

ROČNÍK IX | ROK 2015 | ČÍSLO 1
ISSN 1802-212X | vydáno: prosinec 2015

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM

Fakulta životního prostředí

studia. **OECOLOGICA**



**KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ
ÚPRAVY Z POHLEDU
ODBORNÉ VEŘEJNOSTI**

**STUDIE AGRÁRNÍCH
VALŮ A TERAS V OKOLÍ
OBCÍ BŘEZNO A VELEMÍN
V ČESKÉM STŘEDOHOŘÍ**

**ENVIRONMENTÁLNÍ
ASPEKTY NADMĚRNÉHO
PŮSOBNÍ MĚDI**



ČASOPIS
STUDIA OECOLOGICA
Ročník IX
Číslo 1/2015

Redakční rada:

prof. Ing. Pavel Janoš, CSc. – šéfredaktor
Ing. Martin Neruda, Ph.D. – výkonný redaktor
prof. RNDr. Olga Kontrišová, CSc.
doc. RNDr. Juraj Lesný, Ph.D.
doc. MVDr. Pavel Novák, CSc.
Ing. Jan Popelka, Ph.D.
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

Technický redaktor:

Mgr. Ing. Petr Novák

Recenzenti:

doc. RNDr. Vlastimil Dohnal, PhD. et Ph.D., PřF Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Mgr. Ladislava Filipová, Ph.D., Oblastní muzeum v Litoměřicích
prof. RNDr. Jaroslav Kontriš, CSc., LF Technické univerzity ve Zvolenu
Ing. Pavel Krystyník, Ph.D., Výzkumný ústav anorganické chemie, a.s. v Ústí nad Labem
Bc. Hana Matějková, Městský úřad Rakovník
Mgr. Roman Neruda, CSc., Ústav informatiky AV ČR v Praze
doc. Ing. Jiří Němec, CSc., ALLNEX, s.r.o., Praha
Ing. Čestmír Ondráček, Oblastní muzeum v Chomutově
Ing. Jan Popelka, Ph.D., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
doc. Ing. Josef Seják, CSc., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Ing. Jiří Šeřl, Ph.D., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
doc. Ing. Petr Vráblík, Ph.D., FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Ing. Jaroslav Zahálka, CSc., Ústí nad Labem

Foto obálky

Mgr. Diana Holcová, Ph.D.

Vydává: FŽP UJEP v Ústí nad Labem

Toto číslo bylo dáno do tisku v prosinci 2015
ISSN 1802-212X
MK ČR E 17061

OBSAH

DEGRADACE PŮDY VODNÍ EROZÍ A JEJÍ EKONOMICKÉ ASPEKTY <i>Jana PODHRÁZSKÁ, Josef KUČERA, Petr KARÁSEK, Jana KONEČNÁ, Michal POCHOP</i>	3
HODNOCENÍ EKONOMICKÝCH ASPEKTŮ PROTIEROZNÍ OCHRANY ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY (PRO POVODÍ VN HUBENOV) <i>Jana KONEČNÁ, Jaroslav PRAŽAN, Jana PODHRÁZSKÁ, Josef KUČERA, Svatava Křížková</i>	13
KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY Z POHLEDU ODBORNÉ VEŘEJNOSTI <i>Václav VOLTR, Martin, HRUŠKA, Ladislav JELÍNEK</i>	22
PŘÍSPĚVEK K TRVALE UDRŽITELNÉMU HOSPODAŘENÍ V KRAJINĚ PODKRUŠNOHOŘÍ <i>Jaroslava VRÁBLÍKOVÁ, Petr VRÁBLÍK, Eliška HABÁSKOVÁ</i>	30
STUDIE AGRÁRNÍCH VALŮ A TERAS V OKOLÍ OBCÍ BŘEZNO A VELEMÍN V ČESKÉM STŘEDOHOŘÍ <i>Markéta KUČEROVÁ, Iva MACHOVÁ</i>	36
KVITNUTIE A SAMČÍ REPRODUKČNÝ POTENCIÁL JASEŇA MANNOVÉHO (<i>FRAXINUS ORNUS</i> L.) <i>Daniel KURJAK, Branko SLOBODNÍK</i>	49
LOGISTIC CONCEPTION FOR REAL-TIME BASED INFO-COMMUNICATION SYSTEM APPLIED IN SELECTIVE WASTE COLLECTION <i>István LAKATOS, Ádám TITRIK, Adrián HORVÁTH</i>	56
ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY NADMĚRNÉHO PŮSOBENÍ MĚDI <i>Vítězslav VLČEK, Miroslav POHANKA</i>	68

DEGRADACE PŮDY VODNÍ EROZÍ A JEJÍ EKONOMICKÉ ASPEKTY

SOIL DEGRADATION CAUSED BY WATER EROSION AND ITS ECONOMIC CONSEQUENCES

Jana PODHRÁZSKÁ, Josef KUČERA, Petr KARÁSEK, Jana KONEČNÁ,
Michal POCHOP

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., oddělení Pozemkové úpravy a využití krajiny, Lidická 25/27, 602 00 Brno, Česká republika, podhrazska.jana@vumop.cz

Abstrakt

Erozní procesy způsobují vážné ekologické a ekonomické problémy vzhledem k jejich negativním dopadům na degradaci půdy a zhoršení kvality vody, jakož i na životní prostředí jako celek. Vodní eroze způsobuje vyplavování jemných půdních částic, živin a organických složek z půdy. Důsledkem toho je zkrácení půdního profilu, ochuzování o nejcennější složky půdy a zhoršování její kvality. Předložený materiál se zabývá vyhodnocením změn půdních vlastností v dlouhodobém horizontu (vyjádřených prostřednictvím kódu BPEJ na modelové lokalitě jižní Moravy) a jejich ekonomickými dopady. Rovněž byly vyhodnoceny nákladové ukazatele protierozních opatření a vyčísleny náklady a přínosy při hospodaření bez těchto opatření a v případě jejich realizace.

Abstract

Erosion processes cause serious ecologic and economic problems because of their negative consequences in terms of soil and water deterioration as well as for the environment as a whole. Water erosion implicates that the fine soil particles, nutrients and organic components are washed out. Then it causes the shortening of soil profile, its impoverishment of the most valuable components of the soil and degradation of its quality. All these aspects are reflected in the land market, when the price of land devastated by the erosion is decreasing. The presented paper deals with evaluating the changes in the soil quality, expressed by the changes of the soil units and their economic impacts. There were also evaluated the costs of the erosion control measures and expressed the costs and benefits in the case of farming with and without application these measures.

Klíčová slova: *cena půdy, vodní eroze, degradace půdy, náklady protierozní ochrany*

Key words: *price of land, water erosion, soil degradation, costs of erosion control practices*

Úvod

Půda jako základní výrobní prostředek zemědělství ale i jako nositel a regulátor pochodů v různých sférách životního prostředí vyžaduje nejen pozornost, ale zejména ochranu. Úbytek kvalitních zemědělských půd je celosvětově vnímán jako velký problém, týkající se nejen rozvojových zemí. Jako hlavní hrozbu pro životní prostředí a zemědělství uvádí Pimentel vodní erozi (Pimentel et al., 1995). Měření dopadů degradace půd patří mezi poměrně náročné úkoly a používají se k tomu různé techniky. Obvykle jsou rozlišovány náklady vznikající na erodovaném pozemku, mimo něj a náklady vyjádřené ztrátou samotnou např. vůči budoucím generacím (Görlach et. al. 2004). Nejrozšířenější metodou pro ekonomické vyjádření dopadů eroze je tzv. replacement costs neboli náklady na odstranění škod (Winpenny, 1991), a to jak interních (na pozemku) nebo externích (mimo pozemek). Další metodou je měření snížení produktivity půdy (Barbier, 1995). Při finančním hodnocení ztráty půdy na pozemku je možné odnesený objem půdy vynásobit cenou ornice na trhu. Takto stanovené ceny ornice však nestačí na posouzení škod na půdě. Problém spočívá zejména v tom, že půdu musíme

chápat jako neobnovitelný přírodní zdroj (s obnovitelnými funkcemi). Při velmi intenzivní erozi může dojít k její nenávratné ztrátě.

Kvalita zemědělského půdního fondu v České republice je stanovována prostřednictvím oceňovacího systému, který je založen na ekologicko-produkčním hodnocení půd. Tento systém, ve světě poměrně ojedinělý, byl vybudován v 60. -80. letech 20. století na podkladě komplexního průzkumu půd a poskytoval ucelené informace o kvalitě zemědělských půd a ceně zemědělských pozemků z produkčního hlediska. Od 90. let jsou údaje v databázi bonitovaných půdně ekologických jednotek (dále BPEJ) průběžně aktualizovány. Zejména na pozemcích o velké ploše a svažitosti dochází vlivem intenzivního pěstování širokořádkových plodin k poklesu kvality půdy vlivem eroze. Aktualizací BPEJ lze zjistit tyto rozdíly a kvantifikovat je pomocí oceňovací vyhlášky (vyhláška MF č. 441/2013 sb.). Tento systém byl využit při hodnocení ekonomických dopadů eroze na modelovém území v katastrálním území obce Starovice na Břeclavsku, na jižní Moravě. V prostředí GIS byla vyhodnocena ztráta půdy erozí na podkladě původních BPEJ a porovnána s vypočtenou ztrátou půdy na podkladě aktualizovaných BPEJ. Rovněž byla vypočtena ztráta půdy v případě realizace protierozních opatření, odhadnuty náklady na vybudování těchto opatření. Na tomto podkladě byl proveden orientační výpočet nákladů na odstranění škod vzniklých erozí při současném způsobu hospodaření a při zohlednění navržených protierozních opatření.

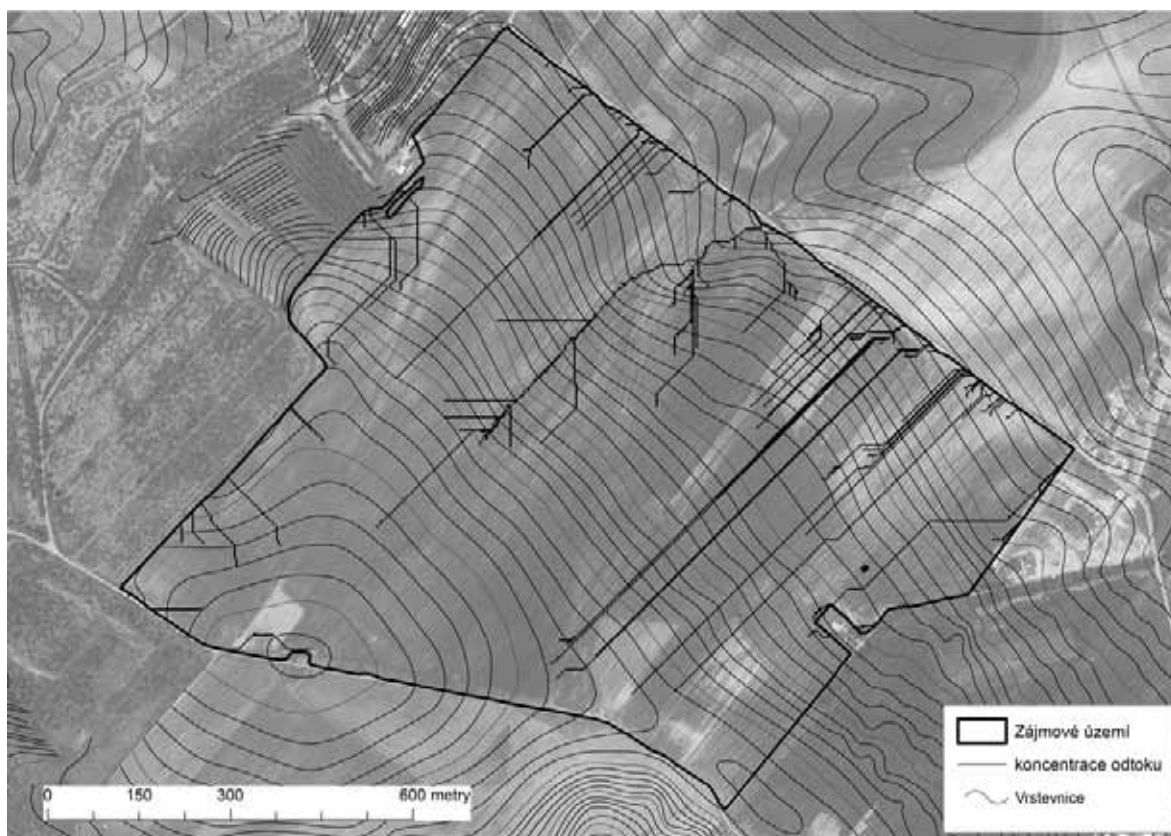
Materiál a metody

Výběr území

Pro analýzy temporálních změn půdních charakteristik způsobených intenzivním obhospodařováním a kvantifikaci škod vzniklých v důsledku erozních jevů bylo vybráno modelové území v oblasti jižní Moravy, v lokalitě s výskytem černozemních půd silně postihovaných vodní erozí. Jedná se o půdní blok na rozhraní katastrálních území Starovice a Hustopeče u Brna v okrese Břeclav.

Území je součástí Hustopečské pahorkatiny. Klimaticky náleží do oblasti teplé, okrsku teplého a suchého s mírnou zimou a relativně kratším slunečním svitem. Spraše tvoří mateční substrát značné části zdejších půd. Na spraších i smíšených substrátech se vytvořily černozemě modální, černozemě karbonátové a arenické. Vlivem nepříznivých přírodních podmínek (členitý a poměrně svažitý terén, který má vysokou míru erozní ohroženosti) a velkoplošného obdělávání nedělených ploch orné půdy byl umožněn rozvoj vodní i větrné eroze. V současné době se zde pěstuje hlavně kukuřice (*Zea mays*), pšenice ozimá (*Triticum aestivum*) a řepka olejka (*Brassica napus*). Morfologie území je znázorněna na obr. 1.

Analýzy erozní ohroženosti a změn půdních vlastností na základě aktualizace BPEJ byly provedeny na půdním bloku, který svojí charakteristikou (velikost bloku, jeho svažitost, způsob obdělávání) patří k typickým lokalitám intenzivního zemědělství na jižní Moravě. Blok leží v nadmořské výšce 228 m, má výměru 100,5 ha, jeho délka po spádnicí je 1061 m a průměrný sklon 6,66%. V území byla v roce 2003 dokončena pozemková úprava, která byla vyvolaná periodicky se opakujícími erozními a povodňovými událostmi, postihujícími blízké město Hustopeče. V rámci pozemkové úpravy byla navržena a vybudována protipovodňová retenční nádrž a svodný průleh, kterým je srážková voda odváděna z horní části povodí do nádrže. V horní části povodí byly navrženy protierozní průlehy a zatravnění údolnice, k jejich vybudování již ale nedošlo.



Obr. 1. Přehledná mapa zkoumaného bloku orné půdy v lokalitě Starovice – Hustopeče s vyznačenými drahami odtoku a vrstevnicemi

Hodnocení změn půdních vlastností

Pomocí identifikace kódu BPEJ na pozemku a jejího cenového vyjádření lze určit cenu pozemku dle platné vyhlášky (vyhláška č. 441/2013). Pokud na pozemku byla provedena revize BPEJ (aktualizace), lze porovnávat půdní charakteristiky před a po aktualizaci.

K aktualizaci BPEJ po roce 1990 vedly jednak snahy o zpřesnění jejich vymezení a současně bylo potřeba zmapovat a doplnit jevy vzniklé v souvislosti s degradací půd přírodního a antropogenního původu.

Modelový půdní blok Hustopeče byl bonitován v roce 1978. V roce 2009 byla pozemkovou úpravou vyvolána aktualizace části bloku, která byla poté dokončena v roce 2013 pro potřeby prezentované studie (obr.2).

Popis jednotlivých BPEJ:

00100, 00110: černozemě na rovině a mírném svahu. Půdy s mocným černickým humusovým horizontem, s drobtovitou až zrnitou strukturou, vyvinuté ze sypkých karbonátových substrátů, hluboké půdy

00401: černozemě arenické na rovině, lehčí výsušné půdy, hluboké až středně hluboké,

00810: černozemě smyté (erodované) s kultivovaným substrátem na ploše větší než 50% na mírném sklonu,

00850: černozemě smyté (erodované) s kultivovaným substrátem, na svažitém terénu,

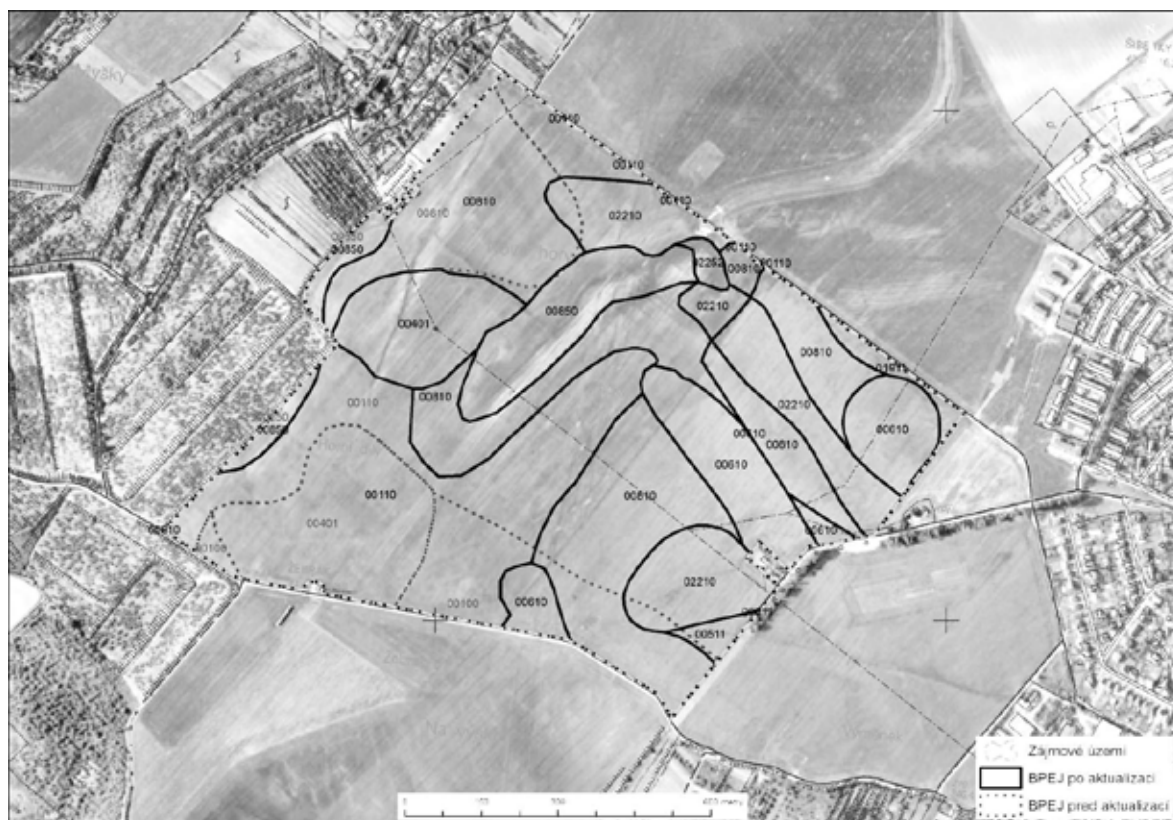
00511: černozemě modální karbonátové na velmi propustném podloží, středně těžké až lehčí,

00610: černozemě pelické, těžké až velmi těžké, na těžkém podloží,

01911: pararendziny modální, středně těžké až těžké,

02210. kambizemě arenické na lehkých, výsušných, nevododržných substrátech,

02252: kambizemě arenické na lehkých, výsušných, nevododržných substrátech, na svažitém terénu



Obr. 2. Přehledná mapa zkoumaného bloku orné půdy v lokalitě Starovice - Hustopeče s vyznačenými BPEJ před a po aktualizaci

Hodnocení erozní ohroženosti

Hlavními činiteli způsobujícími erozi jsou klima, topografie, vegetace, půda a lidský faktor – způsob hospodaření na půdě. Každý z těchto činitelů vykazuje určitou variabilitu podle místních podmínek. Proto je určení erozní ohroženosti tím efektivnější, čím detailněji plochu šetříme. Matematickým vyjádřením vlivu uvedených faktorů na erozní smyv je tzv. Univerzální rovnice ztráty půdy (Universal soil loss equation – USLE). Tato rovnice byla vyvinuta v tehdejší americké Službě pro ochranu půdy (Soil Conservation Service) a je dlouhodobě používána nejen v USA ale i v ČR a mnoha jiných zemích. Jedná se o součin 6-ti faktorů, které nejvíce erozi ovlivňují a vychází z principu přípustné ztráty půdy jednotkového pozemku, jehož délka je 22,13 m a sklon 9%. Povrch je bez vegetace a vždy po přívalovém dešti kypřen. Detailní analýza faktorů byla provedena Wishmeierem a Smithem (1978). Interpretace faktorů univerzální rovnice na poměry ČR byla provedena několika autory. Nejrozsáhleji se aplikací USLE na podmínky ČR zabývali Zdražil (1965), Holý (1978, 1994), Pasák (1984), Janeček a kol. (2012).

Vypočtená hodnota udává množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku za daných podmínek z pozemku uvolněno vodní erozí. Rovnici nelze použít pro kratší než roční období a pro zjišťování ztráty půdy erozí z jednotlivé srážky nebo tání sněhu.

Výpočet erozního smyvu metodou GIS

Geografické informační systémy (GIS) jsou jedním z moderních způsobů pro projektování a práce s mapami. Jejich výhodou jsou předdefinované funkce, příjemné rozhraní, rychlé a jednoduché ovládání. Rovnice USLE byla aplikována v rozhraní GIS - ArcGIS Advanced 10.3. Touto metodou je možno řešit celou plochu půdního bloku. Pro přesnost výpočtu je velmi důležitá kvalita vstupních dat.

Pro zkoumané území byly stanoveny hodnoty jednotlivých faktorů rovnice USLE:

- R faktor (faktor erozní účinnosti deště) byl stanoven podle metodiky Ochrana zemědělské půdy před erozí (Janeček a kol., 2012) na hodnotu 40 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹,
- Faktor K (faktor náchylnosti půdy k erozi) byl stanoven pro kódy BPEJ před a po aktualizaci podle metodických doporučení (Janeček a kol., 2012),
- Faktor LS (faktor topografický) byl určen na základě délky a sklonu svahu v prostředí GIS metodou USLE2D,
- Faktor C (faktor účinnosti vegetačního krytu) byl stanoven podle Kadlece a Tomana (2002) na hodnotu C=0,307,
- Faktor P (faktor účinnosti protierozních opatření) byl stanoven na hodnotu =1 (na pozemku nejsou uvažována žádná protierozní opatření).

Ekonomická bilance navrhovaných protierozních opatření

Dalšímu rozvoji erozních procesů lze zabránit účinnými protierozními opatřeními, která jsou navrhována např. v rámci pozemkových úprav. Jejich nesporný význam je pro zvýšení ekologické stability území, pro ochranu půdy před degradací a ochranu vodních útvarů před znečišťováním produkty eroze. Ekonomická efektivita těchto opatření bývá často zpochybňována. V řešeném území byla proto provedena ekonomická bilance opatření, navržených v rámci pozemkové úpravy a dosud nerealizovaných. Přehled o typech navržených opatření a jejich nákladovosti podává Tab. 1.

Tabulka 1. Náklady na navržená protierozní opatření (PEO)

PEO	Plocha	Délka	Náklady provozní (Kč)*		
	(ha)	(m)	jednotkové	celkové	každoroční
zatravněný průleh	5,4	3 374,7	800 Kč/m/50let	2 699 200	53 984
ochranné protierozní zatravnění	4,2		10 000Kč/ha/10 let	42 000	4 200
zatravněná údolnice	1,3		10 000Kč/ha/10 let	13 000	1 300
vyloučení pěstování širokořádkových plodin	89,1		1 500 Kč/ha	133 650	13 3650
celkem	100			2 887 850	193 134

*Poznámka: ceny celkové vyjadřují náklady, jež budou potřeba vynaložit po celou dobu životnosti opatření, náklady každoroční vznikly podělením celkových cen dobou životnosti opatření. Životnost průlehu je dána jejich stavebním charakterem, opatření typu zatravnění mají proto životnost kratší.

Výsledky

Výsledky aktualizace BPEJ

Aktualizace BPEJ v letech 2009 až 2013 byla prováděna s větší přesností a podrobností, jednak vzhledem ke kvalitě podkladů a techniky, jednak proto, že původní BPEJ byly vymezovány pro potřeby velkoplošného užívání půdy, tedy s větší mírou generalizace. V Tabulce 2. jsou porovnány kódy BPEJ a jejich plochy před a po aktualizaci.

Tabulka 2. Kódy a plochy BPEJ

Před aktualizací BPEJ	Plocha[m ²]	Po aktualizaci BPEJ	Plocha[m ²]
00100	99 668,1	00110	256 949,5
00110	687 698,2	00401	57 283,2
00401	96 804,5	00511	7 198,3
00810	101 692,6	00610	100 072,0
00850	18 908,4	00810	362 516,3
		00850	77 597,6
		01911	9 666,2
		02210	128 054,4
		02252	5 434,4

Podle oceňovací vyhlášky 441/2013 Sb. byly ke každému kódu BPEJ přiřazeny ceny v Kč.m⁻² (Tab. 3).

Tabulka 3. Ceny BPEJ na půdním bloku

BPEJ	Cena za m ² [Kč]
00100	14,62
00110	13,02
00401	6,38
00810	10,29
00850	8,79
00511	6,54
00610	10,23
01911	8,67
02210	5,69
02252	4,12

Celková plocha zkoumaného půdního bloku je 1 004 771,9 m² (100,48 ha). Cena půdy v tomto bloku před aktualizací BPEJ byla 14 044 824,4 Kč. Po aktualizaci BPEJ bylo zjištěno, že došlo ke značné ztrátě ceny půdy, zejména vlivem dlouhodobého působení erozních procesů. Například plocha BPEJ s půdním typem 08 (černozemě smyté, jsou degradační fázi půdního typu 01) před aktualizací byla necelých 12 % plochy pozemku, po aktualizaci se zvýšila na téměř 44 %. Zkoumaný půdní blok, v případě ocenění podle aktualizovaných BPEJ, má cenu 11 502 837,8 Kč. Rozdíl v ceně tedy představuje hodnotu 2 541 986,6 Kč.

Aktualizací zjištěné HPJ 04, 05, 06 nemohou přírodními degradačními procesy vzniknout z HPJ 01. V tomto případě se tedy jedná o nepřesnost původního vymezení BPEJ.

Byla proto provedena analýza ceny a plochy půd vzniklých degradací HPJ 01 na HPJ 08, 19, 22 (průnikem vrstev polygonů vybraných BPEJ s přiřazenými cenami před a po aktualizaci).

Výsledný pokles ceny půdy způsobený erozí na šetřeném pozemku činí 2 356 500 Kč.

Výsledky hodnocení erozní ohroženosti

Za použití Universální rovnice ztráty půdy (USLE) a metodami GIS byl vyhodnocen erozní smyv na zkoumaném půdním bloku před aktualizací BPEJ a po jejich aktualizaci. Aktualizací BPEJ dojde zejména ke změně faktoru K v USLE. Jednotlivým BPEJ proto byly přiřazeny příslušné hodnoty K faktoru (Tab. 4).

Tabulka 4. K faktor pro BPEJ na půdním bloku

Před aktualizací		Po aktualizaci	
BPEJ	K - faktor	BPEJ	K - faktor
00100	0,41	00110	0,41
00110	0,41	00401	0,41
00401	0,16	00810	0,28
00810	0,49	00850	0,32
00850	0,49	00511	0,49
		00610	0,49
		01911	0,33
		02210	0,24
		02252	0,24
průměr	0,39	průměr	0,33

Dlouhodobým působením eroze došlo k odnosu nejceňnějších, lehce erodovatelných půd. Se změnou půdních charakteristik je spojeno stanovení výše K faktoru, tedy faktoru erodovatelnosti půdy. Před aktualizací bylo půd s vysokým faktorem K na bloku 90 %, po aktualizaci pouze 69 %.

Dalším krokem byl výpočet erozní ohroženosti pro zkoumaný půdní blok před a po aktualizaci BPEJ. Vypočtené hodnoty ztráty půdy ukazuje Tab. 5.

Tabulka 5. Hodnoty ztráty půdy pro 2 varianty výpočtu

Varianta	Průměrný smyv (t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹)	Průměrný smyv (t.rok ⁻¹)
Před aktualizací BPEJ	23,11	2 310,52
Po aktualizaci BPEJ	22,53	2 253,02

Lze říci, že dlouhodobým působením erozních procesů během uplynulých 30ti let došlo ke ztrátě téměř 70 000 tun ornice (obr. 3).



Obr. 3. Zkrácení půdního profilu jako výsledek erozních procesů na intenzivně obdělávaném půdním bloku (Hustopeče, 2012)

Výsledky ekonomické bilance protierozních opatření

Cílem ekonomických analýz bylo porovnání cen nákladů vynaložených na zřízení a údržbu opatření s náklady vyčíslenými na odstraňování škod při stávajícím stavu území (bez opatření).

Tabulka 6 ukazuje rozdíl mezi erozním smyvem půdy vypočítaným pro stávající stav a pro stav po realizaci protierozních opatření. Součástí tabulky je i orientační výpočet nákladů na odtěžení smyté zeminy.

Tabulka 6. Rozdíly v erozním smyvu a vliv na výši nákladů

Stav PEO	Erozní smyv t.rok ⁻¹	Objem eroze m ³ .rok ⁻¹	Objem odnosu m ³ .rok ⁻¹	Náklady na odtěžení zeminy Kč.rok ⁻¹
před návrhem	2253	1325	927,5	371000
po realizaci	430	258	180,6	72240

Vypočtený erozní smyv udává množství půdy smyté z pozemku. Část sedimentu zůstává zachyceno na pozemku, většina objemu sedimentu je však odplavována mimo pozemek. Pro zkoumaný půdní blok byl na základě dlouhodobých měření stanoven poměr odnosu na hodnotu 0,7. Na základě vypočteného erozního smyvu a přepočteného objemu odnosu byly stanoveny náklady vzniklé ztrátou půdy, při přepočtu na cenu netříděné zeminy běžně uváděné cca 400 Kč.m⁻³. (Ceník deponie KC TRANS, 2015).

Přípustná ztráta půdy byla podle platných metodik stanovena na 4 t.ha⁻¹.rok⁻¹. Škody snížením produkční schopnosti půdy vlivem erozní činnosti jsou v literatuře často popisovány. Jsou uváděny až 50 % hodnoty snížení produkční schopnosti v případě silně erodovaných půd. V této práci byla snížená produkční schopnosti půd vyčíslena po předchozím zařazení půdy podle stupně erozní ohroženosti (SEOP). Stupně erozní ohroženosti se stanovují jako násobky přípustného smyvu. U středně ohrožených půd (SEOP 2 - dvojnásobek přípustného smyvu) se předpokládá snížení o 10 %, u SEOP 3 o 20 %, u neohroženějších půd (SEOP 4 - čtyřnásobek přípustného smyvu) o 30 %.

Vypočtený erozní smyv na pozemku více než čtyřikrát převyšuje přípustnou ztrátu půdy. Při zohlednění navrhovaných protierozních opatření by erozní smyv odpovídal limitům. Za předpokladu že hodnoty hrubé zemědělské produkce se pohybují okolo 10 000Kč.ha⁻¹ je možno stanovit ztráty na produkci v případě nerealizace protierozních opatření (Tab. 7).

Tabulka 7. Ztráty na zemědělské produkci vlivem působení eroze

Stav PEO	Erozní smyv t.ha ⁻¹ .rok ⁻¹	SEOP	Omezení zemědělské produkce (%)	Ztráty Kč.rok ⁻¹
před návrhem	22,53	4	30	301 500
po realizaci	4,30	1	0	0

Na základě zjištěných skutečností bylo možno provést kalkulaci přínosů a nákladů na protierozní opatření v analyzovaném území (Tab. 8).

Tabulka 8. Kalkulace nákladů na opatření před realizací protierozních prvků a po jejich realizaci

Opatření	před OP (Kč)	po OP (Kč)
Náklady na odtěžení sedimentu	371 000	72 240
Navržené PEO	0	193 134
Ztráty ze zemědělské produkce	300 000	0
Celkem (bilance)	671 000	265 374

Realizací protierozních opatření se tedy nejen nezvýší náklady na udržení produkční kapacity pozemku, ale náklady budou sníženy o 405 626 Kč. Nebude navíc docházet k další akceleraci erozních procesů a dalšímu snižování půdní úrodnosti, a tím i ceny pozemku. V neposlední řadě je třeba uvažovat ekologické aspekty realizace opatření, jejich stabilizující a krajinářskou funkci.

Závěr

Vyhodnocením temporálních změn půdních charakteristik byly zjištěny jak kvantitativní, tak kvalitativní důsledky dlouhodobě zanedbávané péče o naše nejcennější půdy. V rámci pozemkových úprav je navrhován komplex opatření v krajině, kterým je zajišťováno posílení ekologické stability území, retenční kapacita krajiny, ochrana půdy, vody, zpřístupňování pozemků. Při realizaci pozemkové úpravy bývají často provedeny pouze stavby sítě polních cest a přímá protipovodňová ochrana intravilánu. Protierozní a vodohospodářská opatření v ploše povodí se nejvíce jeví jako palčivý problém z hlediska obcí. K jejich realizaci dochází nepoměrně méně. Předložený příspěvek byl zpracován se záměrem demonstrovat i ekonomické hledisko každoročních ztrát půdy erozí jako konkrétního ukazatele nenávratných škod na majetku, postihujících zejména vlastníky půdy. V současné době byl novelizován Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, který stanovuje nové povinnosti v oblasti ochrany ZPF a postupy při znečištění zemědělské půdy nebo ohrožení zemědělské půdy erozí včetně opatření k nápravě. Lze tedy doufat v zodpovědnější přístup dotčených subjektů a ve zlepšení hospodaření s nenahraditelným přírodním zdrojem, jakým půda byla a je.

Poděkování

Článek vznikl za podpory řešení projektu **TA04020886**: Nové technologie pro řešení ochrany před povodněmi z přívalových srážek.

Literatura

- BARBIER, E., BISHOP, J. (1995): Economic values and incentives affecting soil and water conservation in developing countries. *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol. 50, pp. 133–137.
- GÖRLACH, B., R. LANDGREBE-TRINKUNAITE, E. INTERWIES, M. BOUZIT, D. DARMENDRAIL AND J. D. RINAUDO (2004): Assessing the Economic Impacts of Soil Degradation. Volume III: Empirical Estimation of the Impacts. Study commissioned by the European Commission, DG Environment, Study Contract ENV.B.1/ETU/2003/0024. Berlin: Ecologic
- HOLÝ, M. (1978): Protierozní ochrana. Praha, SNTL.
- HOLÝ, M. (1994): Eroze a životní prostředí. Praha, ČVÚT.
- JANEČEK, M. a kol. (2012): Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha: VÚMOP, v.v.i.
- KADLEC, M., TOMAN, F. (2002): Závislost faktoru protierozní účinnosti vegetačního pokryvu C na klimatickém regionu, In: Bioklima - Prostředí - Hospodářství, pp. 544 – 550.
- PASÁK, V. a kol. (1984): Ochrana půdy před erozí. Praha SZN.
- PIMENTEL, D., HARVEY, C., RESOSUDARMO, P., SINCLAIR, K., KURZ, D., MCNAIR, M., CRIST, S., SHPRITZ, L., FITTON, L., SAFFOURI, R., BLAIR, R., 1995. Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. *Econ61*, 267, pp. 1117-1123.
- VYHLÁŠKA 441/2013 k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška)
- WISHMEIER, W. H., SMITH, D. D. (1978): Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. USDA, Agriculture handbook 537. US Government printing office, Washington, DC.

