

ACTA PRUHONICIANA

99

2011

Výzkumný ústav SILVA TAROUČY
pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.



Průhonice 2011

Kolektiv autorů

Bc. Jaroslav Bubeník, Ing. Kateřina Kloudová, Ing. Josef Mertelík, CSc., Ing. Jan Skaloš, Ph.D., Ing. Lenka Stroblová, Ing. Jana Šedivá, Ph.D., Ing. Kamila Vávrová, Ph.D., RNDr. Hana Vějsadová, CSc., Ing. Martin Weber, Ing. Jan Weger, Ph.D.

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

Mgr. Roman Borovec, Mgr. Marek Havlíček, Mgr. Zdeněk Chrudina, Ing. Josef Svoboda

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Lidická 25/27, 602 00 Brno

Ing. Helena Vlašínová, Ph.D.

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno-Černá Pole

Bc. Barbora Krejčíková

Geografický ústav, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Kotlářská 2, 611 37 Brno

Ing. Barbora Engstová, Ing. Helena Justová, Ing. Zdeněk Keken, Ing. Petra Kottová, Doc. RNDr. Emilie Pecharová, CSc.,

Ing. Pavel Richter, Ing. Tomáš Sedmidubský, Ing. Jan Sixta, CSc., Ing. Martin Šulc, Ing. Vladimír Zdražil

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchdol

Ing. Pavlína Hálová, Ing. Irena Herová

Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně-ekonomická fakulta, Katedra ekonomiky, Kamýcká 933, 165 21 Praha 6-Suchdol

Ing. Miloš Ježek, Ing. Tomáš Kušta

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchdol

Prof. RNDr. Tibor Baranec, CSc., Ing. Kristína Muráňová, Ing. Ivana Žgančíková

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra botaniky, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

Ing. Michal Bugala, Ph.D., doc. Ing. Dušan Gömory, CSc., doc. Ing. Ivan Lukáčik, CSc., Ing. Peter Milý

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícká fakulta, Katedra pestovania lesa, T. G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika

RNDr. Alena Gajdošová, CSc., RNDr. Andrej Kormuťák, DrSc., RNDr. Gabriela Libiaková, CSc., Ing. Mária Gabriela Ostrolucká, CSc., Ing. Terezia Salajová, CSc., Ing. Božena Voková

Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV, Akademická 2, P. O. Box 39A, 950 07 Nitra, Slovenská republika

RNDr. Milan Bolvanský, CSc., Ing. Emília Ondrušková, Ph.D.

Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied Zvolen, pobočka Biológia drevín, Akademická 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika

RNDr. Martin Galgóci, Ph.D., Ing. Peter Maňka, Ph.D.

Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou, 951 52 Slepčany, Slovenská republika

RNDr. Peter Boleček, Ph.D., doc. RNDr. Roman Kuna, Ph.D.

Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied, A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovenská republika

Foto na titulní straně: Klíčenie peľu genotypu z predpokladaného hybridného roja druhov borovice horskej (*Pinus mugo* Turra) borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) – lokalita Habovka na severnom Slovensku (Foto: M. G. Ostrolucká)

Photo on the front cover: Pollen germination of the genotype from the presumed hybrid swarm of the species Mountain Pine (*Pinus mugo* Turra) and Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) – the locality Habovka in northern Slovakia (Photo: M. G. Ostrolucká)

Copyright © Kolektiv autorů, 2011

ISBN 978-80-85116-89-2 (VÚKOZ, v.v.i. Průhonice)

ISBN 978-80-7415-053-1 (Nová Tiskárna Pelhřimov, s.r.o. Pelhřimov)

ISSN 0374-5651

OBSAH

| | |
|--|-----|
| Změny ve využití krajiny a na vodních tocích v povodí Veličky a v horních povodích Kyjovky a Svratky | 5 |
| M. Havlíček, B. Krejčíková, Z. Chrudina, R. Borovec, J. Svoboda | |
| Hodnocení změn krajinného charakteru pomocí GIS v oblastech s kulturně historickou hodnotou – případová studie Krásný Dvůr | 19 |
| H. Justová, E. Pecharová | |
| Analýza vývoje krajiny v zemědělských oblastech na příkladu k. ú. Rašovice | 29 |
| P. Richter | |
| Mapový průmět cílové charakteristiky krajiny Novodvorska a Žehušicka | 41 |
| M. Weber, L. Stroblová | |
| Zhodnocení růstu vybraných druhů dřevin na fytotoxických půdách výsypky Lítov (Sokolovsko) | 55 |
| J. Sixta, E. Pecharová, M. Šulc | |
| Půdně-ekologické hodnocení území | 61 |
| T. Sedmidubský | |
| Hodnocení produkce biomasy topolů a vrb na Lochočické výsypce po 15 letech výmladkového pěstování | 73 |
| J. Weger, J. Bubeník | |
| Metodika analýzy potenciálu biomasy na zemědělské půdě s využitím GIS | 85 |
| K. Vávrová, J. Weger | |
| Škodliví činitelé topolů a vrb ve výmladkových plantážích rychle rostoucích dřevin v ČR v období 2006–2010 | 91 |
| J. Mertelík, K. Kloudová | |
| Predbežné výsledky štúdia taxonomickej a morfolologickej variability rodu <i>Prunus</i> L. v biokoridoroch poľnohospodárskej krajiny na JZ Slovensku | 97 |
| T. Baranec, I. Žgančíková, K. Muráňová | |
| Analýza hrúbkovej štruktúry provenienčného pokusu borovice lesnej (<i>Pinus sylvestris</i> L.) v Arboréte Borová Hora za roky 2000–2009 | 103 |
| I. Lukáčik, M. Bugala, P. Milý | |

| | |
|---|-----|
| Vplyv uskladnenia na životaschopnosť peľu <i>Pinus</i> spp. | 113 |
| M. G. Ostrolucká, A. Kormuťák, M. Bolvanský | |
| Mikrosporogenéza a fertilita peľu medzidruhových hybridov jedlí (<i>Abies</i> sp.) | 121 |
| A. Kormuťák, B. Vooková, T. Salajová, M. Galgóci, P. Maňka, P. Boleček, R. Kuna, D. Gömöry | |
| Způsoby <i>in vitro</i> regenerace u <i>Aesculus hippocastanum</i> L. | 127 |
| J. Šedivá, H. Vejsadová, H. Vlašínová, J. Mertelík, K. Kloudová | |
| Vplyv zloženia kultivačného média na efektívnosť regenerácie <i>Vaccinium</i> spp. v kultúre <i>in vitro</i> | 131 |
| M. G. Ostrolucká, G. Libiaková, A. Gajdošová, E. Ondrušková | |
| Regenerace listových explantátů u podnoží révy vinné | 141 |
| H. Vejsadová, J. Šedivá | |
| Analýza determinant produkce okrasného školkařství | 147 |
| P. Hálová | |
| Shrnutí metodických přístupů a praktických aplikací Evropské úmluvy o krajině | 155 |
| P. Kottová, J. Skaloš | |
| Územní ochrana lokalit pro akumulaci povrchových vod | 167 |
| V. Zdražil, B. Engstová, Z. Keken | |
| Umístění lokalit pro akumulaci povrchových vod vzhledem k typu krajiny a informovanosti veřejné správy | 175 |
| Z. Keken, B. Engstová, V. Zdražil, I. Herová | |
| Vliv silnic a silniční dopravy na životní prostředí a definování plochy přímého impaktu | 183 |
| Z. Keken, M. Ježek, T. Kušta | |

ZMĚNY VE VYUŽITÍ KRAJINY A NA VODNÍCH TOCÍCH V POVODÍ VELIČKY A V HORNÍCH POVODÍCH KYJOVKY A SVRATKY

LAND USE AND STREAMS CHANGES IN THE VELIČKA RIVER BASIN, THE KYJOVKA UPPER RIVER BASIN AND THE SVRATKA UPPER RIVER BASIN

Marek Havlíček¹⁾, Barbora Krejčíková²⁾, Zdeněk Chrudina¹⁾, Roman Borovec¹⁾, Josef Svoboda¹⁾

¹⁾ Vyzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., oddělení aplikací GIS a oddělení ekologie krajiny, Lidická 25/27, 602 00 Brno, marek.havlicek@vukoz.cz, zdenek.chrudina@vukoz.cz, roman.borovec@vukoz.cz, josef.svoboda@vukoz.cz

²⁾ Geografický ústav, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Kotlářská 2, 611 37 Brno, 184528@mail.muni.cz

Abstrakt

Autoři se v tomto článku zabývají analýzami a hodnocením změn využití krajiny a změn na vodních tocích v povodí Veličky a v horních povodích Kyjovky a Svatky. Změny využití krajiny byly studovány na základě sad starých topografických map z pěti časových období. K největším změnám ve využití krajiny došlo v povodí Veličky (43% z celkové plochy). V horní části povodí Svatky bylo změněno 39% území a v horní části povodí Kyjovky pouze 32% území. U hlavních toků Veličky, Kyjovky a Svatky byly vyhodnoceny hydrografické změny a byla provedena numerická analýza změn délky hlavního toku a změn křivolakosti hlavního toku. Data pro analýzu byla získána v prostředí ArcGIS vektorizací nad mapovými sadami, u novějších mapových sad byla využita dostupná vektorová data. Antropogenně podmíněné hydrografické změny byly zjištěny na všech třech tocích, zejména na Kyjovce (zakládání a rušení vodních nádrží) a Veličce (napřímování toku), tok Svatky byl upravován jen velmi málo v porovnání se změnami na Kyjovce a Veličce (drobné změny průběhu a zakládání vodních nádrží).

Klíčová slova: využití krajiny, povodí, říční síť, staré mapy, Velička, Kyjovka, Svatka, hydrografické změny

Abstract

Authors deal in the paper with the analysis and assessment of land use changes and changes of streams in the Velička river basin, the Kyjovka upper river basin and the Svatka upper river basin. Land use changes were studied on the basis of sets of old topographic maps from five periods. The greatest land use changes occurred in the Velička river basin (43% of total area). In the Svatka upper river basin 39% of the area was changed, in the Kyjovka upper river basin only 32%. A numerical analysis of changes in the main stream length and main stream sinuosity was carried out for the Velička, Kyjovka and Svatka rivers. Data for the analysis were obtained through vectorization in ArcGIS environment over the sets of old maps. More recent map sets were processed by using available vector data. Anthropogenically conditioned hydrographic changes were found out on all three studied streams, especially on the Kyjovka river (foundations and cancellations on its water reservoirs) and on the Velička river (a stream straightening). Changes on the Svatka river are negligible in comparison with the changes on the Kyjovka and the Velička.

Key words: land use, river basin, river network, old maps, Velička river, Kyjovka river, Svatka river, hydrographic changes

ÚVOD

Využívání krajiny je jedním ze základních projevů působení lidské společnosti. Intenzita antropogenních procesů se stupňuje a jejich dopad na krajinu se projevuje na její funkčnosti a stabilitě. Stále častěji je pozornost odborníků věnována historickému vývoji využití krajiny. Při sledování dlouhodobých změn ve využití krajiny jsou uplatňovány různé metodické přístupy – zpracování statistických datových souborů, analýza historických literárních podkladů a zdrojů, tvorba map využití krajiny z leteckých a družicových snímků, z topografických map středního měřítka a katastrálních map velkého měřítka.

Ze statistických datových souborů lze použít např. centrální evidenci pozemků s jejich využitím, historické soupisy majetku jednotlivých panství, statistické přehledy za administrativní území apod. Statistické metody používá v ČR především

pracovní skupina Ivana Bičíka z Karlovy univerzity, vlastníci rozsáhlou historickou databázi s využitím půdy v katastrálních územích ČR v letech 1845, 1948 a 1990 (Bičík et al., 2001; Bičík, Jeleček, 2003; Jeleček, 1995; Lipský, 1995). V zahraničí se používají soupisy využití pozemků např. ve Slovinsku (Petek, 2002; Gabrovec, Kladnik, 1997), v Německu (Bender et al., 2005), v Polsku (Lowicki, 2008).

Nejstarší použitelná data pro analýzy změn využití krajiny založená na dálkovém průzkumu Země (tj. letecké a později i družicové snímky) jsou k dispozici od 30. let 20. století. Většina studií o změnách v krajině na základě porovnání leteckých snímků ovšem spadá až do období cca od roku 1950, kdy již bylo v řadě zemí prováděno systematické celoplošné letecké snímkování, u družicových snímků jsou běžně dostupná data z 80. a 90. let 20. století. Satelitní snímky použité jako

podklad pro sledování změn využití krajiny jsou součástí prací autorů z Evropy (Groom et al., 2006), z Ruska (Milanova et al., 1999), České republiky (Guth, Kučera, 1997). Jednotným způsobem se postupuje v Evropě při tvorbě map krajinného pokryvu Corine Land Cover, které využívají družicové snímky (Heymann et al., 1994; Feranec, Otáhel, 2001, 2003; Falán, Bánovský, 2008).

Letecké snímky oproti družicovým snímkům dosahují vyššího rozlišení a jsou proto vhodnější pro detailnější studie. Letecké snímky použili ve svých studiích o využití krajiny např. němečtí autoři (Hietel et al., 2004), norští autoři (Fjellstad, Dramstad, 1999), francouzští autoři (Poudevigne et al., 1997).

Pro sledování změn v krajině je v poslední době stále častěji využíváno starých mapových podkladů. To je dáno zejména zpřístupněním těchto mapových zdrojů za pomoci moderních způsobů archivace dat skenováním či fotografickými metodami.

Detailní informace o struktuře krajinných složek v době svého vzniku podávají zejména mapy velkých měřítek (katastrální mapy). S využitím katastrálních map pro studium změn v krajině se můžeme setkat u autorů z Norska (Hamre et al., 2007), ze Švédska (Skanes, Bunce, 1997) a dalších evropských zemí. V zemích bývalého Rakouska-Uherska bylo v první polovině 19. století prováděno rozsáhlé podrobné mapování, jehož výsledkem byly mapy tzv. stabilního katastru. V České republice jsou mapy stabilního katastru využívány v pracích autorů z UJEP v Ústí nad Labem (Brůna, Křováková, 2005; Brůna et al., 2005), taktéž v dřívějších pracích Lipského (Lipský, 1994, 1995), v současnosti např. v pracích Skaloše (Skaloš, 2010).

Topografické mapy středního měřítka umožňují polohově přesné sledování změn v krajině od poloviny 19. století. Pro studium změn v krajině v České republice bylo významným počinem zveřejnění map 1. a 2. rakouského vojenského mapování Laboratoří geoinformatiky UJEP v Mostě vedené Vladimírem Brůnou a zpřístupnění map 3. rakouského vojenského mapování ve spolupráci s AOPK ČR v Brně (Brůna et al., 2002). Výhodou topografických map středního měřítka je jejich využitelnost pro studium změn větších územních celků (Haase et al., 2007; Swetnam, 2007; Palang et al., 1998; Skaloš et al., 2010). Od roku 2005 je na oddělení ekologie krajiny a oddělení aplikací GIS Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., řešen výzkumný záměr MSM 6293359101 *Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace*, jehož jedna část je zaměřena na kvantitativní hodnocení změn v krajině České republiky. V tomto projektu byly prezentovány změny využití krajiny v administrativně i přírodně vymezených územích, např. krajích, okresech, obcích s rozšířenou působností, geomorfologických regionech, povodích, chráněných územích (Demek et al., 2008, 2009; Eremiášová et al., 2007; Havlíček, 2008; Havlíček et al., 2009; Mackovčín et al., 2009; Skokanová et al., 2009; Stránská, Havlíček, 2008).

Změny ve využívání krajiny, zejména v nivách (které bývají zpravidla velmi dynamicky využívány), se často projevují poměrně výrazně i na vodních tocích. Studium stavu a změn

říčních vodních toků či říční sítě by proto mělo být a také často bývá důležitým doplňkem každé analýzy změn a využití krajiny (např. Hooke et Redmond, 1992; Winterbottom, 2000; Waburton et al., 2002; Jones et al., 2003; Demek et al., 2008; Stäuble et al., 2008 aj.).

Změny vodních toků bývají analyzovány na různých úrovních a v různých časových horizontech, podle požadavků kladených na analýzu a/nebo podle toho, jaký časový úsek na studovaném území pokrývají použitelné (a srovnatelné) historické mapové podklady (např. Downward, Gurnell, 1994; Hooke, Redmont, 1989a; Priestnall, Downs, 1999; Kilianová, 2000; Hauser et al., 2004; Skokanová, 2005; Žikulinas, 2008 aj.).

Základním zdrojem informací pro studium procesů na vodních tocích jsou, podobně jako u analýz využití krajiny, sady starých map (Hooke, Redmont, 1989b; Hauser et al., 2004; Miškovský, Zimová, 2006; Kukla, 2007; Stäuble et al., 2008). Přestože jednotlivé mapové sady, zejména ty starší, nejsou vždy zcela srovnatelné (pro rozdílné měřítko, zobrazení a/nebo přístup mapovatele, příp. rozdílnou polohopisnou přesnost), mohou při vhodném způsobu zpracování poskytnout pro analýzy změn na vodních tocích postačující data.

Území, v kterém je prováděno sledování změn využití krajiny, je často vybíráno podle administrativního členění, podle vymezení z hlediska ochrany přírody, případně podle účelového vymezení fyzickogeografických celků. Mezi přírodní vymezená území se řadí také povodí řek. V zahraniční literatuře byl vývoj využití krajiny ve vybraných povodích vodních toků sledován např. v pracích autorů Klöcking, Haberlandt (2002), Jessel, Jacobs (2005), Ngigi et al. (2007), Benini et al. (2010). Práce těchto autorů se zabývají vztahem využití krajiny vzhledem k charakteristikám srážkoodtokových poměrů, vývoji říční sítě, dopadům na rizika povodní apod. V České republice byl např. dlouhodobý vývoj využití krajiny v povodí sledován v práci Havlíček et al. (2009).

Tento článek zabývající se vývojem využití krajiny a změnami průběhu vodních toků vznikl v návaznosti na studium fyzickogeografických podmínek ve vztahu k dlouhodobým změnám srážkoodtokových poměrů ve vybraných povodích na Moravě (Krejčíková, 2011).

Studovaná území

Pro systematické sledování vývoje využití krajiny a vývoje říční sítě byla vybrána tři středně velká povodí v povodí řeky Moravy, která se odlišovala základními přírodními podmínkami, např. odlišnou geologickou stavbou, charakterem reliéfu, klimatickými poměry a typy půd. Jednalo se vždy o části povodí horních toků po první hydrologickou stanici; v případě řeky Veličky šlo o celý úsek toku po město Strážnice, v případě Svatky o horní část povodí po obec Borovnice a v případě Kyjovky o horní část povodí po město Kyjov (obr. 1 v barevné příloze).

Velička. Řeka Velička pramení na západním úbočí hory Velká Javořina (970 m n. m.) v nadmořské výšce 856 m a ústí do řeky Moravy u Strážnice v nadmořské výšce 169 m. Plocha studovaného povodí je 176,9 km², délka řeky Veličky je 36,0 km. Povodí Veličky spadá převážně do geomorfologické-

ho celku Bílé Karpaty (charakter protáhlého pohoří s úzkými hřbety a hluboce zařezanými údolními). Severozápadní část území patří do Vizovické vrchoviny (její část Hlucká pahorkatina tvoří předhůří Bílých Karpat, vyznačuje se zaoblenými hřbety s plochými rozvodími a drobnými kotlinami). Pouze malá část na západě území spadá do Dolnomoravského úvalu.

Kyjovka. Řeka Kyjovka pramení u obce Staré Hutě na jižním svahu kopce Vlčák (561 m n. m.) ve Chřibech v nadmořské výšce 512 m a ústí do řeky Dyje u Lanžhotu v nadmořské výšce 150 m. Celková délka řeky Kyjovky činí 86,7 km a plocha jejího povodí je 665,8 km². Studované území opouští u měrného profilu v Kyjově v nadmořské výšce 181 m. Plocha studované části povodí je 124,8 km², délka úseku řeky Kyjovky je 40,7 km. Povodí Kyjovky je, co se týče geomorfologického členění, nejpestřejší. Východní část území spadá do geomorfologického celku Chřiby (členitá vrchovina s úzkými hřbety, podmíněnými polohami pískovců), severní a střední část do Litenčické pahorkatiny (členitá pahorkatina se zaoblenými hřbety a širokými údolními), západní část patří do Ždánického lesa (plochá vrchovina s klenbovitě prohnutým povrchem a rozsáhlými rozřezanými plošinami), jižní část do Kyjovské pahorkatiny (členitá pahorkatina s mírně zvlněným reliéfem) a malá část jižního výběžku do Dolnomoravského úvalu.

Svratka. Řeka Svratka pramení na Českomoravské vrchovině pod Žakovou horou (810 m n. m.) v nadmořské výšce 772 m a ústí do řeky Dyje, v prostoru u vodního díla Nové Mlýny v nadmořské výšce 163 m. Celková délka Svratky činí 168,5 km a plocha jejího povodí je 7 115,9 km². Studované území opouští řeka Svratka u měrného profilu v obci Borovnice v nadmořské výšce 515 m. Plocha studovaného povodí je 239,3 km², délka úseku řeky Svratky je 37,1 km. V povodí horního úseku Svratky zabírá největší část území geomorfologický celek Hornosvratecké vrchoviny (Demek, Mackovčín, 2006), která má ráz členité vrchoviny, území má vyklenutý povrch a je prořezané údolím horní Svratky a jejích přítoků. Na západě do území zasahuje velmi malá část Železných hor, na východě část Svitavské pahorkatiny.

METODIKA

Změny v krajině byly analyzovány na základě dostupných starých a současných topografických map s využitím geografických informačních systémů. Bylo použito celkem 5 mapových sad: 2. rakouské vojenské mapování 1 : 28 800 (1836–1841), 3. rakouské vojenské mapování 1 : 25 000 (1876), československé vojenské topografické mapy 1 : 25 000 (1953–1955), československé vojenské topografické mapy 1 : 25 000 (1991) a základní mapy ČR 1 : 10 000 (2002–2006). Ve čtyřech obdobích byly použity dostupné vojenské topografické mapy v měřítku 1 : 28 800 a 1 : 25 000, pouze v posledním případě, kvůli nemožnosti získat aktuální vojenské topografické mapy, bylo využito základních map 1 : 10 000, vlastněných resortem Ministerstva životního prostředí. Analýza změn využití krajiny vycházela z metodiky Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i. (Mackovčín, 2009; Skokanová, 2009). Bylo sledováno celkem 9 základních kate-

gorií využití krajiny: 1 – orná půda, 2 – trvalý travní porost, 3 – zahrada a sad, 4 – vinice a chmelnice, 5 – les, 6 – vodní plocha, 7 – zastavěná plocha, 8 – rekreační plocha, 0 – ostatní plocha.

Základní mapy využití krajiny byly vytvořeny v prostředí ArcGIS 9.x v souřadnicovém systému S-JTSK.

Překryvem (nástrojem Union) vždy dvou po sobě následujících map byly vygenerovány porovnávací mapové vrstvy se znamem kombinací jednotlivých kódů kategorií využití krajiny v atributových tabulkách. Dalšími postupy byly vytvořeny dvě základní syntetické mapy: (1) mapy počtu změn v krajině a (2) mapy stabilně využívaných ploch. V případě použití pěti mapových sad se počet změn v krajině pohyboval v rozmezí od 0 (nezměněné území) po 4 (území, kde došlo celkem ke čtyřem změnám). Stabilně využívané plochy poukazují na základní jádrové oblasti v krajině, které mohou sloužit jako stabilní prvky ve struktuře krajiny. Jako další ukazatel doplňující charakteristiku změn v krajině byla zvolena celková intenzita změn využití krajiny, kterou podobným způsobem využili Olah, Boltižiar a Petrovič (Olah et al., 2006), Skokanová a Havlíček (Skokanová 2009; Havlíček et al., 2009). Jednotlivým kategoriím využití krajiny byly přiřazeny hodnoty podle intenzity využívání krajiny člověkem: 5 – zastavěné plochy a ostatní plochy (vzniklé antropogenní činností), 4 – orná půda, 3 – sady a vinice, rekreační plochy (s těžištěm v zahrádkářských koloniích), 2 – vodní plochy a trvalé travní porosty, 1 – lesy. Celková intenzita využití krajiny byla počítána jako součet rozdílů intenzit mezi jednotlivými mapovanými obdobími: $I = (I_{1876} - I_{1836}) + (I_{1953} - I_{1876}) + (I_{1991} - I_{1953}) + (I_{2006} - I_{1991})$. Výsledná hodnota se pohybovala v celých číslech v rozmezí od -4 do 4. Kladné hodnoty 1–4 reprezentují intenzivní způsob využívání krajiny s maximálním tlakem na krajinu u hodnoty 4. Záporné hodnoty od -4 do -1 ukazují na extenzivní způsob využívání krajiny. Hodnota 0 charakterizuje vyvážené využívání krajiny, tj. v území jsou zastoupeny plochy, které byly stabilně využívány (kategorie využití se neměnila) a/nebo plochy, na kterých byl zásah vedoucí k intenzifikaci využití krajiny vyvážen zásahem opačným – extenzifikací. V tomto příspěvku jsou tedy celkové intenzity změn ve využití krajiny v mapách a tabulkách souhrnně prezentovány jako plochy s vyváženým trendem využití krajiny ($I = 0$), plochy s intenzifikačními procesy ($I > 0$) a plochy s extenzifikačními procesy ($I < 0$).

Analýzované toky byly nad jednotlivými mapovými sadami vektorizovány s přihlédnutím k jejich průběhu v současnosti (tj. s ohledem na průběh toků ve vrstvách A01, příp. A03 Digitální báze vodohospodářských dat z roku 2006), pro zajištění návaznosti změn za celé období a v případě starších map i pro odlišení příslušného vodního toku od jiných liniových prvků v nivě. U novějších mapových sad (od 90. let min. století) byla využita upravená již existující vektorová data (DMU25 a ZABAGED, nejnovější vektorová data v měřítku 1 : 25 000 nebyla v době přípravy podkladů pro tento článek v rámci řešeného projektu autorům přístupná). Pro každý numericky analyzovaný tok, případně jeho část, byla spočtena celková délka toku a přímá vzdálenost počátečního a koncového uzlového bodu. Z těchto dvou hodnot pak byla vypo-

čtena míra křivolakosti (Lehotský, Grešková, 2004). Průběh změn obou ukazatelů za období od roku 1836 po současnost je znázorněn graficky (viz grafy 1–3), přehled celkových změn za toto období je uveden v tab. 7.

VÝSLEDKY

Vývoj využití krajiny

Velička. V letech 1836–1841 zabírala největší plochu v povodí Veličky orná půda (44,19 % území, nejmenší podíl za celé zkoumané časové období, viz tab. 1), soustředěná především do nižších poloh. Trvalé travní porosty (28,98 % území, největší podíl za celé zkoumané časové období) se nejčastěji vyskytovaly ve vyšších polohách (úpatí Bílých Karpat, nižší polohy v okolí vodních toků). Největší souvislé plochy lesa (21,56 % území), byly ve východní části studovaného území, tedy v nejvyšších polohách Bílých Karpat. Podíl vinic (chmelnice se ve zkoumaném území nenacházely) činil 2,38 % území. Vodní plochy se zde v tomto období nevyskytovaly. Zastavěno bylo jen 2,19 % území.

V roce 1876 byl oproti předchozímu období zaznamenán nárůst podílu orné půdy. Podíl trvalých travních porostů poklesl, podíly ostatních ploch zůstaly bez výrazné změny (viz tab. 1).

Srovnáme-li období 1836–1841 se stavem v roce 1876, pak na 17,16 % území došlo ke změně a na 82,84 % se kategorie využití krajiny nezměnila. Nejčastější byla přeměna trvalých travních porostů na ornou půdu (9,08 % území) a přeměna trvalých travních porostů na les (1,96 %), tedy procesy zemědělské intenzifikace a zalesňování, jejichž hlavní příčinou byly zásadní změny ve způsobu zemědělského hospodaření.

V letech 1953–1955 podíl orné půdy nadále vzrostl a dosáhl svého maxima (57,77 %). Podíl trvalých travních porostů i vinic dále výrazně poklesl, louky se zachovaly prakticky jen ve východní části Bílých Karpat.

Od roku 1876 do období let 1953–1955 se kategorie využití krajiny změnila na 18,26 % území, 81,74 % území zůstalo stabilně využíváno. Nejčastější byla přeměna trvalého travního

porostu na ornou půdu (7,62 % území), přeměna orné půdy na trvalý travní porost proběhla na 2,24 % území, změna trvalého travního porostu na les byla zjištěna na 1,94 % území, stejně jako zalesnění trvalého travního porostu. Orná půda byla zastavěna na 1,14 % území. V zemědělské krajině oblasti horního toku Veličky sehrála v tomto období nejdůležitější roli zemědělská intenzifikace (scelování pozemků a koncentrace zemědělské velkovýroby do zemědělských družstev a státních statků). Významná byla i urbanizace, především v prostoru největších sídel.

V roce 1991 se podíl orné půdy snížil asi o 6 %. Výměra trvalých travních porostů poklesla jen málo a zastavila se na nejnižší hodnotě za celé zkoumané období (13,73 % území). Výměra vinic vzrostla a jejich podíl se tak přiblížil stavu na počátku zkoumaného období (srov. údaje v tab. 1). Postupně narůstal i podíl zastavěných ploch.

Od poloviny 50. let 20. stol. do roku 1991 se kategorie využití krajiny změnila na 15,2 % území, 84,8 % území zůstalo stabilně využíváno. Nejčastějším typem změny byla přeměna orné půdy na trvalý travní porost (4,05 % území), přeměna trvalého travního porostu na ornou půdu (2,68 % území) a zástavba orné půdy (2,03 % území). Nadále tedy měla na využití území vliv intenzifikace a extenzifikace zemědělství i urbanizace.

V letech 2002–2006 se podíl orné půdy opět snížil téměř až na hodnotu z let 1836–1841. Podíl trvalých travních porostů poprvé vzrostl, zejména díky obnově luk v Bílých Karpatech. Podíl ploch vinic zůstal beze změny, podíl sadů a zastavěných ploch mírně vzrostl (viz tab. 1).

Mezi rokem 1991 a obdobím let 2002–2006 se kategorie využití krajiny změnila na 14,12 % území, 85,88 % území zůstalo stabilně využíváno. Po roce 1989 se v České republice začal více projevovat dříve málo běžný proces zemědělské extenzifikace jako důsledek obnovy a rekultivace krajiny, resp. hospodaření v ekonomicky málo prosperujících zemědělských oblastech. Nejčastějším typem změny byla přeměna orné půdy na trvalé travní porosty (5,34 % území) a trvalých travních porostů na les (2,55 % území).

Kyjovka. V letech 1836–1841 měl v povodí horního toku řeky

Tab. 1 Vývoj využití krajiny v povodí Veličky v letech 1836–2006 (v %)

| Kategorie využití krajiny | 1836–1841 | 1876 | 1953–1955 | 1991 | 2002–2006 |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Orná půda | 44,19 | 52,81 | 57,77 | 51,64 | 46,19 |
| Trvalý travní porost | 28,98 | 20,05 | 14,16 | 13,73 | 15,65 |
| Zahrada a sad | 0,68 | 0,70 | 0,21 | 1,05 | 1,80 |
| Vinice a chmelnice | 2,38 | 1,92 | 0,79 | 2,27 | 2,28 |
| Les | 21,56 | 22,16 | 23,45 | 25,65 | 28,03 |
| Vodní plocha | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Zastavěná plocha | 2,19 | 2,34 | 3,57 | 5,53 | 5,58 |
| Rekreační plocha | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,10 | 0,11 |
| Ostatní plocha | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,07 |
| Celkem | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Kyjovky největší podíl les (43,54 % plochy, tab. 2) a jen o něco málo menší podíl měla orná půda (40,24 % území). Les se nacházel zejména ve vyšších polohách, zatímco orná půda v polohách nižších. Trvalé travní porosty se nacházely na 11,53 % plochy území (největší podíl za celé zkoumané období), zejména v blízkosti vodních toků ve vyšších polohách. Zastavěno bylo 2,41 % území, vinice zabíraly 2,15 % území (chmelnice se ani v tomto zkoumaném území nenacházely).

V roce 1876 se podíl lesa v území prakticky nezměnil, výměra orné půdy však vzrostla na úkor trvalých travních porostů (viz níže). Poklesl také podíl vinic a vodních ploch, zatímco podíl zástavby mírně vzrostl.

Od období let 1836–1841 do roku 1876 se kategorie využití krajiny změnila na 12,57 % území, 86,42 % území zůstalo stabilně využíváno. Nejčastější změnou bylo rozorání trvalých travních porostů (4,37 % území), lesních ploch (2,08 % území), nebo vinic (1,19 % území). Část trvalých travních porostů byla také zalesněna (1,62 % území). Nejvíce se tedy projevil procesy zemědělské intenzifikace.

V období let 1953–1955 podíl orné půdy opět stoupl a dosáhl svého maxima ve zkoumaném období (49,12 % území). Podíl zalesněných ploch se téměř nezměnil. Trvalé travní porosty téměř zanikly, jejich zbytky se nacházely pouze v úzkých nivách vodních toků. Také většina vinic zanikla. Podíl zastavěné plochy naproti tomu vzrostl téměř dvojnásobně (srov. údaje v tab. 2).

Od roku 1876 do období let 1953–1955 se kategorie využití krajiny změnila na 13,58 % území, 86,42 % území zůstalo stabilně využíváno. Nejčastějším typem změny bylo zornění trvalých travních porostů (5,06 % území), nově zastavěno bylo 2,05 % území. Zalesněna byla orná půda na 1,34 % území a trvalé travní porosty na 1,07 % území, zatímco zalesněné plochy byly zorněny na 1,32 % území. Je patrné, že v době kolektivizace zemědělství počátkem 50. let 20. stol. bylo toto území vystaveno necitlivým změnám, především scelování pozemků, rozorávání pastvin a mezí.

V roce 1991 se podíl orné půdy snížil o 10 % (srov. údaje v tab. 2), zatímco podíl trvalých travních porostů a vinic začal opět mírně narůstat. Výměra lesa se prakticky nezměnila. Lid-

ský zásah do krajiny byl patrný v dalším rozvoji obcí (nárůst zastavěné plochy), ve výstavbě rekreačních areálů a v zakládání zahrad v blízkosti obcí. Významným zásahem do krajiny bylo vybudování vodní nádrže Koryčany (35 ha, tj. 82 % z celkové výměry všech vodních ploch v území).

Od 50. let 20. stol. do roku 1991 se kategorie využití krajiny změnila na 13,22 % území, 86,78 % území zůstalo stabilně využíváno. V tomto období postupně převládaly opačné procesy než v předešlých obdobích. Nejčastější změnou bylo zatravnění orné půdy (3,05 % území) nebo její zalesnění (1,72 % území), výsadba vinic (1,54 % území), rozšiřování zahrad a sadů (1,22 % území), obojí na úkor orné půdy. Vzrostl také podíl zástavby (nově bylo zastavěno 2,81 % území).

V letech 2002–2006 klesl podíl orné půdy na nejnižší hodnotu za celé zkoumané období (35,79 % území). Výměra trvalých travních porostů naopak vzrostla, je přitom patrné jejich zcela jiné rozmístění (oproti předchozím obdobím). Podíl lesů, zahrad, vodních ploch i zastavěných ploch se nijak výrazně nezměnil. Podíl vinic mírně poklesl.

Oproti roku 1991 se v období let 2002–2006 změnila kategorie využití krajiny na 10,16 % území, 89,84 % území zůstalo stabilně využíváno. V povodí převládal proces zemědělské extenzifikace a snahy o obnovu či rekultivaci krajiny. Nejčastějším typem změny bylo zatravnění orné půdy (3,41 % území).

Svratka. V letech 1836–1841 měl v horním povodí Svratky největší podíl les (44,24 % území, tab. 3). Rozsáhlé souvislé plochy lesa se nalézaly zejména ve vyšších polohách. Druhou nejvíce zastoupenou kategorií využití krajiny byla orná půda (34,57 % území), nacházející se především v nižších polohách v blízkosti sídel. Trvalé travní porosty zaujímaly 18,23 % území, nejčastěji v okolí vodních toků a lesů, nebo v hůře dostupném terénu nižších poloh. Zastavěno bylo 2,76 % území, jednalo se především o malé obce v blízkosti vodních toků. Podíl ostatních kategorií využití krajiny byl zanedbatelný, snad s výjimkou vodních ploch (0,18 % území).

V roce 1876 klesl podíl lesa i trvalých travních porostů, zatímco výrazně vzrostl podíl orné půdy. Podíl zástavby mírně poklesl. Zrušení některých vodních nádrží vedlo k výraznému poklesu výměry vodních ploch.

