

VENDULA ŠENOVÁ, TOMÁŠ MATĚJČEK

ZATÍŽENÍ BIOTOPŮ GEOGRAFICKY NEPŮVODNÍMI DRUHY ROSTLIN NA PŘÍKLADU POVODÍ PLOUČNICE

ŠENOVÁ, V., MATĚJČEK, T. (2013): Level of invasion by alien plants across habitats in the basin of the Ploučnice River. Geografie, 118, No. 4, pp. 356–371. – The level of invasion varies depending on the type of the habitat. The aim of this paper is to evaluate the level of floral invasion within the basin of the Ploučnice River in Northern Bohemia. The values of the level of invasion were quantified for vegetation plots from the Czech National Phytosociological Database. Several maps documenting the level of invasion by alien plants were developed based on a quantitative assessment of the level of invasion of particular habitat types. The levels of invasion were measured as a proportion of the species that are aliens and as the total cover by alien species, the same was done for archeophytes and neophytes separately. Mean levels of invasion were used for the habitats.

KEY WORDS: invasion – level of invasion – invasiveness – habitat – Ploučnice river basin.

1. Úvod

Cílem této práce je vytvořit model předpokládaného zatížení nepůvodními druhy rostlin, a to zvláště pro archeofyty a neofyty. V porovnání s dosud publikovanými pracemi, které byly zaměřeny na území celé Evropy (Chytrý a kol. 2009a) resp. Česka (Chytrý a kol. 2009b) bylo naší snahou vytvořit mapu předpokládaného zatížení nepůvodními druhy rostlin menšího území v podrobnějším měřítku. Jako modelové území bylo zvoleno povodí Ploučnice. Mapy byly sestaveny tak, aby zachycovaly předpoklad zatížení nepůvodními druhy v jednotlivých biotopech.

Introdukce geograficky nepůvodních druhů rostlin je ekologickým problémem, kterému začala být věnována pozornost již v 19. století, výrazně je řešen zejména v posledních deseti letech. V současné době všeobecně používaná terminologie odpovídá pojetí Richardsona a kol. (2000a), uváděná je též Pyškem a kol. (2004). České ekvivalenty vycházejí z práce Pyška a kol. (2008). Nepůvodní druhy rostlin (*alien plants*)¹ se na určitém území (v rámci této práce jde o území Česka) vyskytují v důsledku činnosti člověka. Jedná se tedy o geograficky nepůvodní druhy. Stanovištně nepůvodními druhy se práce nezabývá.

Podle období zavlečení jsou nepůvodní rostlinné druhy rozdělovány na archeofyty (zavlečené před objevením Ameriky) a neofyty (zavlečené později). Invaze (*invasion*) označuje proces šíření nepůvodního druhu, který zahrnuje různá stadia. Jestliže se zavlečenému druhu v novém prostředí daří přežít,

¹ Také zavlečené, introdukované, exotické, adventivní (exotic, introduced, non-native, non-indigenous).

ale nedokáže sám vytvářet reprodukcující se populace, rozmnožuje se na základě přisunu diaspor v důsledku lidské činnosti, patří tento druh do kategorie přechodně zavlečených druhů (*casual alien*)². Reprodukuje-li se zavlečený druh nezávisle na člověku, stává se druhem naturalizovaným (*naturalized*). Z této skupiny se vyčleňují druhy invazní (*invasive*), schopné intenzivní reprodukce a šíření na velké vzdálenosti od mateřské populace, pronikání na narušená i přirozená stanoviště a vytlačování domácích druhů.

Na základě pravidla desetiny (formulovaného Williamsonem a Brownem 1986) existuje předpoklad, že 10 % introdukovaných druhů dosáhne charakteru přechodně zavlečených, z nich 10 % dosáhne fáze naturalizace a jen 10 % z naturalizovaných druhů se stane invazními. Přesněji byl daný podíl určen v rozmezí 5–20 %. Pravidlo bylo získáno na základě výzkumu pouze evropských rostlinných dat, ale zákonitost vzácnosti invazních druhů vzhledem k celkovému počtu zavlečených se uplatňuje i v případě ostatních regionů a platí u rostlinných i živočišných druhů (Richardson, Pyšek 2006). Úspěšnost invazních druhů vysvětlují různé teorie (viz např. Davis, Grimme, Thompson 2000; Hierro, Maron, Callaway 2005 aj.).

Soubor vlastností a schopností nepůvodních druhů umožňující jejich naturalizaci v novém prostředí se označuje jako invazivnost (*invasiveness*). Invadovanost (*level of invasion*) je míra invaze, tj. množství nepůvodních druhů v regionu, biotopu či společenstvu. Invazibilita (*invasibility*) znamená náchylnost k invazi, tj. kapacita společenstva k přijmutí nových druhů; opakem je odolnost (*resistance*) neboli rezistence společenstva vůči invazím (Richardson a kol. 2000a, Pyšek a kol. 2008). Podle Chytrého a kol. (2008) je nejsilnějším určujícím faktorem invadovanosti typ biotopu, doplněný nadmořskou výškou.

Dopady introdukce cizích druhů rostlin mohou být pozitivní, zejména v případě zavlečených zemědělských plodin. Problémem se stává jen malá část zavlečených druhů, které se neočekávaně chovají invazně (Pyšek, Tichý, eds. 2001). Negativním důsledkem může být vznik nových ekosystémů postupným doplňováním nepůvodních druhů do původního společenstva (*invasional meltdown*; Simberloff, Von Holle 1999). Přítomnost nepůvodního druhu podle Richardsons a kol. (2000b) podporuje invazi dalších druhů. Dochází k synergickému efektu dopadů výskytu nepůvodních druhů, které urychlují invazi a zesilují vliv na původní společenstva. Richardson a kol. (2000a) označuje takové druhy jako tzv. „přetvářeče“ ekologických podmínek (*transformers*). Tyto druhy mění podmínky prostředí, kde se další nepůvodní druhy lépe uchytí (*invasional meltdown*). Např. trnovník akát (*Robinia pseudacacia*) řídí fixaci vzdušného dusíku zvyšuje eutrofizaci stanoviště, borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) omezuje původní druhy kyselým opadem, křídlatky (*Reynoutria sp.*) zastíněním či složitým systémem kořenů (Pyšek, Tichý, eds. 2001). Změny podmínek prostředí vyvolané invazními druhy přehledně shrnují Henderson, Dawson, Whittaker (2006).

Nebezpečnou formou invazních rostlin jsou kříženci buď dvou zavlečených druhů, např. křídlatka česká (*Reynoutria × bohemica*), nebo nepůvodního druhu s původním³. Postupnou hybridizací s původními druhy může dojít až k úplné likvidaci domácího druhu, nebezpečné jsou v tomto ohledu podle

² Podle Mlíkovského (2006) aklimatizované druhy.

³ Prach (1996) označuje křížení nepůvodního druhu s domácím pojmem genetická eroze.