WINPENNY, J. T. (1991): Values for the environment: A guide to economic appraisal. HMSO, London.

ZDRAŽIL, K. (1965): Ekonomické hodnocení protierozní ochrany. ÚVTI MZLVH, Praha.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu.

Internetové zdroje

Ceník deponie KC Trans (<http://www.kctrans.cz/cenik-deponie.p2.html>).

HODNOCENÍ EKONOMICKÝCH ASPEKTŮ PROTIEROZNÍ OCHRANY ZEMĚDĚLSKÉ PŮDY (PRO POVODÍ VN HUBENOV)

EVALUATION OF ECONOMIC ASPECTS OF EROSION PROTECTION OF CROP LAND (FOR THE HUBENOV RESERVOIR CATCHMENT)

**Jana KONEČNÁ¹⁾, Jaroslav PRAŽAN²⁾, Jana PODHRÁZSKÁ¹⁾, Josef
KUČERA¹⁾, Svatava KŘÍŽKOVÁ¹⁾**

¹⁾Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Oddělení Pozemkové úpravy a využití krajiny,
Lidická 25/27, 657 20 Brno, konecna.jana@vumop.cz

²⁾Ústav zemědělské ekonomiky a informací, Kotlářská 53, 602 00 Brno (externista)

Abstrakt

Požadavky ochrany půdy jsou naplňovány v omezeném rozsahu a často s obtížemi, přestože vodní eroze je v podmínkách ČR rozšířený a intenzivní degradační faktor. V rámci řešení výzkumného záměru VÚMOP, v.v.i. byla vydána metodika Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy. Metodika je určena zejména pracovníkům pozemkových úřadů, projektantům protierozních opatření, správním úřadům, orgánům územního plánování, vlastníkům a uživatelům zemědělské půdy. Nabízí možnost podpořit snahy na ochranu půdy a vody v zájmovém území ekonomickými údaji o přínosech protierozní ochrany a návratnosti finančních prostředků do ní vložených. Příspěvek prezentuje aplikaci principů metodiky v povodí vodárenské nádrže Hubenov. Výsledky dokumentují dlouhodobou smysluplnost protierozní ochrany a potřebu její politické podpory.

Abstract

Requests of soil conservation are fulfilled only in a limited range and with many difficulties, although water erosion is a widespread and intensive degradation factor in the Czech Republic conditions. In the frame of research intention of the Research Institute for Soil and Water Conservation the methodics Evaluation of economic aspects of erosion protection of cropland was published. It is especially dedicated to workers of land offices, designers of erosion control measures, administrative authorities, landscape planning authorities, crop land owners and users. It offers possibility to support soil and water conservation efforts in an area with economic data about erosion control benefits and return of invested financial resources. The article presents application of the methodics principles in the drinking water reservoir Hubenov catchment. The results document long time advisability of erosion control and need of its political support.

Klíčová slova: *ekonomická bilance, vodní eroze, opatření, pozemková úprava*

Key words: *economic balance, water erosion, measure, land consolidation*

Úvod

Eroze půdy je přírodní proces, jehož průběh je akcelerován necitlivými zásahy člověka do přírody a krajiny a intenzivním hospodařením na zemědělské půdě. Ačkoliv je vodní erozi ohroženo více než 50 % orné půdy ČR, požadavky na ochranu půdy se v praxi daří prosazovat v omezeném rozsahu a často s obtížemi.

Procesy vodní eroze poškozují nejvíce ornou půdu, snižují její úrodnost. Dochází při nich k odnosu kvalitních svrchních vrstev profilů a následně k degradaci chemických, fyzikálních a biologických vlastností půdy. Tyto změny jsou v podstatě nevratné, protože 1 cm půdy v našich přírodních

podmínkách se vytvoří za cca 100 let (Janeček a kol., 2005). Vedle poškození půdy na erodovaném pozemku vznikají škody i mimo něj – zanášení sousedních pozemků, komunikací, příkopů, vodních koryt a nádrží produkty eroze. Transport půdních částic do vodních útvarů zhoršuje kvalitu vody a tím negativně ovlivňuje život vodních organismů.

Eroze patří v ekonomických teoriích k tzv. externalitám, což zjednodušeně znamená, že spotřebovávání statků podnikatelem nebo spotřebitelem je doprovázeno dopady na jiné podnikatele nebo spotřebitele. Např. zemědělec spotřebovává půdu, resp. ztrácí část vrchní vrstvy půdy a smyté půdní částice a živiny jsou odneseny na pozemky nebo do vodních toků, kde vyvolávají škody (Pražan, Koutná, 2004). Vzniká tak náklad, který však nevstupuje do finančního rozhodování podnikatele (je pro něj externí). Důvodem pro hodnocení externalit je jejich politická citlivost, neboť je obvykle neřeší trh, ale musí být brány v úvahu v rámci státních rozpočtů nebo regulačních nástrojů, či jiných nástrojů politiky. Současně však vznikají také škody na samotném přírodním zdroji.

Protierozní opatření obecně rozdělujeme na organizační, agrotechnická a technická. Organizační protierozní opatření využívají ochranný účinek vegetačního pokryvu. Nadzemní části rostlin snižují kinetickou energii dešťových kapek a vytvářejí překážky povrchovému odtoku, kořeny zpevňují půdu a zlepšují její vlastnosti. Agrotechnická opatření zahrnují zásady ochranného obdělávání půdy (minimalizační technologie, obdělávání po vrstevnici, mulčování, hrázkování aj.). Při řešení protierozní ochrany v určitém povodí nejsou samostatně použita agrotechnická a organizační opatření schopna ve většině případů podstatně omezit povrchový odtok. Proto je nezbytné rozdělit svazité, plošně značně rozsáhlé pozemky s neúměrnou délkou svahu technickými protierozními opatřeními. Mezi ně řadíme terasy, meze, záchytné a svodné průlehy a zatravněné dráhy soustředěného povrchového odtoku (údolnice).

2. Metoda

Typy protierozních opatření, které jsou předmětem metodiky (Konečná, Pražan a kol., 2014), byly sestaveny do tabulky 1. Zvolen byl zjednodušený postup hodnocení nákladů a přínosů protierozní ochrany zemědělské půdy, aby vyhovoval účelu celé metodiky (Konečná, Pražan a kol., 2014) s ohledem na její potenciální využití. Bilanční analýzu ekonomiky uplatňování protierozních opatření lze dělat různými, více či méně složitými metodami. Také počet položek vstupujících do bilance může být v podstatě neomezený. Ale ne všechny dopady protierozní ochrany je možné kvantitativně a finančně vyjádřit. Například vliv produktů eroze na organismy (ať vodní či půdní) není ještě zatím v ČR dostatečně prozkoumán a není možné ho tedy pro účely ekonomické bilance dost dobře uchopit.

Tabulka 1. Přehled protierozních opatření a jejich vazby na nástroje politiky

Protierozní opatření	Specifikace	Nástroj politiky
Plošné nebo pásové zatravnění	Zatravnění běžnou směsí	Pozemkové úpravy a AEO v PRV
Plošné nebo pásové zalesnění	Výsadba lokálních dřevin	Pozemkové úpravy a podpora zalesnění v PRV
Mez (hrázka)	Nepřelévaná zemní hrázka (v. cca 1 až 1,5 m)	Pozemkové úpravy
Průleh s mezí	Mělký příkop s hrázkou z vyhloubené zeminy (š. cca 10 m), záchytný (v mírném sklonu podél vrstevnic) nebo svodný	Pozemkové úpravy
Záchytný příkop	Příkop v mírném sklonu podél vrstevnic	Pozemkové úpravy
Svodný příkop	Příkop pro odvedení odtoku do recipientu, koryto zpravidla opevněné	Pozemkové úpravy
Zatravnění údolnice	Jako plošné zatravnění, případně speciální travní směs a úprava profilu údolnice	Pozemkové úpravy
Vyloučení pěstování širokořádkových plodin	Vyloučení pěstování kukuřice, řepy, brambor, slunečnice, máku	Pozemkové úpravy, GAEC 2
Pásové střídání plodin	Pásy úzkořádkových plodin široké min. 12 m	Poradenství v PRV, GAEC 2
Vrstevnicové obdělávání	Provádění agrotechnických operací po vrstevnici nebo s malým odklonem od vrstevnic	Poradenství v PRV, GAEC 2

Protierozní opatření	Specifikace	Nástroj politiky
Ochranné obdělávání	Redukované obdělávání půdy a ponechávání nejméně 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy.	Poradenství v PRV, GAEC 2

AEO = agroenvironmentální opatření (www.eagri.cz)

GAEC = good agricultural and environmental conditions (dobrý zemědělský a environmentální stav)

PRV = Program rozvoje venkova (www.eagri.cz)

Ekonomická bilance protierozních opatření spočívá v porovnání nákladů na jejich vybudování a údržbu a přínosů plynoucích z těchto opatření. Náklady se dají stanovit podle skutečných cen realizací konkrétních opatření (zjištěných z předchozích projektů) nebo normativně pomocí ceníků. Pokud nejsou tyto údaje dostupné, lze provést šetření a z více zjištěných nákladů vypočítat průměrné náklady na jednotku. Přínosy protierozní ochrany se určují jako rozdíl mezi oceněnými následky eroze před a po realizaci protierozních opatření.

Zdroj dat pro stanovení nákladů a příjmů

Pro stanovení nákladů, spojených s úpravou hospodaření a také pro stanovení některých škod metodou stanovení nákladů na jejich odstranění lze využívat šetření o nákladech ÚZEI (www.uzei.cz), zemědělské normativy (www.agronormativy.cz) a samostatné šetření o nákladech některých operací (např. na vytěžení sedimentů). Pro stanovení ztrát produkce a tím i příjmů je doporučeno využívat tzv. příspěvek na úhradu fixních nákladů a zisku (PÚ), který ve většině případů nejlépe odpovídá charakteru ztrát příjmů v zemědělském hospodaření. Je nutné zdůraznit, že značnou část škod není v podstatě možné kvantifikovat a ocenit (např. dopady na biodiverzitu).

Nákladové položky pro výpočet příspěvku na úhradu fixních nákladů a zisku na orné půdě a na travních porostech byly pro účely metodiky (Konečná, Pražan a kol., 2014) využity z nákladového šetření (ÚZEI, 2008-2011, Poláčková a kol., 2010). Údaje v databázi ÚZEI (www.uzei.cz) jsou v agregované podobě a jako variabilní náklady byly využity přímé náklady. Tato aproximace byla nutná vzhledem k omezené dostupnosti detailních nákladových dat, která jsou navíc publikována každoročně. Příjmy byly stanoveny na základě ceny a průměrných výnosů, uvedených tamtéž. Příspěvek na úhradu fixních nákladů a zisku (PÚ) byl stanoven jako rozdíl příjmů a variabilních nákladů. Aplikace sofistikovanějších metod hodnocení a standardní ekonomické posuzování investičních projektů z dlouhodobého hlediska (např. metodou NPV, tj. čisté současné hodnoty) vyžaduje pečlivou odbornou přípravu a je stručně shrnuta v metodice (Konečná, Pražan a kol., 2014).

Využívání dat pro stanovení nákladů a přínosů je spojeno s jistým úskalím. Nutno brát ohled na odlišnosti a změny místních podmínek a časový vývoj. Čím jsou vstupní data aktuálnější, tím je ekonomická bilance zatížena menší chybou.

Stanovení přínosů protierozních opatření

Vybrané podklady pro vyčíslení přínosů byly vyjádřeny ve škodách, které v důsledku zavedení protierozní ochrany nenastanou. Pokud by nastaly, měly by být adekvátní finanční prostředky vynaloženy na nápravu (využita metoda „replacement costs“).

Interní škody:

- Odnos půdy se ocení průměrnou cenou ornice nebo pomocí ceny bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Pokud by se navezla odnesená hmota zpět na pozemek, je možné ocenění podle transportních nákladů.
- Vznik rýh a strží, převrstvení půdy smytou zeminou – ocení se náklady na uvedení do původního stavu.
- Snížení výnosu – pro ocenění jsou potřebné konkrétní údaje o průměrném a aktuálním výnosu na daném pozemku.
- Ztráta živin – lze vyjádřit pomocí nákladů na nákup ztracených živin, zejména dusíku a fosforu.

Externí škody:

- Poškození pozemků, vznik nánosů na nich – ocení se náklady na jejich odstranění.
- Znečištění vod – ocení se zvýšení nákladů na čištění vody, popřípadě zvýšení nákladů na čištění vodohospodářských zařízení nebo odstranění negativních dopadů na jiná odběrová a uživatelská zařízení (např. náklady na čištění a zajištění účinnosti chladících zařízení elektráren nebo zavlažovacích zařízení).
- Nánosy ve vodních útvech (zanášení nádrží a toků) – oceňují se náklady na vytěžení a odvoz na skládku, popř. škody na lodní dopravě.
- Zvýšení škod při povodních – toky a nádrže zanesené produkty vodní eroze snižují retenční kapacitu krajiny (lze měřit posouzením odpovídajícího objemu škod).
- Ztráty na životech (dle autorů neměřitelné).
- Ekologické dopady (např. na organismy) se oceňují velmi obtížně a většinou jsou ekonomicky těžko uchopitelné (jedná se spíše o kvalitativní než kvantitativní hodnocení). Nicméně pro vyjádření přínosů ekologických opatření nebo škod na ekosystémech lze využít metodiky Seják, Dejmal a kol. (2003) a Seják, Cudlín a kol. (2010).

Omezení ztráty půdy

Pro výpočet objemu smyté půdy se nejčastěji doporučuje univerzální rovnice průměrného dlouhodobého smyvu, jak ji publikovali Janeček a kol. (2012). Stanovili i potřebné faktory této rovnice s ohledem na specifiku přírodních podmínek ČR.

$$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \text{ [t/ha/rok]},$$

kde R je faktor erozního účinku deště,

K – půdní faktor stanovený podle BPEJ,

L – faktor délky svahu,

S – faktor sklonu svahu,

C – faktor protierozního účinku vegetačního krytu,

P – faktor protierozních opatření.

Vypočtená hodnota G udává množství půdy, které může být v dlouhodobém měřítku a za daných podmínek pozemku uvolněno plošnou vodní erozí.

Omezení externích škod

Část objemu erozí uvolněných půdních částic sedimentuje přímo na svahu, nejvíce v jeho úpatí. Určitý podíl oderodované hmoty může být nesen povrchovým odtokem až do vodních koryt či nádrží. Existují různé metody, modelující procesy transportu a ukládání sedimentů - produktů vodní eroze (např. Janeček a kol., 2005) a poskytující odhad podílu smytých půdních částic, které se dostanou do toků a nádrží. Dopady vodní eroze mimo zdrojovou část půdního bloku byly v metodice (Konečná, Pražan a kol., 2014) vyjádřeny v nákladech na odstranění nánosů sedimentů. Náklad vyvolaný zatížením vodních útvarů produkty vodní eroze byl oceněn náklady na vytěžení sedimentu a uložení na skládku.

Větší část přínosů protierozních opatření nemohla být exaktně oceněna, přičemž vliv na retenci vody byl symbolicky oceněn 1 Kč/m³ zadržené vody. Důvodem je skutečnost, že ocenění tohoto vlivu není dostatečně propracováno a samotný údaj je jen velmi přibližný, byl použit spíše jako zástupce faktorů, které by ještě bylo potřebné měřit. Případné kladné efekty eroze na jiné subjekty nebyly v této metodice uvažovány. Jedná se např. o přísun hnojiv do rybníků, který zvyšuje produkční potenciál vodní plochy, nebo o zvýšení vrstvy ornice na vedlejším půdním bloku při erozi.

Stanovení nákladů

Posouzení nákladů spojených s implementací navrhovaných opatření spočívá především ve vyčíslení nákladů potřebných k jejich realizaci a v některých případech taktéž v posouzení případných dopadů

na hospodaření podniku (např. ztráta příjmů z orné půdy). Často se jedná o kombinaci obou. Přístup ke stanovení nákladů na protierozní opatření aplikovaný v metodice (Konečná, Pražan a kol., 2014) přehledně shrnuje tabulka 2.

Tabulky nákladových ukazatelů vybraných realizovaných organizačních a agrotechnických protierozních opatření (Konečná, Pražan a kol., 2014) byly vypracovány tak, aby odrážely průměrné náklady na celém území ČR bez rozlišení regionálních rozdílů. Využity byly také katalogové údaje (Podhrázká, Tichá a kol., 2012). Nutno podotknout, že náklady na protierozní opatření se v čase mění a jejich variabilita je ovlivněna i místními podmínkami, proto byly náklady na jednotlivé typy protierozních opatření vyčísleny jako průměrné. Při výpočtech nákladů na protierozní opatření byly uvažovány skutečné náklady na zatravnění, zemní práce a ochranné agrotechnologie. Ztráta z orné půdy byla vypočtena na základě šetření ÚZEI o nákladech a šetření v podnicích (ÚZEI, 2008-2011, Poláčková a kol., 2010).

Tabulka 2. Metodický přístup k stanovení nákladů na protierozní opatření

Protierozní opatření	Způsob stanovení
Plošné nebo pásové zatravnění	Vyjádřeno v PÚ/ha jako ztráta z produkce na orné půdě po dobu 5 let (vážený průměr nejčastěji pěstovaných plodin) plus náklady na založení porostu a následnou péči.
Plošné nebo pásové zalesnění	Vyjádřeno v PÚ/ha jako ztráta z produkce na orné půdě po dobu 5 let (vážený průměr nejčastěji pěstovaných plodin) plus náklady na výsadbu a další péči o stanoviště a porost.
Mez, průleh s mezí	Stanoveno jako náklady na zatravnění (viz výše) zvýšené o náklady na terénní úpravy.
Záchytný nebo svodný příkop	Náklady na stavební a zemní práce včetně materiálu.
Zatravnění údolnice	Stanoveno jako náklady na zatravnění (viz výše), které lze navýšit o další náklady na specifické operace.
Vyloučení pěstování širokořádkových plodin	Vyjádřeno v PÚ/ha jako ztráta z omezení produkce na orné půdě po dobu 5 let (vážený průměr nejčastěji pěstovaných tržních plodin).
Pásové střídání plodin	Stanoveno podle zemědělských normativů. Půdní bloky jsou zúženy a tím dochází ke zhoršení účinnosti využití techniky a zvýšení nákladů na obdělávání.
Ochranné obdělávání	Porovnána úroveň nákladů na konvenční a ochranné obdělávání (setí do mulče a strniště).

PÚ = příspěvek na úhradu fixních nákladů a zisku

Ekonomická bilance

V podstatě se jedná o porovnání všech měřených nákladů (sem patří i ztráty vzniklé následkem zavedení protierozní ochrany) a přínosů protierozních opatření. Pokud převažují přínosy, projekty protierozní ochrany se považují obecně za smysluplné. Nutno opět konstatovat, že ne všechny přínosy je možné snadno měřit a jsou projekty v ochraně životního prostředí, které lze prosazovat, i když náklady převažují nad přínosy. Tato situace nastává zejména při poskytování tzv. veřejných statků, jako např. výsadba ovocné aleje obcí, aniž by byl uvažován komerční přínos (jen veřejný prospěch). Projekty v ochraně proti erozi částečně spadají do této kategorie, neboť řada pozitivních efektů není měřena a jsou ve prospěch veřejnosti (např. zvýšená estetická hodnota krajiny).

Postup ekonomické bilance

1) Vyčíslení přínosů:

- ocenění snížené ztráty půdy vodní erozí,
- snížené náklady na nápravu některých škod (dopadů vodní eroze).

2) Vyčíslení nákladů:

- náklady spojené se zavedením půdoochranných opatření,
- investiční náklady na tvorbu zařízení jako zatravnění, průlehy a příkopy, budování retenčních nádrží,
- neinvestiční ztráty, opakující se každý rok, které byly uvažovány na pět let (obvykle: ztráty z orné půdy, na které byla vybudována zařízení; zvýšení nákladů při obdělávání malých ploch vzniklých rozdělením bloků).

3) Porovnání přínosů a nákladů

Výsledky ekonomické bilance pro povodí VN Hubenov

Postup hodnocení přínosů a nákladů realizovaných společných zařízení (dle Konečná, Pražan a kol., 2014) byl aplikován pro povodí vodárenské nádrže (VN) Hubenov (na ploše 43 km²). V letech 1997 až 2003 probíhaly v povodí komplexní pozemkové úpravy, v rámci kterých byla následně založena a vybudována četná protierozní a vodohospodářská společná zařízení (tab. 3). Jejich účinnost byla posuzována vzhledem ke kvalitě vody ve vodárenské nádrži, proto byla vypočtena průměrná dlouhodobá ztráta půdy vodní erozí (G) pro celé sledované povodí (tab. 4).

Tabulka 3. Přehled vybraných společných zařízení v povodí VN Hubenov a skutečné náklady na jejich realizaci (Podhrázská a kol., 2008)

K.ú.	Meze		Zatravnění		Retenční nádrže	
	Plocha (ha)	Náklad (tis. Kč)	Plocha (ha)	Náklad (tis. Kč)	Plocha (ha)	Náklad (tis. Kč)
Boršov	0,26	179	6,12	72	-	-
Dušejev	1,53	1255	2,44	25	-	-
Hojkov	0,32	231	2,64	32	-	-
Hubenov	0,24	169	3,0	38	0,76	2868
Ježená	0,86	632	-	-	0,59	1498
Mirošov	0,87	531	1,58	22	0,32	838
Zbilidy	0,24	219	3,52	35	1,03	-

Tabulka 4. Výpočet změny dlouhodobé průměrné ztráty půdy vodní erozí

Stav	G (t/ha/rok)	T (t/rok)	Rozdíl T (t/rok)
Před pozemkovými úpravami	1,4019	6037	317
Po realizaci protierozních opatření	1,3283	5720	

G = průměrný dlouhodobý smyv půdy

T = průměrná dlouhodobá ztráta půdy v povodí (P = 4306,49 ha)

Dále byl vypočten průměrný příjem na 1 ha pomocí stanovení PÚ tržních plodin. Příspěvek na úhradu byl vypočten pro tržní plodiny s využitím dat a cen z roku 2010 (tab. 5). Podklady byly získány terénním šetřením zemědělského hospodaření v zájmovém povodí. Pro dlouhodobější posuzování projektu byl stanoven i průměrný zisk na 1 ha (tab. 6).

Tabulka 5. Výpočet příspěvku na úhradu fixních nákladů a zisku (ÚZEI, 2008-2011, Poláčková a kol., 2010, Kavka, 2008 - aktualizováno na r. 2010)

Plodina	Plocha		Průměrný výnos (t/ha)	Variabilní náklady (Kč/ha)	Cena (Kč)	PÚ (Kč/ha)	Tržby (Kč)	Suma (Kč)
	(ha)	(%)						
Pšenice	180	12,9	6	8694	3408	11754	20448	2115720
Ječmen oz.	90	6,5	5	6931	2788	7009	13940	630810
Ječmen jar.	195	14,0	4,5	7136	3283	7638	14774	1489313
Řepka	240	17,2	3,5	13433	7544	12971	26404	3113040
Vážený PÚ (Kč/ha)								10424

Tabulka 6. Průměrný zisk na 1 ha (ÚZEI, 2008-2011, Poláčková a kol., 2010, Kavka, 2008 - aktualizováno na r. 2010)

Plodina	Plocha (ha)	Průměrný výnos (t/ha)	Zisk (Kč/ha)	Suma (Kč)
Pšenice	180	6	2998	539640
Ječmen oz.	90	5	-8	-720
Ječmen jar.	195	4,5	-258	-50310
Řepka	240	3,5	1066	255840
Zisk (vážený průměr)				1056

Výchozími podklady pro stanovení částečné bilance nákladů a přínosů protierozních opatření v povodí VN Hubenov byly:

- příspěvek na úhradu variabilních nákladů a zisku = 10424 Kč/ha,
- ušetřen smyv protierozními opatřeními v objemu 317 t.

Zavedená opatření: zatravnění, vybudování mezí, vybudování rybníků (zde uvažována jen ztráta z orné půdy, neboť se nejedná o protierozní opatření).

Tabulka 7. Zjednodušená bilance přínosů a nákladů v povodí VN Hubenov

Položka	Protierozní opatření	Operace	Objem (rozsah)	Částka		Celkem (Kč)
				(Kč/ha)	(Kč)	
Přínosy	-	Vytěžení a skládka	53,72 t		25947	294754
		Shrnutí, odvezení	367,2 m ³		36719	
		Ztráta živin	53,72 t		137561	
		Aplikace hojení	6924,5 kg		30583	
		Retence vody	14,8 m ³ /ha		63944	
Náklady	Zatravnění	Založení porostu	19,3 ha	11780	224000	5377226
		Ztráta na OP	19,3 ha	10424	1005916	
	Meze	Ztráta na OP	4,32 ha	10424	224116	
		Péče o porosty	4,32 ha	1056	22704	
	Retenční nádrže	Ztráta na OP	2,87 ha	10424	149584,4	
		Břehové porosty	2,55 ha		402000	
		Ztráta na OP	2,55 ha	10424	132906	

OP = orná půda

Pozn.: Ne všechny efekty protierozní ochrany byly zatím v ČR hodnoceny. Náklad na péči o travní porost u plošného zatravnění se neuvažuje, jedná se o běžnou praxi zemědělce.

Výsledkem bilance uvedené v tabulce 7 jsou částky nákladů a přínosů v jednom roce, zpravidla v roce druhém, kdy již protierozní opatření zcela plní svoji funkci. Pokud bychom jako zjednodušení

počítali s přínosy po celou dobu životnosti projektu, potom by v osmnáctém roce od začátku projektu byly náklady a přínosy vyrovnány. Výsledky bilance by zřejmě byly ještě více pozitivní, pokud by se ocenil vliv na ekosystémy (Seják, Dejmal a kol., 2003 a Seják, Cudlín a kol., 2010).

Zde je nutno opět připomenout, že tento statický přístup nevystihuje zcela váhu nákladů a přínosů v dlouhodobém horizontu, ale pro reálnější pohled je potřebné vypracovat čistou současnou hodnotu projektu (NPV). Pokud by ovšem byly přínosy blízké úrovni nákladů (z nichž některé jsou jednorázové), potom by bylo zřejmé, že projekt je ekonomicky životaschopný a není nutné NPV počítat. Výrazně odlišné závěry oproti statickému výpočtu pro modelové povodí VN Hubenov vyplynuly z výpočtu čisté současné hodnoty. V tabulce 8 jsou výsledky součtu nákladů a přínosů po dobu 30 let projektu protierozní ochrany, ze kterých vyplývá, že při komerčním úroku na konci r. 2010 (6 %) převažují náklady nad přínosy. Pokud však uvažujeme podporu erozní ochrany formou sníženého úroku 3,5 %, pak projekt dosahuje kladných čísel již před ukončením délky projektu. NPV ukazuje, že doba, za kterou dojde k vyrovnání nákladů a přínosů je tedy ve skutečnosti delší, než se jevílo ve statickém vyjádření.

Tabulka 8. Přehled výsledku cash flow projektu před a po výpočtu NPV (délka 30 let) – podklady z roku 2010

Úrok	Komerční 6 %	Spořicí 3,5 %
Konečná hodnota bez NPV	3174684	3174684
NPV	-1180982	57891

Výsledky z ekonomicky úspěšnějšího roku jednoznačně ukazují, že u komerčního úvěru by byl projekt za těchto okolností obtížně obhajitelný. Avšak dokazuje to, že ekonomické propočty je nutné vypracovávat na dlouhodobých řadách. Na druhé straně to naznačuje, proč zemědělci nemají velkou ochotu k zatravnění, protože předpokládají lepší roky, kdy jsou z orné půdy příjmy ekonomicky zajímavé. Pokud se ovšem použije nižší diskontní sazba (třeba jako úrok u vkladů), potom se projekt stává smysluplný i v tak ekonomicky úspěšném roce jako byl 2010. Názory na užití diskontní sazby u nekomerčních projektů se mezi ekonomy různí (Pearce, Barbier, 2000).

Diskuze

Výsledky ekonomického hodnocení projektů protierozní ochrany jsou ovlivněny řadou faktorů. Pokud je protierozní opatření mířeno na erozně velmi ohroženou plochu a jen na ni, je projekt ekonomicky snadněji obhajitelný. Pokud je hodnoceno širší území, kde jsou plochy s nižším ohrožením s velkou rozlohou, potom se projekt ukazuje jako méně ekonomicky účinný. Což ovšem nemusí plně odrážet realitu, projekt může být účinný na erozně velmi ohroženém bloku, ale účinnost celého projektu snižují ostatní plochy zahrnuté do projektu.

Pokud je projekt hodnocen pomocí ukazatelů, vycházejících z krátkodobých časových řad, výsledek mohou výrazně ovlivnit výkyvy nákladů a výnosů na zemědělské půdě. Pro posouzení ekonomické obhajitelnosti navrhovaného protierozního opatření je nutno pečlivě zvážit diskontní sazbu pro výpočet NPV a pokusit se změřit ekonomicky co nejvíce pozitivních vlivů, pocházejících z protierozní ochrany (obvykle nákladné, proto dosud měřena jen malá část). Pro výpočet je také potřebné zvážit, do jaké míry a po jakou dobu projektu uvažovat podpory v rámci politiky rozvoje venkova, protože i tyto nelze považovat dlouhodobě za jisté (zpravidla na dobu sedmi let).

Studované projekty na prevenci eroze (Konečná, Pražan a kol., 2014) vykazovaly lepší ekonomické výsledky a byly tím i obhajitelnější při:

- nižší diskontní sazbě při posuzování NPV,
- podpoře státu některých aktivit (zatravnění, péče o travní porosty).

Proto je nanejvýš žádoucí, aby byla snaha zavádět opatření na prevenci eroze s různými nástroji politiky, tak aby tyto působily synergicky. Potom jsou některá společná zařízení v rámci pozemkových úprav proveditelnější a celý projekt protierozní ochrany životaschopnější.

Závěr

Certifikovaná metodika Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy (Konečná, Pražan a kol., 2014) byla vytvořena v rámci řešení výzkumného záměru VÚMOP, v.v.i. a je určena zejména pracovníkům pozemkových úřadů, projektantům protierozních opatření, správním úřadům, orgánům územního plánování, vlastníkům a uživatelům zemědělské půdy. Nabízí možnost podpořit snahy na ochranu půdy a vody v zájmovém území ekonomickými údaji o přínosech protierozní ochrany a návratnosti finančních prostředků do ní vložených. Ekonomická rozvaha poskytuje argumenty pro dosažení cílů ochrany půdy a vody a také může sloužit jako podklad pro rozhodování, řízení a kontrolu jejich realizace. Dále lze metodiku využít v rámci hodnocení efektu různých nástrojů politiky v procesu protierozní ochrany půdy a pozemkových úprav.

Poděkování

Příspěvek je zpracován díky podpoře MZe ČR a TAČR v rámci úkolů MZE0002704902 a TD020241.

Literatura

- JANEČEK M. a kol. (2005) Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha : ISV, 195 s.
- JANEČEK M. a kol. (2012) Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha : ČZU v Praze, 113 s.
- KAVKA M. a kol. (2008) Výběr z normativů pro zemědělskou výrobu ČR pro rok 2008/2009. Praha : ÚZEI.
- KONEČNÁ J., PRAŽAN J. a kol. (2014) Hodnocení ekonomických aspektů protierozní ochrany zemědělské půdy. Certifikovaná metodika. Brno : VÚMOP, v.v.i. Certifikační orgán: SPÚ. Číslo osvědčení 23/2014 – VUMOP.
- PEARCE D., BARBIER E. (2000) Blueprint for a sustainable economy. London : Earthscan, 273 p.
- PODHRÁZSKÁ J. a kol. (2008) Integrované řešení KPÚ a ochranných pásem v povodí vodárenské nádrže Hubenov. Brno : VÚMOP, v.v.i., 28 s.
- PODHRÁZSKÁ J., TICHÁ A. a kol. (2012) Katalog nákladových ukazatelů společných zařízení PÚ. Brno : VÚMOP, v.v.i., VUT v Brně, 267 s.
- PODHRÁZSKÁ J. a kol. (2013) Degradace půdy vlivem vodní eroze a její ekonomické aspekty v lokalitě Hustopeče. Vodní hospodářství, č. 10, s. 336 – 339.
- POLÁČKOVÁ J. a kol. (2010) Metodika kalkulací nákladů a výnosů v zemědělství. Certifikovaná metodika, vypracovaná v rámci výzkumného záměru MZe0002725101 Analýza a vyhodnocování trvalé udržitelnosti zemědělství a venkova v podmínkách ČR a Evropského modelu. Praha : ÚZEI.
- PRAŽAN J., KOUTNÁ K. (2004) Podklady pro stanovení kompenzace za omezení hospodaření na rybnících a zemědělské půdě. Zpráva pro MŽP. Brno : ÚZEI.
- SEJÁK J., DEJMAL I. a kol. Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. Praha : Český ekologický ústav, MŽP, 2003, 428 s.
- SEJÁK J., CUDLÍN P. a kol. Hodnocení funkcí a služeb ekosystémů České republiky. Ústí nad Labem : FŽP UJEP, 2010, 197 s.
- Náklady na odstranění škod na zem. půdě vyvolaných vodní erozí [cit. 29.9.2013]. Dostupné z <http://www.uzei.cz>.
- Normativy pro zem. hospodaření [cit. 29.9.2013]. Dostupné z <http://www.agronormativy.cz>.
- ÚZEI 2008-2011. Nákladovost zemědělských výrobků 2008-2011 [cit. 30.1.2014]. Dostupné z: <http://www.uzei.cz/nakladovost-zemedelskych-vyrobků/>

KOMPLEXNÍ POZEMKOVÉ ÚPRAVY Z POHLEDU ODBORNÉ VEŘEJNOSTI

COMPREHENSIVE LAND ADJUSTMENT FROM THE PERSPECTIVE OF THE PROFESSIONAL PUBLIC

Václav VOLTR, Martin, HRUŠKA, Ladislav JELÍNEK

Ústav zemědělské ekonomiky a informací, Mánesova 75, Praha 2, 120 00 Česká republika,
voltr.vaclav@uzei.cz

Abstrakt

Kvalitativní šetření Ústavu zemědělské ekonomiky a informací (ÚZEI) prostřednictvím řízených rozhovorů mezi zástupci ministerstev, státní správy, nevládních organizací a akademické sféry mělo za cíl ohodnotit nastavená pravidla (mechanismy řízení) a současně účinky komplexních pozemkových úprav (KoPÚ) a navrhnout případné možnosti pro zlepšení funkce KoPÚ. Ze šetření vyplynula řada poznatků: snížit častý výskyt projektů, které jsou vhodné pro velkovýrobní a často intenzivní obhospodařování, nejsou zajištěny dostatečné výměry/rezervy půdy v předmětném katastrálním území, kvalita některých projektů je ovlivněna také neznalostí zainteresovaných pracovníků (pozemkových úřadů, projekčních kanceláří) o specifikaci a historii katastrálního území a stávající metodika prakticky nedovoluje přizpůsobit řešení pozemkové úpravy místním dispozicím. Ze šetření plyne, že se pozemkovou úpravou celkově povzbudí trh s půdou, cena není jednoznačně daná.

