ. Sci Technol* 34: 1384–1389.

Brauman, K. A. et al. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services." *Annu. Rev. Environ. Resour.* 32 (2007): 67-98

Brink, B. J. E. 1991 The AMOEBA approach as a useful tool for establishing sustainable development. In: Kuik, O. and Verbruggen, H., Editors, 1991. In *Search of Indicators of Sustainable Development*, Kluwer, Dordrecht, pp. 71–87.

Brinson, M. M., Swift B. L., Plantico R. C., Barclay J.S. 1981. Riparian Ecosystems: Their Ecology and Status. Kearneysville, WV: U.S. *Fish and Wildlife Service*.

Brzobohatý R., Cicha I. 1993. Karpatská předhlubeň. In: Přichystal A., Obstová, V. & Suk, M. (eds.): *Geologie Moravy a Slezska*. Moravské zemské muzeum a Sekce geologických věd PřF MU. Sborník příspěvků, 123–128. Brno.

Buček, A. & Lacina, J. 1994. Biogeografické poměry. In: *Vybrané fyzickogeografické aspekty pro revitalizaci nivy Dyje v úseku VD Nové Mlýny – soutok s Moravou*. Ústav geoniky AV ČR.

Buček A. 1998. Povodňové paradigma. *Zvláštní číslo časopisu Veronica 12*. Brno.

Buček, A. 2000. Krajina České republiky a pastva. *Veronica*. 2000, 14. zvláštní vydání, s. 1-7.

Buček, A. & Lacina, J. 2000. Geobiocenologická typologie krajiny. In: Štykar, J. a Čermák, P., eds. 2000. Geobiocenologická typizace krajiny a její aplikace. *Sborník z edice Geobiocenologické spisy*, svazek č.5, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, s.1–11.

Buček A., Maděra P., Packová P. 2004. Hodnocení a predikce vývoje geobiocenóz v PR Věstonická nádrž: *Geobiocenologické spisy*, sv. č. 8. MZLU v Brně. 101 s. ISBN: 80-7157-781-2.

Buček A. 2006. [http://uzrhv.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uzrhv/zoo/zoo\\_vyukove\\_materialy/ekologie/ekol\\_pr06.pdf](http://uzrhv.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uzrhv/zoo/zoo_vyukove_materialy/ekologie/ekol_pr06.pdf)

Callander, R. A. 1978. River Meandering. *Annual Review of Fluid Mechanics*. **10**: 129–58.

Bureš S., Machar I. 1999. *Litovelské Pomoraví*. Invence. Litomyšl. 1 vydání. 134 s.

Cengiz B. 2013. Urban River Landscapes. In *InTech. Additional information is available at the end of the chapter* <http://dx.doi.org/10.5772/56156>

Clarkson B. R., Gerbeaux P. J, Asseil A. G. 2014. Wetlands ecosystems services. Ecosystem services in New Zealand, Chapter: *Wetland ecosystem services*, Publisher: Manaaki Whenua Press, Dymond J. R. (ed.), pp.192-202.

Collin P. H. (ed.) 1988. *Dictionary of Ecology and the Enviroment. Teddington Park*, Peter Collin Publishing. 198s.

Cook W. M., et al 2005. Secondary succession in an experimentally fragmented landscape: Community pattern across space and time *.Ecology*.86: 1267–1279.doi:10.1890/04-0320.

Constanza R. et al 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387. 253-260.

*Convention of Wettlands*.1971. Ramsar. Írán.

|  
{ Costanza R. et al 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global  
{ Enviromental Change*. Vol 26, May 2014, page 152-158.  
;

Coupland R. T. 1979. Grassland Ecosystems of the World: *Analysis of Grasslands and Their Uses*. Cambridge University Press, 10.5. 1979. pp 401.

Culek M., Grulich V., Povolný D. 1996. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 347 s. 1. ISBN 80-85368-80-3.

Culek et al 2013. *Biogeografické regiony České republiky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 448 s. ISBN 978-80-210-6693-9. doi:10.5817/CZ.MUNI.M210-6693-2013.

Culek et al 2015. *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Mendelova Univerzita. Brno. 610s. ISBN 978-80-7509-113-0.

Curtis, J. T. 1971. *The vegetation of Wisconsin: an ordination of plant communities*. Univ. of Wisconsin Press, Madison, WI.

Čelechovský A. 2013 Motýli (Lepidoptera) in *Příroda Pobečví ČSOP* Lipník nad Bečvou.

Černý W. 1980. *Ptáci*. Artia. Praha.

Dančák M., Duchoslav M. 2016. Flóra a vegetace šterkopískových náplavů, nátrží a břehů dolního toku řeky Bečvy u Oseka nad Bečvou patnáct let od mimořádné povodně [Flora and vegetation of the sand and gravel bars and disturbed river banks of the Bečva River channel (Central Moravia, Czech Republic) fifteen years after their formation due to strong flood]. *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci*. č. 311: 5–28, 2016.

Daubner P. 2014. *Geomorfologie 2.část. Litosféra IV*. <https://skompasem.cz/litosfera-iv-geomorfologie-2-cast/>

De Blij H., Müller J, Williams P. R. 2004. *Physical geography*. New York: Oxford university Press, 2004. 702 s.

DeLong M., Thorp J. H. 1993. The Riverine Productivity Model: An Heuristic View of Carbon Sources and Organic Processing in Large River Ecosystems. In *Oikos* 70(2):305-308, June 1994. Winona.

DeLuca T. H, Zackrisson O, Bergman I, Díez B, Bergman B. 2013. Diazotrophy in alluvial meadows of subarctic river systems. *PLoS One*. Nov 6;8.

Demek J. 1988. *Obecná geomorfologie*. Academia. Praha. 480 s.

Dostál J. 1962. *Květena ČSSR*. Academia. Praha.

Douda, J. 2008. Formalized classification of the vegetation of alder carr and floodplain. *Preslia*. roč. 80, č. 2, s. 199 - 224. ISSN: 0032-7786.



Farley J. 2012. Ecosystem services: The economics debate. *Ecosystem services*, Vol 1, Issue 1, June 2012, page 40-49.

Filippovová J. 2004. Divoká řeka Morava ještě existuje. · *Živa*, Roč. 52, č. 4 (2004), s. 153-154.

Filippovová J. 2014. Problematika managementu mokřadů vybraných nívních lokalit na dolním toku řeky Bečvy in *Sborník přednášek ke 13. výročí semináře IALE „ÚSES a zelená páteř krajiny*, 3.-5.9. 2014. Mendelu. Brno. Str. 18-32. ISBN-978-80-86636-45-0.

Fisher S. G. et al 1998. Material Spiraling in Stream Corridors: A Telescoping Ecosystem Model. *Ecosystems* 1998 1: 19–34. Tempe. Arizona.

Flack S. 2016. How Grass Farmers Can Create Sustainable Systems for Healthy Animals and Farm Ecosystems. In *The Art and Science of Grazing*. Chelsea Green Publishing, 2016. pp: 230.

Florová K., Králová H. 1999. Když nastanou deště. *Veronica*. Brno.

Frič A. 1872. *Obratlovci Země České*. Archiv pro přírodovědný výzkum Čech. Praha.

Forman T. R., Godron M. 1993. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons. Inc. Toronto. Canada.

Fuksa J. K., Langhammer J., Mattas D. 2010. *Ekologie tekoucích vod*. Přírodovědecká fakulta University Karlovy. MB162PO2, Katedra Ekologie. Praha.

Gilvear D., Willby N. 2006. Channel dynamics and geomorphic variability as controls on gravel bar vegetation. *River Tummel*. 22(4):457 – 474. May 2006. Scotland.

Graf W. 1984. Hydraulics of Sediment Transport. *Water Resources Publications*. Pp 261–265. ISBN 0-918334-56-X.

Gren M., Groth K. H., Sylvén M. 1995. Economic values of Danube floodplains. *Journal of Environmental Management*. Volume 45, Issue 4, December 1995, Pages 333-345

Grizzetti B. et al 2016. Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science & Policy*. Volume 61, Pages 194-203

Grohmannová L., Klečka J., Vatošíková I. 2004. *Desetiletý vývoj rostlinného krytu v povodňovém korytě Bečvy*. Ústav Geoniky. Brno.

Grohmannová L. 2012. *Hodnocení vlivu povodní na dynamickou fluvialní sukcesní sérii nivních biotopů na příkladu řeky Bečvy*. Mendelu. Brno.

Gruell A. M., Gregory K. J. 1995. Interactions between semi-natural vegetation and hydrogeomorphological processes. *Geomorphology* 13. s. 49-69.

Haslam S. M. 2014. *River plants in western Europe*. Cambridge University Press. Cambridge.

Havlíček P. 1980. Vývoj terasového systému řeky Moravy v hradištském příkopu. – *Sbor. Geol. Věd, Antropozoikum*, 13: 93–125.

Higler B., Stutzner B. 1986. Stream Hydraulics as Major Determinant of Benthic Invertebrate Zonation Patterns. In *Freshwater Biology*. 16(1):127-139. February 1986.

Hořická Z. 2010. *Ekologie tekoucích vod*. Ústav pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK. Praha.

Holl, K. D., Cairns, J, 2002. Monitoring and appraisal. Handbook of *Ecological Restoration*, vol. 1. Perrow M. R. & Davy A. J. (ed.), pp 411-432. Cambridge University Press, Cambridge.

Hrádek M. 2005. *Vznik meandrujících thalwegových koryt na Bečvě za povodní v červenci 1997*. Ústav geoniky. Brno.

Hrib M. & Kordiovský E. (ed.) 2004. *Lužní les v Dyjsko-Moravské nivě*. Moraviapress, Břeclav. 591 s. ISBN: 80-86181-68-5.

Huet M. 1954. Biologie, profil en long et en travers des eaux courantes. *Bulletin Francais de Pisciculture*. No 175. s. 41-54.

Huggett R. J. 2003. *Fundamentals of Geomorphology*. Routledge. London. 408 s.

Hupp, R. C., Osterkamp, R. W. 1996. Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. *Geomorphology*, 14, č. 4, s. 277-295.

Chandrasekhar A. 2013. Are wetlands more valuable than other ecosystems. *The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. No 3. Geneva.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. (ed.) 2010. *Katalog biotopů České republiky*. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Chytrý M. et al 2019. *Přehled vegetace ČR*.  
<http://www.sci.muni.cz/botany/chytry/veg-cr/>

Jacob, M., Strutt, P. 1997. *English for International Tourism Upper Intermediate*, Longman, p.49

Johnson F. X., Pacini H , Smeets E. 2013. Transformations in EU biofuels markets under the Renewable Energy Directive and the implications for land use, trade and forests. *CIFOR*. p.32. ISBN 978-602-8693-81-3.

Julien P. Y. 2002. *River Mechanics*. Cambridge University press. pp.179–184 . ISBN 0-521-52970-0.

Junk, W. J., Bayley P. B., Sparks R. E. 1989. The Flood Pulse Concept in River-floodplain Systems. In: *Proceedings of the International Large River Symposium*. D.P. Dodge, (ed.). Ottawa, Canada: Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences.

Kampeng L., Zhishi W. 2003. The value of the ecosystem services and method. *The Journal of Geographical Science*. July 2003, Volume 13, Issue 3, pp 339–347.

Karásek J. 2001. *Obecná geomorfologie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně. 216 s. (Učební texty). ISBN 80-210-2567-0.

Karr, J. R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6:21–27.

Karr, J. R., Fausch, K. D., Angermeier, P. L., Yant, P. R. and Schlosser, I. J. 1986. Assessment of Biological Integrity. In *Running Waters: A Method and its Rationale*. Illinois Natural History Survey Special Publication 5, Champaign, Illinois.

Klečka J. 2004. *Změny v geobiocenózách říční nivy následkem povodně na příkladu Spojené Bečvy*. Mendelu. Brno.

Krejčí M, Sucharda M. 1999. *Živá Bečva*. Unie pro řeku Moravu. 1.vyd. Olomouc.

Křížek M. 2007. Údolní niva jako geomorfologický fenomén. In *Povodně a změny v krajině*. Langhammer J. (ed.) KFGG Přf UK. 1. vydání. Praha. s. 217-229.

Kubíček F., Štěrba O. 2008. Zvířena říční nivy. In: Štěrba O., Měkotová J., Bednář V., Šarapatka B., Rychnovská M., Kubíček F., Řehořek V., 2008. *Říční krajinná a její ekosystémy*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 391 str.. ISBN 978-80-244-2203-9.

Lacina, J. 2013. Změny vegetace v nivě řeky Bečvy po povodni v červenci 1997. In: Herber, V. (ed.). *Fyzickogeografický sborník 11. Fyzická geografie a kulturní krajina v 21. století*. Masarykova univerzita, Brno, s. 7-14.

Lamotagne S. 2011. Interconnection of Surface and Groundwater Systems. River Losses from Losing/Disconnected Streams. *Report to NSW Office of Water: Water for Health Country*. ISSN: 1835-095X. Osmond. Australia.

Lellák J. & Kubíček F. 1992. *Hydrobiologie*. Karolinum. Praha.

Ležíková K. 2010. *Dynamika fluvialních procesů v nivě spojené Orlice*. Geografický ústav. Přírodovědecká fakulta. Masarykova univerzita. Brno.

Netopil R. et al. 1984. *Fyzická geografie I*. 1.vyd. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1984. 273 s

Laurance W. F., Fearnside P., Camargo J. L. 2016. *Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin*. Chapter: 17, Publisher: Springer, Editors: Laszlo Nagy, Bruce Forsberg, Paulo Artaxo, pp.407-440

Lawrence R. W., Moral del R. 2011. *Primary succession*.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470015902.a0003181.pub2>

Lawton R. O. et al 2001. Climatic impact of tropical Lowland. Deforestation on Nearby Montane Cloud Forests. *Science* 294. 584-587.

Lely C. et al 2014. The Total Economic Value of Nature on Saba. *Report of IVM Institute for Environmental Studies*. R-14/11 14 March 2014

Létal A., Smolová I., Szczyrba Z. 2001. Transformace příměstské krajiny. In *Urbanismus a územní rozvoj*. č. 4/2001. roč. IV. ISSN – 1212-0855.

Löw, J. 1999. Hodnocení a ochrana krajinného rázu. In: *Péče o krajinný ráz – cíle a metody*. Vorel I., Sklenička P. (ed.). Praha: ČVUT. s. 199-203. ISBN 80-01-01979-9.

Ložek V. 1988. Palaeozoology and the Mid-European Quaternary past: Scope of the approach and selected results. *Rozpravy CSAV*, r. MPV. 1. EP - 106. Praha.

Ložek V. 2003. Naše nivy v proměnách času II. *Ochrana přírody* 58. č.5. s 131-136.

Lubinski K. 1998. Floodplain River Ecology and the Concept of River Ecological Health. In *Ecological Status and Trends of the UMRS*. pg. 2-12. Onalaska, Wisconsin.

Maheshwari B. L., Walker K. F., McMahon T. C. 1995. *Effects of regulation on the flow regime of the river Murray*, Australia. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450100103>

Machar I. 2001. *Geobiocenózy lužních lesů v ÚSES*. In katedra biologie Pedagogické fakulty UP. Olomouc.

Machar I. 2002. *Koncept starobylých lužních lesů a ochrana biodiverzity středoevropských lužních lesů*.

<http://baloun.entu.cas.cz/~cizek/NizkeStredniPudy/pdf/machar.pdf>

Machar I. 2013. Applying landscape ecological principles in sustainable forest management of the floodplain forest in the temperate zone of Europe. *Ekologia* (Bratislava), Vol. 32, No. 4, p. 369-375,

Margulisová, L. 2004. *Symbiotická planeta, Nový pohled na evoluci*, Academia 2004, ISBN 80-200-1206-0.