Křivánka, Sádla, Bímové (2004) např. topol kanadský (*Populus × canadensis*) nebo vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*).

Tato práce se zabývá hodnocením invadovanosti biotopů, jehož výsledkem je předpověď teoretického zatížení nepůvodními druhy rostlin pro jednotlivé biotopy. Práce byla zpracována pro modelové území povodí Ploučnice. S využitím dat z fytoocenologických snímků byly vytvořeny mapy povodí, které předpovídají možnou invadovanost dílčích částí území na základě prostorového rozložení biotopů. Mezi další možnosti získávání dat o invadovanosti rozsáhlejších území by patřilo síťové mapování (např. Deutschewitz a kol. 2003) nebo letecké snímkování, které je však většinou použitelné pouze pro mapování invazních dřevin (viz např. Hood, Naiman 2000).

Povodí Ploučnice zaujímá podle Vlčka (ed. a kol. 1984) plochu 1 193,9 km². Nejvyšší bod území představuje vrchol Ještědského hřbetu Ještěd (1012 m n. m.). Nejnižší bod leží při ústí řeky Ploučnice do Labe v Děčíně (122 m n. m.). Hlavní geologickou charakteristikou oblasti jsou sedimenty křídové tabule, uložené v období mladšího mezozoika, které jsou prostoupeny vyvřelými horninami z období terciéru, které dnes tvoří výrazné kuželovité vyvýšeniny či protáhlé hřbety (Chlupáč a kol. 2002). Nejvýznamněji se na půdním krytu v povodí Ploučnice podílejí kambizemě, zejména v západní části jsou nejvíce zastoupeným půdním typem. Podzoly, značně zastoupený půdní typ ve východní polovině povodí, jsou hojně vlivem vhodného substrátu v podobě zvětralín hornin mladšího mezozoika, především minerálně chudých pískovců (Tomášek 2003). Větší část území spadá do Ralského bioregionu (Culek, ed. a kol. 1996). Ten je charakteristický především borovými, méně také bikovými a jedlovými doubravami na chudých, silně kyselých vysýchavých půdách. Na sledované území zasahují tři chráněné krajinné oblasti (CHKO Lužické hory, CHKO České středohoří, CHKO Kokořínsko). V rámci soustavy Natura 2000 je nejrozsáhlejší evropsky významnou lokalitou Jestřebsko-Dokesko, významné svou mokřadní vegetací. Na seznamu Ramsarské úmluvy je ze sledovaného území zapsán Břežňanský a Novozámecký rybník (AOPK 2013). Podle databáze Corine, která vyčleňuje plochy podle hospodářského využití, převládají v povodí Ploučnice lesy (přes 40 %). Významný je i podíl travních porostů (21 %) a orné půdy (17 %).

2. Metodika

Pro naplnění cíle práce byly využity všechny dostupné fytoocenologické snímky z České národní fytoocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003) pro povodí Ploučnice. Chytrý a Pyšek (2008) uvádějí, že vhodnější data než fytoocenologické snímky pro hodnocení invadovanosti v současné době neexistují. Výhodou fytoocenologických snímků je jejich velké množství, různorodost typů ekosystémů a dostupnost. Nevýhodou jsou různá kvalifikace mapovatelů a s tím spojené možné chyby při určování druhů (Chytrý 2000) nebo při zaznamenávání zeměpisných souřadnic lokality. Dále je negativně vnímán subjektivní výběr snímkových oblastí, který vede ke slabému zastoupení záznamů z málo atraktivních ploch, především druhově chudých, degradovaných a nestabilních porostů, které ale mohou v krajině plošně převažovat (Chytrý 2000). Pro autory snímků jsou atraktivní především ekologicky významné a pro vegetační

jednotky typické plochy. Z tohoto důvodu jsou záznamy o nepůvodních (a především invazních) druzích slabé.

Invadovanost fytoocenologických snímků byla charakterizována jednak na základě podílu počtu archeofytů na celkovém počtu všech druhů ve snímku, jednak na základě jejich celkové pokryvnosti. Stejným způsobem byly hodnoceny také neofyty. Celková pokryvnost dané skupiny druhů vychází z předpokladu možnosti náhodného překryvu jednotlivých druhů rostlin, proto je určena podle vzorce:

$$c_s = c_x + (1 - c_x) \cdot c_y + [1 - c_x - (1 - c_x) \cdot c_y] \cdot c_z,$$

kde c_s je celková pokryvnost a c_x , c_y a c_z pokryvnosti jednotlivých druhů. Celková pokryvnost tak nabývá hodnot 0–100 % (Tichý, Holt 2006). Hodnocení invadovanosti fytoocenologických snímků bylo provedeno v programu JUICE 7.0.61 (Tichý 2002).

Ze seznamu rostlinných druhů ve snímcích byly vyloučeny mechorosty a lišejníky, a to z důvodu nejednotnosti způsobu a různé kvality jejich zaznamenávání (Chytrý 2000), zároveň nejsou tyto skupiny pro prováděné analýzy významné. Poté byly eliminovány vícenásobné záznamy identických druhů (některé byly zaznamenány zároveň pro více vegetačních pater). Hodnoty pokryvnosti pro různá vegetační patra byly sečteny podle výše uvedeného vzorce. Dále byly v souboru dat determinovány duplicitní snímky, které byly následně odstraněny.

Biotopy byly určeny na základě digitální vektorové vrstvy mapování biotopů (verze květen 2009), poskytnuté Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Názvy a označení biotopů použité v této práci jsou převzaty z Katalogu biotopů České republiky (Chytrý, Kučera, Kočí, eds. 2001; resp. Chytrý a kol., eds. 2010). Pro určení invazního zatížení jednotlivých biotopů byly využity střední hodnoty charakteristik invadovanosti. Střední hodnota byla vybrána za účelem eliminace vlivu odlehklých hodnot. Kategorie mozaika a neurčený biotop nebyly při konstrukci předpovědních map použity. Pro vytvoření map byl použit program ArcGIS 9 (ArcMap 9.2).

Pro hodnocení invadovanosti biotopů byly použity pouze snímky s výskytem alespoň jednoho archeofytu či neofytu. Důvodem je snaha o eliminaci vlivu velkého množství neinvadovaných snímků (snímků bez výskytu nepůvodních druhů), které je dáno snímkováním především ekologicky hodnotných a nezatížených lokalit. Tento důvod je dále podpořen předpokladem, že pokud se v určitém biotopu vyskytuje invadovaný snímek, tento biotop je invazibilní a může být zatížen i v jiných oblastech. Použité snímky byly pořízeny v období mezi roky 1953 až 2005.

3. Výsledky

Z původních 1754 fytoocenologických snímků, získaných z České národní fytoocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003), které leží na území povodí Ploučnice, bylo po vyloučení duplicitních snímků použito k hodnocení invadovanosti 1725 snímků. Jen 364 z nich (21 %) bylo určeno jako invadované. Z těchto snímků bylo 222 zatíženo archeofyty a 211 neofyty. V 69 případech byl zaznamenán výskyt archeofytů i neofytů zároveň.

