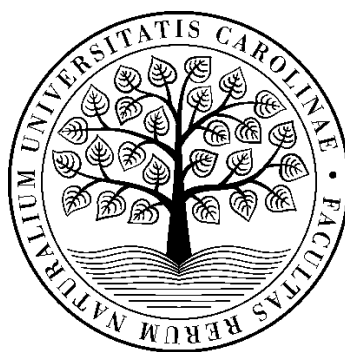


**UNIVERZITA KARLOVA**

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Fyzická geografie a geoekologie



**Bc. Veronika Růžičková**

Polohová a morfologická analýza říčních ostrovů na území  
České republiky  
*Spatial distribution and morphological analysis of river islands in the  
Czech Republic*

**Diplomová práce**

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Praha 2022

# Zadání diplomové práce

Veroniky Růžičkové

## Téma práce

Polohová a morfologická analýza říčních ostrovů na území České republiky

## Tematická motivace

Prostor říčních koryt patří k nejdynamičtějším částem reliéfu. Zároveň okolí vodních toků patří k nejhustěji osídleným částem reliéfu. Znalosti o poloze a morfologii říčních ostrovů jsou důležitými indikátory fluvialních geomorfologických procesů a mohou posloužit pro pochopení vývoje daných fluvialních forem, případně pro predikci chování vodních toků či jejich variabilitu závislou na poloze či velikosti vodního toku.

## Cíle práce

Cílem diplomové práce je charakterizovat zákonitosti prostorového rozmístění říčních ostrovů a jejich morfologie.

**Použité pracovní metody:** dálkový průzkum, distanční mapování, morfometrická analýza, polohová analýza v GIS, statistická analýza.

**Zájmové území:** vybrané vodní toky na území České republiky

**Datové zdroje:** informační zdroje – odborné tematické knihy, DMR 4G a 5G, topografické mapy, ortofota

## Postup řešení:

1. krok – na základě literatury definovat objekt výzkumu – tj. korytové akumulace, resp. říční ostrovy) a zjistit informace o poloze a zákonitostech v rozmístění jak v podélném profilu, tak i v příčném profilu koryta (tj. jaká obecná pravidla platí z hlediska rozmístění, na co jsou ostrovy vázány, jaký mají vztah k překážkám, v kterých částech koryta se vyskytují, jak jsou rozmístěny vzhledem k proudnici, resp. břehům, k vyústění přítoků či větvení koryta atd.) a morfologii (jaký mají tvar, čím je tvar ovlivněn – zda se tvar mění s polohou v podélném či příčném profilu, zda tvar ovlivňuje velikost toku - průtok) říčních ostrovů, zejména pro vodní toky srovnatelné s těmi na území ČR.
2. krok – zjistit na základě distančních dat rozmístění říčních ostrovů (tj. vytvořit mapu výskytu říčních ostrovů a digitalizovat tvar ostrovů).
3. krok – analýza polohy říčních ostrovů (definování obecných/průměrných charakteristik polohy říčních ostrovů, hustoty, zákonitostí rozmístění jak v podélném, tak i v příčném profilu koryta, závislost na vyústění vedlejších vodních toků, překážek – jezů).
4. krok – analýza morfologie říčních ostrovů (definování průměrných morfologických charakteristik říčních ostrovů, tj. jak vypadá průměrný říční ostrov, morfologické zákonitosti vzhledem k poloze říčního ostrova, zda se mění morfologie /např. délka, šířka, či jejich poměr/ ostrovů v podélném/příčném profilu).
5. diskuse vysvětlující polohové a morfologické charakteristiky českých říčních ostrovů a případné konsekvence z toho plynoucí pro prostor údolní nivy.
6. formulace zobecněných závěrů

Datum zadání: 27. 11. 2018

Veronika Růžičková

Podpis studenta

RNDr. Marek Křížek, Ph.D.

Podpis vedoucího práce

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Marka Křížka, PhD., a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne .....

---

Veronika Růžičková

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce RNDr. Marku Křížkovi, Ph.D. za odborné a vstřícné vedení a za cenné rady a připomínky. Také bych ráda poděkovala své mamince za podporu, kterou mi dala nejen při psaní této práce, ale během celého studia. A nakonec děkuji svým přátelům za to, že tady pro mě vždy byli s radou i útěchou v náročných časech.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá rozmístěním vnitrokorytových akumulčních tvarů na českých řekách. Jejím cílem je popsat zákonitosti jejich morfologie a rozmístění v korytě pomocí distančního mapování leteckých snímků. České ostrovy vznikají v místech zpomalení proudění převážně v zákrutech a okolí překážek. Jejich hlavní osa je ve většině případů souběžná s průběhem proudnice. Nesporný vliv na velikost ostrovů má šířka koryta a výskyt vegetace. Výskyt a morfologické vlastnosti ostrovů také odrážejí lidský zásah do průběhu koryta, kdy hraje roli, zda se jedná o koryto umělé se zpevněnými břehy, nebo přirozeně vypadající.

Klíčová slova: fluviální geomorfologie, vnitrokorytové akumulace, říční ostrovy, sedimentace, české řeky

## **Abstract**

The topic of this thesis is spatial distribution of mid-channel bars on Czech rivers. Its aim is to describe the laws of their morphology and distribution in the river channel using remote analysis of aerial photographs. Czech islands originate in places where the flow slows down, mainly in bends and around obstacles in the channel. Their main axis is in the most cases parallel to the course of the streamline. The width of the channel and the presence of vegetation have an undeniable effect on the size of the islands. The presence and morphological characteristics of the river islands also reflect human intervention in the course of the river channel, where does it matter whether it is an artificial channel with hardened banks or a natural-looking one.

Key words: fluvial geomorphology, mid-channel bars, river islands, sedimentation, Czech rivers

## Obsah

1	Úvod .....	11
2	Charakteristika fluviálních korytových akumulčních tvarů.....	12
2.1	Vznik a definice říčních ostrovů .....	12
2.2	Typologie fluviálních korytových akumulčních tvarů .....	14
3	Vývoj korytových akumulací a jeho odraz v jejich poloze a morfologii .....	17
3.1	Vliv vegetace na korytové akumulace .....	17
3.2	Vliv sedimentu a sedimentace na korytové akumulace .....	17
3.3	Vliv povodní na korytové akumulace .....	20
3.4	Rozmístění fluviálních akumulací v korytě .....	20
3.5	Morfometrické klasifikace korytových akumulací .....	21
4	Fyzickogeografická charakteristika zájmového území.....	22
5	Metodika .....	27
5.1	Sběr dat a sledované parametry.....	27
5.2	Zpracování dat.....	32
6	Výsledky .....	32
6.1	Seznam studovaných vodních toků a jejich úseky .....	32
6.2	Šířka koryt v místech výskytu ostrovů.....	34
6.3	Poloha ostrovů.....	36
6.3.1	Počty ostrovů .....	36
6.3.2	Umístění ostrovů v korytě.....	37
6.3.3	Odchylka ostrovů od proudnice .....	39
6.3.4	Vztah polohy a metrických proměnných ostrovů .....	41
6.4	Morfometrické znaky, původ a vegetační pokryv ostrovů.....	49
6.4.1	Rozměry ostrovů, jejich geneze a výskyt vegetace .....	49
6.4.2	Vztah typu ostrovů a morfometrických charakteristik ostrovů .....	50
6.4.3	Vztah typu vegetačního pokryvu a morfometrických charakteristik ostrovů .....	52
6.4.4	Vzájemné vztahy morfometrických charakteristik ostrovů .....	53
6.5	Průměrný český ostrov .....	54
7	Diskuze .....	55
7.1	Poloha ostrovů.....	55
7.1.1	Ostrovky v zákrutech .....	55

7.1.2	Ostrovy u mostních pilířů .....	56
7.2	Vliv typu koryta na polohu a morfologii ostrovů.....	56
7.3	Vliv typů ostrovů, vegetace, vzdálenosti od ústí, odchylky osy ostrova a relativní polohy v korytě na rozměry ostrovů .....	60
7.3.1	Vliv typů ostrovů na jejich rozměry .....	60
7.3.2	Vliv vegetace na rozměry ostrovů .....	60
7.3.3	Vliv vzdálenosti od ústí na rozměry ostrovů .....	61
7.3.4	Vliv relativní polohy v korytě na rozměry ostrovů.....	62
7.4	Zhodnocení použité metody .....	62
8	Závěr .....	62
9	Seznam použité literatury .....	64

## Seznam obrázků

Obrázek 1:	<i>Hjulströmův diagram (Pucas, Stremtan, Kristály 2010; upraveno).....</i>	13
Obrázek 2:	<i>Zjednodušená geologická mapa Česka podle ČGS (Chlupáč et al. 2002, upraveno) .....</i>	22
Obrázek 3:	<i>Sklonitost sledovaného území .....</i>	23
Obrázek 4:	<i>Průměrná roční teplota vzduchu za období 1981–2010 (ČHMÚ 2021, upraveno).....</i>	24
Obrázek 5:	<i>Průměrný roční úhrn srážek za období 1981–2010 (ČHMÚ 2021, upraveno).....</i>	25
Obrázek 6:	<i>Klimadiagram Prahy (Klimadiagramme 2021, upraveno).....</i>	25
Obrázek 7:	<i>Poloha studovaných toků (Zdroje dat: ArcČR, Dibavod).....</i>	26
Obrázek 8:	<i>Relativní poloha fluvialní akumulace v korytě (podle Křížka 2008) .....</i>	29
Obrázek 9:	<i>Odchylka osy ostrova od proudnice.....</i>	30
Obrázek 10:	<i>Typy vegetačního krytu ostrovů (Seznam.cz).....</i>	31
Obrázek 11:	<i>Signifikantní vliv šířky koryta na vybrané proměnné (typ vegetace; typ ostrova; výskyt ZA zákrutem/jezem/mostním pilířem nebo na rovném úseku bez překážek). Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.....</i>	36
Obrázek 12:	<i>Procentuální zastoupení ostrovů dle vybraných parametrů .....</i>	37

<i>Obrázek 13: Procentuální zastoupení ostrovů dle vybraných parametrů v umělých úsecích toků.....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 14: Procentuální zastoupení ostrovů dle vybraných parametrů v přirozeně vypadajících úsecích toků.....</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 15: Poměr počtu ostrovů podle odchylky od proudnice.....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 16: Poměr počtu ostrovů podle odchylky od proudnice bez nulové odchylky.....</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 17: Vliv typu koryta na vybrané metrické proměnné (délku, šířku, odchylku osy ostrova od proudnice, šířku koryta a vzdálenost PŘED a ZA překážkou). Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr. ....</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 18: Vliv typu koryta na relativní délku a šířku ostrova. Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr. ....</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 19: Signifikantní vliv úseku koryta na šířku ostrova. Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr. ....</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 20: Vliv pozice ostrova za zákrutem, jezem, mostním pilířem či na rovném úseku na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr. ....</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 21: Signifikantní vliv pozice ostrova před zákrutem, jezem, mostním pilířem či bez vlivu těchto fenoménů na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.....</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 22: Relativní poloha ostrovů v korytech a vybrané metrické charakteristiky ostrovů s vyznačenou směrodatnou odchylkou (černá linie). ....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 23: Vztah relativní polohy ostrova v korytě a odchylky osy ostrova od proudnice. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr. ....</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 24: Procentuální zastoupení ostrovů podle jejich typu a výskytu vegetace. ....</i>	<i>49</i>

<i>Obrázek 25: Zastoupení typu vegetace na přirozeně vypadajících, antropogenně ovlivněných a umělých ostrovech. ....</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 26: Vliv typu ostrova na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 27: Vliv typu ostrova na relativní šířku a délku ostrova. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr. ....</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 28: Vliv typu vegetace na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.....</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 29: Vliv vertikální překážky na proudění (Buffington et al. 2002, upraveno).....</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 30: Srovnání zákrutů přirozeně vypadajícího (Litovelské Pomoraví, 4,5 km po proudu od Litovle, 49°41.6' s. š., 17°8.04' v. d.) a umělého koryta (Olomouc, 49°34.79' s. š., 17°15.8' v. d.) na řece Moravě. Poznámka: Modrá šipka značí směr proudění. (Seznam.cz).....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 31: Proudění za jezem (Sturm 2001, upraveno).....</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 32: Transverzální antropogenně ovlivněný ostrov za jezem v umělém korytě s odchylkou od proudnice 90° na řece Sázavě (Sázava, 49°52.33' s. š., 14°54.81' v. d.). Poznámka: Modrá šipka značí směr proudění. (Seznam.cz) .....</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 33: Příčné proudění v korytě (Just et al. 2005).....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 34: Umělý ostrov s výskytem stromů na řece Labi (Neratovice, 50°15,46' s. š., 14°31,71' v. d.). Poznámka: Modrá šipka značí směr proudění. (Seznam.cz) .....</i>	<i>61</i>

## **Seznam tabulek**

<i>Tabulka 1: Typy středokorytových akumulčních tvarů.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 2: Seznam vodních toků, na kterých byly vyhledávány říční ostrovy. ....</i>	<i>28</i>
<i>Tabulka 3: Studované toky.....</i>	<i>33</i>

<i>Tabulka 4: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající šířku koryta v místech výskytu ostrovů a další sledované charakteristiky. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.</i>	35
<i>Tabulka 5: Počet ostrovů podle typu vegetace, typu ostrova, výskytu ZA a PŘED překážkou s odchylkou od proudnice 15°, 20° a 90°</i>	40
<i>Tabulka 6: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající délky, šířky a odchylka osy ostrova od proudnice a šířky koryta s typem úseku koryta. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.</i>	43
<i>Tabulka 7: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a polohu ostrova za zákrutem, jezem, mostním pilířem. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.</i>	44
<i>Tabulka 8: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a polohu ostrova před zákrutem, jezem, mostním pilířem. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.</i>	46
<i>Tabulka 9: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a typ ostrova. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.</i>	51
<i>Tabulka 10: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a typ vegetace. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.</i>	52
<i>Tabulka 11: P hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu srovnávající metrické proměnné (říční kilometr, relativní kilometráž, délku a šířku ostrova, šířku koryta, odchylku ostrova od proudnice, vzdálenost před a za zákrutem, jezem nebo mostním pilířem). Poznámka: zeleně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %. Vztahy byly testovány t-testem.</i>	54
<i>Tabulka 12: Charakteristiky průměrného ostrova.</i>	54

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Souhrn zjišťovaných charakteristik pro studované toky

Příloha 2: Seznam špatně viditelných úseků na studovaných vodních tocích

Příloha 3: Kilometráž měřených řek, ze které je možné vysledovat konkrétní polohu ostrovů

# 1 Úvod

Fluviální systémy jsou jedny z nejdynamičtějších a nejproměnlivějších částí reliéfu (Charlton 2008). Jsou úzce spjaty s prostředím, ve kterém se nacházejí. Jsou antropogenně intenzivně využívány a lidskou činností silně přetvářeny. Zároveň mají vliv na lidské aktivity i bezpečnost v jejich okolí. Kdy jsou na řeky navázány hydrotechnické stavby, ale také dochází k zastavování nivy a na něj navázaným rizikům záplav (Gilvear 1999). Proto je dobré se fluviálními systémy podrobně zabývat jak z hlediska protipovodňové ochrany, tak z hlediska hospodaření s vodou a zadržování vody v krajině.

O samotných řekách i jejich okolí nám mohou mnohé prozradit fluviální korytové akumulární tvary. Jedná se o více i méně stabilní útvary, které spoluutvářejí charakter řek a podmínky proudění uvnitř koryta (Ward et al. 2000; Rice et al. 2009; Ghinassi et al. 2021 a další), odrážejí geomorfologické procesy v korytě (Osterkamp 1998; Brierley, Fryirs 2005; Charlton 2008 a další) a ukrývají informace o hydraulických, geomorfologických, hydrologických a geologických poměrech v korytě. Z těchto důvodů se výzkumem akumulárních tvarů zabývá velké množství autorů.

Na utváření fluviálních akumulárních tvarů má vliv mnoho faktorů, jako například poloha ostrova v korytě, výskyt jezů nebo zákrutů, vegetační pokryv, lidský zásah do průběhu koryta i jeho rozměry. Všechny tyto faktory by mělo být možné popsat pomocí distančního měření z leteckých snímků. Nabízí se však otázka, zda je tento způsob sběru dat dostatečný.

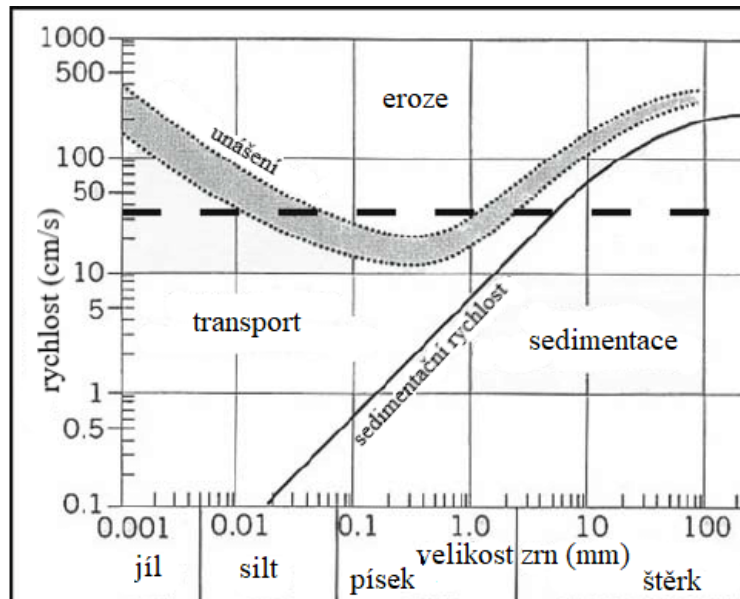
Výskyt fluviálních akumulárních tvarů může mít negativní dopady na průtočnou kapacitu koryta, a tedy zvyšovat rizika vybřežení při povodňových událostech. Také může přispívat k rozvoji biodiverzity a ovlivňovat rozložení sedimentu v průběhu toku. Z těchto důvodů je dobré faktory ovlivňující jejich vznik a rozmístění studovat a získané znalosti uvažovat při plánování revitalizací říčních koryt i protipovodňových opatření.

Zda spolu nejen výše zmíněné faktory souvisí a jak se vzájemně ovlivňují, se snaží popsat tato práce. Cílem je tedy popsat vnitrokorytové akumulární tvary na českých řekách a zanalyzovat jejich morfologické a polohové vlastnosti.

## **2 Charakteristika fluviálních korytových akumulčních tvarů**

### **2.1 Vznik a definice říčních ostrovů**

Fluviální akumulace vznikají v místech, kde je zpomaleno proudění a klesá tak jeho unášecí schopnost (Charlton 2008; Křížek 2008; Fryirs, Brierley 2013), nebo je zde příliš mnoho materiálu a je tedy překročen kapacitní limit pro transport. Poměr mezi rychlostí proudění a množstvím sedimentu popisuje Hjulströmův diagram (obr. 1). Takovými místy, kde klesá unášecí schopnost koryta, jsou často vnitřní, jesepné, břehy zákrutů nebo dolní části toků, kde je snížen sklon koryta (Gao et al. 2013), případně úseky divočení toku, kde klesá erozní síla vodního proudu vlivem vzniku vícero koryt (Charlton 2008). Nejprve dochází k ukládání hrubozrnného materiálu; jsou jím tvořeny akumulční tvary převážně v horních částech toků, směrem po proudu se sediment zpravidla zjemňuje (Brierley, Fryirs 2005). V dolní části toku se ovšem může vyskytnout i hrubozrnný materiál například vlivem přítoků vedlejších toků. Na vývoj akumulčních tvarů má vliv mnoho faktorů, jako jsou zrnitost sedimentu, jeho množství, způsob jeho transportu, vzdálenost od zdrojové oblasti unášených a akumulovaných sedimentů, ale také šířka koryta, odolnost břehů, krajinný pokryv, probíhající těžba dřeva nebo nerostných surovin v povodí, nebo přítomnost vodních rezervoárů a přehrad na vodním toku, ale i charakter vlastní sedimentace (Gurnell et al. 2001). Přehrady zachycují sediment, který pak dále po proudu schází a dochází tam k erozi místo k akumulaci (Gao et al. 2013). Odolnost břehů má mimo jiné vliv nejen na množství materiálu, ale také na šířku koryta, pokud nejsou břehy dostatečně stabilní, dochází k rozšiřování koryta a tím je umožněn růst a vývoj jednotlivých korytových akumulací (Charlton 2008). Platí tedy, že čím je koryto širší, tím mohou být větší i vnitrokorytové akumulace.



Obrázek 1: Hjulströmův diagram (Pucas, Stremtan, Kristály 2010; upraveno)

Mnozí autoři odlišují písčné lavice, které jsou nestálé a bez vegetace, a ostrovy, které již představují stabilnější formy pokryté vegetací (Osterkamp 1998; Brierley, Fryirs 2005; Charlton 2008; Rice et al. 2009; Wintenberger et al. 2015). Uchycením vegetace vznikají, podle některých autorů, z písčných lavic říční ostrovy, které jsou stabilnější právě díky vegetaci, také je zvýšena jejich rezistence vůči erozi a zároveň je zvýšeno ukládání a fixace sedimentu (Wintenberger et al. 2015). Osterkamp (1998) definuje říční ostrov takto: „geomorfologický prvek obklopen korytem, vyšším než průměrná výška vodní hladiny, a který je natolik stabilní, že poskytne prostředí pro uchycení trvalého vegetačního krytu, pokud jsou příhodné hydraulické podmínky.“ Toto rozdělení ovšem není příliš přesné vzhledem k tomu, že za určitých podmínek se vegetace na ostrově vyskytovat nemusí. Například při nízkých teplotách v subpolárních oblastech, kvůli vyšší míře zasolení nebo se oblast nachází v aridním klimatu (Gupta 2001). To ovšem neznamená, že by akumulace nemusela být stabilní.

Písčné lavice mohou být volné, způsobené morfodynamickou nestabilitou, tedy náhlými geomorfologickými procesy, a jako takové jsou samy velice nestabilní a vegetace se na nich nestihne uchytil. Oproti tomu nemigrující lavice, které jsou navázány na zákruty říčního koryta nebo změny proudění vody způsobené například překážkami, nebo na přítomnost evorzních tvarů a tůní v říčním dně, jsou o něco stabilnější a pravděpodobnost uchycení vegetace je zde větší (Wintenberger et al. 2015). Tyto akumulace mohou vzniknout například zvlněním říčního dna, kdy se

střídají tůně s brody<sup>1</sup> (Máčka, Krejčí 2010), na brodech se akumuluje hrubozrný materiál, který může přesáhnout říční hladinu (Leopold, Miller, Wolman 1992). Jádrom lavic může být tvořeno také mrtvým dřevem, které představuje přirozenou překážku, zpomaluje proudění a umožňuje uchycení materiálu a vegetace (Gurnell et al. 2001).

Ostrovy jsou tedy relativně stabilním prvkem v korytě, na kterém se může a nemusí vyskytovat vegetace, ovšem z hlediska geologického časového měřítka jsou spíše nestálé (Osterkamp 1998). Ostrovy jsou však klíčovými komponenty pro fluviální systém, ovlivňují křivolakost (Wintenberger et al. 2015) a kapacitu koryta, rychlost a směr proudění, dále podmiňují další sedimentaci či erozi a zvyšují říční i příbřežní biodiverzitu (Ward et al. 2000; Gurnell et al. 2001; Wyrick, Klingeman 2011; Wintenberger et al. 2015).

## **2.2 Typologie fluviálních korytových akumulčních tvarů**

Fluviální akumulční tvary ve své morfologii i geologickém složení odrážejí množství sedimentu a procesy v korytě. Jednotlivé tvary fluviálních korytových akumulací lze klasifikovat podle jejich pozice v korytě, jejich tvaru a složení (Brierley, Fryirs 2005). Z hlediska složení jsou rozlišovány jednoduché tvary, které mají jednoduchou historii ukládání (Fryirs, Brierley 2013), nebo tvary složené, které vznikají akrecí jednoduchých tvarů v místech, kde se rozděluje proud, je snížena hloubka koryta, nebo je zvýšená jeho drsnost (Rice et al. 2009). Složené formy jsou běžnější než formy jednoduché (Fryirs, Brierley 2004). Reflektují několik fází depozice, přepracování již vzniklých korytových akumulčních tvarů i posun hloubnice (Brierley, Fryirs 2005). Pokud dojde k rozdělení ostrova vodním proudem, může z jeho zbylých částí vzniknout chaotická mozaika (Fryirs, Brierley 2013).