Matějček T. et al 2007. *Malý geografický a ekologický slovník*. 1. vyd. Praha: Česká geografická společnost, 2007. 136s. ISBN 978-80-86034-68-3. S.122.

Mazalová M. 2013. Blanokřídli (*Hymenoptera*) in *Příroda Pobečví*. ČSOP Lipník nad Bečvou, 2013

Miall, A. D. 1977. Fluvial sedimentology. *Canad. Soc, petrol., Geol., Mem.* 5, 168 pp.

Middleton B. A., 2002. Flood Pulsing in Wetlands: *Restoring the Natural Hydrological Balance*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Míchal I. 1994. *Ekologická stabilita*. Veronica. 1 vyd. 276 str.

Miklín J. 2009. *Lužní lesy Moravy a Dyje*. <https://www.janmiklin.cz/clanek-luzni-lesy-moravy-a-dyje/>

Mitsch W. J. et al 2015. Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science. Ecosystems services & management*. Vol 11. No 1.p.1-4.

Moore J. R. 2001. *Přírodní divy světa*, nakl. Slovart. Praha.

Moravec J. et al 1994. *Fytcenologie (Nauka o vegetaci)*. Academia. Praha.

Motan P., Tomáš P. 2011. *Příroda Pobečví*. Lipník nad Bečvou.

Munang R. et al 2013. The role of ecosystem services in climate change adaptation and disaster risk reduction. In *Environmental Sustainability*. Vol. 5. Issue 1, Pages 47-52, <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.02.002>.

Naimann, J. R., et al 2005. *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. Elsevier Academic Press, London, 448 s.

Nicholson E. et al 2009. Priority research areas for ecosystem services in a changing world. In: *J Appl Ecol* 46: 1139–1144.

Nelson S. A. 2016. *River Systems & Causes of Flooding*.  
[http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural\\_Disasters/riversystems.htm](http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural_Disasters/riversystems.htm)

Nuhlíčková S. 2010. Ornitocenózy vybraného úseku inundačného územia rieky Váh  
Birds assemblages of the flood-plain of Váh river segment. In *Tichodroma*. 22(22):  
85-95. Bratislava.

Opravil E. 1983. *Údolní niva v době hradištní*. Academia. Praha.

Pascal U. et al 2009. Valuation of ecosystems services: methodology and challenges.  
In: *Report to review of the economics of ecosystems and biodiversity*. European  
Commission/ UNEP/ BMU-Germany

Petrovic F., Muchová Z. 2016. Floodplain forest protection in agriculturally intensive  
areas (From design to implementation). in *Journal of Central European Agriculture*  
17(2):420-432. Bratislava.

Pithart D. 2011. Ecosystem services of natural floodplain segment – Lužnice River,  
Czech Republic. p.129-143. In: Wrachien D., Brebia C. A., Proverb D., Mambreti S.  
(ed.). *Flood recovery, Innovation and Response II*, 313 pp. WIT Press, Ashurst,  
Southampton, UK

Pitter P. 1987. *Hydrochemické tabulky*. SNTL nakladatelství technické literatury.  
1. vydání. Praha. 320 s.

Poláček 1999. Pokračování „nivního“ projektu v Mikulčicích. In: V. Řehořek (ed.),  
*Niva z multidisciplinárního pohledu III*. Brno. 62–64.

Poláček, L. 1999. Prehistorie a historie údolní nivy, in: Šefer, J., Stanová, V (ed.):  
*Aluviálne lúky rieky Moravy – význam, obnova a manažment*, DAPHNE, Bratislava

Poole G. C. 2002. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river  
discontinuum. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00922.x>. Cited by: 309.

Popov I. V. 1965. Deformace říčních koryt a hydrotechnická výstavba,  
Hydrometeoizdat. Leningrad.



Popoff S. et al 2005. *The Tisza floodplain. Wonderful world of wetlands.*  
[.https://www.researchgate.net/publication/323846957](https://www.researchgate.net/publication/323846957)

Powell W. G. 2009. Identifying Land Use/Land Cover (LULC) Using National Agriculture Imagery Program (NAIP) *Data as a Hydrologic Model Input for Local Flood Plain Management.* [https://digital.library.txstate.edu/handle/10877/3478.](https://digital.library.txstate.edu/handle/10877/3478)

Prach K. 2003. Spontaneous vegetation succession in central European man-made habitats: what information can be used in restoration practice? *Applied Vegetation Science* 6:125-129.

Raška P., Záborský V. 2012. Vodní toky a říční niva napříč staletími. *Geografické rozhledy.* No 4. s. 13-14. Praha.

Reid W. V. et al 2006. *Nature: the many benefits of ecosystem services.*  
[www.nature.com/articles/443749a.](http://www.nature.com/articles/443749a)

Riley, A. L. 1998. Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, *Policymakers and Citizens.* Washington DC: Island Press. p.137.ISBN1-55963-042-6.

Ruda A. 2014. [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz\\_geogr/web/pages/08-hydrografie.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/08-hydrografie.html)

Rybka V. 1997. *Mokřady Střední Moravy.* Sagittaria, Olomouc.

Rybníček K., 2001. Současný stav poznatků o přírodní historii říčních niv ČR v nejmladším kvartéru. In: Květ R., Řehořek V. (ed.). *Niva z multidisciplinárního pohledu.* Brno, Sborník abstrakt ke 4. semináři 10. 10. 2001 v Geotestu v Brně : 45 – 46.

Ryšánek V. 2006. *Soutoky řek Čech, Moravy a Slezska,* 1.vyd. Praha, Libri. 240s. 80-7277-311-9

Samec P. et al. 2011. The prospects for forests in the Western Carpathians, *Forest ecology in global perspective*. Palacky University, ISBN 978-80-244-2897-0.

Sarukhán J., Whyte A. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human well-being. In *WETLANDS AND WATER Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

Saunders G. P. 1996. Qualification of the Colorado River Alluvium as a Minor Aquifer in Texas. Transaction of the gulf coast association of Geological Societies. Vol. XLVL. 363. Austin.

Sedláčková D. 1980. *Floristický výzkum PR Škrabalka*. Diplomová práce. Karlova univerzita. Praha.

Sedláček A., Žák J. 2013. Brouci in *Příroda Pobečví*. ČSOP Lipník nad Bečvou, 2013.

Sedell, J. R., Richey J. E., Swanson F. J. 1989. The River Continuum Concept: A Basis for the Expected Ecosystem Behavior of Very Large Rivers? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110-127

Seják J. & Dejmal I. 2003. *Hodnocení a oceňování biotopů ČR*. Český ekologický ústav. Praha. s.422.

Seják J. et al 2010. *Hodnocení služeb a funkcí ekosystémů ČR*. Univerzita J. E. Purkyně. Ústí nad Labem. 198s.

Scheidegger A. E. 2004. *Morphotectonics*. Berlin, New York: Springer. p.113. ISBN 3-540-20017-7.

Shukla J. et al 1990. Amazing deforestation and Climate Change. *Science* 247. 1322-1325.

Shurika 2016. What are meanders? How are they formed?  
<https://www.quora.com/What-are-meanders-How-are-they-formed>

Shumm 1987. Flood Risk Management and the American River Basin: *An Evaluation*. National Academy Press. Washington D.C.

Skalický V. 1988. Regionálně fyto geografické členění (Regional phytogeographical division). In Hejný S, Slavík B (eds) *Květena České socialistické republiky (Flora of the Czech Republic)* 1. Academia, Praha, pp 103–121

Smith D. G., Smith N.D. 1980. Sedimentation in anastomosed river systéme: examples from alluvial valleys near Banff In *Sediment Petrol* 50., 157-164. Alberta.

Smolová, I. & Vitek, J. 2007. *Základy geomorfologie. Vybrané tvary reliéfu*. Univerzita Palackého, Olomouc, 189 s.

Stanford J. A., Ward J. V. 1983. The Serial Discontinuity Concept in Lotic ecosystems. In *Regulated Research Management*. 17(4-5):303 – 310. Montana.

Stanford J. A., Ward J. V. 1993. An Ecosystem Perspective of Alluvial Rivers: Connectivity and the Hyporheic Corridor. In *Freshwater Science*. Vol 12. Num 1/Mar. The University of Chicago Press Journals. Chicago Distribution Center. The University of Chicago.

Starkel L. 2002. *Change in the frequency of extreme events as the indicator of climatic change in the Holocene (in fluvial systems)*. Quaternary International. 91. s. 25-32.

Stephen P. G. 2014. A Review of Flood Warning Systems in Developed and Developing Countries. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. Vol.3, No.3, June 2012.

Strahler, A. H. 2011. *Introducing physical geography*, (ed.) Wiley J. & Hoboken, N. J. (ed.)

Strand J. et al 2018. Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services. In *Nature Sustainability* 1, 657–664.

Straton A., Pearson L. 2008. Importance of 'ecosystem services' for sustainable development. *Science Magazine*. Australia.

Šlachta M. 2009. *Ekosystémové služby. Zemědělské ekosystémy*. Zemědělská fakulta JU. České Budějovice.

Štěrba, O. et al. 2008. *Říční krajina a její ekosystémy*. 1. vyd., Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 391 s.

Šumberová K. 2008. *Rostlinná společenstva dočasně zaplavovaného eulitorálu stojatých a tekoucích vod v ČR*. Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity. Brno.

TEEB 2018. *The Economics of Ecosystems & Biodiversity*. <http://www.teebweb.org/>

Thomson J. N. 2018. Ecological succession. In *Encyklopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/ecological-succession>.

Tomaškin J. & Tomaškinová J. 2016. The ecological and environmental functions of grass ecosystems and their importance in the elimination of degradation processes in agricultural landscape. in *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*7(4):71-78. Banská Bystrica.

Trush W. J., McBain S. M., Luna B. L. 2000. Attributes of an alluvial river and their relation to water policy and management. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2000 Oct 24; 97(22). 11858–11863.

Turner R. K., Pearce D. W., Bateman I. J. 1994. *Environmental economics: an elementary introduction*. Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead. London.

Turner R. K., Morse J. S., Fisher B. 2010. *Ecosystem valuation: a sequential decision support system and quality assessment issues*. *Ann N Y Acad Sci* 1185: 79–101

Vaate, A., Pavluk, T. I. 2004. Practicability of the Index of Trophic Completeness for running waters, *Hydrobiologia* 519, pp. 49 – 60.

Vacková A. 2011. *Podzemní voda a chráněné ekosystémy vodní a na vodu vázané v oblasti CHKO Křivoklátsko*. Bakalářská práce. [In depon in Faculty of Science UK]. Praha.

Valíčková J. 1998: *PR Škrabalka – biogeografické hodnocení v rámci lužních lesů mezi Lipníkem nad Bečvou a hranicemi na Moravě*, in depon in Příror. Fak., MU, Brno.

Valíčková J. 2000. Biogeografické hodnocení mokřadních lokalit nivy řeky Bečvy mezi Hranicemi na Moravě a Přerovem. Brno, 2000. *sborník přednášek ke konferenci "Niva řeky Bečvy"*. ISBN 80-210-2329-5.

Valíčková J. 2002. A biogeographical investigations of wetland locations of the Bečva river alluvium in the territory between Hranice na Moravě and Přerov town in period 1998-2000 years. *Kształtowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych*, Katowice-Sosnowiec, 2002, roč. 32/2002, s. 39-42. ISSN 1232-0838.

Vanderberghe J. 2001: A typology of Pleistocene cold-based rivers. *Quaternary International* 79. s 111-121.

Vannote R. L. et al 2011. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37(1): 130-137, <https://doi.org/10.1139/f80-017>

Vašátko J. 1997. *Měkkýši Národního parku Podyjí*. Zlatý kůň, Česká speleologická společnost . Brno. 68s.

Vašátko J. 2004. Příspěvek k poznání vývoje a změn rostlinné a živočišné složky geobiocenóz na příkladu vybraných ploch v Moravském krasu. In *Hodnocení stavu a*

vývoje lesních gerobiocenóz. Sborník příspěvků z mezinárodní konference 15-16.10.2004 v Brně, Geobiocenologické spisy, sv.9, MZLU v Brně. vydání 1. Brno: Polehla, P.(ed.), 2004. s.189 - 195, 7 s. ISBN 80-7157-787-1.

Vašíček F., 1985. Natural conditions of floodplain forests. In: M. Penka, M. Vyskot, E. Klimo, F. Vašíček (ed.), *Floodplain Forest Ecosystem 1*. Elsevier, Amsterdam coed. Academia, Prague, pp.13-19.

Vašut R. 2011. *Atlas dřevin*. Portál České Flóry - edukační moduly pro výuku botaniky - Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/15.0269.

Verdonschot, P. F. M. 2000. Integrated ecological assessment methods as a basis for sustainable catchment management. *Hydrobiologia* 422/423: 389 – 412.

Waggy, M. A. 2010. *Phalaris arundinacea*. In: *Fire Effects Information System*, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer).

Wei-Ta Fang 2010. *River-Continuum and Flood-Pulse: Exploring Ecological and Hydrologic Concepts in Riparian-wetland*. National Taiwan Museum Special Publication. No-14: pages 101-111. Taiwan.

Wetzel, R. G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*, 3rd edn. Academic Press, San Diego. pp.635–637.

Whittow J. (ed.) 1984. *Dictionary of physical geography*. The Penguin, Oxford. 591 s.

Wolman L. G., Leopold L. B., Miller J. P. 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology (Dover Earth Science)*. W.H. Freeman and Company. San Francisco.

Wright, J. F. 2000. An introduction to RIVPACS. Wright J. F.; Sutcliffe D. W. Furse

M. T. (ed.): Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques, pp. 1-24. *Freshwater Biological Association*. Ambleside.