V hodnoceném souboru fytoocenologických snímků se vyskytuje 115 nepůvodních druhů rostlin. Archeofyty jsou zastoupeny 82 druhy, neofyty 33 druhy. Podle fáze invaze lze dané druhy rozdělit na 11 přechodně zavlečených (4 archeofyty, 7 neofytů), 77 naturalizovaných (69 archeofytů, 8 neofytů) a 27 invazních (9 archeofytů, 18 neofytů).

Průměrný počet nepůvodních druhů (archeofytů i neofytů) v invadovaném snímku je 2,8, průměrný podíl jejich počtu na celkovém počtu zaznamenaných druhů činí 14,1 % a průměrná pokryvnost dosahuje 11,5 %. Průměrné hodnoty jsou však v tomto případě zavádějící, neboť je silně ovlivňují vysoká zatížení některých snímků. Z 364 invadovaných snímků obsahuje 239 (65,7 % snímků) pouze jeden nepůvodní druh. Vzhledem k charakteru zastoupení hodnot je v práci používána střední hodnota místo průměru. Střední hodnota počtu nepůvodních druhů (archeofytů i neofytů) ve snímku je rovna jedné. Střední hodnota jejich podílu odpovídá 7,7 % a pokryvnost 3 %. Snímky zatížené archeofyty dosahují stejných hodnot. Snímky zatížené neofyty vykazují nižší zatížení, střední hodnota počtu neofytů je též 1, jejich podíl na celkovém počtu zaznamenaných druhů činí 6,4 % a pokryvnost jen 2 %.

3.1. Invadovanost biotopů

Po přiřazení biotopu jednotlivým 1725 snímkům bylo zjištěno, že 1614 snímků se nachází v biotopech invadovaných, zatímco 111 snímků leží v biotopech, které nejsou ani v jednom případě invadované.

Nejvíce invadovaných snímků bylo zaznamenáno v biotopu vodní toky a nádrže (V1), kde bylo registrováno 79 snímků s nepůvodními druhy. Tento biotop však nepatří mezi často invadované, jen 13 % snímků tohoto biotopu bylo invadováno. Nebereme-li v úvahu 100% zatížení snímků, které charakterizují biotopy jen jedním či dvěma záznamy (L6, T5, X8), lze určit jako nepůvodními druhy nejčastěji zatížené biotopy extenzivně a intenzivně obhospodařovaná pole (X3, X2), urbanizovaná území (X1) a dubohabřiny (L3). Tyto biotopy se vyznačují alespoň 50% podílem invadovaných snímků. Počty fytoocenologických snímků pro jednotlivé biotopy jsou zaznamenány v tabulce 2.

Mezi biotopy, u kterých nebyl registrován žádný nepůvodní druh, patří suché bory (L8), smrčiny (L9), rašelinné lesy (L10), slatinná a přechodová rašeliniště (R2), skály a droliny (S1), intenzivně obhospodařované louky (X5), paseky s podrostem původního lesa (X10) a paseky s nitrofilní vegetací (X11).

Při hodnocení archeofytů se jako biotop s jejich nejvyšším podílem jeví lužní lesy (42 %), dále potom s 30% zastoupením ruderalní bylinná vegetace mimo sídla (X7) a extenzivně i intenzivně obhospodařovaná pole (X3, X2). Zatížení archeofyty z hlediska jejich pokryvnosti se jeví nejvyšší také u lužních lesů (L2), kde střední hodnota pokryvnosti archeofytů dosahuje téměř 50 %. U ruderalní bylinné vegetace mimo sídla (X7) a u extenzivně obhospodařovaných polí (X3) dosahuje pokryvnost archeofytů 30 %. Významná je dále hodnota u luk a pastvin (T1), a to 16 %.

Zastoupení neofytů je výrazně nižší než zastoupení archeofytů. Nejvyšších hodnot podílu počtu neofytů dosahují se 17 % dubohabřiny (L3) a se 14 % mokřadní olšiny (L1). Pokryvnost neofytů se ukazuje nejvyšší v biotopu extenzivně

Tab. 1 – Střední hodnoty charakteristik invadovanosti pro archeofyty a neofyty. Kódy jednotlivých biotopů jsou vysvětleny v poznámce pod tabulkou.

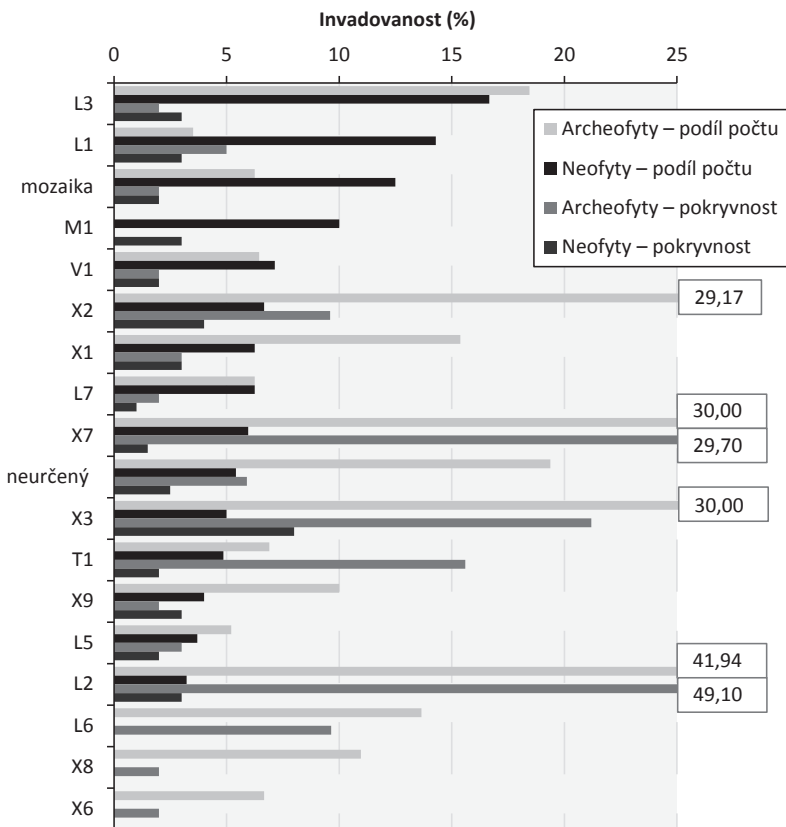
Biotop	Archeofyty			Neofyty		
	počet invadovaných snímků	podíl počtu (%)	pokryvnost (%)	počet invadovaných snímků	podíl počtu (%)	pokryvnost (%)
K1	1	52,63	76,90	1	5,26	3,00
L1	2	3,52	5,00	7	14,29	3,00
L2	3	41,94	49,10	3	3,23	3,00
L3	2	18,45	2,00	3	16,67	3,00
L4	1	4,76	2,00	0	0,00	0,00
L5	36	5,21	3,00	5	3,70	2,00
L6	2	13,66	9,65	0	0,00	0,00
L7	11	6,25	2,00	3	6,25	1,00
M1	1	4,76	1,00	3	10,00	3,00
T1	17	6,90	15,60	4	4,87	2,00
T5	1	10,53	4,00	0	0,00	0,00
V1	24	6,80	2,00	58	7,14	2,00
X1	23	15,38	3,00	25	6,25	3,00
X2	11	29,17	9,60	7	6,67	0,50
X3	4	34,23	29,40	3	5,00	8,00
X6	3	6,67	2,00	1	6,25	1,00
X7	4	30,00	29,70	4	5,97	1,50
X8	2	10,97	2,00	1	5,26	2,00
X9	5	10,00	2,00	3	4,00	3,00
X12	0	0,00	0,00	1	6,67	23,00

