

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.

Povodí Vltavy, státní podnik

Predikce změn ve složení a struktuře břehových porostů vodních toků vyvolaných činností bobra v dosud neobsazených tocích povodí Berounky



Specializovaná mapa s odborným obsahem



VÚKOZ



SPEC Lab



Bobr evropský

Predikce změn ve složení a struktuře břehových porostů vodních toků vyvolaných činností bobra v dosud neobsazených tocích povodí Berounky

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Prediction of changes in the composition and structure of bank stands of watercourses caused by beaver activity in as yet unoccupied streams of the Berounka river basin

Specialized map with expert content

Autorský kolektiv

Mgr. Karel Černý, Ph.D., doc. Ing. Daniel Zahradník, Ph.D., Ing. Mgr. Vladimír Zýka, Ing. Veronika Strnadová, Mgr. Tereza Brestovanská, Ph.D.

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové náměstí 391, 252 43 Průhonice

* autor pro korespondenci: Vladimír Zýka, zyka@vukoz.cz, 296 528 221

Doporučená citace publikace:

ČERNÝ, K., ZAHRADNÍK, D., STRNADOVÁ, V., ZÝKA, V., BRESTOVANSKÁ, T. (2021): *Predikce změn ve složení a struktuře břehových porostů vodních toků vyvolaných činností bobra v dosud neobsazených tocích povodí Berounky*. Mapa s odborným obsahem, VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, 36 s. ISBN: 978-80-87674-49-9.

ISBN: 978-80-87674-49-9

Mapa je výsledkem řešení výzkumného projektu TAČR TH03030069.

Při zpracování byl použit datový podklad Povodí Vltavy, státní podnik.



Projekt TH03030069 byl spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Epsilon

OBSAH

1. Úvod.....	4
1.1 Bobr evropský v povodí Berounky	4
1.2 Břehové porosty v povodí Berounky.....	6
2. Cíle Mapy	9
3. Rozsah využití Mapy	9
4. Přínos Mapy pro uživatele.....	9
5. Metodika	10
5.1. Sběr a zpracování dat	10
5.2. Predikce citlivosti a změn břehových porostů.....	13
6. Výsledky	15
6.1. Analýza dat a příprava modelů.....	15
6.3. Predikce citlivosti břehových porostů	18
6.4. Vývoj osídlených biotopů	23
6.4.1. Olšiny.....	23
6.4.2. Jasanovo-olšové luhy.....	24
6.4.3. Tvrdé luhy.....	25
6.4.4. Vrbiny	27
7. Aplikace výsledků v praxi.....	28
8. Závěr.....	29
9. Souhrn	31
10. Literatura	35
11. Přílohy	36

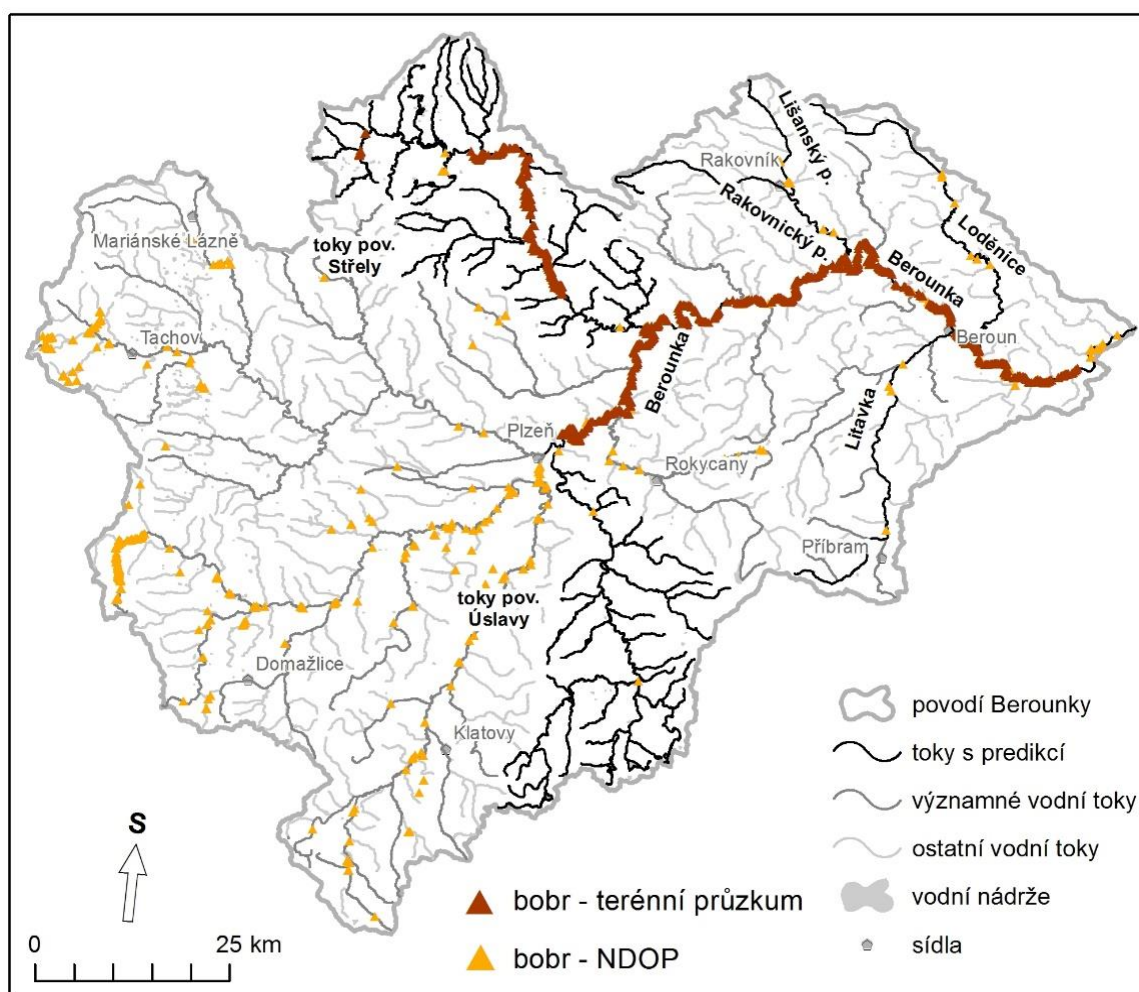
1. Úvod

Hlavním cílem předložené mapy (dále jen Mapa) je doplnit ostatní výstupy projektu Péče o břehové porosty v prostředí s přítomností bobra evropského (TAČR, TH03030069), což je zejména metodika „Péče o břehové porosty v prostředí s přítomností bobra evropského“ (Zýka a kol., 2021) a mapa s odborným obsahem „Předpokládané šíření bobra evropského v závislosti na současném výskytu a úživnosti prostředí vybraných toků v povodí Berounky“ (Barták a kol., 2020). Hlavním cílem projektu je najít soulad mezi trvalou přítomností bobra evropského a udržení funkčních břehových porostů vodních toků, které jsou významnou součástí jeho biotopu. Hlavním cílem předložené Mapy je pak (1) popsat citlivost stávajících břehových porostů v modelových (dosud vesměs jen slabě osídlených) oblastech povodí Berounky vůči působení bobra evropského a (2) konkretizovat změny, ke kterým v obsazovaných porostech postupně dochází či docházet bude.

1.1 Bobr evropský v povodí Berounky

Bobr evropský (*Castor fiber*) se v západních Čechách objevil již před čtyřmi desítkami let na Radbuze, kdy se sem rozšířil z reintrodukované populace v Bavorsku, a později se objevil i v povodích dalších toků odvodňujících západní pohraničí (Mže, Úhlava, Úslava). Po více než 40 letech šíření bobrů do západních a jihozápadních Čech je možné v tomto regionu bobří osídlení nalézt prakticky na každém vodním toku. Po zaplnění téměř všech zdrojových pohraničních vodních toků se bobří v posledních pěti letech rozšířili po celém toku Berounky až do Prahy. Poslední průzkumy naznačují, že bobří z Berounky osídlili nejen soutok s Vltavou, ale i samotné centrum metropole a pronikají dále po proudu Vltavy až k Mělníku. V povodí Berounky jsou významné vodní toky dosud osídleny sporadicky, ale je jen otázkou času, kdy zde populační hustota dosáhne hodnot typických pro saturované populace (Barták a kol., 2020). K saturaci populace však došlo dosud jen lokálně – v západních Čechách se tak dosud stalo zejména v příhraničních oblastech Českého lesa a Šumavy a dílčích částech povodí Radbuzy a Úhlavy (obr. 1). Na většině ostatních, zejména vnitrozemských, vodních toků v povodí Berounky se trvalejší osídlení objevuje v podstatě jen v místech s optimálními podmínkami. Bobr evropský se však, mj. i pro svůj potravní oportunismus a značnou přizpůsobivost podmínkám prostředí, může objevit na cca 99 % území ČR včetně městských aglomerací (Zýka a kol., 2021). Na vybraných modelových vodních tocích se celková průměrná pravděpodobnost výskytu bobra pohybuje nad 50 % (na Berounce např. 51 %, na Loděnici až 74 %; Barták a kol., 2020). Je tak zřejmé, že jeho populace díky silné legislativní ochraně a zpracování a vyhlášení programu péče (Vorel a kol. 2013) bude dále narůstat a bobe postupně většinu vhodných vodních toků a míst obsadí.

Činnost bobra evropského jako krajinného inženýra má v současné krajině celou řadu pozitivních dopadů, souvisejících zejména s hospodařením s vodou v krajině, zadržováním splavenin, renaturací vodních toků, lokálním zvyšováním biodiverzity a podobně. Vzhledem k tomu, že jedním z hlavních potravních zdrojů bobra jsou dřeviny břehových porostů, může mít jeho trvalejší osídlení i negativní dopady na břehové porosty – může dojít k omezení jejich rozsahu, změnám ve struktuře, diverzitě atd., což se odráží na jejich funkcích, a to nejen stabilizačních (např. zcela či do značné míry nahrazují umělé opevnění), ale i environmentálních a dalších. Škody na dřevinách, které ročně bobr evropský způsobuje, dosahují v Česku ročně vyšších jednotek milionů korun českých (Uhlíková a kol., 2015). Tyto škody pak budou velmi významné zejména v oblastech, kde dojde k saturaci prostředí – například na lokalitách v bobry saturovaných povodích Kateřinského potoka a Radbuzy o celkové délce 4,4 km byla oceněna škoda na břehových porostech ve výši cca 1,8 mil. Kč (Bulír a kol., 2019). V zájmu udržitelného hospodaření v břehových porostech a udržení jejich důležitých funkcí bude proto s trvalou přítomností bobra potřeba počítat a negativním vlivům pomoci nejrůznějších opatření, pokud možno čelit.



Obr. 1: Výskyt bobra evropského v povodí Berounky (náleзовá data z provedeného terénního průzkumu v roce 2020 a z databáze NDOP, AOPK ČR), v podkladu zvýrazněny modelové toky. Převzato z Barták a kol. (2020).

1.2 Břehové porosty v povodí Berounky

Břehové porosty (porosty dřevin rostoucích na březích vodních toků takové, jak je známe dnes) jsou v kulturní (zemědělské) krajině povodí Berounky a celého Česka obecně zpravidla založené uměle či vznikaly spontánně zpravidla v průběhu minulého století tak, jako jejich stanoviště (břeh) bylo zpravidla vybudováno či upraveno uměle. Více či méně intenzivní údržbou (probírky, dosadby) často vznikly relativně úzké strukturně zpravidla dosti jednoduché liniové porosty oddělující koryta vodních toků a okolní pozemky. Jejich funkce byla zejména stabilizační a protierozní – doplňovaly či nahrazovaly umělé opevnění břehů a napomáhaly udržovat stabilní trasu vodního toku. Složení těchto porostů se lišilo od porostů vzniklých spontánně například vyšším podílem stabilizujících dlouhověkých vzrůstných druhů s větší účinností kořenových systémů, nižším podílem druhů s ruderalní životní strategií, pravidelnější strukturou a malým zastoupením křovin.

Břehové porosty vodních toků lze na základě jejich druhového složení (případně dalších znaků, např. podmínek stanoviště) klasifikovat do jisté míry podobně, jako jiná společenstva pomocí různých klasifikačních systémů, např. geobiocenologického systému (Zlatník, 1976) nebo Katalogu biotopů (Chytrý a kol., 2010). Z praktických důvodů je v této práci jako základ zvolena klasifikace druhá. Biotopy břehových porostů, tak jak jsou v této práci pojaty tedy rámcově odpovídají biotopům NATURA 2000, z nichž jsou buď přímo odvozeny, či jsou druhovým složením dřevin jim podobné. Nejedná se však z řady důvodů o obsahově identický termín, například biotopy s dominujícími vrby (např. K1, K2.1 a L2.4) byly zařazeny z praktických důvodů (úživnost pro bobra, malé zastoupení L2.4 apod.) pod termín vrby. Podle složení dřevin, tj. klíčovým parametrem z hlediska osídlení a využívání bobrem, můžeme za značného zjednodušení v povodí Berounky identifikovat následující biotopy:

1) **Olšiny**, které zahrnují mokřadní olšiny L1 a chudé břehové porosty s dominantní olší. Často se může jednat o náletem vzniklé či uměle vysazené porosty olší, která je jedna z technicky nejvíce vhodných dřevin a před epidemií plísně olšové (*Phytophthora alni*) tvořila dominantní podíl dřevin v břehových porostech v povodí Vltavy. Někdy se v biotopu mohou více uplatňovat břízy, smrky či vrby. V povodí Berounky se olšiny spontánně vyskytují spíše ve vyšších partiích povodí a v užších zahloubených údolích. Sekundární výskyt (uměle založené porosty) býval běžný i v kaňonu Berounky, dnes rychle mizí. V biotopu působí značné škody plíseň olšová, která je hlavní příčinou jeho současné redukce.