Zedler, J. B., Kercher S. 2005. Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability." *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30. 39-74

#### MAPOVÉ ZDROJE:

půdní mapy: WMS služba dostupná z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>

katastrální území: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

#### ZVUKOVÉ CD:

Pelc P. 2001. *Hlasy ptáků*. Biophon. Praha

## 8. PŘÍLOHY

Příloha č. 1.: Výsledky výzkumů ptačích ornitocenóz jednotlivých typů nivních ekosystémů zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy

| DRUH                 |                               | OSECKÉ NÁPLAVY<br>(n) | NÁPLAVY U PÍSKÁČE<br>(n) |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Kulík říční          | <i>Chardrius dubius</i>       | 4                     | 2                        |
| Racek chechtavý      | <i>Larus ridibundus</i>       | 10                    | 10                       |
| Ledňáček říční       | <i>Alcedo atthis</i>          | 2                     | 2                        |
| <b>Břehule říční</b> | <b><i>Riparia riparia</i></b> | <b>66</b>             | <b>20</b>                |
| Pisík obecný         | <i>Actitis hypoleucos</i>     | 2                     | 2                        |
| Vodouš kropenatý     | <i>Tringa ochropus</i>        | 2                     | 1                        |
| Jespák bojovný       | <i>Philomachus pugnax</i>     | 1                     | -                        |

Tab. č. 10.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy říčních náplavů na lokalitě Osecké náplavy a náplavy u Pískáče prováděný v období od dubna do července v roce 2014. (s vyznačením těch druhů, u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní

| DRUH                 |                               | OSECKÉ NÁPLAVY<br>(n) | NÁPLAVY U PÍSKÁČE<br>(n) |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Kulík říční          | <i>Chardrius dubius</i>       | 4                     | 2                        |
| Racek chechtavý      | <i>Larus ridibundus</i>       | 10                    | 10                       |
| Ledňáček říční       | <i>Alcedo atthis</i>          | 2                     | 2                        |
| <b>Břehule říční</b> | <b><i>Riparia riparia</i></b> | <b>42</b>             | <b>15</b>                |
| Pisík obecný         | <i>Actitis hypoleucos</i>     | 2                     | 1                        |
| Vodouš kropenatý     | <i>Tringa ochropus</i>        | 2                     | 1                        |
| Jespák bojovný       | <i>Philomachus pugnax</i>     | 2                     | -                        |

Tab. č. 11.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy říčních náplavů na lokalitě Osecké náplavy a náplavy u Pískáče prováděný v období od dubna do července v roce 2018. (s vyznačením těch druhů, u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní





Obr. č. 22.: Kulík říční (*Charadrius dubius*) hnízdící na Oseckých náplavech. Zdroj: Vlastní

| DRUH                 |                                   | PR ŠKRABALKA<br>(n) | LIBUŠKA<br>(n) |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------|
| Volavka popelavá     | <i>Ardea cinerea</i>              | 1                   | 1              |
| Volavka bílá         | <i>Egretta alba</i>               | 1                   | 2              |
| Čáp bílý             | <i>Ciconia ciconia</i>            | 2                   | 2              |
| Lyska černá          | <i>Fulica atra</i>                | 2                   | 2              |
| Slípka zelenonohá    | <i>Gallinula chloropus</i>        | -                   | 2              |
| Chřástal vodní       | <i>Rallus aquaticus</i>           | -                   | 2              |
| Cvrčilka říční       | <i>Locustella fluviatilis</i>     | 2                   | 2              |
| Cvrčilka zelená      | <i>Locustella naevia</i>          |                     | 2              |
| Rákosník zpěvný      | <i>Acrocephalus palustris</i>     |                     | 2              |
| Rákosník proužkovaný | <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> | 2                   | 2              |
| Rákosník obecný      | <i>Acrocephalus scirpaceus</i>    | 2                   | 2              |
| Orlovec říční        | <i>Pandion haliaetus</i>          | 1                   | 1              |
| Moták pochop         | <i>Circus aeruginosus</i>         | 2                   | 2              |
| Polák malý           | <i>Aythya nyroca</i>              | 2                   |                |
| Polák velký          | <i>Aythya ferina</i>              | 2                   | 2              |
| Kachna divoká        | <i>Anas platyrhynchos</i>         | 8                   | 10             |
| Husa běločelá        | <i>Anser albifrons</i>            | -                   | 1              |

Tab. č. 12.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy tůní mrtvých ramen PR Škrabalka a Libuška prováděných v období od dubna do července v roce 2014. (s vyznačením těch druhů, u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní

| DRUH                 |                                   | PR ŠKRABALKA<br>(n) | LIBUŠKA<br>(n) |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------|
| Volavka popelavá     | <i>Ardea cinerea</i>              | 1                   | 2              |
| Volavka bílá         | <i>Egretta alba</i>               | -                   | -              |
| Čáp bílý             | <i>Ciconia ciconia</i>            | 1                   | 2              |
| Lyska černá          | <i>Fulica atra</i>                | -                   | 2              |
| Slípka zelenonohá    | <i>Gallinula chloropus</i>        | 4                   | 4              |
| Chřástal vodní       | <i>Rallus aquaticus</i>           | 2                   | 2              |
| Cvrčilka říční       | <i>Locustella fluviatilis</i>     | 2                   | 4              |
| Cvrčilka zelená      | <i>Locustella naevia</i>          | 2                   | 2              |
| Rákosník zpěvný      | <i>Acrocephalus palustris</i>     | 2                   | 4              |
| Rákosník proužkovaný | <i>Acrocephalus schoenobaenus</i> | 2                   | 2              |
| Rákosník obecný      | <i>Acrocephalus scirpaceus</i>    | 2                   | 2              |
| Orlovec říční        | <i>Pandion haliaetus</i>          | -                   | 1              |
| Moták pochop         | <i>Circus aeruginosus</i>         | 1                   | 2              |
| Polák malý           | <i>Aythya nyroca</i>              | -                   | 2              |
| Polák velký          | <i>Aythya ferina</i>              | 2                   | -              |
| Kachna divoká        | <i>Anas platyrhynchos</i>         | 8                   | 12             |
| Husa běločelá        | <i>Anser albifrons</i>            | -                   | -              |

Tab. č. 13: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy tůní mrtvých ramen PR Škrabalka a Libuška prováděných v období od dubna do července v roce 2018. (s vyznačením těch druhů, u kterých došlo ke změně početnosti v souvislosti se změnou biotopu). Zdroj: Vlastní



Obr. č. 23.: Volavka popelavá (*Ardea cinerea*) v tůni mrtvého ramene PR Škrabalka.

Zdroj: Vlastní

| DRUH               |                          | LOUKA U PÍSKÁČE<br>(n) |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Čejka chocholátá   | <i>Vanellus vanellus</i> | 2                      |
| Bramborníček hnědý | <i>Saxicola rubetra</i>  | 2                      |
| Chocholouš obecný  | <i>Galerida cristata</i> | 2                      |
| Linduška luční     | <i>Anthus pratensis</i>  | 2                      |
| Strnad luční       | <i>Emberiza calandra</i> | 2                      |
| Skřivan polní      | <i>Alauda arvensis</i>   | 2                      |

Tab. č. 14.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy aluviálních luk na lokalitě u Pískáče prováděných v období od dubna do července v roce 2014. Zdroj: Vlastní

| DRUHY              |                          | LOUKA U PÍSKÁČE<br>(n) |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Čejka chocholatá   | <i>Vanellus vanellus</i> | 2                      |
| Bramborníček hnědý | <i>Saxicola rubetra</i>  | 2                      |
| Chocholouš obecný  | <i>Galerida cristata</i> | 1                      |
| Linduška luční     | <i>Anthus pratensis</i>  | 2                      |
| Strnad luční       | <i>Emberiza calandra</i> | 2                      |
| Skřivan polní      | <i>Alauda arvensis</i>   | 2                      |

Tab. č. 15.: Početnost (n) ptačích druhů v rámci inventarizačních průzkumů zaměřených na ornitocenózy aluviálních luk na lokalitě u Pískáče prováděných v období od dubna do července v roce 2018. Zdroj: Vlastní



Obr. č. 24: Čejka chocholatá (*Vanellus vanellus*) v aluviální louce u Pískáče. Zdroj: Motan (2011)

Příloha č. 2.: Finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy v jednotlivých obdobích

Klimatizační služby

|                     | Před technickými úpravami<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Do 50 tých let<br>20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | 50. - 90.<br>20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Po povodni v roce<br>1997 - současnost<br>(2018)<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) |
|---------------------|--|--|---|---|
| Klimatizační služby | 2699381,7  | 24965538   | 24024282  | 25590781  |

Tab. č. 16.: Finanční hodnoty klimatizačních služeb poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

|                              | Před technickými úpravami<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Do 50 tých let<br>20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | 50. - 90.<br>20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Po povodni v roce<br>1997 - současnost<br>(2018)<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) |
|------------------------------|--|--|---|---|
| Podpora malého vodního cyklu | 1386011,1  | 1149621,6  | 1126459,7   | 7744955,8   |

Tab. č. 17.: Finanční hodnoty služby podpory malého vodního cyklu poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

|                         | Před technickými úpravami<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Do 50 tých let<br>20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | 50. - 90.<br>20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Po povodni v roce<br>1997 - současnost<br>(2018)<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) |
|-------------------------|--|--|---|---|
| Produkce O <sub>2</sub> | 1010546,2  | 946392,06  | 902451,76   | 952407  |

Tab. č. 18.: Finanční hodnoty služby produkce O<sub>2</sub> poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

|              | Před technickými úpravami<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Do 50 tých let 20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | 50. - 90. léta 20. století<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Po povodni v roce 1997 - současnost (2018)<br>(v tis. Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) |
|--------------|--|---|---|---|
| Biodiverzita | 22940,31   | 22855,51  | 23897,72  | 26743,07  |

Tab. č. 19.: Finanční hodnoty služby podpory biodiverzity vodního cyklu poskytovaných říční nivou v jednotlivých obdobích. Zdroj: Vlastní

**VÝVOJ EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB ŘÍČNÍHO KONTINUA  
NA PŘÍKLADU NIVY DOLNÍHO TOKU  
ŘEKY BEČVY**

**AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE**

Školitel: Doc. Ing. Ivo Machar, PhD.

**Katedra rozvojových a enviromentálních studií**  
Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

**Mgr. Jarmila Michaela MÍTKOVÁ FILIPPOVÁ**

**DEVELOPMENT OF ECOSYSTEMS SERVICES RIVER  
CONTINUUM  
ON THE EXAMPLE OF THE LOWER BEČVA-RIVER-FLOW**

**Ph.D. THESIS SUMMARY**

Supervisor: Doc. Ing. Ivo Machar, PhD.

**Department of Development Studies**  
Faculty of Science, Palacký University in Olomouc

**Olomouc 2019**



**Předkladatel / Submitter:**

Mgr. Jarmila Michaela Mítková Filippovová  
Katedra rozvojových studií  
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci  
17. listopadu 12  
771 47 Olomouc

**Školitel / Supervisor:**

Doc. Ing. Ivo Machar, PhD.  
Katedra geoinformatiky  
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci  
17. listopadu 50  
771 46 Olomouc

**Oponenti / Opponents:**

Doc. RNDr. Jaroslav Vašátko Csc.

Obhajoba disertační práce se koná dne 13. 6. 2019 před komisí pro obhajoby disertačních prací doktorského studia v oboru P1314 Geografie, studijním oboru Rozvojová a enviromentální studia, v prostorách Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, 17. listopadu 12, 771 47 Olomouc.

The defence of the dissertation thesis will be held on 13<sup>th</sup> juni 2019 at the commission for the defence of dissertation thesis of Ph.D. degree in study programme P1314 Geography, specialization Development and Enviromental Studies, in the premises of the Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, 17. listopadu 12, 771 47 Olomouc.

## Obsah

|   |     |
|---|-----|
| 1. Úvod.....  | 141 |
| 2. Cíle a hypotézy disertační práce .....           | 143 |
| 3. Zvolené metody zpracování .....                  | 145 |
| 4. Literární rešerše .....                          | 148 |
| 4.1. Říční krajina .....                            | 148 |
| 4.2. Ekosystémy říční krajiny a jejich služby ..... | 149 |
| 4.3. Niva řeky Bečvy .....                          | 150 |
| 5. Výsledky výzkumu .....                           | 152 |
| 6. Diskuse .....                                    | 156 |
| 7. Závěr .....                                      | 161 |
| 8. Literatura.....                                  | 164 |

## Anotace

Obsahem práce je výzkum vývoje celkového finančního potenciálu nivy řeky Bečvy od období před říční regulací po současnost. Jedná se o nivu řeky Bečvy mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenice

Výzkum byl prováděn na podkladě dynamických procesů primární a sekundární sukcese vybraných lokalit. Na základě těchto procesů byla zdokumentována nabídka ekosystémových služeb nivních ekosystémy zkoumaného území říčního kontinua Bečvy. Byly vybrány tyto ekosystémové služby: klimatické služby, výroba služeb O<sub>2</sub>, služby na podpory biodiverzity, služby podpory malého vodního cyklu.

Metodika výzkumu dále vycházela z analýz map land-use, kde byly zhodnoceny vybrané ekosystémové služby všech kategorií land-coveru a zkoumaného úseku říční nivy jako celku.

Bylo zjištěno, že říční krajina zkoumaného území dosahovala nejvyšších hodnot vybraných ekosystémových služeb v čtvrtém období, od povodní v roce 1997 po současnost. Bylo to dáno vysokou prostorovou heterogenitou zkoumaného území, zejména pestrou mozaikou antropogenně podmíněných ekosystémů (orná půda, aluviální louky) a přírodních ekosystémů (lužní lesy). Svoji pozitivní roli sehrály lokality říčních náplavů revitalizované při velkých povodních v roce 1997.

Výsledky výzkumu potvrdily téměř všechny základní hypotézy práce. Hypotéza o negativní úloze antropogenních ploch se nepotvrdila. Naopak bylo prokázán význam příspěvku antropogenních ploch k celkové hodnotě vybraných ekosystémových služeb.

Dále byla dokázána důležitost plochy lužních lesů v rámci mozaiky říční nivy. To má pozitivní dopad zejména v oblasti krajinného plánování v rámci trvale udržitelného rozvoje přírody a lidské společnosti.

## Annotation

The content of this thesis is the research of the development of the total financial potential of the floodplain of the river Bečva from the period before the river regulation to the present. It is a floodplain of the river Bečva between Lipník nad Bečvou and Prosenice

The research was conducted on the basis of dynamic processes of primary and secondary succession of selected localities. Based on these processes, an offer of ecosystem services of floodplain ecosystems of the studied Bečva continuum was documented. The following ecosystem services were selected: climate services, production of O<sub>2</sub>, biodiversity support services, small water cycle support services. The research methodology was further based on analyzes of land-use maps, where selected ecosystem services of all land-cover categories and the investigated river floodplain section were evaluated.

It was found that the river landscape of the studied area reached the highest values of selected ecosystem services in the fourth period, from the floods in 1997 to the present. This was due to the high spatial heterogeneity of the studied area, especially the diverse mosaic of anthropogenically conditioned ecosystems (arable land, alluvial meadows) and natural ecosystems (floodplain forests). River alluvial sites revitalized during the 1997 major floods played a positive role. The results of the research confirmed almost all the basic hypotheses of the work. The hypothesis about the negative role of anthropogenic areas has not been confirmed. On the contrary, the importance of the contribution of anthropogenic areas to the total value of selected ecosystem services was demonstrated. Furthermore, the importance of the floodplain forest area in the meadows of the floodplain was proved. This has a particularly positive impact on landscape planning in the context of sustainable development of nature and human society.

## 1. Úvod

Říční nivy představují jeden z hlavních krajinnotvorných prvků. Svoji existencí dynamicky podmiňují rovnováhu každého území. Hraje důležitou roli z hlediska hydrologického, geologického a geomorfologického. Mají zásadní vliv na biotickou složku celé oblasti, na vzájemnou výměnu látek a energií v celém abiotcko-biotickém komplexu krajiny. Odedávna představují oblasti pravěké ekumeny. Docházelo zde k vzájemným vlivům, které podmiňovaly disturbance a následnou dynamickou rovnováhu v krajině. Říční nivní procesy poskytovaly feed-back příslušné antropické zátěži krajiny. Od novověku začala být v souvislosti s funkcemi říční nivy stěžejní otázka land-use využití krajiny v rámci harmonického soužití člověka s přírodou. Důležité jsou ekosystémové funkce jednotlivých nivních biotopů a nivy jako celku versus z hlediska ekosystémových služeb téměř nebo zcela nefunkční antropogenní plochy – zemědělské pozemky, lidská sídla, průmyslové zóny apod. Zásadní význam pro udržení ekologické stability každé krajiny má proto jednak zhodnocení stávajících ekosystémových služeb říčních niv a jednak návrh na jejich zlepšení, popř. rozšíření a revitalizaci nivních ekosystémů. Finanční zhodnocení ekosystémových služeb říční nivy je nový, aplikovaný postup při zhodnocení a návrhu land-use krajiny.

Řeka Bečva a její niva dolním toku může sloužit jako typický příklad středně velkého střeoevropského toku, který byl a je silně antropogenně modifikován. Současně v této oblasti zůstávají fragmenty původních přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů.