Pozn.: K1 – mokřadní vrbiny, L1 – mokřadní olšiny, L2 – lužní lesy, L3 – dubohabřiny, L4 – sušové lesy, L5 – bučiny, L6 – teplomilné doubravy, L7 – acidofilní doubravy, M1 – rákosiny a vegetace vysokých ostržic, T1 – louky a pastviny, T5 – trávníky písčin a mělkých půd, V1 – makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod, X1 – urbanizovaná území, X2 – intenzivně obhospodařovaná pole, X3 – extenzivně obhospodařovaná pole, X6 – antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla, X7 – ruderalní bylinná vegetace mimo sídla, X8 – křoviny s ruderalními a nepůvodními druhy, X9 – lesní kultury s nepůvodními dřevinami, X12 – nálety pionýrských dřevin.

obhospodařovaná pole (X3) s hodnotou 8 %. Pokryvnost neofytů v ostatních biotopech nedosahuje 5 %. Srovnání charakteristik invadovanosti v jednotlivých biotopech zachycují tabulka 1 a obrázek 1.

3.2. Nepůvodní druhy rostlin v jednotlivých biotopech

Jako nepůvodní druh s nejčastějším výskytem (58 snímků) byl vyhodnocen naturalizovaný neofyt psineček veliký (*Agrostis gigantea*). Dalším druhem s nejvyšší frekvencí výskytu je invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*) zaznamenaný v 51 snímcích a vyskytující se s pokryvností až 40 % především na vlhkých pcháčovských loukách (T1.5). Významně frekvencí ale nevýrazně



Obr. 1 – Podíl počtu a pokryvnost archeofytů a neofytů v jednotlivých biotopech. Biotopy jsou seřazeny podle klesajících hodnot pro podíl počtu neofytů. Do analýzy nebyly zahrnuty hodnoty biotopů s pouze jedním invadovaným snímkem, tj. K1, L4, T5, X12. Kódy biotopů jsou vysvětleny pod tabulkou 1.

pokryvnosti je dále zastoupen invazní neofyt vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*), která byla zaznamenána ve 43 snímcích. Hojně je zaznamenán také invazní archeofyt heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*), který se vyskytuje převážně na extenzivně a intenzivně obhospodařovaných polích (X3, X2) a byl zaznamenán v 38 snímcích.

3.3. Predikce invadovanosti

Na základě analýzy invadovanosti fytoocenologických snímků a následně biotopů byly sestrojeny mapy povodí Ploučnice, které předpovídají možné zatížení nepůvodními druhy rostlin. Zdrojovými daty pro určení invadovanosti jsou střední hodnoty ze souborů hodnot invadovanosti fytoocenologických snímků v jednotlivých biotopech, uvedené v tabulce 2. V mapách je pracováno s 28 biotopy. Osm z nich je považováno za nezatížené, v žádném snímku

Tab. 2 – Srovnání invadovanosti jednotlivých biotopů mezi soubory fytoocenologických snímků a segmentů břehové vegetace. Charakteristiky invadovanosti pro jednotlivé snímky a segmenty jsou určeny střední hodnotou. Šedě jsou označeny hodnoty, které jsou určeny pouze z jednoho či dvou záznamů. Kurzívou jsou zvýrazněny biotopy vyhodnocené jako nejzatíženější.

	Biotop	Počet fytoce- nologických snímků celkem	Invadované fytoce- nologické snímky		Nepůvodní druhy ve fyto- cenologických snímcích	
			počet	%	podíl počtu (%)	pokryvnost (%)
Křoviny	K1	3	1	33	57,89	77,60
	K2	0	–	–	–	–
Lesy	L1	29	8	28	10,18	3,00
	L2	12	4	33	24,10	26,30
	L3	6	3	50	33,33	4,00
	L4	11	1	9	4,76	2,00
	L5	139	39	28	5,00	3,00
	L6	2	2	100	13,66	9,65
	L7	27	13	48	7,69	3,00
	L8	6	0	0	0	0
	L9	46	0	0	0	0
	L10	27	0	0	0	0
Mokřady a pobřežní vegetace	M1	53	3	6	10,27	26,30
Prameniště a rašeliniště	R2	15	0	0	0	0
Skály, sutě a jeskyně	S1	4	0	0	0	0
Sekundární trávníky a vřesoviště	T1	37	18	49	7,30	15,60
	T5	1	1	100	10,53	4,00
Vodní toky a nádrže	V1	591	79	13	7,14	2,00
Biotopy silně ovlivněné nebo vytvořené člověkem	X1	55	30	55	14,84	3,50
	X2	25	14	56	14,59	6,80
	X3	7	5	71	38,46	21,2
	X5	4	0	0	0	0
	X6	21	4	19	6,46	1,50
	X7	10	4	40	21,67	17,05
	X8	2	2	100	13,60	2,95
	X9	77	8	10	8,71	2,00
	X10	7	0	0	0	0
	X11	2	0	0	0	0
	X12	18	1	6	6,67	23,00
	Mozaika		290	62	21	9,31
Neurčený biotop		198	62	31	13,20	4,90
Celkem		1 614	364	23	7,69	3,00

Pozn.: Kódy biotopů: K1 – mokřadní vrby, K2 – vrbové křoviny podél vodních toků, L1 – mokřadní olšiny, L2 – lužní lesy, L3 – dubohabřiny, L4 – suťové lesy, L5 – bučiny, L6 – teplomilné doubravy, L7 – acidofilní doubravy, L9 – smrčiny, M1 – rákosiny a vegetace vysokých ostřic, T1 – louky a pastviny, T5 – trávníky písčin a mělkých půd, V1 – makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod, X1 – urbanizovaná území, X2 – intenzivně obhospodařovaná pole, X3 – extenzivně obhospodařovaná pole, X6 – antropogenní plochy se sporadickou vegetací mimo sídla, X7 – ruderální bylinná vegetace mimo sídla, X8 – křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy, X9 – lesní kultury s nepůvodními dřevinami, X12 – nálety pionýrských dřevin, X13 – nelesní stromové výsadby mimo sídla

v těchto biotopech se nevyskytl nepůvodní druh. Jedná se o suché bory (L8), smrčiny (L9), rašelinné lesy (L10), slatinná a přechodová rašeliniště (R2), skály a droliny (S1), intenzivně obhospodařované louky (X5), paseky s podrostem původního lesa (X10) a paseky s nitrofilní vegetací (X11). Ostatní biotopy jsou analyzovány v rámci 240 fytoocenologických snímků s nepůvodními druhy, 153 snímků s archeofyty a 132 snímků s neofyty. Výsledkem je dvojice map, které zobrazují předpokládaný podíl archeofytů resp. neofytů na počtu všech druhů ve snímku. Výsledné mapy jsou zobrazeny na obrázku 2.