Tab. 2 Vývoj využití krajiny v horní části povodí Kyjovky v letech 1836–2006 (v %)

| Kategorie využití krajiny | 1836–1841 | 1876 | 1953–1955 | 1991 | 2002–2006 |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Orná půda | 40,24 | 46,19 | 49,11 | 39,15 | 35,79 |
| Trvalý travní porost | 11,53 | 6,71 | 0,95 | 3,51 | 6,29 |
| Zahrada a sad | 0,09 | 0,03 | 0,23 | 1,43 | 1,40 |
| Vinice a chmelnice | 2,15 | 1,22 | 0,78 | 1,98 | 1,19 |
| Les | 43,54 | 43,29 | 44,20 | 45,60 | 46,54 |
| Vodní plocha | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,34 | 0,33 |
| Zastavěná plocha | 2,41 | 2,56 | 4,71 | 7,37 | 7,71 |
| Rekreační plocha | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,65 |
| Ostatní plocha | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,10 |
| Celkem | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Tab. 3 Vývoj využití krajiny v horní části povodí Svratky v letech 1836–2006 (v %)

| Kategorie využití krajiny | 1836–1841 | 1876 | 1953–1955 | 1991 | 2002–2006 |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Orná půda | 34,57 | 40,91 | 34,94 | 31,63 | 25,72 |
| Trvalý travní porost | 18,23 | 13,62 | 14,00 | 14,89 | 19,95 |
| Zahrada a sad | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,07 |
| Vinice a chmelnice | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Les | 44,24 | 42,95 | 46,61 | 47,69 | 48,56 |
| Vodní plocha | 0,18 | 0,08 | 0,09 | 0,16 | 0,24 |
| Zastavěná plocha | 2,76 | 2,43 | 4,26 | 5,18 | 5,27 |
| Rekreační plocha | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,33 | 0,15 |
| Ostatní plocha | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,04 |
| Celkem | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Od období let 1836–1841 do roku 1876 se kategorie využití krajiny změnila na 17,57 % území, 82,43 % území zůstalo stabilně využíváno. Nejčastější bylo rozorání trvalých travních porostů (7,13 % území), dále přeměna lesa na ornou půdu (2,44 % území). Méně časté bylo zatravnění orné půdy (2,32 %) a zalesnění trvalých travních porostů (1,19 % území). Celkový dopad převládajících procesů zemědělské intenzifikace (zejména rozorávání trvalých travních porostů) byl na některých plochách kompenzován procesy extenzivními (zatravnění a zalesňování).

V období let 1953–1955 byl patrný nárůst podílu lesa. Podíl orné půdy opět klesl na úroveň z let 1836–1841 (srov. údaje v tab. 3). Rozvoj obcí se projevil v nárůstu zastavěné plochy. Podíl ostatních kategorií využití krajiny se téměř neměnil. Poprvé byla zastoupena kategorie rekreačně využívaných ploch (jednalo se například o hotel a pozdější zotavovnu ROH Devět skal z roku 1953 apod.).

Od roku 1876 do období let 1953–1955 se změnila kategorie využití krajiny na 17,52 % území, 82,48 % území zůstalo stabilně využíváno. Nejčastější byly extenzivnější procesy zatravnění orné půdy (5,55 % území) a zalesnění orné půdy (3,26 % území). Časté byly i procesy opačné (intenzifikační), jako je zornění trvalých travních porostů (3,22 % území). Nezanedbatelné bylo i zalesnění trvalých travních porostů (1,48 % území) a rozšiřování zástavby na úkor trvalých travních porostů (1,15 % území) nebo orné půdy (1,10 % území).

V roce 1991 se podíl orné půdy opět snížil, podíl trvalých travních porostů se nijak výrazně nezměnil. Podíl lesa opět mírně vzrostl, podobně jako podíl zastavěné plochy.

Od poloviny 50. let 20. stol. do roku 1991 se kategorie využití krajiny změnila na 18,01 % území, 81,99 % území zůstalo stabilně využíváno. Nejčastější bylo zatravnění orné půdy (6,56 % území), zároveň se však zvýšil i podíl ploch s opačným procesem (zornění trvalých travních porostů, 4,95 % území). I nadále měla výrazný dopad na krajinu urbanizace (rozsátání obcí) a zalesňování trvalých travních porostů.

V období let 2002–2006 se podíl orné půdy opět snížil. Podíl ploch lesa opět vzrostl, ale méně výrazně než v předchozích obdobích. Podíl trvalých travních porostů se velmi výrazně

zvýšil (19,95 % území, nejvyšší podíl za celé hodnocené období). Podíl ostatních kategorií využití krajiny se nijak výrazně nezměnil.

Od roku 1991 do období let 2002–2006 se kategorie využití krajiny změnila na 13,45 % území, 86,55 % území zůstalo stabilně využíváno. V tomto období již byl zaznamenán výrazný proces zemědělské extenzifikace. Nejčastější bylo zatravnění orné půdy (7,00 % území).

Počet změn využití krajiny a stabilně využívané plochy

Velička. V letech 1836–2006 došlo na 42,60 % území v povodí Veličky k alespoň jedné změně kategorie využití krajiny. Pouze jedna změna nastala na 26,13 % území, dvě změny na 11,42 % území, tři změny na 4,32 % území a čtyři změny na 0,70 % území. Nejvíce změn proběhlo v blízkosti obcí (postupné rozšiřování obcí), ale také na svazích Bílých Karpat (rozorávání luk a pastvin, kácení nebo zalesňování ploch) a na okrajích původních polí (nejprve zvětšování výměry polí, rozorávání mezí, posléze i opětné zatravnění).

Celkem 57,40 % území povodí Veličky zůstalo po celou dobu od roku 1836 do roku 2006 stabilně využíváno, šlo zejména o rozsáhlé plochy orné půdy (5430 ha, tj. 30,71 % území) nacházející se především v níže položených částech území. Stabilně byly využívány také lesní komplexy ve vyšších polohách Bílých Karpat (3391 ha, tj. 19,18 % území). Trvalé travní porosty byly na všech pěti mapových sadách zaznamenány na 959 ha, tedy na 5,42 % území, a to zejména v oblasti Bílých Karpat. Stabilně zůstala využívána také historická jádra měst a obcí zahrnutá v kategorii zastavěné plochy (319 ha, 1,82 % území). Jediné zachované plochy vinic zůstaly mezi obcemi Louka a Blatnice pod Svatým Antonínkem (54 ha, 0,31 % území).

Kyjovka. V horní části povodí Kyjovky se mezi lety 1836–2006 alespoň jednou změnila kategorie využití krajiny na 31,71 % území. Pouze jedna změna proběhla na 17,88 % území, dvě změny na 10,33 % území, tři změny na 3,02 % území a čtyři změny na 0,48 % území. Nejvíce změn bylo zaznamenáno v blízkosti obcí (postupné rozšiřování obcí), ale také v blízkosti vodních toků (likvidace trvalých travních porostů)

Tab. 4 Podíl celkové intenzity využití krajiny v geomorfologických podcelcích horní části povodí Veličky v letech 1836–2006 (v %)

| Geomorfologický podcelek | Vyvážený trend | Intenzifikace | Extenzifikace |
|------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| Hlucká pahorkatina | 63,79 | 28,13 | 8,08 |
| Žalostinská vrchovina | 61,24 | 23,03 | 15,73 |
| Javořinská hornatina | 70,07 | 3,97 | 25,96 |
| Dyjsko-moravská niva | 57,87 | 38,20 | 3,93 |
| Povodí Veličky celkem | 65,55 | 18,33 | 16,12 |

a na okrajích původních polí (rozorávání travních ploch a posléze jejich opětovné zatravnění).

Celkem 68,29 % území zůstalo stabilně využíváno, šlo zejména o rozsáhlé plochy lesa (4938 ha, tj. 39,56 % území) a orné půdy (3 338 ha, tj. 26,75 % území) především v nižších polohách. Trvalé travní porosty zůstaly stabilně využívány pouze na 4 ha, tj. na 0,04 % území, což je oproti ostatním dvěma povodím jen zanedbatelná rozloha. Také plochy vinic prošly značnými změnami, stabilní po celou dobu zůstaly pouze 2 ha (0,02 % území). Stabilně zůstala využívána i historická jádra měst a obcí (239 ha zastavěné plochy, tj. 1,92 % území).

Svratka. V horní části povodí Svratky se mezi lety 1836–2006 alespoň jednou změnila kategorie využití krajiny na 38,70 % území. Pouze jedna změna proběhla na 18,56 % území, dvě změny na 13,72 % území, tři změny na 5,13 % území a čtyři změny na 1,30 % území. Nejvíce se měnilo okolí obcí (postupné rozšiřování zástavby), ale také plochy v těsné blízkosti lesa a na okrajích původních polí (rozorávání mezí, luk a pastvin, kácení lesa, zvětšování výměry polí, ale i zatravnění a zalesňování orné půdy).

Celkem 61,30 % území zůstalo stabilně využíváno, šlo zejména o rozsáhlé plochy lesa (9517 ha, tj. 39,77 % území) především ve výše položených částech území. Stabilně byly využívány i plochy orné půdy v nižších polohách (4077 ha, tj. 17,04 % území). Trvalé travní porosty zůstaly stabilně využívány na 783 ha, tj. na 3,27 % území. Stabilně byla využívána také historická jádra měst a obcí (283 ha zastavěné plochy, tj. 1,19 % území). Po celou dobu zůstaly zachovány některé vodní plochy (7 ha, tj. 0,03 % území).

Celková intenzita změn využití krajiny

Velička. V povodí Veličky měl nejvyšší podíl vyvážený trend využití zjištěný na 65,55 % území (tab. 4 a obr. 2 v barevné

příloze). Šlo o stabilně využívané plochy a plochy s vyváženým způsobem využívání (tj. intenzifikační zásahy byly kompenzovány extenzifikačními). Na území jako celku převažovala po celou dobu intenzifikace nad extenzifikací, avšak nepříliš výrazně (18,33 % oproti 16,13 % území). V jednotlivých geomorfologických podcelcích většinou výrazně převládala intenzifikace, zejména v nejnižše položené Dyjsko-moravské nivě, pouze v Javořinské hornatině tomu bylo naopak.

Kyjovka. I v horní části povodí Kyjovky převažoval vyvážený trend využití (75,61 % území, tab. 5 a obr. 3 v barevné příloze). Na území jako celku i zde převažovala po celou dobu intenzifikace nad extenzifikací, taktéž nepříliš výrazně (13,32 % oproti 11,06 % území). V jednotlivých geomorfologických podcelcích většinou převažovalo stabilní využívání, příp. zde byly intenzifikační zásahy kompenzovány extenzifikačními. V Bučovické pahorkatině, Mutěnické pahorkatině a Věteřovské vrchovině výrazně převládaly procesy intenzifikace. Ve výše položené Dambořické vrchovině byly procesy vyrovnanější. V pramenné oblasti Kyjovky ve Stupavské vrchovině převládaly naopak procesy extenzifikační. Dyjsko-moravská pahorkatina zasahuje do horní části povodí Kyjovky jen velmi malou částí (0,78 % území), proto nelze výsledky celkové intenzity využití krajiny objektivně hodnotit.

Svratka. Na rozdíl od povodí Veličky i Kyjovky převažovalo v horní části povodí Svratky stabilní využití krajiny (73,20 % území, tab. 6 a obr. 4 v barevné příloze) a na území jako celku po celou dobu převažovaly procesy extenzifikační nad intenzifikačními (v poměru 16,79 % ku 10,01%). Extenzifikační procesy výrazně převažovaly v Nedvědicke vrchovině a Žďárských vrších, krajina zde byla nejvíce zalesňována a částečně zatravněována. Na území Loučenské tabule, Českořebovské vrchoviny a Sečské vrchoviny naopak převládaly procesy intenzifikační, patrně proto, že jde o oblasti s vyšším podílem zemědělské půdy.

Tab. 5 Podíl celkové intenzity využití krajiny v geomorfologických podcelcích horní části povodí Kyjovky v letech 1836–2006 (v %)

| Geomorfologický podcelek | Vyvážený trend | Intenzifikace | Extenzifikace |
|------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| Dambořická vrchovina | 84,75 | 9,18 | 6,07 |
| Bučovická pahorkatina | 75,14 | 16,87 | 7,99 |
| Stupavská vrchovina | 76,90 | 5,67 | 17,43 |
| Mutěnická pahorkatina | 65,61 | 25,02 | 9,37 |
| Věteřovská vrchovina | 76,99 | 18,66 | 4,35 |
| Dyjsko-moravská pahorkatina | 27,67 | 72,33 | 0,00 |
| Povodí Kyjovky celkem | 75,61 | 13,33 | 11,06 |

Změny na vodních tocích

Hydrografické změny studovaných toků prakticky ve všech případech souvisely ze změnami využití krajiny přímo v říční nivě, tj. v nejbližším okolí vodního toku. V širší nivě šlo nejčastěji o přeměnu vodních ploch zpravidla na ornou půdu, příp. o rozšiřování zástavby kolem vodního toku (obojí zpravidla vedlo k napřímení a/nebo přeložení průběhu toku, příp. ke změnám větvení toku). Zřetelný dopad na vodní tok však měla v některých případech i změna využívání stavby na vodním toku (především vodní mlýny a s nimi související náhonny) nebo vznik či změna intenzity využití liniové stavby mimo tok (výstavba železnice, rozšíření cesty či silnice). Se změnami využití krajiny v širším okolí toku (tj. mimo říční nivu) lze dávat do souvislosti zejména posuny pramenné oblasti do nižších poloh, příp. změny trvalého úseku toku na občasný (odlesňování, intenzifikace zemědělství a s tím související snížení retence vody v krajině), ty ale nebyly patrné na žádném ze studovaných toků (případně souvisely spíše s rozdílným měřítkem mapy než se změnami využití krajiny).

Velička. Hodnocený úsek začíná pramenem a končí soutokem s Moravou (resp. zaústěním do současného Baťova kanálu, tj. bývalého vedlejšího ramena Moravy). Niva toku je v první polovině převážně úzká, v druhé polovině se poněkud rozšiřuje.

Koncem první poloviny 19. století měl tok celkem přirozený průběh, místy meandroval a v jeho korytě byly patrné časté pískové/štěrkové nánosy. Před Strážnicí byl napřímen delší úsek toku s četnými meandry. Uprostřed druhé poloviny 19. století byl tok napřímen u obce Vápenky, snad v souvislosti s úpravou cesty vedoucí poměrně úzkou nivou. Za obcí Velká nad Veličkou se mírně změnil meandrovitý průběh toku, patrně šlo o přirozený proces (nebo o odlišný přístup mapovatele této a předchozí mapové sady). Zaústění toku bylo posunuto o něco níže, hlavní tok protékal zámeckým parkem s malou vodní nádrží. V polovině 20. století byl tok na několika krátkých úsecích napřímen (což bylo někdy spojeno i se zánikem vedlejších úseků toku). Menší změna v průběhu pramenného úseku byla patrně jen důsledkem přesnějšího mapování. Průtok hlavního toku přes zámecký park byl zrušen a tok byl zaústěn opět o něco výše, do již zregulovaného ramena řeky Moravy (Baťův kanál). Na konci 20. století byl tok v jednom úseku přeložen do jiného koryta, zčásti nově zbudovaného a na několika dalších úsecích byl napřímen. Počátkem 21. století patrný posun prameniště o něco výše lze nejspíše přičíst většímu měřítku mapy, podobně jako zvýšení křivolakosti toku na některých místech. Jedinou další změnou byl zánik posledního zákrutu řeky u Kněždubu.

Tok Veličky tedy byl poznamenán úpravami (převážně napřímením, ojediněle změnou průběhu – přeložením do jiného koryta) na úsecích protékajících širší nivou. Na toku nebyla vybudována žádná vodní nádrž ani na něm nejsou zřetelné pozůstatky po starších vodních nádržích. Úpravy toku souvisely nejspíše se zemědělským využitím krajiny, protipovodňovými opatřeními, případně výstavbou komunikací (v užší nivě). Délka toku i křivolakost se úpravami snížila jen málo (graf 1 a tab. 7).

Kyjovka. Hodnocený úsek začíná pramenem a končí soutokem se Sobůlským potokem. Niva toku je z větší části spíše užší, jen v místech bývalých vodních nádrží a ke konci se poněkud rozšiřuje.

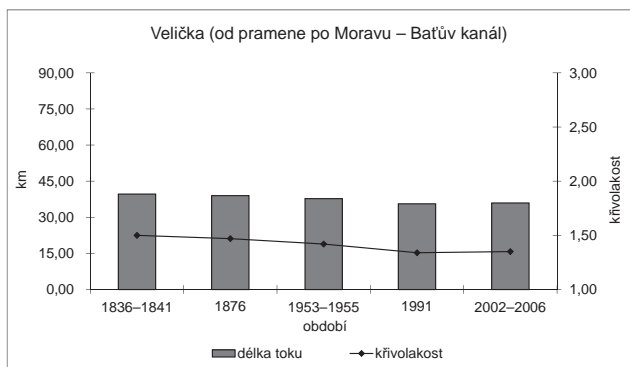
Koncem první poloviny 19. století měl tok Kyjovky až po Koryčany celkem přirozený průběh. Na zbývající části toku se nacházely, kromě jedné obtokové vodní nádrže u Bohuslavic, zřetelné stopy po celkem 8–10 bývalých vodních nádržích. V jejich prostoru bylo možno pozorovat napřímení toku, případně přesun koryta blíže k okraji nivy. Na celém toku byla řada vedlejších ramen (zpravidla mlýnských náhonů). Uprostřed druhé poloviny 19. století zanikla nádrž u Bohuslavic a na dvou místech byl tok napřímen (v jednom případě pravděpodobně v souvislosti s výstavbou železnice). V polovině 20. století byl patrný především zánik některých vedlejších úseků toku, změna soutoku se Sobůlským potokem (posun poněkud dále po proudu) a napřímení toku v prostoru obce Mouchnice. Na konci 20. století byla na toku vybudována poměrně velká vodní nádrž u Koryčan (viz též výše; těsně před ní byla obnovena i jedna malá vodní nádrž). Kromě toho byl napřímen jeden krátký úsek hlavního toku a téměř zanikl jeden vedlejší úsek toku. Opět se změnila poloha soutoku se Sobůlským potokem (byl posunut poněkud proti proudu, přičemž část bývalého větvení toku zde zanikla a jiná část byla obnovena a upravena). Počátkem 21. století byly jen místy provedeny drobnější úpravy, zvětšení křivolakosti toku je patrně důsledkem většího měřítka použitého mapového podkladu.

Významná část toku Kyjovky tedy byla již dříve (s výjimkou později vybudované vodní nádrže Koryčany) poznamenána zejména výstavbou řady poměrně velkých vodních nádrží, situovaných v širších úsecích nivy (napřímení a rozvětvení toku především v prostoru bývalých nádrží). Proces dalšího napřimování toku již nebyl příliš výrazný, ani délka toku se nijak zásadně nezkrátila a změna křivolakosti byla zanedbatelná (graf 2 a tab. 7).

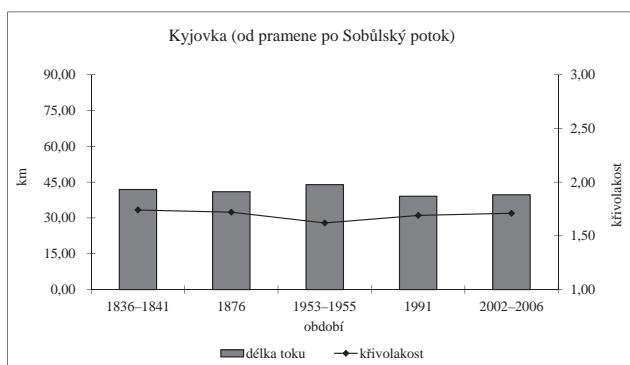
Svratka. Hodnocený úsek začíná pramenem a končí souto-

Tab. 6 Podíl celkové intenzity využití krajiny v geomorfologických podcelcích horní části povodí Svratky v letech 1836–2006 (v %)

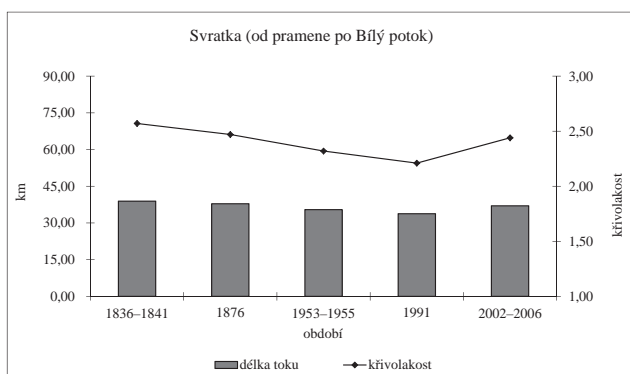
| Geomorfologický podcelek | Vyvážený trend | Intenzifikace | Extenzifikace |
|------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| Loučenská tabule | 73,62 | 14,73 | 11,65 |
| Českořebovská vrchovina | 90,44 | 7,24 | 2,32 |
| Nedvědicá vrchovina | 57,87 | 14,57 | 27,56 |
| Žďárské vrchy | 76,18 | 7,88 | 15,94 |
| Sečská vrchovina | 66,93 | 20,54 | 12,53 |
| Povodí Svratky celkem | 73,20 | 10,01 | 16,79 |



Graf 1 Velička – změny délky hlavního toku a jeho křivolakosti



Graf 2 Kyjovka – změny délky hlavního toku a jeho křivolakosti



Graf 3 Svatka – změny délky hlavního toku a jeho křivolakosti

Tab. 7 Celková změna délky a křivolakosti hlavního toku analyzovaných úseků Veličky, Kyjovky a Svatky (1836–2006)

| Název toku | Změna délky toku | | Změna křivolakosti |
|------------|------------------|-------|--------------------|
| | km | % | |
| Velička | -3,70 | -9,33 | -0,15 |
| Kyjovka | -2,23 | -5,32 | -0,03 |
| Svatka | -1,91 | -4,91 | -0,13 |

kem s Bílým potokem (mezi Lačnovem a Borovnicí). Niva toku je místy spíše úzká, na některých úsecích se více či méně rozšiřuje.

Koncem první poloviny 19. století byly v mapovém podkladu jako *Schwarzawa B.* označeny dva pramenné úseky (jeden z nich má svůj počátek v bažinaté oblasti nazvané *Schwarze Sümpfe - Czerny bahna*, což mohlo ovlivnit název tohoto úseku toku). Průběh toku měl po celé délce přirozený ráz, místy bohatě meandroval. Na toku nebyla vybudována žádná vodní nádrž. Uprostřed druhé poloviny 19. století i v polovině 20. století byly patrné jen drobné změny průběhu toku, snad přirozené nebo ovlivněné přístupem mapovatele či zpracovatele mapy. Na konci 20. století byl tok napřímen kolem obce Herálec, při obci Moravská Svatka byla vybudována menší vodní nádrž a úsek toku protékající touto obcí byl napřímen. Za obcí Křižánky se v jednom ze zákrutů změnil průběh toku. Počátkem 21. století byly na toku patrné jen drobné změny (ty však jsou, stejně jako související zvýšení křivolakosti toku, patrně důsledkem většího měřítka použitého mapového podkladu).

Tok Svatky tak byl jen minimálně dotčen úpravami průběhu a výstavbou vodních nádrží, místy poměrně bohaté meandrování toku zůstalo až na výjimky zachováno v původním přirozeném stavu. Určité odlišnosti v průběhu pramenného úseku jsou pravděpodobně dány zejména různou přesností jednotlivých mapových podkladů (rozdílným přístupem mapovatele) a vedle již zmíněného měřítka nejnovějšího mapového podkladu jsou patrně hlavní příčinou změn hodnot křivolakosti toku (graf 3 a tab. 7).

DISKUZE

Vývoj využití krajiny

Ve zkoumaných povodích Kyjovky a Svatky měl po většinu období nejvyšší zastoupení les, přičemž podíl se postupně zvyšoval a pohyboval se v rozmezí od 43 do 48 % (srov. tab. 2 a 3). To je dáno i výběrem území a jejich fyzickogeografickou charakteristikou. V horní části povodí Svatky se nadmořská výška pohybuje v rozmezí od 510 do 836 m, přičemž v intervalech 500–599 m a 600–699 m je zastoupeno celkem 78 % území. V horním povodí Kyjovky s rozsahem nadmořských výšek od 181 do 563 m je ovšem většina území (75 %) v intervalech 200–299 m a 300–399 m. Charakter lesních ploch v obou oblastech je tedy značně odlišný. Zatímco v povodí Svatky převažují smrkové monokultury, v povodí Kyjovky je vysoký podíl bukových a dubohabrových porostů. V povodí Veličky je rozmezí nadmořských výšek největší – od 169 do 970 m, maximální podíl je v intervalu 200–299 m (30 %), v ostatních nejbližších intervalech je zastoupení poměrně vyrovnané (16–17 %). V tomto povodí byl po celé období nejvyšší podíl ploch orné půdy – pohyboval se v rozmezí od 44 do 58 % (tab. 1). Trvalý travní porost byl třetí nejvíce zastoupenou kategorií využití krajiny, ale vývoj v jednotlivých povodích byl u této kategorie odlišný. Ve všech třech povodích výměra trvalých travních porostů v období od roku 1876 do let 1953–1955 postupně klesala. V povodí Svat-

ky byl pokles poměrně mírný a postupně se podíl navyšoval na původní hodnotu z let 1836–1841. V povodí Veličky se do poloviny 50. let 20. století snížil podíl trvalých travních porostů asi na polovinu hodnoty z let 1836–1841 (zejména v nižších polohách, výše byly plochy zachovány především díky ochraně v CHKO Bílé Karpaty). Nejvýraznější pokles výměry trvalých travních porostů byl zaznamenán v horním povodí Kyjovky (z více než 11 % v letech 1836–1841, na necelé 1 % v letech 1953–1955). Pozdější přechod na extenzivnější způsob hospodaření zde však vedl k obnově některých ploch luk a pastvin, takže podíl trvalých travních porostů se pak začal zvyšovat (viz tab. 2). Pro všechna tři sledovaná území byl typický postupný nárůst podílu zastavěných ploch, který dosáhl nejvyšších hodnot v Kyjovské pahorkatině (téměř 8 % v letech 2002–2006, viz tab. 2). Podíl vinic byl v povodí Veličky i Kyjovky nejvyšší v letech 1836–1841, propad v rámci vinařské krize z počátku 20. století se projevil v poklesu výměry vinic v letech 1953–1955. Zatímco v povodí Veličky se výměra vinic v letech 2002–2006 přiblížila počátečním hodnotám z poloviny 19. století, v horním povodí Kyjovky byla stále o něco nižší. Podíl zahrad a sadů postupně narůstal ve všech třech povodích. Výměra vodních ploch zpočátku postupně klesala, později v důsledku obnovy či výstavby některých nádrží více či méně vzrostla. Výše popsané procesy a změny vcelku odpovídají výsledkům podobných regionálních studií v rámci jižní Moravy, např. z oblasti Dolnomoravského a Dyjsko-svrateckého úvalu (Demek et al., 2009; uvádí např. výrazný pokles podílu ploch trvalých travních porostů, podobně jako v nejnižších polohách povodí Veličky), v povodí Litavy (Havlíček et al., 2009), ve správním území ORP Ivančice (Stránská, Havlíček, 2008) či v okrese Hodonín (Havlíček, 2008).

Počet změn využití krajiny stabilně využívané plochy a celková intenzita změn využití krajiny

Nejvíce změn využití krajiny bylo zaznamenáno v povodí Veličky (42,6 %). Je to dáno zejména vyšším podílem zemědělských ploch v nižších polohách povodí, ale i střídáním kategorií využití krajiny v pahorkatinách a vrchovinách v oblasti Bílých Karpat a podhůří. Horní povodí Svratky vykazovalo změny na 38,7 % území, šlo zejména o nárůst podílu lesa, zánik a obnovu trvalých travních porostů a postupné rozšiřování zástavby. Nejméně změn využití krajiny bylo zjištěno v horní části povodí Kyjovky (31,7 %), kde docházelo k zániku a obnově trvalých travních porostů a pozvolnému nárůstu zástavby. Podobné hodnoty za srovnatelné období uvádí Demek et al. (2009) pro Dyjsko-svratecký úval (39,0 % změněné plochy) a Dolnomoravský úval (52,0 % změněné plochy), přičemž území Dolnomoravského úvalu hodnotí jako velmi pozměněné a nestabilně využívané. Havlíček et al. (2009) uvádí pro povodí Litavy 28,3 % změněné plochy, tedy ještě menší hodnotu než jaká byla zjištěna v horní části povodí Kyjovky.

Porovnáme-li stabilně využívané plochy ve všech třech studovaných územích, pak nejvyšší zastoupení lesa bylo zjištěno v horních částech povodí Svratky a Kyjovky (kolem 40 % území). V povodí Veličky je nejvyšší zastoupení stabilně využívaných ploch v kategorii orná půda. Podobné výsledky (pokud jde o zastoupení stabilních ploch i celkovou intenzitu změn využití krajiny) jsou uváděny i pro převážně zemědělské ob-

lasti Dolnomoravského úvalu (Demek et al., 2009), povodí Litavy (Havlíček et al., 2009) nebo okres Hodonín (Havlíček, 2008). Stabilní trvalé travní porosty zůstaly alespoň částečně zachovány v povodí Svratky (3,3 % území) a povodí Veličky (5,4 % území), v horní části povodí Kyjovky byl jejich podíl zanedbatelný (pod 0,1 % území). Značný pokles výměry trvalých travních porostů a minimum zachovalých původních ploch uvádí z Kyjovska Havlíček (2008).

Změny na vodních tocích

Antropogenně podmíněné úpravy lze v současnosti nalézt na naprosté většině našich vodních toků (Just et al., 2005; Demek et al., 2008; Chrudina, 2009; Chrudina, 2010 aj.), zejména na jejich středních a dolních úsecích. Hydrografické změny toků způsobené zásahy člověka od počátků průmyslové revoluce v druhé polovině 18. století po současnost byly na jižní Moravě podrobně studovány např. v povodí řek Litavy (Chrudina, 2009) a Jevišovky (Chrudina, 2010a) a na základě tohoto studia bylo vymezeno celkem 5 základních typů antropogenně podmíněných procesů, které se mohou na tocích vyskytovat (Chrudina, 2010b): (1) zakládání a rušení vodních nádrží, (2) rušení vedlejších úseků (větvení) toku, (3) napřímování toku, (4) změna polohy zaústění toku a (5) změna pramenného úseku a polohy prameniště. Tyto procesy lze v různé míře pozorovat i na hodnocených úsecích Kyjovky, Svratky a Veličky. Řeka Kyjovka (analyzován byl horní úsek toku) byla poznamenána především tvorbou a rušením většího počtu vodních nádrží, které byly budovány v místech, kde se niva toku rozšiřovala. Na Svratce (analyzována byla první část horního úseku) tento proces proběhl podobným způsobem také, avšak v podstatně menším rozsahu. Podobně malý rozsah zde mělo i napřímování toku. Tok Veličky (hodnocen byl prakticky celý tok) naopak nebyl zakládáním a rušením nádrží poznamenán vůbec – hlavní roli zde hrálo napřímování. Hodnocené toky se tedy (při srovnatelné délce analyzovaných úseků) z hlediska proběhlých antropogenně podmíněných úprav poměrně dosti liší, což lze vysvětlit především rozdíly v jejich nivách (je možno zde najít i souvislost s nadmořskou výškou, zvláště u Svratky, která leží nejvýše a byla také nejméně upravována). Výsledný dopad úprav na délku a křivolakost byl nejvýraznější u Veličky (viz tab. 7 a grafy 1–3); výsledky analýzy toku Svratky byly patrně zkráceny různou mírou generalizace jednotlivých mapových podkladů (viz výsledky výše).

ZÁVĚR

Vývoj využití krajiny byl ve všech třech studovaných územích do značné míry determinován přírodními podmínkami, nemalý vliv ovšem měla i intenzita hospodaření. Z hlediska zastoupení jednotlivých kategorií využití krajiny v prostoru a čase byly nejvýznamnější les, který převažoval v povodí Svratky a v povodí Kyjovky (zde s výjimkou období od roku 1876 do poloviny 50. let 20. století) a orná půda, jejíž výměra převažovala v povodí Veličky. K největším změnám ve využití krajiny došlo v povodí Veličky (změnilo se 43 %

území), o něco menší změny byly zjištěny v povodí Svratky (39 % území) a nejméně se změnilo povodí Kyjovky (32 % území). Odlišný charakter tří území se odrazil v poměru intenzifikovaných a extenzifikovaných ploch: zatímco v povodí Veličky i v povodí Kyjovky převažovala území intenzifikovaná nad extenzifikovanými, v povodí Svratky tomu bylo naopak.

Antropogenně podmíněné hydrografické změny byly zjištěny na všech třech tocích, zejména na Kyjovce (zakládání a rušení většího počtu vodních nádrží) a Veličce (napřimování), tok Svratky byl upravován jen velmi málo (drobné změny průběhu a zakládání vodních nádrží). Výsledný dopad těchto úprav na délku a křivolakost byl nejvýraznější u Veličky. Úpravy a změny na tocích souvisely se změnami využití krajiny v říční nivě, tj. v nejbližším okolí vodního toku (zejména s přeměnou vodních ploch na ornou půdu, s rozšiřováním zástavby v nivě, příp. i se změnou využití staveb jako jsou vodní mlýny a komunikace).

Poděkování

Tento příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu č. MSM 6293359101 „Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace“.