Výsledky výzkumu vývoje ekosystémových služeb říční nivy řeky Bečvy mohou přispět k poznání říční krajiny. Představují další důležitou část managementu říční krajiny v rámci trvale udržitelného rozvoje celého území.

Ve své práci se zabývám vývojem ekosystémových služeb říční nivy v rámci dolního toku řeky Bečvy. Jedná se o vývoj celkového finančního potenciálu říční nivy ve jmenovaném úseku od doby II. Vojenského mapování po současnost.

Zkoumaný úsek říčního aluvia je vymezen obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenice. Dané území představuje oblast dlouhá staletí trvalé osídlená a využívaná člověkem. Od doby středověkého odlesňování pramenných oblastí Bečvy v Beskydech řeka vytvářela v rámci podcelku Moravská brána širokou nivu s celou škálou nivní

ekosystémů. Tvořila harmonickou dynamicky se měnící nivní krajinu, kde se pravidelně střídaly období záplav s obdobími stagnace, sukcesí jednotlivých nivních biotopů a obdobími sucha.

Řeka Bečva spolu se svojí nivou prodělala jen za posledních 200 let značné změny. Dokumentují to výstupy II. Vojenského mapování, mapy z 50. let dokládající říční regulaci a mapy vytvořené na základě mapování po katastrofálních povodních v roce 1997.

Segmenty na sebe navazujících nivních biotopů, tvořící říční kontinuum poskytovaly základní ekosystémové služby, zásadní pro fungování harmonické nivní krajiny. Tyto ekosystémové služby byly v rámci historie říční nivy na různém stupni kvality v závislosti na přítomnosti, prostorové rozloze, a prosperitě jednotlivých nivních biotopů. Diverzita a kvalita mozaiky nivních ekosystémů podmiňuje hodnotu ekosystémové služby a tím i celkový finanční potenciál krajiny. (Seják, 2010).

Z hlediska trvale udržitelného rozvoje je moje práce jednou z možností k lepšímu ocenění říční krajiny. Práce může také sloužit jako pomůcka k návrhům nízko nákladového využití a revitalizace krajiny. Je to důležité pro vzájemné dynamicky podmíněné harmonické soužití člověka s přírodou.

## 2. Cíle a hypotézy disertační práce

Hlavními cíli disertační práce jsou

1. Popsat nabídku ekosystémových služeb nivy řeky Bečvy ve studovaném území na základě výzkumu dynamiky nivních procesů na vybraných lokalitách (příklady primární a sekundární sukcese) zkoumaných v letech 2014-2018.

1.

2. Na podkladě analýz mapových dat land-use popsat vybrané ekosystémové služby v historii

3.

4. 3. Srovnat historii a současnost ekosystémových služeb ve studovaném území a stanovit předpokládaný trend jejich vývoje.

V disertační práci jsou řešeny následující výzkumné otázky:

1. Má velikost plochy přírodních a přírodě blízkých ekosystémů vliv na hodnoty vybraných ekosystémových služeb ve zkoumaném území?

Hypotéza 1: Rozloha přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů má stěžejní vliv na hodnoty vybraných ekosystémových služeb

2. Jakou roli v celkové hodnotě vybraných ekosystémových služeb hrají antropogenně podmíněné ekosystémy?

Hypotéza 2: Antropogenně podmíněné ekosystémy hrají jen velmi malou roli v nabídce vybraných ekosystémových služeb

3. Jaký vliv na hodnotu ekosystémových služeb v zkoumaném území mají technické úpravy řeky Bečvy?

Hypotéza 3: Regulace řeky Bečvy měla stěžejní vliv na přirozené fluvialně-geomorfologické procesy řeky Bečvy, což má za následek pokles hodnoty vybraných

ekosystémových služeb.

4. Jak se změnilы hodnoty vybraných ekosystémových služeb po povodních v roce 1997?

Hypotéza 4: Zápavy v roce 1997 stěžejním způsobem modifikovaly nabídku vybraných ekosystémových služeb zkoumaného území



### 3. Zvolené metody zpracování

Zkoumané území představuje úsek dolního toku řeky Bečvy s přílehlou nivou mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenicemi nad Bečvou. Ve studovaném území budou identifikovány typy půd pod mapy půd v měřítku 1:50 000 (WMS služba dostupná z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>) . Dále bude využito také dat týkajících se hranic katastrálního území (KÚ). Tyto data jsou převzaty v ArcČR 500 (<https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>). Na vybraných katastrech, kterými protéká řeka Bečva budou určeny typy půd. Vlastní vymezení zájmového území bude vycházet z předpokladu, že jednou z hranic říční nivy jsou nivní půdy – fluvizemě. Plochy fluvizemí v bečevské nivě budou představovat vlastní zájmové území. Na analýzu změn land-use budou vybrány mapy II. vojenského mapování. Z dalších datových podkladů budou použity letecké měřické snímky z let 1954 , 1994 a vrstvy z roku 2018 – WMS služba dostupná z : [http://geoportal.cuzk.cz/WMS\\_ORTOFOTO\\_PUB/WMSservice.aspx](http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx)

Digitalizace bude zpracována v měřítku 1:5000, s pomocí softwaru ArcMap 10.4 z balíčku ArcGIS for Desktop. Grafická znázornění budou vytvořeny v Adobe Illustrator CC. Před začátkem samotné digitalizace budou stanoveny kategorie, do kterých budou rozděleny vlastní plochy landuse. Budou to tyto: les, orná půda, ostatní plochy, plocha revitalizovaná řekou, trvalý travní porost, vodní plocha, vodní tok, zástavba. K jednotlivým kategoriím budou přiřazeny hodnoty vybraných ekosystémových služeb. Výzkumy budou probíhat ve čtyřech obdobích, a to: 1. před technickými úpravami, 2. od regulace po 50. léta 20. století, 3. od 50.tých let 20. století po povodně v roce 1997, 4. od povodní v roce 1997 po současnost.

Lokality zkoumané v letech 2014-2018 budou z hlediska land-use rozděleny na skupiny v rámci nelesních biotopů: 1a. trvalé travní porosty, 1b. vodní/mokřadní plochy. Další lokality, na kterých bude prováděn výzkum, budou patřit do kategorie plochy revitalizované řekou. Tyto plochy vznikly fluviálně-geomorfologickými procesy při záplavách v roce 1997. Představují biotopy říčních náplavů a nátrží. Plochy revitalizované řekou budou zkoumány na lokalitách náplavy u Pískáče a Osecké náplavy. V rámci vodní/mokřadních ploch budou zaznamenány výsledky zkoumání vegetace a ornitocenóz tůní mrtvých ramen na lokalitách PR Škrabalka a

Libuška, v případě trvalých travních porostů to budou relikty původních travnatých porostů aluviálních luk u rybníka Pískáče.

Další část práce bude řešit současnou nabídku ekosystémových služeb zkoumané území nivy řeky Bečvy mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenice. Tato nabídka vychází ze základní ekosystémové funkce nivních ekosystémů, kterou je zajištění dynamické rovnováhy říční krajiny. Podle Sejáka a Dejerala (2003) kvalitní ekosystémy poskytují kvalitní ekosystémové služby. Proto výzkum ekosystémů povede k poznání kvality/hodnoty jimi poskytovaných ekosystémových služeb. V první části výsledků práce proto budou přítomny údaje o biodiverzitě nivních ekosystémů.

Biodiverzita nivních ekosystémů bude popisována na základě výsledků botanického a zoologického výzkumu. Výsledky tohoto výzkumu podávat informace o dynamice nivních ekosystémů, která nejlépe odráží kvalitu poskytovaných ekosystémových služeb.

Pro studium dynamiky budou vybrány ve zkoumaném území fragmenty nivních ekosystémů, kde budou studovány procesy primární a sekundární sukcese. Z hlediska sekundární sukcese budou představovat výzkumnou oblast tůň mrtvých ramen. V případě primární sukcese budou zkoumány říční náplavy. Dalším biotopem, kde bude probíhat výzkum dynamiky, budou aluviální louky. Výsledky výzkumu dynamiky ekosystémů nivy řeky Bečvy se stanou součástí aktuální nabídky ekosystémových služeb vybraného území.

Dále budou vybrány další ekosystémové služby, kteří patří podle Pitharta (2011) k dalším základním ekosystémovým funkcím nivních ekosystémů. Těmito službami nivní ekosystémy významně přispívají k dynamické rovnováze říční krajiny. Patří k základním podmínkám harmonické kulturní krajiny, ke kterým lze řadit i říční krajinu. Jedná se o mimo jiné klimatizační funkce (vyjádřené v  $l/m^2/rok$ ), podpora malého vodního cyklu (vyjádřené v  $l/m^2$ ), produkce  $O_2$  (vyjádřené v  $kg/m^2/rok$ ). Výběr jmenovaných ekosystémových služeb bude vycházet z poznatků o vlivu říční nivy na mikroklima krajiny.

V práci budou použity finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb pro jednotlivé kategorie land-use podle metody BVM Sejáka a Dejerala (2003). Její podstatou je finanční hodnocení kvality biotopů na podkladě služeb, které tyto

biotopy poskytují.

Finanční hodnoty odpovídajících ekosystémových služeb jednotlivých kategorií k roku 2010 jsou vyjádřeny v tabulce č. 1. (Monetární hodnota ekosystémových služeb vychází z údajů publikovaných v práci Sejáka, 2010). Konkrétní finanční hodnotu pro jednotlivé kategorie v příslušných obdobích v rámci zkoumaného úseku říční nivy budou získávat součtem ploch odpovídající kategorie, kterou vynásobíme finanční hodnotou uvedenou v tab. č. 1. Stejným způsobem se bude postupovat při získání konkrétní finanční hodnoty vybraných ekosystémových služeb jednotlivých ekosystémů na sledovaných lokalitách. Tak zhodnotíme nabídku ekosystémových služeb jednotlivých ekosystémů ve sledovaném úseku říční nivy. Umožní nám to také nástin historického vývoje vybraných ekosystémových služeb v rámci příslušných zkoumaných období, včetně srovnání se současností. Celkovým součtem finančních hodnot ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use v příslušném období bude možno přibližně stanovit celkovou hodnotu ekosystémových služeb zkoumaného úseku nivy řeky Bečvy v jednotlivých obdobích.

| kategorie                   | Klimatizační funkce (Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Malý vodní cyklus (Kč/l/m <sup>2</sup> /rok) | Produkce O <sub>2</sub> (Kč/kg/m <sup>2</sup> /rok) | Biodiverzita (Kč/body BVM.m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| les                         | 2240   | 1925   | 760   | 37   |
| orná půda                   | 840  | 214  | 336   | 6  |
| Ostatní plochy              | 959  | 432  | 359   | 7  |
| Trvalý travní porost        | 1400   | 855  | 518   | 8  |
| Plocha revitalizovaná řekou | 1647   | 1262   | 560   | 25   |
| Vodní tok                   | 566  | 453  | 165   | 23   |
| Vodní plocha                | 598  | 492  | 176   | 19   |
| zástavba                    | 153  | 61   | 2   | 2  |

Tab. č. 1. Přehled souhrnných ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use vyjádřených v Kč/m<sup>2</sup>/rok. Zdroj: Upraveno podle Seják (2010).

## 4. Literární rešerše

### 4.1. Říční krajina

Říční niva je jedním z hlavním prvků krajiny. V říční nivě se prolíná zde přírodní složka s lidskou činností. Tato základní složka krajiny je tvořena řekou a její nivou (Křížek, 2007). Collin (1988); Gruell and Gregory (1995) představují říční nivu z hlediska krajinné ekologie jako část krajiny s výskytem nivních ekosystémů se specifickými rostlinami a živočichy. Dnešní podoba údolních niv na území ČR je výsledkem geomorfologických procesů nejmladší geologické minulosti v posledním, tj. würmském glaciálu a holocénu. Na počátku holocénu se v důsledku eroze mění charakter řek z divočících na toky tvořící meandry (Vanderberghe, 2001). Zásadní vliv na říční nivu měl a má člověk a jeho činnost. Od středověku lze pozorovat významné zásahy do dynamiky řek. Jedná se o rozsáhlé odlesňování horních partií řek doprovázející kolonizaci českých pohoří, budování mlýnů a hamrů na řekách apod. V tomto období se také projevují důsledky zejména odlesňování a to pravidelnými povodněmi. Zápavy ovlivňují výstavbu lidských sídel v okolí řek (Starkel, 2002).

Říční niva (říční krajina) je tedy tvořena řekou a jejími přilehlými ekosystémy (Štěrbá, 2008). Podle Pracha (2003) je pro říční nivu charakteristická vysoká časoprostorová heterogenita, vysokou produktivitou a toky energie, živin a informací mezi jednotlivými ekosystémy mnohonásobně převyšují dynamiku uvnitř ekosystémů. To je dáno obrovským množstvím živin přinášených záplavami. Na to navazují krajinně-ekologické koncepty. Jedním z nejdůležitějších byl *geoekologický koncept dynamické fluviální sukcesní série nivních ekosystémů, který se objevil v roce 1994. Tato teorie popisuje rozmanitost a návaznost nivních ekotopů a biocenóz vzájemně spjatých složitými vývojovými procesy homeorhetického charakteru v jejich dynamické ekologické stabilitě. Teorie vychází z poznání struktury nivní krajiny, kterou tvoří mozaika ekosystémů říční nivy. Dynamická fluviální sukcesní série nivních biotopů je mozaika vodních, mokřadních a suchozemských, přirozených či antropogenně podmíněných ekosystémů v různých stádiích sukcese, které se vyvíjejí v závislosti na fluviálních procesech v říční nivě (Buček & Lacina, 1994).*

## 4.2. Ekosystémy říční krajiny a jejich služby

Z ekosystémového pohledu je říční krajina tvořena ekosystémem současné řeky a přilehlými ekosystémy, které jsou touto řekou vytvořeny. Především jsou to samotná řeka, její dno, břehy a povodňové valy, niva, aluviální podpovrchové a povrchové sedimenty, hyporeál, boční ramena, tůň a jezera v nivě, prameny v rámci říční krajiny, a dnes také umělé antropogenní objekty (Štěrba, 2008).

Říční niva se všemi svými ekosystémy je základním elementem harmonické kulturní krajiny. Nivní ekosystémy poskytují lidem jedinečné ekosystémové služby. Ekosystémové služby každého ekosystému zahrnují De Groota (2002) přínosy jednotlivých habitatů, které mají přímý nebo nepřímý vliv na lidskou společnost.

U říčních niv je důležitá otázka kvality nivy a tomu odpovídající vysoká/nízká hodnota hydrologických služeb. Má to význam při alternativních scénářích revitalizace a managementu nivní krajiny. (Braumann, 2007).

Specifickou skupinu v rámci říční nivy tvoří mokřadní ekosystémy. Podle Zedlera a Kerchera (2005) rozloha všech mokřadů na Zemi je kolem 9 %, jejich ekosystémové služby však dosahují obrovských hodnot. Pro fungující mokřad jsou klíčové tyto ekosystémové služby:

1. omezení záplav
2. podpora biodiverzity
3. podíl na kvalitě vody
4. sekvestrace uhlíku

Pokud je mokřad degradován, jeho ekosystémové služby jsou minimální.

D. Pithart et al uvádějí, že mezi základní ekosystémové služby říční nivy patří Rostlinná produkce (přírůstek píce, dřeva) a živočišná produkce (včetně ryb, lovné zvěře),

retence vody – tlumení průtokových extrémů, transformace povodňové vln, retence živin a sedimentů, rekreace, biodiverzita (refugium ohrožených druhů), stabilizace nebo sekvestrace uhlíku, ochlazování a zvlhčování klimatu (Pithart, 2011).