Nejvyšší invazní zatížení je predikováno pro centrální část povodí Ploučnice, kde lze očekávat vysoký podíl archeofytů (>30 %) s pokryvností cca 30 % a 5% podíl neofytů s pokryvností 8 %, a to na intenzivně a extenzivně obhospodařovaných polích (X2, X3) a v ruderalní bylinné vegetaci mimo sídla (X7).

Nejméně invadované oblasti jsou severní část (oblast Lužických hor) a jihovýchodní oblast (jihovýchodně od Mimoně). Zde se rozkládají především lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) a bučiny (L5). Předpokládáno je zde především nízké zatížení archeofyty, jejichž podíl je do 10 % a pokryvnost do 3 %, podíl i pokryvnost neofytů se zde pohybují do 4 %.

4. Diskuse

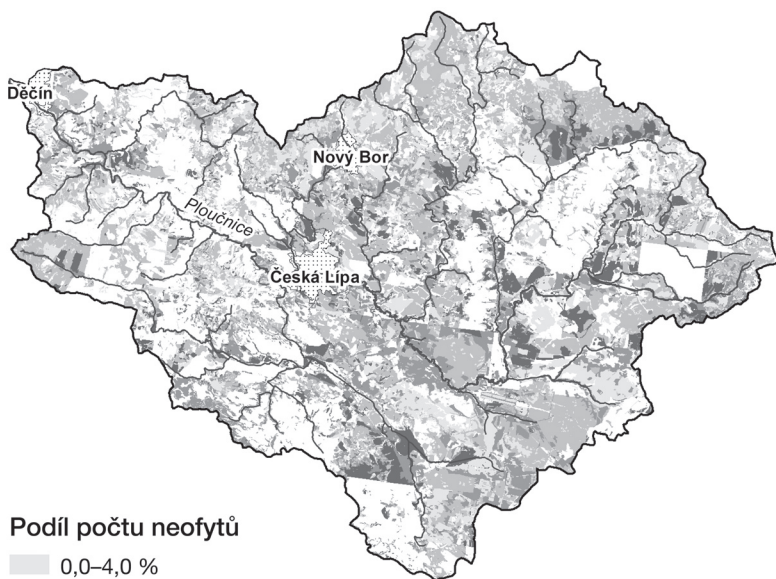
4.1. Použitá data

Data z České národní fytoocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003) byla využita za účelem získání informace o vegetaci, resp. její invadovanosti z různých oblastí a podmínek prostředí. Ačkoliv u nepůvodních druhů rostlin, především invazních, lze předpokládat rychlé šíření, tedy nárůst invadovanosti v průběhu času, analýza použitého souboru fytoocenologických snímků provedená Šenovou (2011) závislost mezi rokem záznamu a podílem počtu nepůvodních druhů neprokázala. Proto byly v práci použity všechny dostupné fytoocenologické snímky od roku 1953. Jak bylo uvedeno v kapitole metodika, fytoocenologické snímky reprezentují obvykle ekologicky významné plochy s minimálním výskytem nepůvodních druhů, proto byly v této práci hodnoceny jen invadované snímky, tedy 21 % všech snímků z povodí Ploučnice.

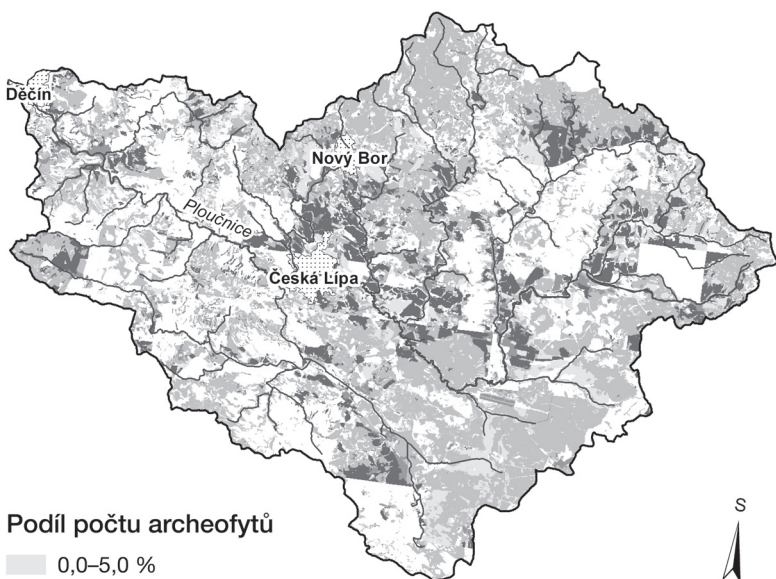
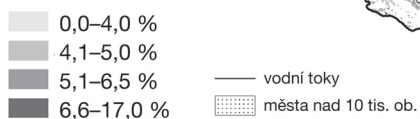
Určitou nevýhodou použitého souboru dat je v některých případech také absence záznamu o typu biotopu přímo z terénu, neboť následné určení podle vektorové vrstvy mapování biotopů může být nepřesné.

4.2. Invadovanost biotopů

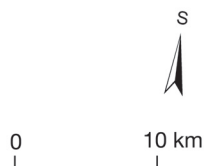
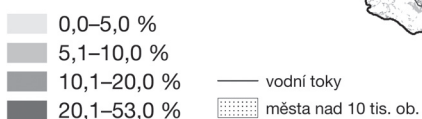
Střední hodnota podílu archeofytů na celkovém počtu všech druhů fytoocenologického snímku je 7,7 % (průměr 14,5 %). Chytrý a kol. (2005), který hodnotil také české fytoocenologické snímky, udává průměr 9 %. Protože je průměrná hodnota ovlivněna odlehlými hodnotami, tedy vysokým zatížením pouze některých snímků, použili jsme v naší práci střední hodnotu, která lépe reprezentuje soubor snímků. Vyšší hodnota zatížení v práci Chytrého a kol. (2005) je dána právě zvolením průměru. Srovnáme-li průměrné hodnoty, je průměr podílu



Podíl počtu neofytů



Podíl počtu archeofytů



Obr. 2 – Charakteristiky invadovanosti v povodí Ploučnice. Bílá barva v povodí představuje plochy, u kterých chybí údaj o konkrétním typu biotopu, popř. nehodnocené biotopy z důvodu nulového počtu zaznamenaných fytoecologických snímků.

archeofytů vyšší v této práci, a to z toho důvodu, že byl určen pouze ze snímků, které obsahovaly alespoň jeden archeofyt. U neofytů z povodí Ploučnice vychází střední hodnota jejich podílu na 6,4 % (průměr 9,1 %). Chytrý a kol. (2005) uvádí průměr jen 2,3 %. Vzhledem k hodnocení pouze invadovaných snímků v této práci jsou průměrné hodnoty zatížení vyšší.