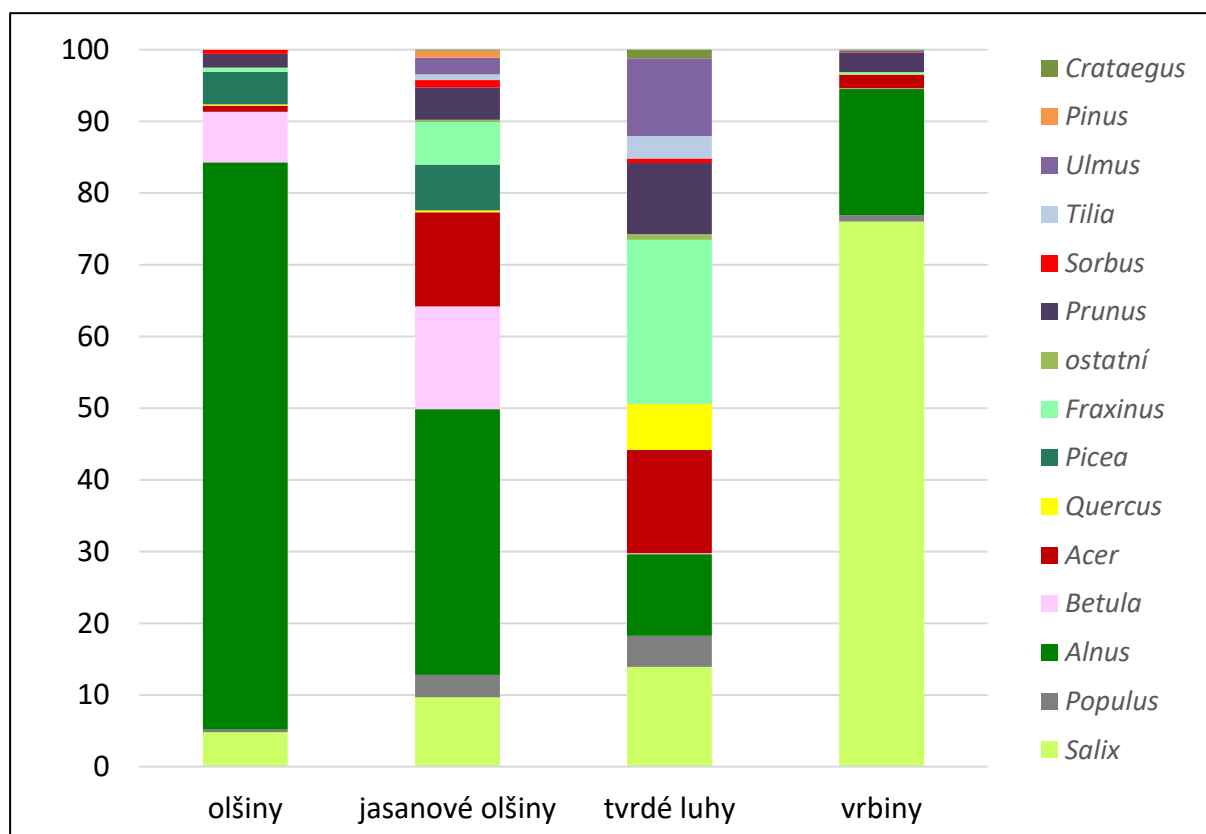
2) **Jasanové olšiny** zahrnující jak jasanové olšiny L2.2, tak porosty s výraznějším zastoupením javoru (STG Fraxini-alneta aceris) a absencí dřevin tvrdých luhů; typicky se v nich objevují i dřeviny dalších biotopů navazujících stanovišť, v případě kaňonu Berounky i např. druhy dubohabřin, suťových lesů apod. Významnou příměs v Sudetech může tvořit bříza, spontánně se šířící na opuštěných či neudržovaných pozemcích. V jasanových olšinách byly v minulosti často vysazovány i porosty topolu kanadského, dnes již většina z nich byla nahrazena. V povodí Berounky jsou dnes nejrozšířenějším biotopem běžně se uplatňujícím od nejvyšších poloh do nížin, kde (na Plzeňsku)

plynule přechází do tvrdých luhů. Biotop je v současnosti značně poškozován voskovičkou jasanovou (*Hymenoscyphus fraxineus*).

3) **Tvrdé luhy**, zahrnující jak tvrdé luhy L2.3, tak porosty, které je svým složením se zastoupením dubu letního, topolu (např. i topolu kanadského) a jilmu vazu odrážejí. Porosty tvrdých luhů jsou v povodí Berounky často prostorově omezené, druhově ochuzené a degradované. Z hlediska úživnosti biotopu pro bobra můžeme k tomuto biotopu přiřadit i výsadby topolu kanadského, četné upravené břehové porosty v intravilánech obcí a v jejich okolí (často značné zastoupení topolu, dubu letního, lípy apod.), porosty na hrázích a březích rybníků a podobně. Jedná se o druhově nejpestřejší biotop v povodí Berounky.

4) **Vrbiny**, které zahrnují mokřadní vrbiny K1 a vrbové křoviny hlinitých náplavů K2.1, zbytky měkkých luhů L2.4 a obecně břehové porosty s dominancí vrb. Často se biotop (zejména K1 a K2.1) vyskytuje v mozaice ve stanovištích biotopů ostatních. Vrby pak jako dřeviny s ruderalní strategií se v březích vodních toků mohou intenzivně šířit a zejména v místech více narušovaných či zaplavovaných a za minimální konkurence dalších dřevin mohou spontánně vytvořit husté porosty. Významnější příměs v biotopu může tvořit pouze olše.

Z výše uvedeného přehledu jednoznačně vyplývá značná odlišnost jednotlivých biotopů – rozdíly jsou patrné jak z pohledu druhového složení (obr. 2 a 3), tak ekologie, ale i třeba z hlediska úživnosti pro bobra evropského a možností, které poskytují např. pro stavbu jeho sídel či hrází.



Obr. 2. Zastoupení rodů dřevin (v %) ve studovaných biotopech na všech lokalitách šetřených v letech 2018 až 2020.



Obr. 3. Biotopy břehových porostů – olšiny (nahore vlevo), jasanové olšiny (nahore vpravo), tvrdé luhy (dole vpravo), vrbiny (dole vlevo)

2. Cíle Mapy

Předložená Mapa má za cíl (1) popsat změny v břehových porostech vodních toků povodí Berounky, ke kterým dochází v důsledku pobytu bobra evropského, a určit jejich rozsah. A za druhé (2) zpracovat statistický model citlivosti břehových porostů zájmových oblastí vůči aktivitám bobra evropského a vizualizovat jej v mapě.

Cíle může být dosaženo identifikací změn a analýzy jejich příčin v jednotlivých biotopech břehových porostů porovnáním lokalit konkrétních biotopů s různou délkou a intenzitou ovlivnění bobrem evropským a extrapolací výsledků v příslušných biotopech do oblastí, které dosud obsazeny nejsou či byly osídleny v nedávné době. Výsledek tak doplňuje dílčí cíle projektu, a to zejména (1) identifikace předpokládaného šíření bobra evropského v závislosti na současném výskytu a úživnosti prostředí vybraných toků v povodí Berounky a (2) metodika péče o břehové porosty v prostředí s přítomností bobra evropského. Hlavním společným cílem všech výsledků a účelem projektu je pak nalezení souladu mezi trvalou existencí populace bobra evropského v povodí Berounky a zachováním dostatečně funkční a stabilní vegetace břehových porostů.

3. Rozsah využití Mapy

Hlavním uživatelem Mapy je Povodí Vltavy, státní podnik a další správci vodních toků, kteří vykonávají péči o břehové porosty dle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a souvisejících vyhlášek. Výsledky předložené Mapy mohou využít pracovníci příslušných orgánů státní správy, např. AOPK, krajské úřady Karlovarského, Plzeňského a Středočeského kraje a jednotlivých samospráv, kterých se problematika dotýká. Uživateli mapy mohou být také majitelé a správci lesů a dalších pozemků s porosty dřevin v okolí vodních toků a nádrží a další právnické a fyzické osoby. Významnými uživateli mapy mohou být rovněž Ministerstvo zemědělství ČR a Ministerstvo životního prostředí ČR, které výsledek mohou využít např. při přípravě strategických materiálů a podobně.

4. Přínos Mapy pro uživatele

S využitím Mapy a dalších výstupů projektu bude možné identifikovat citlivost stávajících břehových porostů vodních toků vůči změnám, které v nich vyvolá jejich osídlení a využívání bobrem evropským. V důsledku šíření bobra, osidlování dalších úseků vodních toků a využívání břehových porostů zejména jako významného potravního zdroje bude docházet k významným změnám v jejich složení, struktuře a rozsahu a k významnému ovlivnění mnoha jejich funkcí včetně funkce stabilizační, mnoha funkcí environmentálních a dalších. Tyto bobrem vyvolané změny mohou být ve výsledku velmi nápadné a razantní, mohou zvyšovat nároky na údržbu a obnovu porostů a mimoto lze v mnoha případech očekávat i značnou investici např. ze strany majitelů a správců. Vzhledem k ekologickým nárokům

bobra evropského (i přes jeho značný potravní oportunismus) a variabilitu prostředí vodních toků a břehových porostů lze očekávat, že na různé porosty v různých úsecích vodních toků bude vyvíjen různý tlak a budou v nich probíhat odlišné změny o různé intenzitě. Z hlediska majitele pozemků, správců vodních toků a dalších osob je velmi podstatná znalost citlivosti těchto porostů vůči aktivitám bobra evropského a znalost procesů a změn, ke kterým jeho aktivity povedou.

Hlavní přínosy Mapy lze očekávat v péči o břehové porosty – správce vodního toku či majitel pozemků může na jejím základě vytipovat zvláště citlivé porosty, které mohou být činností bobra značně ovlivněny a naopak porosty, které budou osídlovány jen zřídka, nebo kde jejich osídlení nepovede k závažným změnám. U jednotlivých biotopů pak lze na základě Mapy a související metodiky (Zýka a kol., 2021) odhadnout směr potenciálního vývoje a změny, ke kterým může dojít. Tyto znalosti pak mohou být významnými argumenty v rozhodovacím procesu, zda a jaký management v takových porostech uplatnit. Možná opatření pak jsou součástí dalšího souvisejícího výstupu – metodiky (Zýka a kol., 2021) a dalších prací (např. Vorel a Korbelová, 2016). Výsledky Mapy mohou být rovněž využity na vyšších úrovních státní správy při přípravě strategických dokumentů, plánování opatření, tvorbě dotačních a podpůrných politik a podobně.

5. Metodika

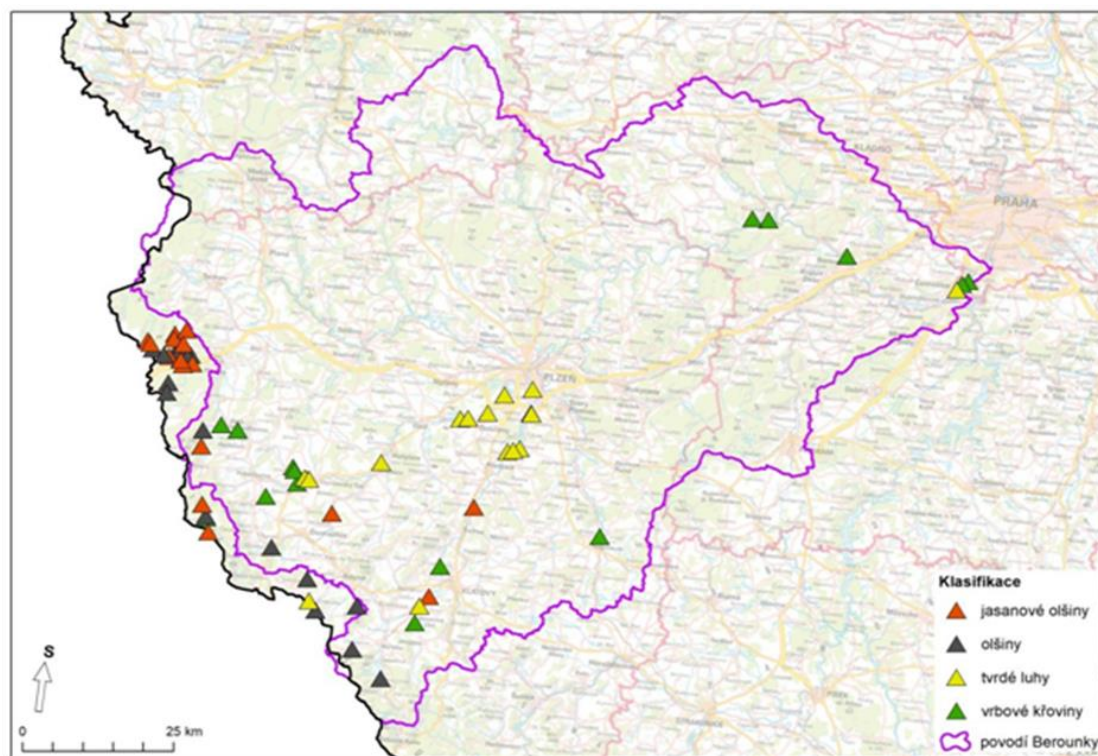
Sledování bylo zaměřeno dvěma směry. Za prvé (1) byla hodnocena citlivost jednotlivých typů biotopů vůči osídlení bobrem evropským a hodnoceny faktory prostředí, které impakt bobra mohou ovlivňovat, a hodnoceny dlouhodobé změny v ovlivněných biotopech. Za druhé (2) byla hodnocena potenciální citlivost břehových porostů vybraných vodních toků v povodí Berounky. Výsledkem prací byly mj. modely popisující rozsah poškození břehových porostů vodních toků a jejich biotopů, jejichž extrapolaci na další vodní toky a úseky byla odhadnuta citlivost těchto porostů vůči působení bobra evropského.

5.1. Sběr a zpracování dat

Vliv bobra na břehové porosty lze rozdělit na přímý (okusem) a nepřímý (zatopením, podhrabáním). V obou případech vede činnost bobra k významnému poškození či dokonce zániku ovlivněných dřevin a významným změnám v osídlených porostech. Výzkum potravních preferencí byl v zájmové oblasti prováděn již dříve (Vorel a kol., 2015) a současná sledování na něj navazují. Pro hodnocení změn v břehových porostech povodí Berounky byly břehové porosty rozděleny do čtyř skupin biotopů – olšin, jasanových olšin, tvrdých luhů a vrbin (viz kap. 1.2).

V průběhu let 2018–2020 bylo v povodí Berounky vybráno 67 břehových porostů o délce 200 m a šířce 6 m rozdělených rovnoměrně do čtyř zmíněných typů biotopů a v nich klasifikovaných podle projevů pobytu bobra na krátkodobě osídlené (do tří let) a dlouhodobě osídlené (nad tři roky). Biotopy byly vybírány v oblastech s výraznější přítomností bobra tak, aby bylo možno předpokládané změny dostatečně přesně identifikovat. Vzhledem k relativně krátké době znovuosídlení povodí Berounky, byla

většina vybraných porostů soustředěna v horních partiích povodí, v oblasti dolního toku Berounky, kam se bobr v současné době šíří, mohly být vybírány vzhledem k počátečnímu osídlování a silné preferenci některých biotopů pouze biotopy vrbin a do jisté míry tvrdých luhů. Proto rozložení testovacích porostů v rámci povodí je zdánlivě nevhodné a neodpovídá jejich reálnému rozložení (obr. 4), přesto však velmi dobře koresponduje se současným dlouhodobějším osídlením bobrem evropským (obr. 1).



Obr. 4. Lokality terénního šetření.

V porostech byl zjišťován výskyt jednotlivých druhů stromů a keřů, zhodnoceno jejich ovlivnění bobrem (přímé – okus báze stromu v procentech obvodu byl rozdělen do pěti stupňů či procentuální redukce plochy keřů opět do pěti stupňů, nepřímé – mírou zatopení vodou, pádem stromů atp.), změřen průměr dřevin ve výčetní výšce a další dendrometrické parametry (tab. 1). Celkem do vyhodnocení vstoupilo 6 763 jedinců stromů z cca 50 taxonů a 1 327 ks keřů náležejících do více než 30 druhů.