Abstract

Qualitative investigation ÚZEI through structured interviews between representatives of ministries, government, NGOs and academia aimed to evaluate the set rules (control mechanisms) and also the effects of comprehensive land consolidation (KoPÚ) and suggest possible options for the improvement of their functions. The survey revealed a number of findings: reduce the high incidence of projects that are suitable for large-scale and often for intensive farming, are not secured sufficient acreage / reserve land in the present cadastral area, the quality of some projects is also affected by ignorance of the people involved (land offices, design offices) about specification and history of cadastral territory and existing methodology does not permit solutions of land consolidation to local landscaping disposition. The survey shows that the land consolidation encourage land market, the price is not given clearly.

Klíčová slova: *komplexní pozemkové úpravy, projekt KoPÚ, řízené rozhovory, společná zařízení; trh s půdou, předkupní právo*

Key words: *comprehensive land consolidation, land consolidation project, structured interviews, common facilities, land market, pre-emption right*

Úvod

Komplexní pozemkové úpravy patří k hlavním nástrojům uplatňování politiky státu ke vztahu k vlastnictví půdy, zvýšení efektivity výroby, krajinyotvorbě, ochraně půdního fondu, katastrálnímu operátu a je důležitým impulsem i pro obnovu BPEJ. Provádění komplexních pozemkových úprav je finančně náročné, podstatnou část nákladů na celý proces přebírá stát (Sklenička 2006) Vlastní proces v pozemkových úpravách je upraven zákonem č. 139/2002 Sb. Tento zákon upravuje řízení o pozemkových úpravách a soustavu a působnost pozemkových úřadů. Vlastní metodika jejich provádění je daná Metodikou o pozemkových úpravách, kterou vydalo Ministerstvo zemědělství v roce 2010 a aktualizovalo v roce 2012.

Jedním z významných nástrojů k dosažení účinného vlastnického práva na půdě je provádění pozemkových úprav. Toto opatření na jedné straně odstraňuje existující omezení jak pro vlastníky, tak pro uživatele pozemků, z druhé strany je možné jeho princip klasifikovat jako zákonem dané přeuspořádání (redistribuce) vlastnického a užívacího práva.

Analýza prováděných pozemkových úprav

V současnosti zaujímá plocha ukončených jednoduchých a komplexních pozemkových úprav přibližně pětinu výměry zemědělské půdy ČR¹. Zhruba na desetinu plochy z. p. jsou pak pozemkové úpravy ve stádiu rozpracování. Proces zpracování pozemkových úprav na území ČR pokračuje stálým tempem. Během jednoho roku jsou v průměru ukončeny komplexní pozemkové úpravy na 80 tis. ha z. p. (tab. 1).

Tabulka 1. Stav ukončených a rozpracovaných pozemkových úprav v hektarech

Údaje v roce/typ PÚ	JPÚ		KPÚ	
	ukončené	rozpracované	ukončené	rozpracované
2011	250 952	44 143	589 092	404 038
2012	250 952	30 880	667 520	422 587
2013	285 403	17 859	763 153	387 113
2014	295 129	10 790	834 802	363 499

Pramen: Státní pozemkový úřad

V rámci provádění komplexních pozemkových úprav jsou navrhována společná zařízení (tab. 2). Plán společných zařízení se soustředí na ochranu půdy před degradací, úpravu vodního režimu v krajině nebo funkční řešení pro zpřístupnění pozemků.

Tabulka 2 Rozsah realizace společných zařízení

Realizace společných zařízení	Stav koncem roku			
	2011	2012	2013	2014
Realiz. protierozních opatření [ha]	518	627	675	662
Realiz. ekologických opatření [ha]	1 200	1 290	1 334	1 466
Realiz. vodohospodářských opatření [ha]	330	359	380	433
Realiz. cesty [m]	1 913 076	1 987 995	2 154 556	2 514 274

Pramen: Ústřední pozemkový úřad, Státní pozemkový úřad

Objemy prostředků pro zpracování jednotlivých typů společných zařízení do roku 2013 měly spíše klesající trend, nicméně v roce 2014 došlo k radikálnímu navýšení prostředků z rozpočtu programu rozvoje venkova (PRV) téměř o 1 mld. Kč (tab. 3). Největší podíl financí je vyčleněn pro budování cest. Z rozpočtu bylo obvykle uvolněno přes 0,5 mld. Kč, tedy zhruba třetina celkových prostředků vyčleněných na společná zařízení. V roce 2014 se objem prostředků na budování cest ztrojnásobil se současně zvýšenou cenou za zpracování cest. Zatímco v průměru let 2011 – 2013 stál 1 m cesty 300 Kč, v roce 2014 v průměru 617 Kč, tedy více než dvojnásobný rozdíl v ceně. Rovněž výrazně vyšší výdaje, více než dvojnásobné ve srovnání s minulými roky, byly v roce 2014 vyčleněny na protierozní opatření. Postupně se meziročně snižuje objem prostředků pro zpracování ekologických opatření a na neinvestiční činnosti. Výdaje na neinvestiční opatření představovaly ještě v roce 2011 téměř polovinu celkových výdajů na společná zařízení, v roce 2014 se jedná o přibližně pětinu rozpočtu.

¹ vztaženo k referenční výměře z. p. v ČR podle ČÚZK cca 4,2 mil. ha

Tabulka 3. Použití finančních prostředků v pozemkových úpravách v tis. Kč

Druh opatření 2011		Financování v roce			
		2012	2013	2014	
Investiční opatření	budování cest	635 994	644 684	538 435	1 550 617
	protierozní op.	14 111	20 637	24 148	50 468
	hydrologická op.	112 006	157 362	106 721	152 411
	ekologická op.	30 381	18 878	15 023	13 697
	ostatní	37 709	46 659	18 103	25 235
Neinvestiční činnost		789 465	686 388	469 608	381 446
CELKEM invest.+neinvest. prostředky		1 619 666	1 574 608	1 172 038	2 173 875

Pozn.: pozemkové úpravy, identifikace parcel dle zákona 229/1991 Sb.

Pramen: Ústřední pozemkový úřad, Státní pozemkový úřad

Současnými nejvýznamnějšími zdroji financování pozemkových úprav jsou především rozpočty MZe a PRV. Po ukončení financování z prostředků na protipovodňová opatření a transformovaného Pozemkového fondu kryjí tyto zdroje téměř 95% rozpočtu vyčleněného pro zpracování pozemkových úprav. Od roku 2009 byl sledován trend poklesu objemu prostředků určených pro zpracování pozemkových úprav, a to během čtyřletého období z téměř 2 mld. Kč na 1,2 mld. Kč v roce 2013. V roce 2014 byl rozpočet pro realizaci pozemkových úprav oproti trendu výrazně posílen na úroveň vyšší než 2 mld. Kč.

Tabulka 4 Vývoj alokace finančních prostředků na pozemkové úpravy v mil. Kč

Ukazatel	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
MZe	800	630	700,0	697,0	611,1	699,1	675,5
PF ČR	243	218	346,0	309,0	373,3	-	-
SPÚ ČR ¹⁾			-	-	-	51,1	51,6
OP Zemědělství	5	-	-	-	-	-	-
PRV ²⁾	349	870	507,0	436,0	317,2	415,0	1 389,6
Protipovodňová opatření	45	113	117,0	150,0	227,4	-	-
Ředitelství silnic a dálnic	130	102	44,0	24,0	45,3	6,6	56,5
MŽP	0	1	0,5	0,3	0,0	0,2	0,0
Ostatní	2	14	0,5	4,0	0,2	0,1	0,6
Celkem	1 574	1 948	1 715	1 620	1 575	1 172	2 174

1) Státní pozemkový úřad (od 1. 1. 2013 převzal financování pozemkových úprav po zaniklém PF ČR).

2) Celkové prostředky vyčleněné na předfinancování pozemkových úprav realizovaných v daném roce.

Pramen: Ústřední pozemkový úřad

Z analýzy statistických podkladů vyplývá zásadní trend v posílení důrazu na kvalitu (cenu) cestní sítě a tvorbu protierozních opatření, cena ÚSES je v nových KoPÚ stále nižší. Rovněž neinvestiční činnost dosahuje výrazně nižších objemů než v minulosti a z toho vyplývá menší nákladovost na zpracování návrhů pozemkových úprav, která může znamenat optimalizaci práce projektantů, ale také případně snížený důraz na přípravu KoPÚ a projektovou dokumentaci. Z hlediska krajiny tvorby tedy nedochází ke zvýšení jejího významu.

Podívejme se nyní na dílčí hodnocení z pohledu vlastníků či uživatelů.

Komplexní pozemkové úpravy a tvorba plánu společných zařízení je způsob, jak by mohla být krajina znovu obnovena a využívána udržitelným způsobem. Nicméně důležitost tohoto problému si uvědomuje stále málo lidí a pro stát je to pouze okrajová záležitost (Humešová 2014). Nedostatečný zdroj financí způsobuje, že celý proces tvorby komplexních úprav je velmi pomalý a v podstatě ztrácí ten efekt, který by měl přinést zejména z pohledu managementu krajiny. Velkým problémem je složitý postup realizace KoPÚ a také neznalost, nezáměr a neochota lidí tento proces podstoupit. Velmi důležitá je proto osvěta a informování lidí. Sami vlastníci, občané a obce se musí začít o krajinu

starat. Začít vnímat jednotlivé problémy, které s poškozením krajiny souvisí a snažit se je napravit. Teorie udržitelnosti mluví o respektu k základním funkcím krajiny, tento respekt však musí získat především lidé, kteří v dané krajině žijí.

I přesto, že je dokončena přibližně jedna třetina všech katastrálních území, výsledky realizace pozemkových úprav jsou i přes dílčí nedostatky pozitivní. Dosavadní výsledky ukazují, že pozemkové úpravy u nás dokázaly snížit původní počet více než šesti parcel na méně než tři parcely na jeden list vlastnictví. Navíc zpřístupnily všechny parcely a umožnily na vlastní půdě hospodařit kterémukoli zájemci (Sklenička 2006). Na každý km² provedené KoPÚ tak připadá v průměru 282 metrů nově vytvořených cest v krajině (Zpráva o stavu zemědělství v ČR za rok 2013). Pozemkové úpravy však mají i vliv na tržní cenu půdy. Přinášejí nemalý ekonomický efekt všem vlastníkům, bez rozdílu, zda hospodaří, či pouze své pozemky pronajímají (lepší přístupnost pozemků, vyšší ochrana před degradací). Podle Skleničky (2006) pozemky průměrného vlastníka (2,5 ha na jeden list vlastnictví) mají před pozemkovou úpravou tržní cenu cca 225 tisíc Kč. Vlivem jejich scelení a zpřístupnění se jejich cena po provedené pozemkové úpravě zvýší přibližně na 320 tisíc Kč. V průměrném katastru tak pozemková úprava zhodnotí zemědělskou půdu soukromých vlastníků, ale i obcí, případně státu z počátečních 27 na 38 milionů Kč. Projekční a geodetické práce na pozemkové úpravě stojí přitom zhruba jen čtvrtinu takového přínosu.

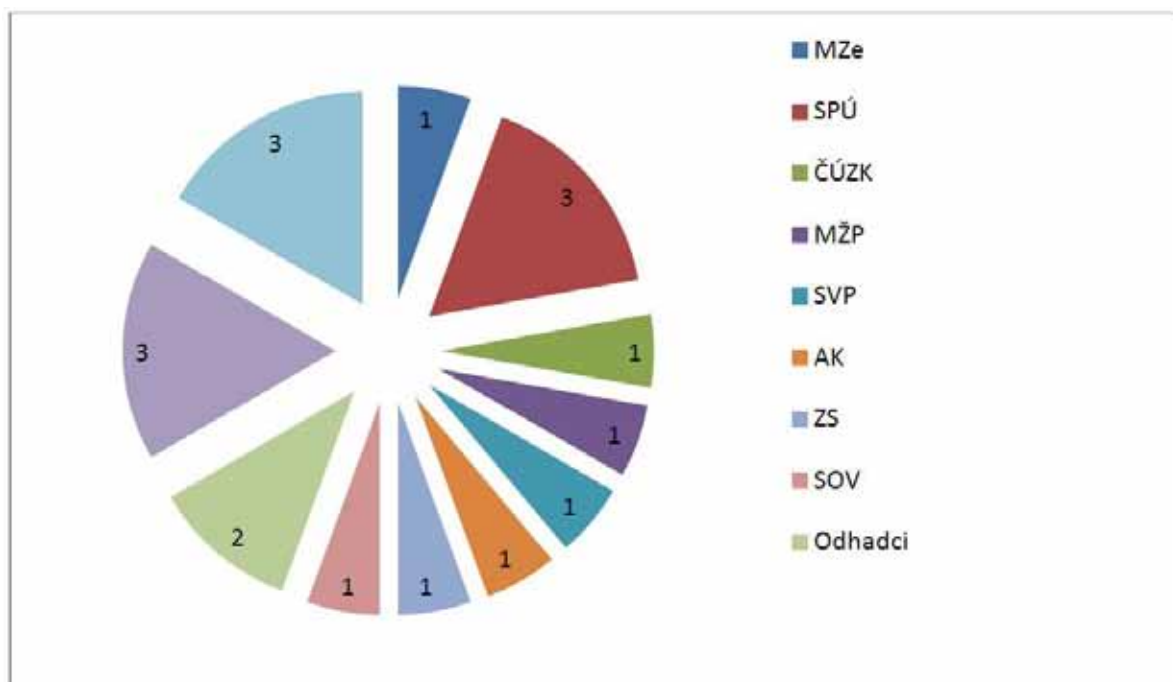
V roce 2014 zpracoval ÚZEI (Voltr 2015) interní výzkumný projekt zaměřený na institucionální prostředí ve vztahu k půdě. Vzhledem k velké důležitosti a použitým zdrojům bylo do sledování zahrnuto i provádění komplexních pozemkových úprav a zejména institucionální ukotvení pozemkových úprav a jejich analýza z pohledu účastníků řízení. Toto hodnocení je použito k dalšímu pohledu na provádění pozemkových úprav a zejména na případné rezervy v jejich průběhu.

Materiál a metody

Pro řešení problematiky byla vybrána metodika řízených rozhovorů. Jedná se o kvalitativní metodu použitou s cílem vyhodnotit především názory představitelů hlavních zájmových skupin v oblasti realizace výkonu vlastnických a užívacích práv na půdě při provádění komplexních pozemkových úprav. Základem pro řízené rozhovory byla metodika zpracovaná v ÚZEI (Voltr a kol. 2015). Řízené rozhovory se opíraly o tematické okruhy k pozemkovým úpravám (dále rovněž k trhu s půdou a ochraně zemědělského půdního fondu) a byly prováděny pracovníky ÚZEI s cílem zjistit hlavní názory respondentů na jednotlivé okruhy otázek: Vymezení kritických oblastí pozemkových úprav, důležitost a příklady aspektů daných oblastí, adekvátnost nákladů na KoPÚ, vyhodnocení nabídkových cen na provedení KoPÚ, vztah k růstu cen půdy a nájemného, přednostní právo státu pro nákup pozemků pro společná zařízení a další vyjádření ke KoPÚ, pokud existuje. Nejednalo se o šetření s následujícím statistickým vyhodnocením, ale o vyhodnocení hlavních názorů oslovených představitelů na základě rozhovoru. Hlavní přínos této metody spočíval především v možnosti získání individuálních názorů respondentů na dotazované okruhy problémů a představoval i možnost získání názorů vedení organizací.

Pro řízené rozhovory byli vybráni zástupci vedení příslušných organizací a dále vybraní odborníci, farmáři a vlastníci. Představitelé státní správy byli zástupci Ministerstva zemědělství (MZe) -Poradce ministra zemědělství, Státního pozemkového úřadu (SPÚ) – odbor pozemkových úprav, odbor prodeje půdy, odbor správy nemovitostí), Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK – odbor řízení územních orgánů), Ministerstva životního prostředí MŽP – odbor ochrany půdy. Nevládní organizace byly osloveny tyto: svaz vlastníků půdy (SVP), asociací soukromého zemědělství (ASZ), Agrární komora (AK), Zemědělský svaz (ZS), Spolek pro obnovu venkova (SOV). Další odborníci byli vybráni z řad odhadců majetku (2), 3 projektantů pozemkových úprav a vzorek byl doplněn 3 zástupci soukromých zemědělců a vlastníků. Názory vybraných vlastníků měly pouze doplňující charakter k vyjádření Svazu vlastníků půdy. Na Slovensku bylo provedeno interview na Agrární komoře. Hlavním cílem bylo posoudit stávající situaci v ČR a vyhodnotit názory na úpravu metodických pokynů a dalších souvislostí.

Struktura šetření je uvedena na obr. 1.



Obr. 1 Hlavní oblasti ke zlepšení KoPÚ

Správné pochopení názorů odborné veřejnosti pomáhá k analýze cílů sledovaných politik a lze vyhodnotit, do jaké míry jsou tyto názory kompatibilní s cíli agrární politiky a na tomto základě definovat rozsah (závažnost) zjištěných podmínek pro efektivní rozvoj trhu, životního prostředí a venkova. Správné pochopení cílů KoPÚ je důležitým předpokladem pro objektivní interpretaci podmínek provádění KoPÚ. Cílem provedeného šetření bylo shromáždit dostatek informací o názorech na stávající formální (ale také neformální) principy uplatňované při realizaci KoPÚ, jak tyto principy naplňují svoje cíle. Záměrem bylo odhalit možná selhání, jak k takovým neefektivnostem dochází a jaké efekty z toho plynou. Celkem bylo provedeno 16 cílených rozhovorů, z toho 5 se zástupci státní správy, šest s vedením hlavních nevládních organizací, 3 s projektanty KoPÚ a tři se soukromými farmáři a vlastníky. Během interview byl předložen strukturovaný dotazník pro organizace i vlastníky zemědělské půdy. Hlavní důraz byl položen na oslovení vedení klíčových organizací v podmínkách ČR. Zvolená forma tak nemá charakteristiku statistického sledování, ale vyhodnocení hlavních názorů působících v dané oblasti.

Výsledky a diskuse

Vyjádření oslovených představitelů bylo souhrnně zpracováno podle jednotlivých témat a kvalitativně vyhodnoceno. Jmenovité zastoupení odpovědí nebylo provedeno z důvodu ochrany respondentů. Přípomínky byly zpracovány tematicky bez přímé vazby na vyhodnocení vztahu výsledků rozhovorů ke stávajícímu zákonu 139/2002 Sb. a Metodiky k provádění pozemkových úprav MZe 2010 s aktualizací k roku 2012, tyto souvislosti jsou však uvedeny v závěru článku.

Pozemkové úpravy jsou v hodnocených rozhovorech vnímány většinou jako přínosné, řešící vlastnické vztahy v místě. Velký objem zdrojů pro jejich realizaci vyvolává i diskusi k posouzení problémů jejich metodiky.

Reprezentanti státních organizací vyjádřili názor, že PÚ plní v každém případě své poslání. Jako přínosné se jeví příprava protierozních opatření. Důležitou funkcí je udržení vody v krajině a zajištění vybudování protierozních opatření. V posledním období však není dostatek státní půdy do společných zařízení, zejména z důvodu vyčerpání pozemků ve správě Pozemkového fondu (nyní SPÚ). Není dořešen problém kompetencí úřadů určující, jaké požadavky uplatňovat. Z hlediska veřejného

zájmu se často nevyřešily hlavní problémy týkající se eroze, protože vlastníci nepřistoupili na navržená řešení pozemkových úprav.

Respondenti nevládních organizací mezi aspekty snižující efektivitu pozemkových úprav uváděli zařazení striktního uplatňování metodiky pozemkových úprav, která nařizuje přesný postup všech rozhodnutí. To vede někdy ke zbytečné administrativní zátěži a není prostor pro vlastní kreativitu účastníků řízení. Dalším problémem byl charakterizován v podstatě ve špatném pojetí dobré myšlenky. Organizace si pokládají otázku, komu skutečně pozemkové úpravy slouží, naproti otázce komu by sloužit měly. Kritizují přístup k pozemkovým úpravám jakožto činnosti ve veřejném zájmu, před veřejný zájem staví především zájmy samotných vlastníků půdy.

Jako vážný problém pro realizaci veřejných statků se ukazuje i majorita vlastnictví, případně kumulace plné moci vlastníka. Pokud má vlastník v řešeném území velké vlastnictví půdy (více jak 25% zemědělské půdy), potom v případě, že souhlasí s pozemkovou úpravou jen 50 % vlastníků, má tento vlastník v katastrálním území často majoritní většinu a může bránit navrženým úpravám. Zneužitelná je například možnost delegace hlasovacího práva na jinou osobu, která umožní jednomu vlastníku koncentrovat takto delegované hlasovací podíly a získat rozhodující slovo při prosazení svých zájmů proti ostatním zájmovým skupinám (subjektům).

U environmentálního aspektu KoPÚ je nutný vysvětlující doprovodný program tak, aby vlastníci akceptovali návrhy v pozemkové úpravě a přislíbili účast vlastníků na společných zařízeních. Negativně se přitom projevují některé účelové KoPÚ, které řeší primárně především výstavbu liniových tras a ostatní aspekty KoPÚ jsou potlačovány.

Podle některých organizací se při provádění KoPÚ dostalo do popředí především ekonomické uvažování, které převažuje nad dlouhodobým výhledem v oblasti ochrany zemědělské půdy. Zemědělský půdní fond je podle tohoto názoru pouze zdrojem levných pozemků pro stavby nebo v případě zemědělského využití nástrojem pro intenzivní rostlinnou produkci, která přispívá k degeneraci půdy.

Nedostatečná příprava KoPÚ se týká zejména uchopení tradičních uspořádání krajiny před kolektivizací, kterou ale projektanti neznají a tudíž nenavrhují. Rovněž pracovníci SPÚ (pozemkových úřadů) nezjistí často do hloubky potřeby katastrálního území a to se promítá do zadávací dokumentace. Na druhou stranu zjednodušení návrhu projektového řešení KoPÚ by podle některých respondentů nemuselo být na závadu, mohlo by přinést zkrácení lhůt při projednávání KoPÚ.

Mezi respondenty existuje i přes obecný souhlas s KoPÚ poměrně rozšířená skepse o tom, že pozemkové úpravy jsou v konečném důsledku přínosné vlastníkům pozemků. Kritika spočívá v tom, že v popředí zájmu je ekonomické uvažování jejich tvůrců před dlouhodobou ochranou půdního fondu případně zlepšení postavení vlastníků. Výsledkem jsou takové projekty, které jsou vhodné pro velkovýrobní a často intenzivní obhospodařování.

Uvedené názory jsou někdy v rozporu s požadavky na KoPÚ vzhledem k tomu, že tyto požadavky jsou v současnosti směřovány na celospolečenské zájmy, ochranu půdního fondu a zvelebení krajiny. Z důvodu financování společných zařízení (SZ) ze státních fondů musí být společná zařízení ve vlastnictví obcí nebo státu, které tedy musí v tomto směru vyvíjet dostatečnou aktivitu.

Mezi nejdůležitější problémy patří ovlivnění pozemkových úprav v důsledku majoritního vlastníka v místě a snaha o zachování nájemních smluv, která poškozuje provádění pozemkových úprav. Velmi často je problémem nedostatečné zapojení místních aktivit, zejména místních akčních skupin (MAS) do přípravy KoPÚ. Podle stávající metodiky je však zapojení veřejnosti zajištěné volbou sboru vlastníků v počtu 5 – 11 členů, odbornými organizacemi a státní správou, zejména odpory Ministerstva životního prostředí.

Mezi aspekty snižující efektivitu pozemkových úprav zařadili respondenti striktní uplatňování metodiky pozemkových úprav, která nařizuje přesný postup všech rozhodnutí. To vede někdy ke zbytečné administrativní zátěži a není prostor pro vlastní kreativitu účastníků řízení. Provedená pozemková úprava je řešena pro nezastavěné území, existuje však požadavek na spolupráci se zpracovateli územních plánů obcí. Toto je však jiné pojetí než např. v Bavorsku, kde je katastrální území řešeno komplexně včetně intravilánu obce. V této souvislosti je však třeba porovnat i stávající stav pozemkových úprav v Bavorsku, který je pokročilejší v uspořádání pozemků a společných zařízení než v ČR.

Některé organizace zpochybňují nezbytnost budování společných zařízení podle jednotného návrhu „od stolu“, protože návrhář obvykle není a ani nemůže být dokonale znalý místních poměrů a potřeb. Bylo by vhodné motivovat vlastníky pro budování protierozní opatření na svých pozemcích, včetně návazné odpovědnosti za jejich funkčnost.

Efektivita vynaložených prostředků na KoPÚ je v některých případech napadána pro drahý výkup od vlastníka pozemku, který překáží stavbě ve veřejném zájmu, nebo budování silnice na pozemku farmáře, který odmítá vyměnit pozemek, na kterém hospodařil.

Na rozdíl od současného postupu by vlastník byl ochoten některé funkční stavby na svých pozemcích budovat dle vlastního uvážení a bez nutnosti přípravy rozsáhlých projektů. Argumentem ve prospěch tohoto tvrzení je využívání dotačních titulů MŽP, o které je ze strany vlastníků velký zájem. Toto však není v současné době možné, protože finanční zabezpečení KoPÚ je dáno ze zákona a náklady hradí stát. V účelech KoPÚ je vymezeno přednostně zajistit postup pozemkových úprav, na nichž participuje stavebník (zejména liniové stavby). Stavba silnic v roce 2014 prudce narostla, avšak není zřejmá participace stavebníka.

Není zcela dořešená problematika nabídkové ceny na zpracování KoPÚ. Vzhledem k tomu, že v současné době je nabídka ve veřejné soutěži větší než poptávka, realizační cena klesá. Nabídka ceny KoPÚ pod reálnou cenu však může vést ke snížené kvalitě KoPÚ. Řešení by mohlo být uplatnění kauce na začátku projektu, ze které lze případně projekt dokončit jinou firmou.

Podle teoretických názorů lze očekávat zvýšení atraktivity pozemku po KoPÚ, s čímž by měla souviset i cena. Někdy cena pozemku nutného pro provoz sousedního bloku však může mít podstatně větší hodnotu před pozemkovou úpravou než po pozemkové úpravě, protože kupec je za lepší hospodářské využití ochoten zaplatit. K atraktivitě pozemku přispívají kvalitní provedení SZ, protierozní opatření a kvalita provedených cest. K nárůstu ceny pachtovného KoPÚ systémově příliš nepřispívají, pouze po pozemkové úpravě je nutno zpracovat nové pachtovní smlouvy a v tom případě ceny vlivem větší konkurence na trhu s půdou vzrůstají.

Závěr

Cílem práce bylo především uvést názory zemědělské veřejnosti na prováděné komplexní pozemkové úpravy, které se řídí zákonem 139/2002 Sb. a Metodickým návodem k provádění pozemkových úprav (aktualizovaná verze k 1. 5. 2012). Ve výsledcích řízených rozhovorů se někdy projevují neznalosti uvedených dokumentů, dávají však představu o názorech respondentů z řad zemědělské veřejnosti a odborníků na komplexní pozemkové úpravy. Ukazuje se, že je potřeba podstatně větší komunikace s veřejností při zpracování pozemkových úprav, kterou lze docílit kvalitnější zpracování a realizaci projektu. Je rovněž nutno hledat cesty k omezení některých negativních stavů vyvolaných poměry v dotčených katastrálních územích, například ve vztahu k majoritnímu vlastnictví pozemků.

Plán SZ má podle respondentů nedostatky v malé výměře v katastrálním území pro provedení společných zařízení, častá je neznalost pracovníků pozemkových úřadů (SPÚ) o specifikaci a historii katastrálního území a jednotná metodika provádění pozemkových úprav bez možnosti přizpůsobení řešení místním dispozicím, bez zapojení místních aktivit. Údržba SZ bývá problematická a k některým plánovaným opatřením nedochází v důsledku nedostatku prostředků.

K diskusi by měla patřit i možnost snížení finanční náročnosti KoPÚ formou využití dalších podpor z MŽP a i přímým zapojením vlastníků do prováděných opatření zejména v místě s majoritním vlastníkem, případně i provádění konkurenčních projektů organizovaných MAS.

Nedostatečná výměra pro provádění společných zařízení v rámci KoPÚ vyvolává úvahy o potřebě vytvoření právního mechanismu ke zvýšení této výměry. Vedle stávajících opatření prostého dobrovolného nákupu pozemků od vlastníka přichází v úvahu i přednostní právo státu pro nákup pozemků v katastrálních územích, kde jsou KoPÚ plánovány. K předkupnímu právu státu dosud nejsou jednoznačné názory, avšak obecně obhajitelné je, pokud se prokáže pro realizaci SZ veřejný zájem.

Poděkování

Autoři tímto děkují ÚZEI za poskytnutí zdrojů k projektu „Podmínky převodů zemědělské půdy a jejich role v podpoře trhu s půdou v ČR a vybraných sousedních zemích“ v roce 2014.

Literatura

HUMEŠOVÁ, T.; SYROVÁTKA, O.; KVĚTOŇ, P. (2014) Comprehensive Landscaping in Landscape Management (Komplexní pozemkové úpravy v managementu krajiny). Dizertační práce. Vysoká škola ekonomická v Praze, 61 s.

Metodický návod k provádění pozemkových úprav (aktualizovaná verze k 1. 5. 2012), Ministerstvo zemědělství – Ústřední pozemkový úřad, Těšnov 17, 117 05 Praha 1, Č.j.: 10747/2010-13300

SKLENIČKA, P. (2006) Applying evaluation criteria for the land consolidation effect to three contrasting study areas in the Czech Republic. *Land Use Policy* 23, s. 502–510

VOLTR, V. VIHELM, V., HRUŠKA, M., JELÍNEK, L. (2015).: Podmínky převodů zemědělské půdy a jejich role v podpoře trhu s půdou v ČR a vybraných sousedních zemích. Výzkumná zpráva, ÚZEI, 201 s.

Zákon 139/2002 Sb. ze dne 21. března 2002 o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů

PŘÍSPĚVEK K TRVALE UDRŽITELNÉMU HOSPODAŘENÍ V KRAJINĚ PODKRUŠNOHOŘÍ

CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE LANDSCAPE MANAGEMENT IN PODKRUŠNOHOŘÍ

Jaroslava VRÁBLÍKOVÁ, Petr VRÁBLÍK, Eliška HABÁSKOVÁ

Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, Katedra přírodních věd,
Králova Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem, jaroslava.vrablikova@ujep.cz, petr.vrablik@ujep.cz,
E.Habaskova@gmail.com

Abstrakt

Příspěvek je zaměřen na problematiku integrovaného přístupu ke krajině a stavu životního prostředí v okresech Chomutov, Most, Teplice a Ústí nad Labem. Jedná se o antropogenně postižené oblasti Severních Čech i České republiky.

Krajina této oblasti má svoje specifika a vyžaduje kvantitativní a kvalitativní ochranu. Dochází zde k radikálním změnám a řeší se zde problematika těžby a prolomení limitů s následnou rekultivací a revitalizací.

Na FŽP UJEP, v rámci projektu Ministerstva zemědělství QJ1520307: Udržitelné formy hospodaření v antropogenně postižené krajině, je prováděna řada analýz v zájmové oblasti s cílem zaměřit se na možnosti trvale udržitelného hospodaření v krajině. Zabývá se kvantitativní i kvalitativní ochranou zemědělského půdního fondu. Za tímto účelem je důležité vyřešit organizaci ZPF.

Projekt se zaměřuje i na určitý návrh prostorového plánování a řízení v oblasti využívání krajiny. Spočívá v navržení a využití nového postupu, který je předpokladem trvale udržitelného rozvoje. Tímto postupem je návrh integrovaného managementu krajiny jako institucionálního nástroje.

Abstract

Contribution is focused on the issue of integrated approach within landscape and the environment in districts Chomutov, Most, Teplice and Ústí nad Labem. These are the most anthropogenically affected areas in Northern Bohemia and the Czech Republic.

The landscape in this area has its own specifics and both quantitative and qualitative protection is therefore needed. There are still occurring radical changes and people there are dealing with problematic of coal mining, and breaking the extraction limits followed by restoration and reclamation.

On Faculty for the environment on J. E. Purkyně University, within the Ministry of agriculture project QJ1520307 called Sustainable forms of management in anthropogenically affected landscape, are carried out a series of analyzes in researched areas with emphasis on sustainable agriculture. The project is also dealing with qualitative protection of agricultural land fund (ALF). For this purpose is important to solve an organization of ALF.

Project is also focused on certain suggestion of space planning and management in land use. It involves design and use of a new approach, which is a prerequisite for sustainable development. That procedure is an integrated landscape management as an institutional tool.

Klíčová slova: *Půdní fond, zátěže krajiny, revitalizace, rekultivace, integrovaný management krajiny*

Key words: *Land fund, landscape disruptions, revitalization, reclamation, integrated landscape management*

Úvod

Pro zajištění základních problémů v krajině severních Čech je třeba stále hledat a využívat nové přístupy a formy, které mohou přispět k trvale udržitelnému hospodaření v krajině Podkrušnohoří.

Za tímto cílem byl FŽP navržen projekt MZe ČR QJ1520307 s názvem „Udržitelné formy hospodaření v antropogenně postižené krajině“

Je třeba hledat nástroje, které napomohou zlepšení úrovně v této oblasti. Zejména se zaměřit na propojení environmentálních a socio-ekonomických aspektů krajiny, které umožní některé nové přístupy, jež propojují jednotlivé faktory ovlivňující její vývoj a umožní řešit komplexněji politiku trvale udržitelného rozvoje.

Analýzy v rámci projektu jsou zaměřeny zejména na půdu a její revitalizaci v antropogenně zatížených oblastech v Podkrušnohoří. Půda je ohrožený přírodní zdroj, který vyžaduje kvantitativní a kvalitativní ochranu. Z pohledu globálního je zde riziko, že bude docházet k dalšímu zabírání a odjímání půdy ze ZPF, jelikož se přepokládá výrazný nárůst počtu obyvatel a s tím spojené zvyšující se nároky ekonomické a sociální nejen na půdu, ale i životní prostředí. Integrovaný přístup k revitalizacím a ke krajině celkově by měl mít větší právní oporu v ČR. Jeho dodržování zajistí efektivnější využívání nejen půdy, ale přírodních zdrojů obecně.