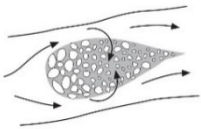
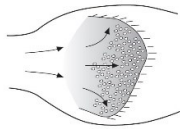
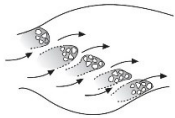
Podle polohy lze korytové akumulční tvary rozdělit na středokorytové nebo připojené ke břehu (Rice et al. 2009; Fryirs, Brierley 2013). Připojené formy se vyskytují v částech toku, kde je menší množství sedimentu nebo v oblastech s nižší energií proudění. Jsou stabilnější než středokorytové akumulční formy, které jsou obtékány z obou stran vodou a jsou tak náchylnější k přetváření (Fryirs, Brierley 2004). Jejich základ tvoří hrubozrný materiál, případně mrtvé dřevo, rozměrově se

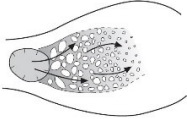
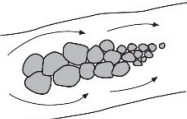
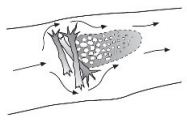
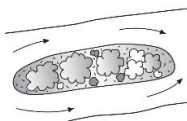
---

<sup>1</sup> Termín „brody“ používá ve svých pracích Máčka (Máčka, Krejčí 2010). Anglická literatura pracuje s pojmem „riffles.“

přízpůsobují velikosti koryta a zároveň jsou silně spjaty s jeho tvarem a křivolakostí (Brierley, Fryirs 2005). Na základě morfologie je rozlišováno 6 typů akumulací. Dále se pak vymezuje ostrov, jakožto akumulace pokrytá vegetací (tab. 1).

*Tabulka 1: Typy středokorytových akumuláčnických tvarů*

	<b>Typ fluviální korytové akumulace</b>	<b>Charakteristika</b>
	Podélná	Je izolovaná uprostřed koryta. V hlavě akumulace dochází k ukládání hrubozrnného sedimentu, po proudu se sediment zjemňuje a tvar se protahuje (Rice et al. 2009) a zužuje (Robert 2003). Další depozice může vést k vytvoření oválných nebo kosočtvercových tvarů (Fryirs, Brierley 2013). Vzniká, pokud se proud rozdělí kolem ostrova ve tvaru kapky. Může vznikat v případě zpomalení proudění nebo překročení unášecí kapacity koryta vlivem velkého množství sedimentu (Brierley, Fryirs 2005).
	Transverzální	Má vydutý tvar s příkrým čelem, přes které teče proud (Rice et al. 2009) a za kterým dochází k depozici materiálu. Tímto způsobem se akumulace po proudu rozrůstá a posouvá (Fryirs, Brierley 2013). Přirůstá napříč korytem v úsecích bohatých na písčité sediment (Fryirs, Brierley 2004), převážně v částech, kde dochází k náhlému rozšíření koryta, nebo v oblastech pod soutokem řek, případně bifurkací (Robert 2003).
	Diagonální	Podélná asymetrická akumulace, která může být připojena ke břehům (Rice et al. 2009). Bývá spojena s rozčleněným brodem (dissected riffle; Fryirs, Brierley 2004). Vzniká, pokud je proud orientovaný šikmo k dlouhé ose akumulace. Její výskyt může indikovat vysokou zásobu štěrkovitého nebo smíšeného sedimentu (Robert 2003; Fryirs, Brierley 2013) případně přetváření brodů (Brierley, Fryirs 2005).

	<b>Typ fluviální korytové akumulace</b>	<b>Charakteristika</b>
	Rozpínající se akumulace	Hrubozrnná až balvanitá akumulace vznikající v náhlém rozšíření koryta za zúžením, ve kterém dochází ke vzniku tůň. K jejich vzniku dochází při povodňových událostech, mimo ně dochází k jejich zvětšování jen minimálně a omezují další fluviální procesy (Brierley, Fryirs 2005).
	Balvanitá	Akumulace má protáhlý tvar a velikost valounů, ze kterých je složena, se po proudu zmenšuje (Fryirs, Brierley 2013). Je tvořena shlukem balvanů a valounů bez jemnějšího sedimentu. Indikuje vysokou unášecí schopnost proudění. Nejprve jsou ukládány největší balvany, ty vytvářejí druhotnou překážku, za kterou se ukládají menší valouny. Nacházejí se v místech rozšíření koryta nebo lokálního poklesu sklonu v údolích s minimálně rozvinutou říční nivou zpravidla v horních částech toků (Brierley, Fryirs 2005).
	Vynucená	Tato akumulace narůstá po proudu a může se na ní uchytit vegetace (Brierley, Fryirs 2005). Vzniká ukládáním materiálu za překážkami v korytě, které mohou být tvořeny naplaveným dřevem, skalním podložím, hrubými klasty, vegetací, případně mostními pilíři atp. (Fryirs, Brierley 2013).
	Ostrov	Forma vzniklá z akumulace, která je pokryta vegetací. Díky vegetaci je zvýšena resistance ostrova proti erozi (Wintenberger et al. 2015). Zároveň ostrov lépe váže další sedimenty, a tak se rozrůstá. Může reflektovat historii povodňových událostí (Fryirs, Brierley 2013).
obrázky převzaty z Fryirs, Brierley (2013)		

### **3 Vývoj korytových akumulací a jeho odraz v jejich poloze a morfologii**

Korytové akumulace ukrývají informace o hydraulických, geomorfologických, hydrologických a geologických poměrech v korytě. Z těchto důvodů se výzkumem akumulačních tvarů zabývá velké množství autorů, přičemž jejich výzkumy jsou převážně soustředěny na jednotlivé toky, na kterých zkoumají další charakteristiky a konkrétní faktory, které ovlivňují buď samotnou tvorbu korytových akumulací nebo vliv akumulací na říční prostředí.

#### **3.1 Vliv vegetace na korytové akumulace**

Častým tématem autorů (Rowntree, Dollar 1999; Gurnell et al. 2001; Gurnell, Petts 2002; Gurnell et al. 2012; Mikuš et al. 2013; Wintenberger et al. 2015a) je vliv vegetace na stabilitu akumulací i koryta. Vegetace zpravidla usnadňuje ukládání sedimentu a zpevňuje již vzniklé akumulace (Gurnell, Petts 2002). Případně se zabývají rolí mrtvého dřeva v korytě (Abbe, Montgomery 1996; Gurnell et al. 2002; Máčka, Krejčí 2010) a vztahem velikosti dřeva a šířky koryta, kde platí, že čím užší je koryto, tím je vliv mrtvého dřeva na dynamiku v korytě větší (Gurnell et al. 2002). Deponované dřevo v korytě má rovněž vliv na vytržení sedimentu. Písečné lavice, jejichž tvorbu mrtvé dřevo v korytě podmiňuje, jsou složeny z jemnějšího a lépe vytrženého sedimentu (Máčka, Krejčí 2010).

Významný vliv vegetace se projevil také na spodním toku řeky Fraser, kde v letech 1952-1999 došlo k nárůstu rozlohy korytových akumulací. A to i přes napřímení koryta. Vegetační kryt zde totiž zvyšoval zachytávání sedimentu (Ham, Church 2002).

#### **3.2 Vliv sedimentu a sedimentace na korytové akumulace**

Vlivem sedimentu na vytváření korytových akumulací se zabývali například Bankert a Nelson (2018), kteří experimentovali s množstvím sedimentu a s následnou reakcí vývoje akumulací, kdy po přidání sedimentu do říčního koryta vznikly neukotvené akumulace, kvůli kterým následně zerodovaly původní stabilní akumulace a v řece tak vznikl úplně nový systém korytových akumulací. Naopak při poklesu

množství sedimentu hraje velkou roli smykové napětí akumulací (soudržnost materiálu, ze kterého je akumulace složena), které postupně klesá a tím dochází k jejich erozi. Rice a Church (2009) při svém výzkumu korytových akumulací na řece Fraser v Kanadě zjistili, že se velikost šterku v akumulacích po proudu zmenšuje.

Velikostí a záchytem sedimentů se zabývali také Leli et al. (2017), kteří zjistili, že břehy z tvrdého pískovce na jedné straně a ze soudržného jílu na straně druhé, jsou limitující pro rozšíření koryta a expanzi korytových akumulací do šířky. Expanzi akumulací také snižuje výstavba přehrad a s ním spojený fenomén hladové vody. Moody (2018) zkoumal povodeň jako zdroj sedimentu a srovnával jeho zachycení korytovými akumulacemi a říční nivou, kdy korytové akumulace byly přibližně dvakrát efektivnější v zachytávání sedimentu než říční niva. Avšak erodibilita byla pro obě prostředí (nebo obě formy) stejná (Moody 2018). Reesink et al. (2014) se zas zabývali zásobou sedimentu ve vztahu k velkým korytovým akumulacím na řece Paraná. Mimo jiné zjistili, že typ ukládání sedimentů je mezi velkými a malými řekami podobný. Zvýšený přísun jemnozrnného materiálu se nejvíce projevuje změnami ve svrchních vrstvách tvořících korytové akumulace. Tyto změny se projevují například nárůstem mocnosti vrstev. Vlivem velikosti řek na tvorbu akumulací se ve své práci zabývali také Luchi et al. 2010. Konkrétně se zaměřili na šířku koryta řeky Bollin ve Spojeném království. Čím byla větší, tím pravděpodobněji se v něm vytvořily středokorytové akumulace. To ve své práci potvrzují také Liu et al. (2016), kteří na řece Jang-c'-ťiang zjistili, že s šířkou koryta narůstá také šířka ostrova.

Gao et al. (2013) na spodním toku téže řeky sledovali vývoj konkrétních ostrovů, kde výzkumu podrobili 8 ostrovů v období od roku 1979 až 2009. Celková rozloha ostrovů vzrostla, zároveň bylo čelo ostrovů erodováno a ke zvýšené akumulaci docházelo ve spodních částech, tím se ostrovy posouvaly ve směru proudění (Gao et al. 2013). Shi et al. (2017) měřili vývoj sedmi ostrovů dále po proudu na téže řece v období 1985–2015. V tomto případě také došlo k posunu ostrovů po proudu, avšak zároveň se zmenšila jejich celková rozloha. Na vývoj těchto ostrovů mělo větší vliv ukládání sedimentu, než výška odtoku (čím byl odtok nižší, tím byla větší rozloha ostrovů), lidskou činností došlo k ovlivnění množství sedimentu a tím i vývoje ostrovů (Shi et al. 2017). V roce 2018 se Shi et al. zaměřili na další tři ostrovy dále po proudu řeky Jang-c'-ťiang, opět zkoumali vývoj v období 1985–2015. Do roku 2000 se

velikost ostrovů zvětšovala, od roku 2000 se však začala zmenšovat. Pokles rozlohy však byl pomalejší, a tak lze říci, že za 30 let celková rozloha ostrovů vzrostla (Shi et al. 2018). Zároveň může velikost ostrovů fluktuovat během roku vlivem změny výšky hladiny (Sun et al. 2018). Sun et al. (2020) měřili pomocí distančních dat ostrovy na dolním toku řeky Jang-c'-ťiang v období 1987–2018. Významně se projevil vliv výstavby přehrady Tři soutěsky nad úsekem v roce 2003. Celková rozloha ostrovů vzrostla, a dokonce vznikly další nové akumulace, a to i přes to, že vlivem přehrady poklesla zásoba sedimentu. Zásadní efekt na rozlohu akumulací má v tomto případě významný pokles hladiny způsobený přehradou (Sun et al. 2020).

Vlivem změny v sedimentaci se mohou počty i rozlohy ostrovů s časem zvětšovat nebo zmenšovat. V deltě Žluté řeky vzrostla mezi lety 1985 a 1996 sedimentace materiálu, zvýšil se počet akumulací a tím se zvedla hladina řeky o dva metry (Fan et al. 2006). Hudson et al. (2019) sledovali padesátiletý vývoj ostrovů na dolním toku řeky Mississippi. Jejich počet od roku 1965 do roku 2015 vzrostl téměř třikrát a jejich celková rozloha se zdvojnásobila. Naopak na Nilu v úseku mezi přehradami Asuán a Esna celková rozloha korytových akumulací poklesla, buď se akumulace připojily ke břehům, nebo se projevil efekt hladové vody vlivem výstavby Asuánské přehrady (Raslan, Salama 2015).

Na konkrétní ostrovy se zaměřili také Leli et al. (2021) na horním toku řeky Paraná. Vývoj ostrovů sledovali za pomoci analýzy leteckých snímků z let 1963–2014 a na šestnácti vzorcích zkoumali také delší časovou řadu (8000 let do minulosti až po současnost) pomocí C14 datování a OSL datování (optická luminiscence) a zjistili, že velké ostrovy vznikly spojením menších korytových akumulací vlivem vysoké depozice sedimentu. Ta začala již v raném holocénu před 8000 lety a stále trvá. Je tedy zřejmé, že klimatická změna neměla na depozici sedimentu výrazný vliv a ostrovy stále narůstají (Leli et al. 2021).

Srovnání stratigrafie sedimentu a vlivu proudění na jeho ukládání mezi středokorytovými akumulacemi a akumulacemi připojenými ke břehu se ve své práci zabývali Ghinassi et al. (2021). Ti podložili svůj výzkum daty ze 103 říčních úseků na celkem 18 řekách ze dvou různých fyzikogeografických a klimatických prostředí v Rusku a Brazílii. Četnější výskyt středokorytových akumulací byl v místech divočení toků, případně akumulace způsobovaly říční bifurkaci. Koryta s těmito

akumulacemi byla široká v rozmezí od 40 do 1240 metrů s nízkou mírou sinuosity. U korytových akumulací byly vrstvy uloženého sedimentu orientovány axiálně (podél osy proudění), naopak stratigrafie akumulací připojených ke břehu byla orientována kolmo na osu proudění.

### **3.3 Vliv povodní na korytové akumulace**

Další autoři zkoumali vliv povodní na vývoj korytových akumulací (Křížek, Engel 2004; Křížek 2008; Křížek, Engel 2008; Wintenberger et al. 2015b). Při povodni dochází k přetváření a posouvání korytových akumulací, na horních úsecích toků jsou akumulace erodovány a mohou úplně zmizet. Na nižších úsecích a po opadnutí povodňové vlny dochází k akumulaci sedimentu uvnitř koryta a v nivě. U stabilních ostrovů dochází k sedimentaci na jejich povrchu i bocích, jakmile voda úplně opadne, následuje jejich boční eroze (Wintenberger et al. 2015b). Křížek a Engel (2008) zjistili, že po povodni v roce 2002 se na řece Volyňce utvořilo přes 200 povodňových akumulací v údolní nivě tvořených jemnozrnným i hrubozrnným materiálem. Rychleji však v průběhu následujících let degradovaly a zanikaly, či byly asimilovány do vlastní nivy akumulace jemnozrnnější. Na Otavě docházelo při povodni roku 2002 v antropogenně ovlivněných úsecích ke zvýšené erozi koryta vlivem rychlejšího proudění vody a následnému ukládání materiálu v prostoru říční nivy (Křížek, Engel 2004).

### **3.4 Rozmístění fluviálních akumulací v korytě**

Zákonitostmi rozmístění akumulací se zabývalo jen málo autorů. Ti se zároveň zaměřovali převážně na vybraný studovaný vodní tok (Ward et al. 2000; Křížek 2007; Křížek 2008; Baubiniene et al. 2015). Například výzkum Křížka (2007) po povodni v roce 2006 na Sázavě zjistil, že v úseku od dolní hranice pramenného úseku po Pikovice na dolním toku, jsou korytové akumulace vázány na jezy, zatímco akumulace připojené ke břehu se naopak vytvářejí mimo vliv jezů (Křížek 2007). Na řece Neris, která protéká územím budovaným ledovcovými sedimenty, byly studovány korytové akumulace v úseku od hranic mezi Litvou a Běloruskem po ústí a jejich vývoj od poloviny 20. století. Na jejich množství měla vliv morfometrická, hydrologická a litologická situace daného úseku (Baubiniene et al. 2015). Baubiniene et al. (2015) změřili, že největší množství akumulací mělo rozlohu do 1 hektaru a byly převážně

bez vegetace, z celkové rozlohy akumulací však tvořily jen 33 %. Nejméně akumulací se nacházelo v části, kde řeka měla přímé koryto. Nejvíce akumulací bylo pak dále po proudu za úseky se zvýšenou erozní činností toku. Zvyšující se množství akumulací v korytě i jejich rozloha zapříčinila snížení rychlosti proudění až o 48 % za 40 let (Baubiniene et al. 2015).

Řeka Tagliamento v Itálii měla zas velké množství akumulací v pramenné části a v části, kde dochází k větvení toku<sup>2</sup>. V pramenné části byly akumulace rozlohou nejmenší, největší naopak byly ve větvicím se úseku a dolní části toku (Ward et al. 2000).

Křížek (2008) při svém výzkumu na Střední Opavě potvrdil, že se akumulace soustředily převážně do oblastí zákrutů a přítoků, kde obecně klesá rychlost proudění hlavního toku. Zároveň zjistil, že proběhlá povodeň způsobila signifikantní změnu polohy korytových akumulací.

### **3.5 Morfometrické klasifikace korytových akumulací**

Morfometrickými případně morfologickými klasifikacemi akumulací, měřených na více řekách v rámci jednoho období, se zabývá jen velmi málo autorů. Například Morón et al. (2016) zkoumali na čtyřech australských řekách vliv šířky říční nivy na vznik úseků s projevy větvení koryta, kde se z nestabilních středokorytových akumulací stávají stabilní ostrovy. Ty vznikají poklesem erozní síly vlivem vzniku více koryt. Úseky s projevem větvení koryta jsou více spjatý právě se širšími nivami.

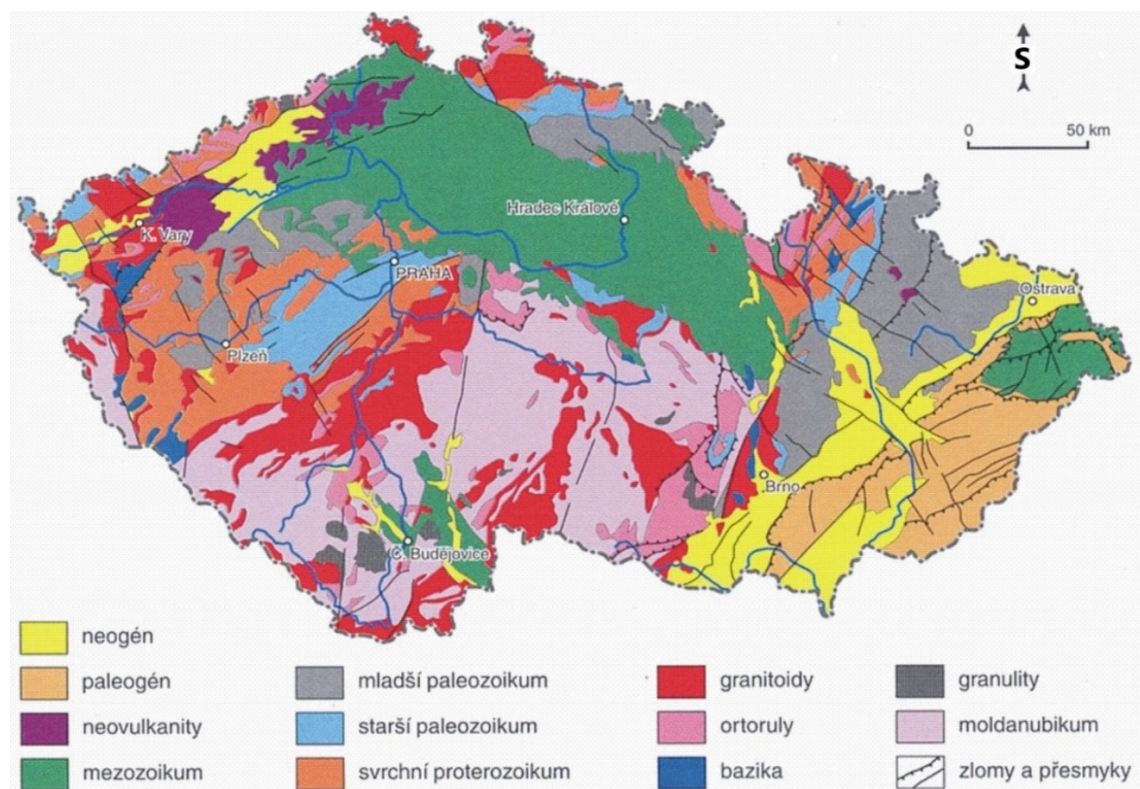
Klasifikací korytových akumulací dle morfologie se zabývali také Fryirs, Brierley (2013; tab. 1) nebo Wyrick, Klingeman (2011), kteří morfologii korytových akumulací doplnili o jejich polohu v rámci koryta, pokrytí vegetace, strukturu sedimentu a další charakteristiky. Takto vzniklá klasifikace by mohla napomoci při revitalizacích řek, vzhledem k tomu, že akumulace jsou nedílnou součástí přírodě blízkého koryta.

---

<sup>2</sup> Anglická literatura pracuje s pojmem „braided river“, který platí pro větvení koryta a zahrnuje divočící i anastomózní toky. Divočící toky vznikají v nestabilních sedimentech, přenášejí množství štěrkového materiálu, který následně ukládají mezi jednotlivými rameny. Anastomózní toky jsou již stabilnější formy, obtékající stabilnější ostrovy.

## 4 Fyzickogeografická charakteristika zájmového území

Všechny měřené úseky vodních toků se nachází na území České republiky ve dvou geologických jednotkách, Českém masivu a Karpatské soustavě (ČGS 2021). Podle České geologické služby (2021) povrch České republiky tvoří převážně křídové sedimenty (23,8 %) ukládané v mezozoiku,<sup>3</sup> sedimenty Karpat (19,9 %) vytvořeny v neogénu a silně metamorfované horniny jako jsou ruly, svory nebo amfibolity (17 %; obr. 2).