### 4.3. Niva řeky Bečvy

Řeka Bečva je přirozenou osou geomorfologického celku Moravská brána (Culek, 2015). Z pedologického hlediska jsou nejčastějším půdním typem v nivě řeky Bečvy fluvizemě se zřetelně vyjádřenými horizonty A, G.

Technické úpravy řeky, které proběhly v letech 1897-1932 (Löw, 1999), zabránily mnoha přírodním procesům v bečevské nivě. Tok řeky Bečvy se tak zkrátil o 141 km. Důsledkem byly degradace a zánik mnoha mokřadních biocenóz vázaných na přirozený chod říční nivy.

V současné době neexistuje v nivě řeky Bečvy úplná sukcesní série v rámci sekundární sukcesí vodních tůň mrtvých a slepých ramen. Nová mrtvá a slepá ramena nevznikají, stávající tůně zarůstají. Např. PR Škrabalka, mrtvé rameno u Oldřichova, rybník Pískáč, mrtvé rameno Libuška. Důvodem je absence přirozených fluvialních procesů (Valíčková, 2002).

Při záplavách v roce 1997 byly také obnoveny některé další přirozené a přírodě blízké nivní ekosystémy, jako např. aluviální náplavy. Jedná se o tzv. Renaturalizaci říční krajiny (obnova přírodního stavu). Renaturalizované úseky řeky Bečvy byly navrženy k vyhlášení za chráněné přírodní lokality (Krejčí, Sucharda; 1999). Jedná se o lokalitu Osecké náplavy. V nivě řeky Bečvy jsou dále zastoupeny další nivní ekosystémy, jako např. fragmenty lužních lesů, aluviální louky, mokřady a tůně mrtvých či slepých ramen v různých stadiích sekundární sukcese. Nejvýznamnějšími z nich jsou tyto: PR Škrabalka a Libuška, viz. obr. č.2., 3., 9., 11., 18 (Valíčková, 1999).

Záplavová voda vždy představovala ohromnou masu kinetické energie, která má ničivé účinky zejména v okamžiku kulminace. V široké údolní bečevské nivě měla povodňová voda možnost rozlítí do prostoru. Zde nějakou dobu stagnovala a v rámci tohoto stresu nejlépe plnily svoje ekosystémové funkce nivní ekosystémy – lužní lesy, mokřady, aluviální louky. Podstatou této ekosystémové funkce je, že je dochází postupné filtraci povodňové vody díky vysoké pufrční schopnosti „záplavových ekosystémů“. Povodňová vlna tak ztratila svou ničivou intenzitu, došlo k její transformaci (Buček, 1998). Nivní ekosystémy řeky Bečvy se vyznačují vysokou

resiliencí (Míchal, 1994). Po skončení povodní v nich nastoupil proces sukcese. Ničivý účinek záplav byl eliminován. Začala se obnovovat dynamická rovnováha ekosystému (Forman & Godron, 1993; Buček & Lacina, 1994; Valíčková, 2002).

Dalším významným příkladem důležitých ekosystémových funkcí nivy řeky Bečvy je čistota vody.

## 5. Výsledky výzkumu

V rámci výzkumu říčního kontinua vybraného úseku nivy řeky Bečvy mezi obcemi Lipník nad Bečvou a Prosenicemi bylo zjištěno, že nivní ekosystémy poskytují kvalitní nabídku vybraných ekosystémových služeb - biodiverzitu, klimatizační služby, podpora malého vodního cyklu, produkce O<sub>2</sub>.

### Říční kontinuum Bečvy

Revitalizované úseky řeky Bečvy, lokality nátrží a říčních šterkopískových náplavů u Pískáče a Osecké náplavy nabízejí z vybraných ekosystémových služeb zejména vysokou diverzitu a produkci O<sub>2</sub>. Dále mají obě lokality na renaturalizovaných úsecích význam v menší míře v podpoře malého vodního cyklu a pro klimatizační služby.

Změny rostlinných společenstev v případě fytoocenologických snímků z let 2014 a 2018 dokazují dynamiku společenstev náplavů.

Biodiverzitu rostlinných společenstev doplňovaly ptačí druhy typické pro biotop náplavů, jako např. kulík říční (*Charadrius dubius*), který na lokalitě i opakovaně hnízdil. V protilehlé břehové nátrži zase sídlila početná kolonie břehulí říčních (*Riparia riparia*). Opakovaně zde byl spatřen přeletující a lovící ledňáček říční (*Alcedo atthis*).

V rámci výzkumů vegetace na náplavech lokality Osecké náplavy bylo zjištěno, že zdejší rostlinná společenstva odpovídaly stadiu lužního lesa – typu měkký luh svazu s vrbou bílou (*Salicion albae*). Byly zde přítomny druhy dřevin jako např.: vrba bílá (*Salix alba*), vrba křehká (*Salix fragilis*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), apod. Biotop náplavů se vyznačoval vysokou biodiverzitou. Odpovídají tomu také výsledky ornitologického průzkumu, kde vedle ptačích druhů typických pro biotop náplavů jako jsou např. kulík říční (*Charadrius dubius*), přeletující pisík obecný (*Actitis hypoleucos*), jespák bojovný (*Philomachus pugnax*) se vyskytovaly také druhy typické pro lesní biotop, jako např. žluva hajní (*Oriolus oriolus*). Byly přítomny také druhy typické pro mokřadní keře, jako např. cvrčilka říční (*Locustella fluviatillis*) nebo rákosník obecný (*Acrocephalus scirpaceus*).

Tento nivní ekosystém zajišťoval v rámci říčního kontinua vynikající ekosystémové služby i z hlediska produktivity O<sub>2</sub>, také klimatizační služby a služby podpory



malého vodního cyklu.

Při výzkumu nivních ekosystémů vodních tůní mrtvých ramen a zarůstajících mokřadů bylo zjištěno dynamické střídání sukcesních sérií v rámci sekundární sukcese. Všechna stadia se vyznačovala vysokou druhovou diverzitou rostlin a jim odpovídajících ptačích druhů. Jednotlivé typy ekosystémů ve všech stadiích sekundární sukcese přitom poskytovaly všechny typy vybraných ekosystémových služeb. Současně se zde vyskytovaly ptačí druhy dynamicky reagující na změnu rostlinných společenstev. Byly to druhy např. volavka popelavá (*Ardea cinerea*), chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), slípka zelenonohá (*Galinula chloropus*).

V rámci říčního kontinua bylo zjištěno výzkumem ve fragmentu aluviálních luk na lokalitě u Pískáče, že zdejší vegetace nivních luk zůstala nezměněna. Tomuto výsledku odpovídala zjištění ornitologických inventarizačních průzkumů. Na lokalitě byly dlouhodobě přítomny, popř. hnízdily mimo specifické ptačí druhy, např.: skřivan polní (*Alauda arvensis*), čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*), apod. Byl zde dokonce pravidelně spatřován vzácný chocholouš obecný (*Galerida cristata*). Dále je z fytoecologických snímků a z ornitologických průzkumů zaznamenaných je patrné, že aluviální louky sledovaného úseku nivy Bečvy zastoupené louku u Pískáče poskytují kvalitní ekosystémové služby, a to vysokou biodiverzitu rostlinných a ptačích společenstev, s tím související produkci O<sub>2</sub>. Hrají také významnou roli v oblasti klimatizačních služeb a v podpoře malého vodního cyklu.

#### Vývoj ekosystémových služeb

##### Období před technickými úpravami

Analýzami změn land-use na podkladě map II.vojenského mapování bylo zjištěno, že celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku řeky Bečvy v období před technickými úpravami dosahovala 5 121 337 400,- Kč. Z tabulky finančních hodnot je dále patrné, že na celkové roční hodnotě ekosystémových služeb mají největší podíl klimatizační služby, a to hodnotou 2 699 381 700,- Kč a podpora malého vodního cyklu, a to hodnotou 1 386 011 100,- Kč. Roční finanční hodnota z hlediska produkce O<sub>2</sub> je také vysoká, činí 1 010 546 200,- Kč. Tyto služby poskytovaly poměrně rozsáhlé plochy

přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů, spolu s neregulovaným tokem řeky Bečvy zobrazené na mapě č. 3.

Období po technických úpravách do 50. let 20. století

Celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb v tomto období činí 4 617 881 100,- Kč. Jak naznačuje mapa č. 4. Ve druhém zkoumaném období se výrazně změnil říční tok, jeho plocha vlivem regulace řeky Bečvy poklesla téměř 3x. Také byl zaznamenán úbytek plochy trvalých travních porostů. Významně se zvětšila plocha lužního lesa a orné půdy. To vše mělo vliv na změnu roční hodnoty vybraných ekosystémových služeb, jak naznačuje tabulka č. 7. Dále z tabulky č. 7. je patrné, že se nejvíce na celkové roční hodnotě podílely klimatizační služby, a to hodnotou 2 496 553 800,- Kč a služby podpory malého vodního cyklu, s hodnotou 1 149 621 600,- Kč. Také roční finanční hodnota služby produkce O<sub>2</sub> byla vysoká, dosahovala 946 392 060,- Kč.

Období 50. léta – povodně v roce 1997

Celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb v roce 1994 činila 4 548 237 400,- Kč. Z tabulky č. 8. vyplývá, že hlavní podíl na celkové roční hodnotě vybraných ekosystémových služeb měly opět klimatizační služby, služby podpory malého vodního cyklu a produkce O<sub>2</sub>. Z mapy land-use č. 5. z tabulky č. 8. je dále patrné, že plocha orné půdy byla rozsáhlá, činila 1719,13 ha a vzrostl také plošný podíl zástavby. Jak naznačuje mapa č.5. a tabulka č.7., zůstává stále vysoký podíl plochy lužního lesa. Plochy revitalizované řekou a plocha vodního toku Bečvy zůstávají stále na nízkých hodnotách. Důsledky jmenovaných změn ploch land-use na vybrané ekosystémové služby naznačuje tabulka č. 7.

Od povodně v roce 1997 – po současnost (2018)

Celková roční finanční hodnota vybraných ekosystémových služeb ve zkoumaném území v roce 2018 je 11 283 184 000 000,- Kč. Hlavní podíl na celkové roční finanční hodnotě vybraných ekosystémových služeb měly klimatizační služby, služby podpory malého vodního cyklu, služby produkce O<sub>2</sub>.

Na mapě č. 6. a v tabulce č. 8. Jsou dále vyznačeny údaje o zvětšení ploch revitalizovaných řekou, jejichž plocha činila 3,18ha. Plochy revitalizované řekou v tomto období nejlépe plnily svou funkci v oblasti klimatizačních služeb, a sice s roční hodnotou 30 139 500,- Kč. Dále v tab. č. 8. a v na mapě č. 6. je zřejmé, že vzrostl relativní plošný podíl kategorie trvalý travních porostů. Tento přírodě blízký ekosystém nabízel vysoké roční hodnoty vybraných ekosystémových služeb (viz tab. č. 8). Nejvyšších ročních hodnot dosahovaly v případě trvalých travních porostů klimatizační služby, a to 253 484 000,- Kč. Co se týče ekosystémové služby podpora biodiverzity, nejvíce se na této roční hodnotě podílel lužní les, a to hodnotou 13 237 860,- Kč.

## 6. Diskuse

Výzkumy nivních ekosystémů jmenovaného úseku říční nivy Bečvy potvrdily teorii Bučka a Laciny (1994), podle které jsou všechny nivní ekosystémy hlavními aktéry dynamické rovnováhy každé krajiny.

Na podkladě studia sukcesních sérií vybraných nivních biotopů – šterko-pískových náplavů, tůň mrtvých ramen a aluviálních luk byly tak prokázány dynamické procesy nivních ekosystémů.

Nepřetržitě probíhající fluviálně-geomorfologické procesy na řece Bečvě, mnohonásobně zvýrazněné při povodních v roce 1997. To bylo zjištěno např. při studiu vegetace na náplavech lokality Osecké náplavy. Tyto procesy podmiňovaly pravidelné a rychlé střídání sukcesních sérií rostlinné složky ekosystémů. Lokality nátrží a říčních šterkopískových náplavů u Pískáče a Osecké náplavy nabízely z vybraných ekosystémových služeb zejména vysokou diverzitu a produkci O<sub>2</sub>, což bylo dáno dynamikou sukcesních sérií. Na jedné snímkové ploše se může růst až přes 50 druhů rostlin. Vysoká biodiverzita rostlinných druhů je doplněna diverzitou specifických druhů ptáků. K obdobným výsledkům dospěla ve své disertaci Grohmannová (2012). V její práci bylo také prokázáno, že nivní ekosystémy řeky Bečvy jsou součástí sukcesně pohyblivé ekologické stability říční krajiny.

Vlastní bádání v rámci zkoumaného území také prokázala na příkladu procesů primární sukcese na náplavech řeky Bečvy, že pravidelné povodně jsou stěžejním impulsem v dynamických procesech primární sukcese nivních ekosystémů. Pozitivní vliv pravidelných záplav byl prokázán na výzkumné ploše u Pískáče, které pravidelné zaplavení studované plochy vedlo k zvýšení počtu druhů.

V rámci procesů sekundární sukcese tůň mrtvých ramen na lokalitách PR Škrabalka a Libuška docházelo k postupné změně z bahnitých mokřadních tůň v roce 2014 přes přechodová společenstva směrem k více terestrickým sušším typům mokřadů, popř. s juvelními jedinci dřevin lužního lesa v roce 2018. Fytocenologické snímky ze stálé plochy v centrální části mokřadní tůně PR Škrabalka jasně prokázaly progredující trend sekundární sukcese směrem od společenstev vodních plovoucích, popř. ve dně tůň kořenicích rostlin k biotopu bahnitých eutrofních, místy mezotrofních bahnitých substrátů, V roce 2018 kdy bylo zaznamenáno zvětšení

plochy litorálních porostů, se došlo k návratu několika vzácných ptačích druhů, po mnoha letech absence. Byly to druhy např. chřástal vodní (*Rallus aquaticus*), slípka zelenonohá (*Galinula chloropus*). Naopak, vlivem částečného ústupu vodních ploch z lokality vymizela dříve zde hnízdící lyska černá (*Fulica atra*). Tato stadia sekundární sukcesí také přispívají k vysoké diverzitě biotické složky nivních ekosystémů. K podobným výsledkům dospěl při svých výzkumech také Lacina (2013), kteří potvrdili dynamické střídání sukcesních sérií zejména říčních náplavů. Stejně výsledky má ve své disertaci i Klečka (2004), který svými výzkumy potvrdil propojení fluviaálně-geomorfologických procesů se změnami a zarůstáním vegetačního krytu nivních ekosystémů řeky Bečvy. Podle Vašátka (1997, 2004) na střídání sukcesních sérií rovněž citlivě reaguje živočišná složka ekosystémů, zejména stenovalentní druhy. Výsledky výzkumu ekosystémové služby biodiverzity lokalit nivních ekosystémů ve zkoumaném území jsou srovnatelné s výsledky vlastních výzkumů z let 2008-2013, které pojednávaly o druhové diverzitě obdobných ekosystémů v nivě řeky Bečvy nedaleko obce Týn nad Bečvou (Filippovová, 2014). Výzkumy v rámci této práce prokázaly, že pro jednotlivá sukcesní stadia vybraných nivních ekosystémů na sledovaném úseku nivy řeky Bečvy je charakteristickým rysem poskytování kvalitních ekosystémových služeb. Pestrá mozaika sukcesních stadií nivních biotopů hraje svoji nezaměnitelnou roli v dynamické rovnováze říční krajiny tím, že spolupodmiňuje klima, malý vodní cyklus, produkci O<sub>2</sub> a biodiverzitu říční krajiny. Tyto stálé příspěvky do homeohetické rovnováhy říční krajiny Bečvy mají vysoké roční finanční hodnoty. Tyto výsledky lze zahrnout do tzv. Enviromentální ekonomiky, o níž publikuje např. Turner (1994, 2010).