Na základě charakteristik zatížení nepůvodními druhy rostlin jednotlivých biotopů lze určit jako nejvíce zatížený biotop extenzivně obhospodařovaná pole (X3), u kterých bylo 71 % fytoecologických snímků zatíženo výskytem nepůvodního druhu, podíl počtu archeofytů dosahoval téměř 35 % a jejich pokryvnost téměř 30 %, podíl počtu neofytů činil 5 % a jejich pokryvnost 8 %. Mimořádně vysoký podíl nepůvodních druhů v obdobných biotopech uvádějí i některé zahraniční studie – např. Maskell a kol. (2006) pro území Velké Británie či Vilà a kol. (2007) pro území Katalánie. Ostatní biotopy jsou invadovány méně nebo méně často, popř. je jejich vysoká invadovanost reprezentována pouze jedním či dvěma záznamy, a má proto nižší vypovídací hodnotu. Příkladem mohou být teplomilné doubravy (L6), trávníky písčin a mělkých půd (T5) nebo křoviny s ruderalními a nepůvodními druhy (X8), které se jeví jako silně zatížené, a to z hlediska 100% podílu zatížených snímků. Dále se jedná o biotop nálety pionýrských dřevin (X12) s nejvyšší pokryvností neofytů, data však pocházejí pouze z jednoho fytoecologického snímku. Jako nejméně často invadovaný biotop vyšly v predikčním modelu smrčiny (L9), které byly hodnoceny v 46 snímcích, přičemž v žádném z nich se nevyskytoval nepůvodní druh. Nulové zatížení bylo dále zaznamenáno v biotopu suché bory (L8), rašelinné lesy (L10), slatinná a přechodová rašeliniště (R2), skály a droliny (S1), intenzivně obhospodařované louky (X5), paseky s podrostem původního lesa (X10) a paseky s nitrofilní vegetací (X11). Nízké zatížení bylo zaznamenáno v biotopu lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9). Nepůvodní dřeviny biotopu lesní kultury s nepůvodními dřevinami (X9) jsou definovány jako stanovištně nepůvodní. Ve sledovaném území se jedná především o borovici lesní (*Pinus sylvestris*). Proto není překvapivé, že se invadovanost (zatížení geograficky nepůvodními druhy rostlin) v těchto lesích jeví jako nízká. Vysoký podíl neofytů v jehličnatých lesích uvádí některé zahraniční studie, např. Maskell a kol. (2006), a to z území Velké Británie. Jejich výsledek je však značně ovlivněn tím, že v tamních lesích výrazně převládají pěstované monokultury nepůvodních druhů.

Višňák (1997) považuje za typ biotopu, který je nejvíce obsazován neofyty, lužní lesy (L2). V naší práci bylo hodnoceno 12 fytoecologických snímků zaznamenaných v biotopu lužních lesů. Jedna třetina snímků byla zatížena nepůvodním druhem, přičemž podíl počtu nepůvodních druhů i pokryvnost dosahují přibližně 25 %. Lužní lesy jsou dle výsledků této práce zatíženy ale především archeofyty (podíl počtu 42 %, pokryvnost 49 %).

Chytrý a kol. (2005) uvádí jako nejvíce invadované biotopy plevelovou vegetaci na orné půdě a jednoletou ruderalní vegetaci, tedy biotopy X2, X3 a X7, s průměrným podílem archeofytů kolem 50 % (tato práce uvádí kolem 30 %) a neofytů 6–10 % (tato práce uvádí 5–7 %). Mezi stanoviště s nejvyšším podílem neofytů dále řadí narušované biotopy s dřevinou vegetací na produktivních půdách, např. lesní kultury s nepůvodními listnatými dřevinami (X9B) s průměrně 7% podílem neofytů, lesní paseky (X10, X11) se 3 % neofytů a vrbové křoviny podél vodních toků (K2) s 2–3 % neofytů. Mezi další zatížené biotopy

podle Chytrého a kol. (2005) patří vysokobylinná vegetace ponechaná ladem na vlhkých půdách podél vodních toků (vlhká tužebníková lada – T1.6) se 3–4 % neofytů, makrofytní vegetace přirozeně eutrofních a mezotrofních stojatých vod (V1) se 4 % a mokřady a pobřežní vegetace (M1) se 3 % neofytů. U luk a pastvin (T1) které jsou v této práci hodnocené jako značně invadované (podíl zatížených snímků 49 %, podíl počtu archeofytů 7 %, pokryvnost 16 %, podíl počtu neofytů 5 %, pokryvnost 2 %), udává Chytrý a kol. (2005) podíl neofytů jen 0,7 %, resp. 1,6 %. Lambdon a kol. (2008) však travinná společenstva uvádí jako ekosystém, v němž se v Česku vyskytuje největší počet naturalizovaných nepůvodních druhů. V rámci celé Evropy se nejvíce nepůvodních druhů nachází na městských a průmyslových ruderalních stanovištích (Lambdon a kol. 2008). Typ biotopu urbanizovaná území (X1) uvádí Chytrý a kol. (2005, 2009a) v několika kategoriích, jejichž podíl neofytů se pohybuje kolem 5 %, což odpovídá výsledkům této práce, která uvádí 6% podíl počtu neofytů v biotopu urbanizovaná území.

4.3. Predikce invadovanosti

Zdrojem informací o plošném rozložení biotopů byla v této práci digitální vektorová vrstva mapování biotopů (verze květen 2009), poskytnutá Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR. Nedostatkem tohoto zdroje pro účely této práce jsou části území, které nebyly zmapovány, příp. biotopy označené jako mozaika. Zmapované území tak netvoří souvislou vrstvu konkrétně definovaných biotopů. Na základě takto neúplných zdrojových dat nelze vytvořit kompletní mapu celého zájmového území. Uvedené mapy proto obsahují nehodnocené části území, kde nebylo možné invadovanost určit. Použitý zdroj k určení plošného rozložení biotopů v zájmovém území se tak projevil jako nevhodný. Při dalších obdobných pokusech by proto bylo vhodnější pracovat s jinými datovými podklady. Chytrý a kol. (2009a, 2009b) využil ve své práci data *CORINE land-cover*, jež kompletně pokrývají celé území a jsou tak dobře použitelným zdrojem. Pro určení biotopů provedli autoři uvedených map transformaci mezi klasifikacemi *CORINE* a *EUNIS*.