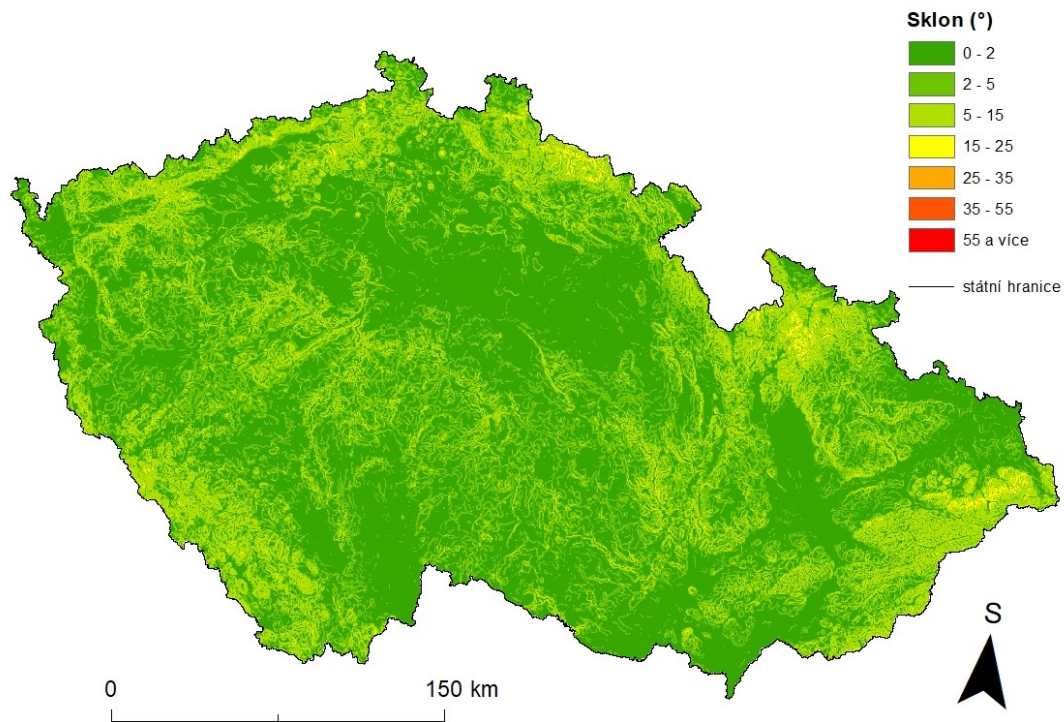


Obrázek 2: Zjednodušená geologická mapa Česka podle ČGS (Chlupáč et al. 2002, upraveno)

Český masiv tvoří jednu ze základních geomorfologických jednotek, Českou vysočinu, která je složena ze zarovnaných povrchů a zahloubených údolí vodních toků. Po okrajích je lemována vyzdvihnutými pohořími (Demek (ed.) et al. 1965). Druhou základní geomorfologickou jednotkou jsou Karpaty, na území České republiky zasahuje jejich východní část. Ty jsou typické četnými vrásami a rozrušenými příkrovy ve flyši a zlomy a z období neogénu také neotektonickými depresemi a vyvýšeninami

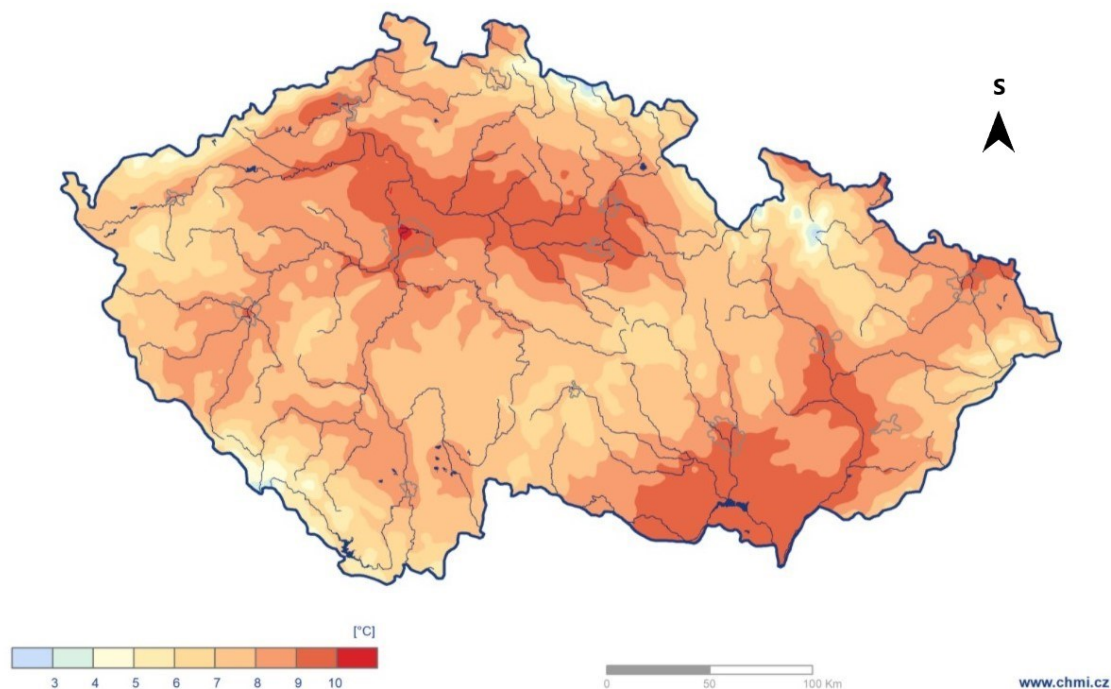
<sup>3</sup> Beskydy byly ukládány na konci mezozoika a následně v paleogénu (AOPK ČR 2022). Třeboňská pánev je tvořena horninami moldanubika, které jsou překryty mezozoickými sedimenty (AOPK ČR 2022).

(Demek (ed.) et al. 1965). Nadmořské výšky jsou v rozpětí od 115 m n. m. ve Hřensku po 1602 m n. m. na Sněžce. Největších sklonů je dosaženo na svazích okrajových pohoří, nejmenších naopak v nížinách Polabí, v jihočeských pánvích a v okolí řeky Moravy nebo Labe (obr. 3).



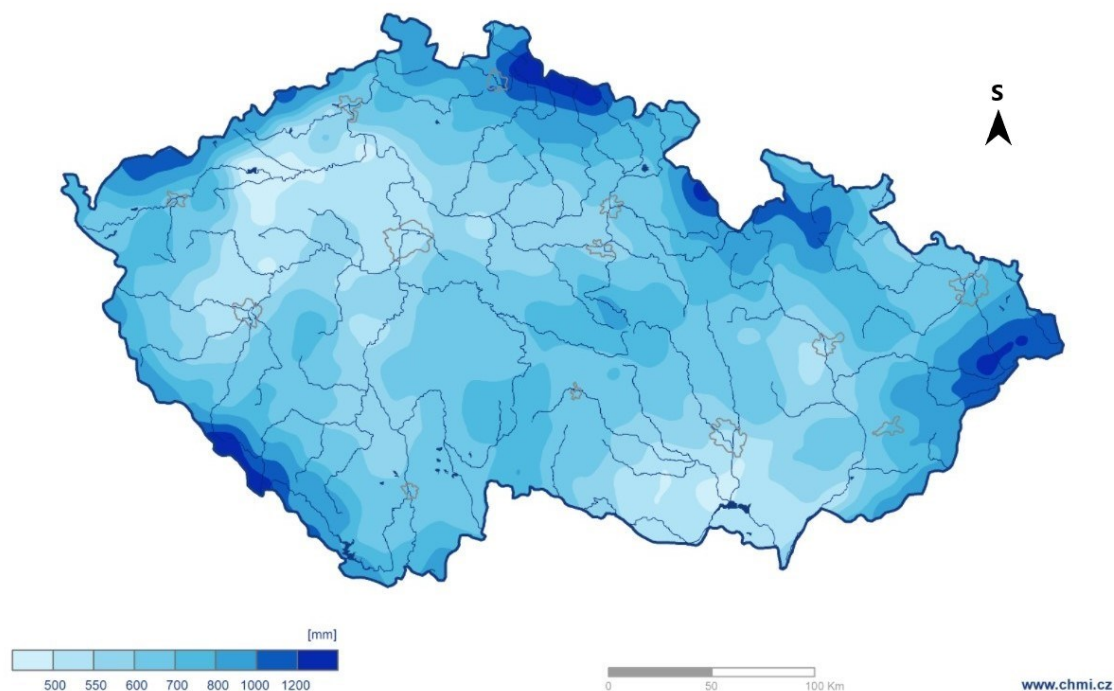
Obrázek 3: Sklonitost sledovaného území

Většina Českého území se podle Köppenovy klasifikace nachází v klimatickém typu Cfb, tedy mírném oceánském klimatu bez suchého období s horkým létem (Tolasz et al. 2007). Kvůli protáhlému tvaru území Česka podél rovnoběžky, dochází směrem na východ k nárůstu kontinentality (Tolasz et al. 2007). Průměrná měsíční teplota se pohybuje od  $-2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  v lednu do  $16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  v červenci (Ruda 2021). Nejteplejší oblasti jsou v nížinách kolem Labe a na jihu Moravy, nejnižší teploty jsou v horských oblastech, jako jsou Krkonoše, Jeseníky nebo Šumava (obr. 4).

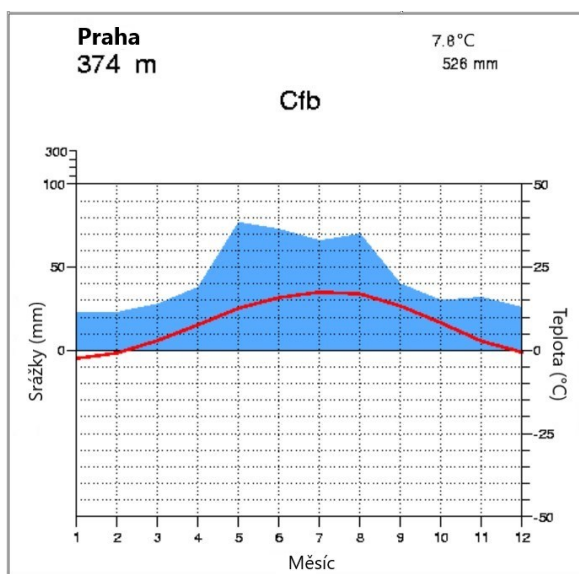


*Obrázek 4: Průměrná roční teplota vzduchu za období 1981–2010 (ČHMÚ 2021, upraveno)*

Hlavním zdrojem vody pro Česko, které leží na evropském rozvodí, jsou srážky (Tolasz et al. 2007). Průměrný roční úhrn srážek je mezi 600 a 800 mm (Ruda 2021). Největší úhrny jsou v horských oblastech (obr. 5). Minimum srážek spadne v období zimních měsíců, maxima se vyskytují na začátku léta (obr. 6). V období od října do března jsou srážky vázány na frontální poměry a jsou tedy méně intenzivní s delší dobou trvání, naopak v období od dubna do září je trvání srážek kratší, avšak intenzivnější vlivem výstupných konvekčních proudů (Tolasz et al. 2007).



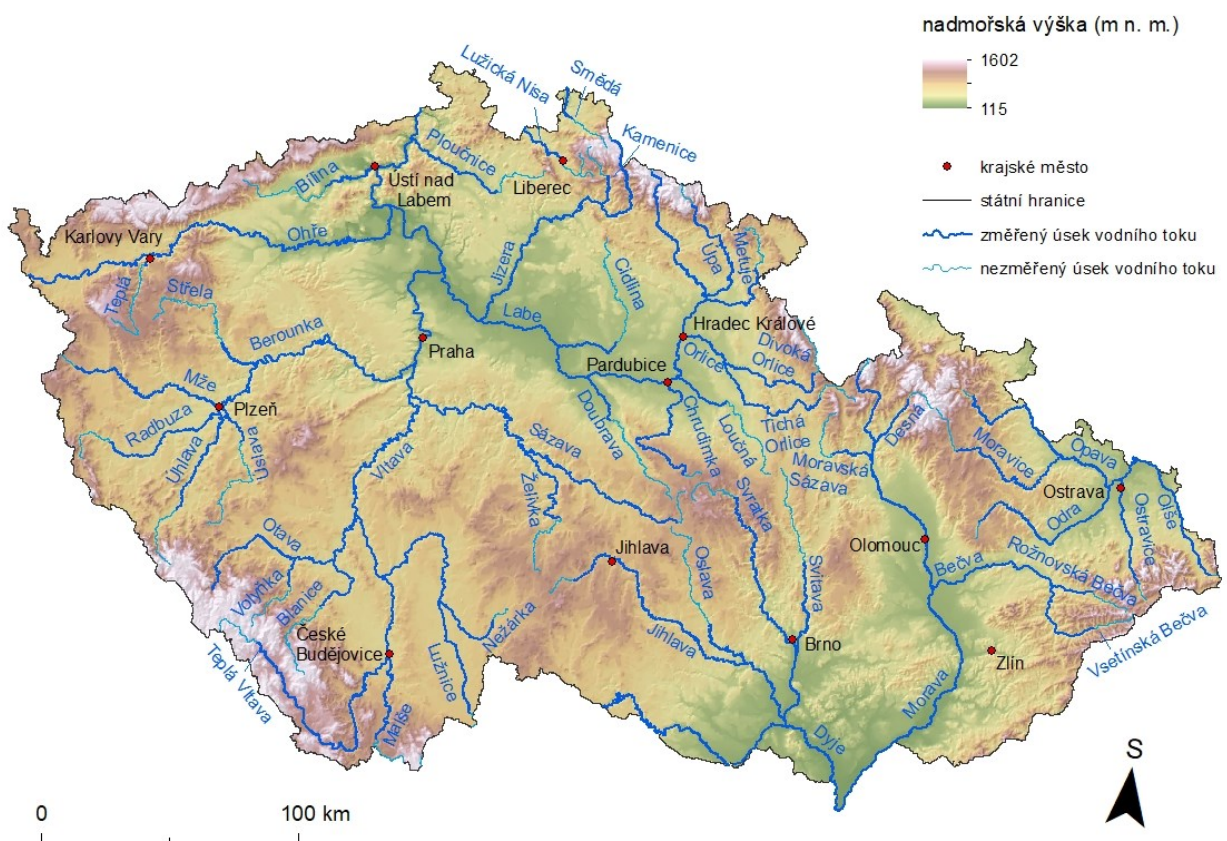
Obrázek 5: Průměrný roční úhrn srážek za období 1981–2010 (ČHMÚ 2021, upraveno)



Obrázek 6: Klimadiagram Prahy (Klimadiagramme 2021, upraveno)

Česko se nachází na hlavním evropském rozvodí (Vlček (ed.) 1984), hlavní evropské rozvodnice se setkávají na vrcholu Klepý v pohoří Kralického Sněžníku. Většina toků pramení právě v Česku. Významnější část pramenného povodí mimo Česko má jen málo českých řek, například Ohře, Lužnice, Dyje nebo Malše. Hlavními pramennými oblastmi jsou okrajová pohoří (Němec, Hladný (eds). 2006; obr. 7).

Jediným zdrojem vody pro české území jsou srážky, ty také doplňují podzemní vody, které zásobují řeky v obdobích bez srážek (Němec, Hladný (eds.) 2006). Odtokový režim českých řek je pluvionivální (Netopil 1972). Nejvodnatější měsíce jsou na jaře, kdy dochází k jarnímu tání sněhu a zároveň k dešťovým srážkám. V nížinách toto nastává již na přelomu února a března, s narůstající nadmořskou výškou se pak jarní tání opoždí a ve vrcholových partiích nastává až v květnu (Vlček (ed.) 1984). Maxima odtoku nastávají také v letních měsících díky přivalovým srážkám, jsou ovšem jen podružná kvůli vysokému výparu. Minimální odtok je od konce srpna až do zimy (Vlček (ed.) 1984). Vliv sněhu však od jara klesá a zvětšuje se význam srážek a podzemních vod (Netopil 1972). Zároveň je hydrologický režim řek ovlivněn hospodářskou činností člověka (Vlček (ed.) 1984). Průměrná hustota české říční sítě je 0,96 km/km<sup>2</sup>, celkem se v České republice nachází přes 76 000 kilometrů řek a z toho je 28,4 % délky upraveno (Němec, Hladný (eds.) 2006). K největším zásahům došlo na malých tocích nebo na dolních úsecích toků v nížinách a v zemědělské krajině, kterých je upraveno kolem 40 % (Němec, Hladný (eds.) 2006). V současnosti dochází k revitalizacím uměle napřímených toků.



Obrázek 7: Poloha studovaných toků (Zdroje dat: ArcČR, Dibavod)

## 5 Metodika

### 5.1 Sběr dat a sledované parametry

V rámci této práce je říčním ostrovem chápána elevace uvnitř koryta obklopená ze všech stran vodou, tedy nespojená se břehy koryta vodního toku. V této práci se rozlišují 3 kategorie říčních ostrovů na základě činitele určujícího jejich vznik. Přirozené ostrovy vznikly přirozenými procesy v korytě bez přičinění člověka. Antropogenně podmíněné ostrovy vznikly jako vedlejší, neúmyslný produkt lidské činnosti, například za překážkou vytvořenou člověkem. Umělé ostrovy jsou vytvořeny nebo přetvořeny člověkem a nejsou čistým produktem hydraulických podmínek v korytě. Samy ovšem tyto hydraulické podmínky v korytě ovlivňují, a proto jsou v této práci zohledněny.

Data pro tuto práci byla získána pomocí leteckých snímků z let 2015-2020 (pořizovány byly od dubna do října) dostupných na stránkách mapy.cz provozovaných společností Seznam.cz. Tyto snímky byly využity z důvodu jejich aktuálnosti a vysoké kvality. Rozlišení leteckých snímků je 12,5 centimetru na jeden pixel, u starších snímků z let 2015 a 2016 je rozlišení 25 centimetrů na jeden pixel. Jiné datové zdroje (DMR 4G a 5G, topografické mapy...) nebyly použity, protože z nich nebyly ostrovy vůbec patrné.

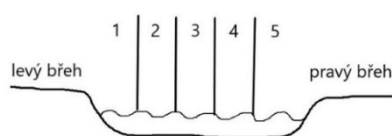
Řeky byly seřazeny od nejdelsí po nejkratší a následně byly na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu zjištěny průměrné průtoky na měrných stanicích. Minimální velikost studovaného vodního toku byla na základě postupného snižování omezena na velikost průtoku  $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , a to z důvodu viditelnosti koryta na příslušných leteckých snímcích. Tento limit byl stanoven na základě 12 náhodně vybraných řek. Řeky s nižšími průměrnými průtoky měly již tak úzká koryta, že jejich podstatné části byly zakryty břehovou vegetací a nebylo tak možné sledovat případné korytové akumulace. I na změřených úsecích řek se ovšem vyskytly špatně viditelné úseky, kdy koryto bylo z části či na daném úseku vegetací zakryto nebo zastíněno a nebylo tedy možné v těchto úsecích měření provést. Každý úsek špatně viditelnosti, kde nebylo provedeno měření, byl vymezen pomocí staničení (příloha 2). Říční ostrovy byly studovány na 50 největších českých vodních tocích (tab. 2). Každá řeka

byla očíslována a každý ostrov získal unikátní identifikační číslo skládající se z čísla řeky a pořadí ostrova od ústí daného toku (čím dál od ústí, tím vyšší číslo).

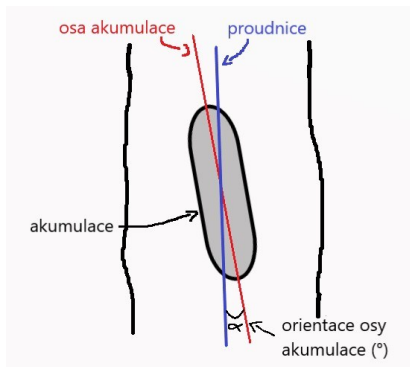
*Tabulka 2: Seznam vodních toků, na kterých byly vyhledávány říční ostrovy.*

Číslo řeky	Název řeky	Hydrologická stanice	Průtok (m <sup>3</sup> /s)	Délka měřeného úseku od ústí (říční km)
1	Vltava	Vyšší Brod	13,4	369,3
2	Labe	Špindlerův mlýn	2,43	361,7
3	Morava	Raškov	6,29	261,7
4	Ohře	VD Skalka	6,86	251
5	Sázava	Žďár nad Sázavou	1	204
6	Dyje	Podhradí nad Dyjí	8,81	194,2
7	Jihlava	Bransouze	4,6	160
8	Svratka	Vír pod vyrovnávací nádrží	3,97	130
9	Jizera	Jablonec nad Jizerou	5,62	163,9
10	Lužnice	Nová Ves nad Lužnicí	5,14	140
11	Berounka	Bílá hora	19,9	139,1
12	Odra	Odry tok	3,58	113
13	Otava	Rejštejn	8,26	110,3
14	Opava	Karlovice	2,6	110,3
15	Radbuza	Staňkov	3,83	51,7
16	Chrudimka	Svidnice	2,74	92,9
17	Úhlava	Tajanov	3,56	68
18	Želivka	Želiv	2,8	54,6
19	Mže	Stříbro	6,83	88,6
20	Tichá Orlice	Dolní Libchavy	4,33	62,9
21	Ploučnice	Mímoň	2,3	65,9
22	Moravice	Velká Štáhle	2,62	77,9
23	Divoká Orlice	Kláštec nad Orlicí	3,48	66
24	Malše	Kaplice	2,14	54,2
25	Cidlina	Nový Bydžov	2,74	31,2
26	Bílina	Bílina	3,33	35
27	Metuje	Hronov	2,77	44,7
28	Úpa	Horní Maršov	2,58	66,4
29	Olše	Jablunkov	1,94	68
30	Bečva	Teplice nad Bečvou	15,5	61,9
31	Vsetínská Bečva	Velké Karlovice	1,21	40
32	Nežárka	Rodvínov	2,23	42,9
33	Lužická Nisa	Liberec	2,05	25,7
34	Ostravice	Staré Hamry	1,5	43,5
35	Teplá Vltava	Lenora	3,11	25
36	Orlice	Týniště nad Orlicí	18,6	32,9
37	Moravská Sázava	Lupéné	4,35	23,6
38	Smědá	Frýdlant	3,18	28
39	Oslava	Náměšť nad Oslavou	3,01	35,3
40	Svitava	Letovice	1,61	37,7
41	Úslava	Ždírec	1,96	26,3
42	Blanice (přítok Otavy)	Husinec	2,1	39,4
43	Doubrava	Žleby	2,76	25,3
44	Loučná	Dašice	3,6	29
45	Střela	Plasy	2,99	18
46	Teplá	Teplička	2,47	8,2
47	Volyňka	Němčice	2,95	14
48	Desná	Kouty nad Desnou	1,25	24
49	Rožnovská Bečva	Rožnov pod Radhoštěm	2,72	18
50	Kamenice (přítok Jizery)	Bohuňovsko-Jesenný	4,04	16,3

Pro každou akumulaci bylo zaznamenáno datum snímku a říční kilometr, na kterém se nacházela. Vzhledem ke generalizaci měření se může změřená délka toku lišit od délky uváděné v literatuře. Vzhledem k tomu, že při měření došlo ke zkreslení rovnoměrně a počítá se jen se změřenými údaji, jedná se o zanedbatelnou odchylku. Z říčního kilometru byla odvozena relativní kilometráž, kdy ústí toku bylo stanoveno jako 0 %. Dále byla měřena délka ostrovů (v m), šířka ostrovů (v m), šířka koryt (v m) a relativní poloha ostrovů v korytě, kdy příčný profil koryta byl rozdělen na pětiny s tím, že číslo 1 označuje levý břeh a číslo 5 břeh pravý (obr. 8). Z šířky ostrova a šířky koryta byla odvozena relativní šířka ostrova (v %), kdy 100 % znamená, že ostrov zabíral celou šířku koryta. Z délky ostrova a šířky koryta byla odvozena relativní délka ostrova (v %), kdy 100 % značí šířku koryta. Dále odchylka nejdelší osy ostrova od proudnice (jde o úhlovou odchylku hlavní neboli delší osy ostrova od proudnice, měřeno po 5°; obr. 9), vzdálenost před zákrutem/jezem/překážkou/mostním pilířem (v m), vzdálenost za zákrutem/jezem/překážkou/mostním pilířem (v m). Dále bylo zaznamenáno, zda se jedná o ostrov přírodě blízký, uměle vytvořený, nebo antropogenně ovlivněný (například vlivem jezu nebo jiné překážky vytvořené člověkem). Pokud se v okolí ostrova nevyskytovala žádná člověkem vytvořená překážka (jez, mostní pilíř) ani nebyl ostrov zjevně přetvářen člověkem (zpevnění jeho břehů), byl určen jako ostrov přírodě blízký. Pokud byl ostrov zjevně přetvářen člověkem (měl viditelně zpevněné břehy pomocí betonových nebo kamenných bloků), byl zaznamenán jako ostrov umělý.



Obrázek 8: Relativní poloha fluviální akumulace v korytě (podle Křížka 2008)



Obrázek 9: Odchylka osy ostrova od proudnice

Sledován byl také charakter vegetace přítomné na ostrově, zda byl ostrov bez vegetace, či zda se na něm vyskytovala tráva, keře, nebo stromy (obr. 10). Tento parametr je aproximací stability, resp. stáří ostrova. Další zaznamenaný parametr sledoval, zda se ostrov nachází v přímém úseku, na soutoku, nebo v zákrutu a případně jaký je jeho směr, jestli levotočivý nebo pravotočivý, případně je ostrov natolik dlouhý, že se nachází ve dvou zákrutech současně; proto byla vymezena třetí kategorie „levotočivého i pravotočivého zákrutu.“ Všechny hodnoty byly měřeny pomocí nástrojů měření vzdálenosti na dané stránce, z tohoto důvodu jsou hodnoty zaokrouhlovány na celé metry. Výše popsané sledované parametry vycházejí z práce Křížka (2008) na Střední Opavě.