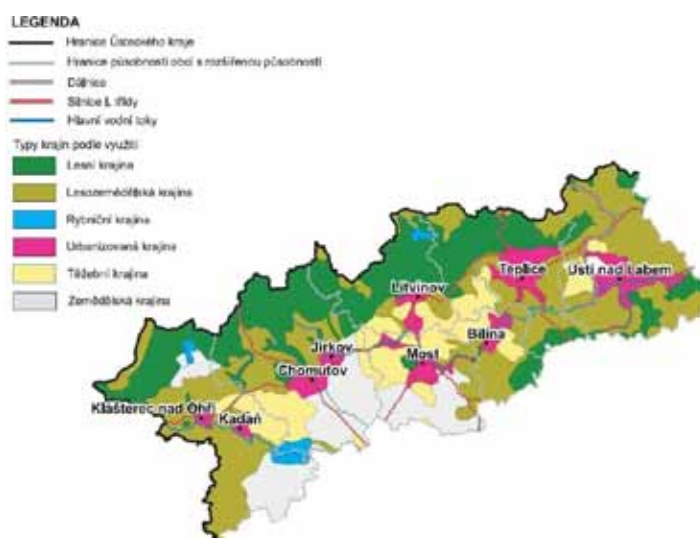
Zásadní změnou při řešení je realita, že projekt bude zaměřen na komplexní a integrované přístupy a postupně během projektu se řešitelský kolektiv zaměří na nové formy aplikace integrovaného managementu krajiny.

Popis zájmové oblasti a přehled půdního fondu

Zájmovou oblast tvoří okresy Chomutov, Most, Teplice, Ústí nad Labem, které zaujímá rozlohu 2276 km², což je necelých 43% rozlohy Ústeckého kraje (5335 km²) a necelá 3% území ČR (78887 km²). Plošně největší je okres Chomutov, který lze rozlohou 936 km² zařadit mezi středně velké okresy ČR a který představuje více jak 40% řešeného území. Další tři okresy Most (467 km²), Teplice (469 km²) a Ústí nad Labem (404 km²) řadíme v rámci ČR k okresům malým.

Celkem je v zájmové oblasti 6 obcí s rozšířenou působností – Chomutov, Kadaň, Litvínov, Most, Teplice a Ústí nad Labem. Jedná se o oblast s vysokou hustotou obyvatelstva koncentrovaného do měst. Počet obyvatel Ústeckého kraje převyšuje 823 tis., z toho ve studované oblasti žije 60%. Území se vyznačuje hustotou obyvatelstva 216 obyvatel na 1 km², což je o 62 obyvatel více než činí průměr Ústeckého kraje (154 obyv./ km²).

Severočeská hnědouhelná pánev je největší a těžebně nejvýznamnější hnědouhelnou pánví v České republice, rozkládá se na ploše cca 140.000 ha (obr. 1).



Obr. 1: Mapa zájmového území s vyznačením těžební krajiny

Pro charakteristiku oblasti v současném období byla provedena analýza údajů o půdním fondu, jak ve studovaném území, tak byly jednotlivé kategorie půdního fondu porovnány se zastoupením Ústeckého kraje a České republiky (tab. 1).

Tab. 1: Analýza půdního fondu v zájmovém území k 1. 1. 2015 v ha

Okres/ území	Zeměděl. Půda	Z toho orná	Lesní půda	Vodní plo- chy	Zastav. plochy	Ostatní plochy	Celková výměra
Chomutov	38 798	22 617	35 762	3 092	1 263	14 610	93 525
Most	13 408	9 301	16 093	983	821	15 409	46 713
Teplice	16 041	8 141	18 078	831	1 037	10 905	46 892
Ústí n. L.	18 134	5 016	12 933	1 027	905	7 476	40 475
CELK. ZÚ	86 381	45 075	82 866	5 933	4 026	48 400	227 605
ZÚ (%)	38,0	19,8	36,4	2,6	1,8	21,3	100,0
Ústecký kraj	275 324	181 266	162 371	10 370	9 375	76 018	533 457
ÚK (%)	51,6	34,0	30,4	1,9	1,8	14,3	100,00
CELK.ČR	4 215 621	2 978 989	2 666 376	164 835	132 192	707 755	7 886 779
ČR (%)	53,5	37,8	33,8	2,1	1,7	9,0	100,00

Pozn. ZÚ – studované území, ÚK – Ústecký kraj, ČR – Česká republika (Zdroj: Statistická ročenka půdního fondu České republiky, Praha 2015)

Studované území má minimální podíl orné půdy, pouze 19,8 %. Nejmenší podíl je v okrese Ústí n. L. (pouze 12,4 % z celkové výměry území) a Teplice (17,4 %). Na celkové rozloze Ústeckého kraje je zastoupení orné půdy 34 % a v ČR téměř 38 %. Zemědělská půda jako celek je v ČR zastoupena v rozsahu 53,5 %, Ústecký kraj 51,6 % a ve studovaném území pouze 38 %, z toho okres Most - 28,7 %, Teplice - 34,2 %, Chomutov - 41,5 % a Ústí n. L. 44,8 %. Nejméně zemědělské půdy je na Mostecku, kde ostatní plochy představují 1/3 území. Pouze jediná kategorie je srovnatelná s republikovým průměrem - tj. lesní půda, což je v důsledku zalesnění na Krušných horách. Pozitivně lze hodnotit vyšší zastoupení vodních ploch - studovaná oblast 2,6 % a ČR 2,1 %. To však je v důsledku hydrologických rekultivací na Mostecku a Ústecku.

Tab. 2: Ostatní plochy studovaného území v ha

Okres	Stav 1960	Stav 1980	Stav 1990	Stav 2015	Rozdíl 2015/1960
Chomutov	7 886	12 014	16 290	14 583	6 697
Most	12 417	13 767	15 423	15 382	2 965
Teplice	8 564	10 617	12 289	11 838	3 274
Ústí nad Labem	5 022	6 153	7 496	7 432	2 410
SÚ celkem	33 889	42 551	51 498	49 235	15 345

(Zdroj: Statistické ročenky půdního fondu, 1961, 1981, 1991, 2015)

Byl analyzován nárůst kategorie ostatních ploch od r. 1960, kdy se do této kategorie zařadilo 33889 ha a v současnosti, v r. 2015, byl nárůst těchto ploch o 14511 ha, celkově představují nárůst o 48400 ha. Za pozitivní lze považovat mírné snížení v porovnání s r. 1990, což je v důsledku převedení rekultivovaných ploch do jiných kategorií (především do lesních půd). Závěrem této analýzy lze konstatovat, že atypická struktura půdního fondu je důsledkem těžby uhlí.

Základní zátěže krajiny

Zásahy těžby do krajiny představují hlavní disparitu uhelných revírů, zejména při povrchové těžbě hnědého uhlí. Zásahy byly umocněny v druhé polovině 20. století, kdy se těžba koncentrovala do větších územních celků, na kterých se těží velkolomovým způsobem. Dosud se zde vytěžilo více jak 3,7 mld. tun uhlí.

V případě okresů Chomutov, Most, Teplice a Ústí nad Labem, jde o oblast, která zajišťovala přes 76% veškeré těžby uhlí a produkovala více než 35% elektrické energie v ČR. Většina zásahů do životního prostředí má dopad i do krajiny, projevují se např. kontaminací půdy, vody, ovzduší, úbytkem vody a zdrojů pitné vody, poklesem diverzity rostlinných a živočišných druhů a celou řadou dalších.

Intenzivní důlní a průmyslová činnost způsobila řadu problémů, projevila se zejména negativními dopady do krajiny, devastací krajiny, likvidací sídel, dopadem emisí na lesní ekosystémy, snížením zemědělské produkce vlivem emisí a relativně vysokou likvidací sídel, ale i zhoršeným zdravotním stavem obyvatel. Povinností důlních organizací ze zákona je provádět obnovu území. Za tím účelem byl v letech 1958 až 1960 zpracován Generální projekt rekultivací, který obnovu území řešil. Obnovu řešil již v období těžby. V průběhu těžby jsou vytvářeny potřebné předpoklady pro rekultivační obnovu krajiny až do časového horizontu ukončení těžby. Rekultivace se stala nikoliv koncovou, ale strukturální součástí těžby.

Dne 19. 10. 2015 bylo vládou schváleno částečné prolomení limitů na dole Bílina. (obr. 2). Hlavním argumentem pro prolomení je vysoká nezaměstnanost v regionu, která by se po útlumu těžby podstatně zvýšila. Žádná obydlí se bourat nebudou ovšem zdravotní následky na přilehlé i vzdálenější obce Ústeckého kraje se v případě pokračující těžby nevyhnutelně projeví. U lomu ČSA zůstávají současné limity v platnosti (Česká televize 2015).



Obr. 2: Schválená varianta prolomení limitů

(Zdroj: Česká televize, 2015)

Teoretická východiska rekultivace krajiny

Výklad ekologický charakterizuje rekultivaci jako lidskou činnost zaměřenou na obnovu přirozených vlastností a hodnot člověkem narušené krajiny a spojuje s tím uvedení narušené krajiny do přírodní rovnováhy.

Největší podíl rekultivovaných ploch je v ČR po těžbě nerostných surovin (povrchová těžba a hlubinná těžba uhlí, výsypky a odvaly, odkaliště, vytěžená rašeliniště, území po těžbě kamene, šterkopísku, cihlářských a keramických surovin). Významný je i podíl skládek odpadů, složišť odpadních látek (popílků, popelů, strusky apod.) a kalů, všechny tyto recentní útvary se rovněž musí rekultivovat. Problematika severních Čech je spojena zejména s těžbou hnědého uhlí povrchovým způsobem.

Náprava antropogenní činnosti spočívá po ukončení těžby v provádění rekultivací, ekotechnické etapě, ale i v následné revitalizaci území, která by měla dospět až k resocializaci, tj. k návratu člověka do dříve postižené krajiny.

V tomto ohledu je v případě rekultivací velmi důležitý integrovaný přístup, jelikož je nezbytné brát ohled nejen na přírodní aspekty rekultivací a jejich příspěvek k obnově ekosystémů, ale i na socio-ekonomické problémy dané lokality, tak, aby došlo k celkovému zlepšení životních podmínek v okolních oblastech.

Způsoby rekultivace a jejich formy v Podkrušnohoří

Způsoby rekultivace v krajině se klasicky dělí na 4 hlavní způsoby. Jedná se o *zemědělské rekultivace*, jejichž výsledkem je zemědělské půda (orná, trvalé travní porosty, sady, zahrady a vinice).

Nejrozšířenějším způsobem v Podkrušnohoří jsou *lesnické rekultivace*, kde se vyskytují lesy produkční (tradiční porosty, nebo rychlerostoucí dřeviny pro energetické využití), lesy účelové (půdoochranné, hydrologické, agromeliorační, klimatické, rozptýlená zeleň, apod.).

Dále je zastoupena rekultivace *hydrologická*, kam se řadí stojaté vody, tekoucí vody a mokřady.

Významné pro člověka jsou i tzv. *ostatní rekultivace*. Jsou důležité pro cesty, stromořadí, ale kladou důraz také na volnočasové aktivity, parky, zahrádkářské kolonie, sportoviště apod.

Vývoj jednotlivých způsobů rekultivace byl podrobně analyzován v publikaci Vráblíková J. a kol. „Revitalizace území v Severních Čechách“.

V současném období dominují lesnické rekultivace a stejný trend lze předpokládat i v r. 2050. Vysoké zastoupení je v současnosti a v budoucnu bude i podíl ostatních ploch. Díky rekultivaci krajina mění svoji tvář, postupně se může stát územím s vysokým podílem lesů, parků a sportovišť, a s významným podílem vodních ploch.

Do r. 2010 byly dokončeny rekultivace o rozloze 15762 ha. Výhledy do ukončení těžby cca v r. 2050 předpokládají rozlohu 26093 ha. V rámci jednotlivých způsobů rekultivace převažuje způsob lesnické rekultivace a druhé místo připadá na ostatní druhy rekultivací (tab. 3).

Tab. 3: Zastoupení v % jednotlivých typech rekultivací v letech 2010 a předpoklad v r. 2050

Rok	zemědělské	lesnické	hydrologické	ostatní	Celkem ha
2010	21,3	47,5	5,7	25,5	15768
2050	19,7	40,4	15,9	24	26093

Přístup k obnově krajiny

Součástí obnovy krajiny nebude pouze realizace Metodiky revitalizace krajiny v Podkrušnohoří, ale budou ověřovány další možnosti s propojením dalších nástrojů a to formou integrovaného managementu

Integrovaný přístup v rámci managementu rekultivací je nástrojem, jenž se snaží o co nejefektivnější nápravě krajiny s cílem zajistit dodržování politiky trvale udržitelného rozvoje. Trvale udržitelný rozvoj je v současnosti nejdiskutovanějším celosvětovým tématem, jelikož se zabývá zajištěním příznivých životních podmínek pro budoucí generace.

Pojem obnovy krajiny, revitalizace se zařadil v posledním období mezi často frekventované termíny. V širším slova smyslu tento termín označuje všechny aktivity, včetně sociálně ekonomických, související se zlepšováním kvality životního prostředí v člověkem negativně ovlivněných území, jedná se o český termín adekvátní k anglickému termínu *restoration*.

Pro každou konkrétní lokalitu je třeba stanovit, jak nově vzniklá krajina bude posouvána směrem ke klimaxu za účelem minimalizace energetické dotace a udržitelnosti. Řešení konkrétní lokality je třeba podřídit komplexnímu začlenění do okolní krajiny. Veškeré environmentální problémy, vztahy jednotlivých složek, je třeba řešit komplexně. Konkrétní lokalita by měla být schopna samostatně plnit ekologické funkce. Navržená revitalizační opatření musí být proveditelná a jejich následky musí být společensky akceptovatelné. Kromě ekologického začlenění krajiny je esenciální zaměřit se na požadavky společnosti a dodržovat principy integrovaného managementu krajiny.

V rámci integrovaného přístupu můžeme hovořit o následujících principech:

- **Nadrezortnost** – mezisektorová integrace, která řídí využívání krajiny pro všechna zainteresovaná odvětví. Což je předpoklad pro ekonomickou integraci.
- **Nadregionálnost** – regionální spolupráce je způsob prostorové integrace, která řídí využívání celého území, celého povodí bez ohledu na regionální hranice, což je předpoklad pro prostorově - politickou integraci.
- **Komplexita** – geosystémový přístup ke krajině je principem věcné, geosystémové integrace, která řídí využívání všech komponentů celého geosystému. Můžeme to považovat za krajino–ekologické předpoklady integrace (DIVIAKOVÁ 2014).

Jedním z nástrojů komplexní revitalizace území je ekosystémový management. Dle Evropských dohod o krajině je to činnost, která má z hlediska perspektivy trvale udržitelného rozvoje zabezpečit pravidelnou péči o krajinu s cílem usměrňovat a sladit změny, které jsou způsobené sociálními, hospodářskými a environmentálními procesy.

Závěr

Člověk zasahuje do krajiny celou řadou aktivit spojených se zabezpečováním svojí každodenní existence, zejména průmyslovou a zemědělskou výrobou, dopravou a energetikou. Při zpracování projektu, jehož cílem je dosáhnout v souladu s agendou 21 udržitelné formy hospodaření v antropogenně zatížené krajině, je jedním z hlavních úkolů hledat i nové přístupy a tím bude uplatnění integrovaného managementu krajiny.

Poděkování

Príspevek byl podpořen projektem MZe ČR QJ1520307 s názvem „Udržitelné formy hospodaření v antropogenně postižené krajině“ (2015-2018).

Literatura

- DEMO, M. et al. 1999: Trvalo udržateľný rozvoj: Život v medziach únosnej kapacity biosféry. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy. ISBN 80-7137-611-6.
- DIVIAKOVÁ, A. et al. 2014: Stav a trendy integrovaného manažmentu životného prostredia. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, fakulta ekológie a environmentalistiky. 220 s. ISBN 978-80-228-2711-9.
- VRÁBLÍKOVÁ, J., et al. 2011. Revitalizace území v Severních Čechách. Ústí nad Labem: FŽP UJEP. 294 s. ISBN 978-80-7414-396-0.
- VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P. 2010: Metodiky revitalizace krajiny v Podkrušnohoří. Certifikovaná metodika FŽP UJEP, 68 s. ISBN 978-80-7414 -340-3.
- Vláda prolomila limity na dole Bílina, k domům stroje nedojdou [online]. Domáci zpravodajství České televize [cit. 23. 10. 2015]. Dostupné na: < <http://www.ceskatelevize.cz> >

STUDIE AGRÁRNÍCH VALŮ A TERAS V OKOLÍ OBCÍ BŘEZNO A VELEMÍN V ČESKÉM STŘEDOHOŘÍ

STUDY OF HEDGEROWS AND AGRARIAN TERRACES IN THE VICINITY OF BŘEZNO AND VELEMÍN MUNICIPALITIES IN ČESKÉ STŘEDOHOŘÍ HIGHLANDS

Markéta KUČEROVÁ, Iva MACHOVÁ

Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, Katedra přírodních věd, Králova
Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem, Iva.Machova@ujep.cz

Abstrakt

Předmětem studie byly linie dřevin na agrárních valech a terasách u obce Březno a Velemín. Jejich celková délka činila 13 500 m. Jednalo o 57 linií, které byly podle charakteru přiřazeny k agrárním terasám, valům a melioračním rýhám. Ze studovaných vlastností byla hodnocena délka linií, jejíž medián byl u Března 152 m u Velemína 204 m. Byla porovnána šířka linií mezi lokalitami. Medián šířky teras u Března je 8,5 m a valů u Velemína 6 m. Hodnota šíře porostů na ně vázaných je však asi dvojnásobná. Velikost kamenů podílejících se na stavbě valů a teras na obou lokalitách má střední hodnotu 25 cm. V porostech bylo zjištěno celkem 131 druhů rostlin. Porosty na obou lokalitách jsou si podobné. U Března jsou dominantní duby (*Quercus* sp.), u Velemína jasany (*Fraxinus excelsior*), vysoký podíl zastoupení mají ještě javor babyka (*Acer campestre*), hloh (*Crataegus* sp.) a třešň pačič (*Prunus avium*). Počet ohrožených druhů rostlin je nízký a činí jen 11 druhů. Vývoj území je dokumentován na historických mapách a leteckých snímcích. Ukazuje, že již od poloviny 18. stol. jsou na obou lokalitách linie, odpovídající některých současných liniím.

Abstract

We studied woody plants lines on hedgerows and agrarian terraces by the Březno and Velemín municipalities. Their total length was 13 500 m consisting of 57 lines. These lines were classified as agrarian terraces, hedgerow or melioration trenches. The median of their length was 152 m for Březno and 204 m for Velemín. The median of their width is 8, 5 m for Březno and 6 m for Velemín, but the value of the extending growth is approximately twice as much. The median of the stone size, serving for their construction, is about 25 cm. We identified 131 plant species growing here. Both growths are similar. Oaks (*Quercus* sp.) dominates by Březno and ash tree (*Fraxinus excelsior*) dominates by Velemín. Considerably represented are also field maple (*Acer campestre*), hawthorn (*Crataegus* sp.) and wild cherry (*Prunus avium*). Number of endangered species is limited making 11 species in total. Evolution of this area is documented on historical maps and aerial photos. It shows that there has existed lines since half of 18th century, which corresponds to current lines.

Klíčová slova: agrární valy a terasy, druhová skladba porostů u obcí Březno a Velemín, šíře těles valů a teras a jejich porostů, změny v území

Key word: agrarian terraces, hedgerow, species growth composition of the Březno and Velemín municipalities, width of hedgerows, territory changes

Úvod

Pro kulturní, zemědělskou krajinu Českého středohoří jsou typické liniové krajinné prvky, tvořené nejčastěji porosty dřevin vázaných na bývalé meze, agrární valy a terasy. Tyto krajinné prvky ohraničovaly pozemky, sloužily k odkládání kamene z polí a zarovnání svažitéch pozemků. Protože se na nich nehosponařilo, probíhala zde sukcese. Ze současných výsledků (Machová 2010) je zřejmé,

že v území, kde panují podobné přírodní podmínky a management, jsou i porosty vzájemně velice podobné. V západní části Českého středohoří, pod vlivem spíše kontinentálního klimatu v území s nízkou lesnatostí, jsou porosty agrárních valů a teras tvořeny souvislými křovinami často přerostlé jasanem. Ve východní části Českého středohoří, kde je klima spíše suboceánské a lesnatost je vyšší, jsou porosty dřevin druhově bohatší, strukturované, blízké lesním pláštům, dubohabřinám, doubravám či suťovým lesům. Rozšiřování porostů do plochy probíhá i v současnosti, jak bylo prokázáno porovnáním plochy vybraných linií na leteckých snímcích z 1. poloviny 20. stol. se současným stavem (Machová, Elznicová 2011). U valů či teras, které se zachovaly, se porosty rozšířily především do jejich okolí. Předpokládáme i kvalitativní změny složení porostu.

V předkládané práci byl proto jeden z cílů stanovit šíři valů a teras. Při porovnání liniiových porostů na leteckých snímcích se jeví vzájemně podobné, lišící se však průběhem k vrstevnicím. V terénu zjištěné vlastnosti mezi lokalitami byly porovnány s cílem zjistit shodu či rozdíl mezi nimi. Zajímalo nás, zda agrární valy a terasy u obcí Velemín a Březno jsou statisticky významně odlišné v některé ze sledovaných charakteristik či zda se liší jejich porosty. Charakteristika linií se opírala o charakter krajinného prvku, jeho kamenitost, délku, šířku a kvalitativní složení porostu.

Článek vznikl zpracováním bakalářské práce (Kučerová 2015), která vznikla pod vedením I. Machové.

Metodika

Pro studii agrárních valů a teras ve střední části Českého středohoří bylo zvoleno území jižně od silnice Velemín - Milešov s označením Březno a severně od silnice s označením Velemín. Nejdříve byly na pozadí ortofot (z roku 2014) zakresleny linie dřevin patrné v bezlesí z. obce Březno a sz. obce Velemín. Bylo zakresleno a očíslováno celkem 57 linií. Během průzkumu se ukázalo, že 5 z nich jsou meliorační rýhy a tedy neodpovídají zaměření studie (pro některá šetření byly meliorační rýhy vyřazeny z hodnocení). Jeden val byl vyřazen pro nedostupnost.

Studie v terénu (v roce 2014) byla zaměřena na vybrané vlastnosti, které byly ukládány do tabulky v programu Microsoft Excel. Z abiotických faktorů bylo zjišťováno, zda je těleso souměrné a kamenité („val“) či nesouměrné a převážně hlinité („terasa“). Šířkou tělesa rozumíme nejkratší vzdálenost úpatí kamenné části valu či vzdálenost dolní a horní hrany terasy. Velikostí kamenů rozumíme změřený nejdelší rozměr přítomných kamenů.

Práce je součástí rozsáhlého výzkumu agrárních valů a teras v Českém středohoří v rámci řešení projektu IGA (dole v textu), což ovlivnilo použitou metodiku. V terénu byly sledovány i další vlastnosti, jako převýšení valů nad okolím, což je kolmá vzdálenost úpatí a nejvyššího bodu tělesa. Profil tělesa s porostem, kde rozlišujeme šířku tělesa a šířku korun dřevin mimo těleso valu po jeho stranách. Kamenitost jako odhad podílu kamene na povrchu tělesa, který byl vyjádřen v procentech. Tyto veličiny nepopsaly dostatečně jednoznačně stav valů a jejich porostů na lokalitách, proto nebyly v článku prezentovány obdobně jako některé vlastnosti biotické, ale jsou uvedeny v práci Kučerové (2014).

Biotické faktory byly zaměřeny na sledování porostů, proto byla zjištěna pokryvnost stromového a keřového patra a jejich dominantní dřeviny. Byly sepsány i všechny druhy rostlin včetně bylinného patra. Specifické vlastnosti zahrnují vlastnosti, které odlišují některé valy (terasy) od ostatních jako přítomnost skládaných kamenitých zídek, přítomnost extrémně velkých kmenů, výskyt vícekmennů, šíření dřevin do okolí, management, přítomnost zvláště chráněných či ohrožených druhů rostlin (podle vyhlášky č. 395/1992 Sb., Procházka 2001). Obvody nadprůměrně velkých kmenů byly měřeny ve výčetní výšce 130 cm nad zemí pomocí měřicího pásma. Jako vícekmenny chápeme dřeviny stejného druhu, které vznikly z kořenových nebo pařezových výmladků téhož jedince. Druhová skladba je uvedena v přehledu druhů. Názvosloví rostlin je v souladu s Klíčem (Kubát et al. 2002).

Šířka valů byla odečítána i pomocí nástroje Measure v programu ArcMap, který byl použit i pro vyhodnocení délky. Šířka byla měřena na mapě ve stejných místech, jako proběhlo terénní měření. Dále v programu ArcMap byly zpracovány mapy rozšíření agrárních valů, teras a melioračních rýh a mapy umožňující srovnání vývoje krajiny v letech 1953 – 2004. Meliorační rýhy nebyly z hodnocení v programu Microsoft Excel vyjmuty a jsou součástí výsledků.

K porovnání lokalit Březno a Velemín byly použity krabicové a sloupcové grafy. Abiotické charakteristiky jako kamenitost, délkou valů či teras (m) a jejich šířka (m), byly zpracovány v podobě krabicových grafů s použitím v programu STATISTICA 12. Výsledky terénního měření kamenitosti byly rozděleny na intervaly (20 – 30 cm, 30 – 40 cm a více než 40 cm). Tyto intervaly byly vyhodnoceny s použitím programu STATISTICA.

Zjištěné hodnoty délek valů a teras mezi lokalitami byly testovány pomocí neparametrického Mann-Whitneyova testu.

Charakteristika území

Studované území se nachází sz. od Lovosic. Jedná se o území s dlouhou tradicí osídlení, která sahá již do období před 4 000 lety. Lokalita Březno leží v. od vrchu Ostrý, který je pravděpodobným zdrojem kamenného materiálu valů i možným zdrojem diaspor (Machová 2014). Lokalita Velemín leží jv. od vrchu Milešovka (837 m n. m.), ale mezi tímto vrchem a studovaným územím se nachází vrch Kamenec (552 m n.m.), Šibeník (487 m n.m.) a kóta 518, které jsou pravděpodobným zdrojem kamenného materiálu valů. Druhově bohatá mozaika lesů na Milešovce (Sýkora 1979, Kubát 2005, Machová 2014) sahá souvisle až k lokalitě a může být zdrojem diaspor pro okolní porosty i mimo les. O přírodních hodnotách obou vrchů svědčí i jejich ochrana jako EVL a Milešovka je v současnosti chráněna i jako NPR. V zájmovém území okolí vrchu Milešovka převládá mírně teplá oblast s označením MT4 a MT11 (Quitt 1971; Květoň, Voženílek 2011).

Sledované území náleží k 44. fytogeografickému okresu Milešovské středohoří. Z hlediska potenciální přirozené vegetace (Neuhäuslová a kol. 1998) náleží část vrchu Milešovka ke květnatým bučinám (podsv. *Eu-Fagenion*), přesněji do lipových bučin s lípou velkolistou (as. *Tilio platyphylli-Fageteum*) a území mapovaných valů spadá do černýšových dubohabřin (as. *Melampyro nemorosi-Carpinetum*).

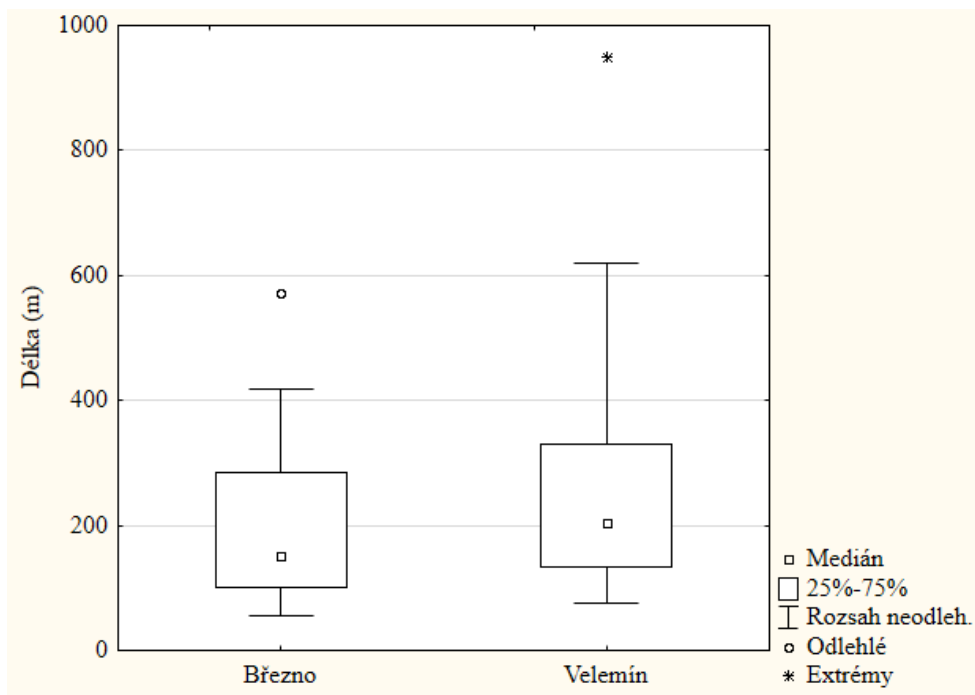
Podle metodiky Natura 2000 byly zde odlišeny biotopy L3.1 hercynské dubohabřiny (sv. *Carpinion*) v mozaice s nepřirodními biotopy, biotop K3 vysoké mezofilní a xerofilní křoviny (sv. *Berberidion* a sv. *Pruno-Rubion radulae*) v mozaice s nepřirodním biotopem. V menší míře jsou zastoupeny biotopy T1.1, mezofilní ovsíkové louky (sv. *Arrhenatherion elatioris*) a L6.4 středoevropské bazifilní teplomilné doubravy (sv. *Quercion-petraea*) (Tomášek a kol. 2012; Chytrý a kol. 2001).

Lesnická typologie rozlišuje následující typy lesních porostů na území valů. Jedná se o porosty s kódy 2D3, obohacená buková doubrava bršlicová; 2H1, hlinitá buková doubrava srhová; 2B3, bohatá buková doubrava strdivkou; 2V3, vlhká buková doubrava bršlicová na rovinách a 1B2 bohatá habrová doubrava svízellová (Plíva 1987). V okolí obce Velemín jsou uvedeny typy: 2B3, 2V3, 1B2. V okolí obce Březno jsou uvedeny typy: 2D3, 2H1 (Oblastní plány rozvoje lesů 2015).

Výsledky

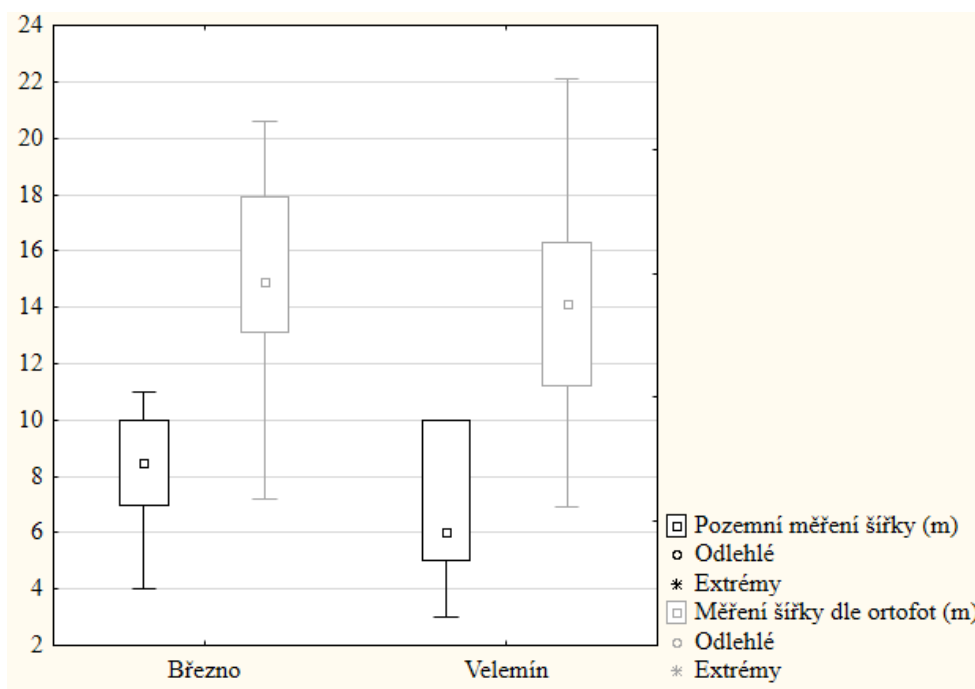
Vyhodnocení abiotických faktorů agrárních valů a teras

Pro charakteristiku valů či teras byla vybrány veličiny: délka valů, šířka valů a velikost kamene a tyto hodnoty byly zpracovány do krabicových grafů v programu STATISTICA 12.



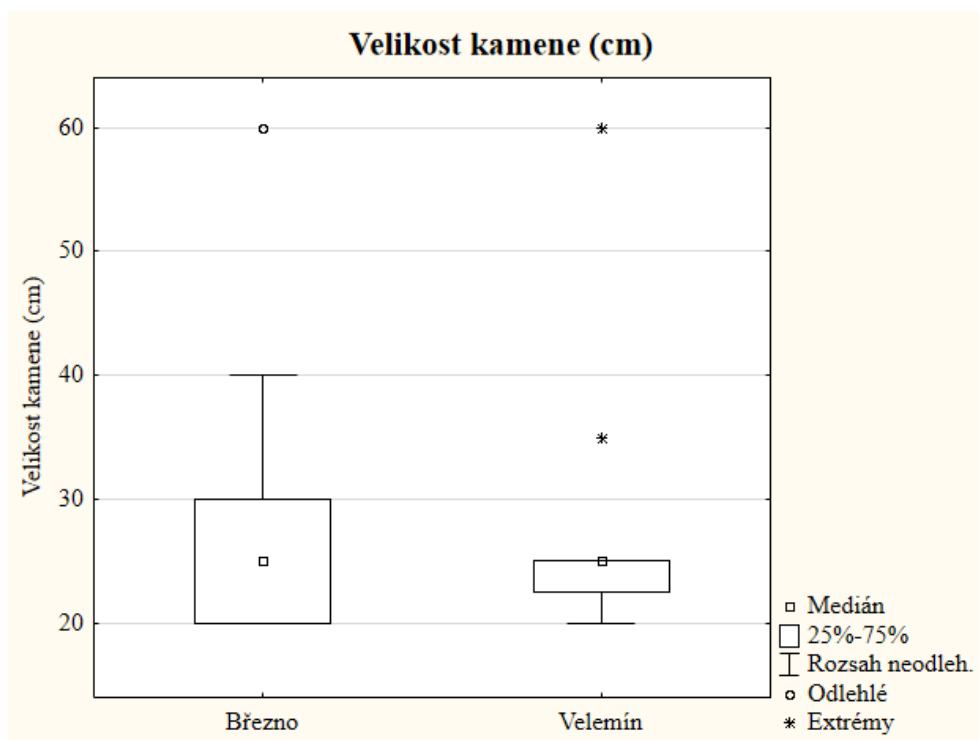
Obr. č. 1: Grafické porovnání délky valů (teras) na lokalitě Březno a Velemín

Komentář: Medián délky valů u Března je 152 m, u Velemína 203,5 m. 25-75% kvantil se pohybují od 100 do 285 m u Března a 135 do 329 m u Velemína. Na lokalitě Březno je nejdelší val 572 m a na lokalitě Velemín dokonce 950 m. Testováním pomocí neparametrického Mannova-Whitneyova testu ukázalo, že rozdíly v délce byly statisticky neprůkazné.