Pro povodí Ploučnice byla vytvořena dvojice map, které znázorňují potenciální invadovanost. Ta byla určena jako podíl počtu archeofytů či neofytů na celkovém počtu druhů zastoupených rostlin.

Při porovnání vytvořených map s mapami Chytrého a kol. (2009b) dochází ke shodě určení vysokého podílu i pokryvnosti archeofytů v centrální části povodí. Dále však Chytrý a kol. (2009b) uvádí vysoký podíl (>60 %) i pokryvnost (>35 %) archeofytů ve východní části povodí kolem Stráže pod Ralskem. Biotopy v této oblasti jsou bohužel málo zmapované a obsah mapy povodí je tu neúplný. Chytrý a kol. (2009b) ve své práci upozorňuje na možnosti nadhodnocení výsledné invadovanosti dílčích oblastí, způsobené průměrováním dat z území celého Česka, při této příležitosti uvádí jako příklad právě borové lesy v Ralské pahorkatině. Nejnižší invadovanost je shodně určena v severní části povodí.

5. Závěr

Tato práce je věnována problematice invazního zatížení v rámci biotopů. Zdrojovými daty analýzy byly fytoocenologické snímky z České národní fytoocenologické databáze (Chytrý, Rafajová 2003).

Nejvyšší invadovanost byla vyhodnocena u biotopu extenzivně obhospodařovaná pole (X3). V 71 % fytoocenologických snímků tohoto biotopu byl zaznamenán nepůvodní druh, podíl archeofytů na celkovém počtu zaznamenaných druhů dosahoval téměř 35 % a jejich pokryvnost téměř 30 %, což jsou druhé nejvyšší hodnoty těchto charakteristik. Podíl neofytů na celkovém počtu zaznamenaných druhů činil 5 % a jejich pokryvnost 8 %, což je nejvyšší hodnota pokryvnosti neofytů kromě hodnoty 23 % v biotopu nálety pionýrských dřevin (X12), který byl ale reprezentován pouze jedním zatíženým fytoocenologickým snímkem. Vysoké zatížení je předpokládáno také pro biotopy intenzivně obhospodařovaná pole (X2) a ruderalní bylinná vegetace mimo sídla (X7) s podílem archeofytů na celkovém počtu zaznamenaných druhů 30 %, v případě neofytů 6–7 %. Silné zatížení nepůvodními druhy lze očekávat i v biotopu lužní lesy (L2), které dosahují nejvyšších hodnot charakteristik invadovanosti z hlediska výskytu archeofytů (podíl počtu 42 %, pokryvnost 49 %).

Nulová intenzita zatížení je předpokládána pro smrčiny (L9). Minimální zatížení bylo dále vyhodnoceno pro suché bory (L8), rašelinné lesy (L10), slatinná a přechodová rašeliniště (R2), skály a droliny (S1), intenzivně obhospodařované louky (X5), paseky s podrostem původního lesa (X10) a paseky s nitrofilní vegetací (X11).

Jako nejčastější nepůvodní druhy byly vyhodnoceny naturalizovaný neofyt psineček veliký (*Agrostis gigantea*) a invazní archeofyt pcháč oset (*Cirsium arvense*). Z invazních neofytů je nejčastější vrbovka žláznatá (*Epilobium ciliatum*).

Hlavním výstupem práce je dvojice map, které zobrazují potenciální invazní zatížení v povodí Ploučnice. Jako nejvíce potenciálně invadovaná oblast se projevila centrální část území kolem České Lípy. Nejnižší zatížení lze předpokládat v severní části v oblasti Lužických hor a v jihovýchodní části území. Použitá vrstva mapování biotopů byla vyhodnocena jako nevyhovující pro provedenou analýzu. Tato vektorová vrstva netvoří souvislou plochu a není proto možné následně vytvořit mapy s plným obsahem.

K vytvořeným mapovým výstupům je třeba přistupovat pouze jako k předpovědnímu modelu. Zjistit, do jaké míry tento model odpovídá realitě, by bylo možné pouze prostřednictvím rozsáhlého terénního mapování. Jeho provedení bylo v současné době nad rámec možností autorů tohoto příspěvku, je však plánováno jako další logický krok navazující na provedenou analýzu.

Literatura:

- AOPK (2013): Ústřední seznam ochrany přírody. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, <http://drusop.nature.cz>.
- CULEK, M., ed. a kol. (1996): Biogeografické členění České republiky. ENIGMA, Praha, 347 s.
- DAVIS, M. A., GRIMME, J. P., THOMPSON, K. (2000): Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 88, s. 528–534.
- DEUTSCHEWITZ, K. a kol. (2003): Native and alien plant species richness in relation to spatial heterogeneity on a regional scale in Germany. *Global Ecology and Biogeography*, 12, s. 299–311.
- HENDERSON, S., DAWSON, T. P., WHITTAKER, R. J. (2006): Progress in invasive plant research. *Progress in Physical Geography*, 30, s. 25–46.
- HIERRO, J. L., MARON, J. L., CALLAWAY, R. M. (2005): A biogeographical approach to plant invasions: the importance of studying exotics in their introduced and native range. *Journal of Ecology*, 93, s. 5–15.
- HOOD, W. G., NAIMAN, R. J. (2000): Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants. *Plant Ecology*, 148, s. 105–114.
- CHLUPÁČ, I. a kol. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 436 s.
- CHYTRÝ, M. (2000): Formalizované přístupy k fytoocenologické klasifikaci vegetace. *Preslia*, 72, s. 1–29.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., eds. (2001): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 307 s.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V., LUSTYK, P., eds. (2010): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Praha, 445 s.
- CHYTRÝ, M., RAFAJOVÁ, M. (2003): Czech National Phytosociological Database: basic statistics of the available vegetation – plot data. *Preslia*, 75, s. 1–15.
- CHYTRÝ, M., PYŠEK, P. (2008): Invaze nepůvodních druhů v rostlinných společenstvech. *Zprávy České botanické společnosti*, Praha, 43, Mater. 23, s. 17–40.
- CHYTRÝ, M. a kol. (2005): Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. *Preslia*, 77, s. 339–354.
- CHYTRÝ, M. a kol. (2008): Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion. *Ecology*, 89, s. 1541–1553.
- CHYTRÝ, M. a kol. (2009a): European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. *Diversity and Distributions*, 15, s. 98–107.
- CHYTRÝ, M. a kol. (2009b): Maps of the level of invasion of the Czech Republic by alien plants. *Preslia*, 81, s. 187–207.
- KŘIVÁNEK, M., SÁDLO, J., BÍMOVÁ, K. (2004): Odstraňování invazních druhů rostlin. In: Háková, A., Klaudisová, A., Sádlo, J. (eds.): *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000*. Planeta XII, 8. MŽP ČR, Praha, s. 23–27.
- LAMBDon, P. W. a kol. (2008): Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia*, 80, s. 101–149.
- MASKELL, L. C. a kol. (2006): Interactions between non-native plant species and the floristic composition of common habitats. *Journal of Ecology*, 94, s. 1052–1060.
- MLÍKOVSKÝ, J. (2006): Nepůvodní druhy: Terminologie a definice. In: Mlíkovský, J., Stýblo, P.: *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. ČSOP, Praha, s. 12–13.
- PRACH, K. (1996): Úvod do vegetační ekologie. Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 95 s.
- PYŠEK, P. kol. (2004): Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53, s. 131–143.
- PYŠEK, P. a kol. (2008): Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. *Zprávy České botanické společnosti*, Praha, 43, Mater. 23, s. 219–222.
- PYŠEK, P., TICHÝ, L., eds. (2001): *Rostlinné invaze*. Rezekvítek, Brno, 40 s.
- RICHARDSON, D. M. a kol. (2000a): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6, s. 93–107.
- RICHARDSON, D. M. a kol. (2000b): Plant invasions – the role of mutualisms. *Biological Review*, 75, s. 65–93.