Kromě terénního průzkumu a měření byla data připravována také distančním způsobem, kdy byl hodnocen např. podélný sklon, členitost reliéfu, výška břehů a šířka vodního toku, využití okolní krajiny apod. (tab. 1). Prostorová data byla získána analýzou digitálního modelu reliéfu 5. generace, extrakcí hodnot nadmořské výšky, analýzou složení krajinného pokryvu atd. a přiřazena k jednotlivým úsekům vodních toků. Všechna prostorová data byla připravena s využitím analytických nástrojů v programu ArcMap (ESRI, verze 10.8.1). Podchycení variability prostředí umožnila data z databází ČÚZK, DIBAVOD, ZABAGED, AOPK ČR atd. Data byla dále vyhodnocena v prostředí R plus. Pro vyjádření vztahu mezi mírou poškození a dalšími charakteristikami byl použit ordinální regresní model (Agresti 2002):

$$\text{logit}(P(Y_i \leq j)) = \beta_{0,j} + \sum_{k=1}^m \beta_k x_{i,k} \quad j = 1, 2, \dots, J-1 \quad (1)$$

kde J je počet možných hodnot kategoriální závislé proměnné Y , $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$, jsou vysvětlující proměnné a $\beta_{0,1}, \dots, \beta_{0,j}, \beta_1, \dots, \beta_m$ jsou regresní koeficienty. Problém potenciální multikolinearity v modelu (1) byl omezen výběrem vysvětlujících proměnných. Byla vypočtena korelační matice všech naměřených spojitých veličin a na jejím základě identifikovány skupiny silně závislých veličin. Z každé takové skupiny byla poté pro další analýzy vybrána jedna veličina, u níž lze nejvíce předpokládat přímé působení na výši škod.

Evaluace modelu proběhla následujícím způsobem. Datové soubory pro stromy i keře byly rozděleny vždy v poměru 2:1. Větší části těchto souborů (4 508 měření pro stromy, resp. 884 měření pro keře) posloužily pro odhad parametrů modelu (1). Zbývající části souborů (2 254 měření pro stromy, resp. 442 měření pro keře) byly použity pro evaluaci modelu – pro evaluační soubor byly vypočteny předpovědi poškození a ty poté porovnány se skutečně naměřenými hodnotami. Míra shody byla vyčíslena pomocí Kendallova korelačního koeficientu. Výsledky evaluace: model přímé škody (stromy): korelace = 0,35 (dle zvoleného modelu), model pro nepřímé škody (stromy): korelace = cca 0,30 (dle zvoleného modelu), přímé škody (keře): korelace = cca 0,48 (dle zvoleného modelu).

Tab. 1. Seznam charakteristik porostů a prostředí vstupujících do analýzy faktorů ovlivňujících rozsah ovlivnění porostů

Zkrácené označení	Popis porostní proměnné	Jednotka
přímé škody	podíl poškození jedince (obvod báze)	%
nepřímé škody	podíl poškození jedince (koruny)	%
taxon	rod, druh	
biotop	olšina, jasanová olšina, tvrdý luh, vrbina	
tloušťka	obvod ve výčetní výšce	cm
výška	průměrná výška jedince	m
koruna nasazení	výška nasazení koruny	m
koruna průměr	průměr koruny	m
délka sídlení	délka doby osídlení oblasti (2 km od lokality)	rok
poloha teritorium	plocha v rámci stálého teritoria	ano/ne
poloha střed	plocha do vzdálenost cca 200 m od hradu či užívané nory	ano/ne
šířka	šířka vodního toku	m
břeh výška	výška břehu vodního toku	m
sklon	podélný sklon koryta vodního toku	m
členitost	členitost reliéfu (SD v 10m bufferu)	m
antropická vzdálenost	nejmenší vzdálenost k antropické struktuře (stavba, silnice, oplocená zahrada apod.)	m
P_voda	podíl třídy krajinného pokryvu vodní plocha v 50m bufferu (KVES)	%
P_antrop	podíl antropické plochy	%
P_tráva	podíl plochy travních porostů	%
P_les	podíl plochy lesních porostů	%
P_skály	podíl skalnaté plochy	%
P_orná	podíl orné půdy	%

5.2. Predikce citlivosti a změn břehových porostů

Predikce citlivosti porostů, resp. míry jejich ovlivnění, byly zpracovávány zvlášť pro dvě skupiny vodních toků s odlišnými vstupními daty popisujícími břehové porosty. V případě Berounky, Loděnice, Litavky, Rakovnického a Lišanského potoka byla predikce provedena přímo na úsecích převzatých z databáze Povodí Vltavy, státní podnik. V případě povodí Střely a Úslavy byla predikce provedena na úsecích toků dlouhých cca 1 km a upravených kolem vodních nádrží (rybníků).

Data o struktuře a složení břehových porostů vodních toků Berounka, Loděnice, Litavka, Rakovnický a Lišanský potok byla převzata z databáze Povodí Vltavy, státní podnik. Břehové porosty v databázi jsou rozděleny do několika set různě dlouhých relativně homogenních úseků, u kterých je definováno druhové složení stromového patra (občasné zařazení do rodu) a procentuální podíl jednotlivých druhů (rodů). Dále je zachycena přítomnost druhů keřového patra (prezence/absence). Na základě druhových kombinací a terénních charakteristik byly porosty přiřazeny k jednomu ze čtyř definovaných typů biotopů (viz kap. 1.2.).

Pro břehové porosty druhé skupiny vodních toků (a souvisejících nádrží) zahrnujících dílčí povodí Střely a Úslavy (ZABAGED, DIBAVOD), byla v rámci projektu zpracována řízená klasifikace družicových snímků. Data z dálkového průzkumu Země byla pořízena a předzpracována firmou GISAT, s. r. o. Družicové snímky pro povodí Střely (družice SPOT 7, pořízení 19. 7. 2018) a povodí Úslavy (SPOT 6, pořízení 8. 7. 2018) obsahují 4 spektrální pásma (B, G, R, NIR), data byla převedena na prostorové rozlišení s hloubkou 16 bitů v souřadnicovém systému UTM/WGS84. Dále byl spočten normalizovaný diferenční vegetační index (NDVI, Jordan, 1969), hodnocena textura NIR (pixel 3×3, SD). Na základě digitálního modelu reliéfu (5G) byl odvozen průměrný sklon svahů a topografický index vlhkosti (TWI), sloužící k identifikaci stanovišť preferovaných vlhkomilnými dřevinami. Řízená klasifikace proběhla pro obě povodí nad všemi osmi pásmy: 4 spektrální pásma – B, G, R, NIR, 2 odvozené indexy – NDVI a textura NIR a 2 pásma odvozená z reliéfu – průměrný sklon svahů a index TWI. Separabilita byla upravována na základě zobrazení pásem R a NIR. Příslušnost porostů homogenních trénovacích ploch (20 %) vymezených v programu Geomatica 2017 byla ověřena pomocí terénního průzkumu v obou povodích, přesnost klasifikace vycházela pro Střelu 80 % a Úslavu 69 %. Celkem bylo klasifikováno cca 2500 homogenních úseků vodních toků v obou povodích. Pro potřeby predikce (viz preference dřevin kap. 6.1) byly využity dva typy klasifikovaných porostů – bobrem preferované *Salicaceae* (topoly, vrby) a víceméně ignorované olše. Oba typy porostů byly k dispozici v podobě tematického rastru (GeoTIFF) a zpracovány v GIS – data byla extrahována v obalových zónách jednotlivých úseků (podrobněji Barták a kol., 2020). U ostatních typů listnaté vegetace nebylo možno s jistotou určit druhovou (rodovou) příslušnost. Rozdělení na listnaté a jehličnaté porosty bylo použito při specifikaci homogenních úseků porostů, do vlastní predikce však nebylo na základě hodnocení preferencí v povodí Berounky zahrnuto.

Hodnocené faktory prostředí byly pro obě skupiny vodních toků odvozeny pomocí váženého průměru stejným způsobem jako v prvním případě v rámci definovaných úseků či jejich obalových zón (DMR, ZABAGED) v prostředí GIS.

Pro každou ze dvou skupin vodních toků byl na základě seznamu prediktorů (pro obě skupiny je seznam odlišný, pro povodí Střely a Úslavy jsou k dispozici jen podíly vrbovitých dřevin a olší v břehových porostech) vypracována série všech kombinatoricky možných modelů. Tyto modely byly následně uspořádány podle hodnoty Akaikeho informačního kritéria, přičemž pro tvorbu predikcí byly vybrány modely s nejmenšími hodnotami kritéria.

Základním výstupem při tvorbě predikcí dle modelu (1) jsou pravděpodobnosti výskytu každého ze šesti možných stupňů poškození (0 až 5) v jednotlivých porostech. Na jejich základě byly pro účely prezentace výsledků mapovou formou vypočteny očekávané stupně poškození porostů jako

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=0}^5 D_i}{6},$$

kde D_i jsou pravděpodobnosti jednotlivých stupňů poškození daného porostu.

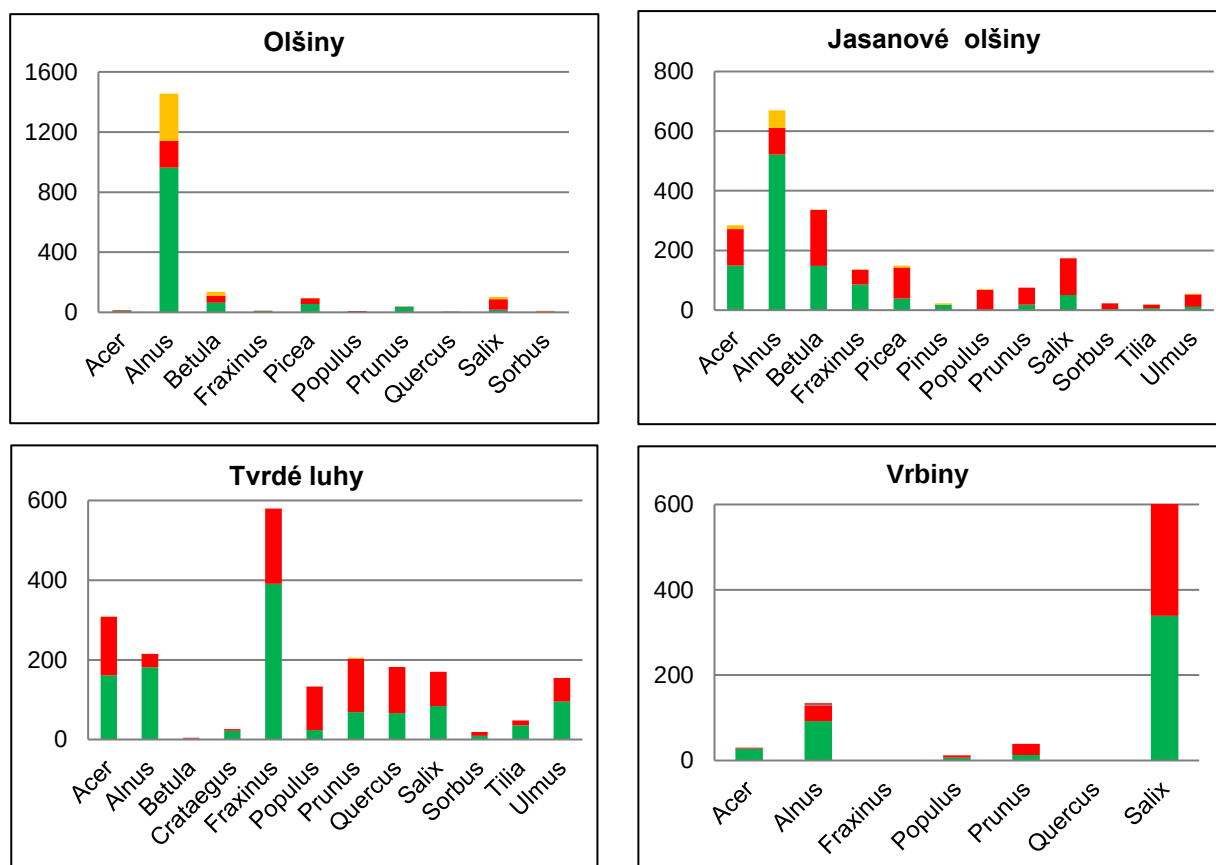
Změny ve složení a struktuře břehových porostů pak byly zjišťovány detailní analýzou dat, zejména pak o potravních preferencích, vývoji složení porostů během dlouhodobého pobytu bobra na lokalitách, vývoji poškození jednotlivých věkových tříd, vazbou poškození na environmentální proměnné, závislosti šíření patogenů na změně podmínek a podobně. Na druhou stranu data celé řady proměnných, které mohou ovlivňovat postupné osídlování vodních toků a jejich porostů a změny, které v nich nastanou, se nepodařilo získat, nejsou přítomna v databázích a ani nebyla hodnocena. Jednou z takových proměnných je např. pokryvnost porostů. Výzkum byl primárně zaměřen na vývoj porostů s vysokou (prakticky 100%) pokryvností, a proto výsledné predikce a interpretace výsledků na porosty s nízkou pokryvností je zapotřebí brát s jistou opatrností.

6. Výsledky

Detailní analýza dat proběhla a byla publikována v metodice (Zýka a kol., 2021), pro potřeby tvorby mapového podkladu jsou zde uvedeny jen části, které se přímo vztahují k této problematice. Analýza dat ukázala, že jakkoliv je bobr evropský potravní oportunist a je značně tolerantní k faktorům prostředí, existuje celá řada proměnných, které jeho aktivity ovlivňují, mají tedy zprostředkovaný vliv i na jím obývané prostředí a břehové porosty a je možno je využít v prediktivním modelování.

6.1. Analýza dat a příprava modelů

Z terénního šetření provedeného v rámci projektu vyplývá, že bobr obsazuje všechny čtyři rozlišené biotopy či jim složením odpovídající typy porostů, ovlivňuje je však různou měrou a různým způsobem. Co se týče okusu, signifikantně nejvíce jsou ovlivňovány jasanové olšiny a vrbiny, tvrdé luhy poněkud méně (u tvrdých luhů lze ovšem předpokládat, že je tento výsledek částečně ovlivněn pozdním obsazováním tohoto biotopu). Nejméně jsou ovlivněny olšiny, které jsou naopak jako jediné významně poškozovány v důsledku zaplavení. Ploché tvary reliéfu v horních částech povodí a s malými vodními toky osídluje častěji olše, které jsou velmi citlivé vůči změnám hladiny vody a po vybudování hrází a vzdutí hladiny vody rychle odumřou. Navíc se v rámci průzkumu potvrdilo, že bobr v rámci budování hrází a lagun vytváří rovněž biotop vhodný pro plíseň olšovou, která se zde prokazatelně častěji vyskytuje. Detailní přehled poškození významných taxonů dřevin v rámci biotopů je na obr. 5.