LITERATURA

- Bender, O., Boehmer, H. J., Doreen, J., Schumacher, K. P. (2005): Analysis of land use in a sector of Upper Franconia (Bavarian, Germany) since 1850 using land register records. *Landscape Ecology*, no. 20, p. 149–163.
- Benini, L., Bandini, V., Marazza, D., Contin, A. (2010): Assessment of land use changes through an indicator-based approach: A case study from the Lamone river basin in Northern Italy. *Ecological Indicators*, no. 10, p. 4–14.
- Bičík, I., Jeleček, L. (2003): Long term research of LUCC in Czechia 1845–2000. In *Dealing with diversity*, 2nd International conference of the European Society for Environmental History – Conference Proceeding, Praha, Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, p. 224–231.
- Bičík, I., Jeleček, L., Štěpánek, V. (2001): Land-use changes and their social driving forces in Czechia in the 19th and 20th centuries. *Land Use Policy*, vol. 18, no. 1, p. 65–73.
- Brůna, V., Buchta, I., Uhlířová, L. (2002): Identifikace historické sítě prvků ekologické stability krajiny na mapách vojenských mapování. In *Acta Universitatis Purkynianae – Studia Geoinformatica II*, no. 81, Ústí nad Labem, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 46 s.
- Brůna, V., Křováková, K. (2005): Analýza změn krajinné struktury s využitím map Stablního katastru. In *Historické mapy. Zborník z vedeckej konferencie*. Bratislava, Kartografická spoločnosť SR, s. 27–34.
- Brůna, V., Křováková, K., Nedbal, V. (2005): Stablní katastr jako zdroj informací o krajině. *Historická geografie*, č. 33, s. 397–409.
- Demek, J., Havlíček, M., Chrudina, Z., Mackovčín, P. (2008): Changes in land-use and the river network of the Graben Dyjsko-svratecký úval (Czech Republic) in the last 242 years. *Journal of Landscape Ecology*, vol. 1, no. 2, p. 22–51.
- Demek, J., Havlíček, M., Mackovčín, P. (2009): Landscape Changes in the Dyjsko-svratecký and Dolnomoravský Grabens in the period 1764–2009 (Czech Republic). *Acta Pruhoniciana*, no. 91, p. 23–30.
- Demek, J., Mackovčín, P. [eds.] (2006): *Zeměpisný lexikon ČR – Hory a nížiny*. Brno, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 583 s.
- Demek, J., Mackovčín, P., Borovec, R., Chrudina, Z. (2008): Změny ekosystémových služeb niv v důsledku změn využívání země: případová studie nivy Svratky a Jihlavy. In Pikhart, D., Benedová, Z. et Křováková, K. [eds.]: *Ekosystémové služby říční nivy. Sborník příspěvků z konference*. Třeboň, Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, s. 31–36.
- Downard, S. R., Gurnell, A. M. (1994): A methodology for quantifying river channel planform change using GIS. In *Variability in Stream Erosion and Sediment Transport. Proceedings of the Canberra Symposium*. IAHS publ. no. 224, p. 449–456.
- Eremiašová, R., Havlíček, M., Mackovčín, P. (2007): Quantitative analysis of landscape development and changes in drainage network based on historical maps: Case study of the surroundings of the town of Kašperské Hory (Czech Republic). *Silva Gabreta*, vol. 13, no. 3, p. 285–299.
- Falčan, V., Bánovský, M. (2008): Changes in land cover in the area of Vyšné Hágy – Starý Smokovec, impacted by the wind calamity in November 2004 (Slovakia). *Moravian Geographical Reports*, vol. 16, no. 3, p. 16–26.
- Feranec, J. et al. (2001): *Krajinná pokrývka Slovenska*. Bratislava, Veda, Geografický ústav SAV, 122 s.
- Feranec, J., Oťahel, J. (2003): Mapovanie krajinnnej pokrývky a zmien krajiny pomocou údajov diaľkoveho prieskumu Zeme. *Životné prostredie*, roč. 37, č. 1, s. 25–29.
- Fjellstad, W., J., Dramstad, W. E. (1999): Patterns of change in two contrasting Norwegian agricultural landscapes. *Landscape and Urban Planning*, vol. 45, no. 4, p. 177–191.
- Gabrovec, M., Kladnik, D. (1997): Some new aspects of land use in Slovenia. *Geografski zbornik*, vol. XXXVII, p. 7–64.
- Groom, G., Múcher, C. A., Ihse, M., Wrba, T. (2006): Remote sensing in landscape ecology: experiences and perspectives in a European context. *Landscape Ecology*, vol. 21, no. 3, p. 391–408.
- Guth, J., Kučera, T. (1997): Monitorování změn krajinného

- pokryvu s využitím DPZ a GIS. *Příroda*, č. 10, s. 107–124.
- Haase, D., Walz, U., Neubert, M., Rosenberg, M. (2007): Changes to Central European landscapes – Analysing historical maps to approach current environmental issues, examples from Saxony, Central Germany. *Land Use Policy*, vol. 24, no. 1, p. 248–263.
- Hamre, L. N., Domaas, S. T., Austad, I., Rydgren, K. (2007): Land-cover and structural changes in a western Norwegian cultural landscape since 1865, based on an old cadastral map and field survey. *Landscape Ecology*, vol. 22, no. 10, p. 1563–1574.
- Hauser, T., Posmourny, C., Cernajsek, K. (2004): How old maps are used to investigate modern environmental issues in the Czech Republic. *Scripta Geologica*, spec. iss. 4, p. 78–82.
- Havlíček, M. (2008): Využití krajiny na Hodonínsku od 19. století do současnosti. In Kubíček, P., Foltýnová, D. [eds.] *Sborník přednášek konference Geoinformatika ve veřejné správě Brno 2008, CAGI (Czech Association for Geoinformation)*. [CD ROM]
- Havlíček, M., Borovec, R., Svoboda, J. (2009): Long-term changes in land use in the Litava River basin. *Acta Pruhoniciana*, no. 91, p. 31–37.
- Heymann, Y., Stenmans, Ch., Crossille, G., Bossard, M. (1994): *CORINE Land Cover: Technical Guide*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 137 p.
- Hietel, E., Waldhardt, R., Otte, A. (2004): Analysing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany. *Landscape Ecology*, vol. 19, no. 5, p. 473–489.
- Hooke, J. M., Redmond, C. E. (1989a): River-Channel Changes in England and Wales. *Water and Environment Journal*, vol. 3, no. 4, p. 328–335.
- Hooke, J. M., Redmond, C. E. (1989b): Use of Cartographic Sources for Analysing River Channel Change with Examples from Britain. In *Historical Change of Large Alluvial Rivers: Western Europe*. Chichester, John Wiley et Sons, Ltd., p. 79–93.
- Hooke, J. M., Redmond, C. E. (1992): Causes and Nature of River Planform Change. In *Dynamic of Gravel-bed Rivers*. Chichester, John Wiley et Sons, Ltd., p. 558–571.
- Chrudina, Z. (2009): Changes of streams in the Litava River basin from the second half of the 18th century until the present (1763–2006) based on the study of old maps. *Acta Pruhoniciana*, vol. 91, p. 35–44.
- Chrudina, Z. (2010a): Změny na vybraných vodních tocích v povodí řeky Jevišovky od druhé poloviny 18. století po současnost (1763–2006) na základě studia starých map. *Acta Pruhoniciana*, č. 94, s. 55–63.
- Chrudina, Z. (2010b): Vliv člověka na průběh vybraných vodních toků jižní Moravy od druhé poloviny 18. století po současnost na základě studia starých map. In Brtnický, M. et al. *Sborník abstraktů Degradace a regenerace krajiny a dílčích krajinných sfér*. Brno, Mendelova univerzita, 59 s.
- Jeleček, L. (1995): Využití půdního fondu České republiky 1845–1995: Hlavní trendy a širší souvislosti. *Sborník ČGS*, roč. 100, č. 4, s. 276–291.
- Jessel, B., Jacobs, J. (2005): Land use scenario development and stakeholder involvement as tools for watershed management within the Havel River Basin. *Limnologica*, no. 35, p. 220–233.
- Jones, J. E., Haluska, M. A., O' Connor, T. L. (2003): Flood plain and channel dynamics of the Quinault and Queets Rivers, Washington, USA. *Geomorphology*, vol. 51, no. 1, p. 31–59.
- Just, T. et al. (2005): *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. Praha, 3. ZO ČSOP Hořovicko, 359 s.
- Kilianová, H. (2000): Řeka Morava na mapách III. vojenského mapování z let 1876–1880: příspěvek k fluvialní dynamice. In *Geol. Výzk. Mor. Slez. v r. 1999*, Brno, s. 27–30.
- Klößing, B., Haberlandt, U. (2002): Impact of land use changes on water dynamics a case study in temperate meso and macroscale river basin. *Physics and Chemistry of the Earth*, no. 27, p. 619–629.
- Krejčíková, B. (2011): Vliv vybraných FG podmínek na dlouhodobé změny odtokového procesu v povodí řeky Moravy. *Díplomová práce, Geografický ústav, Masarykova univerzita*, 98 s.
- Kukla, P. (2007): Analýza historického vývoje krajiny se zvláštním zřetelem na vodní složku krajiny. In *Venkovská krajina, Sborník z konference, Hostětín, CZ-IALE et ZO ČSOP Veronika*, s. 71–76.
- Lehotský, M., Grešková, A. (2004): *Slovensko-anglický hydromorfologický slovník*. Bratislava, SHMÚ, 75 s.
- Lipský, Z. (1994): Změna struktury české venkovské krajiny. *Sborník České geografické společnosti*, roč. 99, č. 4, s. 248–260.
- Lipský, Z. (1995): The changing face of the Czech rural landscape. *Landscape and Urban Planning*, no. 31, p. 39–45.
- Lowicki, D. (2008): Land use changes in Poland during transformation – Case study of Wielkopolsko region. *Landscape and Urban Planning*, no. 87, p. 279–288.
- Mackovčín, P. (2009): Land use categorization based on topographic maps. *Acta Pruhoniciana*, no. 91, p. 5–13.
- Milanova, E. V., Lioubimtseva, E. Y., Tcherkashin, P. A., Yanvareva, L. F. (1999): Land use/cover change in Russia: mapping and GIS. *Land Use Policy*, vol. 16, no. 3, p. 153–159.
- Miškovský, M., Zimová, R. (2006): Historická mapování českých zemí. [online] In *GEOS 2006 – 1st International*

- Fair of Geodesy, Cartography, Navigation and Geoinformatics – Conference Proceedings. [cit. 2009-03-21], dostupné z: <http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/miks_zim_GEOS06.pdf>.
- Ngigi, S. N., Savenije, H. G. H., Gichuki, F. N. (2007): Land use changes and hydrological impacts related to up-scaling of rainwater harvesting and management in upper Ewaso Ng'iro river basin, Kenya. *Land Use Policy*, no. 24, p. 129–140.
- Olah, B., Boltižiar, M., Petrovič, F. (2006): Land use changes relation to georelief and distance in the East Carpathians Biosphere Reserve. *Ekológia*, Bratislava, vol. 25, no. 1, p. 68–81.
- Palang, H., Mander, U., Luud, A. (1998): Landscape diversity changes in Estonia. *Landscape and Urban Planning*, vol. 41, no. 3–4, p. 163–169.
- Petek, F. (2002): Metodology of evaluation of changes in land use in Slovenia between 1896 and 1999. *Geografski zbornik*, no. XLL, p. 62–97.
- Poudevigne, I., van Rooij, S., Moring, P., Alard, D. (1997): Dynamics of rural landscapes and their main driving factors: A case study in the Seine Valley, Normandy, France. *Landscape and Urban Planning*, vol. 38, no. 1–2, p. 93–103.
- Skaloš, J., Engstová, B. (2010): Methodology for mapping non-forest wood elements using historic cadastral maps and aerial photographs as a basis for management. *Journal of Environmental Management*, vol. 91, no. 4, p. 831–843.
- Skaloš, J., Weber, M., Lipský, Z., Řepáková, I., Šantrůčková, M., Uhlířová, L., Kukla, P. (2011): Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes Case study (Czech Republic). *Applied Geography*, vol. 31, no. 2, p. 426–438.
- Skanes, H. M., Bunce, R. G. H. (1997): Directions of landscape change (1741–1993) in Virestad, Sweden – characterised by multivariate analysis. *Landscape and Urban Planning*, vol. 38, no. 1–2, p. 61–75.
- Skokanová, H. (2009): Application of methodological principles for assessment of land use changes trajectories and processes in South-eastern Moravia for the period 1836–2006. *Acta Pruhoniana*, no. 91, p. 15–21.
- Skokanová, H. (2005): Změny koryta dolní Dyje v období 1830–2001 způsobené antropogenní činností. *Geografie – sborník České geografické společnosti*, roč. 109, č. 4, s. 271–285.
- Stäuble, S., Martin, S., Reynard, E. (2008): Historical Mapping for Landscape Reconstruction. Examples from the Canton of Valais (Switzerland). [online] 6th ICA Mountain Cartography Workshop in Lenk (Switzerland) [cit. 2009-03-17], dostupné z: <http://www.mountaincartography.org/publications/papers/papers_lenk_08/stauble.pdf>.
- Stránská, T., Havlíček, M. (2008): Ecological Assessment of Landscape Development and Changes in the Ivančice Microregion (Czech Republic). *Moravian Geographical Reports*, vol. 16, no. 1, p. 26–36.
- Swetnam, R. D. (2007): Rural land use in England and Wales between 1930 and 1998: Mapping trajectories of change with a high resolution spatio-temporal dataset. *Landscape and Urban Planning*, vol. 81, no. 1–2, p. 91–103.
- Warburton, J., Danks, M., Wishart, D. (2002): Stability of an upland gravel-bed stream, Swinhope Burn, Northern England. *CATENA*, vol. 49, no. 4, p. 309–329.
- Winterbottom, S. J. (2000): Medium and short-term channel planform changes on the Rivers Tay and Tummel, Scotland. *Geomorphology*, vol. 34, p. 195–208.
- Žikulinas, J. (2008): Hydrographic changes of the Strėva Basin in the 20th century. Part 1. Water streams. *Geografija*, vol. 44, no. 1, p. 26–30.

Rukopis doručen: 3. 5. 2011

Přijat po recenzi: 25. 8. 2011

HODNOCENÍ ZMĚN KRAJINNÉHO CHARAKTERU POMOCÍ GIS V OBLASTECH S KULTURNĚ HISTORICKOU HODNOTOU – PŘÍPADOVÁ STUDIE KRÁSNÝ DVŮR

AREAS WITH CULTURAL AND HISTORICAL VALUES – CASE STUDY KRÁSNÝ DVŮR

Helena Justová, Emilie Pecharová

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 81 Praha 6-Suchbát, justova@knc.czu.cz

Abstrakt

Studie řeší využití a aplikaci postupů, použitelných pro sledování změn v české krajině na úpatí Doupovských hor, katastrální území Krásný Dvůr. Byly posouzeny čtyři časové horizonty – první polovina 19. století (II. vojenské mapování cca 1836), 1968, 1987 a současnost (vlastní terénní mapování a průzkum v létě 2010). Na základě mapových podkladů z roků 1836, 1968, 1987 a terénních podkladů z r. 2010, byla získána data využívání půdy. Ve sledovaných obdobích byly provedeny základní analýzy, které ukázaly změnu výměry u plošných a liniových krajinných prvků, které probíhaly od 2. poloviny 19. století do dnešních dnů. Z analyzovaných dat bylo zjištěno, že v katastru Krásného Dvora se vyskytují převážně plochy dlouhodobě využívané jako orná půda podléhající vysokému antropickému tlaku po celé sledované historické období. Tomuto tlaku však nepodlehly zámek a především ani hodnotný zámecký park. Použitý metodický postup se jeví jako využitelný, s možností čerpání z dostupných dat v různých časových obdobích.

Klíčová slova: krajinné změny, zámecký park, land use, Krásný Dvůr

Abstract

The study deals with the use and application of the procedures applicable for monitoring of landscape changes in the Czech countryside in the foothills of the Doupovské mountains, in Krásný Dvůr Cadastral area. There were examined four different time periods – since mid-19th century (second military mapping – ca 1836), 1968, 1987 till present (own field mapping and exploration in summer of 2010). Based on maps from the years 1836, 1968, 1987 and documents from the field in 2010, land use data were. There were performed fundamental analyses in the period under review. These showed a change in the lines and the area of flat landscape elements, which have been taking place from the 2nd half of 19th century to the present day. The analyzed data showed that the area of Krásný Dvůr cadastre is consisting mostly of long-term use as arable land, which is subject to high anthropogenic pressure over the whole historical period. However this did not affect the castle and park, which is very valuable. Methodology, used in this case, appears to be usable, with the possibility of drawing from the available data in different time periods.

Key words: landscape changes, castle park, land use, Krásný Dvůr

ÚVOD

Zámecké parky a zahrady jsou nedílnou součástí české krajiny. Evropská krajina je několik tisíciletí ovlivňována lidskou činností (Sklenička, 2003) a řešená krajina do evropské bezpečnosti patří. Téma jejího vývoje společně s vývojem zámeckých parků je velmi specifické a doposud ve vybraném území v tomto kontextu neřešené. Přestože na území České republiky v průběhu doby zanikla řada historických objektů, jejichž součástí byly i parky a zahrady, do dnešní doby se zachovalo množství zámeckých objektů v různém technickém stavu (Vlček, 2000). V Čechách je známo více než 800 historických objektů vybudovaných společně s parkovou úpravou jejich okolí (Hieke, 1984). Vybudování tak husté sítě většinou šlechtických sídel má své historické a společenské kořeny. Často při výběru lokality spolurozhodovaly estetické a krajinářské hodnoty přírody. Proto stavitelé zámeckých budov využívali návaznosti staveb na okolí, se kterým vytvářejí jeden celek.

„Parky jsou chápány jako ucelený soubor zeleně, který je neodmyslitelnou součástí urbánlní struktury sídla nebo jeho části“ (Otruba, 2002). Původně šlo o ohrazené místo určené pro chov zvěře, které se v 16. stol. vyvinulo z ohrazené zahrady (Benešová, 1999). Parky se liší obsahem, funkcí a vyjadřovací formou, ke které již ve 30. letech říká Karel Teige „Park je umělou krajinou a architektonizovanou přírodou“. Otruba (2002) charakterizuje park ve svých skladebních vztazích jako záměrně ztvárněný výsek přírody a jejích prvků, které mají sloužit k podpoře vnější i vnitřní pohody člověka, vyzývat k přemýšlení a vychovávat a možnost volby vlastního cíle. V parku by neměla být zdůrazňována forma nad obsahem.

Typ anglického parku vznikl na přelomu 17. a 18. stol. z formální zahrady. O výtvarnou hodnotu se zasadil hlavně William Kent (Benešová, 1999). V tomto typu parkové úpravy se nově přistupuje k architektuře, která se neguje a mění se v krajinou kompozici ustupující pravdivé přírodě. Anglický park je krajinářský obraz, kde je do jednoho rámce zhuštěn větší

počet krajinných výseků, takže jediným pohledem obsáhne přírodní krásy ve skutečnosti daleko rozptýlené (Otruba, 2002). Anglický park je charakterizován umělou přirozeností, druhovou pestrostí, sbírkami dřevin, soliterními stromy i skupinami dřevin barevně sladěnými a častou inspirací v čínských zahradách (Boults, Sullivan, 2010) a drobnou architekturou (tab. 1).

Nejstarší zmínka o vsi Krásný Dvůr je z r. 1295, kdy ve vsi pod potokem stávala tvrz, tzv. dolní. V polovině 15. století vznikla v místech dnešního zámku druhá tvrz, které se říkalo horní (Anděl et al., 1984). Když r. 1572 prodal Jan Mašťovský z Kolovrat dolní tvrz s valy, dvorem, dvěma mlýny a vesnicí Krásný Dvůr s příslušenstvím Albrechtu Novohradskému z Kolovrat, zbyla mu pouze horní tvrz (Lorenc, Tříška, 1954). Do ní se postupně přestěhoval veškerý život a o dolní tvrzi od r. 1623 již nejsou zmínky (Anděl et al., 1984). Po Mašťovském z Kolovrat se v držbě krásnodvorského statku vystřídalo několik různých vlastníků, z nichž žádný neprovedl žádnou významnou úpravu (Lorenc, Tříška, 1954). Roku 1649 koupil panství a zámek Heřman Černín z Chudenic (Koblasa, 2008), ve třetí čtvrtině 16. století byla na místě dnešního zámku postavena renesanční vila (Pacáková-Hošťálková, 1999).

Černínům patřilo panství i zámek až do r. 1945 (Kopal, 1961). Zámek v dnešní barokní podobě pochází od Františka Josefa Černína, který jej dal přestavět v letech 1720–1725 podle návrhů známého a věhlasného pražského stavitele Františka Maxmiliána Kaňky (Kopal, 1961).

V časech německé okupace byl zámek využíván Hitlerovým ministrem zahraničí Joachimem von Ribbentropem (Ptáček, 1997). Po r. 1945 se stal zámek s parkem majetkem státu a měl různá využití (kanceláře lesní správy, depozitář Podbořanského muzea). V r. 1967 o park a zámek začal pečovat Okresní národní výbor v Lounech, který udržoval park a zahájil opravy zámku i staveb v parku (Anděl et al., 1984).

METODIKA

Lokalizace a vymezení zájmového území

Území Krásného Dvora leží cca 6 km severně od Podbořan v Ústeckém kraji, okrese Louny (obr. 1). Jde o bohatou zemědělskou krajinu protkanou chmelnicemi, lesy, řepnými a pšeničnými lány. Samotný katastr Krásného Dvora je typický především zámkem a krajinářským parkem (Kopal, 1961).

Geomorfologicky leží v jižní části Mostecké pánve (podcelek Žatecká pánev, okrsek Pětipeská kotlina) (Šantrůčková, 2010) a spadá do mosteckého bioregionu. Celé území patří do teplé klimatické oblasti s průměrnými červencovými teplotami 18 °C a průměrnými lednovými teplotami –2 °C. Navíc se nachází ve srážkovém stínu Krušných a Doupovských hor, takže roční úhrny srážek se pohybují jen mezi 450–500 mm (Atlas podnebí Česka, 2007).

Tab. 1 Abecední seznam památek zámeckého parku Krásný Dvůr

| Památka | Poznámka |
|-------------------------------|--|
| Boží muka | 1749; původně stála na cestě mezi Krásným Dvorem a Brody |
| Čertova lávka | pouze torzo |
| Červená myslivna | tzv. holandský statek; 1797 |
| Čínský pavilon | 1788–1790; ve stylu pagody, dříve s větrnou zvonkohrou |
| Gloriet se sloupopřádím | 1784 |
| Goethův dub | nejstarší dub v Čechách s obvodem 925 cm |
| Goethův pavilon | letohrádek; 1784–1786 |
| Gotický templ | vyhlídková věž na okraji velké louky, která dnes slouží jako cvičné golfové hřiště |
| Hájovna | |
| Hrabčící studánka | není volně přístupná |
| Hrázděný kostelík | již nestojí |
| Jeskyně s antickými náhrobkly | uměle vystavěna v r. 1786, a umístěn sarkofág |
| Obelisk | 26 m; 1801; postavený k počtě arcivévodě Karla Rakouského a na oslavu čtených vítězství celé c. a k. rakouské armády a bitvy u Ambergu r. 1796 |
| Památná deska | 1906; připomenutí vzácných návštěvníků |
| Panův templ | anglický chrámek; 1783–1786; nejstarší z navržených staveb |
| Pomník padlým | obětím I. sv. války z okolních vesnic |
| Poustevna | 1786; dnes jen rozvaliny; podzemní chodba do hrázděného kostelíka |
| Ptačí voliéra | původní stavba vznikla před r. 1791; současná je z 2. poloviny 20. století inspirována původní stavbou, ale není přesnou kopií |
| Vodní kaskáda s vodopádem | dnes už patrné jen zbytky; 1785 |

Zdroj: Ptáček, 1997; Pacáková-Hošťálková, 1999; Heber, 2006; Anděl, 1962; Hieke, 1972 a 1984; Hofmanová, 2010; Hušek, 2006



Obr. 1 Poloha Krásného Dvora v rámci ČR

Použitá data a jejich zpracování

Pro stanovení krajinných změn byl sledován vývoj ve využívání krajiny člověkem ve čtyřech časových řadách (cca 1836, 1968, 1987 a 2010). Historická data byla čerpána z map II. vojenského mapování a historických leteckých snímků. Ze všech sledovaných časových období byly vytvořeny mapy struktury půdního fondu, tzv. land use. Land use je důležitým ukazatelem ekonomického a ekologického potenciálu daného území, charakterizuje, do jaké míry a jakým způsobem člověk území využívá (Jeleček et al., 1999). Pro zjištění současného land use je nejpřesnějším a zároveň nejnáročnějším metodickým postupem provést terénní mapování. Terénní průzkumy byly provedeny dle metodiky Bodláka (Bodlák et al., 2008). Ze získaných informací byla vytvořena tematická mapa, která poskytuje přesnou informaci o současném stavu využití krajiny (Bodlák et al., 2008). Po zpracování informací v programu ArcGIS byly identifikovány změnové polygony mezi plošnými objekty z různých období (Cajthaml, Krejčí, 2008) a provedeny základní analýzy, ze kterých jsme získali data, která můžeme porovnávat.

Podklady

- **Mapa II. vojenského mapování** – v prostředí GIS je bezplatně k dispozici pomocí IMS služeb, které poskytuje česká informační agentura životního prostředí přes doménovou adresu serveru <http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services> (výstup z tohoto podkladu je mapa land use z roku 1836).
- **Ortofotomapa** – v prostředí GIS je bezplatně k dispozici pomocí IMS služeb, které poskytuje česká informační agentura životního prostředí přes doménovou adresu serveru <http://geoportal.gov.cz/ArcGIS/services> (mapa sloužila jako podklad pro mapování v terénu, výstup z tohoto podkladu je mapa současného land use).
- **Historické letecké snímky** – černobílé historické letecké snímky objednány u Geografické správy armády České republiky v Dobrušce (výstup z tohoto podkladu je mapa land use z let 1968 a 1987). Podklady musely být ořezány o nepotřebné naskenované přesahy a zgeoreferencovány

(v programu ArcGis 9.3). Při jejich špatné kvalitě, nebo při špatném rozpoznání kultur či tras cest, bylo provedeno ověřování z dostupných zdrojů, zejména terénní observací.

- **Základní mapy** – využity byly tištěné a digitální volně dostupné mapy. Mapy sloužily pro lepší orientaci při mapování v terénu, nebo, u starších map, pro upřesnění informací, které nebyly patrné z historických leteckých snímků (z těchto podkladů není speciální výstup, byly použity k doplnění a verifikaci ostatních mapových podkladů).

Historické mapování

Historické land use bylo hodnoceno podle shodného mapovacího klíče, vzhledem k nižší podrobnosti mapového materiálu pouze v úrovni typů land use. Pro porovnání jednotlivých časových řad bylo nutno zjednodušit legendu současného stavu na úroveň historického podkladu. Ze všech sledovaných časových období byly vytvořeny mapy struktury půdního fondu tzv. land use (obr. 2–4).

Terénní mapování

Terénní mapování využití krajiny (land use) se uskutečnilo během vegetačního období (červen–srpen 2010), kdy lze dobře determinovat polní kultury. Výchozí mapovací klíč byl modifikován podle Bodláka (2008) a byl doplněn o specifické typy ploch pro řešené území (tab. 2).

Aktuální stav využití ploch obou katastrů proběhl zapisováním příslušných číselných kódů jednotlivých mapovaných jednotek do přesně zakreslených hranic zjištěných typů land use. Záznamy byly zanášeny do ortofotomapy z roku 2007 v měřítku 1 : 10 000. Výsledkem je mapa současného land use (obr. 5).

Sledované charakteristiky

Základní krajinné charakteristiky byly vyhodnoceny

- a) pomocí průměrného indexu tvaru plošky, popř. složitosti plošky (Media Sustainability Index – MSI). Index vypovídá o geometrické složitosti plošky a o krajinné konfiguraci. Kompaktní a jednoduché tvary plošek dosahují hodnot blízkých 1, geometricky složitější tvary vyšší než 1 (McGarigal et Marks, 1994)
- b) vyhodnocením bohatosti plošek. Bohatost plošek je komponentou krajinné kompozice a struktury. Je popsána jako počet plošek v krajině. Lze ji popsat pomocí Shannonova indexu diverzity. Shannonův index rozmanitosti (SDI) kvantifikuje diverzitu krajiny založenou na dvou složkách: počet odlišných typů plošek (bohatost) a jejich plošný podíl (zastoupení). SDI roste, pokud roste i počet typů plošek nebo pokud se plošné zastoupení jednotlivých typů stává rovnoměrným. Maximálních hodnot dosahuje tehdy, když je maximální počet tříd plošek zastoupen v krajině rovnoměrně (Balej, 2006). Shannonův index stejnoměrnosti (SEI) je ukazatel změny pestrosti plošek a tříd krajinného pokryvu ve vztahu k potenciální možné diverzitě, pohybuje se v rozmezí 0–1,

Tab. 2 Upravený mapovací klíč dle Bodláka et al. (2008)

| Typ land use | Základní mapovaná jednotka | Typ land use | Základní mapovaná jednotka |
|----------------|------------------------------|---|--|
| Orná půda | Pole | Vodní plochy | Rybníky |
| Trvalé kultury | Chmelnice | Zastavěné plochy | Jezera |
| | Sady | | Mokřady |
| | Vinice | Souvislá zástavba (s přilehlými zahradami) | |
| | Zahrady mimo zastavěné území | Roztroušená zástavba (s přilehlými zahradami) | |
| Travní porosty | Louky | Komunikace | Silnice |
| | Pastviny | | Polní cesty |
| Lesy | Listnaté | Ostatní plochy | Železnice |
| | Jehličnaté | | Veškeré pozemky, které nezapadají do předchozích kategorií |
| | Směšené | Vodní plochy | Rybníky |
| | Paseky a mýtiny | Parky a zahrady | Zámecký park |

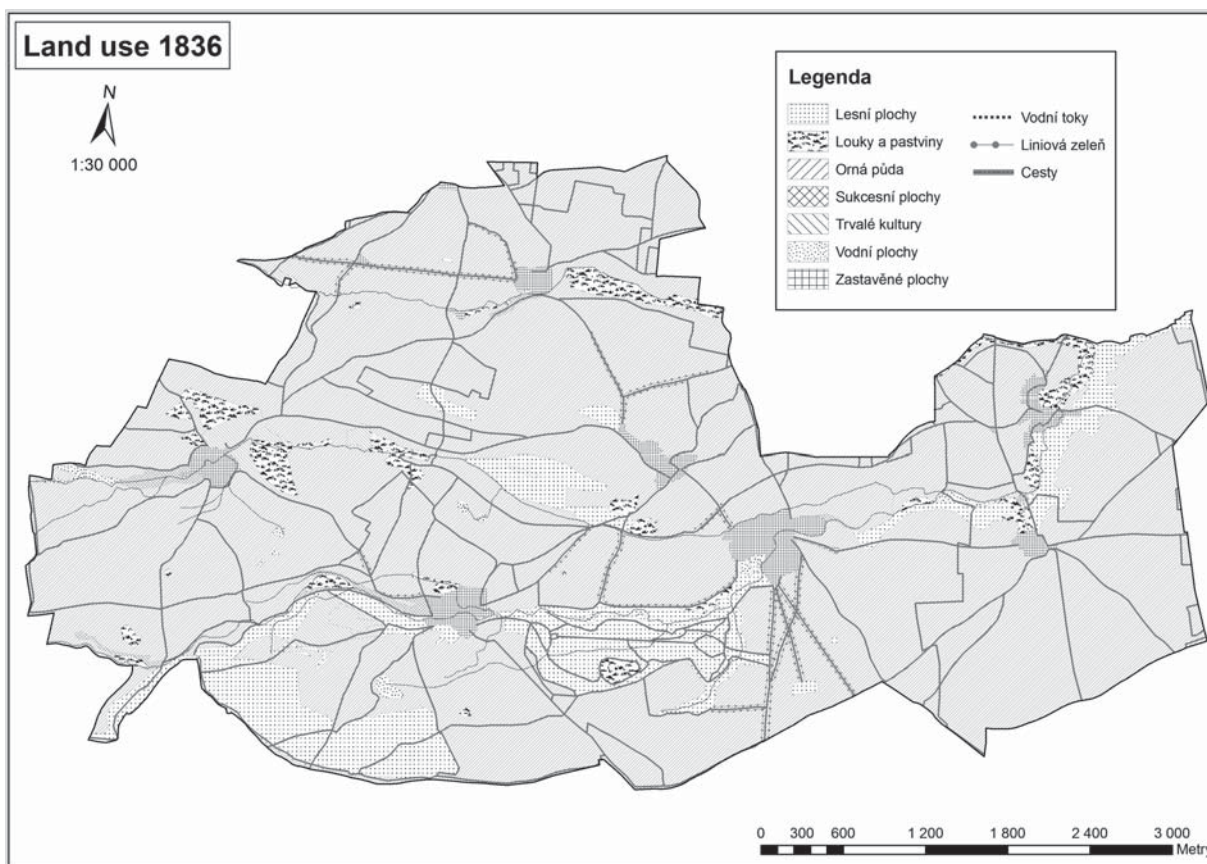
- c) indexem průměrné délky okrajů (udává průměrnou délku hran mezi dvěma určitými kategoriemi - např. les – orná půda). Okraj plošky je tedy chápán jako hranice mezi dvěma ploškami odlišných typů.

Sledované krajinné prvky

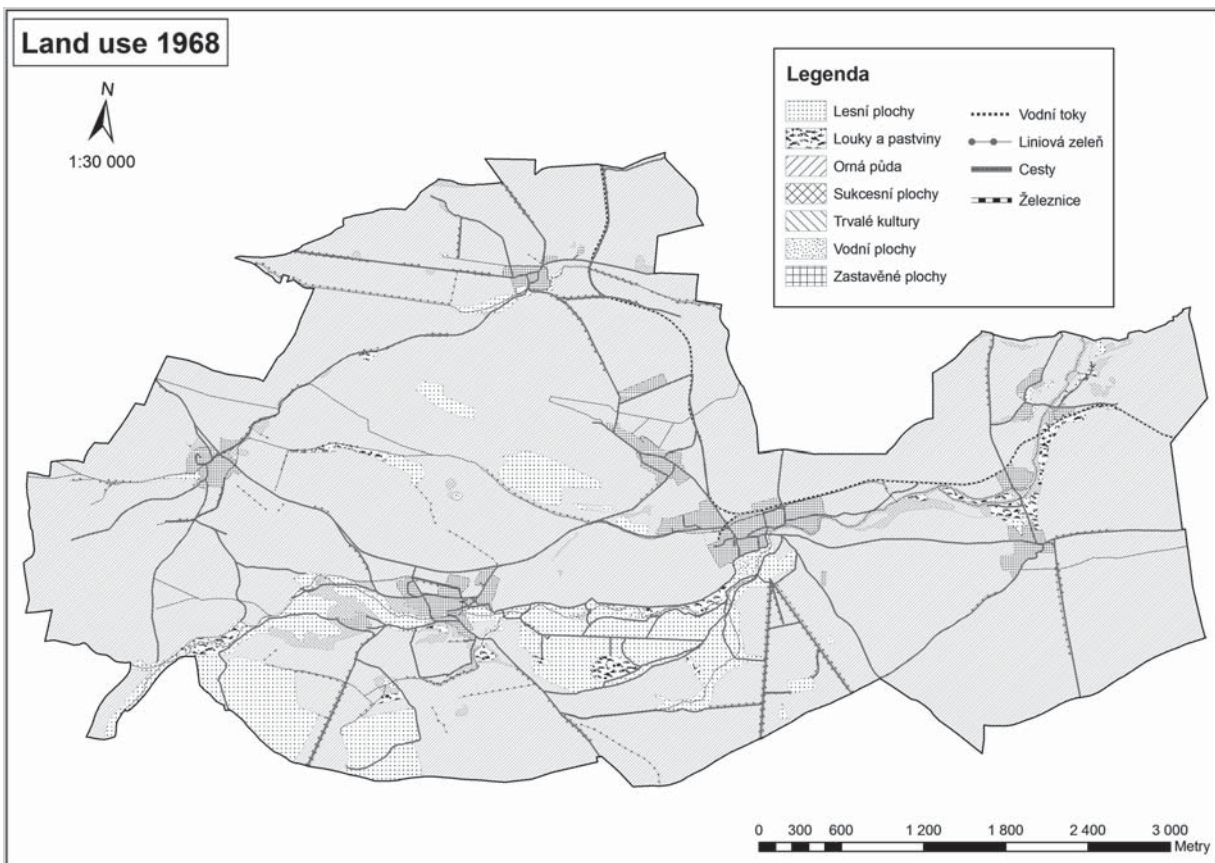
Jsou uváděny v tab. 2

VÝSLEDKY A DISKUZE

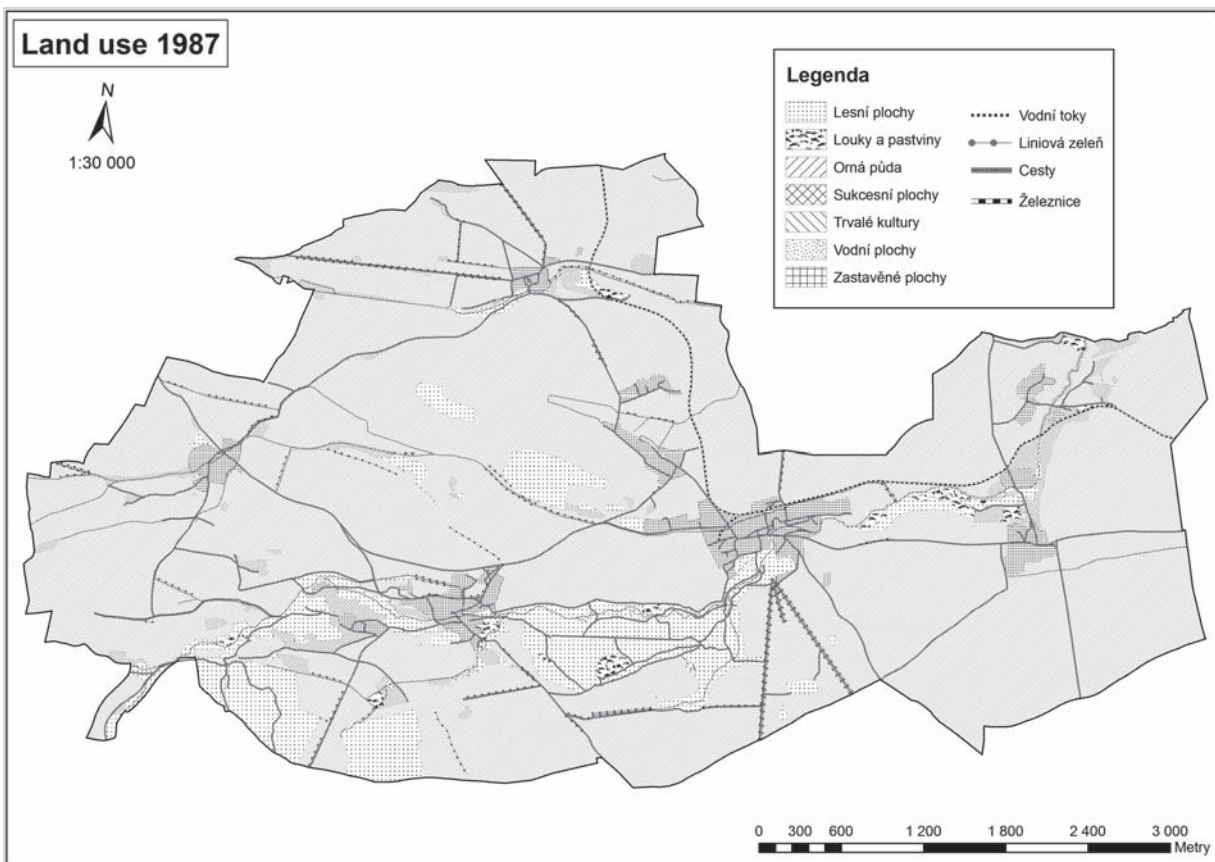
Z rekonstrukčních map a mapy současného land use (obr. 2–5) byla získána data o vývoji jednotlivých kultur (tab. 3) a o délkách liniových krajinných prvků (tab. 4). Tato data byla zpracována do přehledných grafů vypovídajících o trendech vývoje krajinných prvků v Krásném Dvoře (graf 1 a 2).