Obr. č. 2: Grafické porovnání širky valů (teras) i porovnání širě jejich porostů na lokalitě Březno a Velemín

Komentář: V grafu jsou vyneseny šírky vycházející z měření širě tělesa v terénu (tmavě) a šírky vycházející z odečtu širě porostu v prostředí GIS (světle) s použitím nástroje Measure v programu ArcMap. Medián širky tělesa valů v Březně je 8,5 m, ve Velemíně 6 m. 25-75% kvantil se pohybuje v Březně od 7 do 10 m, ve Velemíně od 5 do 10 m. V grafu se nenachází žádné odlehlé ani extrémní hodnoty. Medián širky porostu valů v Březně je 14,9 m, ve Velemíně 14,1 m. 25-75% kvantil se pohybuje v Březně od 13,1 do 17,9 m a ve Velemíně od 11,2 do 16,3 m. V grafu se nenachází žádné odlehlé ani extrémní hodnoty.



Obr.č. 3: Grafické porovnání velikosti kamenů na lokalitě Březno a Velemín

Komentář: Medián velikosti kamenů činí 25 cm a je pro obě lokality shodný. 25-75% kvantil je na valech u Března od 20 do 30 cm, u Velemína 22,5 až 25. U Března je významná odlehlá hodnota, kde velikost kamenů je 60 cm. U Velemína jsou odlehlé hodnoty 35 cm a 60 cm.

Druhovú skladba porostů agrárních valů a teras

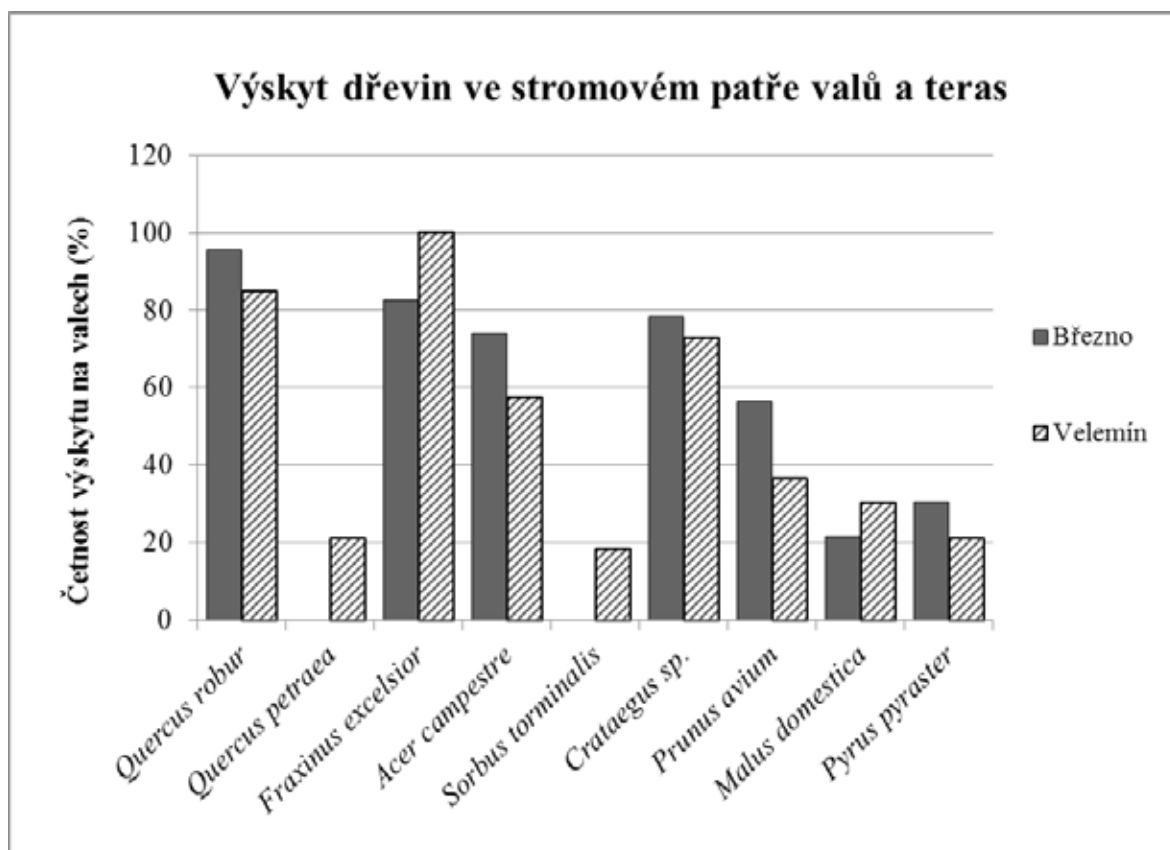
Ačkoliv se nacházejí agrární valy a terasy u obce Březno a Velemín relativně blízko, neboť nejbližší vzdálenost mezi nimi na dvou lokalitách je 400 m a největší vzdálenost je 3 450 m, tak se jejich porosty částečně liší. Na valech či terasách z. obce Březno převládají mohutné duby a v podrostu jsou lesní druhy i druhy z okolních luk. Na téže lokalitě sz. od Března, se nacházejí pravděpodobně mladší linie, které, ač vycházejí z druhově bohaté doubravy a dubohabřiny, mají charakter keřových porostů přerostlých relativně mladými jasany. Některé linie doprovázejí meliorační rýhy a vnesly do seznamu mokřadní druhy. Na lokalitě u obce Velemín se uplatňují ovocné dřeviny, které na některých valech tvoří významnou složku, což pravděpodobně souvisí s ovocnými sady existujícími dlouhodobě v okolí. Roztroušeně jsou přítomny duby s ochmetem a velké jeřáby břeky.

Na základě terénního šetření bylo na valech, terasách a v liniích doprovázející meliorační rýhy na obou lokalitách zjištěno celkem 131 druhů cévnatých rostlin. Jedenáct druhů uvádí Procházka (2001) jako ohrožené druhy.

Agrimonia eupatoria, Acer campestre, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Alliaria petiolata, Alnus glutinosa, Anthriscus sylvestris, Arctium tomentosum, Arrhenatherum elatius, Artemisia vulgaris, Asplenium trichomanes, Astragalus glycyphyllos, Atriplex patula, Ballota nigra, Betula pendula, Brachypodium pinnatum, Brassica oleracea, Bromus inermis, Bryonia alba, Calamagrostis epigejos, Campanula rapunculoides, Carex muricata agg., Carpinus betulus, Centaurea jacea, Chaerophyllum bulbosum, Chaerophyllum temulum, Cirsium arvense, Clinopodium vulgare, Convolvulus arvensis, Cornus sanguinea, Corylus avellana, Crataegus laevigata, Crataegus sp., Crepis biennis, Crucjata laevipes, Cuscuta europaea, Dactylis glomerata, Daucus carota, Elytrigia repens, Epilobium hirsutum, Equisetum arvense, Euonymus europaea, Euphorbia cyparissias, Filipendula vulgaris, Fragaria moschata, Fraxinus excelsior, Galium aparine, Galium mollugo agg., Galium odoratum, Galium sylvaticum, Galium verum, Geranium pratense, Geranium robertianum, Geum urbanum, Glyceria maxima, Heracleum spondylium, Hordelymus europaeus, Humulus lu-

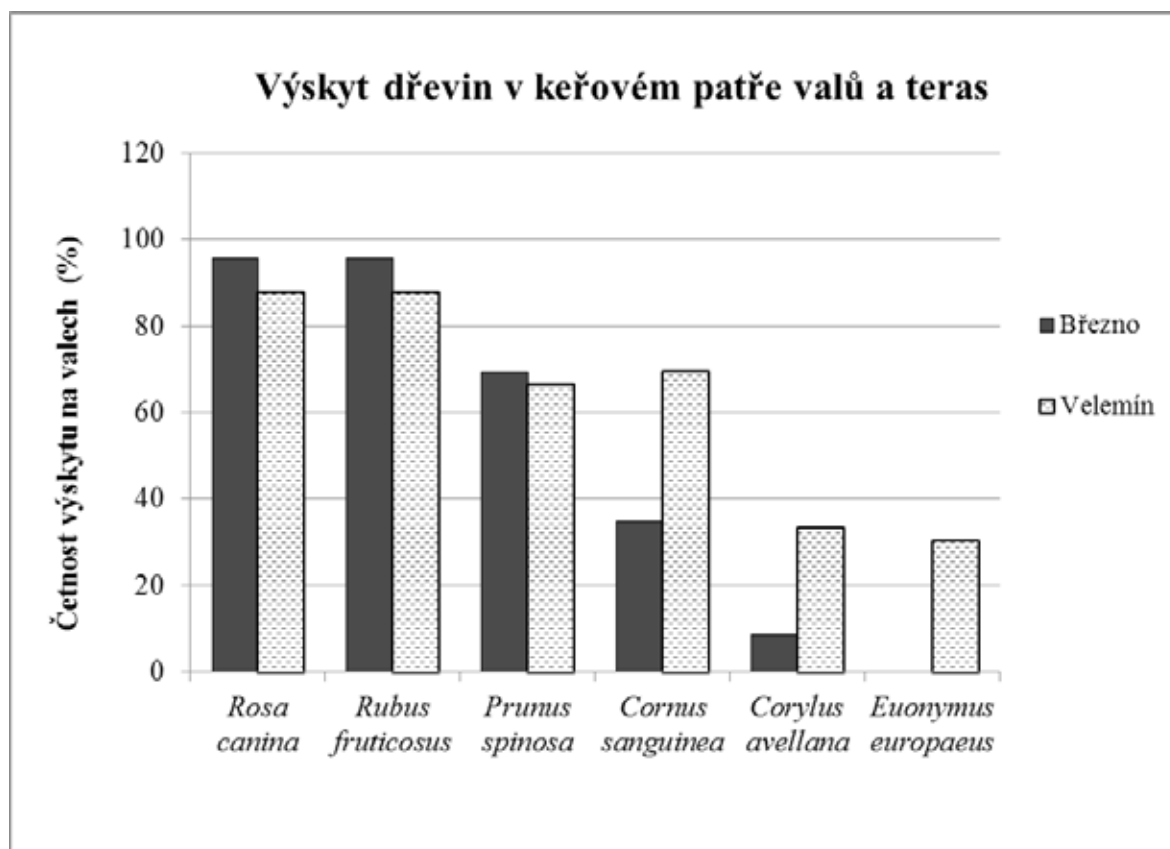
pulus, Hypericum hirsutum, Hypericum perforatum, Impatiens parviflora, Inula salicina, Juncus effusus, Knautia arvensis, Lamium maculatum, Lathyrus pratensis, Ligustrum vulgare, Linaria vulgaris, Lonicera xylosteum, Loranthus europaeus (C4a), Lythrum salicaria, Malus domestica, Malus sylvestris (C2), Medicago sativa, Melampyrum nemorosum, Melilotus officinalis, Mentha longifolia, Mercurialis perennis, Origanum vulgare, Plantago major, Poa nemoralis, Polygonatum multiflorum, Populus tremula, Potentilla anserina, Primula veris (C4a), Prunus avium, Prunus cerasifera, Prunus cerasus, Prunus domestica, Prunus spinosa, Pulmonaria obscura, Pyrus domestica, Pyrus pyraster (C4a), Quercus petraea, Quercus robur, Ranunculus acris, Rhamnus cathartica, Ribes rubrum, Ribes uva-crispa, Roegneria canina, Rosa canina, Rubus fruticosus agg., Rumex obtusifolius, Salix alba, Salix caprea, Sambucus nigra, Scrophularia nodosa, Senecio erucifolius (C1,§2), Sinapis arvensis, Sorbus torminalis (C4a), Stachys sylvatica, Stellaria holostea, Stellaria media, Tanacetum vulgare, Taraxacum sect. Ruderalia, Tilia cordata, Trifolium medium, Tripleurospermum inodorum, Ulmus minor (C4a), Ulmus laevis (C4a), Ulmus glabra, Urtica dioica, Valeriana excelsa (C4a), Valeriana officinalis, Verbascum nigrum, Veronica teucrium (C4a), Viburnum lantana (C4a), Viburnum opulus, Vicia tenuifolia, Vicia tetrasperma, Viola hirta.

Určující pro charakter porostů je jejich stromové a keřové patro, proto bylo jejich složení na lokalitě Březno a Velemín porovnáno. Sestrojené sloupcové grafy vyjadřují procentické zastoupení každého z druhů na valech u obce Březno a obce Velemín. Za 100% byl považován výskyt na všech liniích v dané lokalitě.



Obr. č. 4: Výskyt dřevin ve stromovém patře valů (teras) na lokalitách Březno a Velemín

Komentář: Nejčetnějšími dřevinami na obou lokalitách se jeví *Fraxinus excelsior* a *Quercus robur* následované *Crataegus sp.* a *Acer campestre*. Tento výsledek je v souladu s očekáváním, neboť potenciální vegetace i současně udávaný biotop na lokalitách je dubohabřina, kam většina čtenějších druhů patří. Území je dostatečně zásobené živinami a to vyhovuje i výskytu *Fraxinus excelsior*. Výskyt ovocných dřevin může souviset se sadovnickým využíváním území. Mezi výskytem druhů na obou lokalitách nejsou významné rozdíly.



Obr. č. 5: Výskyt dřevin v keřovém patře valů (teras) na lokalitách Březno a Velemín

Komentář: Nejčastěji zastoupenými druhy keřů v keřovém patře valů a teras byly *Rosa canina*, *Rubus fruticosus* a *Prunus spinosa*. Na lokalitě Březno se *Euonymus europaea* nevyskytoval.

Extrémně velké kmeny čili předpokládané vyšší stáří měli jedinci dubů (*Quercus* sp.) na lokalitě Březno a jedinci druhu jasan (*Fraxinus excelsior*) na lokalitě Velemín. U těchto druhů činil obvod kmene ve výčetní výšce až 150 - 300 cm.

Vícekmenny byly přítomny především u druhů *Acer campestre*, *Crataegus* sp., *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* a *Prunus avium*. Největší počet kmenů byl zaznamenán u *Alnus glutinosa* 13, u *Acer campestre* 12. Počet vícekmenů se běžně pohyboval v rozmezí hodnot 2 až 7.

Porosty byly zdokumentovány i fytocenologickými snímky. Tyto snímky se lišily svoji plochou v závislosti na šířce valu či terasy. Četnost přítomných druhů ve snímku byla v rozmezí od 14 druhů do 33 druhů.

V trvalých travních porostech byla plocha snímku vzájemně shodná, ale celkový počet snímků byl malý a tedy netransparentní pro popis celého porostu. Zde byl počet druhů ve snímku 12 - 16. Vyšší pokryvnost měly běžné druhy jako *Arrhenatherum elatius*, *Equisetum arvense*, *Potentilla anserina* a *Trifolium pratense*. K ojedinělým či s nízkou pokryvností patřily druhy *Anagallis arvensis*, *Colchicum autumnale*, *Inula salicina*, *Juncus effusus* a *Lythrum salicaria*.

Vývoj krajiny

Existují historické mapy, které zobrazují území České republiky. Následně jsou uvedeny výřezy z těchto map zobrazující okolí obce Březno (Prisen) a Velemín (Welmina). Z nich je patrné, že pravidelné liniové až síťovité útvary byly na jv. úpatí Milešovky a v okolí vrchu Ostrý (Wostrey) zobrazovány již v období 1. vojenského mapování. Vyšší podobnost se současností je však patrná až na mapách 2. vojenského mapování.



Obr. č. 6: Území v okolí obcí Březno a Velemín z období 1. vojenského mapování (1764-1768 a 1780-1783)



Obr. č. 7: Území v okolí obcí Březno a Velemín v období 2. vojenského mapování (1836-1852)



Obr. č. 8: Území v okolí obcí Březno a Velemín z období 3. vojenského mapování (1879–1880)

Tyto zobrazované liniové struktury se souvisle zachovaly do konce 19. stol. Do jaké míry se během mapování měnily a co je důsledek zdokonalení zobrazovacích metod lze těžko stanovit.



Obr. č. 9: Území v okolí obce Velemín na černobílé fotografii z roku 1953



Obr. č. 10: Území v okolí obce Velemín na ortofotu z roku 2013

Komentář: Na leteckém snímku je patrné území sz. od Velemína, které bylo v 50. letech 20. století využíváno jako sady. Na ortofotech z počátku 21. stol. (2014) je pouze malý zbytek starého ovocného sadu. Ostatní území pokrývají pole, trvalé travní porosty a linie porostů vázaných na agrární valy a terasy.

Diskuze

Celkový počet valů a teras v CHKO České středohoří byl stanoven jako odečet linií z ortofot (z roku 2002) a činí ca 3 500 (2014 Hendrychová, Machová). Malá část z nich je součástí maloplošně chráněných území, ale i na ostatní je uplatňován určitý ochranný režim. Jsou zohledněny při tvorbě plánů Územního systému ekologické stability, kde se zařazují jako interakční prvky. Zařazeny jsou i do projektů komplexních pozemkových úprav a nových územních plánů (dle pracovníků Správy CHKO České středohoří).

Agrární valy a terasy nejsou na území ČR zmapovány a neexistují souborné studie. Pozitivní výjimkou je řada prací zpracovaných na FŽP UJEP. Výsledkem těchto studií je i stanovení počtu valů (teras) v Krušných horách v hranicích Ústeckého kraje na ca 2 000 (2015 Kučerová, Machová). Botanická charakteristika těchto porostů je v práci Machové, Synka a Kubáta (2011), kteří provedli i jejich kategorizaci do skupin podle podobnosti porostů.

Přestože existuje velké množství botanických prací zaměřených na atraktivní území Českého středohoří, údaje ze stanovišť valů (teras) chybí. Jako příklad můžeme uvést dobře prozkoumanou lokalitu Oblík, která je pro svoji vysokou kvalitu chráněna jako NPR, ale z území s valy na úpatí údaje chyběly. Při průzkumu však bylo zjištěno, že je území opomíjeno neprávem (Machová, Kubát 2005).

Na lokalitách Březno a Velemín byly jako dominantní dřeviny zjištěny dub (*Quercus* sp.) a jasan (*Fraxinus excelsior*) následované druhy javor babyka (*Acer campestre*), hloh (*Crataegus* sp.), třešeň (*Prunus avium*). Z obdobných poloh (nadmořská výšky 240 – 400 m n. m.) z Verneřického středohoří uvádějí Machová, Synek a Nováková (2010) jako četné na valech (terasách) druhy *Quercus* sp., *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Impatiens parviflora*, *Rubus* sp., *Urtica dioica*, což je značná shoda. Svoji druhovou skladbou především bylinného patra jsou zjištěné porosty však blízké spíše porostům v západní části Českého středohoří. Lesy na úpatí vrchu Ostrý jsou relativně druhově bohaté doubravy, tak především na agrární valy sz. od obce Březno tyto druhy nepřecházejí, jak bychom očekávali podle odhadů migrace druhů (Machová, Elznicová a Synek 2010). Obdobně přes značně staré a vel-

ké stromy s vysokou pokrývností na terasách z. Března nemá jejich porost lesní charakter. Příčinou pravděpodobně bude management a jejich relativní izolovanost v trvalých travních porostech.

V posledních letech se šíří jasan (*Fraxinus excelsior*) (Hofmeister, Mihaljevič, Hošek 2004), a proto není překvapivé, že je jako četný a šířící se druh na obou lokalitách. Jasan se šíří do výsadeb liniových dřevin, jak uvádí z jižní Anglie i Pollard (1972) a následně se do nich zoochorně šíří keře, jako jsou *Rosa canina*, *Prunus spinosa* a *Crataegus monogyna*. Tyto druhy patřily k velice hojným i na sledovaných lokalitách.

Při zákresu linií agrárních valů a teras na pozadí ortofot je důležitým kritériem pro zařazení mezi tyto prvky přímá linie porostů a paralelně se opakující linie. Tak se daří odlišit a vyloučit porosty doprovázející komunikace a vodní toky. Výjimečně např. u obce Radostice a zde u Března se mezi hodnocené linie dostanou přímé a paralelní meliorační rýhy. Z hlediska struktury jsou podobné porostům, jako na okolních valech (terasách). Tyto porosty nebyly vyloučeny z hodnocení a tím se zvýšil podíl mokřadních druhů, např. *Epilobium hirsutum*, *Glyceria maxima*, *Juncus effusus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha longifolia*, které se na typických spíše suchých stanovištích valů nevyskytují.

Z hlediska abiotických faktorů můžeme konstatovat, že délka valů není charakteristická vlastnost. Naopak šířka ukazuje na historický vývoj. Práce Elznicové a Machové (2009) a Machové a Elznicové (2011) hodnotily pomocí nástrojů GIS změny plochy agrárních valů ve vybraných územích v Českém středohoří. Byly konstatovány značné změny především ve zmenšení počtu studovaných valů během 2. poloviny 20. stol. a to především zánik na mírně svažitéch územích a zapojení v les na velmi svažitéch územích. Na svazích středních svažitostí se valy (terasy) zachovaly a většinou došlo k jejich rozšíření. Zvětšení šířky je obvykle důsledkem šíření dřevin do okolí a zvětšování korun. Přes tuto úvahu nebyly exaktně šíře těles valů a jejich porostů porovnány. To jsou nové výsledky v předkládané práci. Měření porostů s použitím ortofot vykazuje větší šířku. Rozdíl činí v průměru 6 - 8 m, čili došlo téměř ke zdvojnásobení šíře.

S dlouhodobým a nerušeným vývojem porostů souvisí i výskyt objemných dřevin a vícekmenů. Úradníček et Chmelař (1998) uvádějí jako charakteristickou vlastnost některých dřevin schopnost tvořit pařezové či kořenové výmladky. Důsledkem této schopnosti a odstranění kmene při těžbě dřeva je tvorba vícekmenů. Četnost této formy je v porostech valů a teras výrazně vyšší než v lesích založených výsadbou. Tuto vlastnost sledovali na valech i Vaníček (2008) a Stojaspalová (2013).

Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit agrární valy v okolí obcí Březno a Velemín. Do hodnocení bylo zahrnuto 57 linií porostů dřevin. Podle prostorové struktury bylo 69 % zařazeno mezi nesouměrné agrární terasy, 21 % patřilo souměrným valům a 9 % tvořily meliorační rýhy.

Výsledkem botanického terénního průzkumu v porostech valů, teras a melioračních linií bylo zjištění 131 rostlinných druhů. Výskyt dřevin byl vyjádřen jako procentní (ze všech valů či teras) zastoupení dřevin stromového a keřového patra s využitím sloupcových grafů; z nich je zřejmé, že obě lokality mají velmi podobnou druhovou skladbu. Mezi nejčetnější druhy stromového patra patřily *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Crataegus* sp. a *Acer campestre*. Mezi nejčetnější dřeviny keřového patra patřily *Rosa canina*, *Rubus fruticosus* a *Prunus spinosa*.

Byly zjištěny i zvláště chráněné a ohrožené druhy *Loranthus europaeus* (C4a), *Malus sylvestris* (C2), *Primula veris* (C4a), *Pyrus pyraeaster* (C4a), *Senecio erucifolius* (C1,§2), *Sorbus torminalis* (C4a), *Ulmus minor* (C4a), *Ulmus laevis* (C4a), *Valeriana excelsa* (C4a), *Veronica teucrium* (CAa), *Viburnum lantana* (C4a).

Na valech a terasách je i nadprůměrný výskyt objemných dřevin a vícekmenů, což svědčí o dlouhodobém vývoji. Nejobjemnější kmene tvoří *Quercus robur* a *Fraxinus excelsior*. Obvod vybraných větších kmenů se pohyboval v rozpětí 1,5 m až 3 m. K dřevinám tvořícím vícekmene nejčastěji patří *Acer campestre*, *Crataegus* sp., *Fraxinus excelsior* a *Quercus robur*. Počet vícekmenů se běžně pohyboval v rozmezí hodnot 2 až 7.

Celková délka agrárních valů, teras a melioračních rýh činila 13 509 m. Medián délky teras, valů a melioračních rýh u Března je 152 m a valů a teras u Velemína 204 m. Nejdelší linie dosahovala 950 m

a nejkratší 56 m. Medián šířky tělesa teras a melioračních rýh zjištěný přímo měřením mikroreliefu u Března je 8,5 m, valů u Velemína 6 m. Šíře porostů na ně vázaná však byla větší a medián u Března činil 14,9 m a u Velemína 14,1 m. V terénu byly měřeny i délky kamenů na valech a výpočtem byl zjištěna jejich střední hodnota 25 cm.

Vývoj území je dokumentován na základě příslušných historických map. Z nich je patrné, že na mapách 2. vojenského mapování (1836 - 1852) je zobrazována situace již blízká stavu na leteckých snímcích z 50. let 20. stol. Současný stav je značně odlišný, neboť během posledních 60 let došlo k zániku řady linií nebo vzájemné propojení jejich porostů dřevinami. Je tím snížena tzv. zrnitost krajiny.

Poděkování

Článek vznikl za podpory Studentského grantového projektu „Využití nástrojů GIS k hodnocení agrárních valů v Českém středohoří“ v rámci IGA.

Literatura

CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ M. /EDS./ (2001): Katalog biotopů České republiky. - Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha: 304 pp.

ELZNICOVÁ J., MACHOVÁ I. (2009): Identifikace změn rozšíření agrárních valů. - In. Hübelová, D. /ed./: Geografické aspekty středoevropského prostoru. 1.díl. MU Brno PF, Brno: 84 - 96.

HOFMEISTER J., MIHALJEVIČ M., HOŠEK J. (2004): The spread of ash (*Fraxinus excelsior*) in some European oak forests: an effect of nitrogen deposition or successional change? – *Forest Ecology and Management* 203: 35 – 47.

KUČEROVÁ M. (2015): Hodnocení agrárních valů jihovýchodně od vrchu Milešovka. - Ms. 66 pp. (bakalářská práce, depon. in knihovna UJEP, Ústí n. L.).

MACHOVÁ I. (2010): Floristicko - fytoocenologická studie agrárních valů v CHKO České středohoří. - Ms. 217 pp. (dizertační práce, depon. in knihovna ČZU, Praha).

MACHOVÁ I. (2014): Květena vybraných lokalit severozápadních Čech. – *UJEP, Ústí n. L.*: 235 pp.

MACHOVÁ I., KUBÁT K. (2005): Příspěvek k flóře Oblíku a jeho okolí. – *Severočes. Přír., Litoměřice*, 36 - 37: 61-74.

MACHOVÁ I., ELZNICOVÁ J., SYNEK V. (2010): Význam agrárních valů a teras jako migračního prostředí lesních druhů. - *Severočes. Přír., Ústí n. L.*, 41: 75 – 82.

MACHOVÁ I., SYNEK V., NOVÁKOVÁ K. (2010): Flóra valů a hodnocení příčin jejího složení. *Studia Oecologica, Ústí n.L.*, 2010/4: 40 – 49.

MACHOVÁ I., SYNEK V., KUBÁT K. (2011): Flóra agrárních valů a teras Krušných hor. - *Příroda, Praha*, 30: 5 - 20.

MACHOVÁ I., ELZNICOVÁ J. (2011): Změny agrárních valů a teras ve Verneřickém středohoří a jejich monitorování s využitím nástrojů GIS. – In. Kolečka a kol.: *Krajina Česka a Slovenska v současném výzkumu*: 180 – 196.

OBLASTNÍ PLÁNY ROZVOJE LESŮ [ONLINE]. BRANDÝS NAD LABEM: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2015, 2015-11-22 [cit. 2015-11-22]. Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/OprlMap/>

POLLARD E. (1972): Hedges, Woodland Relic Hedges in Huntigdon and Petertorough. - *Ekológia*: 343 - 352.

PROCHÁZKA F. /ED./ (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). – *Příroda, Praha*, 18: 1 – 133.

STOJASPALOVÁ Ž. (2013): Studie agrárních valů a pastvin u obce Tašov v Českém středohoří. – Ms. 70 pp. (bakalářská práce, depon. in knihovna UJEP, Ústí n. L.).

SÝKORA T. (1979): Botanická inventarizace chráněného území a popis anemoorografického systému Milešovky v Českém středohoří. - Stípa 4: Ústí n. L., 34 - 79.

QUITT E. (1971): Klimatické oblasti Československa. - Geografický ústav ČSAV, BRNO. 73 PP.

TOMÁŠEK, M.; BALÁK, I.; ŠKAPELEC, L. (2012). MapoMat - nový průvodce světem mapových služeb. Ochrana přírody. 67, 2, s. 32. ISSN 1210-258X. Dostupné on-line <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/zpravy-recenze/mapomat-novy-pruvodce-svetem-mapovych-sluzeb/>

ÚRADNÍČEK L, CHMELAR J.(1998): Dendrologie lesnická, 2 část - Listnáče I. - MZLU Brno:119 pp.

VANÍČEK P. (2008): Zhodnocení produkční schopnosti dřevin na agrárních valech. - Ms. 68 pp. (bakalářská práce, depon. in knihovna UJEP. Ústí n. L.).

VOŽENÍLEK V., KVĚTOŇ V. (2011): Klimatické oblasti Česka M.A.P.S., č. 3. – Ms. (skriptum, Univerzita Palackého, Olomouc).

KVITNUTIE A SAMČÍ REPRODUKČNÝ POTENCIÁL JASEŇA MANNOVÉHO (*FRAXINUS ORNUS* L.)

FLOWERING AND MALE FITNESS OF THE MANNA ASH (*FRAXINUS ORNUS* L.)

Daniel KURJAK, Branko SLOBODNÍK

Abstrakt

V populácii jaseňa mannového (*Fraxinus ornus* L., Oleaceae), morfológicky androdioickej dreviny, sa samčí reprodukčný potenciál spoločne sa vyskytujúcich obojpohlavných a samčích jedincov porovnával pomocou nasledujúcich znakov: počet súkvetí na jedinca, počet kvetov na jedno súkvetie, rozmery peľnic a peľových zrn, podiel abortovaných peľových zrn a percento klíčivosti peľu na živnom médiu. Zistený pomer samčích a obojpohlavných jedincov sa štatisticky významne neodlišoval od vyrovnanej hodnoty. Medzi porovnávanými skupinami sa nepotvrdili štatisticky významné rozdiely v počte vyprodukovaných súkvetí, klíčivosti peľu a podiele abortovaných peľových zrn. Štatisticky významne dlhšie peľnice samčích jedincov boli navyše kompenzované ich väčšími peľovými zrnami. Súkvetia samčích indivíduí však obsahovali výrazne viac kvetov a tým aj viac tyčiniek. Táto skutočnosť do istej miery potvrdzuje domnienku o nižšej samčej reprodukčnej schopnosti obojpohlavných jedincov pri tomto asymetrickom reprodukčnom systéme.

Abstract

In a population of manna ash (*Fraxinus ornus* L., Oleaceae), the morphologically androdioecious woody plant, male fitness of the coexisting hermaphrodite and male individuals was compared using the following traits: number of inflorescences per individual, number of flowers per inflorescence, length and width of anthers, polar and equatorial dimension of pollen grains, percentage of aborted pollen grains and pollen germination rate on agar medium. The observed male/hermaphrodite ratio was not significantly different from the balanced value (50:50). Between the compared groups, no significant differences were demonstrated in number of inflorescences per tree, pollen abortion and pollen germination rates. In addition, the significantly longer anthers of male individuals were compensated by their significantly larger pollen grains. Nevertheless, the inflorescences of male individuals contained apparently more flowers (and thereby, more anthers) than the inflorescences of hermaphrodites. To a certain degree, this fact supports the assumption of the lower male fitness of hermaphrodite individuals within this asymmetrical breeding system.

Kľúčové slová: *Fraxinus ornus* L., androdiecia, samčí reprodukčný potenciál

Key words: *Fraxinus ornus* L., androdioecy, male fitness

Úvod

Jaseň mannový (*Fraxinus ornus*, Oleaceae) je ker alebo strom vysoký 4–16 m, vyskytujúci sa predovšetkým v mediteránnej a submediteránnej časti Európy. V systematickom členení rodu *Fraxinus* L. sa zaraďuje do sekcie *Ornus* (Boehm.) DC., do ktorej patria jasene s koncovým (terminálnym) postavením súkvetí, normálne vyvinutými kvetnými obalmi a kombinovaným opeľovaním prostredníctvom vetra a hmyzu (WALLANDER 2001). Je druhom prispôsobivým, t.j. ekologicky plastickým (CSONTOS et al. 2001, KALAIPOS et CSONTOS 2003) a veľmi premenlivým, s množstvom popísaných variet a foriem (BERTOVÁ 1984).

Z hľadiska svojich ekologických nárokov je jaseň mannový typickou pionierskou drevinou (CSONTOS et al. 2001, KALAIPOS et CSONTOS 2003) a vyznačuje sa schopnosťou prežívať aj v podmienkach extrémneho nedostatku pôdnej vlhky. Potrebuje ročný úhrn zrážok 500–650 mm. Za optimálne

z hľadiska jeho výskytu sa považujú vápence, rastie tiež na dolomitoch a andezitoch, ale v južnej Európe sa vyskytuje aj na silikátových horninách (PIŠKUR 1999).

Na Slovensku má jaseň mannový severnú hranicu svojho prirodzeného rozšírenia. Keďže je vhodný na zalesňovanie zdevastovaných plôch a je tiež využiteľný ako dekoratívna drevina, je jeho pôvod na viacerých slovenských lokalitách zrejme umelý alebo prinajmenšom sporný (BERTOVÁ 1984). Prehľad výskytu jaseňa mannového v rámci fyto geografických okresov a podokresov na našom území uvádzajú MANICA et SLOBODNÍK (2008).

Vzhľadom na svoj zriedkavý prirodzený výskyt v lesoch Slovenska je jaseň mannový ohrozeným druhom a je zahrnutý do zoznamu druhov národného významu.

Okrem uvedeného je drevinou, ktorá je zaujímavá aj z teoretického hľadiska. Patrí totiž medzi druhy s veľmi špecifickým reprodukčným systémom. Spoločne s obojpohlavnými (hermafroditnými) jedincami, ktorých kvety obsahujú tak tyčinky ako aj kompletne vyvinuté piestiky, sa v tých istých populáciách hojne vyskytujú aj individuá samčie, ktorých piestiky sú sotva pozorovateľné, rudimentárne a sterilné. Počet tyčiniek je však pri obidvoch sexuálnych typoch rovnaký – 2, len veľmi zriedkavo 3. Androdiéciiu, t.j. vzájomnú koexistenciu obojpohlavných a samčích jedincov v spoločných populáciách, potvrdili pri jaseň mannovom iba relatívne nedávno DOMMÉE et al. (1999). Podľa názoru viacerých významných evolučných a reprodukčných biológov (LLOYD 1975, CHARLESWORTH et CHARLESWORTH 1978, CHARLESWORTH 1984) sa androdiécia mohla vyvinúť a evolučne stabilizovať v populáciách pôvodne jednodomých rastlín. Nutnou podmienkou tejto stabilizácie je však výrazne vyššia reprodukčná schopnosť expandujúcich samčích jedincov (t.j. mutantov vyznačujúcich sa samičou sterilitou) v porovnaní so samčou reprodukčnou schopnosťou hermafroditov. Či je uvedený predpoklad splnený aj pri jaseň mannovom, môže potvrdiť alebo vyvrátiť detailné porovnávanie znakov, determinujúcich reprodukčné schopnosti samčích a obojpohlavných individuí.