Při analýze mapových dat z různých období byl vývoj průměrných ročních vybraných ekosystémových služeb na podkladě plošné rozlohy nivních ekosystémů v kontextu celého land-use zkoumané oblasti. Z map land-use č.3.-6. vyplývá, že se během příslušných období měnil plošný rozsah přírodních a přírodě blízkých kategorií, a tím se mění celková finanční hodnota ekosystémových služeb.

V období před technickými úpravami byl vysoký plošný podíl ploch revitalizovaných řekou (říčních náplavů, břehových nátrží). Rozloha ploch lužních lesů byla naopak velmi nízká, pouhé 2,5 % zkoumaného území. Velmi malá celková plocha lužních lesů ovlivnila nízkou roční hodnotu ekosystémové služby podpory

malého vodního cyklu, ve které hraje les jinak velmi důležitou roli. Raketový vzrůst roční hodnoty této ekosystémové služby v období po povodni v roce 1997 na téměř sedminásobek hodnoty z období před regulací Bečvy lze vysvětlit mimo jiné zvětšením plochy lužních lesů. Důležitou úlohu v poskytování této ekosystémové služby hrály také antropogenně podmíněné ekosystémy (pole), jejichž plocha ve zkoumaném území byla vysoká, 1144, 74 ha.

Přeměna původních ploch některých nelesních kategorií land-use před regulací řeky na plochy lužního lesa v období po povodni v roce 1997 měla pozitivní vliv také na vysoký vzrůst roční hodnoty ekosystémové služby podpora malého vodního cyklu. V rámci této práce se mimo jiné potvrdilo, že lužní les hraje zásadní roli také v podpoře malého vodního cyklu v regionálním měřítku. Zvětšením ploch této kategorie land-use v období po povodni v roce 1997 došlo zvýšení podílu roční hodnoty této ekosystémové služby na celkové hodnotě ekosystémových služeb zkoumaného území.

V období před regulací Bečvy byla zdokumentována nejvyšší roční hodnota ekosystémové služby produkce O<sub>2</sub>. Zásadní význam pro tuto hodnotu měl vysoký podíl plochy trvalých travních porostů, 962,48 ha (což je téměř 40 % plochy zkoumaného území).

Ve druhém a třetím období se změnil plošný podíl přírodních kategorií land-use. Výrazně ubylo plochy vodního toku, trvalého travního porostu a ploch revitalizovaných řekou, jejich podíl na celkové roční hodnotě ekosystémových služeb se snížil. Nicméně velmi vzrostla plocha zemědělských kultur a lužního lesa, jejichž podíl na klimatizačních službách, službách podpory malého vodního cyklu i produkci O<sub>2</sub> byl vysoký (viz tab. 7, 8). Zajímavý údaj se týká zemědělských kultur a jejich ekosystémové služby podpora biodiverzity, která byla v těchto obdobích vyšší než u ostatních kategorií land-use. Významně vzrostla plocha zástavby, ale její podíl na celkové roční hodnotě ekosystémových služeb byl nejnižší ze všech kategorií.

V čtvrtém sledovaném období, tj. V období po povodních v roce 1997 až současnost Z tabulky č. 9. a z mapy č. 6. je zřejmé, že se zvětšila plocha přírodních a přírodě blízkých nivních ekosystémů. Tomu odpovídá zvýšení ročních hodnot jednotlivých ekosystémových služeb, zejména klimatizační služby a služby produkce O<sub>2</sub>. Důležitý podíl na těchto ekosystémových službách mají kategorie lužní les, a také

antropogenně podmíněná kategorie orná půda se zemědělskými pozemky. V tomto období je také zjištěna nejvyšší průměrná roční hodnota ekosystémové služby podpora biodiverzity. V tomto období byla dále zjištěna nejvyšší celková roční hodnota vybraných ekosystémových služeb, téměř dvojnásobek celkové hodnoty než v období před říční regulací. Vysvětlení je mnoho. Jedno z nich souhlasí s teorií Grohmannové (2014) o revitalizaci povodněmi, kdy záplavy v roce 1997 působily jako přirozený činitel managementu říční nivy Bečvy.

Další faktor, který spolupodmiňuje vysokou roční hodnotu ekosystémové služby podpory biodiverzity i dalších vybraných ekosystémových služeb je pestrá mozaika biotopů a ploch land-use. Důležitým činitelem této krajinné pestrosti jsou ve zkoumaném území nivy řeky Bečvy antropogenní vlivy, které podle Létala, Smolové a Szczyrby (2001) zvyšují spolu s přírodními vlivy prostorovou heterogenitu krajiny. Bateman (2010) při studiu ekosystémových služeb krajiny dospěl k podobným výsledkům, podle kterých roční finanční hodnota ekosystémových služeb nivních ekosystémů je velmi vysoká vzhledem k jejich klíčové úloze v jejich dynamické rovnováze krajiny.

Podle TEEB (The Economics of Ecosystems & Biodiversity) je zcela zásadní hodnota ekosystémové služby biodiverzity. Tato roční hodnota ekosystémové služby vypovídá o celkové kvalitě území. Spolupodmiňuje ostatní ekosystémové služby. Je zásadní pro ÚSES v rámci trvale udržitelného rozvoje krajiny.

Výsledky výzkumů přinesly dále nové poznání o ekosystémových službách říční nivy Bečvy v období po říční regulaci, v éře technicky modifikované nivy řeky Bečvy. V tomto dlouhém období je stěžejním faktorem regulace řeky Bečvy a snížení fluvialně geomorfologických procesů. Nicméně, bylo zajímavé, že celková peněžní hodnota vybraných ekosystémových služeb není extrémně nízká ve srovnání s obdobími před technickými úpravami Bečvy. Je velmi zajímavé zjištění, že např. finanční hodnota služeb podpory biodiverzity zůstává téměř nezměněna. Klíčovými faktory v relativně vysoké hodnotě jednotlivých ekosystémových služeb jsou plochy orné půdy a lužního lesa. Plocha lužního lesa se zvýšila oproti historickému období téměř 5x, plocha orné půdy s porosty obilovin a okopanin zůstává nezměněna. Oba biotopy poskytují vybrané ekosystémové služby o vysoké roční peněžní hodnotě. Snížení plochy vodního toku, trvalých travních porostů a

zvýšení plochy zástavby nebylo tak důležité.

Hlavním přínosem celé práce je poznání, že klíčem k vyřešení otázky o příčině velmi vysoké celkové hodnoty ekosystémových služeb zjištění o nutnosti pestré mozaiky antropogenně podmíněných a přírodních a přírodě blízkých ekosystémů v říční nivě Bečvy. Dále výsledky výzkumů jasně ukázaly, že v mozaice nivních ekosystémů říčního kontinua musí být zastoupen velkou měrou lužní les. Biotop lužního lesa plní velmi významnou roli ve všech vybraných ekosystémových službách, v klimatických službách, službách podpory malého vodního cyklu, službách produkce O<sub>2</sub>, v podpoře biodiverzity.



## 7. Závěr

Přírodní, přírodě blízké a antropogenní ekosystémy tvoří životní prostředí lidské společnosti. Lidé žijí ve vzájemně fungujících vazbách s přírodními, přírodě blízkými a antropogenně podmíněnými ekosystémy. V rámci trvale udržitelného rozvoje je důležité znát finanční hodnotu ekosystémových služeb, které ekosystémy poskytují.

Říční kontinuum Bečvy hrálo vždy významnou roli v dynamické rovnováze krajiny Moravské brány. V práci byly nejprve podány důkazy o dynamice nivních ekosystémů na příkladu pravidelného střídání stádií primární a sekundární sukcese u vybraných nivních lokalit. Na podkladě těchto procesů byla popsána nabídka vybraných základní ekosystémových služeb, jež nivní ekosystémy poskytují. Byly to tyto: podpora biodiverzity, klimatizační služby, podpora malého vodního cyklu, produkce O<sub>2</sub>.

Na podkladě analýz map land-use byla v práci porovnána nabídka vybraných ekosystémových služeb v historii a v současnosti. Byly vybrány tato výzkumná období: před technickými úpravami řeky, od říční regulace do 50. let 20. století, od 50. let 20. století do povodně v roce 1997, od záplav v roce 1997 po současnost. Bylo potvrzeno, že kvalita vybraných ekosystémových služeb ve všech zkoumaných obdobích odrážela stav ekosystémů.

Práce splnila všechny výzkumné úkoly. Na základě výpočtů hodnot vybraných ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use ve všech zkoumaných obdobích byla částečně potvrzena hypotéza<sup>1</sup>. Velikost ploch přírodních a přírodě blízkých ekosystémů hrála svoji úlohu v celkové roční hodnotě ekosystémových služeb říční krajiny Bečvy. Významnou měrou k výsledné roční hodnotě ekosystémových služeb ve všech obdobích přispěla antropogenní kategorie orná půda. Tím byla také vyvrácena hypotéza<sup>2</sup>. Výsledky prokázaly, že plošně rozsáhlá kategorie orná půda plnila významnou úlohu zejména ve stabilizaci klimatu, v podpoře malého vodního cyklu, v produkci O<sub>2</sub>. To změnilo dosavadní pohled na antropogenní kategorie land-use. Antropogenní plochy orné půdy, které byly ve všech zkoumaných obdobích plošně rozsáhlé, fungovaly v podstatě jako antropogenní ekosystémy. Bylo tak potvrzeno, že antropogenní kategorie orná půda je důležitým prvkem ekologické stability říční krajiny. To má význam nejen

z hlediska trvale udržitelného rozvoje říční krajiny Bečvy, ale v novém pohledu na paradigma o ostré hranici mezi přírodními a přírodě blízkými ekosystémy a antropogenními kategoriemi land-use. Spíše se ukazuje, že dnešní říční krajina funguje jako mozaika vzájemně propojených antropogenních a přírodních a přírodě blízkých ekosystémů, které se vzájemně prolínají a obohacují. Výsledky výzkumu ekosystémových služeb jednotlivých kategorií land-use říční krajiny Bečvy jasně prokázaly, že z antropogenní kategorie land-use, jako např. orná půda plní důležité, nezastupitelné ekosystémové funkce v rámci dynamické rovnováhy, protože samy fungují jako antropogenní plochy se znaky ekosystémů. Zaslouží si tedy název antropogenní ekosystémy.

Z hlediska ekosystémových služeb tedy říční krajina představuje pestrou škálu biotopů – antropicky ovlivněných přírodních a přírodě blízkých ekosystémů a antropogenních ekosystémů.

Výsledky dále ukázaly, že hypotézy 3. a 4. platí jen částečně. Předpoklad o nejvyšší roční hodnotě nabídky ekosystémových služeb v období před technickými úpravami řeky Bečvy nebyl zcela potvrzen. Před regulací řeky Bečvy zkoumaný úsek nivy řeky Bečvy představoval mozaiku nivních biotopů poskytujících kvalitní ekosystémové služby o vysokých ročních hodnotách. Výsledky ale prokázaly, že celková nejvyšší roční hodnota vybraných ekosystémových služeb byla v období po povodních v roce 1997. Celková roční hodnota vybraných služeb ekosystémů zkoumaného úseku nivy Bečvy více než dvojnásobně převyšovala hodnotu této nabídky v období před říční regulací. Vysvětlení poskytly analýzy map land-use. V období před technickými úpravami byla sice rozloha přírodních a přírodě blízkých ekosystémů vysoká, ale zkoumaný úsek říční krajiny Bečvy byl téměř odlesněn. Tím se potvrdil význam lužního lesa jako jednoho ze základních stabilizačních prvků dynamické rovnováhy krajiny. V období po povodni v roce 1997 vzrostla plocha lužního lesa téměř 7x ve srovnání s jeho rozlohou v období před říční regulací. Lužní les tak významnou měrou přispěl k celkové roční hodnotě vybraných ekosystémových služeb zkoumaného úseku říční krajiny Bečvy. Mírně vzrostla rozloha ploch revitalizovaných řekou při povodních v roce 1997 (říční náplavy). I když plošná rozloha trvalých travních porostů a vodního toku zůstávala stále nízká a zvětšila se plocha zástavby, celková roční hodnota vybraných ekosystémových

služeb vykazovala stoupající trend. Analýzy mapových dat land-use prokázaly, že zkoumaný úsek říční krajiny Bečvy v období po povodni v roce 1997 představoval pestrou mozaiku přírodních, přírodě blízkých a antropogenních ekosystémů. Výsledky výzkumu potvrdily, že vysoké roční hodnoty jednotlivých ekosystémových služeb odpovídají velké prostorové heterogenitě jednotlivých kategorií land-use. Pestrá mozaika typů ekosystémů vznikla díky dlouhodobým antropogenním vlivům, revitalizaci při povodni v roce 1997 a dynamickým procesům vybraných nivních ekosystémů ve zkoumaném úseku.

Výsledky výzkumu budou sloužit ke krajinnému plánování. Nový pohled na přírodní, přírodě blízké a antropogenní z hlediska ekosystémových může pozitivně ovlivnit plány ÚSES v rámci trvale udržitelného rozvoje říční krajiny nejen Moravské brány, ale dalších niv jiných řek České republiky. Výsledky výzkumu potvrzující stěžejní význam lesa v ekosystémových službách říční krajiny najdou uplatnění zejména v plánech revitalizací a obnovy urbanní a rurální krajiny v rámci trvale udržitelného rozvoje přírody a lidské společnosti.

## 8. Literatura

Adamus, P.R. a kol. (1991) Wetland evaluation technique WET, I. Literature review and Evaluation Rationale. Technical report WRP-DE-2 US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi, USA.

Allport G, Cadbury C.J., Green R. (1987): Redshanks and other breeding waders of British saltmarshes. RSPB Conservation. Review 1., 37-40p.

Anderson, S.W., Rockwell, G.L., and Hayes, P.O. (1998): Water resources data, California, water year 1997, volume 3: U.S. Geological Survey Water-Data Report CA-97-3, 479 p.

Augustyn A. Et al (2016): Meander. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/meander-river-system-component>.

Baker H. (1937): Alluvial Meadows: A Comparative Study of Grazed and Mown Meadows. *Journal of Ecology*. Vol. 25, No. 2 (Aug., 1937), pp. 408-420.

Bækkelie, K.A. E., Schneider, S.C., Hagemann, C.H.C., Petrin, Z. (2017): Effects of flow events and nutrient addition on stream periphyton and macroinvertebrates: an experimental study using flumes. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.* 418, article number 47.

Balmford A. Et al (2002): Economic reasons for conserving wild nature. *Science* 297: 950–953. doi: [10.1126/science.1073947](https://doi.org/10.1126/science.1073947)

Barbier E. B. (1994): Valuing environmental functions: tropical wetlands. *Land Econ* 70: 155–173.

Barbour, M.T., and J. Gerritsen. (1996): Subsampling of benthic samples: a defense of the fixed organism method. *Journal of the North American Benthological Society* 15:386-392.

Bateman I.J. (2010): Integrated and spatially explicit modelling of the economic value of complex environmental change and its knock-on effects. In: Presented at the 4th world congress of environmental and resource economists (WCERE2010), Montreal, Canada, 28 June–2 July 2010.