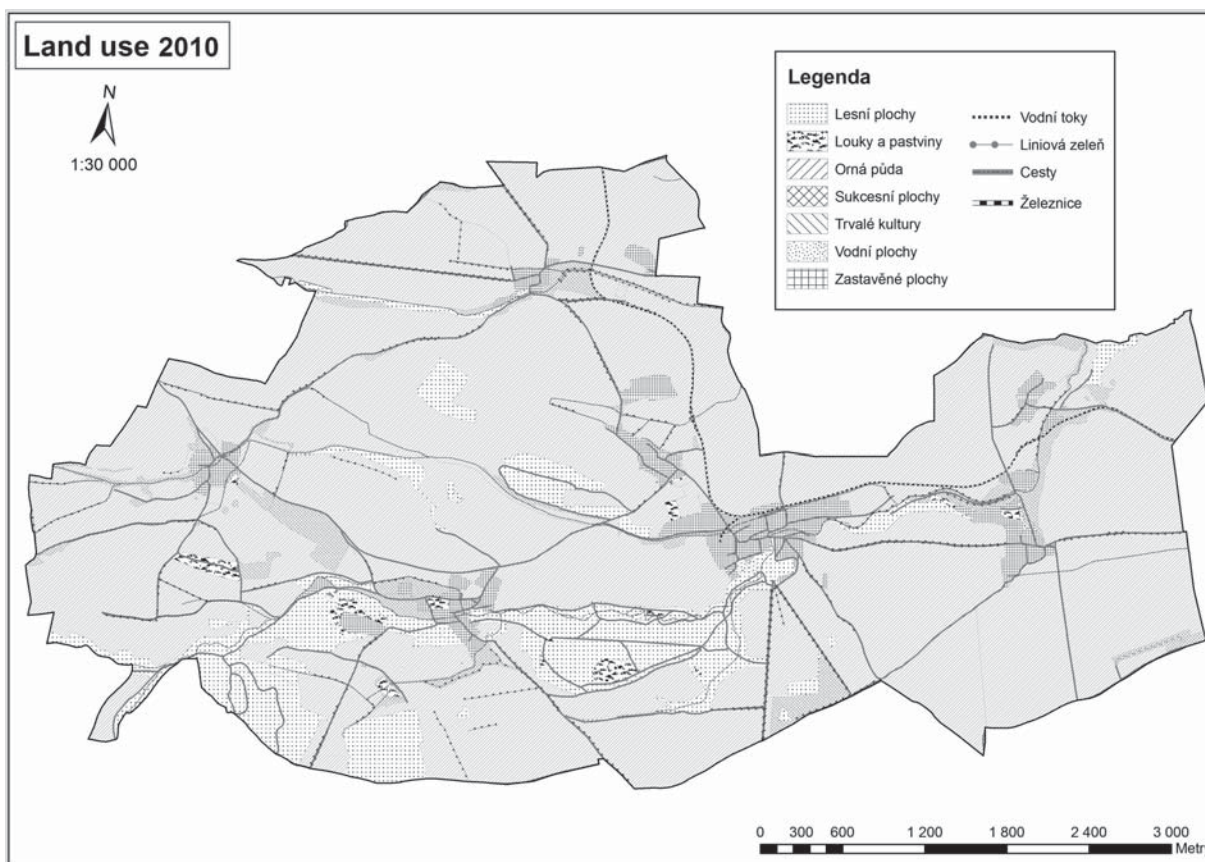
Obr. 2 Rekonstrukční mapa land use z roku 1836; podkladová mapa II. vojenského mapování (Zdroj: CENIA)



Obr. 3 Rekonstrukční mapa land use z roku 1968; podkladová mapa ortofoto (Zdroj: Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad)



Obr. 4 Rekonstrukční mapa land use z roku 1987; podkladová mapa ortofoto (Zdroj: Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad)



Obr. 5 Mapa současného land use z roku 2010; podkladová mapa ortofoto (Zdroj: Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad)

Tab. 3 Trend vývoje jednotlivých kultur v katastru Krásný Dvůr v období 1836–2010

| Kultura | 1836 | 1968 | 1987 | 2010 |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | [ha] | [ha] | [ha] | [ha] |
| Lesní plochy | 286 | 234 | 258 | 289 |
| Louky a pastviny | 76 | 32 | 18 | 22 |
| Orná půda | 2 036 | 2 117 | 2 065 | 1 985 |
| Sukcesní plochy | 18 | 48 | 77 | 109 |
| Trvalé kultury | 29 | 4 | 0 | 0 |
| Zastavěná plocha | 71 | 90 | 108 | 121 |
| Vodní plochy | 12 | 3 | 3 | 3 |
| Celkem | 2 528 | 2 528 | 2 529 | 2 529 |

Trend vývoje plošných prvků

Je zobrazen na obr. 2–5.

Snížení výměry lesních ploch v období let 1968 a 1987 bylo způsobeno vykácením částí lesů kvůli zvětšování bloků orné půdy. Současný nárůst lesní plochy vznikl dostatečným zápojem samovolně vznikajících lesních sukcesních ploch. Tento údaj je odvozen od reálné existence lesních porostů ve studovaném území, nikoliv od kategorií PUPFL.

V minulosti se zemědělské krajiny prostorově co nejvíce hospodářsky využívaly a „neudržované“ plochy byly jen v místech, které nebyly dostatečně přístupné. Ve srovnání s dnešním sta-

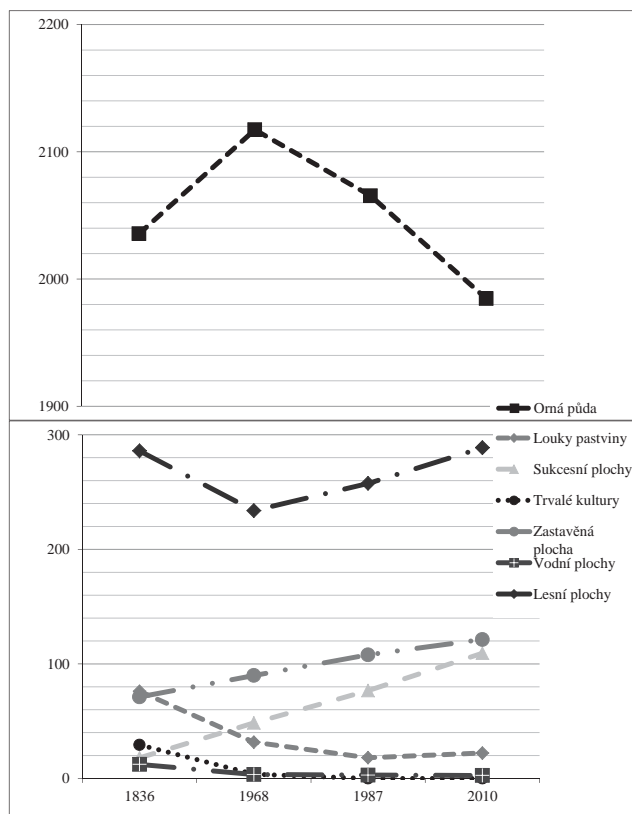
vem byly např. louky vysekávány až k okrajům vodních toků, okraje cest a meze byly vypásány. Výrazný nárůst sukcesních ploch je projevem snížení intenzity hospodářského využívání území. Zvláště patrný je právě v okolí vodních ploch a cest.

Výměra luk a pastvin ve sledovaném období stále klesá, naopak narůstá výměra orné půdy. V současné době jsou původní, druhově bohaté louky zachovány pouze v areálu zámeckého parku.

Plocha orné půdy v průběhu sledovaného období mírně kolísá. Vzhledem k tomu, že se jedná o starosídelní zemědělskou krajinu s úrodnými půdami, je kolísání výměry orné půdy pouze projevem momentální hospodářské situace.

Trvalé kultury typu chmelnic a sadů byly na sledovaném území zaznamenány v rozmezí let 1836 (6 chmelnic a 5 sadů) až 1968 (4 chmelnice a 2 sady). Později všechny trvalé kultury ustoupily hlavně polím a lesům. Dnes se v katastru nenachází ani jeden sad nebo chmelnice.

Zastavěné plochy v území logicky stoupají s rozvojem oblasti

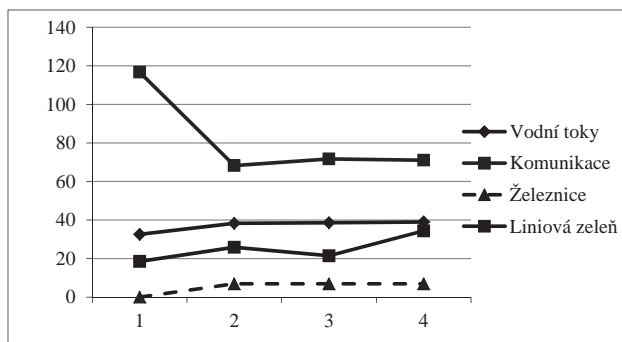


Graf 1 Trend vývoje plošných krajinných prvků v katastru Krásný Dvůr v období 1836–2010

v moderní době. Vodních ploch ubylo v důsledku odvodňování pozemků a melioračním zásahům, včetně likvidace vodní kaskády v zámeckém parku.

Trend vývoje liniových prvků

Vodní toky zůstávají v průběhu sledovaného období prakticky beze změny. Údaj z roku 1836 je zatížen určitou chybou, kdy mohlo dojít k nepřesnostem v interpretaci vzhledem ke špatné kolorizaci mapy II. vojenského mapování (možná záměna toku za cestu). V pozdějších letech mohlo dojít k menším



Graf 2 Trend vývoje liniových krajinných prvků v katastru Krásný Dvůr v období 1836–2010

nepřesnostem obtížnou identifikací toku na ortofotomapě. Za jedině přesné výsledky je možné považovat údaje z roku 2010, kde byl uskutečněn podrobný terénní průzkum.

V kategorii komunikace jsou vyhodnoceny veškeré silnice a polní cesty, které v průběhu sledovaného období jeví klesající tendenci, zejména v důsledku scelování polních kultur. Stav z roku 1836 mohl být navýšen chybou v nepřesné interpretaci (záměna s vodním tokem).

Železnice jako liniová stavba je poprvé zaznamenána na mapových podkladech z roku 1968, do současné doby se délka a trasa nezměnily.

Postupný nárůst liniové zeleně je možné vysvětlit postupným historickým vývojem území. Na mapových podkladech z roku 1836 je zakreslena liniová zeleň především kolem tzv. císařských (hlavních) cest, kolem drobné cestní sítě a kolem toků nebyla zeleň zřejmě zakreslována. Do stavů následujících let se promítá doprovodná zeleň cest (zbylé aleje) a vodotečí, jde i o neudržovanou zeleň liniového charakteru (např. kolem cest a zbytků mezí), která není zařazena do kategorie sukcesních ploch (graf 2).

Základní krajinné charakteristiky

Po zpracování informací v programu ArcGIS byly identifikovány změnové polygony mezi plošnými objekty z různých období (Cajthaml, Krejčí, 2008). Z podrobného vyhodnocení změn krajinných charakteristik v období 1836–2010 (tab. 5) vyplývá, že vnitřní struktura krajiny během zhruba posledních 170 let nezaznamenala zásadní změny. Dle počtu plošek je patrná největší mozaikovitost v 1. polovině 19. století, což

Tab. 4 Trend vývoje liniových prvků v katastru Krásný Dvůr v období 1836–2010

| Liniové prvky | 1836 | 1968 | 1987 | 2010 |
|---------------|------|------|------|------|
| | [km] | [km] | [km] | [km] |
| Vodní toky | 33 | 38 | 39 | 39 |
| Komunikace | 117 | 68 | 71 | 71 |
| Železnice | 0 | 7 | 7 | 7 |
| Liniová zeleň | 19 | 26 | 34 | 34 |

Tab. 5 Základní krajinné charakteristiky

| Charakteristika | 1836 | 1968 | 1987 | 2010 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Celková plocha [ha] | 2 528 | 2 528 | 2 529 | 2 529 |
| Počet plošek | 402 | 364 | 372 | 384 |
| Index průměrné délky okrajů (MPE) [m] | 1 111 | 1 036 | 1 077 | 1 072 |
| Průměrná velikost plošek (MPS) [ha] | 6,3 | 6,9 | 6,8 | 6,6 |
| Průměrný index tvaru (MSI) | 1,78 | 1,86 | 1,86 | 1,90 |
| Bohatost | 7 | 7 | 6 | 6 |
| Shannonův index diverzity (SDI) | 0,741 | 0,636 | 0,682 | 0,768 |
| Shannonův index vyrovnanosti | 0,381 | 0,327 | 0,381 | 0,429 |

je dáno vyšším počtem komunikací, resp. hustotou cestní sítě. Průměrná velikost plošek dokládá jejich zvětšování během kolektivizace, v současné době jeví klesající tendenci.

Index MSI (průměrný index tvaru) pohybující se v rozmezí cca 1,7–1,9 určuje relativní složitost tvaru plošek. Nízkých hodnot dosahuje při kompaktním a jednoduchém tvaru plošek, avšak zjištěné hodnoty studované krajiny blíží se hodnotám 2,0 značí komplikovanější tvar hranic a protáhlý tvar plošek. Takzvaná bohatost čítá pouze 7 a 6 typů ploch. Je patrné, že skladba využívání pozemků se téměř nezměnila, došlo pouze k úbytku trvalých kultur ve volné krajině. Pokud by do hodnocení byly zahrnuty i intravilány obcí a započítávaly se zeleninové zahrady, bohatost by byla stále na úrovni 7 typů ploch.

Index průměrné délky okrajů udává průměrnou délku hran mezi dvěma určitými kategoriemi (např. les – orná půda). Ve studovaném území jsou nejčtenější a nejdelší hrany mezi ornou půdou a polními cestami, mezi lesními plochami a lesními cestami a mezi ornou půdou a lesy. Toto pořadí zůstává během celého sledovaného období.

Shannonův index rozmanitosti (SDI), kvantifikující diverzitu krajiny založenou na počtu odlišných typů plošek (bohatost) a jejich plošného podílu (zastoupení) je v současnosti nejvyšší, což je způsobeno nejrovnoměrnejším plošným zastoupením jednotlivých typů využití půdy ve sledovaných obdobích. Shannonův index stejnoměrnosti (SEI) jako ukazatel změny pestrosti plošek a tříd krajinného pokryvu ve vztahu k potenciální možné diverzitě se pohybuje v rozmezí 0–1. Během sledovaného období je zaznamenáno drobné kolísání a v r. 2010 nárůst, což znamená, že došlo k mírnému nárůstu diverzity.

ZÁVĚR

Orná půda v zájmovém katastru zaujímá největší plošný podíl, který ve sledovaných obdobích drobně kolísá. Největší výměry dosáhla v 60. letech dvacátého století v době, kdy již proběhlo scelování zemědělské půdy do velkých bloků a byly rozorány meze, remízky, louky a pastviny.

Trvalé kultury se v minulosti na území nacházely v zastoupení několika chmelnic a sadů, do dnešní doby se nezachovaly z důvodů přestavby pivovaru na cukrovar a s tím souvisejícím

rušením chmelnic. Travních porostů značně ubylo, nejvíce jich bylo identifikováno v poválečné době, kdy lidé chovali vlastní hospodářská zvířata a potřebovali pro ně potravu.

Lesní pozemky dosahovaly největší výměry překvapivě v první polovině 19. století, kdy je všeobecně nízký stav lesních ploch z důvodu průmyslové revoluce (Malenová, 2008). V současné době se této výměře opět přibližujeme na úkor ostatních ploch, které se rapidně snížily. Stav zapříčinilo dostatečné zapojení sukcesních ploch, které již lze klasifikovat jako lesy. U vývoje vodních ploch bude prakticky ve všech případech obdobného hodnocení nutné ověřovat data II. vojenského mapování z map stabilního katastru, který je podrobnější. Stav zástavby v současné době stoupá. Zástavba se rozšířila a ojediněle vznikla i nová.

V katastru Krásný Dvůr se vyskytují převážně plochy dlouhodobě využívané jako orná půda a tudíž je zde vysoký antropický tlak po celé historické období. Kolektivizací v 50. letech minulého století byly zrušeny polní cesty, tím se menší pozemky sloučily a fragmentace krajiny byla snížena. Lze tvrdit, že katastr Krásného Dvora je typickou zemědělskou krajinou.

Poděkování

Příspěvek byl podpořen výzkumným projektem ČR QH 82106 Rekultivace jako nástroj obnovy vodního režimu a projektem IGA (FŽP ČZU) číslo 201042220041.

LITERATURA

- Anděl, R. (1962): Hrady a zámky severočeského kraje. Liberec, Severočeské krajské nakladatelství, 326 s.
- Anděl, R. et al. (1984): Hrady, zámky a tvrze v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Svazek Severní Čechy. Praha, Nakladatelství Svoboda, 346 s.
- Balej, M. (2006): Krajinné metriky jako indikátory udržitelné krajiny. In Česká geografie v evropském prostoru. Sborník z XXI. sjezdu České geografické společnosti konaném 30. srpna–2. září 2006 v Českých Budějovicích [CD-ROM].

- Benešová, J. (1999): Všeobecná encyklopedie v osmi svazcích: 6, P/R. Vyd. 1. Praha, Diderot, 482 s., ISBN 80-902555-8-2.
- Bodlák, L. et al. (2008): Soubor speciálních tematických map, metodik a metodických postupů ke stanovení funkčních aspektů krajiny pro správní území obcí Horní Stropnice a Nové Hradky, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o.
- Boults, E., Sullivan, Ch. (2010): Illustrated history of landscape design. Hoboken, Wiley, 260 p., ISBN 978-0-470-28933-4.
- Brůna, V., Křiváková, K. (2006): Staré mapy v prostředí GIS a internetu. GEOS 2006, Laboratoř geoinformatiky FŽP UJEP.
- Cajthaml, J., Krejčí, J. (2008): Využití starých map pro výzkum krajiny. GIS Ostrava 2008, Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, ČVUT v Praze.
- Heber, F. A. (2006): České hrady, zámky a tvrze. Druhý díl, Severní Čechy 1815–1849. Vyd. 1. Praha, Argo, 23 s., ISBN 80-7203-791-9.
- Hieke, K. (1972): Zámecký park v Krásném Dvoře u Podbořan. Živa, roč. 20/58, č. 5, s. 176.
- Hieke, K. (1984): České zámecké parky a jejich dřeviny. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 460 s., ISBN 04/40-07-036-84.
- Hofmanová, M. (2010): Zámecký park Krásný Dvůr, pohledová mapa s ilustracemi a mapa okolí, Ramap.
- Hušek, P. (2006): Zámecký park Krásný Dvůr. Ústí nad Labem, Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ústí nad Labem, ISBN 80-85036-32-0.
- Jeleček, L. et al. (1999): Historická geografie a výzkum vývoje struktury půdního fondu Česka od poloviny 19. století. Historická geografie, 30, s. 261–270.
- Koblasa, P. (2008): Historický popis panství Krásný Dvůr na Žatecku. 1. vyd. Praha, V redakci časopisu Rodopisná revue vydal Historicko-vlastivědný spolek v Českých Budějovicích, 18 s. (Pramínek; sv. 16), ISBN 978-80-254-3108-5.
- Míková, T., Tolasz, R. [eds.] (2007): Atlas podnebí Česka. Climate Atlas of Czechia. Praha, ČHMÚ, 255 s., ISBN 978-80-86690-26-1.
- Kopal, V. (1961): Krásný Dvůr. Ústí nad Labem, Krajské středisko památkové péče a ochrany přírody, 9 s.
- Lorenc, V., Tříška, K. (1954): Krásný Dvůr: státní zámek a okolí. 1. vyd., Praha, Státní tělovýchovné nakladatelství, 22 s.
- Malenová, P. (2008): Využití GIS v hodnocení land use krajiny a vývoje klimatu v historickém kontextu. Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině, Mikulov 9.–11. 9. 2008, ISBN 978-80-86690-55-1.
- McGarigal, K., Marks, B. J. (1995): Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. General Technical Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon.
- Otruba, I. (2002): Zahradní architektura: pro střední a vysoké školy. Brno, ERA group spol. s r. o., 357 s., ISBN 80-86517-28-4.
- Pacáková-Hošťálková, B. (1999): Zahrady a parky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. 1. vyd. Praha, Libri, 521 s., ISBN 80-85983-55-9.
- Ptáček, J. (1997): Toulky zámeckými parky Čech a Moravy. 1. vyd. Praha, Knihcentrum, 143 s., ISBN 80-86054-29-2.
- Sklenička, P. (2003): Základy krajinného plánování. Praha, Naděžda Skleničková, 321 s., ISBN 80-903206-1-9.
- Šantrůčková, M. (2010): Krajinářské parky Jana Rudolfa Černína. Spisy zeměpisného sdružení, roč. 9, č. 1 (23), s. 1–4, ISSN 1214-0848.
- Vlček, P. (1997): Encyklopedie českých zámků. Praha, Libri, 314 s.

Rukopis doručen: 5. 8. 2011

Přijat po recenzi: 11. 9. 2011

ANALÝZA VÝVOJE KRAJINY V ZEMĚDĚLSKÝCH OBLASTECH NA PŘÍKLADU K. Ú. RAŠOVICE

THE ANALYSIS OF LANDSCAPE DEVELOPEMENT IN AGRICULTURE AREAS SHOWN ON THE EXAMPLE OF RAŠOVICE CADASTRAL DISTRICT

Pavel Richter

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Katedra ekologie krajiny, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6-Suchbát, richterp@knc.czu.cz

Abstrakt

Článek se zabývá analýzou vývoje krajiny v modelové lokalitě k. ú. Rašovice o výměře 547,24 ha. Vývoj krajiny byl hodnocen na základě podkladů Císařských povinných otisků stabilního katastru (1839) a ortofotomapy z roku 2008. Ve sledovaném období byly na modelovém území vyhodnoceny trendy vývoje jednotlivých land use typů. Nejvýznamnějším trendem bylo zvyšování průměrné výměry plošek orné půdy a zároveň pokles jejich počtu při téměř totožné celkové výměře. Dalším významným trendem bylo nahrazení původních lokalit mokřáků převážně ornou půdou. Poté byla hodnocena dynamika vývoje land use typu mokřáků pomocí již uvedených podkladů a dále leteckých snímků z let 1954, 1981, 2005 a 2010 a vlastního terénního průzkumu prováděného v letech 2010 a 2011. Na některých původních lokalitách mokřáků se od roku 2009 vyvíjí mokřácké ekosystémy. Nicméně, současný stav není výsledkem cíleného managementu, ale pouze odrazem aktuálního stavu půdy, která neumožňuje obdělávání.

Klíčová slova: změny v krajině, zemědělská krajina, mokřáky, stabilní katastr, letecké snímky, GIS

Abstract

The article analyzes the landscape development in a model locality Rašovice Cadastral district (547.24 ha). The landscape development was evaluated on the basis of Emperor's of the Stable Cadastre Maps (1839) and the orthophoto of 2008. The development trends of each land use types were observed in the given period. One of the most significant trends was the rise of average area of the arable land and the decrease of its number at the same time while the total area remained almost the same. Another important trend was the replacement of original wetland meadows by the mostly arable land. Then it was observed the development dynamics of land use types of the wetland meadows using the data mentioned above with the help of aerial photographs from years 1954, 1981, 2005, and 2010 and also using the own terrain research conducted in 2010 and 2011. The wetland ecosystems have developed in some of the original areas of wetland meadows since 2009. However, the current state is not the result of the controlled management but only the reflection of current condition of soil, which does unable to cultivate.

Key words: land use changes, agricultural areas, wet meadows, stable cadastre, aerial photographs, GIS

ÚVOD

Cílem studie bylo ověření možnosti využití analýz historického vývoje krajiny ke krajinné obnově v zemědělských oblastech. V současné době není ještě na odpovědných místech problém rozlehlých zemědělských ploch dostatečně diskutován a řešen, ostatně stejně jako například problémy způsobené nadměrnou dopravou, včetně často chybějících obchvatů měst. Řešení obdobných problémů si jistě žádá nemalé finanční prostředky, které však ve státní správě a samosprávě ČR chybí nebo jsou „využívány“ zcela jiným způsobem.

Zemědělci zřejmě nikdy nevytvářeli krajinu na základě svých estetických záměrů, ale krajina byla vedlejším produktem jejich hospodaření. Od nepaměti bojovali s přírodou, jejich základní starostí bylo uživit vlastní rodiny a uspokojit požadavky vlastníků půdy. Avšak zkušenost je naučila např. udržovat meze, chránit pole a krajinu před erozí a udržovat v přiměřeném rozsahu lesy. Tak zemědělci vytvářeli sekundár-

ní ekologickou homeostázu, aniž by vědomě chtěli. Postoje zemědělců k přírodě jako k něčemu, s čím se musí bojovat, přetrvávaly i v pozdější době, kdy byly výnosy z polí mnohem vyšší, a nemuseli mít takové obavy o uživení rodiny. Přestože přírodu omezovali a snažili se ji co nejvíce eliminovat, nebyli až do určité doby schopni dosáhnout dlouhodobějšího vítězství, protože jejich technologická vyspělost nebyla dostačující (Lokoč, Ulčák, 2009). Librova (2003) upozorňuje na skutečnost, že krajinné prvky jako jsou keře, pestré porosty mezi a luk, společenstva drobných mokřáků aj., označované jako krásné a ekologicky cenné, jsou v podstatě drobnými úspěchy divoké přírody, na které bylo lidské snažení krátké.

V České republice došlo k silnému narušení krajinného rázu a poškození životního prostředí teprve ve druhé polovině minulého století. Z hlediska poškození krajiny šlo především o kolektivizaci zemědělství a s tím spojené rozorávání mezi a scelování pozemků. Od padesátých let minulého století byla zemědělská krajina v České republice měněna v duchu hesla „poru-

číme větru, dešti“. Na zemědělské půdě došlo v 60.–80. letech k melioracím, regulaci drobných vodních toků a odvodňování a vysušování mokřadů. Intenzifikace zemědělství také způsobila nárůst velikosti polí, zatímco se snížil počet kulturních krajinných prvků, jako jsou živé ploty, stromořadí a stružky. V současnosti bychom se měli pokusit navrátit této krajině podobu, blízkou alespoň té z padesátých let. Současný způsob hospodaření stále ještě není přizpůsoben klimatickým změnám a výsledkem je krajina, která se nedokáže vypořádat s nadměrnými srážkami. Přitom způsob hospodaření s ohledem na „přímé pozorování stavu své půdy“ popsal například Spirhanzl (1928). Ovšem ve druhé polovině minulého století došlo k přetržení kontinuity vývoje a byl nastolen diametrálně odlišný způsob hospodaření. Jak nabádá Cílek (2010), je potřeba pro krajinné plánování hledat inspiraci ve starých mapách. Dále vyzývá k obnově prameništ, rybníků, alejí a kritizuje neustálé rozrůstání městské zástavby do krajiny a celkovou fragmentaci krajiny. Rippl a Hildman (2000) uvádějí, že společnost potřebuje funkční krajinu a musí jí bezpodmínečně chránit.

Avšak současná společnost stále ještě vnímá zemědělské hospodaření jako primární činnost v krajině bez ohledu na další krajinné funkce, jež jsou značně potlačovány. Také si dostatečně neuvědomuje, že zemědělské hospodaření v krajině určuje hlavní toky energie a látek, které jsou hlavními faktory pro celkové fungování krajinných celků (Rippl, 1995). V rámci současných klimatických podmínek zrychlují přívalové deště povrchový odtok a omezují schopnost infiltrace srážkové vody do podpovrchových vod. Revitalizace zemědělské krajiny formou obnovy krajinných prvků (zejména koridory podél vodotečí, mokřady, podmačené louky, remízy nebo aleje) by měla přispět ke zpomalení odtoku povrchové vody a její zvýšené infiltraci do vody podzemní, snížení povodňového rizika a zvýšení diverzity krajiny. Například mokřady vedle vyrovnávání průtoků a filtrace vod a ukládání sedimentů také zmírňují nárazy záplav, redukují erozi a zlepšují kvalitu povrchových vod (Mander et al., 1997; Lane et al., 2003; Maitre et al., 2003). Naopak, velké odvodněné plochy zemědělské půdy bez vhodného doplnění krajinnými prvky jsou degradovány vodní a větrnou erozí (v ČR potenciálně ohroženo 50 %, resp. 15 % výměry zemědělské půdy) (Miko a Hošek 2009).

U programů obnovy krajiny je velký potenciál pro využití ekologické sukcese. Tuto skutečnost zdůrazňuje např. Prach (2003), jenž se zabýval poměrem řízení sukcese, spojením cílových druhů a společenstev, dřevin a ruderalních a nepůvodních druhů. Prach a Hobbs (2008) zkoumali podmínky, za kterých můžeme spoléhat na ekologickou sukcesí a kdy jsou efektivnější technická opatření v programech krajinné obnovy. Obecně lze říci, že větší pravděpodobnost dosažení cíle obnovy krajiny je při přijetí technických opatření, ale ekologická sukcese je podstatně méně finančně náročná. Z tohoto důvodu ji lze doporučit, zvláště když v místě aplikace nejsou příliš extrémní podmínky.

METODIKA

Hodnocené území

Hodnocenou modelovou lokalitou je území o výměře 547, 24 ha, téměř shodné s lokalizací k. ú. Rašovice platnou v roce 2006, jež náleží pod stejnojmennou obec. Nadmořská výška území se pohybuje mezi 409–530 m.

Oblast se nachází na horním toku Výrovky v povodí Labe a leží v mírně zvlněné planině stoupající pozvolna z Polabské nížiny. Do bezprostřední blízkosti lokality zasahují z jihovýchodu poslední výběžky Českomoravské vrchoviny a Středočeské pahorkatiny. Z hlediska pedologického se na území střídají plochy kambizemě a pseudogleje, jen v okolí vodních toků se nacházejí fluvizemě (skupina půd nivních poloh). Hodnocená oblast leží na rozhraní těchto klimatických regionů: T2 – mírně teplý, mírně vlhký a T4 – mírně teplý, vlhký (VÚMOP, 2011). Dle správního členění patří toto území k okresu Kutná Hora ve Středočeském kraji (obr. 1) (HEIS, 2011).

Modelové území nekopíruje přesně v současnosti platné hranice k. ú. Rašovice. Území Rašovického katastru prošlo od roku 1839 několika proměnami, původní katastr z roku 1839 zasahoval na jižním okraji až k obci Sudějov, jednalo se převážně o lesní pozemky. Toto území patří v současnosti k. ú. Sudějov. Další změnou prošla hranice s k. ú. Uhlířské Janovice. Do roku 2006 byly provedeny drobné změny, zřejmě v důsledku změny koryta Annenského potoka, jež tvořil v roce 1839 podstatnou část hranice mezi těmito k. ú. Po roce 2006 došlo pak k výměně části území mezi k. ú. Rašovice a mezi k. ú. Uhlířské Janovice, resp. k. ú. Křečovice. Jednalo se opět o změny v důsledku změny koryta vodního toku a také o výměnu pozemků orné půdy. Další změnou bylo převedení větší plochy orné půdy z k. ú. Mančice u Rašovic pod k. ú. Rašovice, zde se ale jednalo stále o území jedné obce. Z těchto důvodů bylo více možností volby modelového území. Jako modelové území bylo zvoleno k. ú. Rašovice z roku 2006, které takřka odpovídá historickému katastru z roku 1839, s výjimkou pozemků postoupených k Sudějovu a drobných odchylek, převážně v důsledku změn lokalizace vodních toků (obr. 1). Změny pozemků po roce 2006 nebyly pro tuto studii brány v potaz.

Podklady pro zpracování dat

Podkladem pro tvorbu vektorové vrstvy pro analýzu vývoje území byly pro rok 1839 mapové listy Císařských povinných otisků stabilního katastru (UAZK, 2011) a pro rok 2008 souřadnicově připojená barevná ortofotomapa dostupná na Národním geoportálu INSPIRE (CENIA, 2011) pomocí WMS služby. Dále byly zpracovány pro zpřesnění vyhodnocení vývoje mokřadních lokalit v hodnoceném katastrálním území letecké snímky z Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu (VGHMÚř) v Dobrušce. Pro rok 1954 černobílý ve formátu 18 × 18 cm, pro rok 1981 černobílý ve formátu 23 × 23 cm a pro roky 2005 a 2010 barevné v témže formátu (IZGARD, 2011). Pro lokalitu uvedenou v článku byl zapotřebí 1 letecký snímek pro každý rok.



Obr. 1 Modelové území, včetně změn hranic k. ú. Rašovice v období 1839–2009 a hranic klimatických regionů (vlastní návrh, HEIS, 2011; UAZK, 2011; VÚMOP, 2011)

Programy a zpracování dat

Georeferencování archivních mapových podkladů a leteckých snímků, resp. jejich připojení pomocí WMS služby a následná tvorba polygonové vrstvy formátu *.shp* (shapefile) proběhla v prostředí ArcGIS Desktop 9.3.1. Každý polygon byl přesně definován svým identifikačním číslem a rokem, ve kterém se v území vyskytoval. Podle údaje o příslušnosti k roku došlo k vyobrazení

hranic jednotlivých polygonů. Proběhlo zde prvotní zpracování dat, jednalo se o výpočet plochy polygonů a délek linií. Výsledné hodnoty byly poté vyexportovány do prostředí programu Microsoft Excel 2010 a zde byly promítnuty do tabulek. Následně zde také proběhly výpočty charakteristik struktury krajiny.

Charakteristiky struktury krajiny

Struktura krajiny je faktorem určujícím energomateriálové toky, biodiverzitu, pohyb a rozmístění organismů v krajině. Sledování časových změn v krajině je založeno na sledování jednotlivých krajinných složek (Lipský, 2000). V modelovém území bylo vymezeno deset land use typů a tyto typy pak byly dále děleny z hlediska ekologické stability na plochy relativně stabilní a relativně nestabilní (tab. 1). Vzhledem k vysokému zastoupení mokřích luk v roce 1839 a vývoji krajiny na menší modelové lokalitě byl tento ukazatel vyhodnocen jako samostatný land use typ. Ovocné sady se v roce 2008 vyskytovaly jako staré třešňové sady mimo intravilán, respektive na jeho okraji. V roce 1839 byly všechny zahrady, včetně ovocných, zahrnuty pod intravilán. Výjimku tvoří ovocné stromy na orné půdě a zahrady bez zástavby na okraji intravilánu. Orná půda byla v roce 2008 rozdělena na jednotlivé plochy podle pěstovaných plodin, nikoli podle vlastnické struktury, zatímco v roce 1839 byly zaznamenány všechny plošky, tak jak jsou zakresleny v mapách Císařských otisků stabilního katastru. U všech land use typů, s výjimkou cest a vodních toků, byly vypočteny a následně vyhodnoceny následující charakteristiky:

- rozloha jednotlivých land use typů [ha],
- počty plošek jednotlivých land use typů [ks],
- průměrná velikost plošky land use typu [ha],
- poměr rozlohy land use typu k celkové ploše modelového území [%],
- poměr rozlohy land use typu k výchozímu stavu téhož land use typu v roce 1839 [%].

U land use typů cesty a vodní toky byly charakteristiky týkající se počtu a velikosti plošek nahrazeny údajem o souhrnné délce těchto typů na modelovém území. Hodnocení změn struktury krajiny na úrovni land use je provedeno na základě porovnání a následné kvantifikace dat v jednotlivých časových obdobích.

Na modelovém území byly vyhodnoceny charakteristiky krajinné heterogenity, poréznosti krajiny a ekologické stability

krajiny. Ekologická stabilita krajiny byla hodnocena srovnávacím koeficientem ekologické stability, průměrným stupněm ekologické stability a také prostým podílem ploch relativně stabilních a nestabilních.

Index krajinné heterogenity

Pro kulturní krajinu je uváděn vztah pro prostorovou heterogenitu krajinné mozaiky zahrnující jak kvalitativní, tak kvantitativní vlastnosti krajinných elementů i mozaiky jako celku. Tento vztah je založen na syntéze těchto bioticky relevantních atributů krajiny:

- počet a rozloha krajinných elementů,
- hustota těchto krajinných elementů,
- celková rozloha krajinné mozaiky,
- typová diverzita zastoupených elementů v mozaice.

Index krajinné heterogenity lze konkrétně vyjádřit následovně:

$$V = \frac{N}{\sqrt{A}} \cdot \frac{H}{H'}$$

Kde je:

- V – index krajinné heterogenity,
- N – počet elementů mozaiky,
- A – celková rozloha mozaiky,
- H – skutečná ekosystémová pestrost elementů,
- H' – potenciální ekosystémová pestrost elementů.

Skutečnou ekosystémovou pestrost elementů vyjadřuje vztah:

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \cdot \log p_i$$

Kde je:

- H – index diverzity,
- p_i – podíl počtu elementů i -tého typu k celkovému počtu elementů zastoupených v n typech.

Tab. 1 Rozdělení ploch v modelovém území podle land use včetně jejich specifikace

| Land use | Specifikace |
|------------------------------------|---|
| <i>Plochy relativně stabilní</i> | |
| Louky a pastviny | Louky, pastviny a zemědělsky nevyužívané zatrávněné plochy |
| Mokré louky a traviny | Podmáčené lokality s travním porostem |
| Křoviny | Dřevinná společenstva, jež nebyla klasifikována jako les či sad |
| Lesy | Plochy se zapojenou dřevinnou vegetací |
| Ovocné sady | Ovocné sady včetně zahrad mimo intravilán |
| Vodní plochy | Rybníky a nádrže |
| Vodní toky | Potoky a odvodňovací kanály |
| <i>Plochy relativně nestabilní</i> | |
| Orná půda | Pravidelně obdělávaná půda |
| Zástavba | Intravilán obcí včetně zahrad, vyjma komunikací |
| Cesty a silnice | Silnice všech tříd, polní a lesní cesty |

Potenciální ekosystémová pestrost elementů se pak zjistí ze vztahu: $H' = \log m'$, kde m' vyjadřuje maximálně možný počet land use typů (Mimra, 1995).

Poréznost

Poréznost vyjadřuje hustotu plošek určitého typu v krajině. Tato charakteristika poskytuje základní představu o izolovanosti plošek a tím i izolovanosti k nim vázaných druhů. Nízké hodnoty poréznosti tedy často indikují větší vzdálenosti mezi enklávami a tím i nízkou prostupnost krajinnou maticí. Poréznost je stanovována jako počet plošek na jednotku plochy. Vzhledem k rozloze území byl počet plošek vztahován k ploše jednoho hektaru. Výpočet probíhal podle následujícího vzorce:

$$P_o = n_{pt}/P$$

Kde je:

P_o – je poréznost,
 n_{pt} – celkový počet plošek určitého land use typu a
 P – celková výměra území.