Materiál a metodika

V predloženej práci sa porovnávajú samčie a obojpohlavné jedince jaseňa mannového na základe počtu súkvetí pripadajúcich na jedného jedinca, počtu kvetov pripadajúcich na jedno súkvetie, rozmerov peľníc a peľových zŕn, podielu abortovaných peľových zŕn a percenta klíčivosti peľu na živnom médiu.

Terénne pozorovania ako aj odber rastlinného materiálu na ďalšie spracovanie sme uskutočňovali na južnom svahu kopca Vartovka pri Banskej Bystrici. Lesné porasty tejto lokality sú radené do kategórie lesov ochranných z titulu mimoriadne nepriaznivých pomerov. Tie vyplývajú jednak z terénnych podmienok, keď sklon dosahuje až 65 % a svah je orientovaný juhozápadne a taktiež z nepriaznivých pôdnych podmienok. Skeletnaté plytké rendziny na drobnom dolomitovom podklade podmieňujú rýchlu stratu pôdnej vlhkosti a sú mimoriadne náchylné na eróziu. Ide o alochtónnu populáciu druhej generácie, v ktorej bol jaseň mannový vysadený umelo za účelom spevnenia erodovaného svahu, ale udomácnil sa tu natoľko, že sa prirodzene zmladzuje a plochy, na ktorých je prítomný, nadobúdajú vzhľad pôvodnosti (MANICA et SLOBODNÍK, 2008). Nakoľko jaseň mannový v našich podmienkach rozkvitá pomerne neskoro (SLOBODNÍK et al. 2006), všetky terénne práce sa uskutočnili až v máji a na začiatku júna v priebehu jedného vegetačného obdobia.

Do hodnoteného štatistického súboru sme náhodne vybrali 65 kvitnúcich jedincov jaseňa mannového, pri ktorých sme podľa prítomnosti, resp. absencie normálne vyvinutých piestikov a minuloročných plodov určili sexuálny typ a stanovili tak pomer samčích jedincov a hermafroditov. Zároveň s pozorovaním kvetov sme na všetkých vyznačených jedincoch zisťovali počet súkvetí.

Od druhej polovice mája až po začiatok júna sme z celkovo desiatich (piatich obojpohlavných a piatich samčích) dostatočne zakvitnutých jedincov odoberali súkvetia. Po 5 súkvetí z každého odberového stromu sme zakonzervovali v 70 %-nom etanole, nakoľko z časových dôvodov sa potrebné merania nedali uskutočniť hneď po odbere. Po prenesení zakonzervovaných súkvetí do laboratória sme stanovovali počet kvetov a rozmery peľníc. Pomocou binokulárnej lupy sme merali dĺžku a šírku 20 peľníc, odobratých zo zakonzervovaných súkvetí 10 analyzovaných jedincov. Celkovo sa teda

merali rozmery 200 peľníc. Uvedený rozsah výberu je postačujúci na hladine významnosti 95 % pri predpokladanom variačnom koeficiente 20 % a očakávanej 10 %-nej chybe výsledku.

Ďalšie súkvetia, odobraté z tých istých stromov, sme použili na získanie peľu. V tomto prípade sme nechali peľ dozrieť v izolovanom prostredí pri izbovej teplote. Skúmavky s peľom sme uložili do exsikátora so silikagélom a skladovali v chladničke pri teplote cca 4 °C.

Veľkosť uskladnených peľových zŕn sme neskôr merali pomocou svetelného mikroskopu pri 2000-násobnom zväčšení. Ako farbivo sme použili acetokarmín. Keďže peľové zrná jaseňa manového sú bilaterálne symetrické (majú dve navzájom kolmé roviny), zisťovali sme ekvatoriálny a polárny rozmer pre 20 peľových zŕn z každého analyzovaného jedinca (celkovo 200 peľových zŕn). Takýto rozsah výberu je opäť úplne postačujúci vzhľadom na veľmi nízku variabilitu meraných znakov.

Pri testovaní životaschopnosti krátkodobo uskladneného peľu sme použili tak nepriame metódy jej stanovenia (farbenie peľových zŕn acetokarmínom), ako aj priame metódy (klíčenie peľu v podmienkach *in vitro*). Ako živné médium sme použili 1 %-ný agar s 5 %-ným obsahom sacharózy a ďalšími chemikáliami, ktoré odporúčajú autori BREWBAKER et KWACK (1963). Percentuálny podiel vyklíčených peľových zŕn sme vyhodnocovali po 48 hodinách kultivácie. Pomocou svetelného mikroskopu sme hodnotili po 100 peľových zŕn v troch opakovaníach pre celkovo 10 analyzovaných jedincov (5 obojpohlavných a 5 samčích), podobne ako pri vitálnom farbení peľových zŕn acetokarmínom.

Na overenie náhodnosti odchýlky od pomeru samčích a hermafroditných jedincov 1:1 sme použili test hypotézy o podiele kvalitatívneho znaku (z -test). Štatistickú významnosť rozdielov počtov súkvetí samčích jedincov a hermafroditov sme overovali jednofaktorovou analýzou variancie. Keďže sa zistené hodnoty vyznačovali výrazne ľavostranne asymetrickým rozdelením, uskutočnili sme logaritmickú transformáciu.

Pri analyzovaní rozdielov v ostatných znakoch (počet kvetov v súkvetiach, dĺžka a šírka peľníc, polárny a ekvatoriálny rozmer peľových zŕn) sme použili dvojfaktorovú (pohlavie, jedinec) analýzu variancie hierarchicky usporiadaného pokusu. Hodnoty percentuálnych podielov kvalitatívnych znakov (podiel nezafarbených peľových zŕn, podiel klíčiaceho peľu), ktoré sa nevyznačujú normálnym, ale binomickým rozdelením, sme transformovali podľa vzorca

$$x' = \arcsin \sqrt{x}$$

Výsledky a diskusia

Z celkového počtu 65 hodnotených stromov sme zistili prítomnosť samčích kvetov pri 33 jedincoch, hermafroditných jedincov sme zaznamenali 32. Na základe vykonaného testu hypotézy o podiele kvalitatívneho znaku môžeme s 95 %-nou istotou tvrdiť, že vychýlenie od 50 %-ného podielu pri oboch skupinách podľa pohlavia je náhodné ($z = 0,124 < z_{0,05} = 1,645$).

SLOBODNÍK et ČAŇOVÁ (nepublikované) zisťovali pomer samčích a obojpohlavných jedincov jaseňa manového na dvoch lokalitách. Zaznamenali mierne disproporcie, keď zistené pomery boli 43:57 a na druhej lokalite 55:45. DOMMÉE et al. (1999) posudzovali sexuálnu štruktúru populácie jaseňa manového na súbore o rozsahu takmer 319 jedincov zo šiestich rôznych populácií v južnom Francúzsku. Celkový zistený podiel samčích jedincov činil 53,9 %. K podobným záverom dospel aj VERDÚ (2004) pri pozorovaní populácií v okolí Valencie. Vykonané testy štatistickej významnosti však ani v jednom z uvedených prípadov nepreukázali signifikantné odchýlenie od pomeru 1:1. WALLANDER (2001) zaznamenala na Sicílii miernu prevahu samčích jedincov, ktorých zastúpenie dosiahlo 59 %.

Tab. 1 Rozsahy výberu (n), priemerné hodnoty (μ) a smerodajné odchýlky (s_x) pre počet súkvetí, počet kvetov v súkvetiach a rozmery peľníc

Table 1 Sample sizes (n), mean values (μ) and standard deviances (s_x) for number of inflorescences, number of flowers in inflorescences and anther dimensions

Typy jedincov podľa pohlavia	Počet súkvetí		Počet kvetov v súkvetiach		Dĺžka peľníc [mm]		Šírka peľníc [mm]	
	n	$\mu \pm s_x$	n	$\mu \pm s_x$	n	$\mu \pm s_x$	n	$\mu \pm s_x$
Samčie jedince	33 53,3	49,0 ±	50 688	1329 ±	100 0,53	2,52 ±	100 0,21	1,08 ±
Obojpohlavné jedince	32 38,8	34,8 ±	50 501	855 ±	100 0,26	2,34 ±	100 0,12	1,05 ±

Tab. 2 Rozsahy výberu (n), priemerné hodnoty (μ) a smerodajné odchýlky (s_x) pre rozmery peľových zrn a pre podiel klíčiach a abortovaných peľových zrn

Table 2 Sample sizes (n), mean values (μ) and standard deviances (s_x) for pollen dimension and pollen germination and abortion rate

Typy jedincov podľa pohlavia	Polárny rozmer peľ. zrn [μm]		Ekvatoriálny rozmer peľ. zrn [μm]		Klíčiace peľ. zrná [%]		Abortované peľ. zrná [%]	
	n	$\mu \pm s_x$	n	$\mu \pm s_x$	n	$\mu \pm s_x$	n	$\mu \pm s_x$
Samčie jedince	100 1,62	26,0 ±	100 1,47	25,2 ±	1500 10,6	15,9 ±	1500 0,80	2,5 ±
Obojpohlavné jedince	100 1,41	25,1 ±	100 1,38	24,6 ±	1500 10,7	16,8 ±	1500 0,67	3,3 ±

Tab. 3 Súčty štvorcov odchýlok (SS), priemerné štvorce odchýlok (MS) a testovacie charakteristiky (F) analýzy variancie

Table 3 Sums of squares (SS), mean squares (MS) and F -values of ANOVA

Premennosť Znak	Pohlavie			Jedinec			Reziduálna		Celková SS
	SS	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	
Počet súkvetí ⁺	0,58	0,58	0,34	–	–	–	108,82	1,72	109,41
Počet kvetov	2807028,18	2807028,18	11,87**	7924006,40	990500,80	4,19**	9457094,80	236427,37	20188129,38
Dĺžka peľníc	1,23	1,23	13,37**	18,57	2,32	25,31**	17,43	0,09	37,22
Šírka peľníc	0,05	0,08	3,66	3,20	0,40	30,25**	2,51	0,01	5,76
Pol. rozmer peľ. zrn	39,61	39,61	40,64**	271,05	33,88	34,76**	185,18	0,97	495,82
Ekv. rozmer peľ. zrn	18,30	18,30	17,72**	207,51	25,94	25,11**	196,24	1,03	422,05
Klíčiace peľ. zrná ⁺	0,01	0,01	0,51	0,88	0,11	13,78**	0,16	0,01	1,04
Abortované peľ. zrná ⁺	0,05	0,05	1,72	0,03	0,01	1,06	0,06	0,01	0,10

Poznámka: ⁺ transformované hodnoty

** rozdiely významné na $\alpha = 0,01$

Note: ⁺transformed values

** differences significant at $\alpha = 0.01$

Pri porovnaní rozdielov v počtoch súkvetí medzi typmi jedincov podľa pohlavia vidieť, že samčie individua tvoria o niečo viac súkvetí ako obojpohlavné. Variabilita, ktorú sme zaznamenali v rámci sledovaného súboru, bola však veľmi veľká (Tab. 1). Pri oboch skupinách sme na vyznačených stromoch pozorovali tak jedince s jediným súkvetím, ako aj jedince, ktoré vytvorili viac ako 150 súkvetí. Analýza variancie logaritmicke transformovaných hodnôt signifikantnosť rozdielov v počtoch

súkvetí nepreukázala (Tab. 3). Veľká variabilita tohto znaku vyžaduje opakované pozorovanie čo najväčšieho súboru jedincov počas viacerých rokov.

VERDÚ (2004) zistil počas niekoľkoročných pozorovaní jednoznačnú tendenciu bohatšieho kvitnutia samčích jedincov, ktoré v porovnaní s hermafroditmi produkovali v priemere o viac ako 50 % vyšší počet súkvetí.

Porovnaním počtu kvetov pripadajúcich na súkvetie sme zistili výrazné disproporcie medzi oboma typmi jedincov podľa pohlavia, keď súkvetia samčích jedincov obsahovali v priemere o zhruba 55 % väčšie množstvo kvetov (Tab. 1) a tým aj o zhruba 55 % viac peľníc, nakoľko počet tyčínok je pri oboch typoch kvetov rovnaký. Štatistickú významnosť rozdielov medzi porovnávanými skupinami s 99 %-nou pravdepodobnosťou potvrdila analýza variancie (Tab. 3).

SLOBODNÍK et ČAŇOVÁ (nepublikované) potvrdili existenciu štatisticky významných rozdielov medzi skupinami stromov podľa pohlavia. Celkový priemer z oboch lokalít pri 20 hodnotených samčích jedincoch bol 1584 kvetov na jednom súkvetí. Priemerný počet kvetov pre rovnako veľkú vzorku hermafroditných jedincov bol 965. Samčie súkvetia teda obsahovali v priemere o takmer 65 % viac kvetov ako obojpohlavné.

Napriek tomu, že počet kvetov v súkvetiach polykarpických (t.j. viackrát za život kvitnúcich a plodiacich) rastlín z roka na rok výrazne varíruje (KRIŽO, pers. comm.), získané výsledky do istej miery potvrdzujú predpoklad o výrazne väčšej reprodukčnej schopnosti samčích jedincov androdioických druhov v porovnaní so samčou reprodukčnou schopnosťou hermafroditov.

Priemerný zistený rozmer peľových zŕn meraných v polárnej rovine bol pre samčie jedince 26,0 μm a pre obojpohlavné jedince 25,1 μm . Nameraný ekvatoriálny rozmer peľových zŕn v priemere dosiahol hodnotu 25,2 μm pri samčích individuách a 24,6 μm pri hermafroditoch (Tab. 2). Výsledky analýzy variancie potvrdili štatistickú významnosť rozdielov vo veľkosti peľových zŕn tak na úrovni jedinca, ako aj na úrovni skupiny jedincov podľa pohlavia. KRIŽO et MANICA (1982) uvádzajú zistený priemerný rozmer peľových zŕn jaseňa mannového 27,5 μm . Vzájomné porovnanie nameraných hodnôt je však sťažené rôznymi typmi používaných farbiacich médií, ktoré dokázateľne vplyvajú na veľkosť peľových zŕn (KRIŽO, pers. comm.).

Priemerná dĺžka peľníc bola pri samčích jedincoch o 0,18 mm väčšia ako pri jedincoch hermafroditných. Pre šírku peľníc bol však tento rozdiel iba 0,03 mm. V percentuálnom vyjadrení bola priemerná šírka peľníc samčích jedincov o 2,86 % vyššia, zatiaľ čo pri priemernej dĺžke predstavoval tento rozdiel až 7,69 %. Analýza variancie v našom prípade potvrdila významné rozdiely v dĺžke peľníc na úrovni skupín jedincov podľa pohlavia, pri šírke peľníc sa štatistická významnosť rozdielov nepreukázala. Napriek skutočnosti, že konzervácia súkvetí v 70 %-nom etanole zjavne negatívne ovplyvňuje rozmery peľníc v dôsledku dehydratácie (KRIŽO, pers. comm.), získané výsledky môžeme považovať za dostatočne presvedčivé, nakoľko súkvetia oboch typov jedincov boli konzervované za rovnakých podmienok. Rozdielnosť dĺžky peľníc by teda mohla znamenať väčšie priemerné množstvo peľových zŕn v peľniciach samčích jedincov v nami študovanej populácii, je však korigovaná väčšími rozmermi peľových zŕn. Môžeme teda predpokladať, že rozdiely v produkcii peľu na jednu peľnicu nie sú rozhodujúcim faktorom zvýhodnenia samčích jedincov v procese opelenia a oplodnenia.

DOMMÉE et al. (1999) zisťovali viaceré charakteristiky samčích a obojpohlavných jedincov na troch lokalitách jaseňa mannového v južnom Francúzsku. Štatistická analýza zistených hodnôt však rozdiely v rozmeroch peľníc medzi dvoma porovnávanými skupinami nepotvrdila. Výsledky autorov WALLANDER (2001) a VERDÚ (2004) taktiež svedčia o takmer rovnakej produkcii peľu peľnicami oboch typov kvetov. Podľa údajov, ktoré uvádza KRIŽO (2001), vyprodukuje jedna peľnica jaseňa mannového v priemere 15 000 až 25 000 peľových zŕn.

Z Tab. 2 vidíme, že priemerné hodnoty klíčivosti peľových zŕn oboch skupín nie sú výrazne rozdielne – 15,9 % pri samčích a 16,8 % pri obojpohlavných jedincoch. Ani analýza variancie transformovaných hodnôt nepotvrdila významný rozdiel podielu vyklíčených peľových zŕn medzi skupinami jedincov podľa pohlavia.

Údaje japonských autorov ISHIDA et HIURA (1998), vzťahujúce sa na východoázijský taxón *Fraxinus lanuginosa* Koidz., však naznačujú existenciu výrazných rozdielov v celkovej životaschopnosti peľu medzi samčiami a obojpohlavnými jedincami tohto androdioického druhu jaseňa. Pri koncentracii

sacharózy 5 % bola v prípade samčích jedincov zaznamenaná klíčivosť 4,8 %, kým pri obojpohlavných jedincoch len 1,7 %.

Ani analýzou variancie transformovaných percentuálnych podielov zafarbených, resp. nezafarbených peľových zŕn sme nedospeli k potvrdeniu štatistickej významnosti zistených rozdielov (Tab. 3). Taktiež z priemerných percentuálnych hodnôt vidieť len nepatrnú odlišnosť (Tab. 2).

Vo vitalite peľových zŕn samčích a hermafroditných jedincov sme teda štatisticky významné rozdiely nezaznamenali ani jedným zo spôsobov jej testovania a možno predpokladať, že mierne odlišná životaschopnosť peľových zŕn nemá výrazný vplyv na rozdiely v samčej reprodukčnej schopnosti jednotlivých porovnávaných typov. V uvedenom kontexte by bolo určite zaujímavé aj porovnanie dĺžky rastúcich peľových vrecúšok samčích a obojpohlavných jedincov na živnom médiu (KRIŽO, pers. comm.).

Podľa výsledkov, ktoré uvádzajú VERDÚ et al. (2004), existuje dokonca možnosť, že jaseň mannový sa nevyznačuje androdiéciou, ale tzv. skrytou dvojdmosťou. To by znamenalo, že peľ hermafroditných jedincov môže byť síce v podmienkach *in vitro* rovnako životaschopný, prípadne ešte vitálnejší ako peľ samčích jedincov, ale potomstvo pochádzajúce z opelenia obojpohlavnými jedincami dosahuje výrazne nižšie prírastky a je menej vitálne. Tým sa vlastne znižuje reálna hodnota funkčnosti obojpohlavných jedincov v popisovaných reprodukčných procesoch.

Na záver možno konštatovať, že ukazovateľom, ktorý hovorí o vyššej pravdepodobnosti opelenia blizien obojpohlavných jedincov peľom, pochádzajúcim z jedincov samčích, je výrazne väčšie množstvo kvetov v súkvetiach samčích indivíduí a podľa údajov iných autorov aj nami nepotvrdený vyšší celkový počet produkovaných samčích súkvetí. Zistené štatisticky významné rozdiely v dĺžke peľníc sú korigované rovnako štatisticky významnými rozdielmi v rozmeroch produkovaných peľových zŕn a pri ostatných analyzovaných znakoch sa existencia štatisticky významných rozdielov nepotvrdila.

Summary

Kurjak, D. et Slobodník, B.: Flowering and male fitness of the manna ash (*Fraxinus ornus* L.).

Literatúra

- BERTO VÁ, L. 1984: Oleales – Olivotvaré. In: Flóra Slovenska IV/1. (ed. L. Bertová). Veda, Bratislava, pp. 63–78.
- BREWBAKER J. L. et KWACK, B. H. 1963: The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal of Botany* 50(9): 859–865.
- CSONTOS, P., TAMÁS, J. et KALÁPOS, T. 2001: Correlation between age and basal diameter of *Fraxinus ornus* L. in three ecologically contrasting habitats. *Acta Botanica Hungarica* 43(1–2): 127–136.
- DOMMÉE, B., GESLOT, A., THOMPSON, J. D., REILLE, M. et DENELLE, N. 1999: Androdioecy in the entomophilous tree *Fraxinus ornus* (Oleaceae). *New Phytologist* 143(2): 419–426.
- CHARLESWORTH, B. et CHARLESWORTH, D. 1978: A model for the evolution of dioecy and gynodioecy. *The American Naturalist* 112(988): 975–997.
- CHARLESWORTH, D. 1984: Androdioecy and the evolution of dioecy. *Biological Journal of the Linnean Society* 23: 333–348.
- ISHIDA, K. et HIURA, T. 1998: Pollen fertility and flowering phenology in an androdioecious tree, *Fraxinus lanuginosa* (Oleaceae), in Hokkaido, Japan. *International Journal of Plant Sciences* 159(6): 941–947.

- KALAPOS, T. et CSONTOS, P. 2003: Variation in leaf structure and function of the Mediterranean three *Fraxinus ornus* L. growing in ecologically contrasting habitats at the margin of its range. *Plant Biosystems* 137(1): 73–82.
- KRIŽO, M. 2001: Contribution to the knowledge of the production of pollen grains. *Matthias Belivs University Proceedings (Banská Bystrica)* 1(1): 59–69.
- KRIŽO, M. et MANICA, M. 1982: Morfogenéza samčích generatívnych orgánov u nás domácich jaseňov. *Acta Universitatis Agriculturae (Brno), Series C (Facultas Silviculturae)* 51(1–4): 25–35.
- LLOYD, D. G. 1975: The maintenance of gynodioecy and androdioecy in angiosperms. *Genetica* 45: 325–339.
- MANICA, M. et SLOBODNÍK, B. 2008: Poznámky k výskytu a rozšíreniu jaseňov (*Fraxinus* L.) na Slovensku. *Acta Facultatis Ecologiae Zvolen* 18: 35–46.
- PIŠKUR, M. 1999: Rozšírenosť a rastne značnosť samčieho jaseňa (*Fraxinus ornus* L.). *Gozdarski vestnik* 57(10): 419–434.
- SLOBODNÍK, B. et ČAŇOVÁ, I.: Fenológia a pohlavná reprodukcia *Fraxinus angustifolia* a *F. ornus*. In: *Jaseň – genetické zdroje a pestovanie*. Palárikovo 2004. Nepochikované.
- SLOBODNÍK, B., ČAŇOVÁ, I. et PAULE, L., 2006: Fenológia kvitnutia a olistovania dvoch druhov mediteránnych jaseňov (*Fraxinus* L.) na severnej hranici ich rozšírenia. In: *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí*. (eds. J. Rožnovský, T. Litschmann & I. Vyskot.). Česká bioklimatologická společnost, Český hydrometeorologický ústav, Brno, 13 pp. (CD).
- VERDÚ, M. 2004: Physiological and reproductive differences between hermaphrodites and males in the androdioecious plant *Fraxinus ornus*. *Oikos* 105(2): 239–246.
- VERDÚ, M., MONTILLA, A. I. et PANNELL, J. R. 2004: Paternal effects on functional gender account for cryptic dioecy in a perennial plant. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B – Biological Sciences* 271: 2017–2023.
- WALLANDER, E. 2001: Evolution of wind-pollination in *Fraxinus* (Oleaceae) – an ecophylogenetic approach. PhD thesis, Göteborg University.

LOGISTIC CONCEPTION FOR REAL-TIME BASED INFO-COMMUNICATION SYSTEM APPLIED IN SELECTIVE WASTE COLLECTION

István LAKATOS, Ádám TITRIK, Adrián HORVÁTH

Széchenyi István University, 9026 Győr, Egyetem tér 1. Hungary, titrika@sze.hu

Abstract

The decreasing number of the available raw materials, fossil energy sources and a new approach made recycling necessary and inevitable. For recycling selective waste areas have been placed where inhabitants can place their waste for free. Waste containers have different fill-up time since the collection process is predefined, therefore, independently whether it is needed or not they will be emptied. A further problem is that there is no optimisation on the way to the container, which results in serious environmental load (noise and air pollution). This study deals with high level route optimisation to minimize environmental load concerning noise and air pollution and by the application of real-time communication only the appropriate containers are going to be emptied.

Key words: *route optimisation, real-time system, measuring technique, info-communication, waste collection*

Introduction

Regarding environmental legislation, environmental load and recycling possibilities in Hungary, hundreds of settlements (even only with a few thousands of inhabitants) have established selective waste collection areas and placed various containers. Today the emptying process is based on empirical emptying value and in some cases the collection route is not optimised. In the EU there is a high pressure on waste collection companies in order to provide higher service standard for the same price. This can only be accomplished by a modern device which claims waste collection modelling (ABELIOTIS et al., 2009, OLIVEIRA et al., 2007, TAVARES et al., 2008). Studies exist all over the world presenting – Turkey (APAYDIN et al., 2007), India (GHOSE et al., 2006.), USA (SAHOO et al., 2005) – that fuel utilisation, collection route and time were decreased by software application fitted to local conditions – GIS 3D modelling, ArcGis®, és RouteViewPro™. The aim of this study is to introduce more ways of route optimisation based on container real-time communication.

Taking into account of the data coming from external systems to maximalise waste collection efficiency, the basic logistics procedure gradually elevates to a higher level using INPUT data.

Techniques applied today

In order to develop waste collection efficiency software and GPS service were applied for optimisation. Optimisation included fuel, route and collection time. Applying APAYDIN and GONULLU RouteViewPro™ software collection route is decreased by 24.6% and the time is decreased by 44.3% in Turkey. In the USA, in Illinois using WasteRoute software the study shows a 10% decrease in collection route (SAHOO et al., 2005).

Beside route optimisation further possibilities to decrease the number of collection round examinations also dealt with increasing waste collection vehicle capacity (GHOSE et al., 2006).

The waste transport processes were redesigned in Hungary by the Bay-Logi Research Centre on behalf of AVE Miskolc Ltd. applying RouteSmart software in order to decrease route and operational costs.

As a further domestic solution, the City of Győr being the owner of GYŐRSZOL Ltd. made emptying notification possible in case of filling up. The free call centre number can be read on the container side.

The introduced systems contribute to route optimisation, but so far there is no solution for indicating which container is full. The goal of this study is to develop an inverse logistic process applying an info-communication system to increase collection efficiency.

Real-time based info-communication system

The system is based on real-time info-communication and GIS technology (TITRIK, 2011). The new collection method has already been patented (P 1100734), which can be tested in a pilot project after operation and appropriate algorithm definition. Real tests can be carried out in Győr at GYŐRSZOL Ltd. There are three main system pillars: container fulfillment measurement, container information database, optimised emptying process and route definition. Real-time communication between containers and the route planning centre makes route redesigning possible to empty just full container(s) as well. Communication is also important in route planning regarding waste compression ratio since this can influence collection vehicle fill up time and position, therefore in case of not being full further containers can be emptied.

System operation

Elements of real-time based info-communication selective waste collection system (Figure 1):

1. selective waste container,
2. signal transmitter tower,
3. route planning centre,
4. waste collection vehicle.

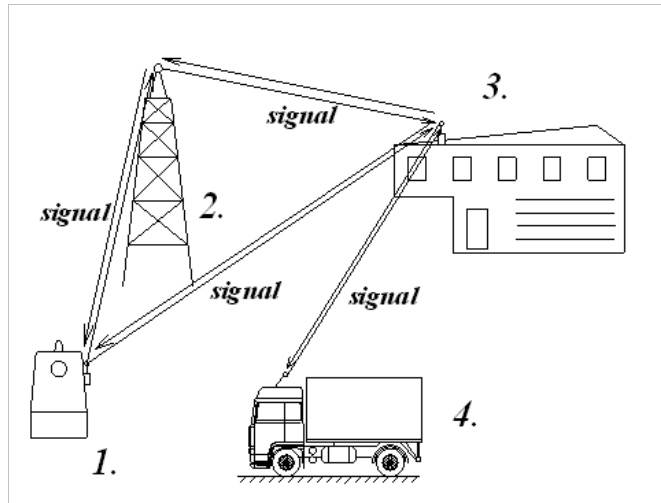


Fig. 1 Elements of real-time info-communication and signal flow

Design process of real-time based info-communication selective waste collection system optimisation

In order to enhance waste collection efficiency advantages of different vehicle types defined in logistics and organizing round trip the savings method was highlighted. This method is one of the well-known and oldest methods, of which algorithm has been still used mostly due to its simplicity and comprehensibility. Route planning software also contains this algorithm.

Certain parts of the optimisation process presented in the article can also be found in the work of A. Rovetta and et al. where advanced means of communication and measurement is applied to measure the weight and volume of the waste placed into the waste container. During the work related to research and development the container has been equipped with a GSM communicator and opening and closing the container the parameters of the waste are recorded in a visual form as well. The improvement aimed to optimise emptying order.

Due to the elements of real-time based info-communication selective waste collection system the inverse logistic process of waste collection reached a higher level. In case of having the required number of full containers the collection route planning is reasonable based on the following options:

1. Collection option

In terms of container emptying order optimisation.

Collection service basic data: no service for full containers, need for target service, only full containers are emptied (Figure 2).

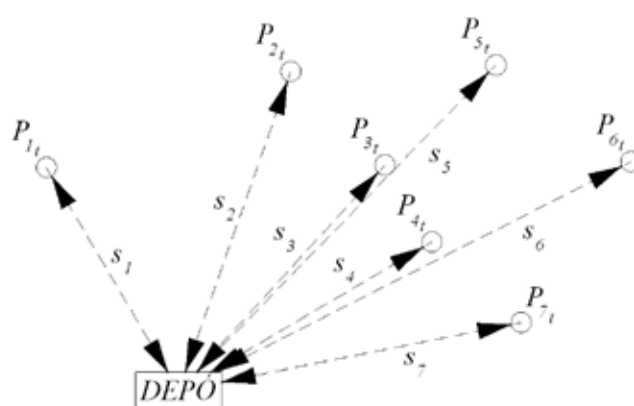


Fig. 2 Target service for collection

Collection characteristics:

$$Q_j \gg \sum_{i=1}^{n=7} Q_{Pi}$$

where Q_j vehicle capacity and container Q_{Pi} capacity

$$2 * \sum_{i=1}^n s_i \gg s_1 + s_n + \sum_{i=1}^{n=6} s_{i,i+1}$$

where s_i route between each container and DEPOT.

Analyzing collection option 1:

Collection is characterised as the simplest collection form in logistics – the target places are visited by the vehicle and the material placed into the containers is delivered to the depot separately. Concerning waste collection, this method is valid only in case of 3-21 m³ containers being delivered without a trailer. It is also characterised by the fact that the access route with the collection points will not get optimised without a proper plan. On the basis of the volume of the placed containers – in general of 1,5m³ or 2,5m³ – and their number – 1 or 2 containers are usual collecting one type of waste, the emptying of the containers - due to the huge capacity of the collection vehicle – can be carried out safely. Since the vehicle is not filled up in this case, its capacity utilisation is far lower than the optimal.

Features of collection method:

- most simple collection method,
- safe emptying due to waste volume and known vehicle capacity,
- optimised container emptying order,
- not optimised collection method,
- not optimised vehicle capacity,
- not optimised route to containers.

2. Collection option

In terms of optimised route to containers.

Collection service basic data: savings method for full containers, only full containers are emptied (Figure 3).

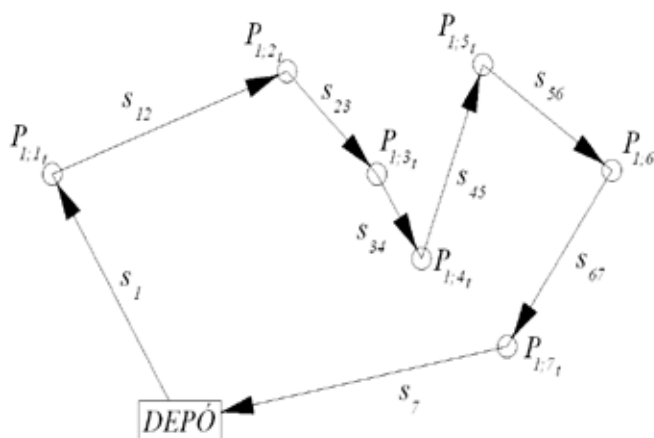


Fig. 3 Savings method for waste collection

The following equation must be valid for collection process:

$$Q_j \geq \sum_{i=1}^{n=7} Q_{p_i}$$

where Q_j vehicle capacity and Q_{p_i} container capacity

Analysing the 2nd collection option:

It is the improvement of the 1st collection option. The access route to the various full containers got optimised. In this case the method of savings algorithm was used which means that the containers are collected one after the other and the vehicle returns to the depot only at the end of the collection round. In this case the collection method is not optimised because they failed to take into consideration how full the vehicle was and it is impossible to judge whether the vehicle has some spare capacity during the collection process or it would reach its full capacity in which case a further round would be necessary to collect the remaining refuse. Further optimisation is necessary based on the vehicle's capacity utilisation.

Features of collection method:

- optimised route to containers,
- uncertain emptying due to waste compression and further compression ratio – volume-mass ratio,
- optimised container emptying order,
- not optimised collection method,
- not optimised vehicle capacity.

3. Collection planning

In terms of vehicle capacity.

Collection service basic data: savings method for full containers, only full containers are emptied, vehicle fill-level considered (Figure 4).

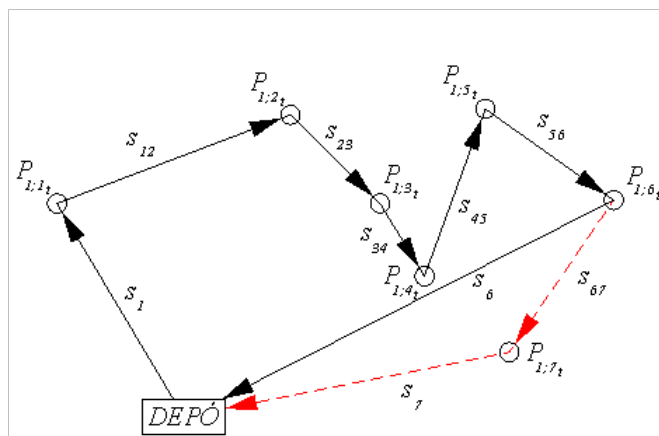


Fig. 4 Vehicle fill-level considered

$$Q_j < \sum_{i=1}^{n=7} Q_{P_i}$$

where Q_j vehicle capacity and Q_{P_i} container capacity

$P_{1:7,t}$ container not emptied because of the fill-level of the vehicle, so the route marked with red colour is not completed by the vehicle

Characteristics of collection method:

$$s_{\text{óssz}} = (s_1 + s_6 + \left(\sum_{i=1}^{n=5} s_{i,i+1} \right)) + 2 * s_7,$$

$$Q_1 \gg Q_2 \text{ and } Q_1 \cong Q_j \text{ and } Q_2 \ll Q_j,$$

where Q_j vehicle capacity and Q_i collection round capacity

Analysing the 3rd collection option:

It is a further analysis of the previous collection option taking vehicle capacity as a primary factor into account. This collection option determines if the containers should be emptied into the vehicle or not and the optimised access route.

Features of collection method:

- optimised route to containers,
- safe emptying due to known waste volume-mass ratio,
- optimised container emptying order,
- not optimised collection method,
- not optimised vehicle capacity.