Bayley, P.B. 1991. The Flood Pulse Advantage and the Restoration of River Floodplain Systems. *Regulated Rivers: Research and Management*, 6: 75-86.

BBC (2017): <https://www.bbc.com/bitesize/guides/ztpkqty/revision/2>

Benje, A.C. and Chaubey I.(2000): Flood Pulse Dynamics of an Unregulated River Floodplain in the Southeastern U.S. Coastal Plain. *Ecology*, 81: 2730-2741.

Bičík I. et al(2002): Land use/Land cover changes in the period of globalization: proceedings of the IGU-LUCC international conference, Prague.

*BirdLife International (2013): Tringa totanus IUCN. Red List of Threatened Species. IUCN 2013. T22693211A50404828.*

*Bockstael N. E., et al (2000): On measuring economic values for nature. Environ Sci Technol 34: 1384–1389.*

Brauman, K. A., et al. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services." *Annu. Rev. Environ. Resour.* 32 (2007): 67-98

Brink, B.J.E. (1991): The AMOEBA approach as a useful tool for establishing sustainable development. In: Kuik, O. and Verbruggen, H., Editors, 1991. In Search of Indicators of Sustainable Development, Kluwer, Dordrecht, pp. 71–87.

Brinson, M.M., B.L. Swift, R.C. Plantico, and J.S. Barclay. 1981. Riparian Ecosystems: Their Ecology and Status. Kearneysville, WV: U.S. Fish and Wildlife Service.

Brzobohatý, R. — Cicha, I. (1993): Karpatská předhlubeň. — In: Přichystal, A. — Obstová, V. & Suk, M. (eds.): Geologie Moravy a Slezska. Moravské zemské muzeum a Sekce geologických věd PřF MU. Sborník příspěvků, 123–128. Brno.

Buček, A. & Lacina, J. (1994): Biogeografické poměry. In: Vybrané fyzickogeografické aspekty pro revitalizaci nivy Dyje v úseku VD Nové Mlýny – soutok s Moravou. Ústav geoniky AV ČR.

Buček A. (1998): Povodňové paradigma. Zvláštní číslo časopisu Veronica 12. Brno.

Buček, A. (2000): Krajina České republiky a pastva. Veronica. 2000, 14. zvláštní vydání, s. 1-7.

Buček, A. & Lacina, J. (2000): Geobiocenologická typologie krajiny. In: Štykar, J. a Čermák, P., eds. (2000): Geobiocenologická typizace krajiny a její aplikace. Sborník z edice Geobiocenologické spisy, svazek č.5, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, s.1–11.

Buček A., Maděra P., Packová P. (2004): Hodnocení a predikce vývoje geobiocenóz v PR Věstonická nádrž: Geobiocenologické spisy, sv. č. 8.MZLU v Brně. 101 s. ISBN: 80-7157-781-2.

Buček A. (2006): [http://uzrhv.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uzrhv/zoo/zoo\\_vyukove\\_materialy/ekologie/ekol\\_pr06.pdf](http://uzrhv.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uzrhv/zoo/zoo_vyukove_materialy/ekologie/ekol_pr06.pdf)

Callander, R.A. (1978): River Meandering. *Annual Review of Fluid Mechanics.* **10**: 129–58. Bibcode:1978AnRFM..10..129C. doi:10.1146/annurev.fl.10.010178.001021.

Bureš S., Machar I. (1999): Litovelské Pomoraví. Invence. Litomyšl. 1 vydání. 134 s.

Cengiz B. (2013): Urban River Landscapes. In InTech. Additional information is available at the end of the chapter <http://dx.doi.org/10.5772/56156>

Clarkson B. R., Gerbeaux P. J, Asseil A.G.(2014): Wetlands ecosystems services. Ecosystem services in New Zealand, Chapter: Wetland ecosystem services, Publisher: Manaaki Whenua Press, Editors: John R Dymond, pp.192-202.

Collin P.H. (1988): Dictionary of Ecology and the Enviroment. Teddington Park, Peter Collin Publishing. 198s.

Cook W.M., Forster, B.L.; Holt, R.D., Patricks, L.B. (2005): Secondary succession in an experimentally fragmented landscape: Community pattern across space and time *.Ecology*.**86**: 1267–1279.[doi:10.1890/04-0320](https://doi.org/10.1890/04-0320).

Constanza R. et al (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* **387**. 253-260.

Convention of Wettlands (1971). Ramsar. Írán.

Costanza R. et al (2014): Changes in the global value of ecosystem services. *Global Enviromental Change*. Vol 26, May 2014, page 152-158.

Coupland R.T. (1979): Grassland Ecosystems of the World: Analysis of Grasslands and Their Uses. Cambridge University Press, 10.5. 1979. pp 401.

Culek M., Grulich V., Povolný D. (1996): Biogeografické členění České republiky. Praha: Enigma, 347 s. 1. ISBN 80-85368-80-3.

Culek et al (2013): Biogeografické regiony České republiky. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 448 s. ISBN 978-80-210-6693-9. [doi:10.5817/CZ.MUNI.M210-6693-2013](https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.M210-6693-2013).

Culek et al (2015): Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. Mendelova Univerzita. Brno. 610s. ISBN 978-80-7509-113-0.

Curtis, J.T. (1971): The vegetation of Wisconsin: an ordination of plant communities. Univ. of Wisconsin Press, Madison, WI.

Čelechovský A. (2013): Motýli (Lepidoptera) in Příroda Pobečví ČSOP Lipník nad Bečvou.

Černý W. (1980): Ptáci. Artia. Praha.

Dančák M., Duchoslav M. (2016): Flóra a vegetace štěrkopískových náplavů, nátrží a břehů dolního toku řeky Bečvy u Oseka nad Bečvou patnáct let od mimořádné povodně [Flora and vegetation of the sand and gravel bars and disturbed river banks

of the Bečva River channel (Central Moravia, Czech Republic) fifteen years after their formation due to strong flood]. Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci. č. 311: 5–28, 2016.

Daubner P.(2014): Geomorfologie 2.část. Litosféra IV. <https://skompasem.cz/litosfera-iv-geomorfologie-2-cast/>

De Blij H., Müller J, Williams P. R. Physical geography. New York: Oxford university Press, 2004. 702 s.

Delong M., Thorp J. H. (1993): The Riverine Productivity Model: An Heuristic View of Carbon Sources and Organic Processing in Large River Ecosystems. In Oikos 70(2):305-308, June 1994. Winona.

DeLuca T. H, Zackrisson O, Bergman I, Díez B, Bergman B. (2013): Diazotrophy in alluvial meadows of subarctic river systems. PLoS One. 2013 Nov 6;8(11):e77342. doi: 10.1371/journal.pone.0077342. eCollection 2013.

Demek J. (1988): Obecná geomorfologie. Academia. Praha. 480 s.

Dostál J. (1962): Květena ČSSR. Academia. Praha.

Douda, J. 2008 . Formalized classification of the vegetation of alder carr and floodplain. Preslia. roč. 80, č. 2, s. 199 - 224. ISSN: 0032-7786.

Farley J. (2012): Ecosystem services: The economics debate. Ecosystem services, Vol 1, Issue 1, June 2012, page 40-49.

Filippovová J. (2004): Divoká řeka Morava ještě existuje. · Živa, Roč. 52, č. 4 (2004), s. 153-154.

Filippovová J. (2014): Problematika managementu mokřadů vybraných nivních lokalit na dolním toku řeky Bečvy in Sborník přednášek ke 13. výročí semináře IALE „ÚSES a zelená páteř krajiny, 3.-5.9. 2014. Mendelu. Brno. Str. 18-32. ISBN-978-80-86636-45-0.

Fisher S.G. et al(1998): Material Spiraling in Stream Corridors: A Telescoping Ecosystem Model. Ecosystems (1998) 1: 19–34. Tempe. Arizona.

Flack S. (2016): The Art and Science of Grazing: How Grass Farmers Can Create Sustainable Systems for Healthy Animals and Farm Ecosystems. Chelsea Green Publishing, 2016. pp: 230.

Florová K., Králová H. (1999): Když nastanou deště. Veronica. Brno.

Frič A. (1872): Obratlovci Země České. Archiv pro přírodovědný výzkum Čech. Praha.

Forman T. T. R., Godron M. (1993): *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons. Inc. Toronto. Canada.

Fuksa J.K., Langhammer J., Mattas D. (2010): *Ekologie tekoucích vod*. Přírodovědecká fakulta University Karlovy. MB162PO2, Katedra Ekologie. Praha.

Gilvear D., Willby N. (2006): Channel dynamics and geomorphic variability as controls on gravel bar vegetation. *River Tummel*. 22(4):457 – 474. May 2006. Scotland.

*Graf, Walter (1984). Hydraulics of Sediment Transport. Water Resources Publications. Pp 261–265. ISBN 0-918334-56-X.*

*Gren M., Groth K. H., Sylvén M. (1995): Economic values of Danube floodplains. Journal of Environmental Management. Volume 45, Issue 4, December 1995, Pages 333-345*

*Grizzetti B. Et al (2016): Assessing water ecosystem services for water resource management. Environmental Science & Policy. Volume 61, Pages 194-203*

*Grohmannová L., Klečka J., Vátolíková I. (2004): Desetiletý vývoj rostlinného krytu v povodňovém korytě Bečvy. Ústav Geoniky. Brno.*

*Grohmannová L. (2012): Hodnocení vlivu povodní na dynamickou fluvialní sukcesní sérii nivních biotopů na příkladu řeky Bečvy. Mendelu. Brno.*

Gruell A.M., Gregory K.J. (1995): Interactions between semi-natural vegetation and hydrogeomorphological processes. *Geomorphology* 13. s. 49-69.

Haslam S.M. (2014): *River plants in western Europe*. Cambridge University Press. Cambridge.

Havlíček P. (1980): Vývoj terasového systému řeky Moravy v hradištském příkopu. – Sbor. Geol. Věd, ř. Antropozoikum, 13: 93–125.

Higler B., Statzner B. (1986): Stream Hydraulics as Major Determinant of Benthic Invertebrate Zonation Patterns. In *Freshwater Biology*. 16(1):127-139. February 1986.

Hořická Z. (2010): *Ekologie tekoucích vod*. Ústav pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK. Praha.



Holl, K.D., Cairns, J, Jr. (2002) Monitoring and appraisal. Handbook of Ecological Restoration, vol. 1. (eds M.R. Perrow & A.J. Davy), pp 411-432. Cambridge University Press, Cambridge.

Hrádek M. (2005): Vznik meandrujících thalwegových koryt na Be v za povodn v ervenci 1997. Ústav geoniky. Brno.

Hrib M. & Kordiovský E. eds. (2004): Lužní les v Dyjsko-Moravské nivě. Moraviapress, Břeclav. 591 s. ISBN: 80-86181-68-5.

Huet M. (1954): Biologie, profil en long et en travers des eaux courantes. Bulletin Francais de Pisciculture. No 175. s. 41-54.

Huggett R.J. (2003): Fundamentals of Geomorphology. Routledge. London. 408 s.

Hupp, R. C., Osterkamp, R. W. (1996): Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. Geomorphology, 14, č. 4, s. 277-295.

Chandrasekhar A. (2013): Are wetlands more valuable than other ecosystems. The Economics of Ecosystems & Biodiversity. No 3. Geneva.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. (eds) (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Chytrý M. et all (2019): Přehled vegetace ČR. <http://www.sci.muni.cz/botany/chytry/veg-cr/>

Jacob, M., Strutt, P. (1997): English for International Tourism Upper Intermediate, Longman, p.49

Johnson, F.X.; Pacini, H.; Smeets, E (2013). Transformations in EU biofuels markets under the Renewable Energy Directive and the implications for land use, trade and forests. CIFOR. p.32. ISBN 978-602-8693-81-3.

*Julien P. Y. (2002): River Mechanics. Cambridge University press. pp.179–184 . ISBN 0-521-52970-0.*

Junk, W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. (1989): The Flood Pulse Concept in River-floodplain Systems. In: D.P. Dodge, ed., Proceedings of the International Large River Symposium. Ottawa, Canada: Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences.

Kampeng L. And Zhishi W. (2003): The value of the ecosystem services and method. The Journal of Geographical Science. July 2003, Volume 13, Issue 3, pp 339–347.

Karásek J. (2001): Obecná geomorfologie. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2001 (2001 tisk). 216 s. (Učební texty). ISBN 80-210-2567-0.

Karr, J. R. (1981): Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6:21–27.

Karr, J. R., Fausch, K. D., Angermeier, P. L., Yant, P. R. and Schlosser, I. J. (1986): Assessment of Biological Integrity in Running Waters: A Method and its Rationale. Illinois Natural History Survey Special Publication 5, Champaign, Illinois.

Klečka J. (2004): Změny v geobiocenózách říční nivy následkem povodně na příkladu Spojené Bečvy. Mendelu. Brno.

Krejčí M, Sucharda M. (1999): Živá Bečva. Unie pro řeku Moravu. 1.vyd. Olomouc.

Křížek M. (2007): Údolní niva jako geomorfologický fenomén. In Povodně a změny v krajině. Langhammer J. (ed.) KFGG PřF UK. 1.vydání. Praha. s. 217-229.

Kubíček, Štěrbá (2008) Zvířena říční nivy. In: Štěrbá O., Měkotová J., Bednář V., Šarapatka B., Rychnovská M., Kubíček F., Řehořek V., 2008. Říční krajinná a její ekosystémy. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 391 str.. ISBN 978-80-244-2203-9.

Kulich, J. et al. (2002): Bioindikace a biomonitoring, aneb, Jak poznat, v jakém prostředí žijeme. Horní Maršov: Středisko ekologické výchovy a etiky Rýchory SEVER, 75 s. ISBN 80-902-9767-6.

Lacina, J. (2013): Změny vegetace v nivě řeky Bečvy po povodni v červenci 1997. In: Herber, V. ed.: Fyzickogeografický sborník 11. Fyzická geografie a kulturní krajina v 21. století. Masarykova univerzita, Brno, s. 7-14.

Lamotagne S. (2011): Interconnection of Surface and Groundwater Systems – River Losses from Losing/Disconnected Streams. Report to NSW Office of Water. 16.May 2011. National Research. Water for Helath Country. ISSN: 1835-095X. Osmond. Australia.

Lellák J. & Kubíček F. (1992): Hydrobiologie. Karolinum. Praha.

Ležíková K. (2010): Dynamika fluviálních procesů v nivě spojené Orlice. Geografický ústav . Přírodovědecká fakulta. Masarykova univerzita. Brno.

Netopil R. et al (1984): Fyzická geografie I. 1.vyd. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1984. 273 s

Laurance W.F., Fearnside P, Camargo J.L. (2016): Interactions Between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin, Edition: 1o., Chapter: 17, Publisher: Springer, Editors: Laszlo Nagy, Bruce Forsberg, Paulo Artaxo, pp.407-440

Lawrence R.W., Moral del R. (2011): Primary succession.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470015902.a0003181.pub2>

Lawton R.O. Et al (2001): Climatic impact of tropical Lowland. Deforestation on Nearby Montane Clod Forests. *Science* 294. 584-587.

Lely C. Et al (2014): The Total Economic Value of Nature on Saba. Report of IVM Institute for Environmental Studies. R-14/11 14 March 2014

Létal A., Smolová I., Szczyrba Z. (2001): Transformace příměstské krajiny. In *Urbanismus a územní rozvoj*. č. 4/2001. roč. IV. ISSN – 1212-0855.