Srovnávací koeficient ekologické stability (K_{es})

Byl použit u nás prakticky nejužívanějšího koeficient, uvedený v metodice Agroprojektu (Löw, 1988):

$$K_{es} = \frac{1,5A+B+0,5C}{0,2D+0,8E}$$

Kde je A zastoupení ploch o 5. stupni kvality (QLT) až E zastoupení ploch o 1. stupni kvality. Pátý stupeň kvality udává plochy s nejvyšší ekologickou stabilitou a první stupeň pak plochy se stabilitou nejnižší. Zařazení jednotlivých land use typů do kategorií je individuální a závislé na subjektivním posouzení autora, ale umožňuje zohlednit vnitřní kvalitu složek krajiny, jako je intenzita obhospodařování, v historickém vývoji (Lipský, 2000).

Metodika Agroprojektu (Löw, 1988) pak charakterizuje krajinu v závislosti na K_{es} následovně:

$K_{es} < 0,1$ devastovaná krajina,
 $0,1 < K_{es} < 1,0$ narušená krajina schopná autoregulace,
 $K_{es} = 1,0$ vyvážená krajina,
 $1,0 < K_{es} < 10$ krajina s převážující přírodní složkou,
 $K_{es} = 10,0$ krajina přírodní nebo přírodě blízká.

Všechny typy land use, vyjma vodních toků, měly v obou obdobích přiřazeny stejné koeficienty (tab. 2). Vodní toky měly koeficient v roce 2008 snížen v důsledku regulace vodotečí, jež proběhla ve druhé polovině minulého století. Svou roli zde sehrála také proměna okolních land use z převážně mokřých luk v roce 1839 na ornou půdu v roce 2008. V úvahu ještě přicházelo snížení koeficientu pro rok 2008 pro ornou půdu, cesty a zástavbu. V případě orné půdy z důvodů obhospodařování políček o menší výměře s relativně pestrá druhovou

skladbou bez využití těžké mechanizace. V rámci objektivnějšího hodnocení zůstal koeficient pro tento land use pro obě sledovaná období stejný. V případě zástavby nedošlo k žádnému hromadnému zastavění polí, a vesnice si zde v podstatě zachovaly svůj původní ráz, takže zde zůstal koeficient totožný. V případě cest také nedošlo k výraznějším změnám v komunikacích, které se zachovaly do současnosti, kromě vyasfaltování jejich povrchu. Tato skutečnost byla zohledněna až ve výpočtu následující charakteristiky.

Průměrný stupeň ekologické stability (SES)

Podobně jako srovnávací koeficient vychází z předpokladu, že je každý land use typ ohodnocen stupněm ekologické stability. V tomto případě je stupňů šest, od nejméně stabilních, označených stupněm 0, po ekologicky nejstabilnější ve stupni 5. Hodnota tohoto koeficientu se vypočítá jako plošná výměra jednotlivých land use typů vynásobená přiřazenými hodnotami SES, která se vydělí celkovou výměrou území.

$$ES = \frac{\sum pSES}{P}$$

Kde je:

ES – průměrný stupeň ekologické stability,
 p – plošná výměra jednotlivých land use typů,
 SES – stupeň ekologické stability,
 P – celková výměra území.

Při přiřazení hodnot SES bylo přihlédnuto k doporučeným hodnotám uvedeným v Metodice mapování krajiny (Vondrušková, 1994). Hodnoty zde byly určeny obdobně jako v předchozí charakteristice, jen s přihlédnutím k většímu rozpětí hodnotících stupňů byla v roce 1839 kategorie silnic a cest hodnocena lépe z důvodu absence asfaltových povrchů a také absence intenzivní dopravy. A také byly sníženy koeficienty pro křoviny a ovocné sady, ovšem pro obě období na stejnou úroveň (tab. 2).

Vývoj podmáčených lokalit na modelovém území

Při terénním průzkumu byly vyhledány v modelovém území na orné půdě podmáčené neobhospodařované lokality, kde dochází vlivem ekologické sukcese ke vzniku mokřadních ekosystémů. Ty pak byly porovnávány s již použitými geografickými podklady z let 1839 a 2008, které byly doplněny o letecké snímky z let 1954, 1981, 2005 a 2010. Byly vytvořeny grafické podklady vývoje jednotlivých lokalit ze sledovaných období doplněné následujícími charakteristikami:

- rozloha jednotlivých lokalit [ha],
- počty plošek jednotlivých lokalit [ks],
- poměr rozlohy lokality k výchozímu stavu téže lokality v roce 1839 [%].

Tab. 2 Rozdělení jednotlivých land use typů podle stupňů kvality (QLT) pro výpočet K_{es} a podle stupňů ekologické stability (SES)

| Land use | QLT 1839 | QLT 2008 | SES 1839 | SES 2008 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Plochy relativně stabilní | | | | |
| Louky a pastviny | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Mokré louky a traviny | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Křoviny | 5 | 5 | 4 | 4 |
| Lesy | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Ovocné sady | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Vodní plochy | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Vodní toky | 4 | 3 | 4 | 2 |
| Plochy relativně nestabilní | | | | |
| Orná půda | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Zástavba | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Cesty a silnice | 1 | 1 | 1 | 0 |

VÝSLEDKY A DISKUZE

Celé modelové území

Jednotlivé land use typy

Vývoj krajinné mozaiky deseti land use typů byl vyhodnocen ve dvou časových horizontech. Kvantitativní změny jednotlivých land use typů (plošné zastoupení, počet a průměrná velikost plošek, podíl jejich rozlohy na celkové výměře modelového území a poměr rozlohy na začátku a na konci hodnoceného období) jsou vyjádřeny číselně ve formě souhrnných tabulek.

Krajinnou matici v modelové oblasti tvoří orná půda. Představuje nejrozsáhlejší a prostorově nejspojitější skladebnou součást krajiny v letech 1839 i 2008. Orná půda tvoří více než polovinu celkové rozlohy modelového území. Ve sledovaném období je trendem zvyšování průměrné výměry plošek a zároveň pokles počtu plošek tohoto land use typu, ačkoli celková výměra je v obou obdobích takřka totožná. Navzdory této skutečnosti došlo k nahrazení původní plochy orné půdy lesem, zástavbou, loukami a ovocnými sady, naopak orná půda v roce 2008 se rozkládá také na plochách mokrých luk a také menších lokalit luk a pastvin. Průměrná výměra plošky orné půdy stoupla z 0,7 ha na 9,4 ha. Počet plošek se markantně snížil z 469 na 32.

Druhým nejrozsáhlejším land use typem v modelové oblasti je les. Zastoupení plochy lesa vzhledem k výměře modelové ob-

lasti se pohybovalo od 19 % v roce 1839 až po 25,5 % v roce 2008. Les se rozrůstal na úkor orné půdy, ale také luk a mokrých luk. Zvyšoval se i počet plošek lesa, což však nevystihuje zcela přesně situaci, protože některé pozemky byly odděleny cestou či vodním tokem a jsou vedeny z hlediska studie jako samostatné lesní plochy.

Dalšími land use typy byly louky a pastviny a také mokré louky. Tyto typy byly hodnoceny zvláště vzhledem k vysokému zastoupení mokrých luk v mapových podkladech z roku 1839. Oba typy měly obdobný snižující se trend v počtu plošek. Ale zatímco u luk a pastvin se zvýšila průměrná velikost plošky a celková výměra, u mokrých luk se průměrná velikost nepatrně snížila a celková výměra klesla z 12,7 % na 1 %. Mokré louky byly nahrazeny většinou ornou půdou. Louky a pastviny s malou výměrou byly pohlceny ornou půdou a také zástavbou. Naopak louky s větší výměrou byly lokalizovány často na bývalé orné půdě. Křoviny se v roce 1839 takřka nevyskytovaly, krajina se v té době mimo zástavbu a les skládala převážně z polních a lučních pozemků, včetně zamokřených ploch. V roce 2008 se křoviny vyskytovaly více v okolí rozsáhlých polních pozemků, vodotečí a také podél cest a tvořily 2,5 % celkové rozlohy modelového území (tab. 3).

Totéž platí také o ovocných sadech, které se v roce 1839 vyskytovaly, až na drobné výjimky, jen jako zahrady v intravilánu a byly hodnoceny v rámci zástavby. V roce 2008 se jednalo, kromě zahrad v intravilánu, v podstatě jen o lokality starých

Tab. 3 Charakteristiky jednotlivých land use typů na modelovém území v letech 1839–2008, I. část

| Land use | Orná půda | | Louky | | Mokré louky | | Lesy | | Křoviny | |
|-------------------------------|-----------|------|-------|-------|-------------|------|------|-------|---------|-------|
| | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 |
| Výměra [ha] | 303,6 | 299 | 42,9 | 49,8 | 69,3 | 5,5 | 104 | 139,7 | 1,7 | 13,7 |
| Počet plošek [ks] | 469 | 32 | 154 | 51 | 141 | 14 | 5 | 10 | 11 | 28 |
| Průměrná velikost plošky [ha] | 0,7 | 9,4 | 0,4 | 1 | 0,5 | 0,4 | 20,8 | 14 | 0,2 | 0,5 |
| Poměr k celkové ploše [%] | 55,5 | 54,6 | 7,9 | 9,1 | 12,7 | 1 | 19 | 25,5 | 0,3 | 2,5 |
| Stav proti roku 1839 [%] | 100 | 98,5 | 100 | 116,1 | 100 | 7,9 | 100 | 134,4 | 100 | 807,3 |

Tab. 4 Charakteristiky jednotlivých land use typů na modelovém území v letech 1839–2008, II. část

| Land use | Zástavba | | Ovocné sady | | Vodní plochy | | Vodní toky | | Cesty a silnice | |
|-------------------------------|----------|-------|-------------|-------|--------------|------|------------|------|-----------------|-------|
| | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 | 1839 | 2008 |
| Výměra [ha] | 10,6 | 28,2 | 0,5 | 2,7 | 2,6 | 1,3 | 1,2 | 1,4 | 10,8 | 5,8 |
| Počet plošek [ks] | 27 | 31 | 3 | 4 | 3 | 3 | – | – | – | – |
| Průměrná velikost plošky [ha] | 0,4 | 0,9 | 0,2 | 0,7 | 0,9 | 0,4 | – | – | – | – |
| Délka [km] | – | – | – | – | – | – | 5,33 | 6,99 | 25,72 | 14,28 |
| Poměr k celkové ploše [%] | 1,9 | 5,2 | 0,1 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 2 | 1,1 |
| Stav proti roku 1839 [%] | 100 | 266,5 | 100 | 577,2 | 100 | 45,7 | 100 | 117 | 100 | 54 |

třešňových sadů, jejichž celková plocha pak představovala jen 0,5 % z celkové rozlohy modelového území.

Zástavba měla v obou sledovaných obdobích podobný počet plošek, průměrná velikost plošky se však zvýšila.

Přestože si sídla v oblasti zachovala svůj původní venkovský charakter, až na výstavbu areálu JZD a několika nových větších rodinných domů, došlo k nárůstu celkové plochy zástavby více než dvaapůlkrát. Ze dvou sídel v oblasti se rozrůstal Netušil více než Rašovice a došlo prakticky ke splynutí zastavěné plochy obou sídel do jedné.

Vodní plochy v oblasti nepředstavují významnější podíl na celkové ploše hodnoceného území, došlo zde však k zániku jednoho rybníka a vzniku malé vodní plochy na místě kamenolomu. Vodní toky vedle ztráty svého charakteru v důsledku napřímení doznaly i změny v celkové délce v území. Jednalo se kupodivu o jejich prodloužení o zhruba 1,5 km v roce 2008. Bylo to dáno vybudováním zřejmě odvodňovacích umělých vodních toků. Lze tak usuzovat z toho, že tyto „nové“ přímé vodní toky se nacházejí v oblasti zrušeného rybníka a v lokalitě, kde se namísto mokřin nachází orná půda. Cesty a silnice byly hodnoceny jako jedna kategorie. Oproti roku 1839 došlo k poklesu všech sledovaných hodnot pro cesty a silnice na téměř polovinu (tab. 4) převážně v důsledku zvětšování výměry ploch orné půdy. Došlo také ke vzniku dvou úseků silniční sítě v západní části k. ú. Rašovice, v blízkosti třešňového sadu (obr. 1 a 2 v barevné příloze). V roce 1839 se nad Netušilem nacházel uprostřed ploch orné půdy malý kamenolom, na jehož místě se v roce 2008 vyskytovala malá vodní plocha a okolí bylo zarostlé křovinnou vegetací. Tento

kamenolom měl rozlohu cca 0,1 ha, proto s ním při analýzách nebylo počítáno a je zde prezentován pouze v grafické podobě (obr. 2 v barevné příloze).

Krajinná heterogenita a poréznost krajiny

Prostorová krajinná heterogenita podává jasné číselné vyjádření struktury krajiny. Z hodnot indexu krajinné heterogenity je patrný trend snižování struktury krajiny ve sledovaném období 1839–2008, zejména vlivem snižování celkového počtu plošek na sledovaném území (tab. 6).

Poréznost jednotlivých složek krajiny vyjadřuje počet jejich plošek v poměru k celkové ploše území. V krajinné matrix (orná půda) má poréznost silně klesající trend stejně jako u stabilních složek krajiny jako jsou louky a mokré louky. U zástavby dochází k mírnému nárůstu poréznosti, to však může být ovlivněno cestní a silniční sítí. Pro lesy a křoviny platí, že došlo zhruba ke zdvojnásobení hodnot poréznosti, avšak tyto hodnoty nejsou vysoké z důvodu nízkého počtu plošek. U ostatních land use typů nedošlo k významnějším změnám této charakteristiky (tab. 5). Land use liniového typu (vodní toky a cesty) nebyly hodnoceny.

Ekologická stabilita krajiny

Srovnávací koeficient ekologické stability (K_{cs}) dosahuje v letech 1839 a 2008 obdobných hodnot (1,2, resp. 1,1) což značí, že vzhledem k metodice hodnocení krajiny v závislosti na K_{cs} se stále jedná o krajinu s převážující přírodní složkou (rozmezí hodnot 1–10). Průměrný stupeň ekologické stability

Tab. 5 Poréznost jednotlivých land use typů na modelovém území

| Land use | Louky a pastviny | Mokré louky a traviny | Křoviny | Lesy | Ovocné sady | Vodní plochy | Orná půda | Zástavba |
|----------|------------------|-----------------------|---------|-------|-------------|--------------|-----------|----------|
| 1839 | 0,281 | 0,258 | 0,020 | 0,009 | 0,005 | 0,005 | 0,857 | 0,049 |
| 2008 | 0,093 | 0,026 | 0,051 | 0,018 | 0,007 | 0,004 | 0,058 | 0,057 |

(SES) v podstatě potvrzuje výsledky srovnávacího koeficientu ekologické stability. Tato charakteristika dosahuje v letech 1839 a 2008 relativně vysokých hodnot okolo 2,5. Vzhledem k rozmezí hodnot SES (0–5) jde o území s relativně vysokou ekologickou stabilitou. Pro kontrolu a eliminaci případného vlivu subjektivního vnímání při rozdělení jednotlivých land use typů do stupňů byl proveden výpočet prostého podílu ploch relativně stabilních plochami nestabilními. Tento výpočet potvrdil výsledky obou předchozích charakteristik hodnotících ekologickou stabilitu krajiny. Hodnoty ekologické stability krajiny vypočtené podle srovnávacího koeficientu (K_{es}), průměrného stupně (SES) a podílu relativně stabilních a relativně nestabilních ploch (RS/RN) jsou uvedeny v tab. 6.

Tab. 6 Hodnoty krajinné heterogenity (V) a ekologické stability (K_{es} , SES, RS/RN) na modelovém území

| Rok | V | K_{es} | SES | RS/RN |
|------|-------|----------|------|-------|
| 1839 | 0,230 | 1,20 | 2,54 | 0,68 |
| 2008 | 0,081 | 1,10 | 2,42 | 0,65 |

Podle všech použitých charakteristik ekologické stability krajiny je stav krajiny v roce 1839 lepší než v roce 2008, ale hodnoty nejsou příliš odlišné. To je dáno tím, že celková rozloha ekologicky relativně nestabilních ploch (orná půda, zástavba a cesty) se v podstatě nemění. Celková rozloha ekologicky relativně stabilních ploch je tedy v obou časových horizontech také takřka totožná. Úbytek mokřých luk je kompenzován nárůstem ploch lesa, luk a křovin (tab. 4 a tab. 5).

Mokřadní lokality

Hodnocení dynamiky změn struktury krajiny bylo provedeno na úrovni land use typu mokré louky na základě porovnání a následné kvantifikace dat v jednotlivých časových obdobích.

Hodnocení změn je výsledkem průniku sledovaných stavů krajiny použitím překryvné analýzy v prostředí ArcGIS Desktop 9.3.1. Byla zjištěna míra změn jednotlivých land use typů v hodnocených letech 1839 a 2008, jež byly doplněny o podklady z let 1954, 1981, 2005 a 2010.

Zde je prezentována největší podmáčená lokalita nacházející se v západní části modelové lokality, kde se třetím rokem vyvíjí mokřadní ekosystém, který je v současnosti pramennou oblastí. Nicméně, současný stav není výsledkem cíleného managementu, ale pouze odrazem aktuálního stavu půdy, která neumožňuje obdělávání. Tento ekosystém je zemědělskou činností soustavně narušován (obr. 2 a 3) a k orbě dochází i v bezprostřední blízkosti vzniklého prameniště, kde je půda stále ještě silně podmáčená (obr. 4). V roce 2011 pokračuje trend v rozrůstání této lokality na okolní zemědělskou půdu a vlivem ekologické sukcese stále dochází k přibližování stavu lokality minimálně tomu v roce 1954. Současný stav v lokalitě je dokumentován na obr. 5.

Z leteckých snímků je zřejmé, že v letech 2005–2008 byla na této lokalitě pouze orná půda. Nicméně na leteckém snímku z roku 2005 je v lokalitě, na níž se v současnosti nachází



Obr. 2 Stav části modelové lokality v listopadu 2010



Obr. 3 Stav části modelové lokality v dubnu 2011

mokřad, patrná erozní rýha a v roce 2008 pak rozsáhlejší podmáčená oblast. Z mapových podkladů z roku 1839 je patrné, že vznikající ekosystém s velkou přesností kopíruje tvar a lokalizaci bývalých mokřých luk v této oblasti. Tato skutečnost je potvrzena také leteckým snímkem z roku 1954, kde je dobře patrné koryto drobného vodního toku. Ještě na snímku z roku 1981 se nachází ve spodní polovině současné mokřadní lokality louka (zamokřená louka). V levém dolním rohu mapových podkladů z let 1839 a 1954 je zřetelný tvar původního koryta Annenského potoka (obr. 7).

Grafické znázornění vývoje mokřadního ekosystému na modelovém území je uvedeno na obr. 6, údaje o rozloze a po-

Tab. 7 Vývoj mokřadního ekosystému na modelovém území v letech 1839–2010

| Rok | Rozloha (ha) | Počet plošek | % rozlohy |
|------|--------------|--------------|-----------|
| 1839 | 7,73 | 2 | 100 |
| 1954 | 5,28 | 1 | 68 |
| 1981 | 1,57 | 2 | 20 |
| 2005 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | 1,77 | 4 | 23 |



Obr. 4 Stav orné půdy v lokalitě v dubnu 2011



Obr. 5 Celkový pohled na lokalitu, červen 2011

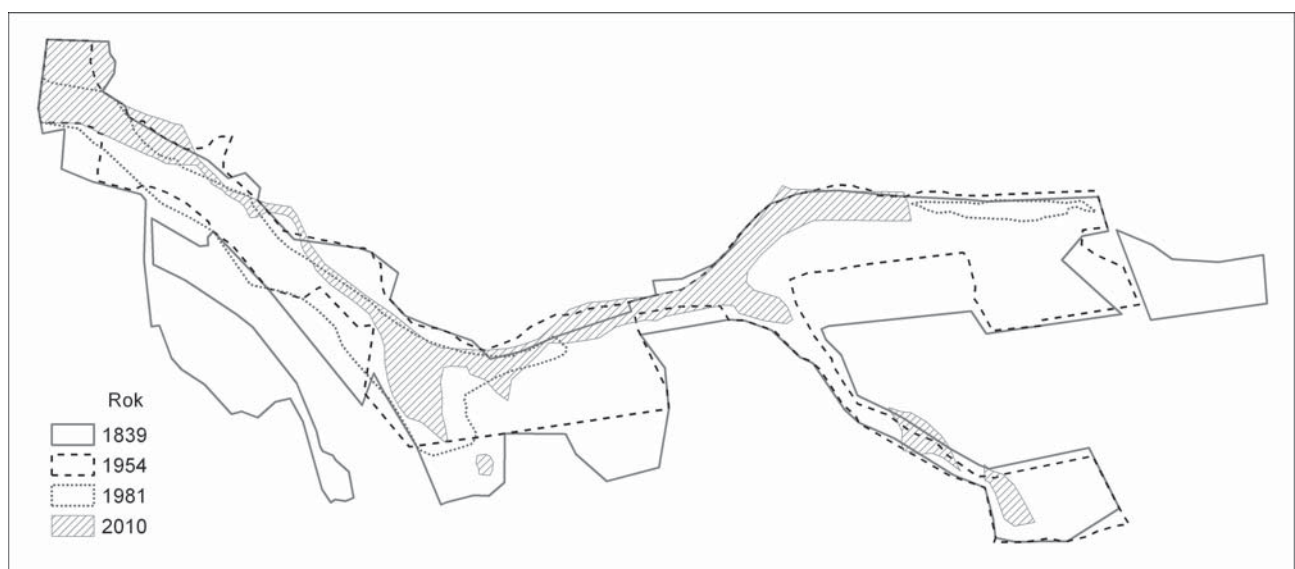
čtu lokalit pak v tab. 7. V této oblasti byl menší problém s přesným vymezením území, na kterém se hodnotil vývoj mokřadního ekosystému. Stávající mokřadní lokalita navazuje na ekologicky stabilní louku s rozptýlenými listnatými dřevinami, jejíž část však byla v letech 1839 i 1954 obdělávána. Tato louka se nachází na území k. ú. Uhlířské Janovice a na území současného k.ú. Rašovice zasahuje jen její nepatrná část (zhruba 0,2 ha). Tato část nebyla při analýze zohledněna. Za základ tedy byl vzat krajinný pokryv v roce 1839 a hodnocena byla pouze oblast spadající do území historického katastru Rašovice.

ZÁVĚR

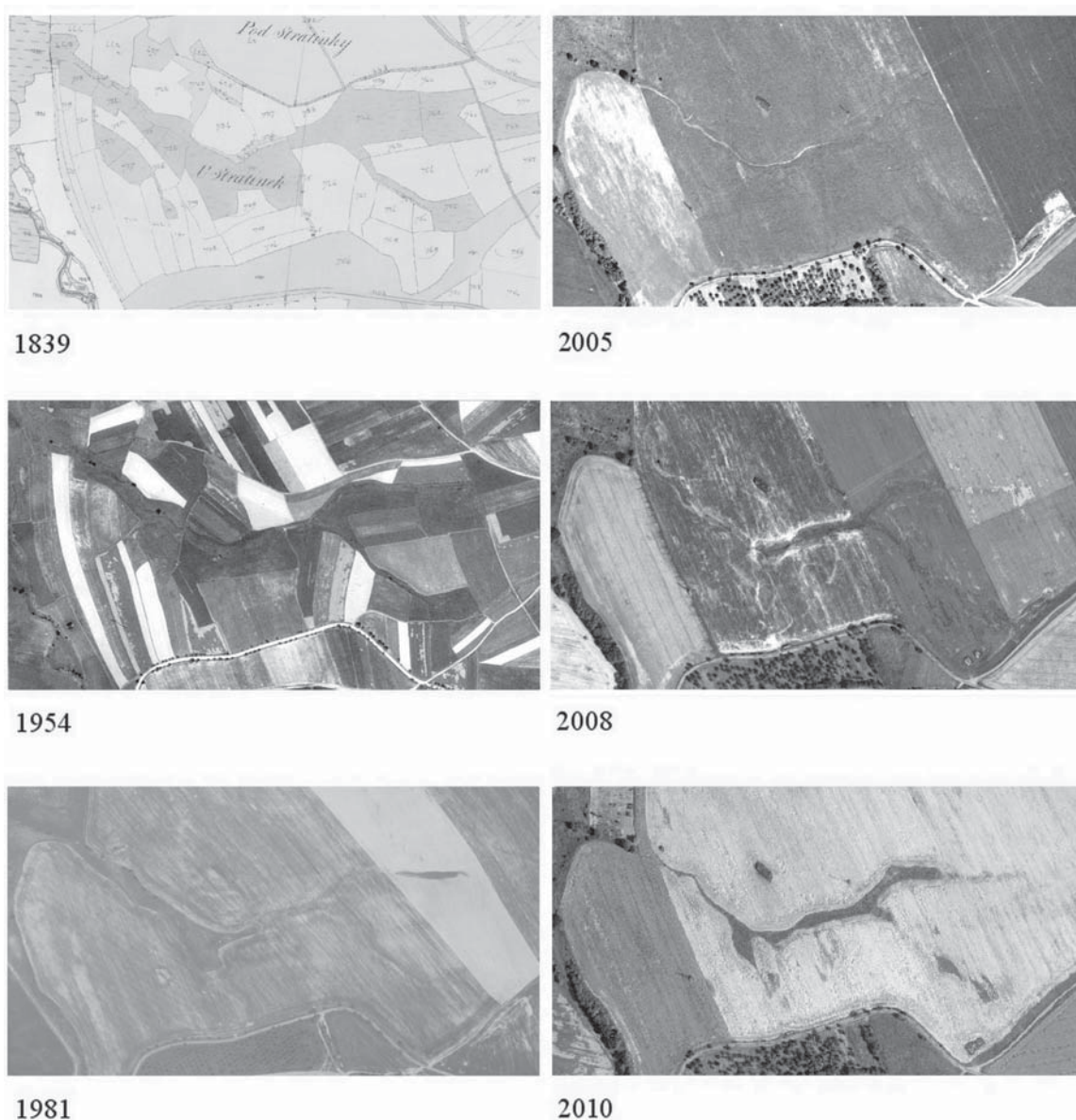
Ve sledovaném období došlo na modelovém území k narušení původní struktury krajiny ve prospěch intenzivní zemědělské výroby. Z krajiny téměř vymizely plochy mokřadních luk

a malých plošek travních porostů, které byly nahrazeny ornou půdou. Plochy orné půdy jsou větší, pozemky byly scelovány a narušily původní síť cest. Na některých lokalitách došlo k rozsáhlejšímu zalesnění, zatravnění nebo zarůstání křovinnou vegetací na původních plochách orné půdy, ale zároveň byla zbývající orná půda uzpůsobena k intenzivnímu zemědělskému využití.

Porovnání ekologické stability území vychází pro roky 1839 a 2008 obdobně, v těchto charakteristikách se počítá s celkovou rozlohou jednotlivých land use typů. Zde se projevil vliv nahrazení původních ploch mokřadních luk ornou půdou a naopak zalesnění a zatravnění některých původních ploch orné půdy. Pro charakteristiky, které zohledňují počty plošek, pak platí, že krajina v roce 1839 vykazuje výrazně vyšší hodnoty. Index krajinné heterogenity má trojnásobnou hodnotu oproti roku 2008. Hodnoty poréznosti pro ornou půdu, mokřadní louky a louky vykazují v roce 2008 markantní pokles. Naopak, pro poréznost lesa a křovin jsou hodnoty pro rok 2008 mírně vyšší.



Obr. 6 Grafické znázornění vývoje mokřadního ekosystému na modelovém území v letech 1839–2010



Obr. 7 Vývoj mokřadního ekosystému na modelové lokalitě v letech 1839–2010 dle vybraných dostupných podkladů (UAZK, 2011; IZGARD, 2011)

Krajina v oblasti s plochami zemědělsky využívané půdy by si zasloužila zpestření krajinné mozaiky s inspirací v historickém krajinném pokryvu. Taková krajina by měla mít vyšší druhovou diverzitu a stabilitu. Také by mělo dojít ke zvýšení její retenční schopnosti, což je aktuální zejména v současné době, kdy se opakují extrémní výkyvy počasí.

Současný systém zemědělské výroby je postaven také na dotacích, které jsou přidělovány na jednotku plochy obdělávané půdy. Takový systém zemědělce nenutí k ochraně podmáčených lokalit, ale naopak vede k jejich opakovanému rozorávání. Zde však vysetá plodina nepřinese očekávaný výnos. Jak prokázala studie dynamiky vývoje mokřadní lokality na modelovém území, alespoň částečně lze problém krajinné obnovy řešit ve vhodných oblastech za pomoci ekologické sukcese. Takový postup by mohl značně snížit finanční náročnost projektů krajinné obnovy při vhodné kombinaci s technickými opatřeními.

V ČR lze pro financování nastíněných krajinných změn na rozlehlých plochách zemědělské půdy v současnosti využít dotace z Operačního programu Životní prostředí, jež platí pro období 2007–2013. V tomto ohledu se jedná o prioritní osu 6: Dotace pro zlepšování stavu přírody a krajiny, tam pak zejména o tyto oblasti:

- Obnova krajinných struktur.
- Optimalizace vodního režimu krajiny.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen výzkumným projektem MŠMT ČR 2BO 8006 SP2 Nové přístupy umožňující výzkum efektivních postupů pro rekultivaci a asanaci devastovaných území.

LITERATURA

- Cílek, V. (2010): Pokusme se zachránit to, co zbylo z naší přírody. Eko Dotace, magazín Operačního programu Životní prostředí, srpen 2010. Praha, Státní fond životního prostředí ČR, s. 14–15.
- Lane, R. R., Mashriqui, H. S., Kemp, G. P., Day, J. W., Day, J. N., Hamilton, A. (2003): Potential nitrate removal from a river diversion into a Mississippi delta forested wetland. *Ecological Engineering*, vol. 20, no. 3, p. 237–249.
- Librová, H. (2003): Vlační a váhaví. Kapitoly o ekologickém luxusu. Brno, Doplněk, 313 s., ISBN 80-7239-149-6.
- Lipský, Z. (2000): Sledování změn v kulturní krajině. Kostelec nad Černými lesy, ČZU v nakladatelství Lesnická práce, 72 s., ISBN 80-213-0643-2.
- Lokoč, R., Ulčák, Z. (2009): Percepce krajinných prvků zemědělci – důležitý předpoklad péče o krajinný ráz. In Klvač, P. [ed.]: Člověk, krajina, krajinný ráz. Brno, Masarykova univerzita, s. 61–71, ISBN 978-80-210-5090-7.
- Löw, J. et al. (1988): Zásady pro vymezení a navrhování územních systémů ekologické stability krajiny. Podniková metodika, Brno, Agroprojekt.
- Maitre, W., Cosandey, A. C., Desagher, E., Parriaux, A. (2003): Effectiveness of groundwater nitrate removal in a river riparian area: the importance of hydrogeological conditions. *Journal of Hydrology*, vol. 278, no. 1–4, p. 76–93.
- Mander, U., Kuusemets, V., Lohmus, K., Muring, T. (1997): Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments. *Ecological Engineering*, vol. 8, no. 4, p. 299–324.
- Miko, L., Hošek, M. [eds.] (2009): Příroda a krajina České republiky. Zpráva o stavu 2009. Praha, AOPK ČR, 102 s., ISBN 978-80-87051-70-2.
- Mimra, M. (1995): Hodnocení prostorové heterogenity krajiny z hlediska její biotické rozmanitosti. *Geografický časopis*, roč. 47, č. 2, s. 131–144.
- Operační program životní prostředí pro období 2007–2013. Praha, prosinec 2007. Technická aktualizace prosinec 2009.
- Prach, K. (2003): Spontaneous succession in Central-European man-made habitats: What information can be used in restoration practice? *Applied Vegetation Science*, vol. 6, no. 2, p. 125–129.
- Prach, K., Hobbs, R. J. (2008): Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology*, vol. 16, no. 3, p. 363–366.
- Ripl, W. (1995): Management of water cycle and energy flow for ecosystem control – the energy-transport-reaction (ETR) model. *Ecological Modelling*, vol. 78, no. 1–2, p. 61–76.
- Ripl, W., Hildmann, CH. (2000): Dissolved load transported by rivers as an indicator of landscape sustainability. *Ecological Engineering*, vol. 14, no. 4, p. 373–387.
- Spirhanzl, J. (1928): Obdělávání půdy. Český družstevní kalendář 26, Praha, Rolnická tiskárna v Praze, s. 161–172.
- Vondrušková, H. et al. (1994): Metodika mapování krajiny. Praha, ČÚOP, 55 s.

Ostatní zdroje

- CENIA (2011): Národní geoportál INSPIRE [online]. Praha, CENIA, 2011-[cit. 2011-07-05]. Dostupný z [www: <http://geoportal.gov.cz/>](http://geoportal.gov.cz/)
- IZGARD (2011): Internetový zobrazovač geografických armádních dat [online]. Dobruška, VGHMÚř, 2011-[cit. 2011-07-30]. Dostupný z [www: <http://izgard.cenia.cz/ceniaizgard/uvod.php>](http://izgard.cenia.cz/ceniaizgard/uvod.php)
- HEIS (2011): Hydroekologický informační systém [online]. Praha, VÚV, v. v. i., 2011-[cit. 2011-07-31]. Dostupný z [www: <http://heis.vuv.cz/>](http://heis.vuv.cz/)
- UAZK (2011): Císařské povinné otisky stabilního katastru [online]. Praha, Ústředního archivu zeměměřictví a katastru 2011, [cit. 2011-07-25]. Dostupný z [www: <http://archivnimapy.cuzk.cz/>](http://archivnimapy.cuzk.cz/)
- VÚMOP (2011): SOWAC GIS - GIS for Soil and Water Conservation [online]. Praha, VÚMOP, v. v. i., 2011,[cit. 2011-07-28]. Dostupný z [www: <http://www.sowac-gis.cz/>](http://www.sowac-gis.cz/)

Rukopis doručen: 5. 8. 2011

Přiját po recenzi: 26. 8. 2011

MAPOVÝ PRŮMĚT CÍLOVÉ CHARAKTERISTIKY KRAJINY NOVODVORSKA A ŽEHUŠICKA

THE MAP PROJECTION OF LANDSCAPE QUALITY OBJECTIVE IN THE NOVÉ DVORY – ŽEHUŠICE REGION

Martin Weber, Lenka Stroblová

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, weber@vukoz.cz, stroblova@vukoz.cz

Abstrakt

V rámci výzkumného projektu 2B06013 Implementace opatření Evropské úmluvy o krajině v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinářských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina je participativním způsobem zpracován návrh cílové charakteristiky krajiny jako strategický podklad pro přípravu územních plánů, pozemkových úprav, ochranu přírody a památkovou péči. Vedle textové a tabelární části obsahuje strategická vize i mapový průmět cílové charakteristiky krajiny. Článek přináší základní informaci o přípravě, náplni a možnostech využití mapových průmětů v rámci procesu participativního plánování a prezentuje dosažené výsledky z výše uvedené pilotní studie.

Klíčová slova: krajina, cílová charakteristika krajiny, participativní plánování, krajinné plánování, Evropská úmluva o krajině, Novodvorská, Žehušicko

Abstract

The landscape quality objective was elaborated with participatory approach within the research project 2B06013 “The implementation of the European Landscape Convention in intensively utilised type of agricultural landscape with signs of historical landscape design activities – the pilot study at Nové Dvory – Kačina area”. It should be used as strategic basis for land use planning, land consolidation, nature and cultural heritage conservation. The strategic vision includes text parts, tables and the map projection of landscape quality objective. The paper presents basic information about the preparation, results and possibilities of using map projection within participatory planning process and presents the results of this pilot study.

Key words: landscape, landscape quality objective, participatory planning, landscape planning, European Landscape Convention, Nové Dvory – Žehušice region

ÚVOD

Evropská úmluva o krajině (Council of Europe 2000) je nástrojem zakotvujícím potřebu nového náhledu na krajinu. Česká republika se jejím přijetím mimo jiné zavázala zavést postupy pro účast veřejnosti, místních a regionálních orgánů a jiných stran, které jsou zainteresovány na definování a provádění krajinných politik, zaměřených na ochranu, správu a plánování krajiny. Nalezení přístupu k naplnění Evropské úmluvy o krajině (EÚoK) na místní úrovni je hlavním cílem řešeného výzkumného projektu Národního programu výzkumu (NPV II) Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR č. 2B06013 Implementace opatření Evropské úmluvy o krajině v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinářských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina. Pilotní studie, realizovaná na Novodvorská a Žehušicko ve Středočeském kraji, usiluje o sdílení zabezpečení udržitelného rozvoje krajiny, respektujícího jak její hospodářský potenciál, tak i ochranu a rozvoj přírodních a kulturně-historických hodnot krajiny.

Poslední etapa výzkumu byla zaměřena na zpracování návrhu cílové charakteristiky krajiny – strategického podkladu pro přípravu územních plánů, pozemkových úprav, ochranu přírody a památkovou péči. Návrh cílové charakteristiky krajiny vzniká postupně na základě participativního posouzení alter-

nativních scénářů budoucího rozvoje krajiny, na které navázalo zpracování konceptu a výsledné verze cílové charakteristiky krajiny. Ve všech etapách byly využity mapové průměty, které promítaly předpokládané dopady strategických vizí na využívání krajiny sledovaného území v časovém horizontu cca 30 let. Příspěvek představuje obsahovou a metodologickou stránku přípravy mapových průmětů a objasňuje jejich úlohu v procesu participativního plánování budoucího rozvoje krajiny.