Obrázek 10: Typy vegetačního krytu ostrovů (Seznam.cz)

Na proudění, a tedy sedimentaci a utváření říčních ostrovů, má také vliv koryto (Zanoni et al. 2008; Luchi et al. 2010; Gurnell et al. 2012). V této práci je rozlišeno přirozeně vypadající koryto a koryto umělé. Přirozeně vypadající koryto „vzniklo přirozeným působením tekoucích povrchových vod a dalších přírodních faktorů“ ... „může měnit svůj směr, podélný sklon a příčný profil“ (zákon č. 254/2001 Sb. - Zákon o vodách). Případně je člověkem revitalizováno a navraceno co nejbližší k přirozenému stavu. Takovým se rozumí stav, kdy tok eroduje břehy, vytváří zákruty a může překládat své koryto, které je obklopeno tzv. potočními pásy (Just 2021). Zároveň se voda může volně rozlévat do nivy i při menších povodňových událostech a zmírňovat tak celkovou povodňovou vlnu.

Umělé koryto je většinou napřímáno se zpevněnými břehy, ať už betonovými nebo zatravněnými (Just 2021). Jeho velikost je dimenzovaná na pravděpodobnou maximální povodeň (Fryirs, Brierley 2013), aby se zamezilo povodňovým událostem. Voda je odváděna z území rychle pryč a nestihne zasakovat do půdy nebo se rozlévat do nivy, která je většinou hospodářsky využívána nebo zastavěná. Tím se ovšem zvyšuje případná povodňová vlna dále po směru toku od takovýchto úprav (Just 2021). Tok nemůže volně meandrovat ani měnit průběh koryta a je silně ovlivněn lidskou činností. I v umělých korytech však mohou vzniknout přirozené ostrovy.

## 5.2 Zpracování dat

Jednotlivé sledované parametry byly změřeny pomocí nástrojů měření vzdálenosti integrovaných přímo v mapy.cz. Data byla zpracována pomocí programu R verze 3.6.2 (R Core Team, 2020) a programu Statistica verze 14.0 trial (TIBCO Software Inc., 2020) kde byla provedena analýza rozptylu (ANOVA), která byla testována F-testem na hladině významnosti 0,05 a Pearsonův korelační koeficient, který byl testován t-testem signifikance korelačních koeficientů na hladině významnosti 0,05. Fisherův post-hoc test byl aplikován při analýze vztahu mezi metrickou veličinou a kategoriální proměnnou s více než dvěma kategoriemi. Pomocí programu Excel (Microsoft, 2010) byly zjištěny počty akumulací a jejich průměrné i maximální a minimální rozměry, včetně mediánu.

## 6 Výsledky

### 6.1 Seznam studovaných vodních toků a jejich úseky

Celková délka úseků zkoumaných vodních toků dosáhla 4251,5 km, z nichž nebylo cca 10 % jejich délky studováno z důvodu špatné viditelnosti koryta (Příloha 2). Nejdelší řekou byla Vltava, na které se nevyskytovaly žádné úseky se špatnou viditelností (tab. 3). Ty se nevyskytovaly ani na řekách: Berounka, Otava, Želivka, Olše, Bečva, Vsetínská Bečva a Orlice (tab. 3). Vltava měla také největší podíl na celkové délce úseků (8,69 %; tab. 3). Nejkratší změřená řeka byla Teplá s pouhými 8,2 kilometry, tedy jen 12,8 % z celkové délky jejího toku a na celkovém měření se podílela jen z 0,19 % (tab. 3). Průměrná délka sledovaného úseku byla 4,7 kilometru. Nejvíce byla špatně viditelnými úseky (18) rozdělena řeka Svratka (tab. 3). Nejkratší měřené úseky se vyskytují spíše v horních částech toků (Příloha 2). Největší podíl špatné viditelnosti na změřené délce toku měla řeka Střela (69 %; tab. 3), průměrný podíl délky špatné viditelnosti v rámci jednoho toku byl 15 % se směrodatnou odchylkou 15 %. Medián byl o něco nižší (11 %).

Tabulka 3: Studované toky

Název řeky	Měrná stanice	Průtok (m <sup>3</sup> /s)	Délka měření (km)	Celková délka toku na území Česka (km) (Štefáček 2008)	Délka špatné viditelnosti (km)	Podíl špatné viditelnosti (%)	Podíl na celkové délce měření (%)	Počet ostrovů	Počet ostrovů na kilometr	Podíl sledované délky na celkové délce toku (%)	Počet špatně viditelných úseků	Průměrná šířka koryta (m)
Vltava	Vyšší Brod	13,4	369,3	370,2	0	0	8,69	122	0,33	99,8	0	75,7
Labe	Špindlerův mlýn	2,43	361,7	370,2	40	11	8,51	72	0,20	97,7	3	114,1
Morava	Raškov	6,29	261,7	246	31,3	12	6,16	105	0,40	106,4	15	39,5
Ohře	VD Skalka	6,86	251	300,2	5	2	5,90	163	0,65	83,6	1	55,2
Sázava	Žďár nad Sázavou	1	204	224,6	21,2	10	4,80	134	0,66	90,8	15	52,2
Dyje	Podhradí nad Dyjí	8,81	194,2	235	4,9	3	4,57	62	0,32	82,6	2	41,8
Jihlava	Bransouze	4,6	160	184,6	13,51	8	3,76	105	0,66	86,7	17	26,0
Svratka	Vír pod vyrovnávací nádrží	3,97	130	173,9	17,5	13	3,06	64	0,49	74,8	18	29,2
Jizera	Jablonec nad Jizerou	5,62	163,9	163,9	5,7	3	3,86	130	0,79	100,0	2	35,2
Lužnice	Nová Ves nad Lužnicí	5,14	140	153	23,3	17	3,29	60	0,43	91,5	8	40,6
Berounka	Bílá hora	19,9	139,1	139,1	0	0	3,27	97	0,70	100,0	0	80,1
Odra	Odry tok	3,58	113	113	24,1	21	2,66	53	0,47	100,0	17	25,0
Otava	Rejštejn	8,26	110,3	113	0	0	2,59	46	0,42	97,6	0	58,0
Opava	Karlovice	2,6	110,3	118,6	23,5	21	2,59	76	0,69	93,0	8	25,9
Radbuza	Staňkov	3,83	51,7	111,5	5,8	11	1,22	24	0,46	46,4	4	35,9
Chrudimka	Svidnice	2,74	92,9	104,4	19,3	21	2,19	26	0,28	89,0	7	23,8
Úhlava	Tajanov	3,56	68	108,5	12,2	18	1,60	31	0,46	62,7	9	28,0
Želivka	Želiv	2,8	54,6	99,2	0	0	1,28	13	0,24	55,0	0	38,7
Mže	Stříbro	6,83	88,6	103,5	14,8	17	2,08	54	0,61	85,6	4	25,4
Tichá Orlice	Dolní Libchavy	4,33	62,9	107,5	21,8	35	1,48	40	0,64	58,5	14	20,8
Ploučnice	Mímoň	2,3	65,9	106,2	2,1	3	1,55	40	0,61	62,1	1	22,6
Moravice	Velká Štáhle	2,62	77,9	105,1	4,4	6	1,83	64	0,82	74,1	5	25,8
Divoká Orlice	Kláštepec nad Orlicí	3,48	66	99,3	7,8	12	1,55	38	0,58	66,5	13	25,2
Malše	Kaplice	2,14	54,2	89,5	5	9	1,27	23	0,42	60,6	4	26,4
Cidlina	Nový Bydžov	2,74	31,2	89,7	3,3	11	0,73	3	0,10	34,8	3	12,3
Bílina	Bílina	3,33	35	84,2	1,5	4	0,82	1	0,03	41,6	3	12,0
Metuje	Hronov	2,77	44,7	77,2	3,2	7	1,05	19	0,43	57,9	5	15,9
Úpa	Horní Maršov	2,58	66,4	78,7	15,8	24	1,56	36	0,54	84,4	12	20,1
Olše	Jablunkov	1,94	68	89	0	0	1,60	78	1,15	76,4	0	36,8
Bečva	Teplice nad Bečvou	15,5	61,9	62	0	0	1,46	20	0,32	99,8	0	42,0
Vsetínská Bečva	Velké Karlovice	1,21	40	58,4	0	0	0,94	31	0,78	68,5	0	26,2
Nežárka	Rodvínov	2,23	42,9	56,2	0,2	0	1,01	17	0,40	76,3	2	39,8
Lužická Nisa	Liberec	2,05	25,7	55,1	5,7	22	0,60	16	0,62	46,6	2	22,3
Ostravice	Staré Hamry	1,5	43,5	65,1	0,5	1	1,02	74	1,70	66,8	1	32,9
Teplá Vltava	Lenora	3,11	25	60	2,9	12	0,59	8	0,32	41,7	2	22,5
Orlice	Týniště nad Orlicí	18,6	32,9	35	0	0	0,77	5	0,15	94,0	0	32,6
Moravská Sázava	Lupěné	4,35	23,6	54,3	10,7	45	0,56	2	0,08	43,5	7	11,5
Smědá	Frydlant	3,18	28	45,9	0,7	3	0,66	51	1,82	61,0	2	18,1
Oslava	Náměšť nad Oslavou	3,01	35,3	99,6	6	17	0,83	38	1,08	35,4	6	18,9
Svitava	Letovice	1,61	37,7	97,3	12	32	0,89	9	0,24	38,7	11	31,4

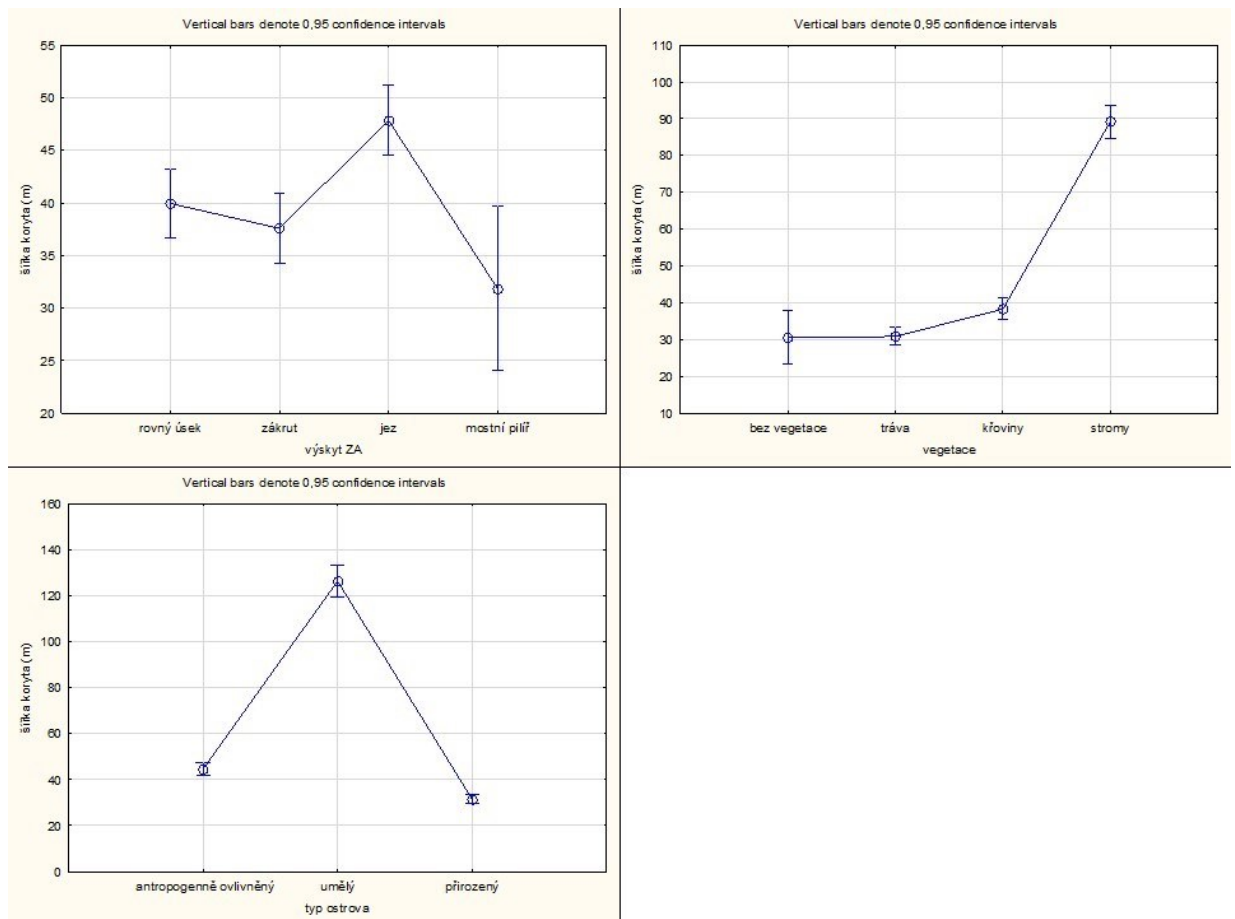
Název řeky	Měrná stanice	Průtok (m <sup>3</sup> /s)	Délka měření (km)	Celková délka toku na území Česka (km) (Štefáček 2008)	Délka špatné viditelnosti (km)	Podíl špatné viditelnosti (%)	Podíl na celkové délce měření (%)	Počet ostrovů	Počet ostrovů na kilometr	Podíl sledované délky na celkové délce toku (%)	Počet špatně viditelných úseků	Průměrná šířka koryta (m)
Úslava	Ždírec	1,96	26,3	94	7,8	30	0,62	13	0,49	28,0	6	29,1
Blanice (přít. Otavy)	Husinec	2,1	39,4	93,3	11,2	28	0,93	3	0,08	42,2	7	13,7
Doubrava	Žleby	2,76	25,3	89,5	8,8	35	0,60	3	0,12	28,3	6	22,0
Loučná	Dašice	3,6	29	81,1	13,7	47	0,68	1	0,03	35,8	1	12,0
Střela	Plasy	2,99	18	97,4	12,4	69	0,42	3	0,17	18,5	6	28,0
Teplá	Teplička	2,47	8,2	64,2	0,6	7	0,19	2	0,24	12,8	1	13,0
Volyňka	Němčice	2,95	14	46,1	1,9	14	0,33	11	0,79	30,4	2	20,8
Desná	Kouty nad Desnou	1,25	24	43,6	6,9	29	0,56	10	0,42	55,0	5	16,5
Rožnovská Bečva	Rožnov pod Radhoštěm	2,72	18	37,6	1,1	6	0,42	16	0,89	47,9	1	23,9
Kamenice (přít. Jizery)	Bohuňovsko-Jesenný	4,04	16,3	36,2	7,5	46	0,38	19	1,17	45,0	5	18,5

## 6.2 Šířka koryt v místech výskytu ostrovů

Průměrná šířka koryta studovaných řek byla 41,27 metrů, medián je však nižší (30 m). Průměrně nejširší koryto (114,1 metrů) měla řeka Labe. Nejširší koryto se nacházelo na toku Labe a měřilo 535 metrů, naopak nejužší koryto (3 metry) bylo na řece Svatce. Koryta byla signifikantně širší kolem ostrovů za jezy, nejširší byla zaznamenána v úsecích výskytu umělých ostrovů a ostrovů, na nichž rostly stromy (tab. 4; obr. 11). Kolem antropogenně ovlivněných ostrovů (vznikly za překážkou vytvořenou člověkem) šířka koryt klesá a nejužší koryta byla zaznamenána kolem ostrovů přirozených (tab. 4; obr. 11). Výskyt ostrovů před zákrutem, jezem, nebo mostním pilířem nemá signifikantní vliv na šířku koryta, stejně tak ostrovy nacházející se na rovném úseku (tab. 4). Také nemá příliš velký vliv na šířku koryta to, zda se ostrov nachází v zákrutu, přímém úseku nebo na soutoku.

Tabulka 4: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající šířku koryta v místech výskytu ostrovů a další sledované charakteristiky. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.

šířka koryta (m)									
výskyt ostrova ZA zákrutem, jezem nebo mostním pilířem či na rovném úseku bez jezu, zákrutu či mostního pilíře					výskyt ostrova PŘED zákrutem, jezem nebo mostním pilířem či na rovném úseku bez jezu, zákrutu, či mostního pilíře				
	rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř		rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř
rovný úsek		0,316	0,001	0,061	rovný úsek		0,503	0,423	0,413
zákrut	0,316		0,000	0,187	zákrut	0,503		0,277	0,295
jez	0,001	0,000		0,000	jez	0,423	0,277		0,886
mostní pilíř	0,061	0,187	0,000		mostní pilíř	0,413	0,295	0,886	
typ vegetace vyskytující se na ostrově					ostrov přirozený, antropogenně ovlivněný nebo umělý				
	bez vegetace	tráva	křoviny	stromy		přirozený	antropogenně ovlivněný	umělý	
bez vegetace		0,953	0,051	0,000	přirozený		0,000	0,000	
tráva	0,953		0,000	0,000	antropogenně ovlivněný	0,000		0,000	
křoviny	0,051	0,000		0,000	umělý	0,000	0,000		
stromy	0,000	0,000	0,000						
úsek koryta									
	zákrut	přímý úsek	soutok						
zákrut		0,168	0,906						
přímý úsek	0,168		0,986						
soutok	0,906	0,986							



Obrázek 11: Signifikantní vliv šířky koryta na vybrané proměnné (typ vegetace; typ ostrova; výskyt ZA zákrutem/jezem/mostním pilířem nebo na rovném úseku bez překážek). Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

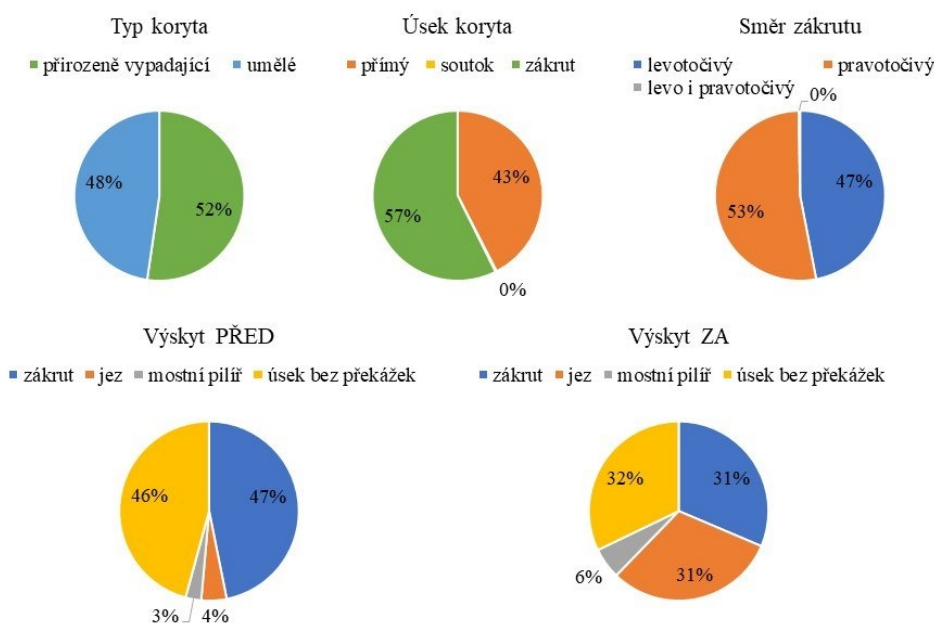
## 6.3 Poloha ostrovů

### 6.3.1 Počty ostrovů

Celkem na studovaných úsecích padesáti českých řek bylo zaznamenáno 2130 ostrovů (Příloha 1). Konkrétní polohu ostrovů je možné vysledovat z vytvořených kilometrů na serveru mapy.cz, na něž jsou odkazy v příloze 3. Nejvíce ostrovů (163) se nacházelo na řece Ohři (tab. 3). Nejméně ostrovů (1) měly řeky Bílina a Loučná (tab. 3). Průměrný počet ostrovů na řeku je 40,6 se směrodatnou odchylkou 39,8. Největší počet ostrovů na kilometr (1,82) měla řeka Smědá (tab. 3). Nejméně ostrovů na kilometr měly řeky Bílina a Loučná (0,03). Průměrný počet ostrovů na kilometr byl 0,53 se směrodatnou odchylkou 0,37 ostrovů na kilometr.

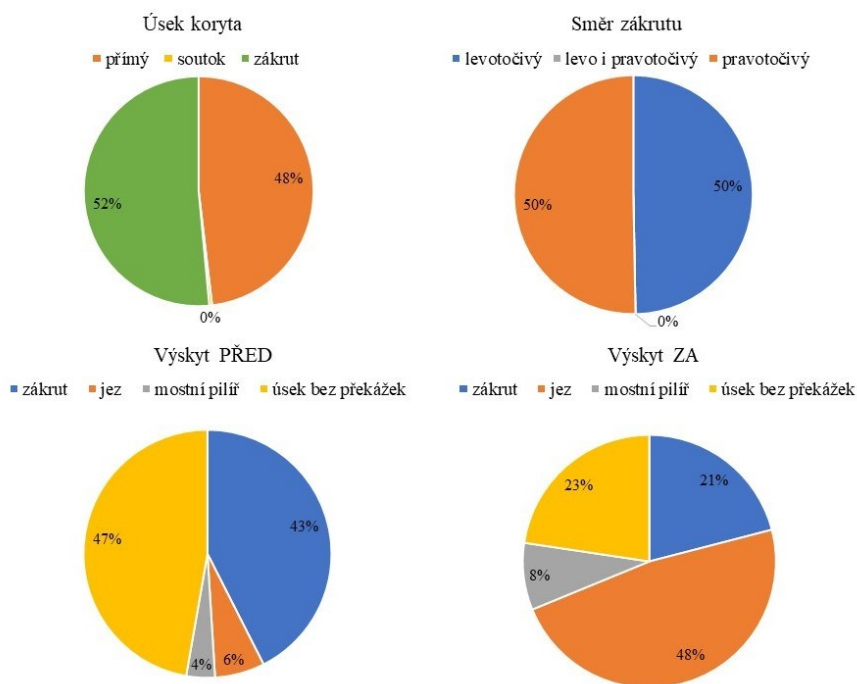
### 6.3.2 Umístění ostrovů v korytě

Poměr výskytu ostrovů v přirozeně vypadajících a umělých úsecích koryta je vyrovnaný (obr. 12). Většina ostrovů se nachází spíše v zákrutech (obr. 12). Zastoupení levotočivých a pravotočivých zákrutů je přibližně stejné (obr. 12). Jen minimum ostrovů se nachází na soutocích (obr. 12). Ostrovy se nejčastěji vyskytují před zákruty (47 %) nebo se před žádnými formami nevyskytují (46 %; obr. 12). Za jezy se nachází necelá třetina akumulací, stejný poměr počtu akumulací se pak nachází za zákrutem a za rovným úsekem bez překážek (obr. 12).