Löw, J. Hodnocení a ochrana krajinného rázu. In: *Péče o krajinný ráz – cíle a metody*. Ed. I. Vorel, P. Sklenička. Praha: ČVUT, 1999. s. 199-203. ISBN 80-01-01979-9.

Ložek V. (1988): Palaeozoology and the Mid-European Quaternary past: Scope of the approach and selected results. *Rozpravy CSAV, r. MPV*. 1. EP - 106.Praha.

Ložek V. (2003): Naše nivy v proměnách času II. *Ochrana přírody* 58. č.5. s 131-136.

Lubinski K. (1998): Floodplain River Ecology and the Concept of River Ecological Health. In *Ecological Status and Trends of the UMRS*. pg. 2-12. Onalaska, Wisconsin.

Maheshwari B.L., Walker K.F., McMahon T.C. (1995): Effects of regulation on the flow regime of the river Murray, Australia. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450100103>

Machar I. (2001): Geobiocenózy lužních lesů v ÚSES. In katedra biologie Pedagogické fakulty UP. Olomouc.

Machar I. (2002): Koncept starobylých lužních lesů a ochrana biodiverzity středoevropských lužních lesů.

<http://baloun.entu.cas.cz/~cizek/NizkeStredniPudy/pdf/machar.pdf>

-

Machar I.(2013): Applying landscape ecological principles in sustainable forest management of the floodplain forest in the temperate zone of Europe. *Ekologia (Bratislava)*, Vol. 32, No. 4, p. 369-375, European floodplain forests of the temperate

Margulisová, L. (2004) *Symbiotická planeta, Nový pohled na evoluci*, Academia 2004, ISBN 80-200-1206-0.

*Matějček T. Et al (2007): Malý geografický a ekologický slovník. 1. vyd. Praha: Česká geografická společnost, 2007. 136s. ISBN 978-80-86034-68-3. S.122.*

Mazalová M. (2013): Blanokřídli (*Hymenoptera*) in *Příroda Pobečví ČSOP Lipník*

nad Bečvou, 2013

Miall, A.D. (1977): Fluvial sedimentology.- Canad. Soc. petrol., Geol., Mem. 5, 168 pp

Middleton B.A., (2002): Flood Pulsing in Wetlands: Restoring the Natural Hydrological Balance. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Míchal I. (1994): Ekologická stabilita. Veronica. 1 vyd. 276 str.

Miklín J. (2009): Lužní lesy Moravy a Dyje. <https://www.janmiklin.cz/clanek-luzni-lesy-moravy-a-dyje/>

Mitsch W.J. et al (2015): Ecosystem services of wetlands. International Journal of Biodiversity Science. Ecosystems services & management. Vol 11. No 1.p.1-4.

Moore J. R. (2001): Přírodní divy světa, nakl. Slovart. Praha.

Moravec J. et al (1994): Fytocenologie (Nauka o vegetaci). Academia. Praha.

Motan P., Tomáš P. 2011: Příroda Pobečví. Informační centrum města Lipníka nad Bečvou. Přerov.

Munang R. Et al (2013): The role of ecosystem services in climate change adaptation and disaster risk reduction. In Environmental Sustainability. Vol. 5. Issue 1, Pages 47-52, <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.02.002>.

Naimann, J. R., et al (2005): Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities. Elsevier Academic Press, London, 448 s. NAKAMURA, F., SWANSON J. F. (1993): Effects of coarse woody debris on morph

Nicholson E. et al (2009): Priority research areas for ecosystem services in a changing world. J Appl Ecol 46: 1139–1144.

Nelson S.A. (2016): River Systems & Causes of Flooding. [http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural\\_Disasters/riversystems.htm](http://www.tulane.edu/~sanelson/Natural_Disasters/riversystems.htm)

Nuhličková S. (2010): Ornitocenózy vybraného úseku inundačného územia rieky Váh Birds assemblages of the flood-plain of Váh river segment. In Tichodroma. 22(22):85-95. Bratislava.

Opravil E. (1983): Údolní niva v době hradištní. Academia. Praha.

Pascal U. et al (2009): Valuation of ecosystems services: methodology and challenges. In: Report to review of the economics of ecosystems and biodiversity. European Commission/ UNEP/ BMU-Germany

Petrovic F., Muchová Z. (2016): Floodplain forest protection in agriculturally intensive areas (From design to implementation). in Journal of Central European Agriculture 17(2):420-432. Bratislava.

Pithart D. (2011): Ecosystem services of natural floodplain segment – Lužnice River, Czech Republic. p.129-143. In: Wrachien,D., Brebia C.A., Proverb, D., Mambreti, S. (eds

) Flood recovery, Innovation and Response II, 313 pp. WIT Press, Ashurst, Southampton, UK

Pitter P. (1987): Hydrochemické tabulky. SNTL nakladatelství technické literatury. 1.vydání. Praha. 320 s.

Poláček 1999 – L.Poláček, Pokračování „nivního“ projektu v Mikulčicích. In: V. Řehořek (ed.), Niva z multidisciplinárního pohledu III (Brno 1999) 62–64.

Poláček, L. (1999): Prehistorie a historie údolní nivy, in: Šefer, J., Stanová, V (eds.): Aluviálně lúky rieky Moravy – význam, obnova a manažment, DAPHNE, Bratislava

Poole G.C. (2002): Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. 03 April 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00922.x>. Cited by: 309.

Popov I. V. (1965): Deformace říčních koryt a hydrotechnická výstavba, Hydrometeoizdat. Leningrad.

Popoff S. et al (2005): The tizza floodplain. Wonderful world of wetlands. <https://www.researchgate.net/publication/323846957> The tizza floodplain Wonderful world of wetlands.

Powell W. G. (2009): Identifying Land Use/Land Cover (LULC) Using National Agriculture Imagery Program (NAIP) Data as a Hydrologic Model Input for Local Flood Plain Management. <https://digital.library.txstate.edu/handle/10877/3478>.

Prach K. (2003): Spontaneous vegetation succession in central European man-made habitats: what information can be used in restoration practice? Applied Vegetation Science 6:125-129.

Raška P., Zábranský V. (2012): Vodní toky a říční niva napříč staletími. Geografické rozhledy. No 4. s. 13-14. Praha.

Reid W.V. Et al (2006): Nature: the many benefits of ecosystem services. [www.nature.com/articles/443749a](http://www.nature.com/articles/443749a).

Riley, A. L. (1998): Restoring Streams in Cities: A Guide for Planners, Policymakers and Citizens. Washington DC: Island Press. p.137.ISBN1-55963-042-6.

Ruda

A.(2014):

[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)

Rybka V., (1997): Mokřady Střední Moravy, Sagittaria, Olomouc.

Rybníček K., 2001 : Současný stav poznatků o přírodní historii říčních niv ČR v nejmladším kvartéru. In : Květ R., Řehořek V. eds. Niva z multidisciplinárního pohledu. Brno, Sborník abstrakt ke 4. semináři 10.10.2001 v Geotestu v Brně : 45 – 46.

Ryšánek V. (2006): Soutoky řek Čech, Moravy a Slezska, 1.vyd. Praha, Libri. 240s. 80-7277-311-9

Samec P. Et al (2011): The prospects for forests in the Western Carpathians, Forest ecology in global perspective. Palacky University, ISBN 978-80-244-2897-0.

Sarukhán J. And Whyte A. (2005): Millennium Ecosystem Assessment. ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING: WETLANDS AND WATER Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.

Saunders G.P. (1996): Qualification of the Colorado River Alluvium as a Minor Aquifer in Texas. TRANSACTIONS OF THE GULF COAST ASSOCIATION OF GEOLOGICAL SOCIETIES VOLUME XLVI, 1996 363. Austin.

Sedláčková D., (1980): Floristický výzkum PR Škrabalka. Diplomová práce. Karlova univerzita. Praha.

Sedláček A., Žák J. (2013): Brouci in Příroda Pobeží ČSOP Lipník nad Bečvou, 2013.

Sedell, J.R., Richey J.E., and Swanson F.J., (1989): The River Continuum Concept: A Basis for the Expected Ecosystem Behavior of Very Large Rivers? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 106: 110-127

Seják J. & Dejmal I. (2003): Hodnocení a oceňování biotopů ČR. Český ekologický ústav. Praha. s.422.

Seják et al (2010): Hodnocení služeb a funkcí ekosystémů ČR. Univerzita J. E. Purkyně. Ústí nad Labem. 198s.

Scheidegger A.E. (2004): *Morphotectonics*. Berlin, New York: Springer. p.113. ISBN 3-540-20017-7.

Shukla J. Et al (1990): Amazing deforestation and Climate Change. Science 247. 1322-1325.

Shurika (2016): What are meanders? How are they formed? <https://www.quora.com/What-are-meanders-How-are-they-formed>

Shumm (1987): Flood Risk Management and the American River Basin: An Evaluation. National Academy Press. Washington D.C.

Skalický V (1988) Regionálně fyto geografické členění (Regional phytogeographical division). In Hejný S, Slavík B (eds) Květena České socialistické republiky (Flora of the Czech Republic) 1. Academia, Praha, pp 103–121

Smith, D.,G., Smith, N.,D. (1980): Sedimentation in anastomosed river systéme: examples from alluvial valleys near Banff, Alberta . J Sediment Petrol 50: 157-164.

Smolová, I. & Vítek, J. (2007): Základy geomorfologie. Vybrané tvary reliéfu. Univerzita Palackého, Olomouc, 189 s.

Stanford J.A., Ward J.V. (1983): The Serial Discontinuity Concept in Lotic ecosystems. In Regulated Research Management. 17(4-5):303 – 310. Montana.

Stanford J.A., Ward J.V. (1993): An Ecosystem Perspective of Alluvial Rivers: Connectivity and the Hyporheic Corridor. In Freshwater Science. Vol 12. Num 1/Mar. The University of Chicago Press Journals. Chicago Distribution Center. The University of Chicago.

Starkel L. (2002): Change in the frequency of extreme events as the indicator of climatic change in the Holocene (in fluvial systems). Quaternary International. 91. s. 25-32.

Stephen P.G. (2014): A Review of Flood Warning Systems in Developed and Developing Countries. International Journal of Innovation, Management and Technology.Vol.3, No.3, June 2012.

Strahler, A.H. (2011): Introducing physical geography, 5th ed. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.

Strand J. Et al (2018): Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest's Ecosystem Services. Nature Sustainability 1, 657–664.

Straton A., Pearson L. (2008): Importance of 'ecosystem services' for sustainable development. Science Magazine. Australia.

Šlachta M. (2009): Ekosystémové služby. Zemědělské ekosystémy. In Zemědělská fakulta JU. České Budějovice.

Štěrbá, O. a kol. 2008. Říční krajina a její ekosystémy. 1. vyd., Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 391 s.

Šumberová K. 2008. Rostlinná společenstva dočasně zaplavovaného eulitorálu stojatých a tekoucích vod v ČR. Brno.

TEEB – The Economics of Ecosystems & Biodiversity. <http://www.teebweb.org/>

Thomson J. N. (2018): Ecological succession. In Encyklopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/ecological-succession>.

Tomaškin J. & Tomaškinová J. (2016): The ecological and environmental functions of grass ecosystems and their importance in the elimination of degradation processes in agricultural landscape. in Carpathian journal of earth and environmental sciences7(4):71-78. Banská Bystrica.

Trush W.J., McBain S. M., Luna B.L. (2000): Attributes of an alluvial river and their relation to water policy and management. Proc Natl Acad Sci U S A. 2000 Oct 24; 97(22). 11858–11863.

Turner R. K., Pearce D.W., Bateman I.J. (1994): Environmental economics: an elementary introduction. Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead.  
Turner R. K., Morse-Jones S., Fisher B. (2010): Ecosystem valuation: a sequential decision support system and quality assessment issues. Ann N Y Acad Sci 1185: 79–101

Vaate, A., Pavluk, T. I. (2004) Practicability of the Index of Trophic Completeness for running waters, Hydrobiologia 519, pp. 49 – 60.

Vacková A. (2011): Podzemní voda a chráněné ekosystémy vodní a na vodu vázané v oblasti CHKO Křivoklátsko. Bakalářská práce. [In depon in Faculty of Science UK]. Praha.

Valíčková J. (1998): PR Škrabalka – biogeografické hodnocení v rámci lužních lesů mezi Lipníkem nad Bečvou a hranicemi na Moravě, in depon in Příror. Fak., MU, Brno.

Valíčková J. (2000): Biogeografické hodnocení mokřadních lokalit nivy řeky Bečvy mezi Hranicemi na Moravě a Přerovem. Brno, 2000. sborník přednášek ke konferenci "Niva řeky Bečvy". ISBN 80-210-2329-5.

Valíčková J. (2002): A biogeographical investigations of wetland locations of the Bečva river alluvium in the territory between Hranice na Moravě and Přerov town in period 1998-2000 years. Kształowanie środowiska geograficznego i ochrona przyrody na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych, Katowice-Sosnowiec, 2002, roč. 32/2002, 32/2002, s. 39-42. ISSN 1232-0838.

Vanderberghe J. (2001): A typology of Pleistocene cold-based rivers. Quaternary International 79. s 111-121.

Vannote R.L. Et al (2011): The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1980, 37(1): 130-137, <https://doi.org/10.1139/f80-017>

Vašátko J. (1997): Měkkýši Národního parku Podyjí. Zlatý kůň, Česká speleologická společnost . Brno. 68s.



Vašátko J. (2004): Příspěvek k poznání vývoje a změn rostlinné a živočišné složky geobiocenóz na příkladu vybraných ploch v Moravském krasu. In: Hodnocení stavu a vývoje lesních gerobiocenóz. Sborník příspěvků z mezinárodní konference 15-16.10.2004 v Brně, Geobiocenologické spisy, sv.9, MZLU v Brně. vydání 1. Brno: Polehla, P.(ed.), 2004. s.189 - 195, 7 s. ISBN 80-7157-787-1.

Vašíček F., 1985: Natural conditions of floodplain forests. In: M. Penka, M. Vyskot, E. Klimo, F. Vašíček (Edits.), Floodplain Forest Ecosystem 1. Elsevier, Amsterdam coed. Academia, Prague, pp.13-19.

Vašut R. (2011): Atlas dřevin. Portál České Flóry - edukační moduly pro výuku botaniky - Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/15.0269.

Verdonschot, P.F.M. (2000): Integrated ecological assessment methods as a basis for sustainable catchment management. *Hydrobiologia* 422/423: 389 – 412.

Waggy, M. A. (2010): *Phalaris arundinacea*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer).

Wei-Ta Fang (2010): River-Continuum and Flood-Pulse: Exploring Ecological and Hydrologic Concepts in Riparian-wetland. National Taiwan Museum Special Publication. No-14: pages 101-111. Taiwan.

Wetzel, R. G. (2001): *Limnology: Lake and River Ecosystems, 3rd edn. Academic Press, San Diego. pp.635–637.*

Whittow J. (1984): Dictionary of physical geography. The penguin, Oxford. 591 s.

Wolman L.G., Leopold L.B., Miller J.P. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology (Dover Earth Science). W.H. Freeman and Company. San Francisco.

Wright, J. F. (2000) An introduction to RIVPACS. En, Wright, J. F.; Sutcliffe, D. W. y Furse, M. T. (eds.): Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS *and other techniques*, pp. 1-24. Freshwater Biological Association. Ambleside.

Zedler, J. B., and Kercher S. Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability." *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30 (2005): 39-74

MAPOVÉ ZDROJE:

půdní mapy: WMS služba dostupná z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/wms>

katastrální území: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

ZVUKOVÉ CD:

Pelc P. (2001): Hlasy ptáků. Biophon. Praha