Současný stav poznání

Evropská úmluva o krajině ukládá mj. v rámci zavádění a provádění krajinných politik i definovat cílové charakteristiky krajiny pro vymezené a vyhodnocené krajiny. Pojem cílová charakteristika krajiny v pojetí úmluvy znamená přání a požadavky obyvatel týkající se charakteristických rysů krajiny, v níž žijí, formulované pro danou krajinu kompetentními veřejnými orgány (MZV, 2005).

Podle návrhu metodiky k provádění EÚoK na vnitrostátní úrovni (Anonymus, 2007) by definice cílových charakteristik měla být založena na znalosti konkrétních charakteristik a kvalit předmětných lokalit, identifikaci sil, které na ně působí, jejich potenciálu a na vnímání krajiny veřejností. Ně-

kterým otázkám nebo aspektům krajiny lze věnovat zvláštní pozornost. Cílové charakteristiky krajiny představují konečný výsledek procesu plánování činností v krajině, který předpokládá získávání poznatků, konzultace s veřejností, formulaci politik a strategie činností a monitorování. Cílové charakteristiky by měly představovat prvotní vodítko pro přípravu opatření, jež mají být posléze přijata k ochraně, správě a plánování krajiny a následnou péči o krajinu. Tato opatření by měla být připravena tak, aby navzájem spojovala sociální požadavky a hodnoty, které krajině přisuzuje veřejnost, s přijatými politickými rozhodnutími, pokud jde o podstatu jednotlivých součástí krajiny. Zvláštní význam je třeba přikládat celé škále sociálního vnímání krajiny, které odráží rozmanitost populace. Cílové charakteristiky krajiny je třeba definovat pomocí obecných nástrojů krajině politiky pro jednotlivé úrovně (celostátní, regionální, místní atd.) a formálně provádět prostřednictvím nástrojů plánování a rozvoje města a venkova, jakož i nástrojů odvětvových; tyto nástroje mohou na oplátku konkrétně přispět k formulaci cílových charakteristik krajiny. Pro úspěch tohoto procesu je nezbytné vést od počátku konzultace s veřejností a všemi dotčenými stranami a zajistit jejich kladný postoj a účast.

Zapojování veřejnosti a využití participativních metod plánování v rámci našeho projektu bylo předmětem samostatných příspěvků (Stroblová, 2009; Lipský et al., 2010; Stroblová, Weber, Lipský, 2010; Weber et al., 2010), v rámci posledně jmenovaného příspěvku byly prezentovány i variantní scénáře rozvoje krajiny. V souvislosti s implementací Evropské úmluvy o krajině participativní přístupy uvádějí Jones (2007), Meyer et al. (2008) a další. Participativní přístup k plánování krajiny je nejenom efektivnější z hlediska rozsahu získaných informací, ale stává se i účinným nástrojem pro prohloubení osobního vztahu k řešené problematice, místu a komunitě.

Problematika strategického plánování rozvoje obcí a regionů se v zahraničí uplatňuje již od 80. let 20. století (Cloke, 1983; Blakely, 1994), v našich podmínkách je metodologicky sledována až od druhé poloviny 90. let, kdy je věnována pozornost i rozvoji venkovských oblastí (Perlín, Bičík, 2006). Plánování vývoje za pomoci scénářů je metodou strategického plánování uplatňovanou v mnoha oblastech a na nejrůznějších organizačních a prostorových úrovních. Uvedení scénářů do procesu plánování je připisováno Hermanu Kahnovi a jeho práci pro americkou armádu v 50. letech 20. století (Anonymus, 2010). V zahraničí se v prostorovém plánování začaly scénáře používat na počátku 70. let (Shearer, 2005). V souvislosti s plánováním vývoje krajiny pracovali s využitím scénářů např. Hadjibiros (2010) a Larcher et al. (2010). V našich podmínkách je jejich využití spíše ojedinělé. Se scénáři bylo např. pracováno v 90. letech 20. století při diskusi nad tvorbou zemědělské politiky (Van Elzakker, 1994). Studie udržitelného rozvoje mikroregionu Veltrusdominio (Stránský et al., 2008) obsahuje mj. i grafické vyjádření variant rozvoje území, což je v našich podmínkách ojedinělý metodologický pokus. Scénáře umožňují identifikovat a demonstrovat efekty různých aktivit v reálném prostoru v budoucnosti, což může také ovlivnit přítomnost a plánování aktivit. Informováním o nežádoucích dopadech mohou scénáře pomoci aktérům změnit jejich aktivity a upravit je tak, aby se mohli včas vyhnout negativním

efektům a naopak posílit pozitivní efekty pro krajinu. Další pozitivní aspekt při použití scénářů je participace tvůrců a veřejnosti při rozhodovacím procesu. Scénáře jsou snadno srozumitelné a přesvědčivé nástroje pro prezentování potenciálních dopadů alternativních rozhodnutí, stejně tak jako pro formulování a sdělování postojů a názorů (Gantar, 2009).

Studované území

Studované území představuje individuálně vymezenou jednotku, která zahrnuje 21 katastrálních území o celkové rozloze 11 321 ha. Rozkládá se v rovinaté severovýchodní části okresu Kutná Hora, v povodí labských přítoků Doubravy a Klejnárky. Území je na východě ohraničeno svahem Železných hor a na severu nivou Labe. Téměř celé leží v rovině (Čáslavská kotlina) v nadmořské výšce 200–230 m, pouze na východě v oblasti Železných hor se místy zvedá nad 300 m n. m. Podobně příznivé jako reliéf jsou i geologické a klimatické podmínky.

Území představuje segment intenzivně využívané zemědělské krajiny se stopami barokních, klasicistních a přírodně-krajinářských úprav. Jádrem území je vyhlášená krajinná památková zóna Žehušicko, jejíž hlavní součástí jsou zámek Kačina a obce Nové Dvory, Svatý Mikuláš a Žehušice. I když si území dodnes zachovalo venkovský charakter, je atakováno řadou vlivů souvisejících s rozvojem velkovýrobních forem zemědělství, urbanizace, nadmístní technické infrastruktury, silniční, železniční, ale i letecké a vodní dopravy. V současném využití území dominuje orná půda, která zaujímá více než dvě třetiny jeho plochy. Podrobná charakteristika přírodního, kulturně-historického, sociálního a hospodářského potenciálu území, jakož i stavu a rozvoje obcí byla zpracována formou uceleného výstupu (Weber et al., 2009) a je uvedena na internetových stránkách projektu (www.projektkačina.estranky.cz). Přehledová mapa zájmového území projektu je uvedena na obr. 1.

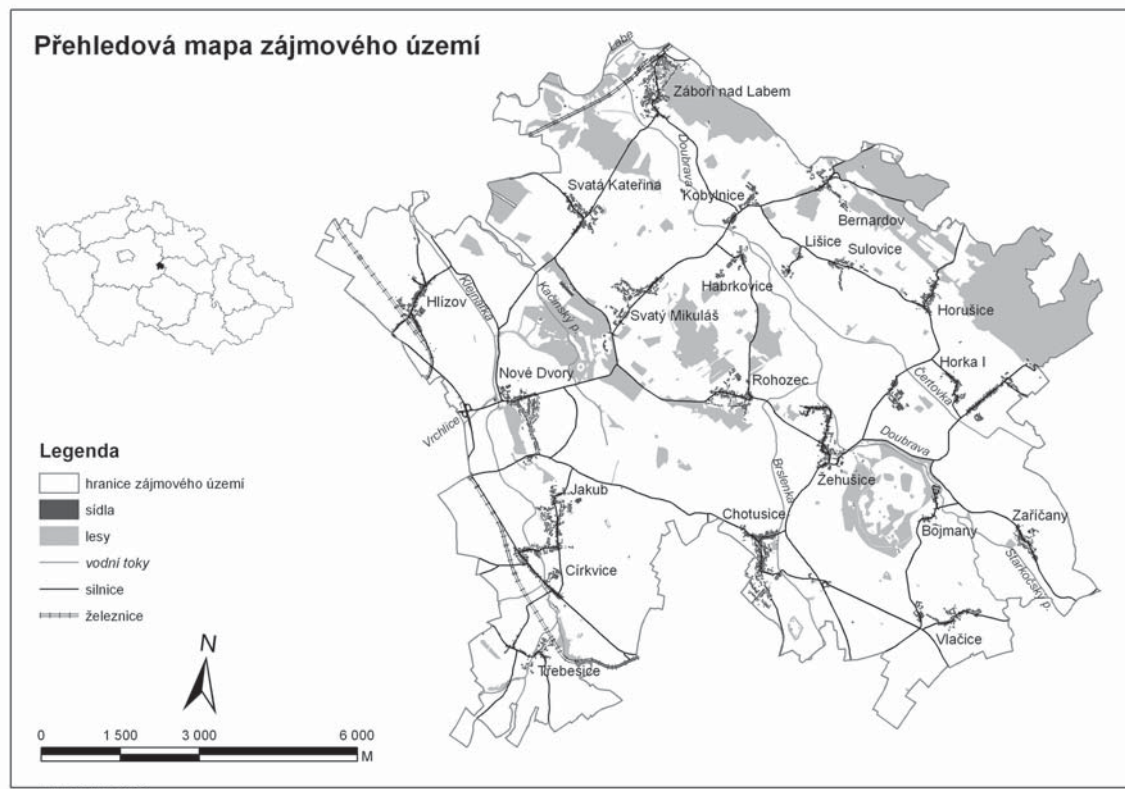
Interpretace stávajícího využití krajiny zájmového území je uvedena na obr. 1 (barevná příloha). Obrázky 2–11 ilustrují podobu vybraných částí zájmového území.

METODIKA

Přístup k řešení projektu se odvíjí od dříve zpracované metodiky (Weber et al., 2006) a metodologických doporučení vztahujících se k implementaci Evropské úmluvy o krajině (Anonymus, 2007). Řešení vychází z předpokladu, že efektivní rozvoj a péče o území mohou být realizovány pouze na základě důkladného poznání jeho historického vývoje, současného stavu a rozvojového potenciálu, ale také názorů obyvatel území a orgánů územní správy a jejich představ, sil a tlaků, které v území působí a ovlivňují jeho vývoj. Časový horizont uvažovaného dosažení cílového stavu krajiny je cca 30 let.

Jako podklady pro přípravu cílové charakteristiky krajiny byly využity výsledky předchozích etap výzkumu:

- a) krajinná diagnóza – souhrnná analytická zpráva a výsledná SWOT analýza;



Obr. 1 Přehledová mapa zájmového území projektu

- stávající mapové podklady – Digitální model území (1 : 25 000, 2007), Základní mapa ČR (1 : 10 000, 2006–2007) a letecké snímky z let 2007–2008, vč. interpretace;
- soubory starých map (I. vojenské mapování z let 1764–1768, 1780–1783, II. vojenské mapování z let 1836–1852), III. vojenské mapování z let 1877–1880, mapy stabilního katastru z let 1838–1839, topografická mapa generálního štábu z roku 1953) a soubory leteckých snímků (z let 1950, 1968, 1976), včetně interpretace;
- soubory specializovaných analytických map a dat uložených v datovém skladu projektu a prezentovaných na <http://www.projektkacina.estranky.cz/>;
- vyhodnocení dosavadních pracovních dílen se zástupci místních samospráv a veřejností.

Návrh cílové charakteristiky krajiny byl připraven ve třech navazujících etapách:

I. etapa:

Příprava a participativní posouzení alternativních scénářů budoucího rozvoje krajiny s rozdílnými prioritami cílů krajinné kvality (integrovány, segregáční, exploatační a útlumový scénář);

II. etapa:

Příprava a participativní posouzení pracovního návrhu (konceptu) cílové charakteristiky krajiny;

III. etapa:

Zpracování výsledného návrhu cílové charakteristiky krajiny.

Ve všech etapách byly využity mapové průměty, které promítaly předpokládané dopady strategických vizí do krajiny zájmového území.

Metodický přístup k přípravě alternativních scénářů rozvoje krajiny se opíral o obecná metodologická doporučení dotýkající se strategického plánování pomocí scénářů a jejich konstrukce (Leney, 2004; Anonymus, 2010). Postup vytváření a projednávání scénářů se odvíjel od následujících fází a kroků:

V průběhu 1. fáze tvorby scénářů byly v rámci několika spontánních diskuzí řešitelského týmu (brainstorming) formulovány a posléze vybrány předpoklady a hybné síly možných změn, přičemž pro sestavení scénářů byly použity pouze důležité předpoklady a hybné síly, nedůležité byly odloženy. O významnosti a dalším použití jednotlivých předpokladů a hybných sil v dalších krocích tvorby scénářů rozhodnul v diskusi řešitelský tým. V dalším kroku byly důležité předpoklady a hybné síly tříděny dle míry jejich uplatnitelnosti. Za základ pro tvorbu variantních scénářů pak byly využity trendy, jejichž výsledek je nejistý nebo diskutabilní. Trendy uplatnitelné s vysokou pravděpodobností se staly společnými východisky pro všechny scénáře a trendy uplatnitelné s velmi nízkou pravděpodobností nebyly pro přípravu scénářů využity.

Ve 2. fázi byly vybrané předpoklady a hybné síly sestaveny do funkčního rámce postaveného na dvou existujících přístupech ovlivňujících budoucí vývoj krajiny – intenzitě využívání území (exploatace) a intenzitě ochrany a péče o území.



Obr. 2 Rovinatý charakter centrální části zájmového území s místním horizontem Kačinského hřbetu (foto M. Weber)



Obr. 3 Území je významnou dopravní křižovatkou – železniční koridor u Záboří nad Labem (foto M. Weber)



Obr. 4 Slepá ramena Labe dokreslují lužní charakter krajiny v severní části zájmového území (foto M. Weber)



Obr. 5 Zámek Kačina představuje symbol území a jádro komponovaných úprav okolní krajiny z přelomu 18. a 19. století (foto M. Weber)



Obr. 6 Charakteristickým rysem krajinného obraz jsou stromořadí – alej u Ovčár (foto M. Weber)



Obr. 7 Žehušická obora je nerozlučně spjata s tradičním chovem bílých jelenů (foto M. Weber)



Obr. 8 Přírodě-blízký charakter Doubravy nad Habrkovicemi (foto M. Weber)



Obr. 9 Kanalizovaný tok Doubravy od Habrkovic k ústí do Labe (foto M. Weber)



Obr. 10 Tradičně obhospodařovaná krajina v okolí Bernardova (foto M. Weber)



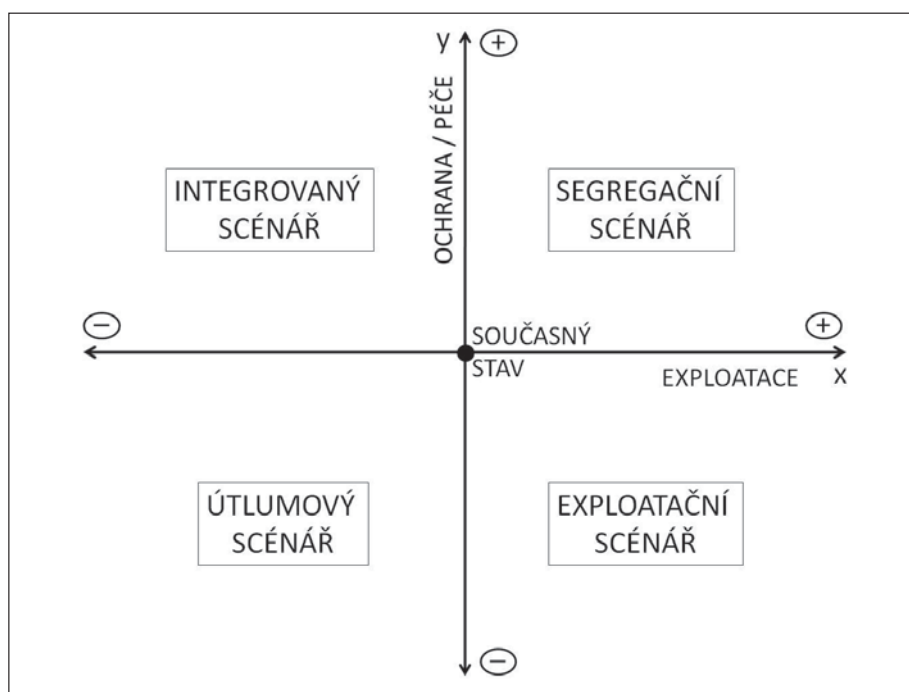
Obr. 11 Monofunkční krajina u Zařičan podřízená zájmům velkovýrobního obhospodařování (foto M. Weber)

Na jedné ose pomyslného grafu se nacházejí tendence k exploataci potenciálu krajiny (osa x zahrnuje snížení nebo naopak posílení exploatace krajiny). Na druhé ose jsou tendence k ochraně a péči o potenciál krajiny (osa y zahrnuje snížení nebo naopak posílení ochrany/péče). V průniku os se nachází současný stav (obr. 12). Tímto postupem byly vytvořeny rámce a formulována východiska 4 variantních scénářů možného rozvoje krajiny – scénáře integrovaného, segregančního, exploatačního a útlumového.

Ve 3. fázi bylo přistoupeno k sestavení scénářů, tvorbě jejich mapových průmětů, bilancování a jejich porovnání. Jako základ pro sestavení scénářů a zhotovení jejich územních průmětů byla podle výše uvedeného postupu vybrána nejvýznamnější tvrzení vzešlá z předchozích diskusí. Z metodologického hlediska byly mapové průměty integrovaného, segregančního, exploatačního, útlumového scénáře, následně i konceptu a výsledného scénáře, zpracované v prostředí GIS v měřítku 1 : 10 000, vytvářeny na základě územně lokalizovatelných jevů a strategických přístupů budoucího nakládání s krajinou obsažených v textových částech strategie. Nejdůležitější přístupy podrobně rozpracované v alternativních scénářích

a ve výsledné strategické vizi byly bodově uvedeny na okraj mapových průmětů jako předpoklady a hybné síly k jejich realizaci. Dalším doplňujícím údajem, uváděným na okraji každého mapového průmětu, bylo procentuální vyjádření cílového zastoupení hlavních kategorií ve využívání krajiny, prezentované formou koláčového grafu.

Do mapových průmětů byly některé jevy přebírány na základě kritického zhodnocení stávajících územně-plánovacích a oborových podkladů a dokumentací (např. problematika rozvoje sídel, územní infrastruktury, územní systém ekologické stability apod.). Další jevy byly zaznamenány na základě studia starých map (např. komponované krajinné areály, staré rybníční soustavy a další krajinné prvky, trasování významných polních cest apod.). Další jevy byly nově navrhovány s využitím obecných metodických přístupů (např. protierozní ochrana území, výběr ploch pro pěstování rychle rostoucích dřevin apod.) a s využitím specializovaných studií (např. problematika protipovodňových opatření). Významná skupina jevů byla do mapových průmětů zanesena na základě empiricky podložených odhadů (např. problematika možných dopadů rozvoje, či útlumu zemědělského využívání krajiny)



Obr. 12 Schéma funkčního rámce pro tvorbu variantních scénářů rozvoje krajiny

a cíleně navrhovaných krajinářských opatření (např. cílená revitalizační opatření, opatření na posílení prostupnosti a rekreačního využívání krajiny apod.). Podrobné informace o podkladech a způsobech vymezení rozvoje mapovaných jevů jsou uvedeny v tab.1. Ve všech oblastech bylo přihlíženo k názorům účastníků pracovních dílen.

Na základě projednávání mapových průmětů alternativních scénářů rozvoje byla legenda mapového průmětu cílové charakteristiky krajiny doplněna o potenciál rozvoje. Ten na jedné straně vyjadřuje další možnosti rozvoje krajiny zájmového území přesahující návrhové období strategie, na straně druhé odráží příležitosti uplatnění ze současného pohledu nejednoznačných směrů vývoje krajiny.

VÝSLEDKY

Výsledková část práce je věnována představení alternativních scénářů budoucího rozvoje krajiny a cílové charakteristiky krajiny, vypracované na jejich základě. V souladu se zaměřením a možnostmi příspěvku je ve všech případech uvedena pouze rámcová charakteristika a příslušný mapový průmět. Na závěr výsledkové části je uvedena orientační kvantitativní bilance dopadů jednotlivých scénářů a cílové charakteristiky krajiny na stávající využívání krajiny.

Alternativní scénáře budoucího rozvoje krajiny s rozdílnými prioritami cílů krajinné kvality

Jako východisko pro přípravu cílové charakteristiky krajiny byly dle výše uvedené metodiky připraveny čtyři alternativní scénáře možného rozvoje krajiny. Jedná se o scénář integrovaný, segregáční, exploatační a útlumový.

Integrovaný scénář

Integrovaný scénář koncepčně směřuje k harmonické a trvale udržitelné krajině, reflektující šetrné formy exploatace, jakož i historický a přírodní potenciál území. K jeho dosažení je třeba vynaložit nejvíce energie (obsahuje velké množství změn a důležitou podmínkou jeho nastartování je i komplexní dotační politika). Zároveň klade velký důraz na spolupráci a koordinaci různých subjektů v území. Přístup k budoucímu rozvoji krajiny představuje následující výčet nejdůležitějších předpokladů a hybných sil.

- Koncepční a celostní rozvoj území navazující na významné etapy historického vývoje, které zasazuje do aktuálního funkčního využití krajiny.
- Předpokladem scénáře je aktivní spolupráce veřejné správy, uživatelů krajiny a veřejnosti, rozvoj bude odrážet společnou vůli a aktivní přístup všech aktérů v rámci zájmového území.
- Snížení intenzity zemědělského využití krajiny a zároveň posílení ochrany, scénář usiluje o vyváženou krajinu z hlediska naplňování produkčních a mimoprodukčních funkcí.
- Revitalizace vodních toků.
- Zvýšení retence a akumulace vody v krajině v rámci povodí, včetně obnovy rybníčních soustav.
- Zvýšení podílu lesů, trvalých travních porostů a vodních ploch, včetně vytvoření ucelené sítě rozptýlené zeleně v krajině.
- Obnova komponovaných krajinných areálů ve vazbě na rozvoj poznání a turistický ruch – Nové Dvory, Kačina, Kamajka, Žehušice, Skalka u Třebešic.
- Komplexní obnova prostupnosti krajiny polyfunkční sítí cest.

Tab. 1 Podklady a způsoby vymezení rozvoje mapovaných jevů v mapových průmětech

| Mapovaný jev | Podklad / Metoda | Způsob vymezení v mapovém průmětu | | | | | |
|--|---|---|-------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------|---|
| | | Integrovaný scénář | Segregační scénář | Exploatační scénář | Útlumový scénář | Cílová charakteristika krajiny | |
| Zastavěné plochy | ÚPD obcí zájmového území | B | B | B | B | B | |
| Sportovně-rekreační areály | | D | D | D | – | D | |
| Železnice – varianta VRT | Schéma plánovaných VRT, http://www.mdcz.cz/ , Odbor regionálního rozvoje a ÚP, MěÚ Kutná Hora | – | – | A | A | – | |
| Silnice – přeložka silnice I. třídy I/2 | ÚP VÚC Střední Polabí (Körner a kol., 2006) | B | B | A | A | B | |
| Silnice – obchvat Církvice (varianta A2+B+C2 a C4) | ÚPD obce Církvice a její změny, http://www.rsd.cz/ | A | A | A | A | A | |
| Polní cesty | Mapy stabilního katastru, KPÚ vybraných k. ú. | E | E | – | – | E | |
| Speciální využití | Ortofoto letecký snímek (2008, http://geoportal.gov.cz/) | A | A | A | A | A | |
| Sady, vinice, okrasné školky | Krajinná diagnóza (Weber a kol., 2009) | Mapy viničních tratí (Anonymus, 2009) | C | C | C | C | C |
| Opuštěná pole, TTP, sady a okrasné školky | | – | – | C | C | – | |
| Rychle rostoucí dřeviny | | Analýza potenciálu biomasy (Havlíčková a kol., 2010) | – | – | B | – | B |
| TTP, lesy a rozptýlená zeleň – ochrana ZPF proti větrné erozi | | Potenciální ohrožení ZPF větrnou erozí (Anonymus, 2008), Doporučený systém protierozní ochrany v procesu KPÚ (Dumbrovský a kol., 1995) | E | E | – | – | E |
| TTP, lesy a rozptýlená zeleň, vodní plochy a toky, mokřady a rákosiny – vytvoření funkční ekologické sítě (ÚSES, revitalizační opatření, retence a akumulace vody v území, ochrana před povodněmi) | | ÚPD obcí zájmového území, http://www.uhul.cz/ , Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi (Just a kol., 2005), Využití přirozeného potenciálu krajiny pro retenci a protipovodňovou ochranu území (Langhammer, Rettichová, 2011) | E | E | – | – | E |
| Vodní plochy – obnova rybníků | Mapy I. vojenského mapování, mapy stabilního katastru | B | B | – | – | B | |
| Okrasné zahrady, OP, TTP, lesy a rozptýlená zeleň, vodní plochy a toky, polní cesty, mokřady a rákosiny – obnova komponovaných krajinných areálů | Mapy stabilního katastru vybraných k. ú., archivní průzkum | B | B | – | – | B | |
| Rozhledna u Horušic | Turistická mapa 1 : 50 000 Kolínsko a Kutnohorsko, KČT, 2002 | – | – | – | – | D | |

Způsob vymezení v mapovém průmětu

A převzato na základě výchozích podkladů

B vymezeno s kritickým přehodnocením, ev. úpravou výchozích podkladů ve smyslu funkčního rámce příslušného scénáře

C kvalifikovaný odhad s respektováním funkčního rámce příslušného scénáře, přírodních podmínek a územních vazeb

D cíleně navrhované opatření vycházející z empiricky zjištěných územních předpokladů a funkčního rámce příslušného scénáře

E cíleně navrhované opatření s využitím výchozích podkladů, metod a funkčního rámce příslušného scénáře

– mapovaný jev není v mapovém průmětu příslušného scénáře zastoupen

- Rozvoj multifunkčního a ekologického zemědělství (transformace, případně útlum vybraných zemědělských středisek).
- Ochrana proti větrné erozi s využitím široké škály opatření.
- Racionální rozvoj sídel (důraz na minimalizaci záborů zemědělské půdy) a dopravní infrastruktury.
- Rozvoj systému šetrného turistického ruchu ve spolupráci s Kutnou Horou, včetně podpory vícedenních forem rekreace v rámci celého zájmového území.
- Dotační politika bude podporovat komplexně orientované i dílčí projekty rozvoje venkova.

Segregační scénář

Segregační scénář směřuje k vytvoření polarizované krajiny, na jedné straně intenzivně využívané a na straně druhé důsledně chráněné ve vymezených částech. Tento scénář nenavrhuje tak rozsáhlé změny využití území, předpokládá koncepční realizaci souboru ekostabilizujících opatření, vedoucích ke zvýšení ochrany krajiny a jejích dílčích částí. Scénář je podmíněn dotační politikou zaměřenou na dílčí projekty rozvoje venkova. Přístup k budoucímu rozvoji krajiny podle tohoto scénáře je následující.

- Koncepční rozvoj území preferující řešení dílčích problémů krajiny.
- Scénář předpokládá intenzivní spolupráci a komunikaci mezi zúčastněnými subjekty v rámci dílčích částí území, rozvoj bude určován aktivitou jednotlivých obcí, které se mohou sdružit za účelem splnění dílčího cíle.
- Racionální zvýšení hospodářského potenciálu krajiny při současném zabezpečení ochrany krajiny v minimálních parametrech.
- Revitalizace vybraných částí vodních toků.
- Dílčí zvýšení retence a akumulace vody v krajině v rámci povodí a vybraných rybníků.
- Vytvoření ucelené sítě rozptýlené zeleně v krajině.
- Obnova komponovaného krajinného areálu v okolí Kačiny ve vazbě na rozvoj poznání a turistický ruch, ostatní areály budou obnoveny v omezeném rozsahu.
- Obnova základní sítě polních cest.
- Rozvoj multifunkčního zemědělství (velkovýrobních i malovýrobních forem).
- Ochrana proti větrné erozi s převažujícím využitím větrolamů.
- Racionální rozvoj sídel a dopravní infrastruktury.
- Rozvoj služeb cestovního ruchu v hlavních pólech území s dílčí spoluprací s Kutnou Horou.
- Dotační politika bude zaměřena na dílčí projekty rozvoje venkova.

Exploatační scénář

Exploatační scénář klade důraz na zvýšení exploatace území. Ochrana a péče o krajinu není při plánování rozvoje území koncepčně rozvíjena. Tento scénář se v návrhu využití území (s výjimkou rozvoje urbanizovaných a produkčních ploch) podstatně neliší od současného stavu, spíše nastiňuje možná úskalí pokračování současných trendů rozvoje (větší degrada-

ce půd, vod, výstavba na orné půdě atd.). Scénář charakterizuje následující přístup k budoucímu rozvoji krajiny.

- Jednostranně orientovaný rozvoj území s prioritou produkčních funkcí.
- Rozvoj území bude určen tržními podmínkami se všemi důsledky, uživatelé krajiny budou jednou z hlavních určujících sil budoucího rozvoje krajiny, pasivní přístup veřejnosti.
- Zvýšení intenzity využívání krajiny za současného snížení její ochrany.
- Vodní toky nebudou revitalizovány.
- Retence a akumulace vody není cíleně řešena, koncept protipovodňové ochrany zachovává současný stav ohrázení toků, snaha o omezení rozlivů – vytvoření umělého koryta Doubravy nad Habrkovicemi (v úseku Bojmany – Habrkovice).
- Nedojde k vytvoření ucelené sítě rozptýlené zeleně, v podstatě bude zachován současný stav.
- Nedojde k obnově komponovaných krajinných areálů, ochrana památek bude pouze v mezích zákonných limitů, důraz na komerční využívání památek.
- Nedojde k obnově prostupnosti krajiny.
- Převážně bude pokračovat velkovýrobní zemědělství, rozvoj energetických plodin na zemědělské půdě, možný rozvoj sadů, marginální zemědělské plochy budou zalesněny, nebo budou spontánně zarůstat.
- Nebude zajištěna ochrana proti větrné erozi.
- Rozsáhlé zábory zemědělské půdy pro zástavbu, rozvoj nadmístní infrastruktury s velkými dopady v zájmovém území.
- Cestovní ruch bude soustředěn především na Kutnou Horu, v zájmovém území převažuje krátkodobá rekreace; vznik komerčních sportovně rekreačních areálů (Žehušice, Záboří nad Labem).
- Dotační politika bude zaměřena na exploataci krajiny (doprava, fotovoltaické elektrárny, protipovodňové hráze, podpora zemědělské produkce).

Útlumový scénář

Útlumový scénář nastiňuje vizi opouštění venkova a neřízeného útlumu ve využívání území s výjimkou rozvoje nadmístní infrastruktury. Ochrana a péče o krajinu není při plánování rozvoje území koncepčně rozvíjena. Pokles hospodářského a sociálního významu venkova je provázen jeho vyliďňováním a postupnou ztrátou kulturních hodnot. Na neobhospodařovaných plochách dochází k samovolnému zarůstání krajiny ruderálními společenstvy a posléze lesem. Postoj k budoucímu rozvoji krajiny vychází z dále uvedené charakteristiky.

- Nekoncepční rozvoj – opouštění venkova a útlum ve využívání území, s výjimkou rozvoje nadmístní infrastruktury (dálková vedení, nadmístní dopravní infrastruktura, logistická centra apod.).
- Bez participace mezi aktéry.
- Snížení využívání krajiny a snížení její ochrany.
- Samovolné zarůstání vodních toků (důsledek omezené údržby).
- Dílčí a převážně samovolné zvýšení retence a akumulace

- vody v krajině v rámci povodí bez koncepčního přístupu.
- Samovolné zarůstání v dílčích částech území spojené s opouštěním zemědělského obhospodařování krajiny, eventuální riziko šíření invazních druhů.
- Postupný zánik komponovaných úprav krajiny a postupná změna kulturní krajiny ve prospěch přírodě blízké krajiny.
- Omezenější prostupnost a přístupnost krajiny pro člověka.
- Neřízený útlum zemědělské výroby.
- Nebude zajištěna ochrana proti větrné erozi, na neobhospodařovaných plochách bude eroze omezena.
- Stagnace rozvoje zástavby, posílení rozvoje nadregionální dopravní infrastruktury.
- Stagnace či úpadek cestovního ruchu, objekty cestovního ruchu budou soustředěny na nejvýznamnější centra (Kačina, Jakub, Žehušice).
- Dotační politika pouze do rozvoje nadregionální infrastruktury (venkov bez dotací).

Pro každý z výše uvedených scénářů byl zpracován mapový průmět do mapy studovaného území v měřítku 1 : 10 000. Mapové průměty alternativních scénářů jsou prezentovány na obrázcích (obr. 2–5) v barevné příloze.

Návrh cílové charakteristiky krajiny

Na základě vyhodnocení akceptovatelnosti alternativních scénářů rozvoje krajiny Novodvorska a Žehušicka, které proběhlo v rámci veřejného projednání, bylo rozhodnuto připravit pracovní návrh cílové charakteristiky krajiny jako průnik integrovaného a segregáčního scénáře. V rámci pracovního návrhu (konceptu) cílové charakteristiky krajiny byl, podobně jako v předchozích případech, zpracován mapový průmět do mapy v měřítku 1 : 10 000. Koncept byl vystaven na inter-

netových stránkách projektu a projednán s místními obyvateli a orgány územní správy na k tomuto účelu svolané pracovní dílně dne 3. března 2011 v Žehušicích (obr. 13). Těto akce se zúčastnilo celkem 29 osob (10 zástupců místních samospráv, 7 zástupců místních organizací a veřejnosti, 12 zástupců řešitelského kolektivu). Účastníci pracovní dílny vyjádřili souhlas s představeným materiálem. Na základě tohoto souhlasu byl koncept dopracován do podoby výsledného návrhu cílové charakteristiky krajiny, jehož mapový průmět je prezentován v barevné příloze (obr. 6).

Cílová charakteristika krajiny

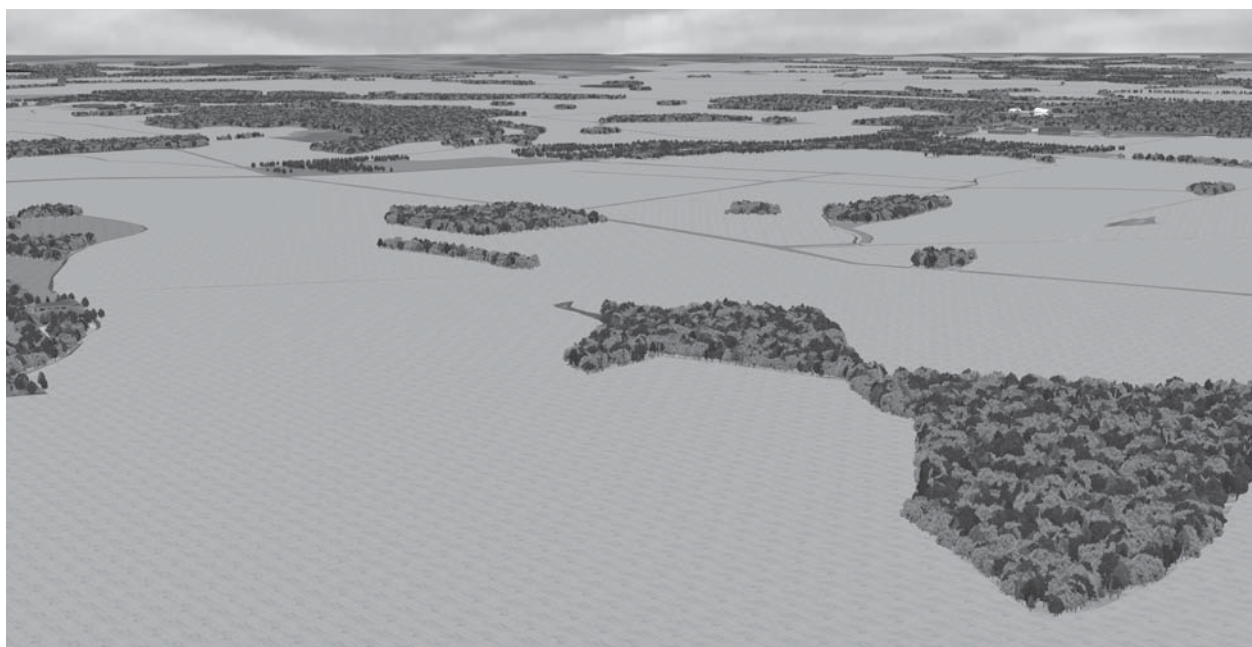
Návrh cílové charakteristiky krajiny koncepčně směřuje k udržitelné krajině, reflektující odpovídající formy využívání krajiny, jakož i historický a přírodní potenciál území. K jeho dosažení je třeba vynaložit cílevědomé úsilí s využitím všech koncepčních nástrojů a reálných možností dotační politiky. Předpokládána je spolupráce a koordinace všech subjektů v území. Přístup k budoucímu rozvoji krajiny dle návrhu cílové charakteristiky krajiny je následující.

- Koncepční rozvoj území navazující na významné etapy historického vývoje, které zasazují do aktuálního funkčního využití krajiny.
- Optimalizace zemědělského využívání krajiny při zabezpečení ochrany a rozvoje přírodních a kulturně-historických hodnot území.
- Řešení protipovodňové ochrany se zaměřením na posílení ochrany sídel, včetně umožnění řízených rozlivů na zemědělském půdním fondu a lesním fondu.
- Revitalizace významné části vodních toků a posílení jejich polyfunkčního působení v krajině.