Obr. 5. Poškození hlavních taxonů dřevin bobrem evropským podle biotopů (zelená – nepoškozeno, červená – přímé poškození, oranžová – nepřímé poškození/zaplavení)

Co se týče potravních preferencí, bylo identifikováno 6 homogenních skupin taxonů stromovitých dřevin podle rozsahu okusu. Některé taxony byly konzumovány pravidelně a ve velkém rozsahu, jiné spíše výjimečně a v rozsahu malém. Některé taxony byly preferovány a konzumovány hned po příchodu bobra na lokalitu, další až v pozdějších fázích pobytu. Výrazně se rovněž lišily preference dřevin dle přítomných věkových tříd. Jednoznačně nejvíce preferovanou dřevinou byly topoly (*Populus* spp., v zájmovém území nejčastěji t. osika a t. kanadský). V další řadě byly konzumovány taxony jeřáb (*Salix* spp.), dub (*Quercus* spp.), vrba (*Salix* spp.) a smrk (*Picea* spp.), nejméně či naposledy pak lípy (*Tilia* spp.), jasaný (*Fraxinus* spp.), olše (*Alnus* spp.) a hlohy (*Crateagus* spp.). V případě hodnocení křovin byly opět zjištěny průkazné rozdíly ($p < 0,05$) v jejich preferenci. Mezi vysoce preferované patřily svída krvavá (*Swida sanguinea*), všechny taxony vrb a líska obecná (*Corylus* spp.). Ostatní taxony křovin byly vyhledávány signifikantně méně (střemcha obecná *Prunus padus*, rybíz *Ribes* spp., krušina olšová *Frangula alnus*, slivoň trnka *Prunus spinosa*, bez černý (a bez hroznatý) *Sambucus* spp., brslen evropský *Euonymus europaeus*, růže šípová *Rosa canina* a kalina obecná *Viburnum opulus* (tab. 2).

Mezi další proměnné, které ovlivnily svým nárůstem (+) nebo poklesem (-) rozsah poškození dřevin a biotopů, patřily následující: typ biotopu, průměr dřeviny (-), délka osídlení bobrem evropským (+), poloha ve středu či alespoň uvnitř teritoria (+), výška břehu (+), šířka toku (+), podélný sklon koryta (-), podíl travnaté plochy v okolí (+), podíl vodních ploch v okolí (+), podíl lesních ploch v okolí (+),

Na základě identifikovaných proměnných ovlivňující stav porostů a nabídky proměnných v zájmových predikovaných povodích a tocích byly vytvořeny dvě série modelů (zvlášť pro Berounku, Loděnici, Litavku a Rakovnický a Lišanský potok a zvlášť pro povodí Střely a Úslavy; tab. 3), z nichž byly vybrány dva s nejvyšší vysvětlující silou (tab. 4), s jejich pomocí pak spočteny hodnoty predikovaného poškození (citlivosti) pro jednotlivé úseky obou oblastí, které nakonec byly vizualizovány v mapě.

[illegible]

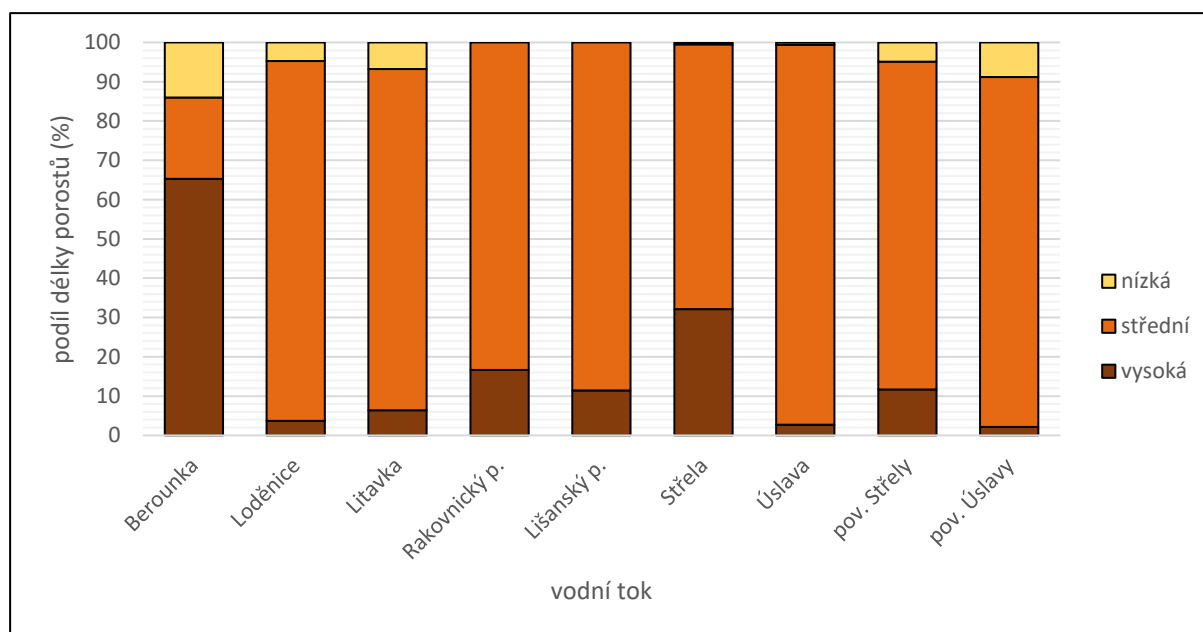
Tab. 3. Výsledné prediktivní modely pro oblast Berounky (Berounka, Loděnice, Litavka, Rakovnický a Lišanský potok) a pro povodí Střely a Úslavy.

Berounka a další toky			
	Value	Std. Error	t value
klasifikace_olšina	-5.647e-01	0.112759	-5.00823
klasifikace_tvrdé luhy	-8.858e-01	0.118768	-7.45790
klasifikace_vrbiny	-1.101e+00	0.144850	-7.60350
P_les	2.570e-01	0.536808	0.47871
P_trava	9.312e-01	0.505675	1.84155
P_voda	8.227e-01	0.519227	1.58440
podel_skl	-1.206e+01	4.072932	-2.96034
sirka_toku	-7.586e-05	0.002383	-0.03184
vyska_breh	9.839e-01	0.170034	5.78668
rod_Acer	1.464e+00	0.631606	2.31868
rod_Alnus	3.525e-02	0.632673	0.05572
rod_Betula	1.473e+00	0.639106	2.30502
rod_Fraxinus	9.543e-01	0.630584	1.51330
rod_Picea	2.063e+00	0.646307	3.19235
rod_Populus	3.493e+00	0.653563	5.34413
rod_Quercus	2.405e+00	0.647553	3.71435
rod_Salix	2.135e+00	0.631973	3.37817
rod_Ulmus	1.769e+00	0.645122	2.74205
rod_Sorbus	2.538e+00	0.696522	3.64382
rod_Tilia	1.473e+00	0.711762	2.06914
rod_OSTATNI	1.968e+00	0.634668	3.10070
Residual Deviance: 8287.403			
AIC: 8339.403			
Střela a Úslava			
	Value	Std. Error	t value
rod_Salix	0.1786928	0.0870917	2.052
rod_Alnus	-1.6468531	0.0881292	-18.687
P_trava	0.3754851	0.1410873	2.661
P_voda	0.6673146	0.1624683	4.107
antrop_vzd	0.0003193	0.0001319	2.421
vyska_breh	0.6344132	0.1365127	4.647
Residual Deviance: 8622.681			
AIC: 8644.681			

6.3. Predikce citlivosti břehových porostů

Potenciální citlivost břehových porostů vodních toků vůči okusu bobra evropského byla spočtena pro dílčí úseky vodních toků Berounka (oba břehy), Loděnice, Litavka, Rakovnický p. a Lišanský p., Střela a Úslava a dále pro vodní toky hrubého členění (DIBAVOD) v povodí Střely a Úslavy. Potenciální citlivost odpovídá hodnotám poškození porostů v rámci rozpětí hodnot 0–5 (0: nepoškozeno, 5: zcela zlikvidováno), hodnoceným v terénní části práce. Pro přehlednost byly výsledné hodnoty rozděleny do tří intervalů (s pomocí funkce hledající v datech přirozené intervaly). Hranice byly zaokrouhleny na hodnotách 1,2 a 2 (či 1,9 v případě povodí Střely a Úslavy). Porosty s predikovanou citlivostí nižší než 1,2 jsou nejvíce odolné vůči působení bobra (často v důsledku nevhodného složení stromového patra),

porosty s predikovanou citlivostí v rozmezí 1,2 a 2 (1,9) jsou hodnoceny jako středně odolné a porosty s predikovanou citlivostí vyšší jako vysoce citlivé vůči působení bobra. V grafických výstupech (obr. 6–9) je tato citlivost vyjádřena v odstínech – porosty světlé jsou nejvíce odolné, a naopak nejtmavším odstínem je vyjádřena potenciální citlivost nejvyšší. Velmi přibližně lze rozsah popisovaného poškození opsat tak, že např. při stupni 2 (na stupnici 0–5, což je přibližně hranice střední a vysoké citlivosti porostů) z daného porostu bobr odstraní 40 % dřevin (anebo každou dřevinu okouše ze 40 %).

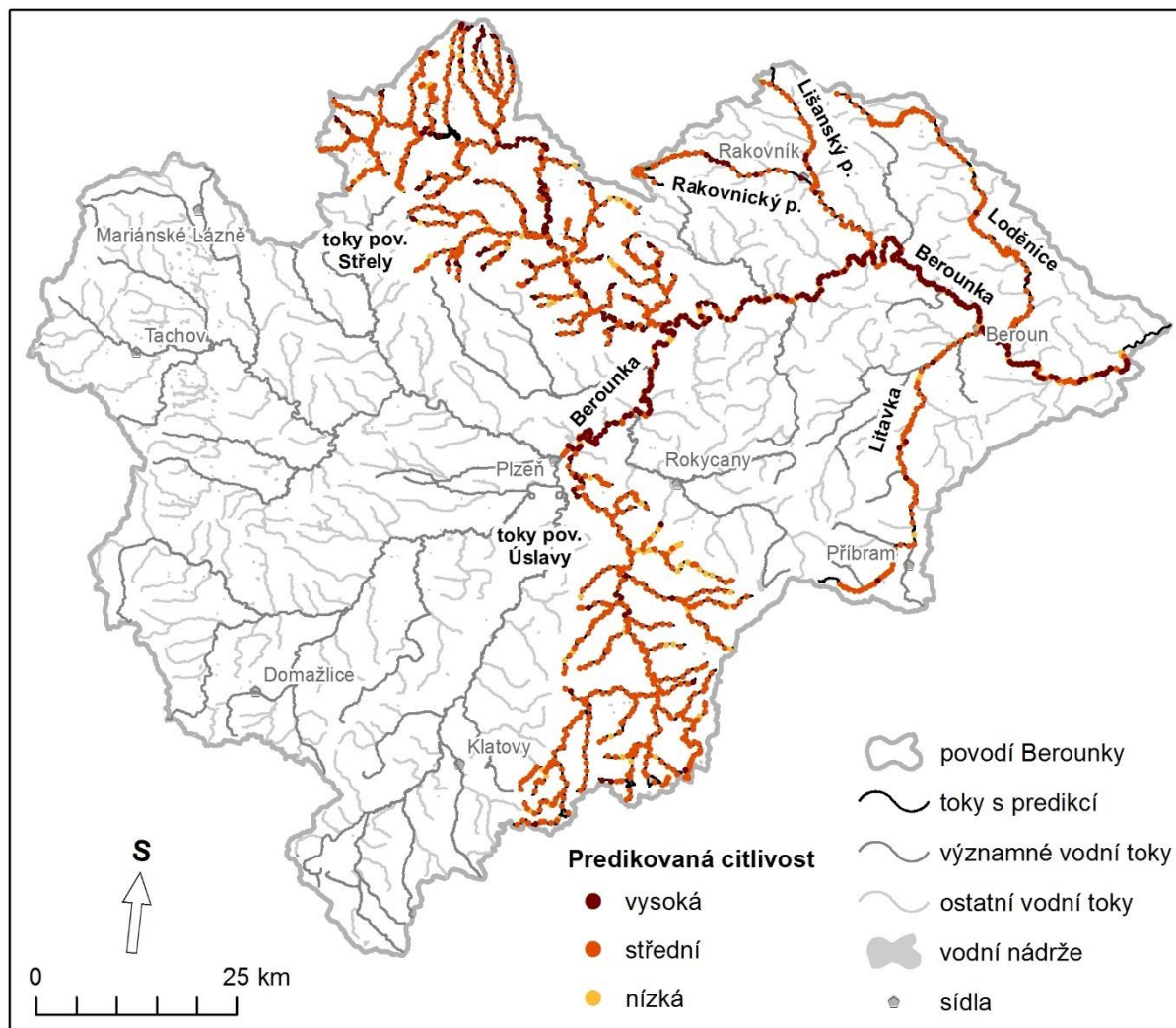


Obr. 6. Predikovaná citlivost břehových porostů vodních toků vůči okusu bobrem v povodí Berounky. Citlivost porostů je vyjádřena odstínem. (Pozn.: V grafu nejsou vyjádřeny nepřímé škody způsobené např. zaplavením).