- RICHARDSON, D., PYŠEK, P. (2006): Plant invasions: meaning the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography*, 30, č. 3, s. 409–431.
- SIMBERLOFF, D., VON HOLLE, B. (1999): Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions*, 1, s. 21–32.
- ŠENOVÁ, V. (2011): Zatížení území povodí Ploučnice geograficky nepůvodními druhy rostlin. Diplomová práce. Katedra fyzické geografie a geoeekologie. Přírodovědecká fakulta UK v Praze, 128 s.
- TICHÝ, L. (2002): JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13, s. 451–453.
- TICHÝ, L., HOLT, J. (2006): Juice: program for management, analysis and classification of ecological data. Program manual. Brno, 98 s.
- TOMÁŠEK, M. (2003): Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha, 68 s.
- VILÁ, M. a kol. (2007): Regional assessment of plant invasions across different habitat types. *Journal of Vegetation Science*, 18, s. 35–42.
- VIŠŇÁK, R. (1997): Invazní neofyty v severní části České republiky. Zprávy České botanické společnosti, Praha, 32, Mater. 14, s. 105–115.
- WILLIAMSON, M. H., BROWN, K. C. (1986): The analysis and modelling of British invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 314, s. 505–522.

S u m m a r y

LEVEL OF INVASION BY ALIEN PLANTS ACROSS HABITATS IN THE BASIN OF THE PLOUČNICE RIVER

Introduced species of plants can imply a significant danger for native nature. Just an imperceptible part of alien plant species successfully reach the stage of invasion when their spread through the landscape becomes very rapid. But even this small amount of them can be the cause of considerable ecologic and economic damages. These species are able to create large overgrowth during very short timeframes. The danger lies in the reduction or elimination of native species. The plant species introduced before 1492 are called archeophytes. After the discovery of America, overseas trips experienced a boom and brought along the introduction of exotic plant species which are called neophytes.

The level of invasion varies depending on the habitat type. The aim of this paper is to evaluate the level of invasion within the basin of the Ploučnice River in Northern Bohemia. The values of the level of invasion were quantified for vegetation plots from the Czech National Phytosociological Database. Several maps documenting the level of invasion by alien plants were developed based on a quantitative assessment of the level of invasion of particular habitat types. The levels of invasion were measured as proportion of the species that are archeophytes and neophytes. Mean levels of invasion were used for the habitats.

Extensively managed fields (alien species were present in 71% of used phytocenological surveys and the share of archeophytes and neophytes was among the highest) emerged as the most invaded habitats type. High level of invasion load was also identified in intensively cultivated fields, ruderal vegetation and alluvial forests. Alluvial forests also featured one of the highest counts of archeophytes – the share of their species was 42% and their cover was 49%.

The central part of the assessed basin was evaluated as the most invaded area. It is caused by the occurrence of the often invaded habitat types such as intensively and extensively cultivated fields (proportion of archeophytes 34%, proportion of neophytes 5%, cover of archeophytes 29%, cover of neophytes 8%) and ruderal vegetation (proportion of archeophytes 30%, proportion of neophytes 6%, cover of archeophytes 30%, cover of neophytes 1.5%). Natural spruce woods, beech woods and coniferous plantations seem to be invaded to a minimal extent only. These are present in the north and south-east parts. The most common alien species in the basin turned out to be the naturalized neophyte *Agrostis gigantea*, the invasive archeophyte *Cirsium arvense* and the invasive neophyte *Epilobium ciliatum*. The level of invasion measured through vegetation plots could be overestimated because only plots with at least one introduced species were examined in this paper.

The weakness of this analysis is the layer of habitat types which was used. This layer doesn't contain the unified area. Therefore, it is not possible to develop maps with complete results.

Fig. 1 – Proportion and cover of archeophytes and neophytes in each habitat type. Biotopes are ranked according to the declining order of the value of the share of neophytes. The analysis does not include biotops with only one invaded tile; these are – K1, L4, T5, X12. Biotope codes: K1 – willow wetlands, L1 – alder wetlands, L2 – alluvial forests, L3 – oak-hornbeam forests, L4 – scree forests, L5 – beech forests, L6 – thermophilic oak forests, L7 – acidophilic oak forest, M1 – reeds and sedges, T1 – meadows and pastures, T5 – sandbank and shallow grasslands, V1 – macrophytic vegetation of naturally eutrophic and mesotrophic waters, X1 – urbanised areas, X2 – intensively cultivated fields, X3 – extensively cultivated fields, X6 – anthropogenic areas with infrequent vegetation outside of settlements, X7 – ruderal plants outside of settlements, X8 – shrubs with ruderal and non-native species, X9 – forest cultures with non-native woody species, X12 – pioneering wood species. In the legend: archeophytes – share of species, neophytes – share of species, archeophytes – coverage, neophytes – coverage.

Fig. 2 – Characteristics of invasibility in the Ploučnice basin. White colour designates areas with missing data in the specific biotope present, or biotopes not examined due to an absence of recorded phytocenological images. 2a – the share of the amount of neophytes. 2b – the share of the amount of archeophytes. In legend: water streams, cities with over 10,000 inhabitants.

Pracoviště autorů: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: senova.vendula@seznam.cz, tomasmat@seznam.cz.

Do redakce došlo 13. 10. 2012; do tisku bylo přijato 11. 10. 2013.

Citační vzor:

ŠENOVÁ, V., MATĚJČEK, T. (2013): Zatížení biotopů geograficky nepůvodními druhy rostlin na příkladu povodí Ploučnice. *Geografie*, 118, č. 4, s. 356–371.