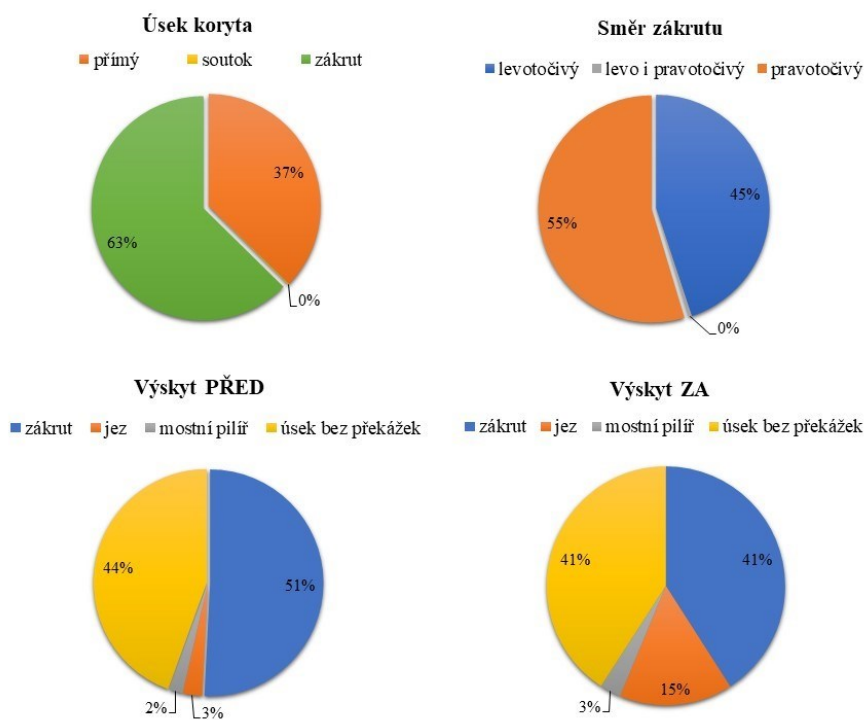


Obrázek 12: Procentuální zastoupení ostrovů dle vybraných parametrů

V umělých korytech je zastoupení ostrovů v zákrutech a na přímých úsecích vyrovnané (obr. 13), zatímco v korytech přirozeně vypadajících se ostrovy vyskytují převážně v zákrutech (obr. 14). V umělých úsecích koryt se také více ostrovů vyskytuje před jezy než v korytech přirozeně vypadajících (obr. 13, 14). Největší rozdíl mezi umělými a přirozeně vypadajícími koryty je u zastoupení ostrovů, které se vyskytují za jezy. V umělých korytech se za jezy vyskytuje téměř polovina ostrovů (obr. 13), zatímco v přirozeně vypadajících korytech se za jezy vyskytuje jen 15 % ostrovů (obr. 14). V těchto korytech se ostrovy vyskytují hlavně za zákruty nebo v úsecích bez překážek (obr. 14).



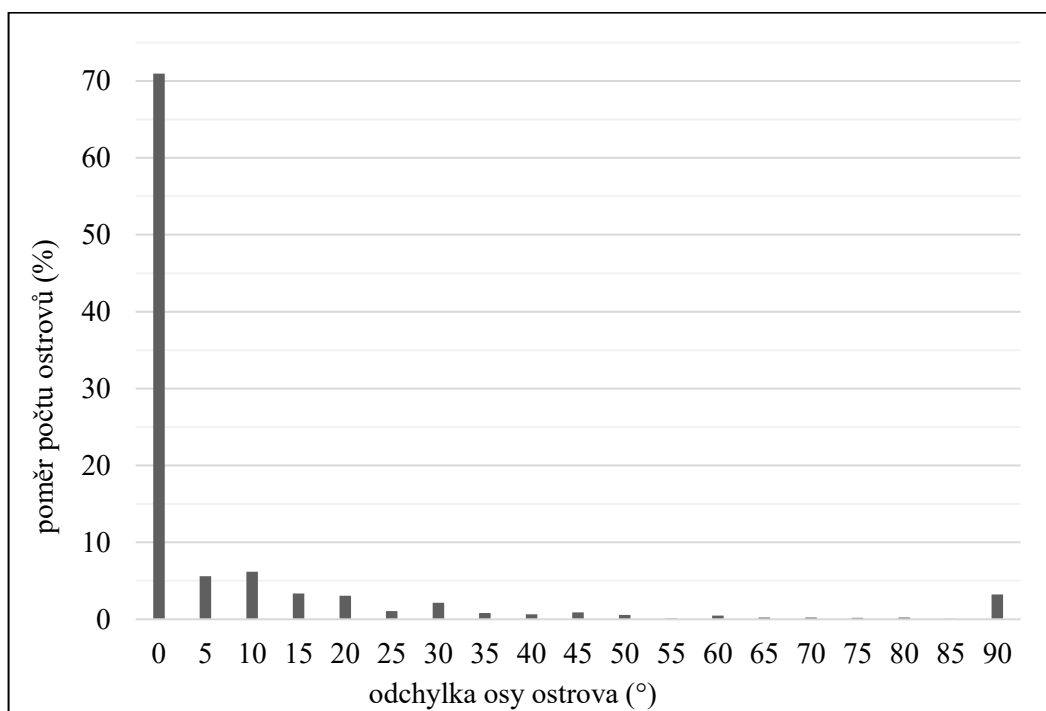
Obrázek 13: Procentuální zastoupení ostrovů dle vybraných parametrů v umělých úsecích toků



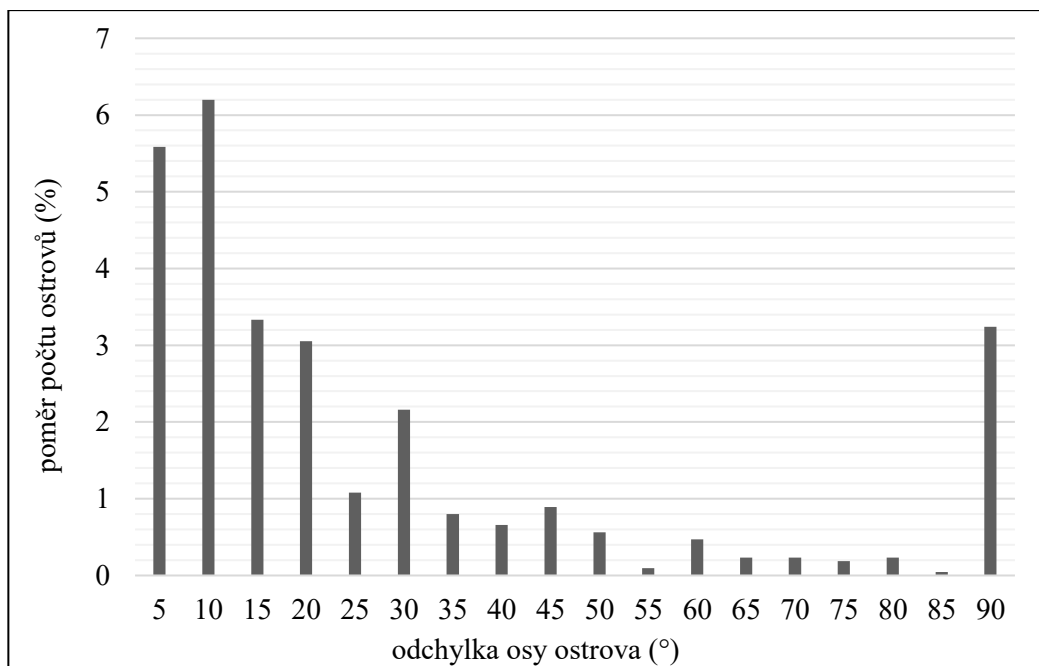
Obrázek 14: Procentuální zastoupení ostrovů dle vybraných parametrů v přirozeně vypadajících úsecích toků

### 6.3.3 Odchylka ostrovů od proudnice

Většina ostrovů (71 %) má odchylku hlavní (delší) osy od proudnice  $0^\circ$  (obr. 15), proto se také celkový medián odchylky od proudnice rovná nule. Ostrovů s jinými odchylkami od proudnice je podstatně méně, přičemž se zvětšující se odchylkou se jejich zastoupení víceméně zmenšuje, s výjimkou ostrovů s odchylkou od proudnice  $90^\circ$ , jejichž zastoupení se rovná těm, které mají odchylku  $15^\circ$  či  $20^\circ$  (obr. 16). Takto odchýlené ostrovy se vyskytují převážně za jezy a před zákruty (tab. 5), jsou pokryty převážně trávou, poté křovinami a nejméně stromy. S odchylkou  $90^\circ$  jsou ostrovy převážně antropogenně ovlivněné, zatímco u odchylky  $15^\circ$  a  $20^\circ$  převládají ostrovy přirozené (tab. 5).



Obrázek 15: Poměr počtu ostrovů podle odchylky od proudnice



Obrázek 16: Poměr počtu ostrovů podle odchylky od proudnice bez nulové odchylky

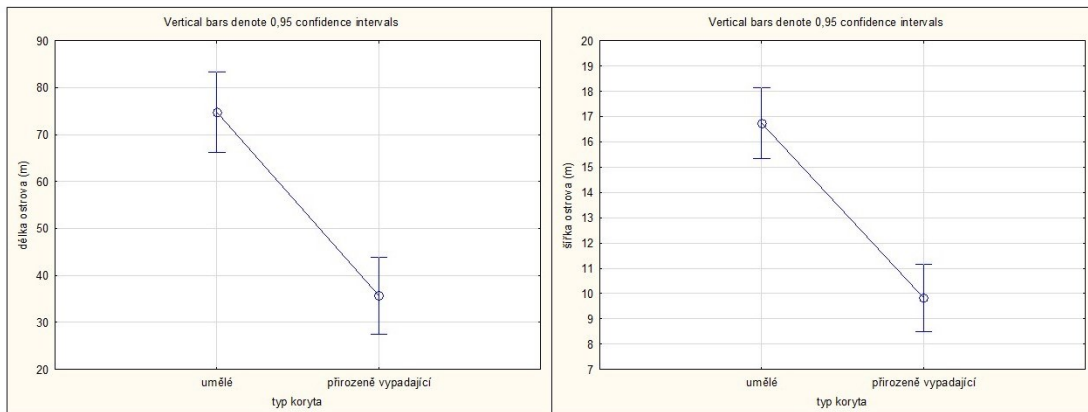
Tabulka 5: Počet ostrovů podle typu vegetace, typu ostrova, výskytu ZA a PŘED překážkou s odchylkou od proudnice 15°, 20° a 90°

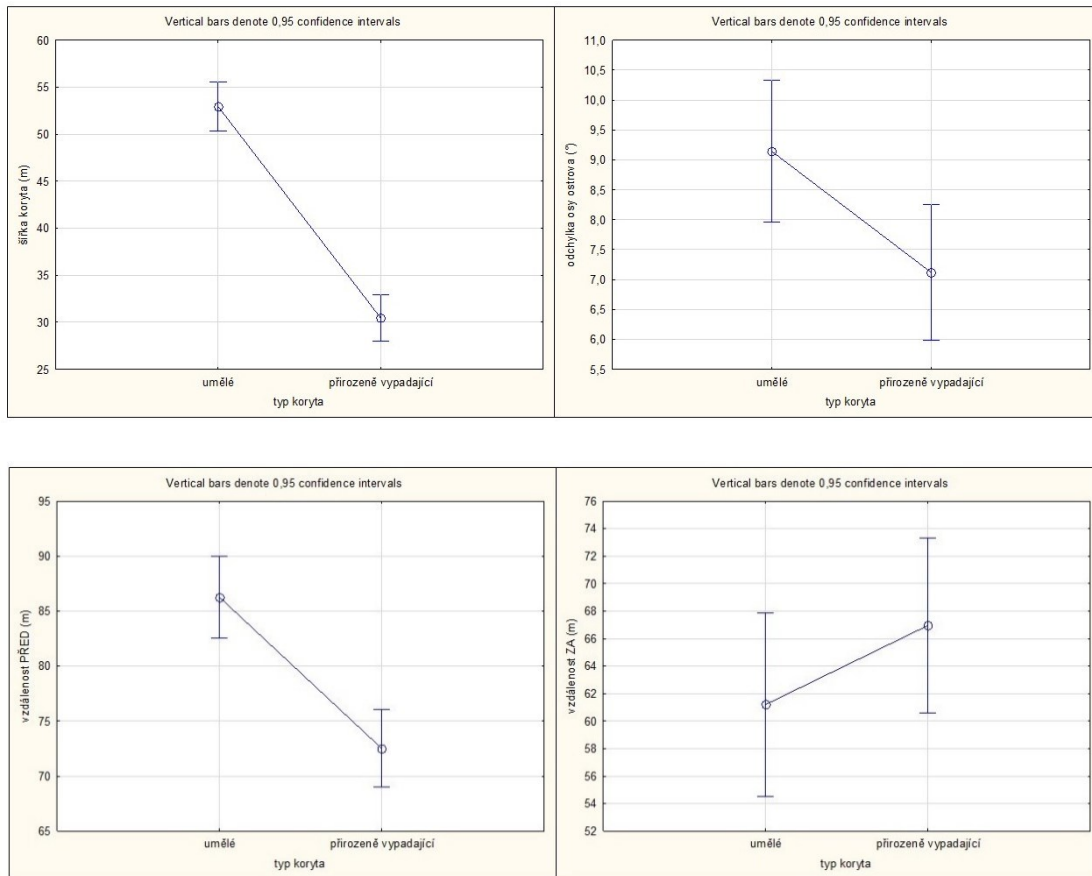
odchylka:	15°,20° a 90°	15°a 20°	90°
<b>Vegetace</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>
bez vegetace	11	10	1
tráva	125	87	38
křoviny	65	36	29
stromy	4	3	1
<b>Typ ostrova</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>
antropogenně ovlivněný	92	35	57
přírodně vypadající	112	100	12
umělý	1	1	0
<b>Výskyt ZA</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>
jez	92	36	56
rovný úsek	49	43	6
mostní pilíř	6	5	1
zákrut	58	52	6
<b>Výskyt PŘED</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>	<b>Počet</b>
jez	11	10	1
rovný úsek	90	59	31
mostní pilíř	0	0	0
zákrut	104	67	37

## 6.3.4 Vztah polohy a metrických proměnných ostrovů

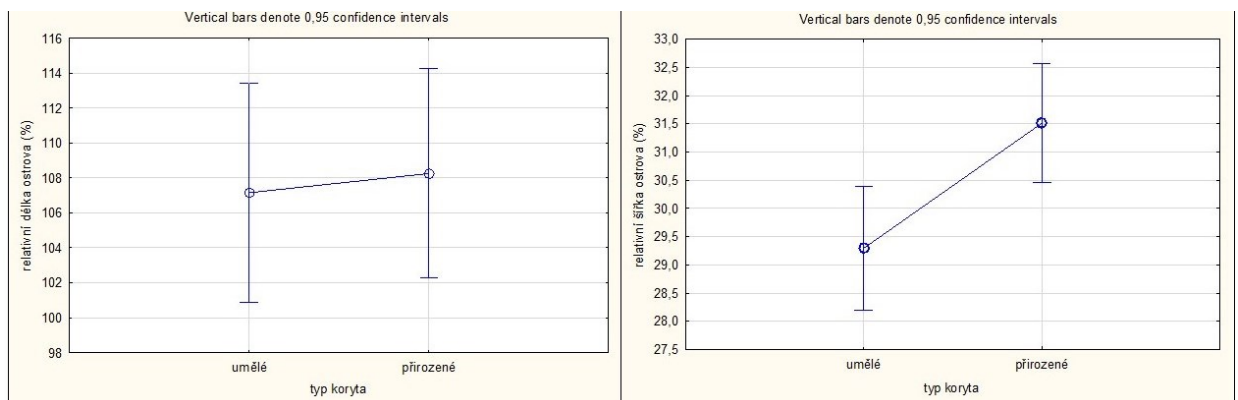
### 6.3.4.1 Typ koryta a metrické charakteristiky ostrovů

Na přirozených úsecích koryt jsou ostrovy vyvinuty blíže před jezem (průměrná vzdálenost 40,35 m) nebo zákrutem (průměrná vzdálenost 51,9 m), než je tomu u ostrovů vyvinutých v umělých korytech, kde je průměrná vzdálenost před jezy 57,6 metrů a před zákruty 81,4 metrů. V umělých korytech jsou však ostrovy blíže před mostními pilíři (5,5 m) než v korytech přirozeně vypadajících (6,8 m). Na metrické charakteristiky má vliv, zda se ostrov vyskytuje v korytě umělém nebo přirozeně vypadajícím (obr. 17). V umělých korytech jsou ostrovy delší i širší, stejně tak jsou širší i samotná koryta (obr. 17). Zároveň je však relativní šířka ostrovů, vztahovaná k šířce koryta, větší v korytech přirozeně vypadajících. V přirozeně vypadajících korytech tedy ostrovy zabírají větší šířku koryta než v korytech umělých (obr. 18). Na relativní délku ostrovů však typ koryta vliv nemá (obr. 18). Také úhlové odchylky mezi hlavní osou a směrem proudnice ostrovů jsou v umělých korytech větší než v korytech přirozeně vypadajících (obr. 17). V umělých korytech je také větší vzdálenost ostrovů před zákrutem, jezem nebo mostním pilířem. Naopak vzdálenost za zákrutem, jezem nebo mostním pilířem je v přirozeně vypadajících korytech o něco větší, tento vztah však není signifikantní (obr. 17).





Obrázek 17: Vliv typu koryta na vybrané metrické proměnné (délku, šířku, odchylku osy ostrova od proudnice, šířku koryta a vzdálenost PŘED a ZA překážkou). Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.



Obrázek 18: Vliv typu koryta na relativní délku a šířku ostrova. Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

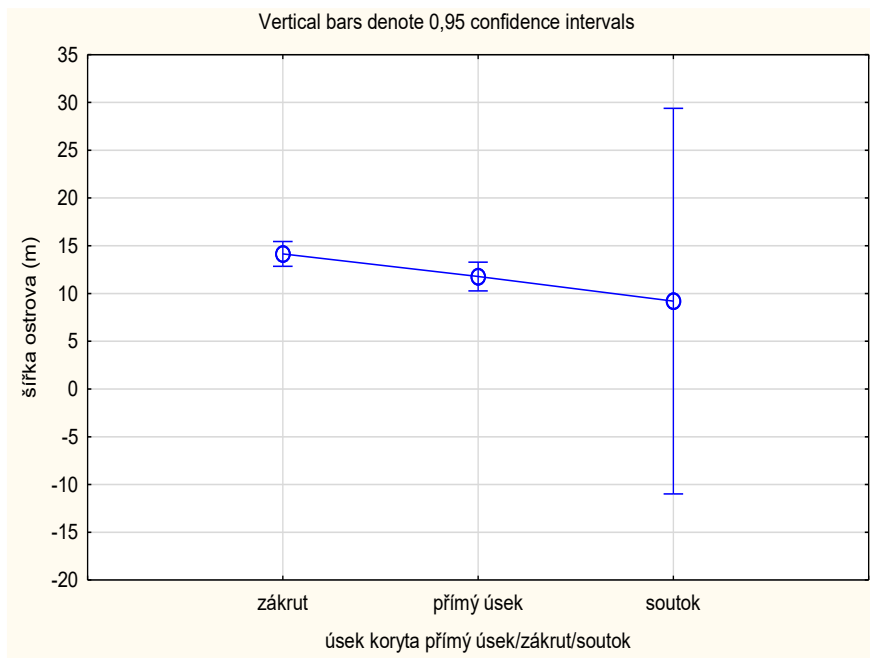
### 6.3.4.2 Typ úseku koryta a metrické charakteristiky

Zda se ostrov nachází v zákrutu, přímém úseku nebo na soutoku nemá příliš velký vliv na vybrané metrické charakteristiky (tab. 7). Jen v zákrutech jsou ostrovy o

něco širší než v přímých úsecích (obr. 19). Pokud se ostrov nachází v zákrutu, je dál před dalším zákrutem, jezem nebo mostním pilířem, než když se nachází v přímém úseku (tab. 7).

Tabulka 6: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající délky, šířky a odchylka osy ostrova od proudnice a šířky koryta s typem úseku koryta. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.

úsek koryta – zákrut, přímý úsek, soutok							
délka ostrova (m)				šířka ostrova (m)			
	zákrut	přímý úsek	soutok		zákrut	přímý úsek	soutok
zákrut		0,100	0,582	zákrut		0,019	0,632
přímý úsek	0,100		0,697	přímý úsek	0,019		0,803
soutok	0,582	0,697		soutok	0,632	0,803	
odchylka osy ostrova (°)				vzdálenost ZA (m)			
	zákrut	přímý úsek	soutok		zákrut	přímý úsek	soutok
zákrut		0,864	0,353	zákrut		0,704	0,934
přímý úsek	0,864		0,345	přímý úsek	0,704		0,905
soutok	0,353	0,345		soutok	0,934	0,905	



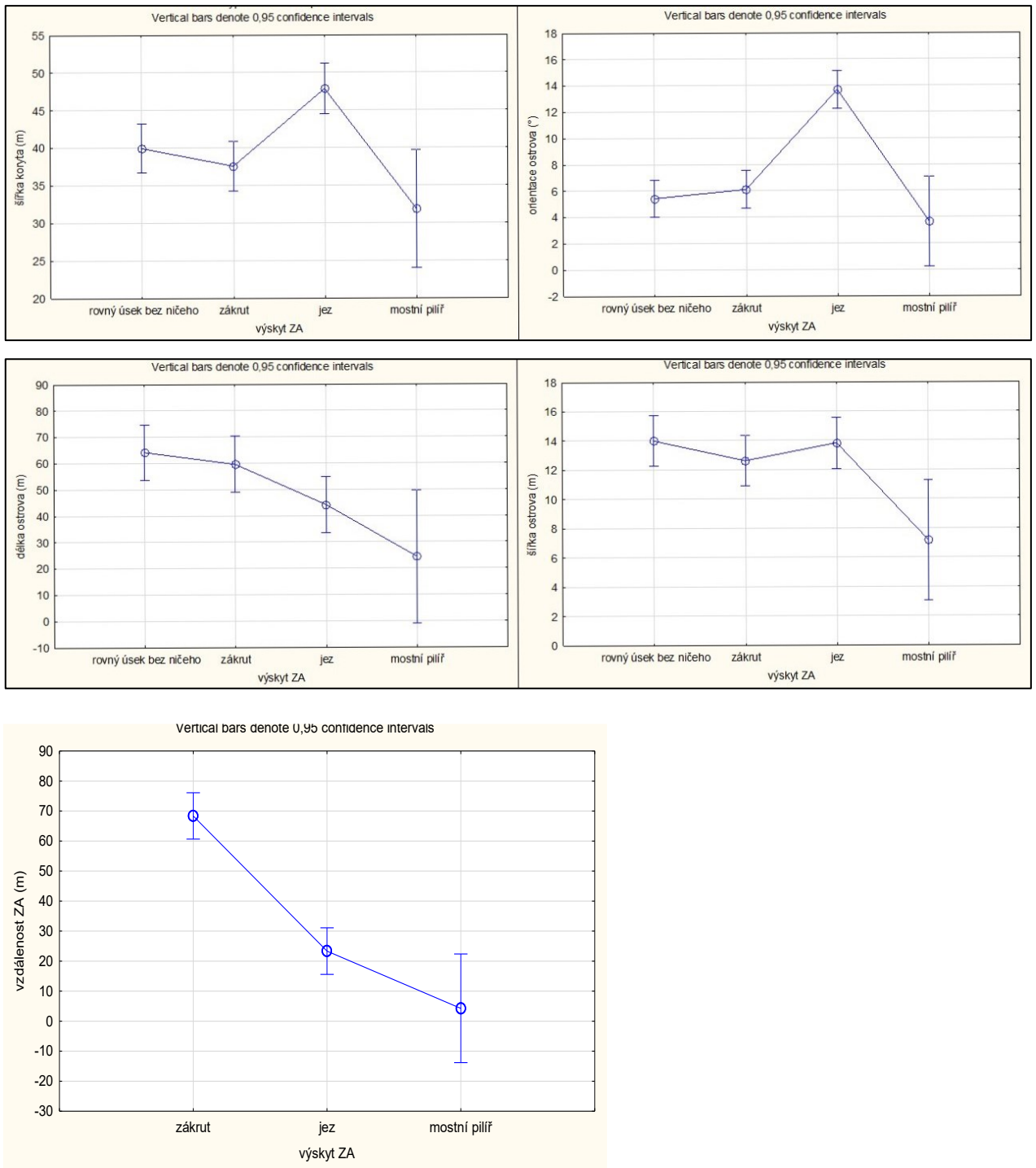
Obrázek 19: Signifikantní vliv úseku koryta na šířku ostrova. Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

### 6.3.4.3 Poloha ostrova za zákrutem, jezem nebo mostním pilířem a metrické charakteristiky

Nejblíže (průměrná hodnota 4,29 m) se ostrovy vyvíjejí za mostními pilíři, naopak největší vzdálenost mají za zákruty (průměrná hodnota 74,9 m; obr. 20). Ostrovy za jezy jsou kratší (průměrná délka 44,18 m), než za zákruty (průměrná délka 59,6 m) nebo než jsou ostrovy, které vznikly na rovném úseku (průměrná délka 64,2 m). Nicméně nejkratší ostrovy (průměrná délka je 24,4 m) se vyskytují za mostními pilíři (tab. 8). Nejužší ostrovy (průměrná šířka 7,18 m) se vyvinuly za mostními pilíři, průměrná šířka ostrovů v ostatních pozicích je obdobná (za jezy 13,8 m, za zákruty 12,6 m a na rovných úsecích 14 m; tab. 8). Za jezy je průměrná odchylka ostrovů od proudnice výrazně vyšší než za mostními pilíři, v zákrutech, nebo na rovných úsecích.