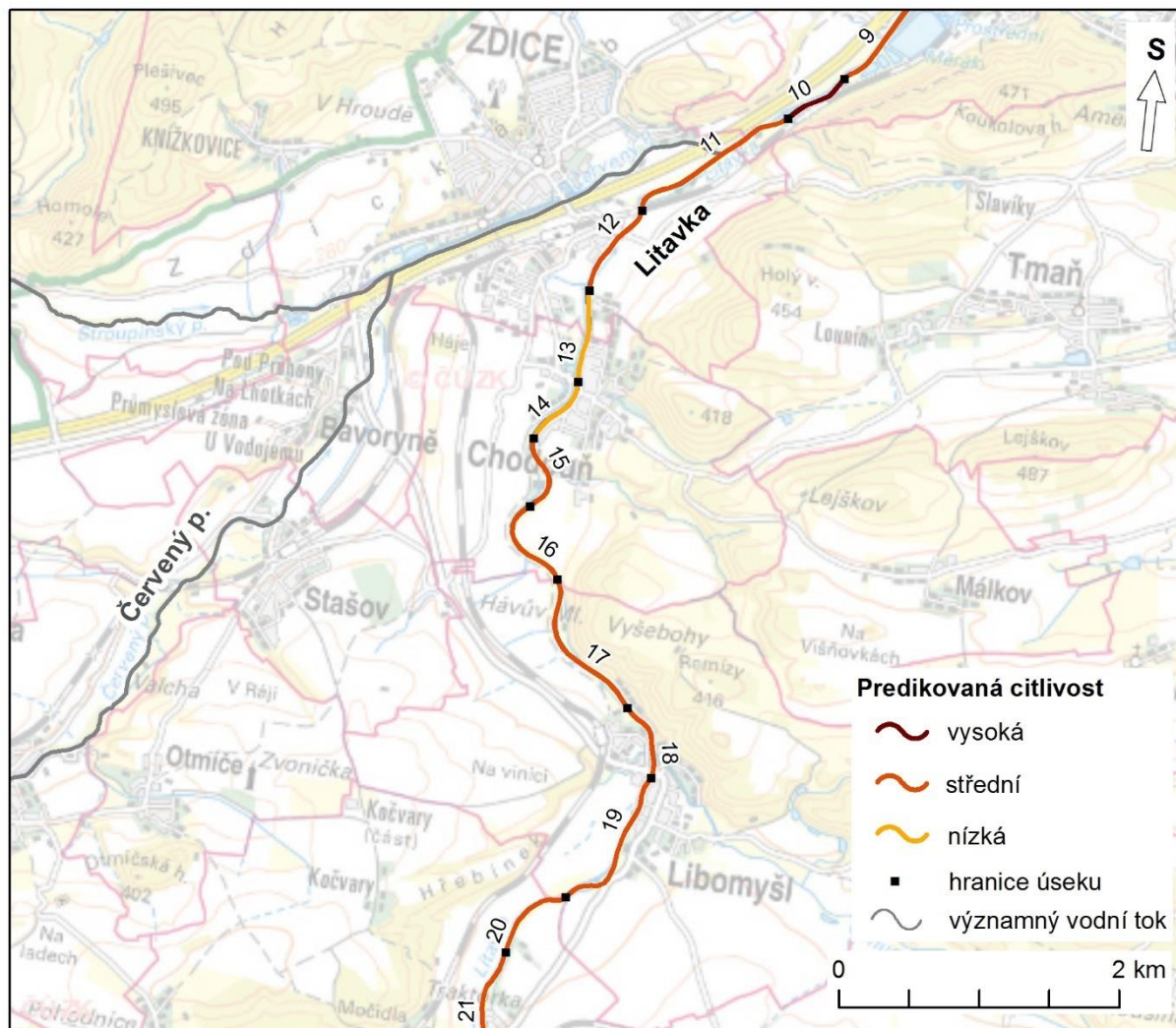
V rámci celé hodnocené oblasti je v kategorii nejvyšší citlivosti 19 % břehových porostů, v kategorii střední citlivosti 73 % porostů a v kategorii citlivosti nejmenší 8 % porostů. Tyto hodnoty odpovídají obecné představě, že podstatná část povodí Berounky i Česka může být více či méně trvale bobrem osídlena. Největší podíl potenciálně velmi citlivých porostů je na Berounce (65 %), kde je zároveň nejvyšší podíl biotopů břehových porostů s nejvíce preferovanými dřevinami (tvrdé luhy, vrbiny; obr. 6). Druhý výrazněji rizikový tok je Střela, zatímco na všech ostatních tocích je podíl nejvíce citlivých porostů velmi malý – pohybuje se v řádu procent, nejméně v povodí Úslavy (2 %), nejvýše na Rakovnickém potoce (17 %). Celkově však lze očekávat větší či menší změny v břehových porostech na převážné části hodnocené sítě vodních toků. Z hlediska vhodnosti stanovišť a biotopů (vyjádřené zde citlivostí) lze předpokládat, že nejstabilnější populace bobra se pravděpodobně ustaví na Berounce a na dalších úsecích toků s vyhledávanými porosty (např. Střela). Naopak ve vyšších partiích povodí na tocích s méně citlivými, a tedy i úživnými porosty, v členitějším reliéfu, v lesnatých (smrkové lesy) oblastech, jako je např. povodí Kornatického potoka odvodňující západní svahy Brd (obr. 7), může populace bobra být řidší a více fluktuovat v závislosti na dostupnosti potravních zdrojů.

V celkovém pohledu nejvíce citlivé porosty jsou v nižších partiích povodí, nejméně citlivé pak v partiích vyšších, členitějších a lesnatějších, rozhodující je často složení břehových porostů – na jednu stranu preferovaných taxonů, na druhou stranu olše (viz předchozí kapitola), menší význam mají faktory prostředí jako je např. výška břehu (ta ovlivňuje jak biotop, tak např. možnosti budování vhodných úkrytů). Největší heterogenita v citlivosti porostů byla rovněž zjištěna na Berounce, což vzhledem k pestrosti toku a břehových porostů není překvapující. Mezi nejméně ohrožené porosty zde patří vrby (zpravidla K1). Vrby jsou sice bobrem velmi preferovaným rodem dřeviny, avšak poměrně dobře regenerují a zmlazují, což je klíčové pro stabilitu biotopu. Naopak více citlivé jsou zpravidla tvrdé luhy a jasanové olšiny, ty však, prozatím, nejsou příliš osidlovány a ani potravně využívány. Podobně heterogenní jsou některé pasáže Střely. Naopak jiné toky s podobnými morfologickými charakteristikami (dolní tok Loděnice) jsou vzhledem ke složení porostů s převažující olší jednak méně citlivé a jednak v potenciální citlivosti relativně homogenní (obr. 7). Významný efekt vodních ploch je v tomto ohledu minimální, můžeme jej vysledovat zejména tam, kde došlo k úpravě složení břehových porostů, např. kde spontánně nalétly nebo byly uměle dosazovány příměsi preferovaných dřevin (Žlutice). Podobně jsou také citlivější vybrané pasáže břehových porostů s dosadbou těchto dřevin mimo přirozený areál tvrdých luhů (intravilány a okolí obcí, hráze).

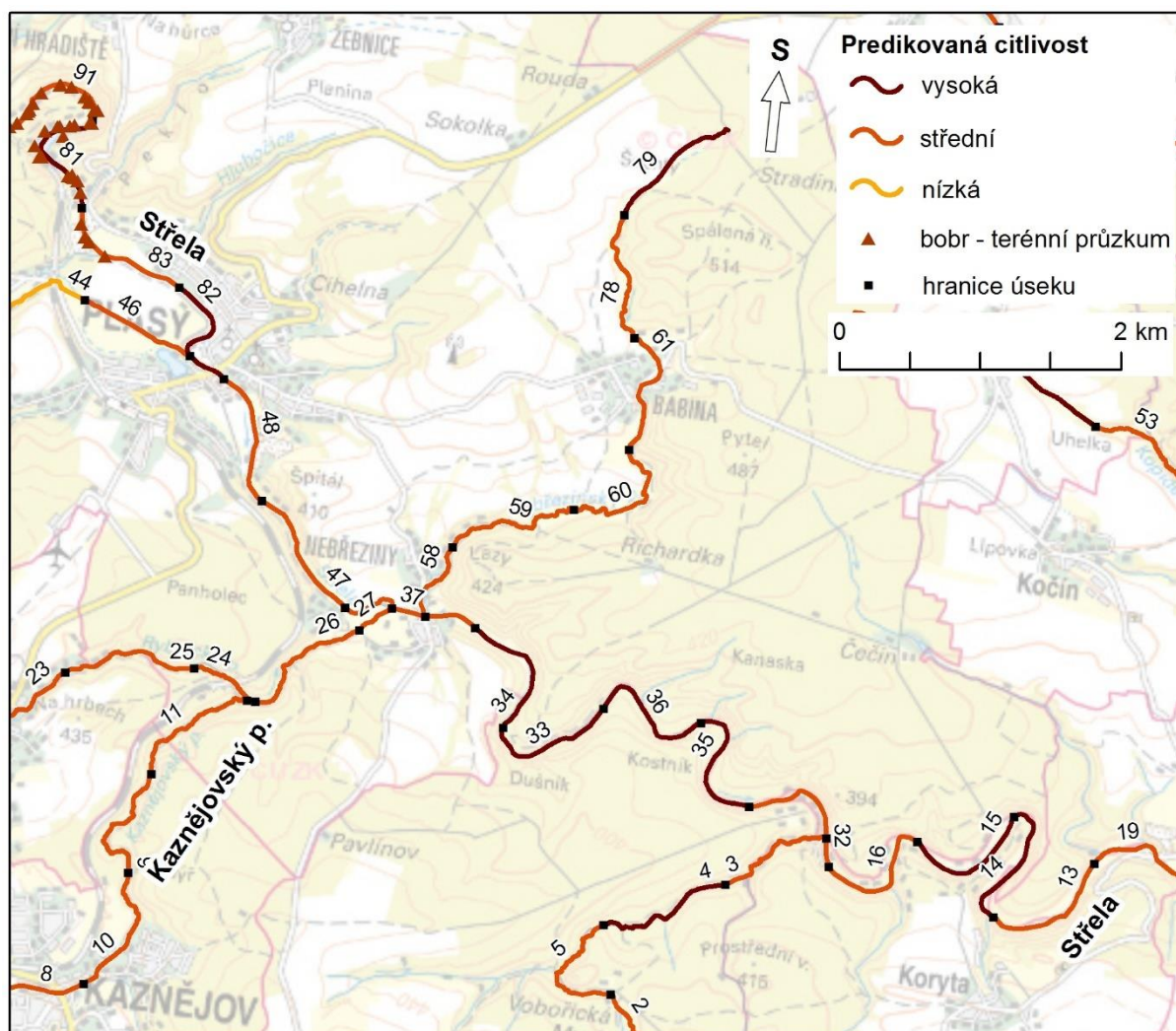
Celkový přehled hodnocených vodních toků a povodí je uveden na obrázku 7. Detailní výseče z obou dílčích modelů (Litavka nad Zdicemi, Střela u Plas), kde je zároveň obecně vysoká pravděpodobnost šíření bobra, či kde se bobe již vyskytuje (Barták a kol., 2020), jsou prezentovány na obr. 8 a 9. Rozdíly v citlivosti porostů obou modelovaných oblastí a její heterogenitě mj. odpovídají i míře antropogenizace krajiny obou oblastí.



Obr. 7. Predikce citlivosti břehových porostů vůči aktivitám bobra evropského na vybraných vodních tocích povodí Berounky. Úseky vodních toků jsou pro přehlednost vyjádřeny body. Souhrnná mapa ve formátu A3 je v příloze tohoto dokumentu a také k prohlížení na webu: speclab.cz/projekty/tacr-bobr/. Pozn.: Data pochází z databáze Povodí Vltavy, státní podnik, z databáze DIBAVOD (VÚV TGM) a z databáze ZABAGED (ČÚZK, 2017)



Obr. 8. Detailní pohled na rozložení predikované citlivosti břehových porostů na Litavce v jednotlivých úsecích toku (očíslováno). Pozn.: Podkladová mapa je Základní mapa ČR (ČÚZK)



Obr. 9. Detailní pohled na rozložení predikované citlivosti břehových porostů na Střele v jednotlivých úsecích toku (očíslováno). Pozn.: Podkladová mapa je Základní mapa ČR (ČÚZK)

6.4. Vývoj osídlených biotopů

Vývoj osídlených biotopů v čase byl popsán na základě porovnání stavu porostů stromů a keřů na lokalitách s mladým a starým osídlením bobra, kdy bylo analyzováno zejména druhové složení, poškození jednotlivých taxonů a dendrometrické parametry vybraných hojných taxonů dřevin a další proměnné (viz kap. 6.1.). Vývoj je popsán v následujících kapitolách podle jednotlivých biotopů, některá z podkladových dat jsou prezentována v příloze metodiky péče (Zýka a kol., 2021), která se na nich v mnoha příkladech zakládá a odvolává se na ně.

6.4.1. Olšiny

Do této skupiny biotopů byly zařazeny mokřadní olšiny (L1) a (původně často náletové) porosty s dominantní olší na drobných vodních tocích často ve vyšších polohách. Lze sem rovněž zařadit olšiny olše šedé (L2.1), ty se ovšem v zájmovém území prakticky nevyskytují. Z praktického hlediska sem patří i doposud vídané monokulturní přirozeně či uměle vzniklé liniové porosty olší ve volné krajině

a degradované a monokulturní lesní porosty olší na stanovištích jasanových olšin. Typické porosty biotopu se nacházejí na drobných vodních tocích ve vyšších polohách povodí, anebo v zamokřených depresích, výtopách rybníků, pod hrázemi rybníků atp. Dominantní dřevinou je olše lepkavá, dále jsou pravidelně přítomny ve stromovém patře vrba křehká a bříza bělokorá, někdy je ve větší míře přimísen smrk ztepilý. Ve vyšších nadmořských výškách se může objevit olše šedá (případně je i splavována níže), může se objevit i bříza pýřitá. V keřovém patru je hojně přítomna krušina olšová, střemcha obecná, a bezy, na světlých místech je někdy hojnější vrba křehká a vrba ušatá.

Obecně se jedná o nejméně citlivý biotop z pohledu potravních nároků bobra – všechny hlavní dřeviny biotopu (tj. olše a krušina olšová) jsou z valné části ignorovány. Biotop bývá trvaleji osidlován zejména v souvislosti s vysokou dostupností vody (výtopy, mokřady atp.), a proto i mnohdy dostatečnou ochranou sídla, ale pouze tehdy, pokud se nachází v mozaice s dalším biotopem (nejčastěji vrbinami) nebo je v dosahu dostatečný zdroj jiné potravy. Biotop (L1) je specificky velmi citlivý vůči zaplavení, na které olše reagují rychlým úhynem, což se týká zejména vzrostlých jedinců (jedinci do průměru cca 10 cm ve výčetní výšce nejsou vůči změně poměrů tak citlivé). Dalším specifickým problémem souvisejícím s tvorbou lagun je vytváření vhodného prostředí pro plíseň olšovou, která se v tomto prostředí podstatně více šíří a poškozuje olše. Monokulturní výsadby či nálety olší na proudných úsecích jsou obecně málo citlivé a mnohdy ani nejsou bobrem trvale osidlovány, nebo jsou poměrně rychle opouštěny.

Ve stromovém a keřovém patře dochází po příchodu bobra k rychlému úbytku vrb, dílčímu úbytku (tenkých) bříz a k loupání smrků. V pozdních fázích osídlení vrby prakticky mizí a výrazně jsou ovlivněny smrky a břízy. Co se týče olší, jsou nejprve odstraňovány olše nejmenších průměrů, při dlouhodobém osídlení max. do cca 20 a výjimečně i více cm v průměru (poškození druhu se v dlouhodobé perspektivě prakticky nemění). Stromy větších průměrů nejsou přímým okusem téměř poškozovány. Z keřového patra rychle ubývají vrby, dílem jsou využívány i střemchy. Okus krušiny a bezů je minimální i při dlouhodobém osídlení. Podíl i pokryvnost krušiny se může dlouhodobě zvyšovat. Stanoviště biotopu jsou často z potravního hlediska rychle využita a dochází k jejich opouštění.

6.4.2. Jasanovo-olšové luhy

Do této skupiny biotopů byly zařazeny potočiny (jasanové olšiny), javoro-jasanové olšiny (L2.2) a druhově ochuzené porosty na místech tvrdých luhů, často s vyšším podílem (náletové) olše nebo břízy a bez přítomnosti (nebo jen s ojedinělými exempláři) dubu letního a topolu kanadského (a t. černého) a nejvýše jen s malou příměsí jilmu vazu. Byly sem zařazeny i sekundárně (na opuštěných loukách) náletem vzniklé porosty odpovídajícího druhového složení nebo případně s vysokým podílem břízy bělokoré v oblasti Českého lesa, které byly opuštěny po vysídlení původního obyvatelstva. Rovněž sem mohou být zařazeny úzké liniové porosty na konkávních meandrech Berounky, do kterých pronikají dřeviny navazujících lesních porostů (zejména dubohabřin atp.), případně zde mohou i dominovat. Jedná

se o poměrně pestrý biotop s původně dosti vysokou druhovou vyrovnaností dřevin. Dominantními dřevinami jsou olše lepkavá, javor (obvykle klen), bříza bělokorá, lokálně je velmi hojný jasan. V nižších polohách se může objevovat dub letní a další dřeviny. Významnou příměs může být lokálně tvořena vrbou křehkou a ve vyšších polohách smrkem ztepilým. Keřové patro je poměrně pestré, dominantní je krušina olšová a líska obecná, hojné jsou bezy, střemcha obecná a vrby (v. křehká, v. ušatá, v. popelavá, v. jíva a v. purpurová), v nižších polohách mohou být přimíseny další, teplomilnější, druhy.