4. Collection planning

In terms of route redefinition due to vehicle capacity.

Collection service basic data: savings method for full containers, only full containers are emptied, vehicle fill level considered, optimised collection method (Figure 5).

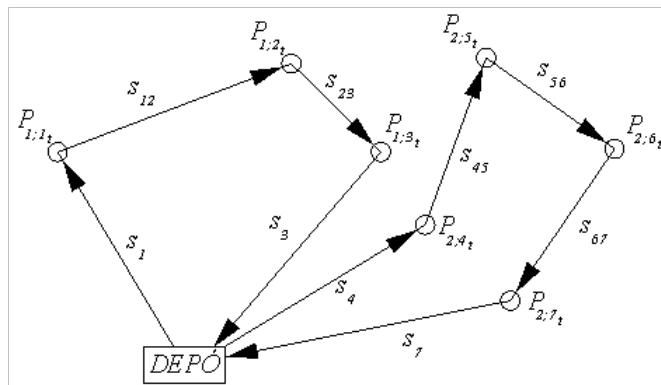


Fig. 5 Route optimisation in consideration of vehicle capacity

Characteristics of collection method:

$$Q_j \gg Q_i,$$

where Q_j vehicle capacity and Q_i containers in a collection round

$$S_1 = (s_1 + s_3 + \left(\sum_{i=1}^{n-2} s_{i,i+1} \right)),$$

$$S_2 = (s_4 + s_7 + \left(\sum_{i=4}^{n-6} s_{i,i+1} \right)),$$

$$S_{\text{össz}} = S_1 + S_2,$$

$$Q_1 \cong Q_2 \text{ and } Q_1 \ll Q_j \text{ and } Q_2 \ll Q_j$$

where Q_j vehicle capacity and Q_i collection round capacity

Analysing the 4th collection option:

Taking into account the capacity of the vehicle, the access route got divided into two phases because of the overloaded state of the collection vehicle. The containers on the routes can be emptied safely. In this particular case the capacity utilisation of the vehicle was repeatedly not optimised, so further containers need to be added to the emptying process.

Features of collection method:

- optimised route to containers,
- safe emptying due to known waste volume-mass ratio,
- optimised container emptying order,
- not optimised collection method,
- not optimised vehicle capacity.

5. Collection planning

In terms of optimised vehicle fill-level.

Collection service basic data: savings method for full containers, beside full containers not saturated ones are also collected, vehicle fill-level considered, optimised collection method (Figure 6).

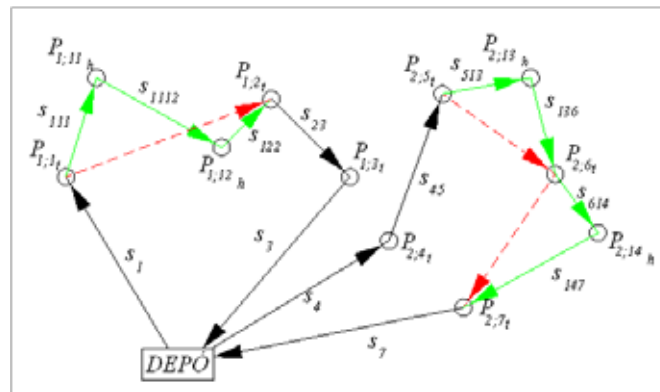


Fig. 6 Further containers are emptied due to vehicle fill-level optimisation

Characteristics of collection method:

$$Q_{ji} \geq Q_1,$$

where Q_j vehicle capacity and Q_1 containers in a collection round
and $P_{:,h}$ -not filled up containers

due to content level optimisation of the vehicle on the route marked with black colour, the vehicle goes on the green route to pick up further containers instead of the original route (red)

Analyzing the 5th collection option:

The 5th collection option was created to determine capacity utilisation. Further nearby containers are added to the emptying routine of the containers with full content. It is essential to select the most easily available and the closest containers. This method ensures the enhancement of the capacity utilisation of the vehicle.

Features of collection method:

- safe emptying due to known waste volume-mass ratio,
- optimised container emptying order,
- optimised collection method,
- optimised vehicle capacity,
- optimised route to containers.

6. Collection planning

In terms of saturation trend considered containers expected to be saturated are also collected. Collection service basic data: savings method for full containers, beside full containers, not filled up ones are also collected, due to trend expected container saturation also considered in collection route planning, vehicle fill-level considered, optimised collection method (Figure 7).

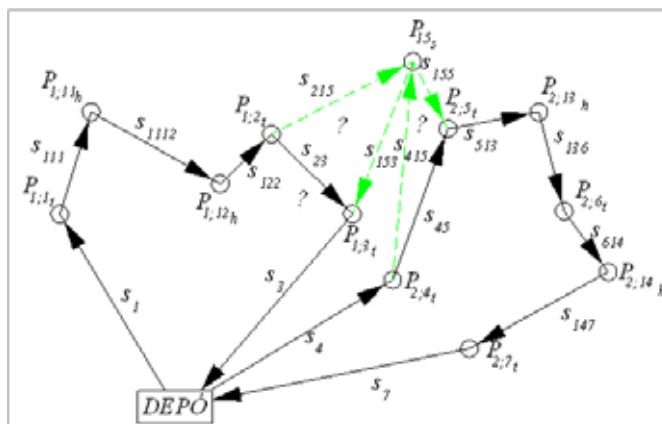


Fig. 7 Expected container fill up considered in collection

Characteristics of collection method:

$$Q_{ji} \geq Q_i,$$

where Q_j vehicle capacity and Q_i containers in a collection round

$$\min((s_{215} + s_{153}) - s_{23}; (s_{415} + s_{155}) - s_{45}),$$

and $P_{i,s}$ - on the basis of statistical data the container is going to be filled up in a short time applying further containers soon filled up requires optimisation regarding in which round the vehicle empties them

Analysing the 6th collection option:

The 6th collection option describes the method of collecting those containers on the route which are still not filled up but taking into account their filling-up routine their fill-ups are expected in a short time. It is essential that the most easily accessible, the closest and most justified containers should be emptied among the ones still not filled up to the brim.

Features of collection method:

- safe emptying due to known waste volume-mass ratio,
- optimised container emptying order,
- optimised collection method,
- optimised vehicle capacity,
- optimised route to containers.

7. Collection planning

In terms of defined route plan is redesigned during the collection process due to just filled up containers.

Collection service basic data: savings method for full containers, beside full containers, not full ones are also collected, due to trend expected container saturation also considered in collection route planning, just saturated containers considered in collection round, vehicle saturation considered, optimised collection method (Figure 8).

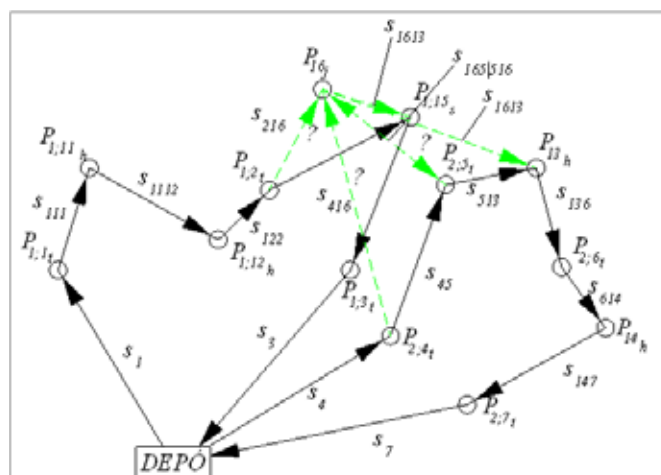


Fig. 8 Further full containers in collection round

Characteristics of collection method:

$$Q_j \geq \min \left(\sum_{i=1}^{n=3} Q_{P_i} + \sum_{i=11}^{n=12} Q_{P_i} + P_{15} + P_{16_j} ; \sum_{i=4}^{n=7} Q_{P_i} + \sum_{i=13}^{n=14} Q_{P_i} + P_{16_j} \right)$$

where Q_j vehicle capacity and Q_i containers in a collection round
and $P_{i,j}$ - full containers during collection

P_{16_j} container got filled up during collecting containers, so applying capacity analysis and optimisation is needed to determine whether it is possible to empty it and which vehicle should empty it.

Analysis of the 7th collection option:

In the case of the 7th collection option the predetermined route is redesigned due to new full containers near the regular route of the vehicle. In this case analysing capacity and selecting in which round the full container should be emptied are required. Due to the vehicle's capacity problem and priority issues, the full container is given preference to the not full container. It is important to emphasise the analysis of the length of the route, as the redesigned route cannot be longer than the distance between the filled up container and the depot twice.

Features of collection method:

- safe emptying due to known waste volume-mass ratio and vehicle optimisation needed due to further just-in-time container fill-level notification,
- optimised container emptying order,
- optimised collection method,
- optimised vehicle capacity,
- optimised route to containers.

8. Collection planning

In terms of communication with other operators – public road maintenance, public place maintainer – route is redesigned.

Collection service basic data: savings method for full containers, beside full containers, not full ones are also collected, due to trend expected container saturation also considered in collection route planning, just saturated containers considered in collection round, vehicle saturation considered, optimised collection method, defined route validation due to occasional road maintenance (Figure 9).

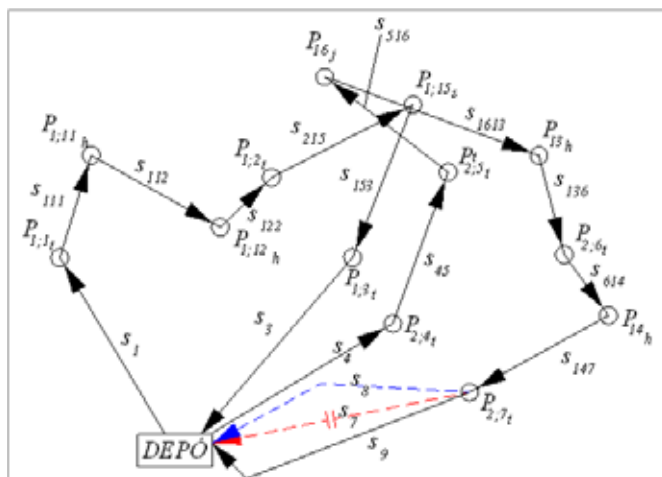


Fig. 9 Route modification in consideration of other operators' data

Characteristics of collection method:

$$s_8 \geq s_9$$

based on INPUT data the original route (red) cannot be used, so other access routes need to be found – among which the one marked with black is (s_9) the appropriate

Analysing the 8th collection option:

The 8th collection option controls whether the defined route is achievable or not. It is not uncommon that some road sections are closed or temporary one-way traffic is introduced on them for the time of road maintenance – road or utility improvements carried out by other public services. Involving further public services, an online system allows to easily detect these types of interventions concerning waste collection. This intervention is recognised as INPUT data by the optimisation software and starts a search for a new access route.

Features of collection method:

- safe emptying due to known waste volume-mass ratio and vehicle optimisation needed due to further just-in-time container saturation notification,
- optimised container emptying order,
- optimised collection method,
- optimised vehicle capacity,
- optimised route to containers.

Each option and their extensions make a simple logistic task develop to a high-level collection process. The different approaches applying statistical data, further operators, vehicle capacity level and more instruments take part in all processes of waste collection not only in one specific task. In Table 1 the advantages of each collection method can be seen, while Table 2 includes terms of each collection method.

Table 1: Applied advantages in each collection process

	Advantages				
	optimised route	emptying the container is feasible	optimised collection method	optimised vehicle capacity utilization	optimised emptying order
1. collection option		X			
2. collection option	X				X
3. collection option	X	X			X
4. collection option	X	X			X
5. collection option	X	X	X	X	X
6. collection option	X	X	XX	X	X
7. collection option	X	X	XXX	X	X
8. collection option	XX	X	XXX	X	X

(more X = higher level)

Table 2: Terms/considered tasks/goals in each collection process

	Terms/considered tasks/goals
1. collection option	optimised emptying order
2. collection option	container route optimisation
3. collection option	vehicle capacity considered
4. collection option	redefined route due to vehicle capacity
5. collection option	optimised vehicle saturation
6. collection option	saturation trend considered containers expected to be saturated are also gathered
7. collection option	defined route plan is redefined during collection process due to just saturated containers
8. collection option	communication with other operators – public road maintenance, public place maintainer – route is redefined

Analysing the steps of the previously described optimisation process, its positive features on the process of waste collection applying the system can be stated. To maximise collection efficiency, introducing a new system is not enough, it is also important to be able to adjust it to further systems articulating a higher level collection process with ensuring data exchange.

Summary

Doing Research-Development a new optimising system got defined which determines not just the optimal emptying routine, but the entire procedure of collection. The system upgrades a basic collection method into a higher level applying various INPUT elements such as capacity analysis, statistical data, etc.

More liveable cities can be organized by applying real-time based info-communication system in waste collection since reasonable emptying processes are accomplished in time, while not required collection tasks are left out. Environmental load can be decreased and traffic safety can be increased significantly by different external communication influencing route definition – not required collection tasks are left out, optimised collection vehicle capacity utilization, road maintenance also considered necessarily modifying predefined route, optimised collection route length.

Further measurements, investigations and simulation scientific investigations - in connection with the research - will be introduced in the forthcoming series of articles.

References

- ABELIOTIS, K., KARAISSKOU, K., TOGIA, A. AND LASARIDI, K. (2009) Decision support systems in solid waste management: A case study at the national and local level in Greece. *Global NEST Journal*, Vol.11, No.2, pp. 117-126.
- APAYDIN, O. AND GONULLU, M.T. (2007) Route optimisation for solid waste collection: Trabzon (Turkey) case study. *Global NEST Journal*, Vol. 9, No.1, pp. 6-11.
- GHOSE, M.K., DIKSHIT, A.K., SHARMA, S.K. (2006) A GIS based transportation model for solid waste disposal – a case study of Asansol Municipality, *Waste Management*, Vol.26, pp. 1287-93.
- DR. HIRKÓ, B. (2006) Elosztási logisztika, Universitas-Győr Kht.
- JOVICIC, N.M., BOSKOVIC, G.B., VUJIC, G.V., JOVICIC, G.R., DESPOTOVIC, M.Z., MILOVANOVIC, D.M., GORDIC, D.R., (2011) Route optimalization to increase energy efficiency and reduce fuel consumption of communal vehicles, *Thermal Science*, Vol. 14, pp. 67-78.
- OLIVEIRA, S.E. AND BORENSTEIN, D. (2007) A decision support system for the operational planning of solid waste collection, *Waste Management*, Vol.27, pp. 1286-1297.
- SAHOO, S., KIM, S., KIM, B.I., KRAAS, B., POPOV, J. (2005) Routing optimisation for Waste Management, *Interfaces*, Vol.35, pp. 24-36.
- TAVARES, G., ZSIGRAIOVA, Z., SEMIAO, V., CARVALHO, M. (2008) A case study of fuel saving through optimisation of MSW transportation routes, *Management of Environmental Quality*, Vol.19, No.4, pp. 444-454.
- TITRIK, Á.-SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM, (2011) Patent: Hulladékgyűjtés logisztikájának optimalizálására szolgáló rendszer, P 11 00734.
- TITRIK, Á., LAKATOS, I., CZEGLÉDI, D., (2015) Saturation Optimization of Selective Waste Gathering Vehicle Based on Real-Time Info-Communication System, In: Proceedings of the 2015 ASME/IEEE International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA). Boston, USA, 2015.08.02-2015.08.05. Paper DETC2015-46720.
- TITRIK, Á., LAKATOS, I. (2015) PET palackok paramétereinek vizsgálata a real-time alapú infokommunikációs hulladékgyűjtés hatékonyságának növeléséhez. In: Péter Tamás (szerk.) Innováció és fenntartható felszíni közlekedés: IFFK 2015., Budapest, Magyarország, 2015.10.15-2015.10.16. Budapest: Magyar Mérnökakadémia, 2015. Paper 07. (ISBN:978-963-88875-3-5; 978-963-88875-2-8).

ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY NADMĚRNÉHO PŮSOBENÍ MĚDI

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF EXCESSIVE EXPOSURE COPPER

Vítězslav VLČEK¹⁾, Miroslav POHANKA²⁾³⁾

¹⁾Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno. xvlcek1@seznam.cz

²⁾Fakulta vojenského zdravotnictví, Univerzita obrany, Třebešská 1575, 500 01 Hradec Králové

³⁾Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno

Abstrakt

Měď je mikrobiogenní prvek, který má však poměrně významné nepříznivé účinky při předávkování. V této přehledové práci se autoři pokusili shrnout základní fakta o úloze mědi v těle, mechanismu toxicity a hlavních rizikových zdrojích, přičemž hlavní pozornost je směřována environmentálnímu dopadu mědi.

Abstract

Copper is a microbiogenic substance with significant adverse effects when administered in an excessive amount. In the current review, the authors summarized basic facts about copper role in the body, mechanism of toxicity and main risks pools. The main sight is given to environmental potency of copper to act as a pollutant.

Klíčová slova: *měď; toxicita; význam mědi; znečištění*

Key words: *copper; toxicity; importance of copper; pollution*

Úvod

V současné době z důvodu extenzivní industrializace vzrůstá problém s těžkými kovy, kdy v extrémních případech dochází až k narušení jednotlivých biogeochemických cyklů. Těžké kovy nejsou totiž biodegradabilní a dochází tak k jejich akumulaci v životním prostředí. Podle jejich role v rámci biologických cyklů můžeme těžké kovy zjednodušeně rozdělit na esenciální a neesenciální, přičemž esenciální těžké kovy jsou takové kovy, které živé organismy potřebují v malých množstvích pro své fyziologické či biochemické funkce, ale ve větších dávkách mohou být toxické. Mezi významnější esenciální těžké kovy můžeme, kromě mědi, zařadit rovněž prvky jako je železo, mangan, zinek či nikl.

Tento přehledový článek se zabývá právě mědí, protože se jedná o významný technologický prvek, který je ve své podstatě nenahraditelný. Díky své dobré elektrické vodivosti a odolnosti povětrnostním podmínkám nachází navíc měď poměrně široké technologické uplatnění, ale toto široké použití sebou nese i některá toxikologická rizika, na které se pokusíme v článku poukázat.

Měď jako biogenní prvek v organismu

Jako kofaktor můžeme měď nalézt v četných enzymech a proteinech a to od mikroorganismů, přes rostliny až k člověku, jak je patrné z citovaných prací Ravet a Pilon (2013) případně Rubino a Franz (2012). Z významných proteinů můžeme zmínit eukaryotickou Cu-Zn superoxid-dismutasu (zde je rozdíl oproti Fe-Mn superoxid-dismutase prokaryot), z dalších proteinů pak plastocyanin nezastupitelný při fotosyntéze, hemocyanin zajišťující přenos kyslíku u některých bezobratlých, tyrosinasa a cytochrom c oxidasu. Shrnutí nejdůležitějších proteinů je v Tabulce I.

Tabulka I: Vybrané měď obsahující proteiny

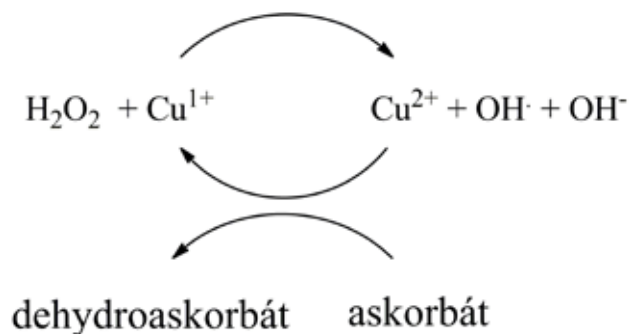
Protein	Význam	Skupiny organismů
cytochrom c oxidasa	komplex IV v mitochondriální oxidativní fosforylaci, podílí se na redukcí kyslíku na vodu	eukaryota
plastocyanin	Fotosyntéza-přenos elektronu mezi cytochromem b6f a fotosystémem I	sinice, řasy, rostliny
superoxid-dismutasa	rozklad superoxidu (2×) na kyslík a peroxid vodíku	eukaryota
tyrosinasa	oxidasa zajišťující tvorbu melaninu	prokaryota, eukaryota

Doporučené denní dávky mědi u lidí

Podle americké Národní akademie pro medicínu (The National Academy of Medicine – NAM, 2015) se jako doporučená denní dávka (Recommended Dietary Allowance – RDA) uvádějí hodnoty 200 µg na den pro děti ve věku 0–6 měsíců, 340–700 µg na den pro děti ve věku 1–10 let, 700–890 µg na den pro dospívající ve věku od 11 do 18 let a 900 µg na den pro dospělé osoby. Jako terapeutické jsou uváděny ještě dávky v rozmezí 1–10 mg. V práci Griffina a spoluautorů je pro nedonošené děti doporučována denní dávka mědi v intervalu od 200 do 250 µg na kilogram živé váhy a den (Griffin a kol. 2013). V rámci české vyhlášky číslo 330/2009 Sb. je doporučená denní dávka uváděna bez rozdílu věku 1 mg. Tato dávka bývá zpravidla dostatečně pokryta běžnými potravinami, jako je maso, salát, luštěniny, vejce nebo špenát (Erdemir a Gucer, 2014). Jako povolená limitní hodnota pro pitnou vodu je dle Světové zdravotnické organizace (WHO 2011) udávána koncentrace 2 mg.l⁻¹.

Rizika spojená s hyperakumulací mědi u savců a člověka

Savci jsou vůči akutnímu toxickému působení mědi relativně odolní. To je způsobeno zejména faktem, že jejich organismus volnou měď poměrně rychle vychytává na kov vázající proteiny, jakými jsou například transportní ceruloplasmin a při předávkování i albumin (Pal, Kumar a Prasad, 2014). Přítomnost mědi v organismu však není zcela bez rizika a je předpoklad, že chybně fungující měď vázající proteiny, respektive nadměrný příjem mědi se mohou podílet na rozvoji onemocnění, u nichž není dosud jednoznačně prokázána etiologie. V literatuře se například diskutuje o kardiovaskulárních onemocněních (Grammer a kol. 2014), Parkinsonově (Montes a kol. 2014) a Alzheimerově (Pohanka, 2013) chorobě. Molekulární mechanismus, jakým by měď mohla být zapojena do vzniku uvedených chorob, však není příliš jasný. Uvažuje se o biologickém významu Fentonovy reakce, tj. chemické reakce kdy měďný kation redukuje peroxid vodíku na hydroxylový anion a cytotoxický hydroxylový radikál (Pohanka 2013, případně Granados-Oliveros a kol. 2013). Hydroxylový radikál je odpovědný za vlastní oxidační poškození biomolekul (Goger a kol. 2014). Vznikající měďnatý kation je následně redukován v organismu přítomnými nízkomolekulárními antioxidanty především kyselinou askorbovou zpět na měďný kation a tím se cyklus uzavírá. Princip reakce je nastíněn na obrázku 1. Působení mědi je však podstatně širší, zmiňme například silnou nekompetitivní inhibici acetylcholinesterasy (Pohanka, 2014) a ovlivnění aktivity kinasy řídící buněčný cyklus (Brady 2014). Právě prostřednictvím kinas měď zhoršuje prognózu u některých onkologických onemocnění.



Obr. 1. Princip Fentonovy reakce katalyzované mědí, v přítomnosti kyseliny askorbové

Poruchy v transportu mědi mají fatální následky, jak to může být zřejmé i z příkladu Wilsonovy choroby. Toto geneticky podmíněné onemocnění se vyskytuje u jedinců s mutovaným měď transportujícím proteinem ATP7B a je manifestováno u homozygotů (Mihaylova a kol. 2012). Incidence manifestace je celkem vysoká a postihuje přibližně jednoho novorozence z 50 tisíc (Loudianos a kol. 2014). Nadměrnou akumulací mědi u pacientů trpících Wilsonovou chorobou bývají nejvíce postižena játra a centrální nervová soustava, což se projevuje rozvojem chronické hepatitidy a v případě nervové soustavy rozvojem psychických problémů jako jsou deprese, psychózy, ataxie aj. jak uvádí Adar, Chen a Mizrahi (2014); Deutsch, Emmanuel a Koskinas (2013); či Vaishnav, Gandhi (2013). Mezi další chronická onemocnění jater u dětí můžeme zařadit Indickou cirhózu u dětí (Indian childhood cirrhosis – ICC) pro které existuje genetická predispozice (ve věku 1–3 roky), či Tyrolskou cirhózu (Endemic Tyrolean infantile cirrhosis) aj., (Nayak a Chitale, 2013).

Hyperakumulace mědi je u vážných případů patrná v rohovce, kde akumulovaná měď vytváří barevné skvrny formované jako tzv. Kayser-Fleischerovy kruhy (Cocos a kol. 2014). Formování těchto charakteristických kruhů umožňuje i rychlou vizuální diagnostiku.

Vztah mědi k rozvoji oxidačního stresu je rovněž poměrně významný. Jak je patrné z textu výše, nadměrný příjem mědi, nebo poruchy v jejím transportu mohou vést až k oxidačnímu poškození organismu cestou spontánní tvorby reaktivních radikálů. Na druhou stranu je měď kofaktor superoxid-dismutasy, která tvoří významnou bariéru proti jedné z nejtoxičtějších forem reaktivního kyslíku, superoxidu. Ve vědecké komunitě jsou proto dobře známé teorie ukazující na souvislost mezi tvorbou superoxidu a stárnutím. Transgenní laboratorní zvířata bez funkční superoxid-dismutasy tak vykazují projevy předčasného stárnutí, jak ukazují např. práce Sakellariou a kol. (2014) či Velarde a kol. (2012). U myši snížila měď ve formě glukonátu měďnatého v pitné vodě a v dávce 42,5 mg.kg⁻¹ na den délku života z 986 dnů na 874 dní (Massie a Aiello, 1984). Co se týče mědi, tak nejen její nadměrný, ale samozřejmě i nedostatečný příjem, může vést k rozvoji oxidačního stresu a tvorbě těžko předvídatelných patofyziologických stavů (Chen a kol. 2013).

Antropogenní zdroje mědi v životním prostředí

K zatížení životního prostředí pomocí mědi obvykle dochází prostřednictvím kontaminovaných odpadních vod (Abreu, Godinho a Magalhaes, 2014), minerálních hnojiv (Khan, Ahmad a Rahman, 2007) a pesticidů (Kelepertzis, 2014).

Zvýšený obsah mědi v **atmosféře** je způsoben zejména v souvislosti se spalovacími procesy (motory, spalovny, výroba kovů). V těchto případech se jedná především o oxidy (CuO a Cu₂O), případně o elementární měď (výpary), či měď vázanou na polévatý (silniční) prach, který Binnan a kol. (2010) uvádí jako jeden ze závažných zdrojů. V současné době jsou tak známy studie zejména z velkých městských aglomerací (Al-Khashman 2007; Charlesworth a kol. 2003; Ferreira-Baptista a De Miguel 2005), kde se koncentrace mědi vázané na silniční prach pohybovaly v desítkách až stovkách mg.kg⁻¹. Extrémní hodnoty však mohou být podstatně vyšší, kdy například Thornton a kol. (1985) uvádí pro pouliční prach v Londýně hodnoty přes 3 000 mg.kg⁻¹, a v londýnských zahradách dokonce hodnoty 16 800 mg.kg⁻¹. Doba setrvání takovýchto submikroskopických částic v troposféře se předpokládá v rozmezí 7–30 dní (ATSDR, 2004).

V **hydrosféře** je při běžných pH mezi 6,5 a 7,5 měď přítomná zejména ve formě Cu²⁺, Cu(HCO₃)⁺ a Cu(OH)₂ (ATSDR, 2004). Faktory, které mohou ovlivňovat adsorpci měďnatých iontů v hydrosféře, jsou zejména pH, koncentrace mědi, přítomnost dalších kationtů (zejména Ca a Mg) a vlastnosti potenciálního sorbentu. Cu²⁺ může vytvářet sloučeniny zejména s hydroxidy a uhličitany (proto biodostupnost mědi klesá se zvyšující se tvrdostí vody). V povrchových vrstvách vody pak měď reaguje s organickými látkami jako například s kyselinami: huminovými nebo fulvokyselinami, kde se vyvažuje až 99 % mědi (Flemming a Trevors, 1989).

Ke vstupům mědi **do půdy** může docházet například hnojivy (viz Tabulka II), používáním fungicidů s mědí jako aktivní látkou (Kelepertzis, 2014), těžbou a zpracováním mědi (Hu, Yuan a Dong 2014) či při aplikaci odpadů nebo kalů obsahujících měď (Cheng a kol. 2014) apod. Jedním z možných zdrojů je rovněž mlékárenský průmysl. Málo koncentrované roztoky síranu měďnatého se používají ke kontrole infekce paznehtů a při nedodržení hygienických standardů dochází ke kontaminaci mléka (Cook a kol. 2012). V půdě lze měď nalézt například v půdním roztoku, adsorbovanou na výměnná

místa, vázanou na oxidy železa a hliníku, v krystalové mřížce primárních a sekundárních minerálů a v organické hmotě případně i v živých organismech (Adriano, 2013). Koncentrace iontů mědi v půdním roztoku bývá nicméně poměrně nízká, hlavní část je zpravidla vázaná na půdní koloidy: jílové minerály (Al-Qunaibit a kol. 2004), půdní organickou hmotu (Shuman, 1988), oxidy železa či hliníku (Cavallaro, McBride 1984, Boujelben 2009) a na přírodní zeolity (Erdem a kol., 2004). Podle Adriana (2013) klesá afinita mědi v řetězci: oxidy Mn > organická hmota > oxidy Fe > jílové minerály, nicméně některé jiné studie přisuzují hlavní vliv organickým koloidům, resp. jílovým minerálům. Vazba mezi mědí a organickou hmotou je uváděna jako podstatně silnější než u dalších těžkých kovů (Alloway, 1990). Předpokládá se, že vysoká afinita organické hmoty k mědi je způsobena jednak její vysokou sorpční kapacitou, jednak její schopností chelatace (Adriano, 2013). Vazba se děje zejména na fenolických a karboxylových funkčních skupinách. V některých půdách tak může organicky vázaná měď tvořit 20–50 % (Hunter, Johnson a Thompson 1987), resp. až 70 % (Hamilton, Revitt a Warren 1984). Měď přítomná v půdním roztoku je nejčastěji vázaná na vodorozpustný organický uhlík (Gibson a Farmer 1984). Meima a kol. (1999) sledovali vliv rozpuštěného organického uhlíku na vyluhování mědi z popela po spalování tuhého komunálního odpadu ve spalovně, kdy se mobilita mědi v nepřítomnosti vodorozpustného organického uhlíku snížila o 2–3 řády. Měď je rovněž specificky adsorbována oxidy Fe, Al, Mn (Pal, Kumar a Prasad 2014). Proces adsorpce může dále ovlivňovat zrnitost půdy, kovy bývají většinou vysoce koncentrované jak na hrubou frakci (písek > 50 µm), tak na jemnou frakci (jíl < 2 µm). Nízká koncentrace ve frakci prachu (2–50 µm) bývá dávana do souvislosti s přítomností lehkých minerálů, jako je křemen oproti ostatním zrnitostním frakcím (Huang a Zhang, 1990). Vedle anorganických a organických koloidů, hrají významnou roli v mobilitě kovů rovněž mikroorganismy, protože mají vysokou povrchovou plochu v poměru k objemu, který zvyšuje možnost jejich interakce s kovovými ionty (Huang, 1993).

Tabulka II: ukázky mědi vstupující do půdy prostřednictvím zemědělské činnosti (upraveno), (Ross, 1994)

Zdroj	rozsah obsahu mědi v mg.kg ⁻¹
odpadní vody	50–8 000
komposty	13–3 580
statková hnojiva	2–172
fosforečná hnojiva	1–300
vápnění	2–125

Kazuistika toxického působení mědi u rostlin a půdních organismů

Měď hraje poměrně důležitou roli při asimilaci CO₂ a syntéze ATP, přičemž je nezbytnou součástí různých proteinů, jako je plastocyanin fotosyntetického systému 1 a cytochromoxidasy (Demirevska-Kepova a kol. 2004). Zvýšené dávky mědi z tohoto důvodu poškozují především kořenový systém rostlin v důsledku inhibice vývoje bočních kořenů (Pahlsson, 1989). Rostliny pak mají tendenci být zakrnělé, chlorotické (Lewis a kol. 2001; Wyszowska a kol. 2013), nebo i nekrotické (Pierzynski, 2000). Brun a kol. (2001) například studoval u kukuřice (*Zea mays cv. Gaucho*) jako modelové rostliny, schopnost kořenového systému růst a odnožovat se při pěstování v kontaminovaných půdách vinic (koncentrace do přibližně 250 mg.kg⁻¹ celkové mědi). Koncentrace mědi v kořenech (23–584 mg.kg⁻¹) zde byly průkazně vyšší než koncentrace v oddencích (7–17 mg.kg⁻¹). Výměnnou kapacitou kationtů, půdní reakcí a obsahem organických látek se vysvětlovalo přibližně 80–85 % variability v kořenech a oddencích. Sonmez a kol. (2006) studovali vliv zvyšující se koncentrace (0, 1000, 2000 mg.kg⁻¹) u rajčat (*Lycopersicon esculentum (L.) Mill. Cv. F144*), přičemž bylo zjištěno snížení jak výšky rostlin, tak i celkového výnosu, počtu plodů a snížení hmotnosti kořenů.

Snížení výnosu bylo pozorováno rovněž v pokusech:

- u rajčete (*Lycopersicon esculentum*) došlo při šestitýdenní aplikaci hydroxidu měďnatého ke snížení výnosu o 30 % (oproti kontrole), při dávkách 175 mg.kg⁻¹ a pH půdy 4,8. Podstatně

menší efekt na výnos měly sice stejné dávky, ale při pH půdy 6,5. Při pH nad 6,5 bylo pozorováno 50% snížení až u dávek 700 mg.kg⁻¹ (Rhoads a kol. 1989);

- u fazole (*Phaseolus vulgaris*) byl studován vliv stupňovaných dávek síranu měďnatého: při dávce 200 mg.kg⁻¹ došlo k poklesu výnosu o 26 %, při koncentracích nad 500 mg.kg⁻¹ k zastavení růstu (Wallace a kol. 1977). Walsh a kol. (1972) popisuje 50% snížení výnosu při dávkách síranu měďnatého přibližně 330 mg.kg⁻¹;
- Gonzáles (1991) sledoval pokles výnosu o 10 % u tollice vojtěšky (*Medicago sativa*) při aplikaci síranu měďnatého. Průměrná koncentrace při poklesu o 10 % byla v půdě 308 mg.kg⁻¹ (ale při rozmezí sledovaných hodnot 32 až 1600 mg.kg⁻¹);
- kombinace mědi a kadmia nepříznivě ovlivnila klíčení, délku sazenic a množství postranních kořenů u lilku vejcoplodého (*Solanum melongena*), (Neelima a Reddy, 2002).