*Tabulka 7: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a polohu ostrova za zákrutem, jezem, mostním pilířem. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.*

poloha ostrova ZA zákrutem, jezem nebo mostním pilířem či na rovném úseku bez jezu, zákrutu či mostního pilíře									
délka ostrova (m)					šířka ostrova (m)				
	rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř		rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř
rovný úsek		0,548	0,009	0,004	rovný úsek		0,275	0,901	0,003
zákrut	0,548		0,046	0,012	zákrut	0,275		0,339	0,017
jez	0,009	0,046		0,159	jez	0,901	0,339		0,004
mostní pilíř	0,004	0,012	0,159		mostní pilíř	0,003	0,017	0,004	
odchylka osy ostrova (°)					vzdálenost ZA (m)				
	rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř		zákrut	jez	mostní pilíř	
rovný úsek		0,506	0,000	0,348	zákrut		0,000	0,000	
zákrut	0,506		0,000	0,193	jez	0,000		0,086	
jez	0,000	0,000		0,000	mostní pilíř	0,000	0,086		
mostní pilíř	0,348	0,193	0,000						



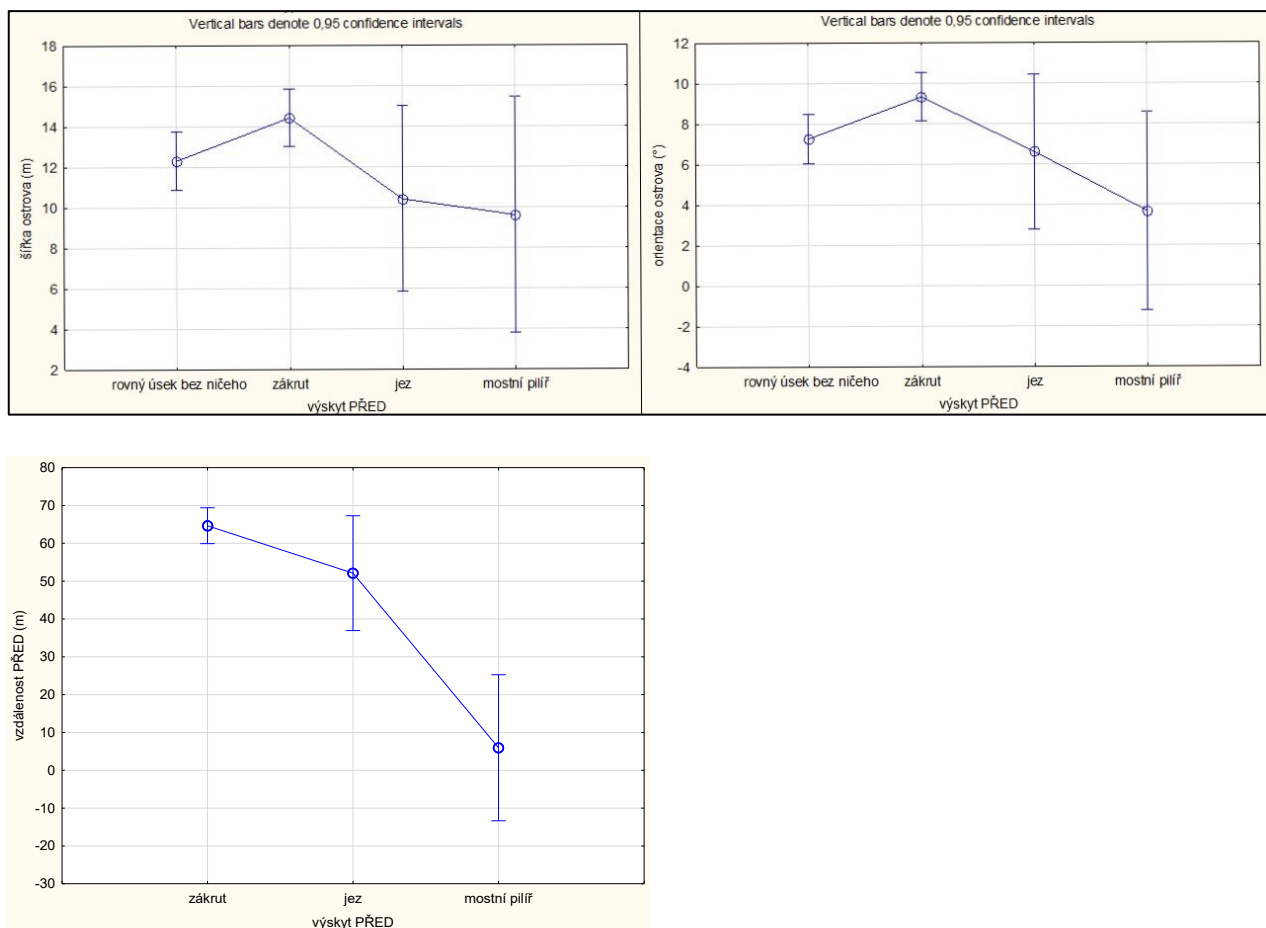
Obrázek 20: Vliv pozice ostrova za zákrutem, jezem, mostním pilířem či na rovném úseku na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

### 6.3.4.4 Poloha ostrova před zákrutem, jezem nebo mostním pilířem a metrické charakteristiky

Nejblíže jsou ostrovy před mostními pilíři, vzdálenost ostrovů před zákruty (průměrná vzdálenost cca 65 m) a jezy (průměrná vzdálenost cca 52 m) se od sebe příliš neliší (obr. 21). Vzdálenost ostrovů před zákrutem, jezem, mostním pilířem nebo pro ostrovy nacházející se na rovném úseku nemá signifikantní vliv na délku ostrova. Jen před zákrutem jsou ostrovy širší (průměrná šířka je 14,4 m) než před rovným úsekem (průměrná šířka je 12,3 m), také odchylka os ostrovů od proudnice je před zákruty větší než u ostrovů před rovnými úseky a mostními pilíři (tab. 9).

*Tabulka 8: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a polohu ostrova před zákrutem, jezem, mostním pilířem. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.*

výskyt ostrova PŘED zákrutem, jezem nebo mostním pilířem či na rovném úseku bez jezu, zákrutu či mostního pilíře									
délka ostrova (m)					šířka ostrova (m)				
	rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř		rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř
rovný úsek		0,262	0,424	0,210	rovný úsek		0,041	0,440	0,379
zákrut	0,262		0,202	0,102	zákrut	0,041		0,101	0,116
jez	0,424	0,202		0,619	jez	0,440	0,101		0,832
mostní pilíř	0,210	0,102	0,619		mostní pilíř	0,379	0,116	0,832	
odchylka osy ostrova (°)					vzdálenost PŘED (m)				
	rovný úsek	zákrut	jez	mostní pilíř		zákrut	jez	mostní pilíř	
rovný úsek		0,018	0,750	0,163	zákrut		0,122	0,000	
zákrut	0,018		0,186	0,028	jez	0,122		0,000	
jez	0,750	0,186		0,355	mostní pilíř	0,000	0,000		
mostní pilíř	0,163	0,028	0,355						

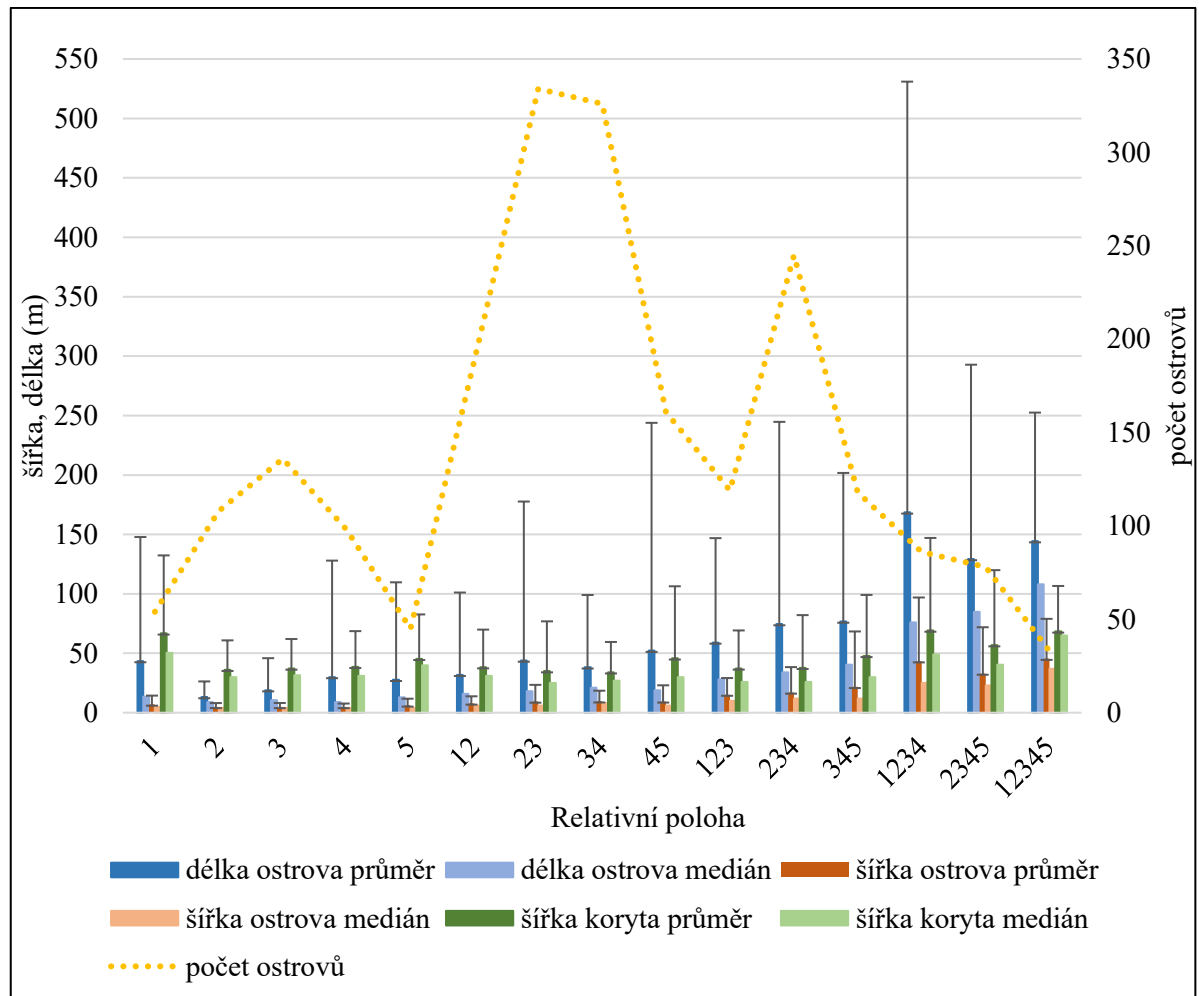


Obrázek 21: Signifikantní vliv pozice ostrova před zákrutem, jezem, mostním pilířem či bez vlivu těchto fenoménů na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

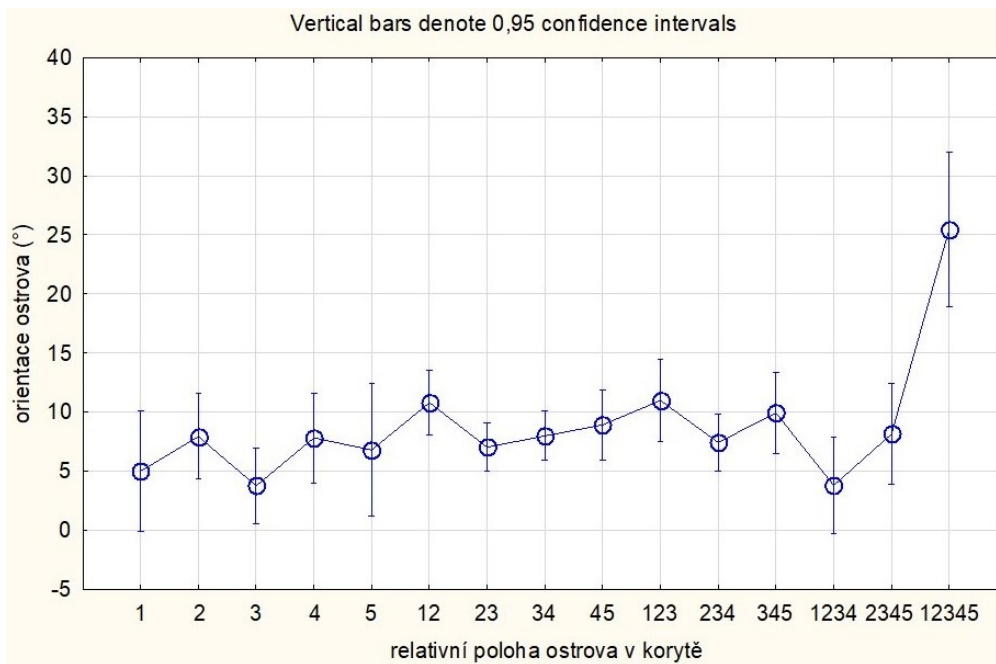
#### 6.3.4.5 Relativní poloha v korytě a metrické charakteristiky

Průměrná délka (13–43 m) i šířka (4–7 m) ostrovů se příliš neliší, pokud se ostrovy nacházejí jen v jednom segmentu z hlediska relativní polohy v korytě (obr. 22). Pokud se ostrovy nacházejí ve více segmentech, jejich průměrné délky (31–169 m) a šířky (7,8–45,5 m) jsou větší. Průměrně nejdelší ostrovy tedy zabírají většinu šířky koryta (obr. 22). Průměrná šířka koryt je, nezávisle na tom, do jakých segmentů koryta zasahuje, podobná (34–69,1 m; obr. 22). Medián délky ostrova narůstá pozvolněji, ostrovy v jednom segmentu jsou krátké, ve dvou segmentech však medián délky ostrova narůstá. Totéž platí pro medián šířky ostrova (obr. 22). Nejvíce široké ostrovy narůstá, pokud se ostrov nachází ve třech a více segmentech (obr. 22). Nejvíce stočené vůči proudnici jsou ty ostrovy, které zabírají téměř celou šířku koryta a zasahují do všech segmentů relativní polohy (obr. 23). Nejmenší odchylku od

proudnice vykazují ostrovy, které se nacházejí v jednom segmentu ve středu koryta nebo zasahují do čtyř segmentů a jsou přilehlé k levému břehu (obr. 23).



Obrázek 22: Relativní poloha ostrovů v korytech a vybrané metrické charakteristiky ostrovů s vyznačenou směrodatnou odchylkou (černá linie).



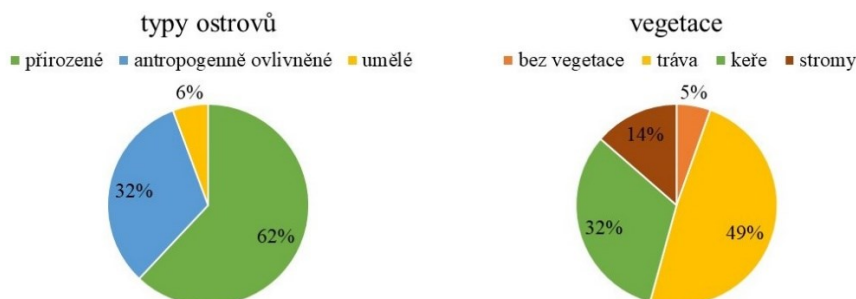
Obrázek 23: Vztah relativní polohy ostrova v korytě a odchytky osy ostrova od proudnice. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

## 6.4 Morfometrické znaky, původ a vegetační pokryv ostrovů

### 6.4.1 Rozměry ostrovů, jejich geneze a výskyt vegetace

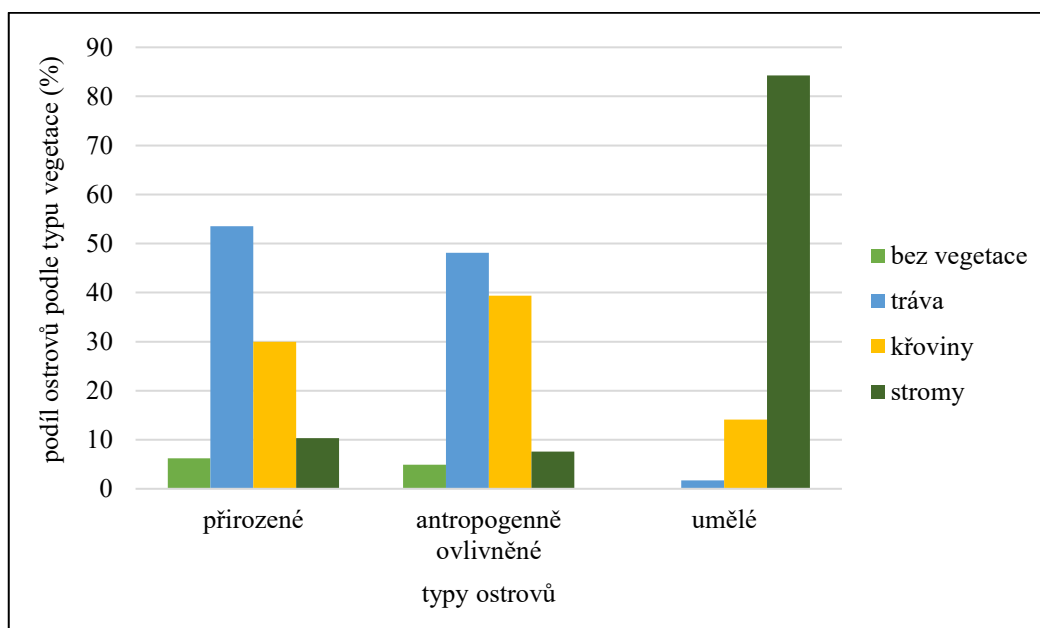
Délka ostrovů se pohybovala od 2 do 3126 metrů, šířka ostrovů mezi 1 a 456 metry. Průměr délky (54,3 m) i šířky (13,13 m) ostrovů je větší než jejich medián (51 metrů délky, 7 metrů šířky).

Většina ostrovů je přírodě blízká (obr. 24). Téměř polovina studovaných ostrovů je pokryta travním pokryvem (49 %), na 32 % ostrovů rostou keře a na 14 % se vyskytují stromy. Bez vegetace je 5 % ostrovů (obr. 24).



Obrázek 24: Procentuální zastoupení ostrovů podle jejich typu a výskytu vegetace

Z hlediska vegetačního pokryvu přirozených ostrovů, ale i antropogenně ovlivněných ostrovů, převládá travní porost (obr. 25). Naopak na umělých ostrovech se nejčastěji vyskytují stromy (obr. 25).



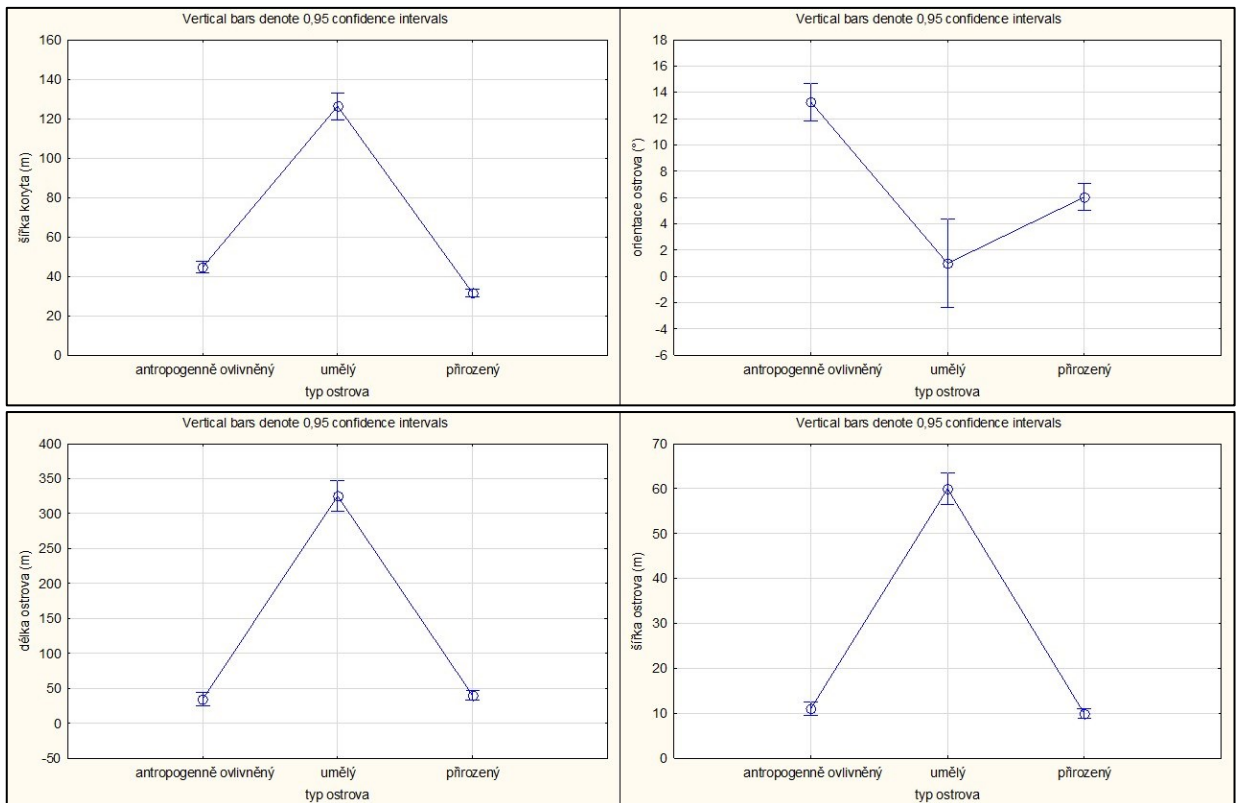
Obrázek 25: Zastoupení typu vegetace na přirozeně vypadajících, antropogenně ovlivněných a umělých ostrovech.

#### 6.4.2 Vztah typu ostrovů a morfometrických charakteristik ostrovů

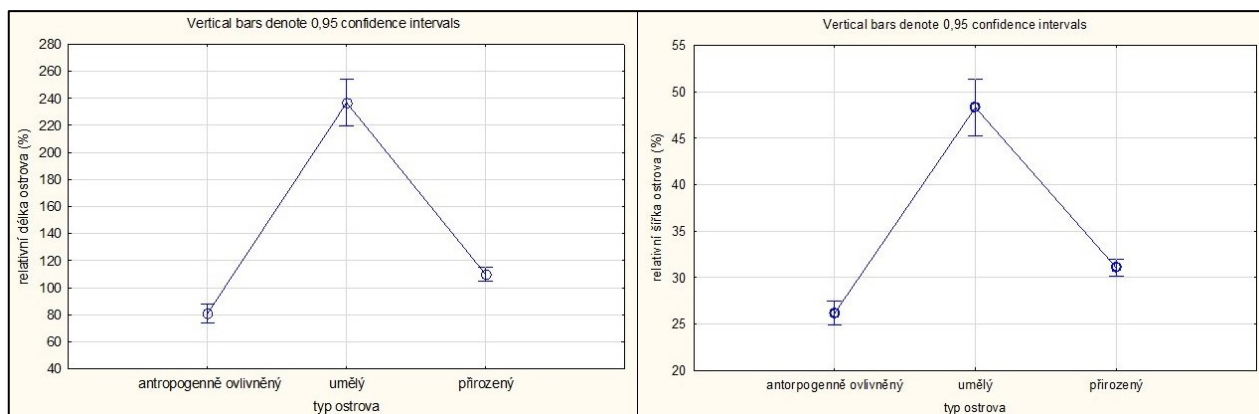
Umělé ostrovy jsou delší (průměrná délka 325 m) i širší (průměrná šířka 60 m) než ostrovy antropogenně ovlivněné nebo přirozené. (obr. 26). Také jejich relativní šířka a délka je největší (obr. 27). Zatímco v absolutní škále se šířka ani délka antropogenně ovlivněných ostrovů a ostrovů přirozeně vypadajících příliš neliší (obr. 22), v relativní šířce a délce jsou podstatně užší a kratší ostrovy antropogenně ovlivněné (obr. 27). Umělé ostrovy mají nejmenší (průměrně 0,99°) odchylku od proudnice oproti zbývajícím dvěma typům, a naopak největší odchylkou od proudnice se vyznačují antropogenně ovlivněné ostrovy (tab. 11).