Jasanovo-olšové luhy jsou vysoce citlivý a na určitém typu stanovišť (vyšší břehy, méně proudné úseky) bobrem preferovaný biotop, hodnoceny však byly porosty většinou ve vyšších partiích povodí (Český les; na dolních tocích biotop zpravidla teprve je či bude osidlován), tudíž výsledky nemusí být zcela reprezentativní. Biotop je obvykle hojně osídlen, zejména pokud existuje v mozaice s vrbovými křovinami, anebo má pestřejší složení s vyšším podílem preferovaných a malým podílem méně vyhledávaných (olše, bříza, smrk) dřevin, a je na stanovišti s vyššími břehy a s menším podélným sklonem, případně je širší nebo na něj navazují doprovodné porosty. Na drobnějších vodních tocích mohou být budovány hráze, laguny jsou však vzhledem k terénu často prostorově omezené.

Ve stromovém patře s příchodem bobra dochází nejdříve k plošné redukci osik a příměsí dalších topolů a dubu letního (pokud jsou přítomny). Na počátku osídlení jsou rovněž, nicméně v menším rozsahu, využívány jeřáb, vrba, jilm (horský), lípa a jsou loupány příměsí smrku (obvykle přítomen ve vyšších partiích povodí či v zahloubených údolích na tocích níže položených). V pozdějších fázích osídlení dochází k většímu okusu taxonů dalších (bříza, javor, jasan). Na relativně malý okus jasanu bobrem může mít vliv napadení voskovičkou jasanovou. Olše a hlohy jsou využívány zcela minimálně i při dlouhodobém osídlení. V keřovém patře je od počátku osídlení silně preferována zejména líska a vrba jíva, v. popelavá a další vrby. Preference se v průběhu osídlení nemění a postupně narůstá redukce všech preferovaných i méně oblíbených druhů, minimální okus je pouze u taxonů ignorovaných (bezy, krušina, trnka, růže), méně využívány jsou rovněž hlohy a střemchy. Celkově je tento biotop vystaven značné nivelizaci jak ve stromovém, tak keřovém patru. Lze očekávat zjednodušení struktury a redukci rozlohy a zápoje stromového patra, redukci diverzity a snižování početnosti populací řady preferovaných (či vůči patogenům citlivých) taxonů dřevin a křovin. Lze očekávat nárůst podílu břízy a střemchy, případně olše (na vodních tocích bez přítomnosti plísňe olšové). Vývoj v keřovém patru bude závislý na pokryvnosti vrb. V chudých úsecích (vyšší polohy) lze očekávat větší rozvoj střemchy, krušiny a bezů atp. Na bohatších náplavech větších vodních toků lze předpokládat spíše rozvoj střemchy, trnky, hlohů a růží.

6.4.3. Tvrdé luhy

Do této skupiny biotopů lze zařadit jak typické tvrdé luhy (L2.3), tak mozaiky s luhy měkkými, druhově bohaté porosty s dominancí jasanu ztepilého, s dubem letním a topolem kanadským na rozhraní s jasanovými olšinami (Plzeňsko) a kulturní porosty s vysokým podílem dubu letního a topolu

kanadského a porosty v oblastech tvrdých luhů s výrazným zastoupením jilmu vazy (i přes případné malé zastoupení či absenci dubu a topolu). Dále lze do této skupiny přiřadit na základě druhového složení i umělé porosty s dominancí topolu kanadského, které lze stále v krajině nalézt, umělé výsadby s vyšším zastoupením dubu, lípy a topolu lokalizované často v intravilánech obcí či v jejich dosahu, výsadby na hrázích a březích rybníků (i mimo přirozený areál biotopu), druhově bohatší porosty s vyšším podílem náletového topolu osiky a podobně. V typickém případě se jedná o velmi pestrý biotop s původně obecnou dominancí jasanu a lokální javoru či jilmu vazy případně topolu a původně i s poměrně vysokou vyrovnaností dřevin. Dominantními dřevinami jsou dnes jasan ztepilý, javor (mléč, klen), topol, střemcha, dub letní, vrba křehká, jilm vaz a místy lípy. Podíl olše je dosti malý, bříza bělokorá se prakticky nevyskytuje. Keřové patro je velmi pestré, dominantní je brslen evropský, hojně jsou zastoupeny bez černý, střemcha, hlohy, růže šípková, některé vrby, líska obecná a svída krvavá, vyskytuje se ale celá plejáda dalších taxonů.

Citlivý a vzhledem k charakteru vodních toků (malý podélný sklon, vysoké hlinité břehy, hlubší vodní tok) poměrně silně preferovaný biotop v nejnižších a rovinatých polohách povodí (Plzeňsko; omezeně i jinde). Biotop má tendenci být hojně osídlen a využíván zejména v případě mozaiky s vrbovými křovinami, kde mohou být vzhledem k lepší ochraně a stabilitě břehu častěji budována obydlí. Dvě klíčové dřeviny biotopu – dub letní a topol černý (t. kanadský) jsou nejvíce preferovanými dřevinami. Přesto se porosty tvrdého luhu zdají být prozatím stabilnější než porosty jasanových olšin, příčinou však může být celkově kratší doba osídlení biotopu ve srovnání s jasanovými olšinami, ale i menší vliv nepůvodních patogenů.

Ve stromovém patře je od začátku pobytu bobra plošně využívána většina přítomných taxonů dřevin, v největší míře samozřejmě topol, dub a vrba křehká, nejméně olše lepkavá, kdy jsou z porostu odebírány zejména nejtenčí exempláře či výmladky. Preference mladších dřevin je v biotopu velmi nápadná s výjimkou nejvíce preferovaných taxonů (topol, dub), kde jsou okusovány i káceny největší exempláře. V průběhu osídlení se plošně zvyšuje poškození všech zmíněných dřevin, topoly rychle mizí, početnost dubu je rovněž velmi snížena. Nejméně jsou ovlivněny populace jilmu vazy, javorů, jasanu, lípy a zejména olše, většina těchto taxonů je však ohrožována invazními patogeny, zejména je to dnes problém u stále ještě dominantního jasanu. Příčinou relativně malého okusu lípy a jilmu je pravděpodobně silná borka (lípa) a nepříjemný obrost větví bází kmenů silnějších jedinců vazy což v současné (prakticky iniciální) fázi obsazování porostů může mít jistý význam. Příčinou tohoto zjištění může být však relativně nedávné osídlení biotopu v nižších partiích povodí, kdy je spíše patrný úbytek více preferovaných dřevin. V keřovém patře je od počátku osídlení preferována zejména líska, keřové vrby (v. křehká, v. trojmužná, v. jíva aj.) a svída krvavá, dílem rovněž střemcha. Později jsou rovněž do jisté míry využívány hlohy a rybíz alpský, v malé míře taky bez černý a krušina olšová. Minimálně či vůbec nejsou využívány růže šípková, trnka a zejména dominantní brslen.

Celkově je tento biotop vystaven rovněž významné nivelizaci s tím, že počty druhů klesají a klesá i druhová vyrovnanost. Proces probíhá ve stromovém i keřovém patře, keřové patro se zdá být ovlivňováno relativně více (větší počet zjevně preferovaných druhů než např. v jasanových olšinách).

Lze očekávat změny struktury a redukci rozlohy a zápoje stromového patra podobně jako u jasanových olšin, redukci diverzity a snižování početnosti populací hlavních preferovaných (či vůči patogenům citlivých) taxonů dřevin a křovin. Lze očekávat dílčí nivelizaci, zejména však úbytek jedinců mladších věkových tříd a tedy budoucí problémy při obnově porostů a zejména při obnově nejvyššího stromového patra. V keřovém patru je značná část taxonů bobrem preferována, lze očekávat zvyšování podílu málo využívaných taxonů jako je zejména brslen, trnka, růže a dílem i hlohy. Podíl vrby pravděpodobně může zprvu v zapojených porostech (vyšší zástin) i klesat, populace snad s výjimkou vrby křehké mohou být významně redukovány.

6.4.4. Vrbiny

Do tohoto typu biotopů lze zařadit všechny biotopy a porosty s dominujícími vrbami, které jsou jednou z nejvíce preferovaných dřevin, lze sem zařadit tedy mokřadní vrbiny (K1), vrbové křoviny hlinitých náplavů (K2.1), a měkké luhy (K2.4) a porosty dřevin se složením odpovídajícím těmto biotopům (nejčastěji výsadby či nálety vrby křehké). Biotop se často vyskytuje v mozaice s dalším biotopy buď ve formě drobných křovin v souvisejících depresích, na jesebních březích nebo v úzkých liniích při břehu, na něž pak navazují porosty jasanových olšin, tvrdých luhů, dubohabřin, místy i suťových lesů atp. Dominantní dřevinou stromového patra je vrba křehká (v nejnižší části povodí vrba bílá), dále je místy silněji zastoupena olše lepkavá. V keřovém patře dominují vrby (v. popelavá, v. trojmužná, v. nachová, v. košíkářská a v. ušatá) a ve větším podílu jsou přítomny ještě bez černý, hlohy, střemcha a trnka.

Jedná se o méně citlivý, mnohdy dobře regenerující a zároveň preferovaný biotop. Biotop je obvykle vyhledáván jako první na nově osidlovaném toku (jako nyní např. na dolní Berounce), je obvykle hojně a dlouhodobě osídlen a díky špatné prostupnosti poskytuje i dobrou ochranu pro bobří sídla.

Většina potravních požadavků bývá obvykle uspokojována v keřovém patře zejména v prvních fázích osídlení, impakt bobra závisí na pokryvnosti a rozsahu biotopu, v některých případech může být úživnost stanoviště velmi vysoká a potravní nároky uspokojovány po řadu let od osídlení. Preferovány jsou všechny vrby (zejména ale v. křehká, v. popelavá), z dominant keřového patra jsou méně využívány či téměř ignorovány bez černý, trnka, hlohy, ty se ale vyskytují pouze okrajově. Prakticky ignorovány jsou kalina, brslen, růže, pokud se vyskytují. S příchodem bobra dochází k pozvolnější redukci vrby ve stromovém patře – v případě nedostatečné pokryvnosti keřového patra či jeho zvýšené redukci je stromové patro značně a někdy i velmi rychle redukováno. Pokud se na stanovišti vyskytují olše, jsou většinou preferovány nejmladší jedinci a výmladky (do cca 10 cm průměru ve výčetní výšce), starší jedinci jsou v drtivé většině ignorovány (v důsledku změny vodních poměrů však hrozí šíření plísňe olšové a navazující škody).

7. Aplikace výsledků v praxi

Hlavním cílem předložené Mapy je doplnit ostatní výstupy projektu Péče o břehové porosty v prostředí s přítomností bobra evropského TAČR TH03030069 (metodika péče o břehové porosty a mapa předpokládaného šíření bobra evropského). Hlavním cílem projektu je najít soulad mezi trvalou přítomností bobra evropského a udržením funkčních břehových porostů vodních toků a navrhnout možná dlouhodobá udržitelná řešení v péči o břehové porosty.

Hlavním výsledkem Mapy je predikce citlivosti břehových porostů vybraných (dosud slabě osídlených) toků v povodí Berounky vůči vlivu bobra evropského. Výslednou mapu ve formátu A3 si lze prohlédnout v příloze tohoto dokumentu a v mapovém prohlížeči na webu: speclab.cz/projekty/tacr-bobr/ (kde je ve formě PDF také volně k dispozici tato publikace). Na základě smlouvy o uplatnění specializované mapy lze poskytnout data v souhrnné tabulce a ve formě vektorové vrstvy (ESRI shapefile).

Břehové porosty zájmových vodních toků jsou rozděleny do úseků (na Berounce, Loděnici, Litavce, Rakovnickém a Lišanském potoce odpovídají databázi PVL, s.p., v povodí Úslavy a Střely jsou úseky standardizovány na délku ca 1 km), pro které je odhadnuta jejich potenciální citlivost vůči vlivu bobra evropského. Stupeň citlivosti (riziko možného poškození, změn) je určen na základě modelů vzniklých na základě terénních hodnocení stavu a vývoje břehových porostů v povodí Berounky vystavených působení bobra. V mapě je rovněž pro každý úsek uvedena informace o pravděpodobnosti výskytu bobra, o biotopu či složení břehového a určení porostu (data z práce Barták a kol., 2020 a z databáze Povodí Vltavy, státní podnik). Na základě těchto dat lze odhadnout či určit, nakolik který úsek či biotop je potenciálně náchylný vůči vlivu a změnám způsobeným bobrem. Na základě zjištěných potravních preferencí (a dalších hodnocení) lze také odhadnout, nakolik které úseky budou bobrem vyhledávány či nikoliv a nakolik budou při šíření preferovány či opomíjeny. Očekávané změny v porostech obsazených úseků pak jsou popsány v další části práce.

Správce vodního toku (ale i další pracovníci státní správy a ochrany přírody, majitelé pozemků, samospráva atp.) může na základě předložené mapy (resp. mapového souboru) vytipovat místa, kde je osídlení bobrem v budoucnu velmi pravděpodobné, tj. zda budou ty které úseky preferovány či nikoliv a kdy budou rámcově osídleny (tj. zda brzy po rozšíření bobra, či budou dosídlovány později, jak bude populace na toku sílit) a zda a k jak rozsáhlým změnám jejich osídlení povede. Na takových úsecích pak může být prováděn častější či důkladnější monitoring situace a případně zahájena vhodná opatření. Na základě výstupu (popisu předpokládaných změn) pak bude moci být odhadnuto, kam spuštěné procesy povedou, nakolik mohou být významné či nikoliv a zda mohou být např. v kontextu stanoviště a lokality potenciálně rizikové nebo ne. Ve více citlivých či rizikových úsecích pak může být přikročeno dříve k vybraným opatřením jako je úprava péče o porosty či např. včasná ochrana konkrétních cenných dřevin, viz např. Průvodce v soužití s bobrem (Vorel a Korbelová, 2016) nebo v metodice péče o břehové porosty (Zýka a kol., 2021).

Výstupy jsou dobře uplatnitelné zejména pro břehové porosty vodních toků již zahrnutých do databáze Povodí Vltavy s definovaným složením, pro povodí Střely a Úslavy jsou výsledky spíše vodítkem a pro detailní vyhodnocení situace a plánování opatření je vhodné provést podrobnější hodnocení břehových porostů. Výstupy jsou však vzhledem k pokrytí všech významných biotopů a při jisté generalizaci do značné míry uplatnitelné na celém území povodí Berounky s přesahem do dalších povodí Česka.

8. Závěr

Hlavním výsledkem Mapy je predikce citlivosti břehových porostů vybraných (dosud slabě osídlených) toků v povodí Berounky vůči dlouhodobému vlivu bobra evropského. Mapa v souboru s dalšími výsledky projektu TAČR TH03030069 (metodika péče o břehové porosty a mapa předpokládaného šíření bobra evropského) poskytuje nástroj k dlouhodobému managementu břehových porostů v povodí za přítomnosti bobra evropského.