V literatuře se lze setkat velkou variabilitou výsledků hodnocení vlivu mědi na půdní mikroorganismy, kdy část studií popisuje vzrůst mineralizace dusíku, část pokles mineralizace nebo dokonce nulový efekt (Baath, 1989; Minnich a McBride, 1986). Podle studie Quaraishiho a Cornfielda (1973) nebyl na mineralizaci a nitrifikaci dusíku patrný vliv ani u koncentrací mědi 10 000 mg.kg⁻¹ (ve formě oxidu a hydrogenfosforečnanu), na druhou stranu Liang a Tabatabai (1978) resp. Bollag a Barabasz (1979) prokázali inhibiční efekt případně snížení o více než 50 % již u dávek 300 mg.kg⁻¹. Různé závěry lze pravděpodobně přičíst půdní variabilitě, různým substrátům či neschopnosti podchytit úroveň volatilizace. Ranjard a kol. (2006) například naznačují, že přechodný účinek stresu vyvolaný aplikací mědi mohl částečně souviset i s postupným snižováním její biologické dostupnosti v čase.

Na růst půdních bezobratlých (žížaly) mají vliv sloučeniny mědi v této posloupnosti: nitráty > chloridy > acetáty = karbonáty > sulfáty > oxidy; pro reprodukci pak nitráty = sulfáty > acetáty = karbonáty = chloridy > oxidy (Malecki a kol., 1982). Hranicí od jaké lze pozorovat úbytek počtu vajíček je dávka 13 mg.kg⁻¹ a pro 19% snížení hmotnosti těla 372 mg.kg⁻¹ (obojí pro chlorid měďnatý). EC₅₀ tvorby vajíček se pro různé druhy žížal se pohyboval od 51 mg.kg⁻¹ (*Allolobophora chlorotica*) po 122 mg.kg⁻¹ (*Lumbricus rubellus*), (Ma, 1988). Donkin, Dusenbery (1993) uvádí krátkodobý test toxicity pro hádátka obecné (*Caenorhabditis elegans*) pro různé substráty, přičemž LC₅₀ se pohybovala v rozmezí 70 mg.kg⁻¹ (písek) po 1061 mg.kg⁻¹ (jílovitá hlína). Geometrický průměr LC₅₀ byl uváděn 619 mg.kg⁻¹. Populace *Nematod* a *Microarthropod* není obvykle ovlivněna do koncentrace 200 mg.kg⁻¹ CuSO₄ (Parmelee a kol., 1993).

Kazuistika toxického působení mědi u obratlovců

U dobytka či dalších volně žijících obratlovců je nejpravděpodobnější cestou intoxikace konzumace potravy/vody nebo půdy, která je kontaminovaná mědí. Přijatá měď je pak absorbována trávicím traktem a akumulována zejména v játrech a ledvinách (Zervas, Nikalaou a Mantzios, 1990). Mikrobiální populace žijící v trávicím traktu přežvýkavců ale mohou snižovat biologickou přístupnost mědi (Ivan 1988). Koncentrace mědi ve svalovině se pohybují do 1,5 mg.kg⁻¹, u ptáků (kuřata, krůty) jsou tyto hodnoty přibližně poloviční (Coleman, Elder a Basu 1992). Dle Zervase a kol. (1990), mají ovce oproti ostatním přežvýkavcům větší schopnost akumulovat měď (a to zejména v játrech a ledvinách). Ovčí masné výrobky lze z tohoto pohledu považovat za potenciálně rizikovější. Při krátkodobých testech orální toxicity byla u testovaných zvířat zaznamenána zejména anorexie, ztráta hmotnosti, třes, hepatotoxicita a extrémních případech i smrt (Cregas a kol. 2012; Fuentealba, Haywood a Foster 1989; Haywood, Loughran a Batt 1985; Kumar a Sharma 1987). Janus a kol. (1989) uvádí LD₅₀ pro krysy v rozmezí 66–416 mg.kg⁻¹ živé hmotnosti (perorální podání), závisející zejména na chemické sloučenině ve které je měď podána. LD₅₀ (CuCl₂) se u myši pohybuje okolo 90 mg.kg⁻¹, u morčat 15 mg.kg⁻¹. U králíků pro uhličitán měďnatý je pak uváděna dávka 91 mg.kg⁻¹.

Kazuistika akutního toxického působení mědi u lidí

Chuttani a kol. (1965) dokumentují případy sebevražd pomocí síranu měďnatého, kdy třináct z 53 pacientů například zemřelo po požití dávky 6–637 mg.kg⁻¹. Smrt byla provázena šokem a hepatickými a/nebo ledvinovými komplikacemi. Síran měďnatý se rovněž dříve používal jako emetikum či hemostatikum. Po opakovaných komplikacích po podání dávek v rozsahu 2–20 g (Akintonwa, Maba-

deje a Odutola 1989; Mertz 1987) bylo nicméně ustoupeno od využití síranu měďnatého v humánní medicíně. Akintonwa a kol. (1989) popisuje i čtyři otravy kněžů „duchovní vodou“. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO, 1974) lze za, pro organismus fatální, považovat orálně podanou měď ve formě anorganické soli již v množství 200 mg.kg⁻¹. V jiných zdrojích je za rizikovou dávku pro dospělého člověka považován příjem v rozsahu 50–500 mg.kg⁻¹ (Janus a kol. 1989).

Závěr

I když je měď biogenní kov, nelze popřít její schopnost kumulace v životním prostředí a jedovatost v případě nadměrného příjmu. S ohledem na jedovatost lze říci, že měď se obrazně nachází ve stínu nebezpečných těžkých kovů, jakými jsou kadmium a olovo. Dostupnost mědi je však v současné industriální činnosti mnohem vyšší a nebezpečnost mědi by měla být tak zvažována i z tohoto úhlu pohledu.

Seznam literatury

- ABREU, M.M., GODINHO, B., MAGALHAES, M.C.F., (2014): Risk assessment of *Arbutus unedo* L. fruits from plants growing on contaminated soils in the Panasqueira area, Portugal. *J. Soils Sediments* 14(4):744–757. doi: 10.1007/s11368-013-0835-7.
- ADAR, T., CHEN, S., MIZRAHI, M., (2014): A heart-breaking case of wilson's disease: Takotsubo cardiomyopathy complicating fulminant hepatic failure. *Transpl. Int.* doi: 10.1111/tri.12350.
- ADRIANO, D.C. (2013): Copper. In: Adriano DC, editors. *Trace elements in the terrestrial environment*. New York, NY: Springer-Verlag; p.181–218.
- AKINTONWA, A., MABADEJE, A.F., ODUTOLA, T.A., (1989): Fatal poisonings by copper-sulfate ingested from spiritual water. *Vet. Hum. Toxicol.* 31(5):453–454.
- AL-KHASHMAN, O.A., (2007): The investigation of metal concentrations in street dust samples in Aqaba city, Jordan. *Environ. Geochem. Health.* 29:197–207. doi:10.1007/s10653-006-9065-x.
- AL-QUNAIBIT, M.H., MEKHEMER, W.K., ZAGHLOUL, A.A., (2004): The adsorption of Cu(II) ions on bentonite-a kinetic study. *J. colloid and interface science* 283(2): 316-321. ISSN: 0021-9797.
- ALLOWAY, B.J. (Ed.): *Heavy metals in soils*, Glasgow, 1990.
- ALLOWAY, B.J., JACKSON, A.P., (1991): The behavior of heavy-metals in sewage sludge-amended soils. *Sci. Total Environ.* 100: 151–176.
- BAATH, E., (1989): Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations (a review). *Water Air Soil Pollut.* 47:335-379.
- BINGGAN, W., FENGQING, J., XUEMEI, L., SHUYONG, M., (2010): Heavy metal induced ecological risk in the city of Urumqi, NW China. *Environ. Monit. Assess.* 160:33–45. doi: 10.1007/s10661-008-0655-1
- BOLLAG, J.M., BARABASZ, W., (1979): Effect of heavy metals on the denitrification process in soil. *J. Environ. Qual.* 8(2):196-201.
- BOUJELBEN, N., BOUZID, J., ELOUEAR, Z., (2009): Adsorption of nickel and copper onto natural iron oxide-coated sand from aqueous solutions: study in single and binary systems. *J. Hazard Mater.* 163(1):376-82. doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.06.128. Epub 2008 Jul 11.
- BRADY, D.C., CROWE, M.S., TURSKI, M.L., HOBBS, G.A., YAO, X.J., CHAIKUAD, A., a kol., (2014): Copper is required for oncogenic BRAF signalling and tumorigenesis. *Nature* 509(7501): 492. doi: 10.1038/nature13180
- BRUN, L.A., MAILLET, J., HINSINGER, P., PEPIN, M., (2001): Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils. *Environmental Pollution*, 111, 293-302.

- CAVALLARO, N., MCBRIDE, M.B., (1984): Zinc and copper sorption and fixation by an acid soil clay: effect of selective dissolutions. *Soil Sci. Soc. of Amer. J.* 48(5): 1050-1054.
- COCOS, R., SENDROIU, A., SCHIPOR, S., BOHITEA, L.C., SENDROIU, I., RAICU, F., (2014): Genotype-phenotype correlations in a mountain population community with high prevalence of wilson's disease: Genetic and clinical homogeneity. *PLoS One.* 9:e98520.
- COLEMAN, M.E., ELDER, R.S., BASU, P., (1992): Trace metals in edible tissues of livestock and poultry. *J. AOAC Int.* 75(4):615–625.
- COOK, N.B., RIEMAN, J., GOMEZ, A., BURGI, K., (2012): Observations on the design and use of footbaths for the control of infectious hoof disease in dairy cattle. *Vet. J.* 193(3):669–673. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.06.051.
- CREGAR, L.C., WIEDMEYER, C.H.E., RINGEN, D.R., EVANS, T.J., JOHNSON, G.C., KUROKI, K., (2012): Copper toxicosis in Boer goat. *Vet. Clin. Pathol.* 41(4):502–508. doi: 10.1111/j.1939-165x.2012.00487.x
- DEMIREVSKA-KEPOVA, K., SIMOVA-STOILOVA, L., STOYANOVA, Z., HOLZER, R., FELLER, U., (2004): Biochemical changes in barley plants after excessive supply of copper and manganese. *Environ Exp Bot* 52:253–266.
- DEUTSCH, M., EMMANUEL, T., KOSKINAS, J., (2013): Autoimmune hepatitis or wilson's disease, a clinical dilemma. *Hepatitis Monthly.* 13:e7872. doi: 10.5812/hepatmon.7872.
- DONKIN, S.G., DUSENBERY, D.B. (1993): A soil toxicity test using the nematode *Caenorhabditis elegans* and an effective method of recovery. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 25:145-151.
- ERDEM, E., KARAPINAR, N., DONAT, R., (2004): The removal of heavy metal cations by natural zeolites. *J Colloid and Interface Science* 280: 309–314.
- ERDEMIR, U.S., GUCER, S., (2014): Assessment of copper bioavailability in spinach (*spinacia oleracea* l) leaves by chemical fractionation. *Food Analytical Methods.* 7:994–1001.
- FERREIRA-BAPTISTA, L., DE MIGUEL, E., (2005): Geochemistry and risk assessment of street dust in Luanda, Angola: A tropical urban environment. *Atmos. Environ.* 39: 4501–4512. doi:10.1016/j.atmosenv. 2005.03.026.
- FLEMMING, C.A., TREVORS, J.T., (1989): Copper toxicity and chemistry in the environment – a review. *Water, Air, Soil Pollut.* 44(1–2):143–158.
- FUENTEALBA, I.C., HAYWOOD, S., FOSTER, J., (1989): Cellular mechanisms of toxicity and tolerance in the copper-loaded rat .3. ultrastructural changes and copper localization in the kidney. *Br. J. Exp. Pathol.* 70(5):543–556.
- FULLER, W.H., (1977): Movement of selected metals, asbestos and cyanide in soil: Applications to waste disposal problems. Prepared for Municipal Environmental Research Lab, Cincinnati, Ohio. U.S. Environmental Protection Agency Contract No: 68-03-0208.
- GADD, G.M., (2010): Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. *Microbiology* 156. pp. 609–643.
- GIBSON, M.J., FARMER, J.G., (1984): Chemical partitioning of trace-metal contaminants in urban street dirt. *Sci. Total Environ.* 33:49–57.
- GÖGER, S., PAP J.S., BOGATH, D., SIMAAN A.J., SPEIER G., GIORGI M., a kol., (2014): Copper catalyzed oxidation of amino acids. *Polyhedron.* 73:37–44.
- GONZÁLES, S.P., (1991): Upper Critical level of copper to alfalfa in ten Chilean Soils. *Water Air Soil Pollut.* 57–58: 201–208.
- GRAMMER, T.B., KLEBER, M.E., SILBERNAGEL, G., PILZ, S., SCHARNAGL, H., LERCHBAUM, E., a kol., (2014): Copper, ceruloplasmin, and long-term cardiovascular and total mortality (the ludwigshafen risk and cardiovascular health study). *Free Radic. Res.* 48:706–715.

- GRANADOS-OLIVEROS, G., GOMEZ-VIDALES, V., NIETO-CAMACHO, A., MORALES-SERNA, J.A., CARDENAS, J., SALMON, M., (2013): Photoproduction of h₂o₂ and hydroxyl radicals catalysed by natural and super acid-modified montmorillonite and its oxidative role in the peroxidation of lipids. *RSC Adv.* 3:937–944.
- GRIFFIN, I.J., DOMELLOF, M., BHATIA, J., ANDERSON, D.M., KLER, N., (2013): Zinc and copper requirements in preterm infants: An examination of the current literature. *Early Hum. Dev.* 89:29–34.
- HAMILTON, R.S., REVITT, D.M., WARREN, R.S., (1984): Levels and physicochemical association of Cd, Cu, Pb and Zn in road sediments. *Sci. Total Environ.* 33:59–74.
- HAYWOOD, S., LOUGHRAN, M., BATT, R.M., (1985): Copper toxicosis and tolerance in the rat .3. intracellular-localization of copper in the liver and kidney. *Exp. Mol. Pathol.* 43(2):209–219.
- HU, X.M., YUAN, X.S., DONG, L., (2014): Coal fly ash and straw immobilize Cu, Cd and Zn from mining wasteland. *Environ. Chem. Lett.* 12(2):289–295.
- HUANG, W.W., ZHANG, J., (1990): Effect of Particle Size Transition Metal Concentrations in the Chang Jiang (Yangtze River) and the Huanghe (Yellow River), China *The Science of the Total Environment*. Vol. 94, pp. 187-207.
- HUANG, P.M., (1993): An Overview of Dynamics and Biototoxicity of Metals in the Freshwater Environment. *Water Poll. Res. J. Canada*. Vol. 28, pp.1-5.
- HUNTER, B.A., JOHNSON, M.S., THOMPSON, D.J., (1987): Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem .1. soil and vegetation contamination. *J. Appl. Ecol.* 24(2):573–586.
- CHARLESWORTH, S., EVERETT M., MCCARTHY, R., ORDONEZ, A., DE MIGUEL, E.A., (2003): comparative study of heavy metal concentration and distribution in deposited street dusts in a large and a small urban area: Birmingham and Coventry, West Midlands, UK. *Environ. Int.* 29:563–573. doi:10.1016/S0160-4120(03)00015-1.
- CHEN, J., PENG, H.Q., ZHANG, K., XIAO, L., YUAN, Z.M., CHEN, J.P., a kol., (2013): The insufficiency intake of dietary micronutrients associated with malnutrition-inflammation score in hemodialysis population. *PLoS One* 8(6):e66841. doi: 10.1371/journal.pone.0066841
- CHENG, M.M., WU, L.H., HUANG, Y.J., LUO, Y.M., CHRISTIE, P., (2014): Total concentration of heavy metals and occurrence of antibiotics in sewage sludges from cities throughout China. *J. Soils Sediments.* 14(6):1123–1135. doi: 10.1007/s11368-014-0850-3.
- CHUTTANI, H.K., GUPTA, P.S., GULATI, S., (1965): Acute copper sulfate poisoning. *Am. J. Med.* 39(5):849. doi: 10.1016/0002-9343(65)90105-1.
- IVAN M., (1988): Effect of faunation on ruminal solubility nad liver content of copper in sheep fed low and high copper diets. *J Anim. Sci.* 66(6):1496–1501.
- JANUS, J.A., CANTON, J.H., VAN GESTEL, C.A.M., HEIJNA-MERKUS, E., (1989): Integrated criteria document, copper: Effects. Re-publication of report No. 758474003.
- KHAN, M.A., AHMAD, I., RAHMAN, I., (2007): Effect of environmental pollution on heavy metals content of *Withania somnifera*. *J. Chin. Chem. Soc.* 54:339–343.
- KEENEY, D.R., (1983): Principles of microbial processes of chemical degradation, assimilation and accumulation. In: *Chemical mobility and reactivity in soil systems*, Atlanta, Georgia, 1981, Nov. 29, Madison, Wisconsin: ASASSS Inc.
- KELEPERTZIS, E., (2014): Accumulation of heavy metals in agricultural soils of mediterranean: Insights from Argolida basin, Peloponnese, Greece. *Geoderma* 221: 82–90.
- KNEZEK, B.D., ELLIS, B.G., (1980): Essential micronutrients IV: Copper, iron, manganese and zinc. In: *Applied soil trace elements*, Davies B.E., Toronto, John Wiley and Sons Ltd.
- KUMAR, A., SHARMA, C.B., (1987): Hematological indexes in copper-poisoned rats. *Toxicol. Lett.* 38(3): 275–278.

- LEWIS, S., DONKIN, M.E., DEPLEDGE, M.H., (2001): Hsp70 expression in *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta) exposed to environmental stressors *Aqua Toxicol* 51, 277: 277–291.
- LIANG, C.N., TABATABAI M.A., (1978): Effects of trace elements on nitrification in soils. *J. Environ. Qual.* 7(2): 291–293.
- LOUDIANOS, G., LEPORI, M.B., MARMELI, E., DESSI, V., ZAPPU, A., (2014): Wilson's disease. *Prilozi – Maked. Akad. Nauk. Umet., Odd. Biol. Med. Nauki.* 35: 93–98.
- MA, W. (1988): Toxicity of copper to lumbricid earthworms in sandy agricultural soils amended with Cu-enriched organic waste materials. *Ecol. Bull.* 39: 53–56.
- MALECKI, M.R., NEUHAUSER, E.F., LOEHR, R.C., (1982): The effects of metals on the growth and reproduction of *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae), *Pedobiologia* 24: 129–137.
- MASSIE, H.R., AIELLO, V.R., (1984): Excessive intake of copper – influence on longevity and cadmium accumulation in mice. *Mech. Ageing Dev.* 26(2–3):195–203.
- MEIMA, J.A., VAN ZOMEREN A., COMANS, R.N.J. (1999): Complexation of Copper with Dissolved Organic Carbon in Municipal Solid Waste Incinerator Bottom Ash Leachates. *Environ. Sci. Technol.* Vol. 33, No. 9.
- MERTZ, W. (Ed.): Trace elements in human and animal nutrition. 5th ed.(1), p.301–364. Academic Press; 1987.
- MIHAYLOVA, V., TODOROV, T., JELEV, H., KOTSEV, I., ANGELOVA, L., KOOSEVA, O., a kol., (2012): Neurological symptoms, genotype-phenotype correlations and ethnic-specific differences in bulgarian patients with wilson disease. *Neurologist* 18:184–189.
- MINNICH, M.M., MCBRIDE, M.B., (1986): Effect of copper activity on carbon and nitrogen mineralization in field-aged copper-enriched soils. *Plant Soil* 91: 231–240.
- MONTES, S., RIVERA-MANCIA, S., DIAZ-RUIZ, A., TRISTAN-LOPEZ, L., RIOS, C., (2014): Copper and copper proteins in parkinson's disease. *Oxid. Med. Cell. Longevity.* doi:10.1155/2014/147251.
- NAM, (2015): The National Academy of Medicine (NAM), Washington, USA, [cited 2015, Aug. 5]. Available from: <http://iom.nationalacademies.org/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/DRI-Tables.aspx>
- NAYAK, N.C., CHITALE, A.R., (2013): Indian childhood cirrhosis (ICC) & ICC-like diseases: The changing scenario of facts versus notions. *Indian J Med Res.* 137(6): 1029–1042.
- NEELIMA, P., REDDY, K.J., (2002): Interaction of copper and cadmium with seedlings growth and biochemical responses in *Solanum melongena*. *Env. Pollu. Technol.* 1: 285–290.
- PAHLSSON, A.B., (1989): Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants: A literature review. *Water Air and Soil Pollution*, 47, 287–319.
- PAL, A., KUMAR, A., PRASAD, R., (2014): Predictive association of copper metabolism proteins with alzheimer's disease and parkinson's disease: A preliminary perspective. *Biomaterials* 27:25–31.
- PARMELEE, R.W., WENTSEL, R.S., PHILLIPS, C.T., SIMINI, M., CHECKAI, R.T., (1993): Soil microcosm for testing the effects of chemical pollutants on soil fauna communities and trophic structure. *Environ. Toxicol. Chem.* 12: 1477–1486.
- PIERZYNSKI, G.M., SIMS, J.T., VANCE, G.F., (2000): *Soils and environmental quality*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- POHANKA, M., (2013): Alzheimer's disease and oxidative stress. A review. *Curr. Med. Chem.* 21:356–364.
- POHANKA, M., (2014): Copper, aluminum, iron and calcium inhibit human acetylcholinesterase in vitro. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 37:455–459.
- QUARAISHI, M.S., CORNFIELD, A.H., (1973): Incubation study of nitrogen mineralisation and nitrification in relation to soil pH and level of copper (II) addition. *Environ. Pollut.* 4: 159–163.

- RANJARD, L., ECHAIRI, A., NOWAK, V., LEJON, D. P. H., NOUAIM, R., CHAUSSOD, R., (2006): Field and microcosm experiments to evaluate the effects of agricultural Cu treatment on the density and genetic structure of microbial communities in two different soils. *FEMS Microbiology Ecology*, 58: 303–315.
- RAVET, K., PILON, M., (2013): Copper and iron homeostasis in plants: The challenges of oxidative stress. *Antioxid. Redox. Signal.* 19: 919–932.
- RHOADS, F.M., OLSON, S.M., MANNING, A., (1989): Copper toxicity in tomato plants. *J. Environ. Qual.* 18: 195–197.
- ROSS, S.M., (1994): *Toxic metals in soil–plant systems.* Wiley: Chichester.
- RUBINO, J.T., FRANZ, K.J., (2012): Coordination chemistry of copper proteins: How nature handles a toxic cargo for essential function. *J. Inorg. Biochem.* 107:129–143.
- SAKELLARIOU, G.K., DAVIS, C.S., SHI, Y., IVANNIKOV, M.V., ZHANG, Y.Q., VASILAKI, A., a kol., (2014): Neuron-specific expression of *cuznsod* prevents the loss of muscle mass and function that occurs in homozygous *cuznsod*-knockout mice. *Faseb J.* 2014; 28:1666–1681.
- SHUMAN, L. (1988): Effect of removal of organic matter and iron- or manganese-oxides on zinc adsorption by soil. *Soil Science* 146(4): 248-254. ISSN: 0038-075X.
- SONMEZ, S., KAPLAN, M., SONMEZ, N. K., KAYA, H., UZ, I., (2006): High level of copper application to soil and leaves reduce the growth and yield of tomato plants. *Scientia Agricola*, 63, 213-218.
- THORNTON, I., CULBARD, E., MOORCROFT, S, WATT, J., WHEATLY, M., THOMPSON, M., a kol., (1985): Metals in urban dusts and soils. *Environ. Technol. Lett.* 6(4): 137–144.
- TYLER, G., (1981): Heavy metals in soil biology and biochemistry. In: *Soil biochemistry vol. 5*, Ed. Paul, E.A., Ladd J.N., pp. 371–414. New York: Marcel Dekker Inc.
- VAISHNAV, P., GANDHI, H.A., (2013): Electro convulsive therapy in psychiatric manifestations in wilson's disease. *Indian. J. Psychol. Med.* 35:206–208.
- VELARDE, M.C., FLYNN, J.M., DAY, N.U., MELOV, S., CAMPISI, J., (2012): Mitochondrial oxidative stress caused by *sod2* deficiency promotes cellular senescence and aging phenotypes in the skin. *Aging-US.* 4(1):3–12.
- WALLACE, A., ROMNEY, E.M., ALEXANDER, C.V., KINNEAR, J., (1977): Phytotoxicity and some interactions of the essential trace metals iron, manganese, molybdenum, zinc, copper and boron. *Commun. Soil Science Plant Anal.* 8(9): 741–750.
- WALSH, L.M., ERHARDT, W.H., SEIBEL, H.D., (1972): Copper toxicity in snapbeans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Environ. Qual.* 1: 197–203.
- WHO (World Health Organization). Cupric sulfate [database on the Internet]: Seventeenth Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Wld Hlth Org. techn. Report Ser., 1974, No. 539; FAO Nutrition Meetings Report Series, 1974, No. 53. Geneva, Switzerland, [cited 2015, Aug 5]. Available from:
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v05je07.htm>
- WHO (World Health Organization). Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition, 2011. Geneva, Switzerland, [cited 2015, Aug 5]. Available from:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf
- WYSZKOWSKA, J., BOROWIK, A., KUCHARSKI, M., KUCHARSKI, J., (2013): Effect of cadmium, copper and zinc on plants, soil microorganisms and soil enzymes. *J. of elementology* 18(4): 769–796.
- ZERVAS, G., NIKALAOU, E., MANTZIOS, A., (1990): Comparative study of chronic copper poisoning in lambs and young goats. *Anim. Prod.* 50:497–506.

PRAVIDLA VYDÁVÁNÍ VĚDECKÉHO ČASOPISU STUDIA OECOLOGICA

1. Vědecký časopis *Studia Oecologica* (dále jen časopis) vychází zpravidla dvakrát ročně, obvykle na jaře a na podzim. Krom toho mohou být v průběhu roku zařazena další čísla časopisu, věnovaná specifickým tématům, např. významným projektům řešeným na FŽP apod.
2. Časopis je vydáván v tištěné podobě a současně je zveřejněna na internetových stránkách fakulty jeho elektronická verze.
3. V časopise jsou publikovány příspěvky, zaměřené na nejširší okruh otázek, týkajících se ekologie a tvorby a ochrany životního prostředí. Hlavními typy článků uveřejňovaných v časopise jsou:
 - a) původní vědecká pojednání, vycházející z vlastního výzkumu,
 - b) vědecké přehledové články (reviews),
 - c) souhrny disertačních a habilitačních prací a nejlepších bakalářských a diplomových prací obhájených na fakultě,
 - d) kronika, informace o významných konferencích, publikacích apod.
4. Publikování v časopis je určeno především akademickým pracovníkům FŽP a celé Univerzity J. E. Purkyně, přijímány jsou však i příspěvky ostatních odborníků z oblasti ekologie a ochrany životního prostředí a příspěvky pracovníků jiných environmentálně orientovaných pracovišť, včetně studentů.
5. Autor zodpovídá za původnost (originalitu) a odbornou i formální správnost příspěvku. V časopise nelze publikovat článek, který byl již publikován v jiném časopise, což autor stvrzuje, při předání příspěvku redakci, průvodním dopisem, který obsahuje prohlášení, že příspěvek je určen k publikaci v časopise *Studia Oecologica*. Dopis dále obsahuje jméno a kontaktní údaje hlavního autora, resp. autora zodpovědného za komunikaci s redakcí a dále návrh nejméně jednoho recenzenta příspěvku, který vyhovuje níže uvedeným kritériím. Předáním příspěvku redakci dává autor najevo, že je obeznámen s podmínkami publikování v časopise *Studia Oecologica* a vyjadřuje svůj souhlas se zveřejněním příspěvku způsobem specifikovaným v těchto pravidlech a zavazuje se k dodržování níže uvedených etických principů při publikování.
6. Autoři příspěvků jsou povinni dodržovat zásady pro vědeckou, uměleckou a další tvůrčí práci tak, jak jsou formulovány v etickém kodexu akademických pracovníků. V souvislosti s publikováním článků v časopise *Studia Oecologica* se jedná zejména o zásady objektivit, vyhýbání se jakékoliv formě plagiátu a vyhýbání se fragmentaci výsledků a dělení dílčích výsledků do více publikací.
7. Rukopisy autorů jsou přijímány referentem/kou pro ediční činnost FŽP v průběhu celého kalendářního roku na adresu redakce: Univerzita J. E. Purkyně, Fakulta životního prostředí, referent pro ediční činnost, Králova Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem.
8. Textová část rukopisu je napsána v textovém editoru MS Word a odevzdává se zpravidla v elektronické podobě, včetně grafické dokumentace a obrazových příloh. Čistopis díla musí respektovat uvedené pokyny pro autory, zveřejněné na internetových stránkách fakulty v sekci „*Studia Oecologica*“ a v jednotlivých číslech časopisu.

9. Příspěvky jsou zveřejňovány v českém, slovenském, anglickém nebo německém jazyce. Příspěvky uveřejňovány v českém nebo slovenském jazyce, musí být současně doplněny anglickým nebo německým abstraktem.
10. Výběr příspěvků pro recenzní řízení provádí redakční rada časopisu, která si tak vyhrazuje právo odmítnout bez recenzního řízení příspěvky, které zjevně nevyhovují výše uvedeným zásadám nebo mají nevyhovující formální úroveň.
11. Původní vědecká pojednání a přehledné články jsou publikovány po nezávislém recenzním řízení. Příspěvky jsou posuzovány dvěma externími recenzenty, které navrhuje šéfredaktorem přidělený redaktor článku a schvaluje redakční rada časopisu. Externím recenzentem se rozumí recenzent, který není členem redakční rady časopisu a není pracovníkem stejného pracoviště jako autor či jeden ze spoluautorů příspěvku.
12. Na základě posudku recenzenta může redaktor článku vrátit příspěvek autorům k dopracování/přepřerování. Pokud recenzent nedoporučí vydání díla, rozhodne o dalším postupu redaktor příspěvku. Autor je povinen přihlédnout k připomínkám recenzenta nebo řádně zdůvodnit jejich nerespektování. Redakční rada rozhoduje v konečné instanci o přijetí/nepřijetí příspěvku k publikování.
13. Textovou a grafickou korekturu textu před tiskem provádí autor, který zodpovídá za správnost a úplnost předloženého textu.
14. Časopis se tiskne v nákladu 150 ks. Počet výtisků však může být upraven podle předpokládaných požadavků.
15. Distribuci a evidenci časopisu zajišťuje referent pro ediční činnost ve spolupráci s příslušnými katedrami a zajišťují předání následujících výtisků:
 - a) předání 20-ti povinných výtisků časopisu,
 - b) autor a spoluautoři příspěvku mají nárok na 1 výtisk,
 - c) děkan/ka obdrží 1 výtisk,
 - d) proděkan/ka pro vědu obdrží 1 výtisk,
 - e) členové redakční rady po 1 výtisku,
 - f) odd. edice rektorátu obdrží 1 výtisk,
 - g) pro reprezentaci fakulty 10 výtisků (uloženo na děkanátě fakulty),
 - h) knihovní fond 4 výtisky (z toho 2 ks pro pracoviště Most)
 - i) 10 výtisků univerzitní knihovně pro výměnu mezi školami a knihovnami,
 - j) 1 výtisk do archivu fakulty,
 - k) zbylá část nákladu je rozdělena mezi katedry fakulty pro reprezentaci a knihkupectví UJEP k volnému prodeji

PUBLISHING RULES OF THE STUDIA OECOLOGICA SCIENTIFIC JOURNAL

1. The *Studia Oecologica* Scientific Journal (hereinafter referred to as “Journal”) is published twice a year, generally in spring and autumn. It is possible to include more issues, dealing with specific topics, e.g. significant projects solved within the scope of the Faculty of Environment, during the year.
2. The Journal is published in a printed version; simultaneously it is available on the faculty’s websites.
3. The published papers focus on questions related to ecology and environmental conservation and protection. The major types of papers are following:
 - a) original scientific essays resulting from research work,
 - b) scientific overview articles (reviews),
 - c) summaries of post-gradual and inaugural dissertations as well as the best bachelor and master theses which were defended on the faculty,
 - d) chronicle, information on significant conferences, publications etc.
4. The publication in the Journal is destined in particular to academic workers of the Faculty of Environment as well as of other faculties of J. E. Purkyně University. Papers of other specialists from the ecologic and environmental protection area as well as environmentally oriented places of work, students included, are accepted, too.
5. The author answers for the originality, scientific and formal correctness of the paper. It is not possible to publish articles which have been already published in another journal; the author confirms this by the cover letter, which contains the information that the paper is destined to be published in the *Studia Oecologica* Scientific Journal. The letter also includes data on the author, who is responsible for communication with the Journal redaction, and suggestion of at least one reviewer, who corresponds to the criteria mentioned below. Paper handover shows that the author is acquainted with the publishing terms and he agrees with paper publication following these terms. The author must also observe the below mentioned ethical principles of publishing.
6. The authors are required to follow the principles of scientific, artistic and another creative work that are set in the ethics code of academic workers. These are especially principles of objectivity, plagiarism and result fragmentation avoidance and dividing the results into several publications.
7. The manuscripts are accepted by the Officer of the publishing activities of the Faculty of Environment during the whole calendar year. The editor’s office address is: J. E. Purkyně University, the Faculty of Environment, the Officer of the publishing activities, Králova Výšina 3132/7, 400 96 Ústí nad Labem.
8. The text part of the manuscript must be written in MS Word and it is usually handed over as an electronic file, graphical documentation and appendix of figures included. The clean copy must agree with the instructions mentioned on the faculty’s websites, in the “*Studia Oecologica*” section, and in particular Journal issues.
9. The papers are published in Czech, Slovak, English and German. Those which are published in Czech and Slovak language must contain English or German abstract.

10. Papers intended to reviewer proceedings are chosen by the Journal Editorial Council that reserves the right to refuse the papers, which do not correspond to the above mentioned principles or have an inappropriate formal level.
11. The original scientific essays and well-arranged articles are published after the independent reviewer proceedings. The papers are criticized by two external reviewers, who are suggested by the paper editor, named by the Journal General Editor, and who are agreed by the Journal Editorial Council. The external reviewer cannot be a member of the Journal Editorial Council and he cannot be an employee of the same workplace as the paper authors.
12. The paper can be returned to authors to complete or rewrite in terms of reviewer report. If the reviewer does not recommend the paper to be published, following steps will be proceeded by the editor. The author is allowed to take account of the reviewer suggestions or give an appropriate reason for their ignoring. The Journal Editorial Council makes the final decision on the paper acceptance/non-acceptance.
13. Text and graphical correction is provided by the author, who is responsible for the correctness and completeness of the submitted text.
14. The Journal is printed in the number of 150 copies. The number of copies can be arranged according to supposed demands.
15. The Journal distribution and evidence is provided by the Officer of the publishing activities in connection with appropriate university departments. They provide handover of following copies:
 - a) handover of 20 obligatory Journal copies,
 - b) the authors are eligible for 1 copy,
 - c) the Dean receives 1 copy,
 - d) the Sub-dean for Science and Research receives 1 copy,
 - e) each member of the Journal Editorial Council receives 1 copy,
 - f) each member of the Rectorial department of edition receives 1 copy,
 - g) ten copies will be left for the faculty representation (stored in the Dean's Office),
 - h) the Collection receives 4 copies (two copies are destined for Most workplace),
 - i) the university library receives 10 copies (destined for the exchange between universities and libraries),
 - j) one copy will be destined for the faculty archive,
 - k) the rest will be divided between members of individual faculty departments for presentability purposes and the university bookshop for free sale