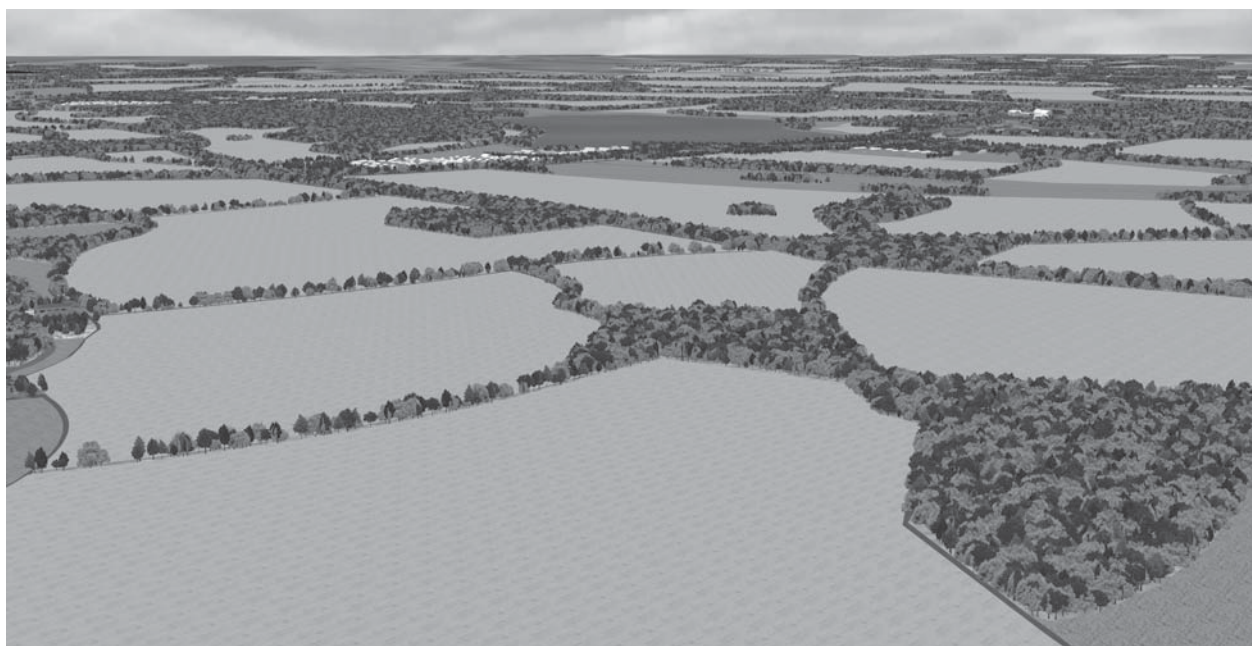


Obr. 13 Účastníci pracovní dílny ke konceptu cílové charakteristiky krajiny v Žehušicích (foto M. Weber)

- Posílení retence a akumulace vody v rámci povodí a vybraných rybníků, včetně vymezení potenciálu pro další zvýšení retence a akumulace vody v krajině.
- Dílčí zvýšení podílu lesů, trvalých travních porostů a vodních ploch, včetně vymezení potenciálu dalšího rozvoje těchto ploch; vytvoření funkční ekologické sítě v území.
- Obnova komponovaných krajinných areálů ve vazbě na rozvoj poznání a turistický ruch – Nové Dvory, Kačina, Kamajka, Žehušice, Skalka u Třebešic, Bernardov.
- Obnova prostupnosti krajiny polyfunkční sítí cest.
- Rozvoj integrovaného a multifunkčního zemědělství, podpora udržitelného hospodaření na rodinných farmách a ekologického zemědělství.
- Rozvoj specializovaných výrob, včetně vymezení potenciálu pro rozvoj školek, sadů, vinic a rychle rostoucích dřevin.
- Ochrana proti větrné erozi s využitím větrolamů a dalších opatření.
- Racionální rozvoj sídel a dopravní infrastruktury.
- Rozvoj systému šetrného turistického ruchu ve spolupráci s Kutnou Horou, včetně podpory vícedenních forem rekreace v rámci celého zájmového území.
- Předpokladem uskutečnění vize je aktivní spolupráce veřejné správy, uživatelů krajiny a veřejnosti. Rozvoj bude



Obr. 14 Model současného stavu území – pohled od Svaté Kateřiny na jih přes Svatý Mikuláš (T. Oršulák)



Obr. 15 Model návrhu cílové charakteristiky krajiny – pohled od Svaté Kateřiny na jih přes Svatý Mikuláš (T. Oršulák)

určován aktivitou jednotlivých obcí a dalších subjektů, které se mohou sdružit za účelem naplnění společných cílů.

- Dotační politika bude podporovat komplexně orientované i dílčí projekty rozvoje venkova.

V rámci souhrnné strategické vize bylo vymezeno pět hlavních strategických oblastí: oblast Přírodní potenciál, Kulturně-historický potenciál, Hospodářský potenciál, Sociální potenciál a trh práce a na závěr oblast Sídla, infrastruktura a rekreace. Pro každou z uvedených strategických oblastí byly definovány problémové okruhy a strategické cíle k jejich řešení, obsahující dílčí strategické cíle ve formě konkrétních návrhů a opatření realizovatelných v praxi.

V první strategické oblasti Přírodní potenciál byly popsány tyto hlavní problémové okruhy: Voda v krajině; Půda a reliéf; Biota a biodiverzita; Krajinná struktura, ekologická stabilita a krajinný ráz; Ochrana přírody a krajiny. V oblasti Kulturně-historický potenciál to byly okruhy: Ochrana kulturně-historického dědictví; Regenerace památkového fondu; Zpřístupnění a odpovídající využití památek a Regenerace kulturní krajiny. Obsahově rozsáhlejší strategická oblast Hospodářského potenciálu zahrnuje 3 podoblasti s následujícími problémovými okruhy. Podoblast Lesní hospodářství a myslivost: Kategorizace lesních porostů; Plocha lesních porostů; Hospodaření v lesních porostech a Myslivost. Podoblast Zemědělství: Rozvoj udržitelného zemědělství a Rozvoj zemědělské krajiny. Podoblast Vodní hospodářství: Rybníkářství a rybářství; Zemědělské závlahy a Protipovodňová ochrana na Doubravě. Čtvrtá strategická oblast Sociální potenciál a trh práce identifikuje problémové okruhy týkající se Identity a soudržnosti regionu a Místní ekonomické činnosti a zaměstnanosti. Poslední strategickou oblastí je oblast Sídel, in-

frastruktury a rekreace, v níž byly pojmenovány problémové okruhy: Zajištění udržitelného rozvoje sídel a infrastruktury; Zkvalitnění stavu sídel a infrastruktury a na závěr Zajištění a podpora udržitelného rozvoje rekreace a šetrného turistického ruchu. Za účelem názornějšího představení navrhovaných změn byl v rámci řešení projektu zpracován 3D model zájmového území pro současný stav a návrh cílové charakteristiky krajiny (obr. 14, 15).

Úplné představení strategické vize vč. kompletní textové části a příloh je publikováno na internetových stránkách projektu (www.projektkacina.estranky.cz).

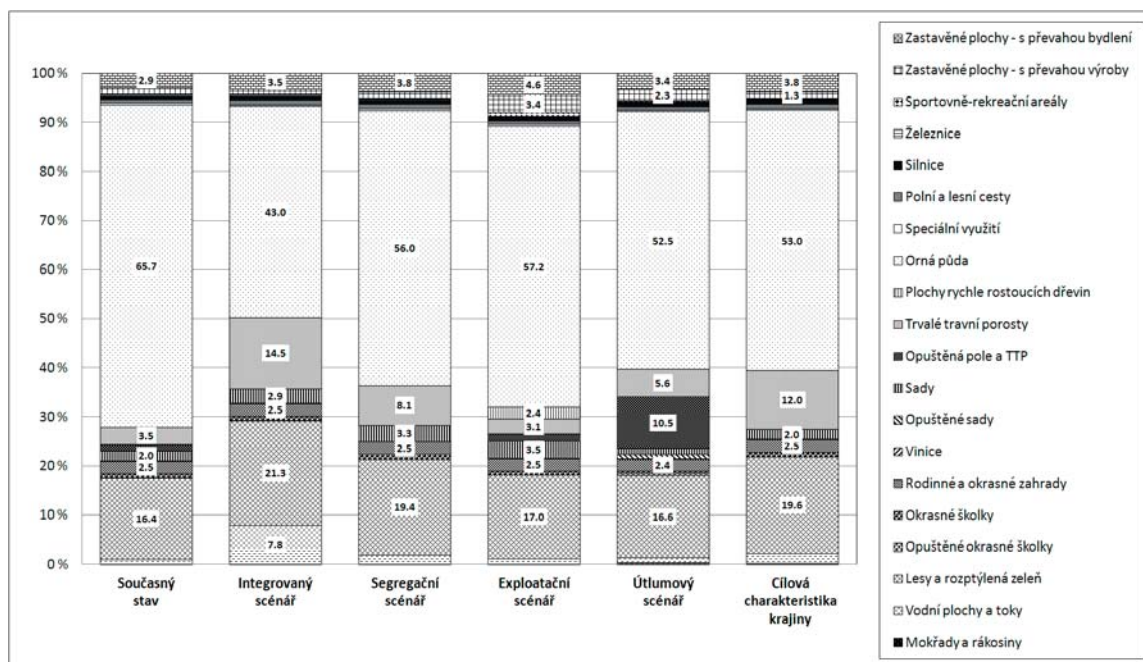
Bilance dopadů alternativních scénářů a cílové charakteristiky krajiny na stávající využívání krajiny

Zpracování mapových průmětů mj. umožňuje provedení orientační kvantitativní bilance dopadů jednotlivých scénářů a cílové charakteristiky krajiny na stávající využívání krajiny (graf 1). V rámci využití GIS technologie lze snadno navrhované změny kategorizovat, územně lokalizovat a dále bilan- covat.

DISKUZE

Použití mapových průmětů k prezentaci strategických vizí rozvoje krajiny se v našich podmínkách objevuje velmi ojedinele a je provázáno nedostatkem praktických zkušeností jak v oblasti jejich zpracování, tak jejich interpretace.

Při zpracování mapových průmětů alternativních scénářů budoucího rozvoje krajiny a návrhu cílové charakteristiky krajiny bylo ambicí výzkumného projektu tvůrčí provázání tří pří-



Pozn.: 100 % odpovídá celkové rozloze zájmového území, tj. 11 322 ha.

Graf 1 Porovnání využití území ve variantních scénářích se současným stavem

stupů ke krajinářství (Meeus, Vroom, 1986; Míchal, 1991):

- tradičního krajinářství, koncipovaného jako umění tvorby nového prostředí;
- moderního krajinářství, opírajícího se o inventarizaci přírodních daností, vědeckou analýzu, předvídání vznikajících problémů a o prognózu následků; kdy obsah i forma syntézy jsou určovány výhradně výsledkem vědeckých analýz;
- postmoderního krajinářství (pozn. aut.: dnes bychom asi hovořili o participativním krajinářství), kdy výsledný návrh organizace prostoru je tvořen na bázi vyjednávání plánovačů a uživatelů krajiny; výsledný návrh může vycházet pouze z kompromisů mezi záměry různých skupin uživatelů, které musejí být schopny racionálně vyjádřit své potřeby v projektu; forma návrhu musí být přizpůsobena očekávaným diskusím a projednávání, návrh bývá často redukován na prostorovou osnovu, která má být postupně naplňována v souladu s proměnlivými potřebami uživatelů.

Všechny výše uvedené přístupy byly uplatněny při vymezování rozvoje mapovaných jevů a jistě si zasluhují další precizaci. Duchu EÚoK je patrně nejbližší uplatnění postmoderního krajinářství, ovšem jeho tvůrčí provázání s tradičním i moderním krajinářstvím je podle našeho názoru do jisté míry předpokládáno. Takto provázaný přístup ke krajině bychom si dovolili pracovně nazvat krajinářstvím „integrováním“. Předpokladem pro uplatnění „integrování krajinářství“ v rámci výzkumného projektu bylo interdisciplinární složení řešitelského týmu, které zahrnovalo odborníky architektonického, přírodovědného, humanitního, technického i uměnovědného zaměření.

Příprava mapového průmětu cílové charakteristiky krajiny Novodvorská a Žehušicka naznačila několik dalších věcných a metodologických úskalí.

Prvním úskalím může být již pojetí cílové charakteristiky krajiny jako souhrnné strategické vize území, formální náplň takového dokumentu a vymezení období pro jeho naplnění. V našem případě jsme vycházeli ze zadání výzkumného projektu, opírajícího se o materiály k EÚoK. V rovině věcných problémů se již v analytické fázi výzkumu projevila značná roztržitost, nedostatečná provázanost a rozdílná hloubka informací a podkladů o území. Roztržitost a nedostatečná provázanost územně-historických, územně-ekologických a územně-technických podkladů je dána řadou správců, působících v dílčích oblastech ochrany, správy a plánování krajiny a jejich nedostatečnou koordinací. Nedostatečná hloubka informací se projevila především v oblasti územně-historických a územně-ekologických podkladů, které musely být doplněny vlastním archivním průzkumem i šetřením v terénu.

Dalším úskalím bylo zapojování místních aktérů a využití participativních metod plánování v rámci výzkumného projektu, které bylo založeno na dobrovolnosti a zájmu účastníků. Z důvodu získání co nejširšího spektra účastníků a informovanosti o projektu byl základní způsob komunikace s veřejností, spočívající v organizaci pracovních setkání (pracovních dílen), v úvodních fázích projektu, doplněn o další přístupy (anketární šetření zaměřené na širokou veřejnost

a představitele místních samospráv, dotazníková šetření směřovaná na rodiče žáků místních základních škol, dotazníkové šetření mezi zemědělci apod.). Informace o řešení projektu byly publikovány v místním tisku. Pravidelně byly aktualizovány internetové stránky projektu, obsahující vedle aktuálních informací i podklady k pracovním dílnám a dosažené výsledky ukončených aktivit projektu. Z věcného pohledu by řešení projektu jistě napomohla vyšší účast správních orgánů, uživatelů krajiny i veřejnosti na jednání pracovních dílen a jejich komplexnější pohled na rozvoj krajiny. Od povědomí místních subjektů o krajině a jejich zájmu spolupřihlížet o jejím budoucím rozvoji se odvíjí objektivita rozhodování i všeobecná akceptovatelnost dlouhodobé strategie.

Z metodologického hlediska lze uvažovat i další varianty východních scénářů pro přípravu cílové charakteristiky krajiny (např. zdůraznění pouze vybraných forem exploatace krajiny v rámci exploatačního scénáře, nebo nastolení cesty řízeného útlumu určitých hospodářských aktivit v rámci útlumového scénáře). Jelikož nebyly tyto varianty ve vztahu k řešenému území považovány za významné, nebyly v dalším postupu rozvíjeny. Metodologicky pouze nastíněnou otázkou, vyžadující další prohloubení, je podoba bilancování dopadů variantních scénářů a cílové charakteristiky krajiny na základě mimoekonomických a ekonomických kritérií, jakož i nastavení organizačních, plánovacích a ekonomických nástrojů pro uvedení systému strategického plánování rozvoje krajiny do praxe.

Při interpretaci je třeba, s ohledem na výše uvedené, přistupovat k mapovým průmětům jako ke směrným dokumentům vyjadřujícím dlouhodobou koncepci rozvoje krajiny, vznikající na základě promítnutí určitých tendencí dlouhodobé strategie. Ve smyslu navrhovaných opatření jde pouze o rámcová doporučení, nikoliv o závaznou dokumentaci, a řada navrhovaných jevů má charakter myšlenkových námětů.

Z tohoto pohledu je třeba chápat mapové průměty především jako srozumitelný a účinný prostředek pro interpretaci strategických záměrů a prostředek pro účinnou komunikaci v rámci participativních forem plánování budoucího rozvoje krajiny. Veřejnými orgány odsouhlasený návrh cílové charakteristiky krajiny bude mít v duchu EÚoK úlohu strategického podkladu pro přípravu územních plánů, pozemkových úprav, ochranu přírody, památkovou péči, eventuálně další plánovací nástroje.

ZÁVĚR

V příspěvku jsou na příkladu území Novodvorská a Žehušicka prezentovány poznatky z použití mapových průmětů k prezentaci strategických vizí rozvoje krajiny, vytvářených v duchu Evropské úmluvy o krajině. Na základě dosavadních zkušeností výzkumu lze konstatovat, že mapové průměty jsou užitečným nástrojem v oblasti rozhodování o území a vhodným podkladem pro participativní přípravu strategických vizí budoucího nakládání s krajinou. Z tohoto pohledu se jedná o důležitý metodologický příspěvek k problematice strategického plánování rozvoje krajiny.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu výzkumu a vývoje MŠMT ČR 2B06013 „Implementace opatření Evropské úmluvy o krajině v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinářských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina“.

LITERATURA

- Anonymus (2007): Návrh metodiky provádění Evropské úmluvy o krajině na vnitrostátní úrovni. Příloha 12; T-FLOR (2007) 14 (<http://www.cenelc.cz>).
- Anonymus (2008): Potenciální ohrožení ZPF větrnou erozí (http://ms.vumop.cz/mapserv/dhtml_eroze/) [cit. 2010-14-08].
- Anonymus (2009): Mapy viničních tratí (<http://www.ovine.cz/web/structure/vinicni-trate-28.html>) [cit. 2010-14-08].
- Anonymus (2010): Scenario Planning (http://en.wikipedia.org/wiki/Scenario_planning) [cit. 2010-11-02].
- Blakely, E. J. (1994): Planning Local Economic Development. Thousand Oaks, Sage Publications, 343 p.
- Cloke, P. J. (1983): An Introduction to Rural Settlement Planning. London and New York, Methusen, 380 p.
- Council of Europe (2000): Evropská úmluva o krajině a důvodová zpráva. Strasbourg, 22 s.
- Dumbrovský, M., Pivcová, J., Tippl, M., Spitz, P. (1995): Doporučený systém protierozní ochrany v procesu komplexních pozemkových úprav. Metodika 19/1995. Praha, VÚMOP, 79 s.
- Gantar, D. (2009): Scenario Use for Fostered Adaptation to the Future Landscape Changes. Acta Agriculturae Slovenica, vol. 93, no. 1, p. 69–76, ISSN 1581-9175.
- Hadjibiros, K. (2010): Effects of Policy Development on Schinias Marathon Coastal Landscape. In Living Landscape. The European Landscape Convention in Research Perspective. Vol. 1. Florence 18.–19. 10. 2010. Firenze, UNISCAPE, p. 318–329, ISBN 978-88-8341-458-9.
- Havlíčková, K. a kol. (2010): Analýza potenciálu biomasy v České republice. Průhonice, VÚKOZ, v. v. i., 498 s., ISBN 978-80-85116-72-4.
- Jones, M. (2007): The European Landscape Convention and the Question of Public Participation. Landscape Research, vol. 32, no. 5, p. 613–633, ISSN 0142-6397 Print/1469-9710 Online.
- Just., T., Matoušek, V., Dušek, M., Fischer D., Karlík, P. (2005): Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha, AOPK, 359 s.
- Langhammer, J., Rettichová, Z. (2011): Využití přirozeného potenciálu krajiny pro retenci a protipovodňovou ochranu území. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta. Dílčí výstup za aktivitu 115A01, projekt 2B06013 (www.projektkacina.estranky.cz), 23 s.
- Körner, M. a kol. (2006): Územní plán velkého územního celku Střední Polabí, 96 s. + přílohy, (<http://www.wmap.cz/vucpolabi/>).
- Larcher, F., Novelli, S., Gullino, P., Devecchi, M. (2010): Planning Rural Landscape: a Participation Approach for Analysing Future Scenarios in Monferrato (Piedmont, Italy). In Living Landscape. The European Landscape Convention in Research Perspective. vol. 1. Florence 18.–19. 10. 2010. Firenze, UNISCAPE, p. 411–425, ISBN 978-88-8341-458-9.
- Leney, T., Coles, M., Grollman, P., Vilu, R. (2004): Trousse d'outils pour la construction de scénarios. Cedefop Dossier series; 10; Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes, 90 p., ISBN 92-896-0302-X, ISSN 1608-9901.
- Lipský, Z., Šantrůčková, M., Weber, M., Stroblová, L. (2010): SWOT Analysis as a Part of Participative Approach to Landscape Planning. In Living Landscape. The European Landscape Convention in Research Perspective. vol. 1. Florence 18.–19. 10. 2010. Firenze, UNISCAPE, p. 426–434, ISBN 978-88-8341-458-9.
- Meeus, J. H. A., Vroom, M. J. (1986): Critique and Theory in Dutch Landscape Architecture. Landscape and Urban Planning, vol. 13, no. 4, p. 277–302.
- Meyer, B. Ch., Phillips, A., Annett, S. (2008): Optimising Rural Land Health: From Landscape Policy to Community Land Use Decision-making. Landscape Research, vol. 33, no. 2, p. 181–196, ISSN 0142-6397 Print/1469-9710 Online.
- Míchal, I. (1991): Tři typy holandské krajinářské architektury. Územní plánování a urbanismus, roč. XVIII, č. 6, s. 281–288.
- MZV (2005): Sbírka mezinárodních smluv ČR číslo 13 z 24. ledna 2005 (částka 6). Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Evropské úmluvy o krajině.
- Perlín, R., Bičík, I. (2006): Strategický plán mikroregionu. Praha, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, 76 s., (<http://www.fondyeu.kr-stredocesky.cz/>).
- Shearer, A. (2005): Approaching Scenario Based Studies: Free Perceptions about the Future and Considerations for Landscape Planning. Environment and Planning. Planning and Design, vol. 32, no. 1, p. 67–87.
- Stránský, M., Trnka, J., Bartušek, O., Kučera, J. (2008): Veltrusdominio. Studie udržitelného rozvoje mikroregionu. Veltrusy, SURM, Studio MAC-ARCHITECTURE, s. r. o., Mikroregion Veltrusdominio, 155 s., (<http://www.veltrusypark.cz>).
- Stroblová, L. (2009): Spolupráce s veřejností při plánování rozvoje území je správná, ale nelehká cesta, aneb hledejme společně budoucí podobu naší krajiny. In Dreslerová J. [ed]:

- Venkovská krajina 2009. Sborník ze 7. ročníku mezinárodní mezioborové konference konané 22.–24. května 2009 v Hostětíně, Brno, Česká společnost pro krajinnou ekologii, s. 384–390, ISBN 978-80-87154-65-6.
- Stroblová, L., Weber, M., Lipský, Z. (2010): SWOT analýza jako součást participativního přístupu k plánování krajiny na Novodvorskú a Žehušicku. Acta Pruhoniana, č. 95, s. 5–13, ISBN 978-80-85116-75-5, ISSN 0374-56-51.
- Van Elzakker, B. (1994): České zemědělství na křižovatce. Praha, Agrospoj, 85 s.
- Weber, M., Lipský, Z., Dostálek, J., Hendrych, J., Chromý, P., Skaloš, J., Vávrová, V. (2006): Implementace opatření Evropské úmluvy o krajíně v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinnářských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina. [Návrh projektu do veřejné soutěže ve výzkumu a vývoji NPV II. MŠMT ČR; Průhonice, VÚKOZ, Praha, Univerzita Karlova, [depon in VÚKOZ Průhonice], 60 s.
- Weber, M., Lipský, Z., Šantrůčková, M., Kučera, Z., Skaloš, J., Stroblová, L., Kukla, P., Dostálek, J., Vávrová, V., Trantinová, M., Kopecký, A. (2009): Krajinná diagnóza [Souhrnná analytická zpráva, SWOT analýza]. Výstup za aktivitu 904A01, projekt 2B06013 (www.projektkacina.estranky.cz), 135 s.
- Weber, M., Lipský, Z., Stroblová, L., Skaloš, J., Šantrůčková, M. (2010): Variantní scénáře rozvoje krajiny jako součást participativních přístupů k plánování krajiny. In Brtnický M. et al. [eds.]: Degradace a regenerace krajiny a dílčích krajinných sfér. Sborník abstraktů, Brno, Mendelova univerzita, s. 10.
- Internetové stránky projektu 2B06013 (www.projektkacina.estranky.cz).

Rukopis doručen: 18. 7. 2011

Přijat po recenzi: 8. 8. 2011

ZHODNOCENÍ RŮSTU VYBRANÝCH DRUHŮ DŘEVIN NA FYTOTOXICKÝCH PŮDÁCH VÝSYPKY LÍTOV (SOKOLOVSKO)

EVALUATION OF SELECTED TREE SPECIES GROWTH TO PHYTOTOXIC SOILS IN LITOV DUMP (SOKOLOV REGION)

Jan Sixta, Emilie Pecharová, Martin Šulc

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Katedra ekologie krajiny, Kamýčká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, sixta@fzp.czu.cz

Abstrakt

Cílem této studie je vyhodnotit vhodnost vysazených dřevin použitých na zalesnění Lítovské výsypky (Sokolovský hnědouhelný revír – mezi obcemi Habartov, Lítov a Chlum sv. Maří). Výsypka byla dosypána v roce 1997. Na části území se dostaly na povrch fytotoxické zeminy, běžnými postupy špatně zalesnitelné nebo nezalesnitelné. V roce 1999 zde byly založeny pokusné plochy různých dřevin. Smyslem této práce je vzájemně porovnat vhodnost jednotlivých dřevin pro potřeby zalesňování v podmínkách Lítovské výsypky. Pro vyhodnocení úspěšnosti lesnické rekultivace byly u vybraných druhů rekultivačních dřevin sledovány dendrologické parametry (průměrná tloušťka kořenového krčku a průměrná výška porostu), zjišťována mortalita výsadby a zdravotní stav. Hodnocení bylo provedeno na dvanáctiletých porostech.

Klíčová slova: lesnická rekultivace, výsypka, zalesňování, dendrologické parametry, antropogenní půdy, biologická rekultivace, technická rekultivace, fytotoxické půdy, Lítov

Abstract

The aim of this study is to assess the suitability of planted tree species used in the Litov dump afforestation. This area is situated in Sokolov brown coal mines area – between the villages Habartov, Litov and Chlum sv. Maří. The dump was filled in 1997. In part of this area, phytotoxic soil reaches the surface. It is very difficult to make afforestation because of this reason in some of monitored places. In 1999 there were established experimental areas where different tree species were planted. The purpose of this work is to compare the suitability of each tree species for afforestation in terms of Litov dump needs. To evaluate the success of the forestry reclamation for selected tree species, different dendrological parameters were monitored (average thickness of the root collar and the average height of vegetation). There were also observed planting mortality and health status. The evaluation was performed on twelve-years old stands.

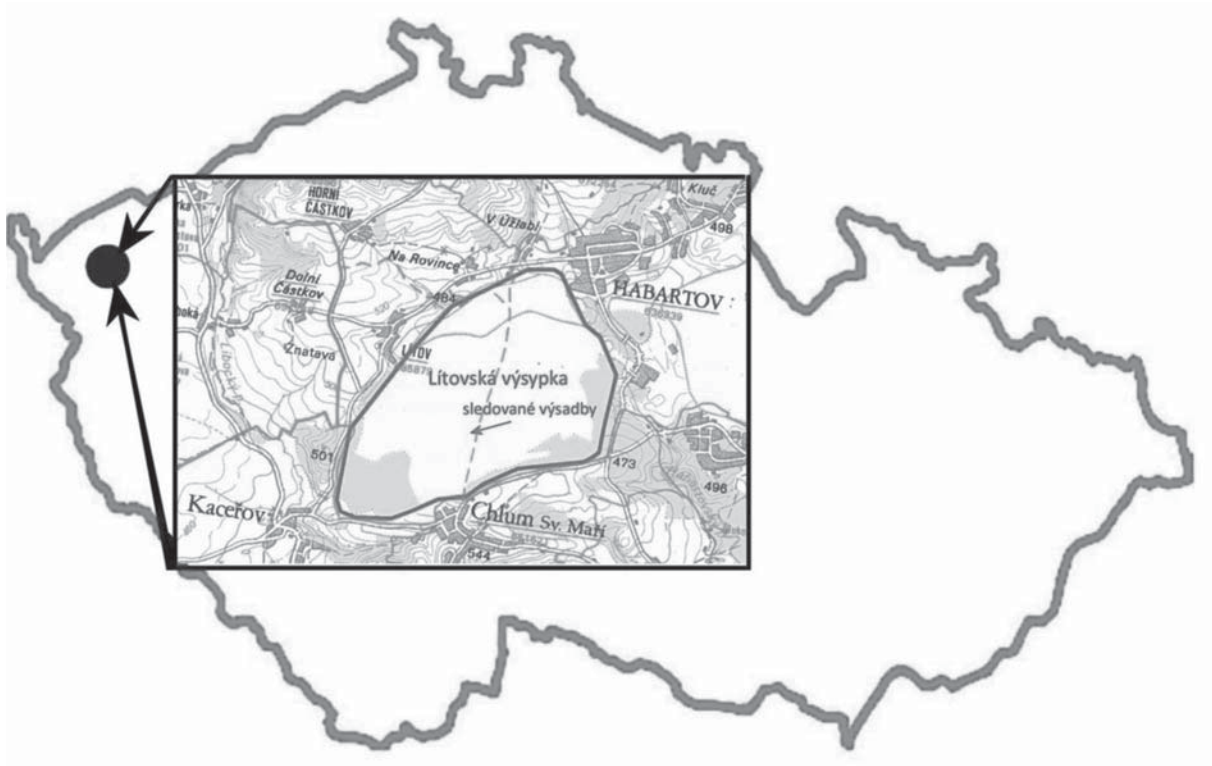
Key words: forestry reclamation, dump, reforestation, dendrological parameters, anthropogenic soils, biological reclamation technical reclamation, phytotoxic soil, Litov

ÚVOD

Území Sokolovské hnědouhelné pánve a její výsypek spadá do bioregionu Chebsko-Sokolovského 1.26, tvořeného převážně kyselými písčými a jíly, s četnými podmáčenými stanovišti. Významná pro šíření rostlinných i živočišných společenstev je biogeografická návaznost na Krušné hory, Slavkovský les a Doupovské hory. V Chebsko-Sokolovském bioregionu vegetačně převažuje dubo-jehličnatá varianta 4. vegetačního stupně, potenciální vegetací tvoří zejména doubravy (acidofilního typu), olšiny a slatiny. Charakteristickou zvláštností je mozaika západního vlivu (ochuzená hercynská flora a fauna nižších poloh) a boreokontinentálních reliktů na organogenních substrátech. Netypické části tvoří pahorkatiny na nezvětralém krystaliniku, na nichž se objevují i dubohabřiny (Culek et al., 1996). Potenciální vegetace bioregionu 1.26 Chebsko-Sokolovského je tvořena především acidofilními doubravami, které v prostoru podél Ohře zastupují ochuzené typy dubohabřin. V teplejších expozicích v návaznosti na Doupovské hory je předpokladatelný výskyt xerothermních doubrav, na mělkých substrátech až borových doubrav, popř. náznaků reliktních borů. Podél toků a vodních nádrží jsou typickou jednotkou

luhy, na podmáčených místech bažinné olšiny a případně podmáčené smrčiny na organogenních substrátech přecházející v bory a tajgové březiny (Culek et al., 1996).

Lítovská výsypka je výraznou terénní dominantou v sousedství významného poutního místa obce Chlum sv. Maří (obr. 1). Terénní úpravy této výsypky byly ukončeny v roce 1997, ploché partie etáží se severní a severovýchodní expozicí představují zemědělskou rekultivaci a hrany jsou částečně a vesměs neúspěšně zalesněny. Lesnická rekultivace byla provedena na vrcholu, jižních a jihozápadních svazích. Travnaté plochy byly založeny na severozápadních svazích a v sedle výsypky nad svahem směřujícím ke Chlumu sv. Maří. Lesnické rekultivace na četných plochách se severovýchodní a jižní expozicí vykazují nízkou úspěšnost díky kyselosti a toxicitě substrátu (Čermák, Ondráček, 2006). Přímo na výsypce jsou založeny čtyři vodní nádrže. Největší z nich je v proláklíně („amfiteátru“) proti Chlumu sv. Maří, dvě drobnější spíše mokřadního charakteru byly založeny v sedle výsypky nad „amfiteátre“ a poslední se nachází cca v polovině severního svahu. Ve všech případech jde o kyselé a na podmínky sokolovských výsypek jen mírně zasolené vody.



Obr. 1 Lokalizace zájmového území

Litovská výsypka je umístěna mezi obcemi Habartov, Lítov a Chlum sv. Maří. Vznikla jako vnější výsypka hnědouhelných dolů Medard a Libík. Množství skrývky zvýšilo nadmořskou výšku území z 450–540 m až na 570 m. Rozloha výsypky a vytěženého lomu Boden je 723 hektarů. Lom Boden se rozkládal nalevo podél dnešní silnice z Habartova do Lítova. Dnes jsou na jeho místě dvě jezera, Boden a Prokop. Sypaní Litovské výsypky bylo ukončeno v roce 1997. Následně byly

založeny plochy lesnické rekultivace, kde byla provedena pokusná měření (obr. 2).

Výsadby byly založeny v roce 1999, spon výsadby byl zvolen 1 × 1 m. Sadební materiál byl zvolen tříletý prostokořenný i krytokořenný. Byly použity dvouleté prostokořenné školované sazenice listnatých dřevin (2/2) v kombinaci s převážně obalovanými sazenicemi jehličnanů (Dimitrovský, ústní sdělení).



Obr. 2 Lokalizace pokusných ploch lesnické rekultivace

METODIKA

Měření probíhalo v období zima 2010 až jaro 2011. Za pomoci průměrky byly zjišťovány vždy dva na sebe kolmé průměry kořenových krčků. Tento netradiční způsob byl zvolen proto, že některé dřeviny nedosáhly výčetní výšky, tj. 1,3 m a nebylo by tedy možné jejich vzájemné porovnávání. Měření bylo prováděno s přesností na celé cm od povrchu půdy až k nejvyššímu výhonu (tab. 1). Hodnocení probíhalo vizuálně podle stupnice Janečka a Šteflové (2007). Současně byl sledován zdravotní stav jednotlivých dřevin.

Stupnice Janečka a Šteflové (2007) nezahrnuje stromy odumřelé a suché (na rozdíl od sadovnických stupnic), které nemají vliv na pedogenezu výsypkových antropozemí.

Zjištěné výsledky měření byly dále porovnávány podle koeficientu zdravotního stavu (k_z), zjištěného na základě bodového ohodnocení jednotlivých stupňů (citace diplomová práce Šulc, 2011) dle vzorce:

$$[(1_{st} \cdot 5) + (2_{st} \cdot 4) + (3_{st} \cdot 3) + (4_{st} \cdot 2) + (5_{st} \cdot 1)] \cdot n^{-1}$$

kde:

- 1_{st} = počet jedinců zařazených do 1. stupně,
- 2_{st} = počet jedinců zařazených do 2. stupně,
- 3_{st} = počet jedinců zařazených do 3. stupně,
- 4_{st} = počet jedinců zařazených do 4. stupně,
- 5_{st} = počet jedinců zařazených do 5. stupně,
- n = celkový počet jedinců.

Výsledné hodnoty k_z se pohybují v intervalu 1–5. Čím je daný porost v lepším zdravotním stavu dle použité metody hodnocení, tím víc se hodnota koeficientu blíží k číslu 5.

Mortalita jedinců je uvedena v procentech, tj. udává relativní počet životaschopných sazenic zaznamenaných na sledovaných plochách po 12 letech biologické rekultivace. Ve sledovaném souboru má mortalita vypovídající hodnotu ve vztahu ke vhodnosti použití jednotlivých dřevin.

Pro objektivní hodnocení nejvhodnějších dřevin pro lokalitu Lítov bylo provedeno porovnání bodového hodnocení úmrtnosti, koeficientu zdraví, průměrné tloušťky kořenového krčku a průměrné výšky. Protože na antropogenních stanovištích s toxickými antropozeměmi je nejdůležitějším faktorem úmrtnost, byla tomuto faktoru přidělena největší váha. Součet bodového hodnocení získaného za jednotlivé katego-

rie udává vhodnost použité dřeviny pro sledovanou lokalitu. Hodnoty pro borovici blatku byly zprůměrovány ze všech tří měřených porostů.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Ve sledovaných dvanáctiletých porostech byly sledovány čtyři druhy rekultivačních dřevin – borovice blatka (*Pinus rotundata*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice pokroucená (*Pinus contorta*) a dub červený (*Quercus rubra*). Borovice blatka byla hodnocena ve třech výsadbách, ostatní dřeviny vždy pouze v jedné výsadbě.

Borovice blatka (*Pinus rotundata* Link)

V první výsadbě tvořilo porost 357 jedinců, průměrná výška porostu dosahovala 265 cm, průměrná tloušťka kořenového krčku 7,4 cm. Bylo zaznamenáno 25 částečných vývrátů. V měřeném porostu bylo zjištěno 6 jedinců zařazených do prvního stupně hodnocení zdravotního stavu, 245 jedinců druhého stupně, 78 jedinců třetího stupně, 21 jedinců čtvrtého stupně a 7 jedinců bylo zařazeno do pátého stupně.

V tomto porostu má největší procentuální podíl v důsledku vyrovnaného růstu větší část stromů druhý stupeň. První stupeň je tvořen stromy nadúrovňovými a stromy na okrajích porostu nejvíce osluněnými. Třetí stupeň je tvořen hlavně jedinci podúrovňovými. Čtvrtý a pátý stupeň je tvořen jedinci poškozovanými zvěří, utlačovanými buření a částečně vyvrácenými.