Břehové porosty zájmových vodních toků v povodí Berounky jsou rozděleny do úseků, pro které je odhadnuta jejich potenciální citlivost vůči vlivu bobra evropského. Stupeň citlivosti (riziko možného poškození, změn) je určen na základě modelů vzniklých na základě terénních hodnocení stavu a vývoje břehových porostů v povodí Berounky vystavených působení bobra. Modely byly sestaveny na základě zjištěných potravních preferencí bobra evropského v povodí a dalších proměnných prostředí, které mají průkazný vliv na osídlení lokalit, a tedy stav břehových porostů. V rámci celé hodnocené oblasti je v kategorii nejvyšší citlivosti 19 % břehových porostů, v kategorii střední citlivosti 73 % porostů a v kategorii citlivosti nejmenší 8 % porostů. Tyto hodnoty odpovídají obecné představě, že podstatná část povodí Berounky může být více či méně trvale bobrem osídlena. Největší podíl potenciálně velmi citlivých porostů je na Berounce (65 %), kde je zároveň nejvyšší podíl biotopů břehových porostů s nejvíce preferovanými dřevinami (tvrdé luhy, vrbiny). Celkově však lze očekávat větší či menší změny v břehových porostech na převážné části hodnocené sítě vodních toků. Z hlediska vhodnosti biotopů lze předpokládat, že nejstabilnější populace bobra se pravděpodobně ustaví na Berounce a na dalších úsecích toků s vyhledávanými porosty (např. Střela), naopak ve vyšších partiích povodí na tocích s méně citlivými, a tedy i úživnými porosty, v členitějším reliéfu v lesnatých oblastech s převažujícími smrkovými porosty, může jeho populace být slabší a více fluktuovat v závislosti na dostupnosti potravních zdrojů. Nejméně ohroženým biotopem jsou olšiny jako pro bobra málo úživný biotop, ty však mohou být poškozovány v důsledku zaplavování a šíření plísňe olšové. Mezi méně ohrožené biotopy se řadí vrbiny vzhledem ke schopnosti regenerace. Naopak citlivější jsou tvrdé luhy a jasanové olšiny, která jsou více osidlována a využívána až v pozdějších fázích šíření bobra v povodí. U nich však lze předpokládat výraznější nivelizaci stromového i keřového patra; značný negativní vliv bude mít i probíhající invaze voskovičky jasanové.

Ve výsledném mapovém výstupu je pro každý úsek vodního toku uvedena informace jak o citlivosti porostu, tak o pravděpodobnosti výskytu bobra, o biotopu, složení břehového porostu a jeho

hlavních funkcích. Správce vodního toku i další uživatelé mohou na základě Mapy (resp. mapového souboru) dopředu predikovat úseky a toky, kde je osídlení bobrem v budoucnu velmi pravděpodobné a zda budou ty které úseky preferovány, či nikoliv, a i kdy mohou být rámcově trvaleji osídleny (tj. zda bezprostředně po rozšíření bobra na toku, či budou dosídlovány později, jak bude populace na toku sílit). Na citlivých či preferovaných úsecích pak může být prováděn častější monitoring situace. Na základě určení změn v hlavních biotopech břehových porostů pak lze odhadnout směr vývoje a významnost probíhajících procesů. Ve více citlivých či rizikových úsecích pak může být přikročeno dříve k vybraným opatřením jako je úprava péče o porosty či např. včasná ochrana konkrétních cenných dřevin.

Poděkování

Mapa je výsledkem řešení výzkumného projektu TH03030069 “Predikční model šíření bobra evropského a souvisejícího poškození břehových porostů. Návrh preventivních opatření” podpořeného Technologickou agenturou ČR.

9. Souhrn

Klíčová slova: břehové porosty; biotopy; bobr evropský; *Castor fiber*; povodí Berounky

Do západních Čech pronikl bobr evropský ze sousedního Bavorska zhruba před čtyřmi desetiletími. Jeho populace na některých příhraničních tocích již byla saturována a dochází zde k významnějším změnám v břehových porostech. Po překonání rozvodí se bobr evropský začal intenzivněji šířit některými toky do vnitrozemí Čech (Radbuza, Úhlava, Berounka) a začal zde osidlovat vhodnější biotopy. Jeho působení jako krajinného inženýra s sebou ovšem nese i negativní aspekty ústící ve střety zájmů a mimo jiné i v omezování některých potřebných funkcí stávajících břehových porostů. Z těchto důvodů bylo nutné vypracovat důkladnější predikce jak jeho šíření, tak citlivosti břehových porostů vnitrozemských toků, tak nakonec i metodiku péče o tyto porosty. Hlavním cílem prací tak mělo být nalezení souladu mezi trvalou přítomností bobra evropského a udržením funkčních břehových porostů vodních toků, které jsou významnou součástí jeho biotopu.

Potřebné práce byly uskutečněny v rámci projektu Péče o břehové porosty v prostředí s přítomností bobra evropského TAČR TH03030069 v letech 2018–2021, v jehož rámci vznikly výstupy metodika „Péče o břehové porosty v prostředí s přítomností bobra evropského“ (Zýka a kol., 2021) a mapa s odborným obsahem „Předpokládané šíření bobra evropského v závislosti na současném výskytu a úživnosti prostředí vybraných toků v povodí Berounky“ (Barták a kol., 2020). Tyto dva výstupy pak byly doplněny touto předloženou mapou „Predikce změn ve složení a struktuře břehových porostů vodních toků vyvolaných činností bobra v dosud neobsazených tocích povodí Berounky“. Hlavním cílem předložené mapy je predikovat citlivost stávajících břehových porostů v modelových (dosud vesměs jen slabě osídlených) oblastech povodí Berounky vůči působení bobra evropského a konkretizovat změny, ke kterým v obsazovaných porostech postupně dochází.

Předložená mapa citlivosti břehových porostů zájmových vodních toků v povodí Berounky rozděluje vodní toky, resp. jejich břehové porosty do dílčích úseků (na Berounce, Loděnici, Litavce, Rakovnickém a Lišanském potoce odpovídají databázi PVL, státní podnik, v povodí Úslavy a Střely jsou úseky standardizovány na délku cca 1 km), pro které je predikována jejich potenciální citlivost vůči vlivu bobra evropského. Stupeň citlivosti (riziko možného poškození, změn) je určen na základě modelů vzniklých na základě terénních hodnocení stavu a vývoje břehových porostů v povodí Berounky vystavených působení bobra. Modely byly sestaveny na základě zjištěných potravních preferencí bobra evropského v povodí a dalších proměnných prostředí, které mají průkazný vliv na osídlení lokalit a stav břehových porostů (např. výška břehu, sklon koryta vodního toku, podíl vodních ploch v okolí atp.).

V rámci celé hodnocené oblasti bylo do kategorie nejvyšší citlivosti zahrnuto 19 % břehových porostů, do kategorie střední citlivosti 73 % porostů a do kategorie citlivosti nejmenší 8 % porostů. Tyto hodnoty odpovídají obecné představě, že podstatná část povodí Berounky může být více či méně trvale bobrem osídlena. Největší podíl potenciálně velmi citlivých porostů je na Berounce (65 %), kde je zároveň nejvyšší podíl biotopů břehových porostů s nejvíce preferovanými dřevinami (tvrdé luhy,

vrbiny), celkově však lze očekávat větší či menší změny v břehových porostech na převážné části hodnocené sítě vodních toků. Z hlediska vhodnosti biotopů lze předpokládat, že nejstabilnější populace bobra se pravděpodobně ustaví na Berounce a na dalších úsecích toků s vyhledávanými porosty (např. Střela), naopak ve vyšších partiích povodí na tocích s méně citlivými, a tedy i úživnými porosty, v členitějším reliéfu v lesnatých oblastech s převažujícími smrkovými porosty, může jeho populace být slabší a více fluktuovat v závislosti na dostupnosti potravních zdrojů. Nejméně ohroženým biotopem břehových porostů jsou olšiny, které jsou jako málo úživný biotop osidlovány nejméně a které mohou být významněji poškozovány v důsledku zaplavování a šíření plísňové olšové. Mezi méně ohrožené biotopy se řadí také vrby, a to vzhledem ke značné schopnosti regenerace. Naopak nejvíce citlivé jsou tvrdé luhy a jasanové olšiny, která však jsou více osidlována a využívána až v pozdějších fázích šíření bobra v povodí. U nich však lze předpokládat výraznější nivelizaci stromového i keřového patra; značný negativní vliv bude mít i probíhající invaze voskovičky jasanové.

Ve výsledném mapovém výstupu je pro každý úsek vodního toku uvedena informace jak o citlivosti porostu, tak o pravděpodobnosti výskytu bobra, o biotopu, složení břehového porostu a jeho hlavních funkcích. Správce vodního toku i další uživatelé mohou na základě Mapy (resp. mapového souboru) dopředu predikovat úseky a toky, kde je osídlení bobrem v budoucnu velmi pravděpodobné a zda budou ty které úseky preferovány, či nikoliv, a i kdy mohou být rámcově trvaleji osídleny (tj. zda bezprostředně po rozšíření bobra na toku, či budou dosídlovány později, jak bude populace na toku sílit). Na citlivých či preferovaných úsecích pak může být prováděn častější monitoring situace. Na základě určení změn v hlavních biotopech břehových porostů pak lze odhadnout směr vývoje a významnost probíhajících procesů. Ve více citlivých či rizikových úsecích pak může být přikročeno dříve k vybraným opatřením jako je úprava péče o porosty či např. včasná ochrana konkrétních cenných dřevin.

Summary

Keywords: bankside vegetation; habitats; European beaver; *Castor fiber*; Berounka river basin

The European beaver penetrated into Western Bohemia from neighboring Bavaria about four decades ago. Its population on some border streams has already been saturated and there are significant changes in the riparian vegetation. After overcoming the watershed, the European beaver began to spread more intensively through some streams (Radbuza, Úhlava, Berounka) to the interior of Bohemia and began to populate more suitable biotopes here. However, his activities as a landscape engineer also entail negative aspects resulting in conflicts of interest and, among other things, in the limitation of some of the necessary functions of existing bank vegetation. For these reasons, it was necessary to develop more thorough predictions of both its spread and the sensitivity of the riparian stands of inland streams, and ultimately the methodology of management for these stands. The main objective of the work was to find a correspondence between the permanent presence of the European beaver and the maintenance of functional riparian vegetation of watercourses, which are an important part of its habitat.

The necessary work was carried out within the project Management of Riparian Stands in an Environment with the Presence of the European Beaver TAČR TH03030069 in 2018–2021, within which the outputs were created the methodology "Management of riparian stands in the environment with the presence of the European beaver" (Zýka et al. 2021) and the map with the professional content "Expected spread of the European beaver depending on the current occurrence and livelihood of the environment of selected streams in the Berounka basin" (Barták et al. 2020). These two outputs were then supplemented by the submitted map "Prediction of changes in the composition and structure of bank stands of watercourses caused by beaver activity in as yet unoccupied streams of the Berounka river basin". The main objective of the submitted map is to predict the susceptibility of existing bank stands in model (so far mostly only weakly populated) areas of the Berounka river basin to the effects of the European beaver and to specify the changes that are gradually occurring or will occur in the occupied stands.

The submitted map of the sensitivity of the bank stands of the watercourses of interest in the Berounka river basin divides the watercourses or their bank stands into sub-sections (in Berounka, Loděnice, Litavka, Rakovnický and Lišanský streams they correspond to the PVL, s.p. database, in the Úslava and Střela river basins the sections are standardized to a length of 1 km), for which their potential susceptibility to the influence of the European beaver is predicted. The degree of susceptibility (risk of possible damage, changes) is determined on the basis of models created on the basis of field assessments of the condition and development of bank stands in the Berounka basin exposed to beavers. The models were compiled on the basis of the identified food preferences of the European beaver in the catchment area and other environmental variables that have a conclusive effect on the settlement of localities and the state of the bank vegetation (e.g. the height of the bank, the slope of the watercourse bed, the proportion of water bodies in the vicinity, etc.). Within the whole area evaluated, 19 % of the riparian

stands were included in the category of highest susceptibility, 73 % of stands in the category of medium susceptibility and 8 % of stands in the category of the smallest susceptibility. These values correspond to the general idea that a substantial part of the Berounka river basin can be more or less permanently inhabited by beavers. The largest share of potentially very sensitive stands is in Berounka (65 %), where the highest proportion of biotopes of bank stands with the most preferred tree species (alluvial forests, willow stands) is also the highest, but overall we can expect more or less changes in the bank stands on the majority of the evaluated network of watercourses. From the point of view of the suitability of biotopes, it can be assumed that the most stable beaver populations are likely to establish themselves on Berounka and other parts of watercourses with preferred stands (e.g. Střela), on the contrary, in higher parts of the catchment area on streams with less susceptible and therefore less nutritious stands, in more rugged relief in forested areas with predominant spruce stands, its population may be weaker and fluctuate more depending on the availability of food resources. The least endangered habitats of the riparian vegetation are alder stands, which as a low-nutritious habitat are inhabited the least, they can be significantly damaged due to flooding and spread of *Phytophthora alni*. Less endangered biotopes also include willow stands due to the considerable regeneration ability. On the contrary, the most susceptible are alluvial forests and mixed ash–alder stands, which, however, are more populated and used only in the later stages of the spread of beaver in the basin. However, a more pronounced equalization levelling of the tree and shrub floors can be expected; the ongoing invasion of *Hymenoscyphus fraxineus* will also have a significant negative effect.

In the resulting map output, for each section of the watercourse, information is given both about the susceptibility of the stand and about the probability of the occurrence of a beaver, about the habitat, the composition of the bank stand and its main functions. On the basis of the Map (or map file), the stakeholders and other users can predict in advance the sections and streams where beaver settlement is very likely in the future and whether those sections will be preferred or not, and even when they can be more permanently inhabited (i.e. whether immediately after the spread of the beaver on the stream, or they will be resettled later, as the population will grow on the stream). On susceptible or preferred sections, more frequent monitoring of the situation can be carried out. Based on the determination of changes in the main biotopes of the riparian stands, it is then possible to estimate the direction of development and the significance of the ongoing processes. In more susceptible or risky sections, selected measures such as adjustment of stand management or timely protection of specific valuable tree species can be taken earlier.

10. Literatura

AGRESTI, A. (2002). *Categorical data analysis*. J Wiley, Hoboken, New Jersey, 721 s.

R CORE TEAM (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing, URL <https://www.R-project.org/>.

ZLATNÍK A. (1976): Přehled skupin typů geobiocénů původně lesních a křovinných v ČSSR. Zprávy Geografického ústavu ČSAV v Brně, 13(3–4), 55–64.

BARTÁK, V., VOREL, A., ZÝKA, V., VAIT, J., ANDREAS, M. (2020): Předpokládané šíření bobra evropského v závislosti na současném výskytu a úživnosti prostředí vybraných toků v povodí Berounky. Mapa s odborným obsahem, VÚKOZ, v. v. i. Certifikováno Ministerstvem zemědělství ČR dne 15. 12. 2020 osvědčením č. 67714/2020-MZE-16222/MAPA695. VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, 44 s. ISBN: 978-80-87674-39-0.