Tabulka 9: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a typ ostrova. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.

ostrov přirozený, antropogenně ovlivněný nebo umělý							
délka ostrova (m)				šířka ostrova (m)			
	přirozený	antropogenně ovlivněný	umělý		přirozený	antropogenně ovlivněný	umělý
přirozený		0,369	0,000	přirozený		0,249	0,000
antropogenně ovlivněný	0,369		0,000	antropogenně ovlivněný	0,249		0,000
umělý	0,000	0,000		umělý	0,000	0,000	
odchylka osy ostrova (°)							
	přirozený	antropogenně ovlivněný	umělý				
přirozený		0,000	0,005				
antropogenně ovlivněný	0,000		0,000				
umělý	0,005	0,000					



Obrázek 26: Vliv typu ostrova na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.



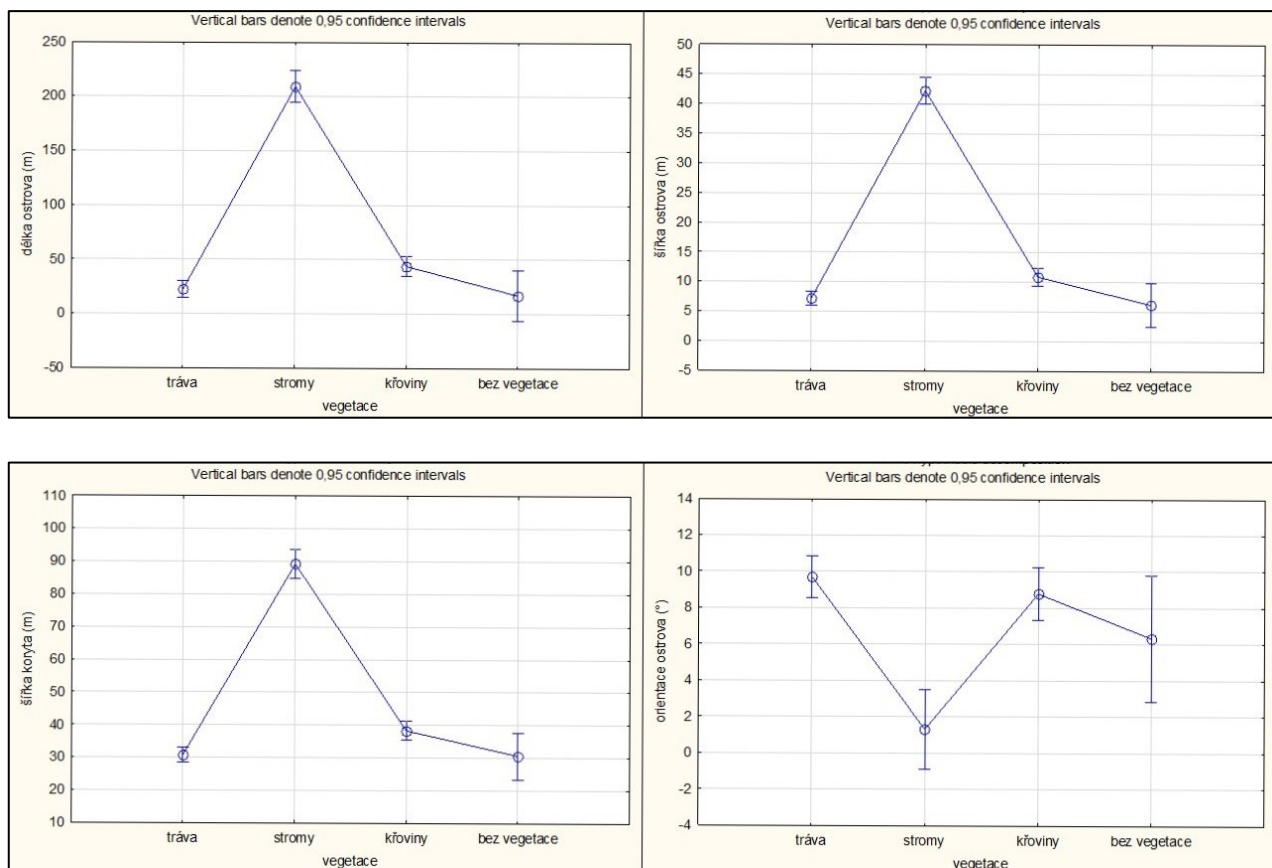
Obrázek 27: Vliv typu ostrova na relativní šířku a délku ostrova. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

### 6.4.3 Vztah typu vegetačního pokryvu a morfometrických charakteristik ostrovů

Signifikantní je rozdíl u ostrovů s výskytem stromů; tyto ostrovy jsou nejdelší, nejširší a zároveň mají nejmenší odchylku od proudnice (tab. 12) ve srovnání s ostrovy bez vegetace, s trávou i křovinami (obr. 28). Také ostrovy s křovinami jsou delší a širší než ostrovy bez vegetace nebo s trávou. Ve velké vzdálenosti před i za jezem, zákrutem nebo mostním pilířem se vyskytují převážně ostrovy se stromy (tab. 12).

Tabulka 10: P hodnoty Fisherova LSD testu srovnávající metrické proměnné (délku a šířku ostrova, odchylku ostrova od proudnice a šířku koryta) a typ vegetace. Poznámka: červeně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %.

typ vegetace vyskytující se na ostrově									
délka ostrova (m)					šířka ostrova (m)				
	bez vegetace	tráva	křoviny	stromy		bez vegetace	tráva	křoviny	stromy
bez vegetace		0,670	0,035	0,000	bez vegetace		0,588	0,018	0,000
tráva	0,670		0,001	0,000	tráva	0,588		0,000	0,000
křoviny	0,035	0,001		0,000	křoviny	0,018	0,000		0,000
stromy	0,000	0,000	0,000		stromy	0,000	0,000	0,000	
odchylka osy od proudnice/střednice (°)									
	bez vegetace	tráva	křoviny	stromy		bez vegetace	tráva	křoviny	stromy
bez vegetace		0,072	0,201	0,017	bez vegetace		0,072	0,334	0,000
tráva	0,072		0,334	0,000	tráva	0,072		0,334	0,000
křoviny	0,201	0,334		0,000	křoviny	0,201	0,334		0,000
stromy	0,017	0,000	0,000		stromy	0,017	0,000	0,000	



Obrázek 28: Vliv typu vegetace na délku, šířku a orientaci ostrovů a šířku koryta. Poznámka: Vztahy byly vyšetřovány jednocestnou analýzou rozptylu (one-way ANOVA). Svislé linie v grafu označují 95% interval spolehlivosti, kroužky označují aritmetický průměr.

#### 6.4.4 Vzájemné vztahy morfometrických charakteristik ostrovů

Podle Pearsonova korelačního koeficientu existuje pozitivní korelace mezi šířkou a délkou ostrova (čím je ostrov delší, tím je také širší) a mezi rozměry ostrova a šířkou koryta. Čím je koryto širší, tím je širší a delší také ostrov (tab. 13). Střední korelace se vyskytuje mezi vzdáleností před jezem, zákrutem nebo mostním pilířem a délkou ostrova, šířkou ostrova i šířkou koryta. Čím je ostrov před daným výše zmíněným objektem dál, tím je také delší a širší. Totéž platí pro vzdálenost za jezem, zákrutem nebo mostním pilířem (tab. 13). Vzdálenost ostrova od ústí s dalšími proměnnými (délka, šířka ostrova, šířka koryta, odchylka ostrova od proudnice, vzdálenost před a za zákrutem, jezem nebo mostním pilířem) nesouvisí. Nepotvrdila se ani vazba mezi odchylkou ostrova od proudnice a dalšími proměnnými (vzdálenost ostrova od ústí, délka, šířka ostrova, šířka koryta, vzdálenost před a za zákrutem, jezem nebo mostním pilířem).

Tabulka 11: P hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu srovnávající metrické proměnné (říční kilometr, relativní kilometráž, délku a šířku ostrova, šířku koryta, odchylku ostrova od proudnice, vzdálenost před a za zákrutem, jezem nebo mostním pilířem). Poznámka: zeleně jsou zvýrazněny statisticky signifikantní rozdíly na hladině 5 %. Vztahy byly testovány t-testem.

	Říční kilometr	Relativní kilometráž	Délka ostrova	Šířka ostrova	Šířka koryta	Odchylka osy ostrova	Vzdálenost PŘED*	Vzdálenost ZA*
Říční kilometr	1	0,783	0,035	0,053	0,025	-0,081	0,028	0,044
Relativní kilometráž	0,783	1	-0,071	-0,047	-0,138	-0,083	-0,038	-0,008
Délka ostrova	0,035	-0,071	1	0,705	0,731	-0,097	0,366	0,412
Šířka ostrova	0,053	-0,047	0,705	1	0,739	-0,084	0,379	0,305
Šířka koryta	0,025	-0,138	0,731	0,739	1	0,008	0,485	0,480
Odchylka osy ostrova	-0,081	-0,083	-0,097	-0,084	0,008	1	0,026	-0,060
Vzdálenost PŘED	0,028	-0,038	0,366	0,379	0,485	0,026	1	0,448
Vzdálenost ZA	0,044	-0,008	0,412	0,305	0,480	-0,060	0,448	1

*silná korelace (více než 0,7), střední (0,3-0,7), slabá (0,1-0,3), zeleně zvýrazněná hladina významnosti p pod 0,05*

\*vzdálenost před/za jezem, mostním pilířem nebo zákrutem

## 6.5 Průměrný český ostrov

Průměrná délka ostrova je 54,35 metrů, jeho průměrná šířka je 13,13 metrů. Ostrovy se nacházejí v korytě přirozeně vypadajícím, které je průměrně široké 41,18 metrů (tab. 12). Nejvíce ostrovů zabírá segment 2,3 relativní polohy koryta. Zasahují tedy do dvou segmentů a jsou spíše ve středu koryta posunuté k levému břehu (tab. 12). Ačkoliv většina ostrovů má nulovou odchylku od proudnice, průměrně jsou osy ostrovů vychýleny o 8,09°. Průměrný ostrov se nachází před zákrutem, avšak nevyskytuje se za žádnou překážkou, ale přímo v zákrutu, je přirozený a pokrytý trávou (tab. 12).

Tabulka 12: Charakteristiky průměrného ostrova

charakteristika	průměrné/převládající hodnoty	počet ostrovů u převládajících hodnot
říční kilometr	84,19	
relativní říční kilometr (%)	46,48	

charakteristika	průměrné/převládající hodnoty	počet ostrovů u převládajících hodnot
délka (m)	54,35	
šířka (m)	13,13	
šířka koryta (m)	41,18	
relativní poloha v korytě	2,3 pětiny	334
odchylka osy ostrova od proudnice (°)	8,09	
výskyt PŘED	zákrutem	998
vzdálenost před zákrutem (m)	60,55	
výskyt ZA	žádnou překážkou	685
typ ostrova	přírozený	1321
vegetace	tráva	1040
úsek koryta	zákrut	1221
typ koryta	přírozeně vypadající	1114

## 7 Diskuze

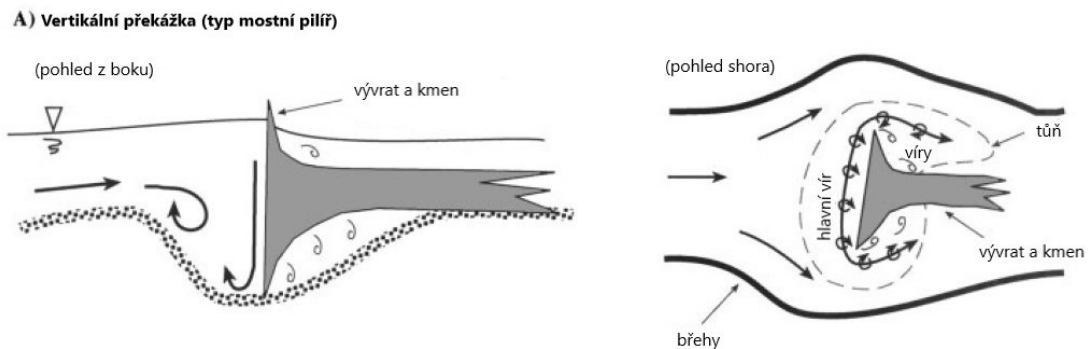
### 7.1 Poloha ostrovů

#### 7.1.1 Ostrovy v zákrutech

To, že se většina ostrovů (57 %; obr. 12) na studovaných českých řekách nachází v zákrutech, což odpovídá také vztahům zjištěným na Střední Opavě (Křížek 2008), lze vysvětlit vychýlením proudnice k nárazovému břehu a následným zpomalením proudění vody (Gupta 2001; Robert 2003; Fryirs, Brierley 2013), zejména v části koryta přimykající se k nánosovému břehu (Gupta 2001; Robert 2003). To vede k poklesu unášecí schopnosti vodního toku, na což řeka reaguje v příslušných částech koryta sedimentací (Fryirs, Brierley 2013; Wu et al. 2016). Velká část ostrovů (47 %; obr. 12) se pak ze stejných důvodů snížení rychlosti proudění (Robert 2003) nachází i před zákruty, kde jsou navíc jejich osy více vychýlené (v průměru o 2°) vůči proudnici než u ostrovů situovaných v zákrutech. Tato vychýlení os ostrovů pravděpodobně odráží vychýlení směru proudění, jelikož podélné osy ostrovů mají tendenci být rovnoběžné k průběhu proudnic (Just et al. 2005; více viz kapitola 7.2).

## 7.1.2 Ostrovy u mostních pilířů

Z celkového počtu ostrovů se jen jejich malá část nachází u mostních pilířů (před pilířem 3 %; za pilířem 6 %), což je dáno omezeným množstvím mostních pilířů. Zároveň jsou blíže před (průměrně 6 m) i za nimi (průměrně 4,3 m) než u jiných objektů (průměrně před zákruty 64,7 m, před jezy 52,1 metrů, za zákruty 75 m, za jezy 25,8 m), protože ostrovy jsou v tomto případě na mostní pilíře přímo navázány. Způsobuje to změna v proudění vlivem vertikální překážky, která je vodním tokem obtékána a dává vzniknout vírům ve svém bezprostředním okolí (Buffington et al. 2002). Tím dochází k zesílení turbulentního proudění a poklesu unášecí kapacity vodního toku. Zároveň u paty překážky běžně dochází k erozi říčního dna (Buffington et al. 2002; obr. 29). Tyto ostrovy jsou také nejkratší a nejužší (obr. 20; 21).



Obrázek 29: Vliv vertikální překážky na proudění (Buffington et al. 2002, upraveno)

## 7.2 Vliv typu koryta na polohu a morfologii ostrovů

Počet ostrovů je v přirozených i umělých korytech vyrovnaný. To signalizuje, že přísun sedimentu není závislý na míře zpevnění koryta v daném úseku, ale hlavně na erozi výše po proudu nebo splachu sedimentu z povodí. Ověřit tuto hypotézu by bylo dobré například petrologickou analýzou sedimentů nebo spektroskopii a zjistit tak, odkud pochází sediment, ze kterého jsou akumulace složeny.

V umělých korytech je výskyt ostrovů v zákrutech a na rovných úsecích podobný, zatímco v přirozeně vypadajících korytech převládá výskyt ostrovů v zákrutech. V přirozeně vypadajících korytech se ostrovy vyskytují blíže před zákruty, jezy nebo mostními pilíři než v korytech umělých. To je pravděpodobně způsobené snížením rychlosti proudění způsobeným větší sinuositou přirozeně vypadajícího koryta, kdy zákruty svírají větší úhel než zákruty koryt umělých (obr. 30)

a také větší drsností dna přirozeně vypadajících koryt. V minulosti totiž docházelo k umělému napřimování vodních toků a snižování drsnosti koryta jeho betonováním (Němec, Hladný eds. 2006).

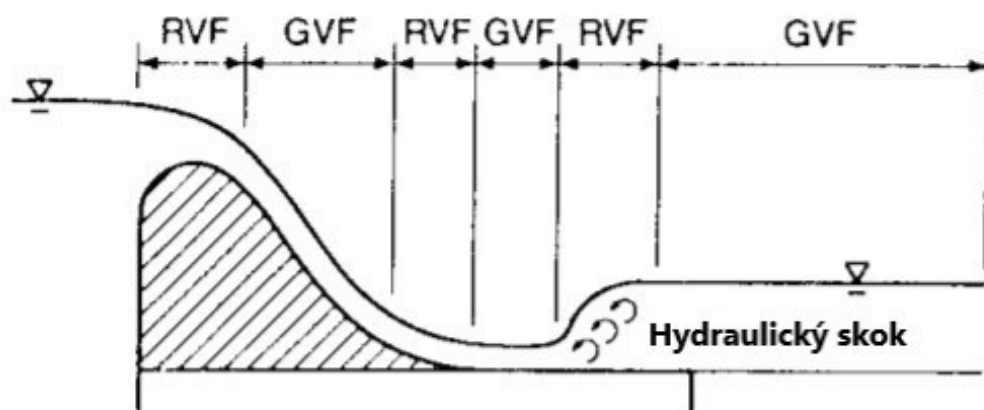


*Obrázek 30: Srovnání zákrutů přirozeně vypadajícího (Litovelské Pomoraví, 4,5 km po proudu od Litovle, 49°41.6' s. š., 17°8.04' v. d.) a umělého koryta (Olomouc, 49°34.79' s. š., 17°15.8' v. d.) na řece Moravě. Poznámka: Modrá šipka značí směr proudění. (Seznam.cz)*

Obecně platí, že čím je širší koryto, tím jsou širší a delší také ostrovy, což potvrzují také Liu et al. (2016). Umělá koryta jsou na českých řekách širší, než koryta přirozeně vypadající a umožňují tím nárůst rozlohy i vnitrokorytovým akumulacím. Proto jsou v umělých korytech ostrovy širší a delší. Tento vztah vysledovali ve své práci také Wang, Xu (2018). Umělá koryta jsou širší z důvodu plánování v rámci protipovodňového opatření, kdy člověk koryto uměle rozšiřuje a prohlubuje pro zvětšení průtočného profilu koryta tak, aby toto koryto dokázalo pojmout povodňové vlny ve městech zpravidla stoleté vody a v menších obcích zpravidla dvacetileté vody (MMR 2003).

Větší relativní šířka ostrovů je však v korytech přirozeně vypadajících (obr. 27). V tomto případě ostrovy zabírají větší šířku koryta a mohou snižovat jeho průtočnou kapacitu. To může být způsobeno tím, že se v přirozeně vypadajících korytech vyskytují také umělé ostrovy, které jsou absolutně i relativně širší než ostrovy přirozené. V přirozených korytech tedy zabírají více místa.

V umělých korytech je také největší odchylka osy ostrovů od proudnice ( $90^\circ$ ; obr. 17), to je pravděpodobně způsobeno výskytem jezů, které se také zpravidla vyskytují v korytech umělých (obr. 13; 14). Za jezy mají ostrovy největší odchylky os ostrovů od směru proudnic (obr. 20); to také vysvětluje, proč mají největší odchylky antropogenně ovlivněné ostrovy. Za jezy totiž vzniká náhlý pokles dna, tzv. hydraulický skok, při kterém dochází k akceleraci turbulentního proudění (Sturm 2001), v jehož důsledku dochází k sedimentaci (obr. 31) a dává vzniknout transversálním ostrovům (*sensu* Fryirs, Brierley 2013; obr. 32). Z těchto důvodů také ostrovy s největší odchylkou od proudnice zasahují do všech segmentů relativní polohy v korytě a vyskytují se převážně za jezy (obr. 20; 23; tab. 5).



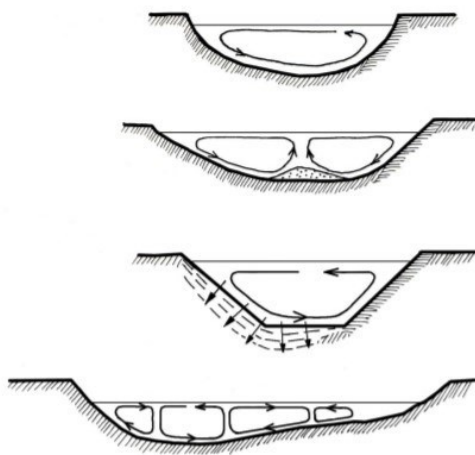
Obrázek 31: Proudění za jezem (Sturm 2001, upraveno)



Obrázek 32: Transverzální antropogenně ovlivněný ostrov za jezem v umělém korytě s odchylkou od proudnice  $90^\circ$  na řece Sázavě (Sázava,  $49^\circ 52.33' \text{ s. š.}$ ,  $14^\circ 54.81' \text{ v. d.}$ ). Poznámka: Modrá šipka značí směr proudění. (Seznam.cz)

Větší odchylky od proudnice mají také ostrovy, které se nacházejí u břehů a zasahují do segmentů 1,2; 4,5; 1,2,3 nebo 3,4,5 (obr. 23). U břehů dochází k vychylování proudnice, je častější turbulentní proudění. U břehů se také mohou nacházet ostrovy způsobené laterální migrací koryta a odškrcováním meandrů (*sensu* Thompson 2003; Lunt, Bridge 2004).

Většina ostrovů v umělých i přirozených korytech, za i před překážkami nebo zákruty však má nulovou odchylku od proudnice. To je způsobeno převážně tím, že vzniklá akumulace dále funguje jako překážka, při jejímž obtékání dochází ke vzniku turbulentního proudění a ukládání sedimentu právě ve směru proudnice (Ghinassi et al. 2021). Samotná akumulace může vzniknout vlivem několika faktorů. V korytě se vyskytla překážka, kterou proud obtéká, případně došlo k nepravděpodobnosti říčního dna, v samotném proudu dochází k nepravděpodobnostem a zároveň dochází k příčnému proudění (Just et al. 2005; obr. 33). Pravděpodobně právě vlivem příčného proudění mají nejmenší odchylku od proudnice ostrovy nacházející se uprostřed koryta (obr. 23). Vždy ovšem dochází k pohybu vody říčním korytem po proudu. Určit, který z faktorů při vzniku akumulace převládá, není v rámci této práce možné vzhledem ke zvolené metodě měření.



Obrázek 33: Příčné proudění v korytě (Just et al. 2005)

## **7.3 Vliv typů ostrovů, vegetace, vzdálenosti od ústí, odchylky osy ostrova a relativní polohy v korytě na rozměry ostrovů**

### **7.3.1 Vliv typů ostrovů na jejich rozměry**

Nejdelšími a nejširšími ostrovy jsou ostrovy umělé, a to jak v absolutní, tak relativní škále (obr. 26; 27). Protože jsou často součástí obcí a nachází se na nich zástavba nebo jsou součástí hydrotechnických staveb, jako jsou propusti, mají zpevněné břehy, a proto nepodléhají erozi. Také bývají často v umělých korytech, která jsou širší, a tak je v nich více prostoru (obr. 11).