BULÍŘ, P., ČERNÝ, K., STRNADOVÁ, V., BRESTOVANSKÁ, T., ZÝKA, V. (2019): Jak oceňovat škodu na dřevinách způsobenou bobrem evropským? Vodní hospodářství, 69, 5–10.

CHYTRÝ, M. et al. 2010 *Katalog biotopů České republiky*. 2. vyd. AOPK ČR, Praha, 445 s.

VOREL, A., KORBELOVÁ, J. eds. (2016): *Průvodce v soužití s bobrem*. ČZU v Praze, Praha, 129 s.

VOREL, A., ŠÍMA, J., UHLÍKOVÁ, J., PELTÁNOVÁ, A., MINÁRIKOVÁ T., ŠVANYGA, J. (2013): Program péče o bobra evropského v České republice. AOPK ČR a MŽP ČR, Praha, 97 s.

VOREL, A., VÁLKOVÁ, L., HAMŠÍKOVÁ, L., MALOŇ, J., KORBELOVÁ, J. (2015): Beaver foraging behaviour: Seasonal foraging specialization by a choosy generalist herbivore. Behavioral Ecology and Sociobiology, 69, 1221–1235.

UHLÍKOVÁ, J., VOREL, A., ŠÍMA, J. (2015): Analýza třináctiletého období poskytování náhrad škod způsobených bobrem evropským. Ochrana přírody, 2015 (2), 12–17.

ZÝKA, V., ČERNÝ, K., ZAHRADNÍK, D., VAIT, J., VOREL, A., ANDREAS, M., BARTÁK, V., STRNADOVÁ, V., BRESTOVANSKÁ, T., BULÍŘ, P. (2021): *Péče o břehové porosty v prostředí s přítomností bobra evropského*. Certifikovaná metodika, VÚKOZ, v. v. i. Certifikováno Ministerstvem zemědělství ČR dne XX osvědčením č. XX. VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, 63 s. ISBN: 978-80-87674-48-2.

11. Přílohy

Přílohou k Mapě jsou tři velkoformátové mapy predikce citlivosti porostů rozšíření bobra na území 1) Berounky, Loděnice, Litavky, Rakovnického a Lišanského potoka, 2) povodí Střely a 3) povodí Úslavy. Prohlížení dat je připraveno na platformě [ArcGIS Online](https://arcgis.com/arcgisonline). Všechny přílohy včetně této publikace ve formátu PDF jsou ke stažení zde: speclab.cz/projekty/tacr-bobr/, anebo na vyžádání na emailové adrese: zyka@vukoz.cz.

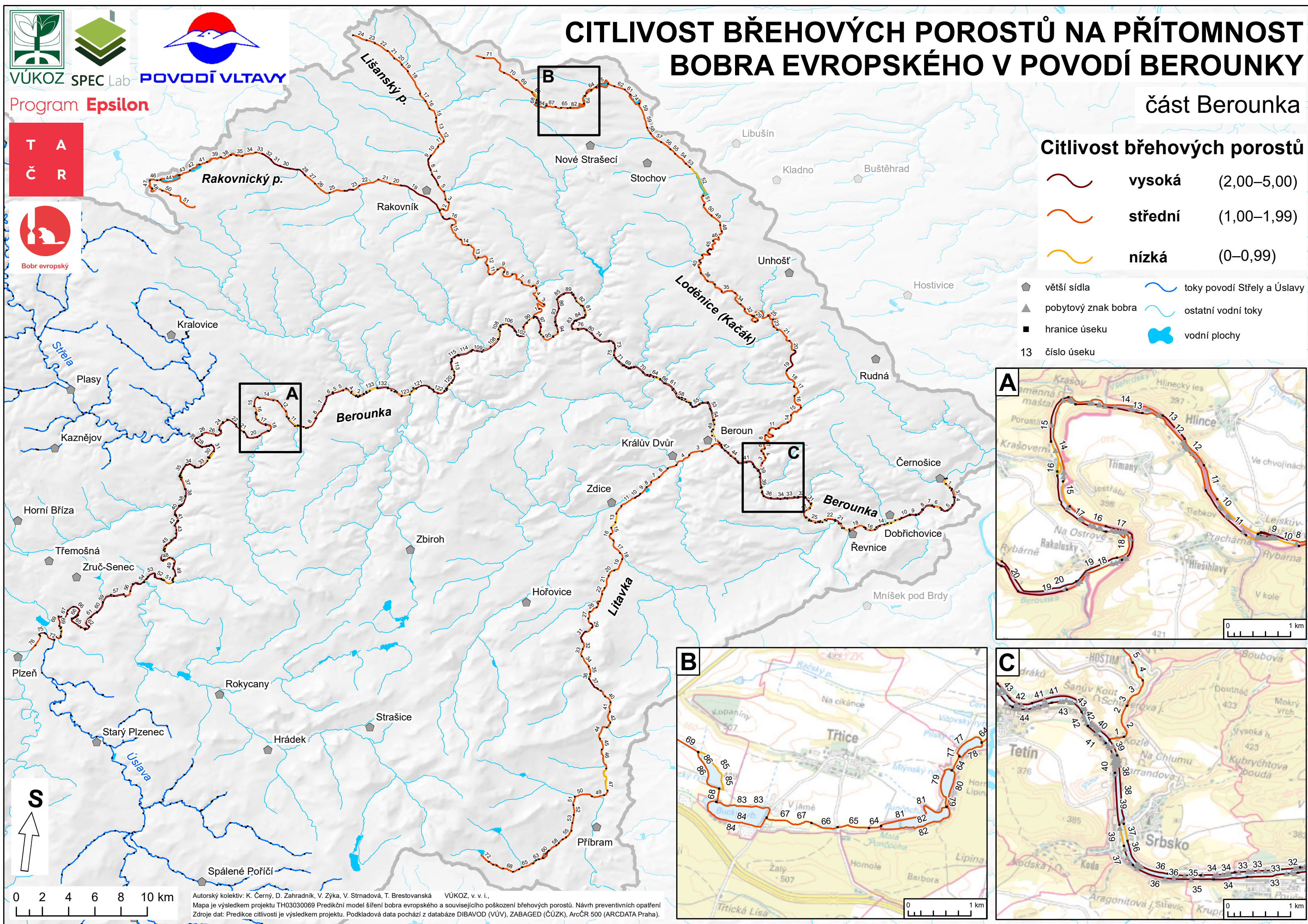
CITLIVOST BŘEHOVÝCH POROSTŮ NA PŘÍTOMNOST BOBRA EVROPSKÉHO V POVODÍ BEROUNKY

část Berounka

Citlivost břehových porostů

-  **vysoká** (2,00–5,00)
-  **střední** (1,00–1,99)
-  **nízká** (0–0,99)

-  větší sídla
-  toky povodí Střely a Úslavy
-  pobytový znak bobra
-  ostatní vodní toky
-  hranice úseku
-  vodní plochy
- 13 číslo úseku



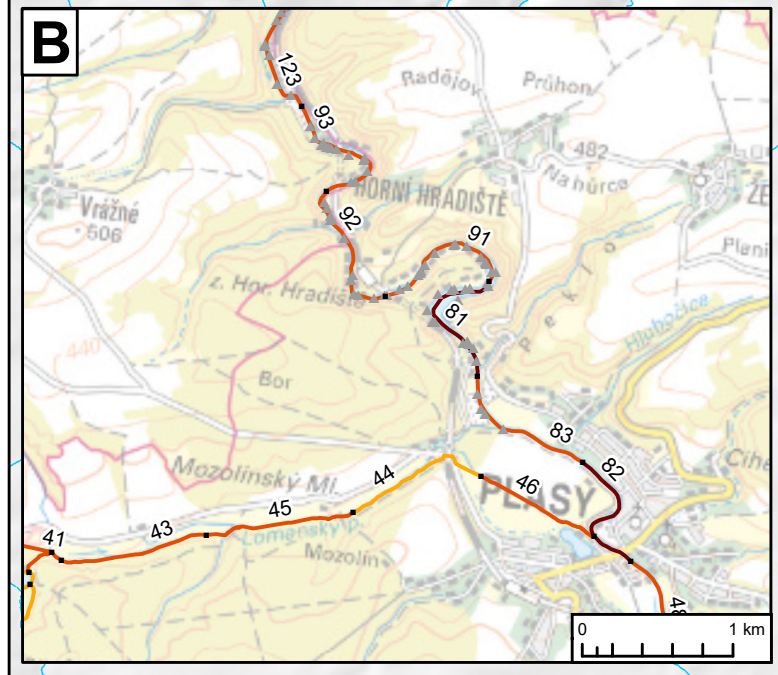
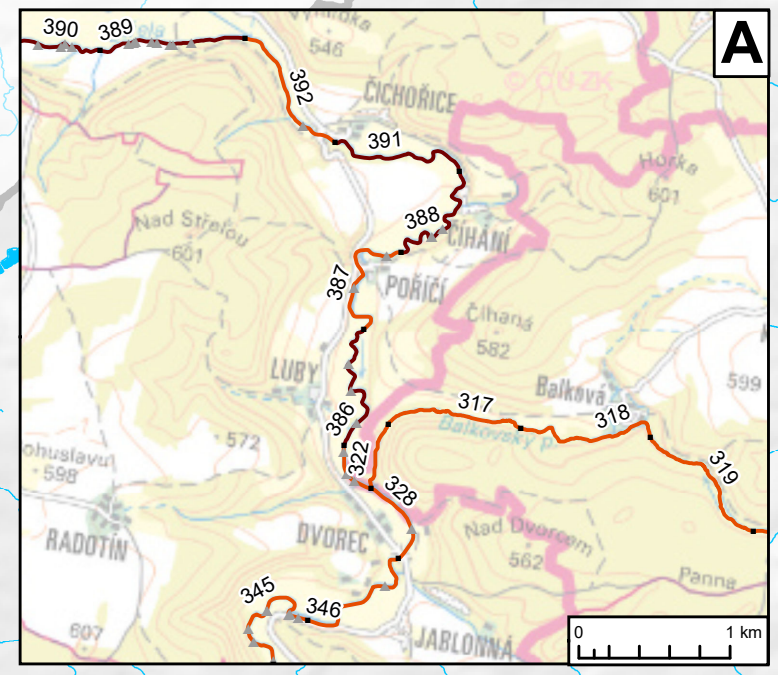
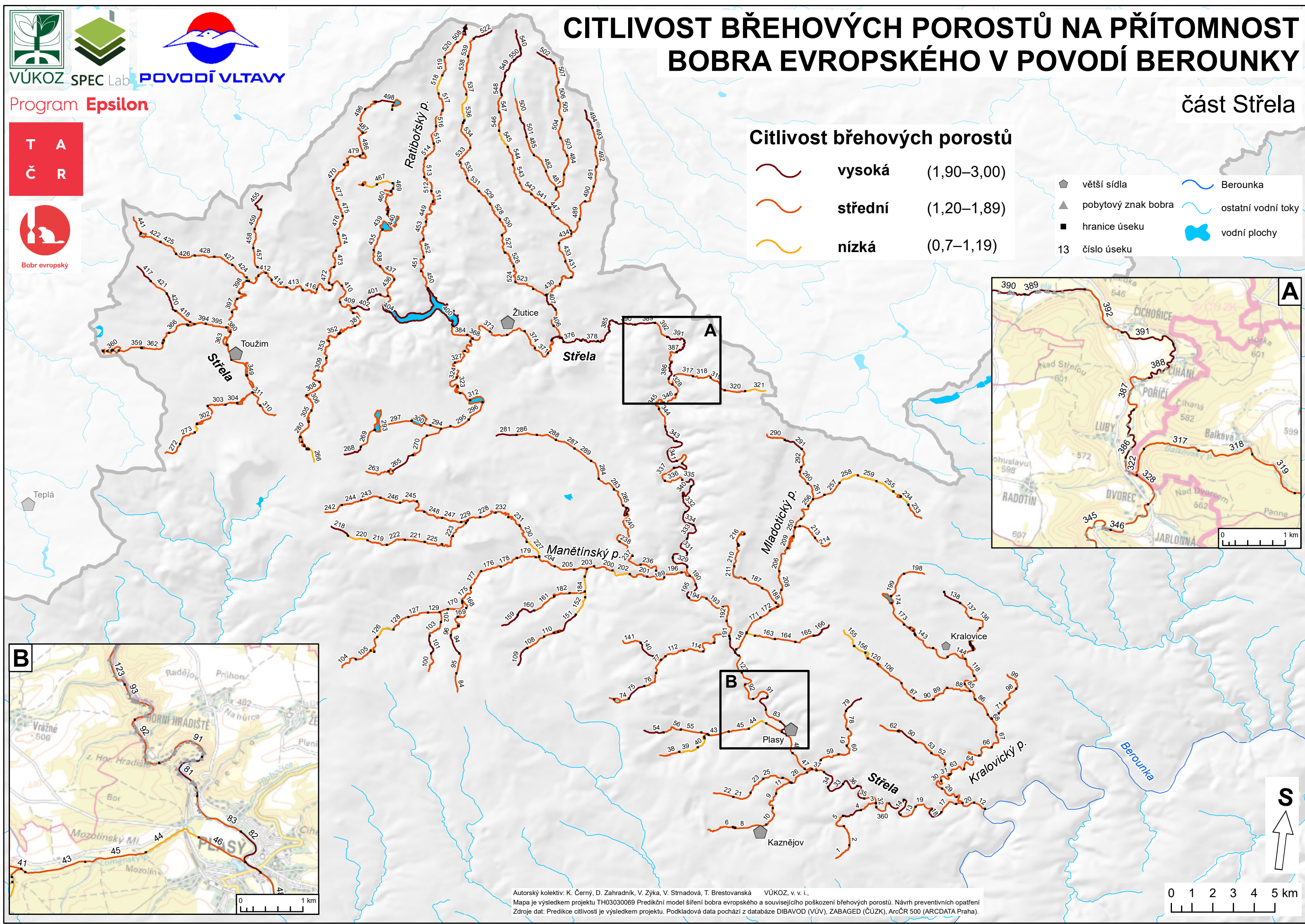
CITLIVOST BŘEHOVÝCH POROSTŮ NA PŘÍTOMNOST BOBRA EVROPSKÉHO V POVODÍ BEROUNKY

část Střela

Citlivost břehových porostů

	vysoká	(1,90–3,00)
	střední	(1,20–1,89)
	nízká	(0,7–1,19)

-  větší sídla
-  pobytový znak bobra
-  hranice úseku
- 13 číslo úseku
-  Berounka
-  ostatní vodní toky
-  vodní plochy



CITLIVOST BŘEHOVÝCH POROSTŮ NA PŘÍTOMNOST BOBRA EVROPSKÉHO V POVODÍ BEROUNKY

část Úslava

Citlivost břehových porostů

	vysoká	(1,90–2,40)
	střední	(1,20–1,89)
	nízká	(0,6–1,19)

- větší sídla
- Berounka
- hranice úseku
- ostatní vodní toky
- 13 číslo úseku
- vodní plochy