Nejmenší relativní šířku mají ostrovy antropogenně ovlivněné (obr. 27). To je pravděpodobně způsobeno efektem hydraulického skoku za jezy, kdy vývoj ostrovů do šířky je značně omezen. Zároveň jsou koryta za jezy zpravidla nejširší (obr. 11). Antropogenně ovlivněné ostrovy mají také nejmenší relativní délku (obr. 27), jelikož jde převážně o ostrovy transverzální (mají největší odchylky osy ostrova od proudnice; viz kap. 6.3.3), jejich maximální délka tedy může dosáhnout jen rozměrů šířky koryta, zatímco méně odchýlené ostrovy mohou být delší, než je šířka koryta.

### **7.3.2 Vliv vegetace na rozměry ostrovů**

Výrazně se projevuje efekt vegetace, kdy se na největších ostrovech vyskytují stromy a s jejich klesající šířkou i délkou směřuje porost přes keře až k ostrovům bez vegetace (obr. 28). Zatímco menší ostrovy jsou obecně mladší a dynamičtější, výskyt stromů již vypovídá o stabilitě a stáří ostrovů (Gurnell et al. 2001; Gurnell, Petts 2002; Křížek 2008), kdy stabilní ostrovy dávají prostor pro růst vegetace (která má dostatek času se vyvinout), ta dále fixuje sediment a umožňuje další nárůst rozlohy ostrova (Wintenberger et al. 2015). Tuto stabilitu umožňuje také nulová odchylka od proudnice (která u ostrovů s výskytem stromů převládá; obr. 28), díky níž je ostrov nejlépe obtékán a dochází tak k jeho minimální erozi (Gurnell et al. 2001). Také na umělých ostrovech se, díky jejich stabilitě a velikosti, ve velké míře vyskytují stromy (obr. 34).

Nejčastější porost je ovšem travnatý, kdy se tráva vyskytuje téměř na polovině změřených akumulací (obr. 24). To již vypovídá o zvýšené stabilitě ostrovů, kdy tráva potřebuje dostatek času, aby se uchytila a byla viditelná i na leteckých snímcích.

Zároveň travnaté porosty potřebují pro vývoj méně času než křoviny nebo stromy. Tráva však nepotvrzuje stabilitu trvalejší (Gurnell et al. 2001) a vzhledem k charakteru měření není možné určit, zda se ostrovy budou vyvíjet dál nebo zaniknou.



Obrázek 34: Umělý ostrov s výskytem stromů na řece Labi (Neratovice,  $50^{\circ}15,46' s.$ ,  $14^{\circ}31,71' v. d.$ ). Poznámka: Modrá šipka značí směr proudění. (Seznam.cz)

### 7.3.3 Vliv vzdálenosti od ústí na rozměry ostrovů

Vzdálenost ostrova od ústí toku s rozměrovými charakteristikami ostrovů nesouvisí. I když by se dal předpokládat opak vzhledem k tomu, že obecně se koryto proti proudu zpravidla zužuje (Fryirs, Brierley 2013) a zároveň jsou s šířkou koryta spjaty rozměry ostrova (Liu et al. 2016). Tedy se zužováním koryta směrem od ústí by se měla zmenšovat i šířka a délka ostrovů, což ve své práci potvrzují Ward et al. (2000), kteří na řece Tagliamento v Itálii zjistili, že největší ostrovy se nacházejí v dolní části toku. Na českých řekách se však tato vazba neprokázala, což může být způsobeno více faktory. Na dolních úsecích toků je ostrovů méně, a tak se trend nepromítne do výsledné statistiky. Zároveň se na dolních úsecích vyskytují ostrovy i menších rozměrů. Také dochází k rozšiřování koryt v obcích i ve vyšších úsecích toku, tedy nedochází k rovnoměrnému zužování koryta. Nelze tedy jednoznačně říci, že by se proti proudu koryto a s ním ostrovy jen zmenšovaly.

### 7.3.4 Vliv relativní polohy v korytě na rozměry ostrovů

Nezáleží, v jakém z pěti segmentů relativní polohy v korytě se ostrovy nacházejí. Dokud jsou jen v jednom segmentu, je jejich šířka i délka podobná. Šířka koryta je totiž ve všech případech obdobná, a tedy i šířky jednotlivých segmentů, na které je koryto rozděleno, se od sebe příliš neliší. Proto jsou odchylky u šířek ostrovů, které se nacházejí jen v jednom segmentu, podobné.

S počtem segmentů, do kterých ostrov zasahuje, vzrůstají i jeho rozměry (obr. 22). Aby mohl ostrov do více segmentů zasáhnout, musí na to být dostatečně široký a s šířkou vzrůstá i jeho délka (tab. 13). Výraznější nárůst šířky ostrova přichází, až když ostrov zasahuje do tří segmentů (obr. 22). V takovém případě už totiž musí jeho minimální šířka odpovídat šířce alespoň jednoho segmentu, na rozdíl od ostrova, který zasahuje jen do dvou segmentů, ve kterých se může nacházet jen z poloviny a tím pádem není nutné, aby byl ostrov více široký.

## 7.4 Zhodnocení použité metody

Použitá metoda analýzy leteckých snímků má výhodu v možnosti prozkoumání co největšího množství řek v relativně krátkém čase. Pro sběr kvantitativních dat je tedy dostačující. Je však limitována kvalitou leteckých snímků nebo zhoršenou viditelností říční hladiny vlivem příbřežní vegetace. V takovém případě musí být z měření vynechány nejmenší toky, protože u příliš malých toků je na leteckých snímcích viditelnost velmi omezená. Metoda dává dobrý základ pro představu o rozmístění ostrovů v korytě a jejich velikosti. Bylo by však dobré ji doplnit o další měření v terénu, které je nad rámec této práce, vzhledem k tomu, že tato metoda přímo neumožňuje získat informace například o rychlosti proudění ve sledovaném místě, rozměrech koryta kromě jeho šířky nebo geologickém složení akumulací.

## 8 Závěr

Pomocí analýzy leteckých snímků na serveru mapy.cz bylo na 50 českých řekách o celkové délce měření 4251,5 kilometru zaznamenáno celkem 2130 ostrovů. Nejvíce se jich nacházelo v zákrutech. Signifikantně se prokázal vliv šířky koryta, kdy s šířkou koryta vzrůstá také šířka a délka ostrovů. A vzhledem k tomu, že nejširšími jsou umělé úseky koryt se zpevněnými břehy, nachází se v nich také největší ostrovy. Ty největší

ostrovy jsou zpravidla umělé se zpevněnými břehy a jsou většinou porostlé stromy. Prokázala se také souvislost mezi velikostí ostrovů a vegetačním krytem, kdy na největších ostrovech se vyskytují stromy a s klesající rozlohou ostrovů se vegetační kryt posouvá přes keře, k trávě až k ostrovům bez vegetace. Stabilní ostrovy umožňují vývoj dlouhodobější vegetace, ta ostrovy dále zpevňuje a dochází k další stabilizaci a případnému nárůstu rozlohy ostrova.

Pokud se ostrovy vyskytují za jezy, zpravidla se zároveň vyskytují také v umělých korytech. Za těmito překážkami mají ostrovy největší odchylku od proudnice ( $90^\circ$ ) a většinou zasahují do celé šířky koryta. Potvrzuje se tedy efekt tzv. hydraulického skoku, který jezy vytvářejí. Naprostá většina ostrovů (ať už se vyskytují kdekoli, jsou jakkoli velké nebo je na nich jakákoli vegetace) má však odchylku osy od proudnice nulovou. Toto zjištění podporuje myšlenku, že se akumulace vyvíjejí podél proudnice. Ostrovy fungují jako překážka v proudění, kterou proudnice obtéká a kvůli vzniklému turbulentnímu proudění za nimi dochází k sedimentaci a nárůstu akumulace.

Popsané zákonitosti vzniku a rozmístění vnitrokorytových akumulací napomáhají lepšímu porozumění fungování českých řek a případným povodňovým rizikům. Nárůst akumulací snižuje průtočnou kapacitu koryta a tím zvyšuje pravděpodobnost vybřežení při tání sněhu nebo povodňových událostech. K takovému nárůstu přispívá například vegetace, která akumulaci zpevňuje. Zároveň ostrovy vznikají v místech zpomalení proudění převážně v zákrutech. V těchto oblastech by tedy bylo dobré umožnit volný rozliv do nivy a omezit její zastavování.

Tato práce slouží jako dobrý základ pro další zkoumání, kdy by bylo dobré se zaměřit na srovnání mezi jednotlivými řekami. A dále pokračovat měřením v terénu a pokusit se popsat zákonitosti vzniku ostrovů v rámci jednotlivých toků a zaměřit se na jejich historický vývoj a stratigrafii.

## 9 Seznam použité literatury

ABBE, T. B., MONTGOMERY D. R. (1996): Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers. *Regulated Rivers: Research & Management*, 12, č. 2–3, s. 201–221

AOPK ČR (2022): Agentura ochrany přírody a krajiny – Regionální pracoviště [online]. Dostupné online z: <https://www.ochranaprirody.cz/regionalni-pracoviste/> (cit. 15. 4. 2022)

ARCDATA PRAHA, ZÚ, ČSÚ (2014): ArcČR 500 - digitální geografická databáze, verze 3.2. [www.arcdata.cz](http://www.arcdata.cz) (cit. 20. 7. 2021).

BANKERT, A. R., NELSON, P. A. (2018): Alternate bar dynamics in response to increases and decreases of sediment supply. *Sedimentology*, 65, s. 702–720

BAUBINIENE, A., SATKUNAS, J., TAMINSKAS, J. (2015): Formation of fluvial islands and its determining factors, case study of the River Neris, the Baltic Sea basin. *Geomorphology*, 231, s. 343–352

BRIERLEY, G. J., FRYIRS, K. A. (2005): *Geomorphology and river management: Applications of the river styles framework*. 1. vydání, Blackwell Publications, Oxford, UK, 398 s.

BUFFINGTON, J. M. et al. (2002): Controls on the size and occurrence of pools in coarse-grained forest rivers. *River research and applications*, 18, č. 6, s. 507–531

CORENBLIT, D., STEIGER, J., GONZÁLEZ, E., GURNELL, A. M., CHARRIER, G., DARROZES, J., DOUSSEAU, J., JULIEN, F., LAMBS, L., LARRUE, S., ROUSSEL, E., VAUTIER, F., VOLDOIRE, O. (2014): The biogeomorphological life cycle of poplars during the fluvial biogeomorphological succession: a special focus on *Populus nigra* L. *Earth surface processes and landforms*, 39, s. 546–563

ČGS (2021): Geologie České republiky – ČGS: Poznej svět geologie [online]. Dostupné online z: <http://www.geology.cz/svet-geologie/poznej-geologii/geologie-cr> (cit. 16. 7. 2021).

ČESKO. Zákon č. 254 ze dne 28. června 2001 o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

ČHMÚ (2021): Portál ČHMÚ: Historická data: Počasí: Mapy charakteristik klimatu [online]. Dostupné online z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu> (cit. 16. 7. 2021).

DEMEK, J. a kolektiv pracovníků Geografického ústavu ČSAV v Brně (1965): Geomorfologie českých zemí. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha

DIBAVOD (Digitální báze vodohospodářských dat) [online]. © Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., odbor ochrany vod a informatiky, odd. GIS, 2007. Dostupné online z: <https://www.dibavod.cz/> (cit. 20. 7. 2021).

FAN, H., HUANG, H., ZENG, T. Q., WANG, K. (2006): River mouth bar formation, riverbed aggradation and channel migration in the modern Huanghe (Yellow) River delta, China. *Geomorphology*, 74, s. 124–136

FRYIRS, K. A., BRIERLEY, G. J. (2004): Bar, River. In: Goudie, A. S. (ed.): *Encyclopedia of geomorphology*, 1. svazek, Routledge, London, s. 56–58

FRYIRS, K. A., BRIERLEY, G. J. (2013): *Geomorphic Analysis of River Systems: An Approach to Reading the Landscape*. 1. vydání, Wiley-Blackwell, Chichester, 345 s.

GAO, CH., CHEN, S., YU, J. (2013): River islands' change and impacting factors in the lower reaches of the Yangtze River based on remote sensing. *Quaternary International*, 304, s. 13–21

GHINASSI, M., IELPI, A., VENTRA, D., MARTINI, I., FINOTELLO, A., BELLIZIA, E. (2021): Distinguishing mid-channel and bank-attached fluvial bars by flow divergence: Implications for the interpretation of stratigraphic records. *Sedimentology*

GILVEAR, D. J. (1999): Fluvial geomorphology and river engineering: future roles utilizing a fluvial hydrosystems framework. *Geomorphology*, 31, s. 229–245.

GUPTA, R. S. (2001): *Hydrology and hydraulic system*. 2. vydání, Roger Williams University, Bristol.

- GURNELL, A. M., PETTS, G. E., HANNAH, D. M., SMITH, B. P. G., EDWARDS, P. J., KOLLMANN, J., WARD, J. V., TOCKNER, K. (2001). Riparian vegetation and island formation along the gravel-bed fiume Tagliamento, Italy. *Earth surface processes and landforms*, 26, s. 31–62
- GURNELL, A. M., PIÉGAY, H., SWANSON, F. J., GREGORY, S. V. (2002): Large wood and fluvial processes. *Freshwater biology*, 47, s. 601–619
- GURNELL, A. M., BERTOLDI, W., CORENBLIT, D. (2012): Changing river channels: The roles of hydrological processes, plants and pioneer fluvial landforms in humid temperate, mixed load, gravel bed rivers. *Earth – Science Reviews*, 111, č. 1–2, s. 129–141
- GURNELL, A. M., PETTS, G. E. (2002): Island-dominated landscapes of large floodplain rivers, a European perspective. *Freshwater biology*, 47, s. 581–600
- HAM, D., CHURCH, M. (2002): Channel island and active channels stability in the lower Fraser river gravel reach. The University of British Columbia, Vancouver, 34 s.
- HUDSON, P. F., HOUT, E., VERDAASDONK, M. (2019): (Re)Development of fluvial islands along the lower Mississippi River over five decades, 1965–2015. *Geomorphology*, 331, 78–91
- CHARLTON, R. (2008): *Fundamentals of fluvial geomorphology*. 1. vydání, Routledge, London, 280 s.
- CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z. (2002): *Geologická minulost České republiky (Geological history of the Czech Republic)*. Praha: Academia Praha. 436 pp. Ediční číslo 2483. ISBN 80-200-0914-0.
- JUST, T., MATOUŠEK, V., DUŠEK, M., FISCHER, D., KARLÍK, P. (2005). *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Ministerstvo životního prostředí ČR. Ministerstvo životního prostředí, Praha.
- JUST (2021): *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Technické úpravy vodních toků, 2021 [online]. Dostupné online z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/technicke-upravy-vodnich-toku/> (cit. 10. 7. 2021).*

KLIMADIAGRAMME (2021): Klimmadiagramme weltweit – Europa [online], 2020. Dostupné online z: <http://www.klimadiagramme.de/Europa/prag.html> (cit. 16. 7. 2021).

KŘÍŽEK, M. (2008): Změna korytových akumulací po povodni v září 2007 na Střední Opavě. In Langhammer, J. (ed.): Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní. 1. vydání, Nakladatelství P3K, Praha, s. 214–221

KŘÍŽEK, M. (2007): Prostorové uspořádání popovodňových korytových akumulací Sázavy. In: Langhammer, J. (ed.): Změny v krajině a povodňové riziko: sborník příspěvků ze semináře Povodně a změny v krajině: PřF UK, Praha, 5. 6. 2007

KŘÍŽEK, M., ENGEL, Z. (2004): Geomorfologické projevy povodně 2002 v povodí Otavy, In: Langhammer, J., Engel, Z. (eds.): Hodnocení vlivu změn přírodního prostředí na vznik a vývoj povodní. Sborník příspěvků závěrečného semináře grantu GAČR 205/03/Z046, PřF UK, Praha, 86–103.

KŘÍŽEK, M., ENGEL, Z. (2008): Vývoj povodňových akumulací na Volyňce od roku 2002. In Údolní niva jako prostor ovlivňující průběh a následky povodní, Langhammer, J. (editor). PřF UK, 1. vydání, Praha, s. 222–228

LELI, I. T., STEVAUX, J. C., ASSINE, M. L. (2018): Genesis and sedimentary record of blind channel and islands of the anabranching river: An evolution model. *Geomorphology*, 302, s. 35–45

LELI, I. T., STEVAUX, J. C., ASSINE, M. L. (2021): Architecture, sedimentary facies and chronology of a composite island: A model from the Upper Paraná River, Brazil. *Geomorphology*, 372, s. 107–147

LEOPOLD, L. B., MILLER, J. P., WOLMAN, M. G. (1992): *Fluvial processes in geomorphology*. 2. vydání, Dover publications, New York, 522 s.

LIU, X., HUANG, H. Q., NANSON, G. C. (2016): The morphometric variation of islands in the middle and lower Yangtze River: A variational analytical explanation. *Geomorphology*, 261, s. 273–281

LUCHI, R., HOOKE, J. M., ZOLEZZI, G., BERTOLDI, W. (2010): Width variations and mid-channel bar inception in meanders: River Bollin (UK). *Geomorphology*, 119, s. 1–8

- LUNT, I. A., BRIDGE, J. S. (2004): Evolution and deposits of a gravelly braid bar, Sagavanirktok River, Alaska. *Sedimentology*, 51, č. 3, s. 415–432
- MÁČKA, Z., KREJČÍ, L. (2010): Morfologické a sedimentologické účinky říčního dřeva v korytě Černé Opavy. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 17, (1-2)
- MIKUŠ, P., WYZGA, B., KACZKA, R. J., WALUSIAK, E., ZAWIEJSKA, J. (2013): Islands in a European mountain river: Linkages with large wood deposition, flood flows and plant diversity. *Geomorphology*, 202, s. 115–127
- MMR (2003): Protipovodňová ochrana v územně plánovací dokumentaci obcí. Ministerstvo pro místní rozvoj, Ústav územního rozvoje, Brno, 2003.
- MOODY, J. A. (2018): Dynamic relations for the deposition of sediment on floodplains and point bars of a freely-meandering river. *Geomorphology*, 327, s. 585–597
- MORÓN, S., EDMONDS, D. A., AMOS, K. (2017): The role of floodplain width and alluvial bar growth as a precursor for the formation of anabranching rivers. *Geomorphology*, 278, s. 78–90
- NĚMEC, J., HLADNÝ, J., ed. (2006): Voda v České republice. Praha: Pro Ministerstvo zemědělství vydal Consult. ISBN 80-903482-1-1.
- NETOPIL, R. (1972): Hydrologie pevnin. Academia, Praha.
- OSTERKAMP, W. R. (1998): Processes of fluvial island formation, with examples from Plum creek, Colorado and Snake river, Idaho. *Wetlands*, 18, (4), s. 530–545
- PUCAS, C., STREMTAN, C., KRISTÁLY, F. (2010): Past surface conditions and speleogenesis as inferred from cave sediments in the Great Cave of Salitrari Mountain (SW Romania). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Geologia*. 55. s. 51–57
- R Core Team, 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- RASLAN, Y., SALAMA, R. (2015): Development of Nile River islands between Old Aswan Dam and new Esna barrages. *Water science*, 29, s. 77–92
- REESINK, A. J. H., ASHWORTH, P. J., SAMBROOK SMITH, G. H., BEST, J. L., PARSONS, D. R., AMSLER, M. L., HARDY, R. J., LANE, S. N., NICHOLAS, A.

- P., ORFEO, O., SANDBACH, S. D., SIMPSON, CH. J., SZUPIANY, R. N. (2014): Scales and causes of heterogeneity in bars in a large multi-channel river: Río Paraná, Argentina. *Sedimentology*, 61, s. 1055–1085
- RICE, S. P., CHURCH, M., WOOLDRIDGE, C. L., HICKIN, E. (2009): Morphology and evolution of bars in a wandering gravel-bed river, lower Fraser river, British Columbia, Canada. *Sedimentology*, 56, s. 709–736
- RICE, S. P., CHURCH, M. (2009): Grain-size sorting within river bars in relation to downstream fining along a wandering channel. *Sedimentology*, 57, s. 232–251
- ROBERT, A. (2003): *River Processes: An Introduction to Fluvial Dynamics*. Arnold, London, s. 224
- ROWNTREE, K. M., DOLLAR, E. S. J. (1999): Vegetation controls on channel stability in the Bell River, Eastern Cape, South Africa. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24, č. 2, s. 127–134
- RUDA (2021): Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity, Klimatologie a hydrogeografie pro učitele [online], 2014. Dostupné online z: [https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz\\_geogr/web/pages/05-klima.html](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/05-klima.html) (cit. 16. 7. 2021).
- SEZNAM.CZ (2022): *Mapy.cz; OpenStreetMap* [online], 2022. Dostupné online z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4670000&y=50.0805000&z=11> (cit. 3. 4. 2022)
- SHI, H., CAO, Y., DONG, CH., XIA, CH., LI, CH. (2018): The Spatio-Temporal Evolution of River Island Based on Landsat Satellite Imagery, Hydrodynamic Numerical Simulation and Observed Data. *Remote sensing*, 10, (2046)
- STURM, T. W. (2001): *Open channel hydraulics*. McGraw-hill, Singapore.
- SUN, J., DING, L., LI, J., QIAN, H., HUANG, M., XU, N. (2018): Monitoring Temporal Change of River Islands in the Yangtze River by Remotely Sensed Data. *Water*, 10, (1484)
- SUN, J., XU, N., DING, L., MA, Y., LIU Z., HUANG, Z. (2020): Continuous Expansions of Yangtze River Islands After the Three Gorges Dam Tracked by Landsat Data Based on Google Earth Engine. *IEEE Access*, 8

- ŠOBR, M. (2006): České řeky. Geografické rozhledy, 16, č. 2, s. 22-23.
- ŠTEFÁČEK, S. (2008): Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset, 2008. ISBN 978-80-7340-105-4
- THOMPSON, D. M. (2003): A Geomorphic Explanation for a Meander Cutoff Following Channel Relocation of a Coarse-Bedded River. Environmental management, 31, 0385–0400.
- TOLASZ, R., MÍKOVÁ, T., VALERIÁNOVÁ, A., VOŽENÍLEK, V. (2007): Atlas podnebí Česka. Univerzita Palackého v Olomouci – ČHMÚ, 255s.978-80-244-1626-7
- VLČEK, V, ed. (1984): Vodní toky a nádrže: Zeměpisný lexikon ČSR. Academia, Praha.
- WANG, B., XU, Y. J. (2018): Dynamics of 30 large channel bars in the Lower Mississippi River in response to river engineering from 1985 to 2015. Geomorphology, 300, s. 31–44
- WARD, J. V., TOCKNER, K., EDWARDS, P. J., KOLLMANN, J., GURNELL, A. M., PETTS, G. E., BRETSCHKO, G., ROSSARO, B. (2000): Potential role of island dynamics in river ecosystems. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen, 27, s. 2582–2585
- WINTENBERGER, C. L., RODRIGUES, S., BRÉHÉRET, J-P., VILLAR, M. (2015a): Fluvial islands: First stage of development from nonmigrating (forced) bars and woody-vegetation interactions. Geomorphology, 246, s. 305–320
- WINTENBERGER, C. L., RODRIGUES, S., CLAUDE, N., JUGÉ, P., BRÉHÉRET, J-P., VILLAR, M. (2015b): Dynamics of nonmigrating mid-channel bar and superimposed dunes in a sandy-gravelly river (Loire River, France). Geomorphology, 248, s. 185–204
- WU, CH., ULLAH, M. S., LU, J., BHATTACHARYA, J. P. (2016): Formation of point bars through rising and falling flood stages: Evidence from bar morphology, sediment transport and bed shear stress. Sedimentology, 23, s. 1458–1473

WYRICK, J. R., KLINGEMAN, P. C. (2011): Proposed fluvial island classification scheme and its use for river restoration. *River research and applications*, 27, s. 814–825

ZANONI, L., GURNELL, A., DRAKE, N., SURIAN, N. (2008): Island dynamics in a braided river from analysis of historical maps and air photographs. *River research and applications*, 10