Ve druhé výsadbě bylo sledováno 350 jedinců, průměrná výška porostu byla 298 cm a průměrná tloušťka kořenového krčku 7,3 cm. V porostu bylo zaznamenáno 32 částečných vývrátů.

Ve sledovaném porostu bylo 21 jedinců zařazeno do prvního stupně, 229 jedinců do druhého stupně, 58 do třetího, 32 jedinců do čtvrtého a 10 jedinců do pátého stupně. Poměrně velké zastoupení čtvrtého a pátého stupně je zřejmě způsobeno částečným vyvrácením stromů v důsledku nestabilního podloží. Nejvyšší procentuální zastoupení prvního stupně je v tomto porostu paradoxně způsobeno největším počtem částečných vývrátů. Nedochozí zde k takové konkurenci a stromy si zachovávají více přeslenů.

Ve třetím porostu bylo sledováno 403 jedinců s průměrnou výškou porostu 278 cm a průměrnou tloušťkou kořenového

Tab. 1 Vizuální stupnice zdravotního stavu dřevin – modifikováno dle Janečka a Šteflové (2007)

| Stupeň | Popis hodnocení |
|--------|--|
| 1. | Strom s hustou korunou nebo plně regenerující, starší stromy jsou plodné, bez poškození nebo jen s menšími poškozeními mechanickými se závalem hojivého pletiva. |
| 2. | Strom s řidší korunou, jinak charakteristiky jako v bodě 1. |
| 3. | Strom s výrazně prořídlnou korunou, případně podúrovňový jedinec, jedinec se zaschlým vrcholem, poškozením mechanickým většího rozsahu. |
| 4. | Strom s 50 % živých větví, často netvárný, částečné vývraty. |
| 5. | Pouze několik větví živých, ale přesto regenerující stromy. |

krčku 6,9 cm. V porostu bylo zaznamenáno 19 částečných vývrátů. Ve třetím porostu bylo zařazeno 22 jedinců do prvního stupně, 266 jedinců do druhého stupně, 98 do třetího, 13 do čtvrtého a 4 jedinci do pátého stupně. Ze sledovaných porostů borovice blatky má tento nejmenší procentuální zastoupení pátého a čtvrtého stupně. Bylo též zaznamenáno nejméně částečných vývrátů. Druhý a třetí stupeň je zde zastoupen přibližně v podobné míře jako u ostatních porostů borovice blatky.

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

V rekultivačním porostu borovice lesní bylo sledováno 292 jedinců s průměrnou výškou porostu 243 cm a průměrnou tloušťkou kořenového krčku 5,6 cm. V porostu byly zaznamenány pouze 2 částečné vývraty.

V porostu borovice lesní bylo 36 jedinců zařazeno do prvního stupně, 160 jedinců do druhého stupně, 83 do třetího stupně, 5 do čtvrtého a 8 do pátého stupně zdravotního stavu.

Tento druh má největší procentuální zastoupení prvního stupně zdravotního stavu ze všech měřených. Druhý a třetí stupeň převažuje, tento porost po zdravotní stránce patří mezi nejlepší. Tento výsledek dokládá skutečnost, že borovice lesní je vhodnou součástí rekultivačních porostů i proto, že tvoří přirozenou součást bioregionu Chebsko-Sokolovsko, zejména na lehkých písčitéch substrátech (Pecharová, 2006).

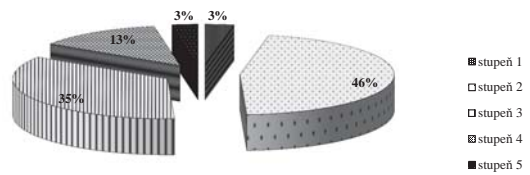
Borovice pokroucená (*Pinus contorta* Douglas ex Loudon)

V porostu borovice pokroucené bylo sledováno 679 jedinců s průměrnou výškou 149 cm a průměrnou tloušťkou kořenového krčku 4,3 cm. V porostu nebyl zjištěn žádný částečný vývrát. V měřeném porostu bylo 51 jedinců zařazeno do prvního stupně zdravotního stavu, 234 jedinců do druhého stupně, 329 do třetího, 36 do čtvrtého a 29 jedinců do pátého stupně.

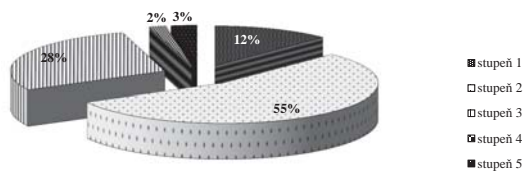
Vyšší zastoupení dřevin ve třetím stupni zdravotního stavu je způsobeno jednak hustějším sponem, v jehož důsledku odumírají spodní přesleny, a dále i napadením obalečem prýtočným (*Rhyacionya buliana*), které způsobuje deformace letorostů. V případě nižších stromů je odumírání spodních přeslenů způsobeno převážně buňením (zastínění, konkurence). Podle Podrázského a kol. (2005) byla introdukovaná borovice pokroucená ověřována v rámci obnovy lesa v imisních oblastech jako jedna z nadějných dřevin. V českých zemích byly výsadby založeny na imisních holinách v Krušných horách, Jizerských horách, Krkonoších i Orlických horách. Její použití bylo podloženo základními poznatky o její ekologii: jde o pionýrskou dřevinu, která ve své původní oblasti rozšíření obsazuje plochy uvolněné přírodními kalamitami spojenými s obnovou boreálních lesů v rámci přirozeného velkého vývojového cyklu lesa.

Dub červený (*Quercus rubra* L.)

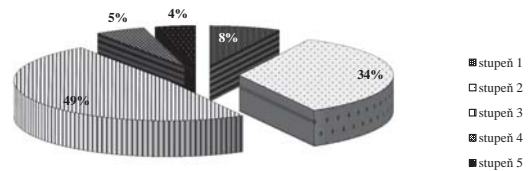
V porostu dubu červeného bylo sledováno 547 jedinců s průměrnou výškou porostu 154 cm a šířkou kořenového krčku 3,9 cm. V porostu nebyl zaznamenán žádný vývrát. Ve stupnici zdravotního stavu bylo zařazeno 7 jedinců do prvního



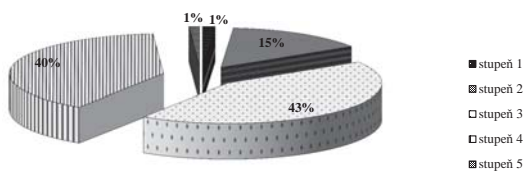
Graf 1 Zastoupení jednotlivých stupňů dle vizuální stupnice zdravotního stavu dřevin (v %) ve výsadbě borovice blatky (průměrné hodnoty ze sledovaných porostů)



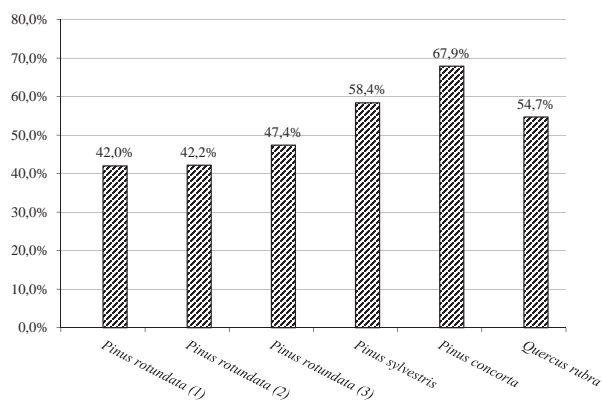
Graf 2 Zastoupení jednotlivých stupňů dle vizuální stupnice zdravotního stavu dřevin (v %) ve výsadbě borovice lesní (průměrné hodnoty ze sledovaných porostů)



Graf 3 Zastoupení jednotlivých stupňů dle vizuální stupnice zdravotního stavu dřevin (v %) ve výsadbě borovice pokroucené (průměrné hodnoty ze sledovaných porostů)



Graf 4 Zastoupení jednotlivých stupňů dle vizuální stupnice zdravotního stavu dřevin (v %) ve výsadbě dubu červeného (průměrné hodnoty ze sledovaných porostů)



Graf 5 Porovnání mortality jednotlivých porostů (% životoschopných jedinců v dvanáctiletém porostu)

stupně, 81 jedinců do druhého stupně, 236 jedinců do třetího, 217 jedinců do čtvrtého a 6 jedinců do pátého stupně.

Největší procentuální zastoupení třetího a čtvrtého stupně je způsobeno pomalým růstem a častým poškozováním kmínků černou a srnčí zvěří, proto je velké procento stromů malého vzrůstu a různě deformováno.

Zdravotní stav rekultivačních dřevin byl hodnocen pro každý porost samostatně. Prakticky srovnatelné hodnoty zdravotního stavu byly zjištěny u borovice blatky a borovice lesní – v rozmezí k_z 3,62–3,73 (nejvyšší hodnota $k_z = 5$).

U obou druhů jsou porosty tvořené hlavně jedinci zařazenými ve druhém stupni vizuálního hodnocení (bez mechanických poškození, řídkší koruna je způsobena hlavně sponem výsadby a odumíráním spodních přeslenů). Borovice pokroucená a dub červený vykazují značné deformace a dosahují výrazně nižšího koeficientu k_z (tab. 2).

Mortalita sazenic na rekultivovaných plochách je významným ekologickým i ekonomickým problémem. Nejnižší mortalita byla zaznamenána u borovice pokroucené, kdy výsadbu a odrůstání buňky přežilo 67,9%, nejvyšší v porostech borovice blatky v průměru 43,8%. Jedním z důvodů vyšší úmrtnosti výsadeb na výsypkách je jarní tání a nízká schopnost jílů infiltrovat vodu. Voda se na výsypce v depresních polohách může udržet i několik měsíců, což má negativní vliv na porosty.

Bažant (2010) se zabývá přírůstkem dřevin v Severočeském hnědouhelném revíru. Měření prováděl mimo jiné i na dubu červeném a borovici lesní. Průměry jím uváděné jsou však vztaženy k výčetní výšce neboli prsní výšce (1,3 m). Ve srovnání

Tab. 2 Hodnoty koeficientu k_z pro sledované porosty

| Hodnocená dřevina | Hodnota koeficientu k_z |
|----------------------------|---------------------------|
| <i>Pinus rotundata</i> (1) | 3,62 |
| <i>Pinus rotundata</i> (2) | 3,63 |
| <i>Pinus rotundata</i> (3) | 3,73 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 3,72 |
| <i>Pinus concorta</i> | 3,36 |
| <i>Quercus rubra</i> | 2,76 |

s výsledky Bažanta (2010) dosahují průměry dubu červeného a borovice lesní ve stejných letech na Lítovské výsypce nižších hodnot. Z toho vyplývá, že výsadby na Lítovské výsypce dosahují ve stejném věku menších průměrných tloušťek, což je zřejmě způsobeno hlavně rozdílnými půdními podmínkami, na kterých výsadby rostou.

Autoři, kteří se zabývají hodnocením dendrometrických veličin (Vacek a kol., 2009), kromě těch, kteří se zabývají čerstvými výsadbami a hodnocením sazenic, používají a doporučují vesměs k hodnocení přírůstků a zdravotního stavu průměr kmene určený ve výčetní výšce. Při hodnocení dvanáctiletých rekultivačních porostů však muselo být netradičně použito měření tloušťky kořenového krčku, aby bylo možné vzájemně porovnat všechny jedince ve všech porostech. Někteří jedinci převážně v porostu dubu červeného totiž výčetní výšky ještě nedosáhly. Pokud by tedy bylo zvoleno měření jedinců vyšších než 1,3 m, došlo by ke značnému zkreslení výsledků.

Bažant (2010) uvádí, že jím měřené porosty dosahují průměrných produkčních hodnot, z čehož vyplývá, že porosty hodnocené v této práci dosahují nižších hodnot. Vzhledem k tomu, že stanovištní podmínky na Lítově a v oblasti SHP jsou diametrálně odlišné, zejména fyzikálně-chemické vlastnosti antropogenních půd jsou nesrovnatelné (fyto toxické písky na Lítově a třetihorní šedé jíly v SHP), nelze tyto lokality, a tím ani tyto rekultivační porosty, navzájem srovnávat. Srovnávat lze tak jen stav jednotlivých druhů dřevin na stejné lokalitě. V případě posuzovaných porostů se prokázalo, že domácí druhy geobotanicky původních dřevin (borovice lesní a blatka) mají v součtu svých vlastností největší předpoklady být úspěšnými rekultivačními dřevinami i v podmínkách natolik nepříznivých antropogenních půd, jakými jsou fyto toxické písky Lítovské výsypky. Současně však zjištěné výsledky odůvodňují občasné používání introdukovaných nepůvodních dřevin (dub červený, borovice pokroucená), jejichž nízká mortalita na extrémní lokalitě je zejména z ekonomického hlediska rekultivačních bilancí velmi žádoucí (Kral, Frohlich, Sixta, 2002; Pecharová, 2006).

ZÁVĚR

Výběr vhodných rekultivačních dřevin pro deficitní nebo fyto toxické půdy je problematický. V oblasti Sokolovska, oproti Severočeské hnědouhelné pánvi, lze vysazovat listnaté i jehličnaté dřeviny, jak odpovídá potenciální přirozené vegetaci (Dimitrovský, Vesecký, 1989).

V rámci studie na výsypce Lítov byly sledovány dendrometrické veličiny šesti porostů borovice a dubu. Současně s měřením proběhlo i hodnocení zdravotního stavu a určení mortality.

Dle vyhodnocených výsledků na dané lokalitě prosperuje nejlépe borovice lesní. Tento domácí druh má v měřeném porostu nejlepší zdravotní stav, druhou nejmenší úmrtnost cca 41%, v dendrometrických měřeních patří k lepší polovině hodnocených. To dává předpoklad vzniku kvalitních porostů schopných dobře plnit funkce protierozní, vodohospodářské a v neposlední řadě i krajinářsko-estetické.

Borovice blatka má největší mortalitu – v průměru 56,2 %, zdravotní stav má druhý nejlepší. V dendrometrických měřeních dosahuje také nejvyšších hodnot. Větší váha nadzemní části může být, spolu s tím, že stromy na výsypkách tvoří mělký kořenový systém a abiotickými činiteli jako vítr a sněhová pokrývka, příčinou častých vývrátů, jež byly pozorovány v těchto porostech.

Zajímavá pro zalesňování výsypek je i nízká úmrtnost borovice pokroucené – cca 32 %. Ta však trpí různými deformacemi a je poškozována i hmyzími škůdci. Je proto použitelná pro přípravné porosty, v nichž nebude tvořit cílovou dřevinu. Výsledky u dubu červeného jsou silně ovlivněny neustálým poškozováním zvěří (analogicky k domácím druhům dubu zimního i letního, které jsou běžně vysazovány v lesnických rekultivacích a také jsou pravidelně poškozovány zvěří). Ta okusuje letorosty a černá zvěř odírá kmínky. Stromy, které mají velké poškození kůry od 1/2 obvodu kmínku, často usychají a vyráží nový terminální výhon. Jako nápravu lze doporučit výstavbu oplocenky. Problémem u borovice pokroucené a dubu červeného může být nepůvodnost těchto druhů. Vzhledem k extrémním charakteristikám antropozemí ve sledované lokalitě však tato otázka nebude při lesnické rekultivaci rozhodující (Pecharová, 2006).

Po dvanácti letech od výsadby se jako nejperspektivnější dřevina jeví borovice lesní. Další případná měření a porovnání provedená v následujících letech by ukázala, jestli se i nadále bude jevit jako nejhodnější dřevina nebo se u ní projeví obdobné problémy s vývraty jako u borovice blatky, případně začne být poškozována škůdci obdobně jako borovice pokroucená a dub červený.

Poděkování

Tato práce byla podpořena výzkumným projektem Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky NPVII 2BO 8006 – New approaches to research of effective procedures for recultivation and rehabilitation of devastated regions.

LITERATURA

- Bažant, V. (2010): Růstové vlastnosti dřevin na výsypkových stanovištích Mostecké pánve (Severočeské hnědouhelné pánve). Disertační práce, [nepublikováno], 118 s.
- Čermák, P., Ondráček, V. (2006): Rekultivace antropozemí výsypek severočeské hnědouhelné pánve. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 54 s.
- Dimitrovský, K., Vesecký, J. (1989): Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 132 s.
- Janeček, V., Šteflová, D. (2007): Záchrana genových zdrojů jedle bělokoré na příkladu Národního parku České Švýcarsko. In Sborník z konference Ohrožené dřeviny

ČR. Brno, 8.–9. 2. 2007, Brno, MZLU, s. 148–150.

- Kryl, V., Fröhlich, E., Sixta, J. (2002): Zahřazení hornické činnosti a rekultivace. Ostrava, VŠB-TU, 83 s.
- Podrázský, V. et. al. (2005): Borovice pokroucená a její význam v horských polohách. Lesnická práce, roč. 84, č. 2, s. 16–17.
- Palmer, M. A., Ambrose, R. F., Poff, N. L. (1997): Restoration biology: a population biology perspective. Restoration Ecology, vol. 5, p. 291–300.
- Pecharová, E. (2006): Potenciální vegetace podkrušnohorských pánví a její význam pro plánování rekultivací. In Rekultivace a socioekonomické aspekty. Ústí nad Labem, ReRegions, s. 7–9.
- Podrázský, V. (2006): Hlavní možnosti využití hnojení v lesním hospodářství České republiky. In Využití chemické meliorace v lesním hospodářství. Sborník z konference. Praha, 23. 3. 2006. Praha, Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, katedra pěstování lesů, 134 s.
- Šulc, M. (2011): Hodnocení vybraných druhů dřevin na výsypce Lítov (Sokolovsko). Diplomová práce, Praha, FŽP ČZU, 88 s.

Rukopis doručen: 15. 8. 2011

Přijato po recenzi: 3. 9. 2011

PŮDNĚ-EKOLOGICKÉ HODNOCENÍ ÚZEMÍ

SOIL-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE SELECTED TERRITORY

Tomáš Sedmidubský

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6-Suchbát, sedmidubsky@post.cz

Abstrakt

Práce představuje jeden ze způsobů hodnocení stanovišť, které jsou důležitým prostředkem a východiskem pro péči o krajinu a její ochranu. Je jím půdně-ekologické hodnocení území, které studuje a klasifikuje vliv klimatu, morfologie terénu, vodního režimu, matečných substrátů, kvality a druhu půd a dalších charakteristik na kvalitu a potenciál krajiny. Formou případové studie je zhodnoceno vybrané území prameniště Javornice z půdně-ekologického hlediska. Po provedení přípravných prací, shromáždění a prostudování podkladů, rekognoskaci a průzkumu terénu, shromáždění dat a jejich analýze následovala syntéza v podobě vymezení okrsků majících z půdně-ekologického a geomorfologického hlediska stejné vlastnosti. Popis geologické, pedologické, geomorfologické, fytoecologické a hydrologické charakteristiky území a mapa se zakreslenými izoliniemi jsou výstupem, z něhož lze následně odvodit potenciál zranitelnosti a určit optimální management pro trvale udržitelné hospodaření v území.

Klíčová slova: hodnocení krajiny, půdně-ekologické hodnocení, prameny Javornice, glejsoly, kambisoly, bonitovaná půdně-ekologická jednotka

Abstrakt

The work deals with one of the ways of land assessments, which is an important means and basis for landscape management and protection. This soil-ecological assessment of an area studies and classifies the influence of climate, terrain morphology, water regime, geological substrates, quality and type of soils and other characteristics on the quality and potential of the landscape. A selected area of the spring of Javornice is reviewed in soil-ecological perspective through a case study. The preparatory work, study of materials, field survey, data gathering and analysis were followed by a synthesis in the form of defining the precincts having soil-ecological and geomorphological aspects of the same properties. Description of geological, pedological, geomorphological, hydrological and phytocenological characteristics of the territory as well as a map with drawn isolines are the output from which the potential of vulnerability can be then deduced and the optimal management for sustainable use of the territory can be determined.

Key words: assessment of the landscape, soil-ecological assessment, Javornice springs, Gleysols, Cambisols, Evaluated soil-ecological unit

ÚVOD

Různé způsoby hodnocení území jsou důležitým prostředkem a východiskem pro péči o krajinu a její ochranu (Sedmidubský, 2010). Podnítit národy i státy k zájmu o evropskou krajinu a její složky prostřednictvím poznávání, hodnocení, ochrany, péče a plánování je cílem Evropské úmluvy o krajině (Rada Evropy, 2000). Záměrem Úmluvy je, aby se vztahovala nejen na národní parky, chráněná území, apod., nýbrž na veškerou krajinu. Krajina je předmětem veřejného zájmu, plní významnou roli v zemědělství, ekologii, kultuře a společnosti a je významnou součástí života obyvatel. Ochrana krajiny je pojímána jako ochrana celého komplexu tvořeného jak kulturní, tak přírodní krajinou, zahrnující udržování významných a charakteristických krajinných celků i jako součást kulturního dědictví. Správné krajinné plánování musí vycházet dle Rady Evropy (2000) z charakteristik a analýz údajů získaných o zájmových územích.

Je třeba věnovat pozornost i paměti krajiny (Skaloš, Martiš, 2010), jako schopnosti krajiny udržet a obnovovat určité krajinné atributy (Sklenička, 2003). Paměť krajiny je podle Sádla (1998) spojena s tím, že krajina má zcela určitý způsob sebeří-

zení, má v zásobě víc alternativních stavů schopných oživení. Jedna ze složek krajiny disponující pamětí – půda – má vedle funkce produkční také schopnost ukládat a chránit důkazy o kulturní historii lidstva, a být zdrojem informací o klimatických podmínkách a využití půdy v minulosti (FAO, 1995). Dále je půda základem terestriální biologické rozmanitosti tím, že poskytuje stanoviště a genové rezervy rostlinám, živočichům a mikroorganismům, nad i pod povrchem, chová se jako zdroj a úložiště skleníkových plynů a spoluurčuje globální energetickou rovnováhu (odraz, absorpce a transformace radiační sluneční energie), reguluje zásoby a pohyb povrchových a podzemních vodních zdrojů, a ovlivňuje jejich kvalitu, je zásobárnou surovin a minerálních látek, zadržuje, filtruje, uskladňuje a transformuje nebezpečné látky, poskytuje prostor pro lidské stavby a sociální činnosti, jako je sport a rekreace, a spojovací prostor pro přepravu lidí, vstupů a produktů a pro přesuny rostlin a živočichů mezi přirozenými ekosystémy.

Činnost člověka však půdu většinou ohrožuje. Zatímco např. přirozené procesy přemístí ročně z povrchu zemského v průměru 4 mil. m³ hornin a zemin, antropogenní procesy přibližně 330 mil. m³ hornin a zemin. Při přepočtu na obyvatele,

antropogenní procesy přemísťují v Česku 33 m³ materiálu na hlavu. Je to více než hodnoty pro Spojené státy (15 m³) a mnohem více, než je světový průměr (3 m³) (Kukal, 2004).

Komplexní přístup přijatý World Reference Base (FAO, 2006) zahrnuje mezi půdy jakoukoliv hmotu od povrchu země v tloušťce 2 m, která je v kontaktu s atmosférou, kromě živých organismů, území trvale zaledněných bez překrytí ledu jiným materiálem a vodních těles hlubších než 2 m. Tato definice zahrnuje tedy i výchozy kompaktní skály, zpevněné městské půdy (včetně ploch betonových, vyasfaltovaných apod.), půdy průmyslových oblastí, deponie, skládkové navážky, jeskynní půdy, stejně jako podvodní půdy. Ve zvláštních případech mohou být hodnoceny půdy nacházející se pod kompaktní skálou, např. pro paleopedologické rekonstrukce (FAO, 2006). Toto komplexní pojetí umožňuje nejen širší pedologickou klasifikaci, nýbrž i interdisciplinární hodnocení, sloužící k řešení environmentálních problémů. Způsob, jakým je využívána půda, má masivní a trvalý dopad na životní prostředí. Špatná rozhodnutí mohou vést ke ztrátě stanovišť, devastaci krajiny nebo ke zvýšenému znečišťování prostředí (Evropský parlament a Rada Evropy, 2002).

Předpokladem pro ochranu půdy ve smyslu plošné ochrany je existence půdních map. V Rusku geolog V. V. Dokučajev, považovaný za zakladatele vědecké pedologie, klasifikace a mapování půd, vytvářel na základě jím prováděných průzkumů půdní mapy v 70. a 80. letech 19. století. Ve stejné době formuloval ve svých publikacích názor, že rozdíly v půdních typech lze vysvětlit vedle vlivu geologických faktorů také vlivem klimatu a geomorfologie. V USA byly půdy mapovány také od 19. století. Půdně-ekologické hodnocení stanovišť bylo již historicky tématem americké vědecké půdoznalecké literatury. Geolog a pedolog E. W. Hilgard (1860) studoval možnosti propojení zemědělského a geologického pohledu na krajinu, aby komplex získaných údajů mohl být využit pro rozhodnutí o využití krajiny. Usiloval o provádění půdně-ekologického mapování území v rámci U.S. Geological Survey. Nejobvyklejší metoda hodnocení v anglicky mluvícím světě se nazývá land capability classification (třídění půd dle vhodnosti). Původně byla vyvinuta USDA (United States Department of Agriculture) ve 30. letech jako součást programu kontroly eroze půdy. Cílem hodnocení je volba takového využití stanoviště, aby byla zachována trvalá funkčnost půdy.

Současné systémy půdně-ekologického hodnocení stanovišť používané v evropských zemích jsou od 90. let ovlivněny zvýšeným využitím počítačových územně-informačních systémů, resp. geografických informačních systémů. S možností zpracování většího množství dat jsou do postupů integrovány parametry půdy, krajiny a klimatu, nejen proto, aby byla popsána míra vhodnosti krajiny k pěstování zemědělských plodin či dřevin, nebo rozčlenění území podle vhodnosti pro určité ekosystémy, ale také k vyhodnocení rizik pro životní prostředí (např. riziko vymývání a splachu dusičnanů a zátěžových látek, opatření na ochranu půdy, rizika pro rostlinnou výrobu, hydrologické procesy, atd.). Studium a hodnocení složitých komplexních systémů se zpětnovazebním ovlivňováním (půdně-ekologický systém) vyžaduje transdisciplinární celostní přístup (Bai-Lian Li, 2000; Capra, 1996, 2002; Cen-

ci, 2009; Odum, Barret, 2005). Tyto integrativní postupy, k nimž patří i půdně-ekologické hodnocení území, se postupně rozvíjejí směrem ke komplexnějšímu zohlednění většího množství stanovištních vlastností, charakteristik a vazeb, což umožňuje zvyšující se objem dat, které máme k dispozici. To na jednu stranu dává příležitost větší přesnosti i komplexnosti výpovědi. Na druhou stranu je čím dál složitější a obtížnější data správně zpracovat a vyváženě interpretovat.

Jedním z hodnotících postupů, používaných v Německu, je klasifikační systém Bádensko-Württemberského konceptu ochrany půdy, který zohledňuje množství různých funkcí půdy. V Evropě existují i jiné přístupy k ochraně půdy. V rakouském pojetí ochrany půdy je zřetelně pojmenován problém využívání půdy jako spotřeba území a je analyzována podle příčin a následků (Blum et Wenzel, 1989). Do rakouského půdně-informačního systému jsou integrovány rozsáhlé podklady týkající se půdy a krajiny (Arzl et al., 1998) se snahou monitoringu, kontroly a prevence látkového zatížení.

Jinou cestou k ochraně půdy konsekventně postupují ve Švýcarsku s pomocí spolkového zákona o územním plánování. Jedná se zde o rezervu zemědělsky využívané půdy, jež s pomocí územního plánování musí být chráněna před jakýmkoliv zastavením (Švýcarská spolková rada, 1996). Podle vyhlášky se musejí plochy pro střídání plodin nacházet v územích vhodných pro zemědělství, musejí obsahovat plochy s ornou půdou, umělými a přírodními loukami. Při jejich určení je třeba zohlednit klimatické podmínky (vegetační období, srážky), půdní vlastnosti (zpracovatelnost, obsah živin a vodní bilance) a tvar terénu (sklon, možnost mechanického obhospodařování) (Švýcarská spolková rada, 1996). Ve všech kantonech bylo také provedeno rozdělení zemědělských pozemků do produkčních zón. Ty jsou rozděleny pro Švýcarsko do důležitých výškových stupňů: nížina, předalpská kopcovitá zóna a horská oblast (Eidgenössisches Justiz und Polizeidepartement et al., 1992). Boj proti půdní erozi hraje v souvislosti s klimatem, rostlinstvem a využitím krajiny v Evropě tradičně největší roli v nejméně postižených středomořských zemích – např. ve Španělsku, Itálii a Řecku. Ale také ve Skandinávii jsou používány místní půdně-informační systémy s cílem omezit povrchový odtok a erozi zemědělsky využívané půdy. Hodnocení území jako výsledek analýzy půdních, stanovištních a klimatických údajů je prováděno v některých východoevropských zemích. V Bulharsku je k odvození hodnocení stanovišť zemědělských půd používán algoritmus, obsahující různé krajinné a půdní parametry (Kolchakov et al., 1998). Bylo definováno 200 půdních jednotek, každá z nich nese kódované informace o hloubce profilu, míře eroze, třídě půdní textury a kamenitosti, půdotvorném materiálu, sklonu a kategorii stanoviště podle bulharského systému hodnocení (Kolchakov et al., 2005). V konečném výsledku hodnocení jsou stanoviště bonitována k určení zemědělské použitelnosti parametrickým postupem s celkem 100 body a jsou rozdělena do 5 tříd. Podobně v Maďarsku je potenciální úrodnost půdy klasifikována pomocí bonitovaných hodnot půdy. Algoritmus, který vede k výpočtu bonitované hodnoty půdy používá, dle Várallyaye et al. (1988), multiplikátor pro genetický půdní typ, odpovídající maďarskému klasifikačnímu systému, faktor extrémních nebo nepříznivých vlastností limitujících

půdní úrodnost – jako např. příliš kyselá nebo zásaditá půdní reakce, příliš hrubozrnná nebo těžká textura, faktor pro vyjádření reliéfu podle tvaru reliéfu, sklonu a expozice.

Systematická půdně-ekologická hodnocení a mapování stanovišť od svých počátků v 19. století v různých částech světa vykazují shodné rysy. Týkají se základní metodologické struktury procesu hodnocení, jež je vztažitelná na výběr a kategorizaci parametrů charakteristik místa, které jsou považovány za relevantní pro zamýšlené použití. Nejčastěji to jsou vlastnosti půdy, vodního režimu, matečné horniny, geobiocenózy, reliéfu a klimatu. Ve všech hodnoceních kvality stanoviště je však zásadní klasifikace druhu půdy a základní půdní vlastnosti. Hodnocením kvality půdy můžeme mluvit také zkoumáním míry její čistoty ve smyslu kontaminace zátěžovými látkami z hlediska potravního řetězce, nebo z krátkodobého a omezeného pohledu hodnocením její produkční schopnosti. Dle definice Pierce a Larsona (1994) je kvalita půdy souborem fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy, jež určují koloběhy energie, vody a živin v životním prostředí, zajišťují tím růst rostlin a rozhodují jak o vstupu různých látek do potravního řetězce, tak i o jejich úniku do podzemních vod. Kvalitu půdy můžeme vidět také v její schopnosti fungovat v rámci ekosystémových vazeb pro udržení biologické produktivity, podpory zdraví rostlin a zvířat a udržení kvality životního prostředí (Doran et Parkin, 1994). To je také hlavním důvodem k předložení půdně-ekologického zhodnocení zájmového území prameniště Javornice, nacházejícího se při západním okraji Středočeského kraje. Přírodní památka Prameny Javornice nebyla doposud podrobně půdně-ekologic-

ky zhodnocena. Cílem práce je prostřednictvím shromáždění mapových a jiných podkladů, jejich prostudování, následném rekognoscenci a průzkumu terénu, popsat a zhodnotit místní geomorfologické, klimatické, ekologické, geologické, hydrologické a pedologické poměry. Dále identifikovat především půdně-indikační druhy cévnatých rostlin v území rostoucích a srovnat je se seznamem chráněných druhů, syntetizovat vymezení okrsků BPEJ pro toto území v mapě bonitovaných půdně-ekologických jednotek v měřítku 1 : 5 000, srovnat je s původním stavem v mapě uvedeném a případně průběh isolinií revidovat. A také porovnat BPEJ uvedené v katastru nemovitostí s nově vymezenými okrsky a nově vymezeným BPEJ přiřadit třídy ochrany.

METODIKA

Lokalizace a popis zájmového území

Zájmové území – prameniště Javornice (levostranný přítok Berounky) a přilehlé okolí – je lokalizováno na Rakovnicku (Jesenicku), východně až jihovýchodně od obce Sv. Hubert a severozápadně od obce Velká Chmelištná, mimo turisticky značené cesty. Toto zájmové území je od roku 1996 chráněno vyhlášením Přírodní památky Prameny Javornice. Území je bezlesé, zčásti je prameništěm – mokřadem, zčásti loukou – trvalým travním porostem se specifickou květenou dle stupně zamokření, má celkovou výměru 19 849 m².

Charakteristika území:

| | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Minimální nadmořská výška (m) | 560 |
| Maximální nadmořská výška (m) | 565 |
| Bioregion | Rakovnicko-Žlutický |
| Fytogeografické členění | Jesenická plošina |
| Geomorfologická jednotka | Jesenická pahorkatina |
| Přírodní lesní oblast | Rakovnicko-kladenská pahorkatina |
| Klimatický region (BPEJ) | mírně teplý, mírně vlhký MT2 |
| Klimatickogeografická oblast | mírně teplá MT4 |

Údaje o zájmovém území z katastru nemovitostí (ČÚZK, 2011):

Informace o parcele:

Parcelní číslo: 804/2

Výměra [m²]: 14 887

Katastrální území: Drahouš 631965

Číslo LV: 115

Typ parcely: Parcela katastru nemovitostí

Mapový list: DKM

Určení výměry: Graficky nebo v digitalizované mapě

Druh pozemku: trvalý travní porost

Způsob ochrany nemovitosti

Název: zemědělský půdní fond

Seznam BPEJ

BPEJ Výměra

53201 14887

Nemovitost je v územním obvodu, kde státní správu katastru nemovitostí ČR vykonává Katastrální úřad pro Středočeský kraj, Katastrální pracoviště Rakovník

Informace o parcele:

Parcelní číslo: 804/3

Výměra [m²]: 125

Katastrální území: Drahouš 631965

Číslo LV: 83

Typ parcely: Parcela katastru nemovitosti

Mapový list: DKM

Určení výměry: Graficky nebo v digitalizované mapě

Způsob využití: koryto vodního toku umělé

Druh pozemku: vodní plocha

Způsob ochrany nemovitosti

Nejsou evidovány žádné způsoby ochrany.

Seznam BPEJ

Parcela nemá evidované BPEJ.

Nemovitost je v územním obvodu, kde státní správu katastru nemovitostí ČR vykonává Katastrální úřad pro Středočeský kraj, Katastrální pracoviště Rakovník

Informace o parcele:

Parcelní číslo: 196

Výměra [m²]: 4 837

Katastrální území: Soseň 658715

Číslo LV: Parcela není zapsána na LV

Typ parcely: Parcela katastru nemovitosti

Mapový list: GUST2880, Z.S.VI-16-02

Určení výměry: Graficky nebo v digitalizované mapě

Druh pozemku: trvalý travní porost

Způsob ochrany nemovitosti

Název: zemědělský půdní fond

Seznam BPEJ: Parcela nemá evidované BPEJ.

Nemovitost je v územním obvodu, kde státní správu katastru nemovitostí ČR vykonává Katastrální úřad pro Středočeský kraj, Katastrální pracoviště Rakovník

Geologická charakteristika území

- Čisteccko-jesenický masív je z geologického hlediska z největší části tvořen kadomskou biotitickou žulou (tiská žula), která je proražena variským masívem biotitického až amfibolicko-biotitického granodioritu. Zájmové území je tvořeno podle uvedené geologické mapy hlubinnou vyvřelinou paleozoického původu – biotitickým granodioritem, deluviálními písčitojílovitými hlínami s proměnlivou drobně kamenitou příměsí a deluviofluviálními převážně písčitymi a jílovitými hlínami.

Použitá data, podklady

Topografické podklady, na nichž je zachyceno zájmové území:

- List Jesenice 2–7 státní mapy odvozené 1 : 5 000 – mapy bonitovaných půdně-ekologických jednotek. Státní mapa odvozená 1 : 5 000 je obvyklý a často užívaný druh mapy státního mapového díla. Je v ní obecně zahrnut následující obsah: základní mapy doplněné výškopisem – vrstevnicemi vyvedenými hnědou barvou, technickohospodářské mapy 1 : 5 000, pozemkové mapy vojenského újezdu 1 : 5 000, státní mapy 1 : 5 000 – odvozené a zelené linie vymezující

okrsky BPEJ se souvisejícími popisky v zelené barvě.

- Pracovní mapy Komplexního průzkumu půd ČSSR (prováděného v letech 1961–1970) – mapový list – ve stejném měřítku, se stejným označením jako výše uvedená SMO5-vycházející také ze státní mapy odvozené 1 : 5 000. Na této mapě jsou zobrazeny půdní celky genetických půdních představitelů, základní, výběrové i pomocné sondy, vykopané kvůli vymezení půdních okrsků. Souřadný systém u obou výše uvedených map je S-JTSK (Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální definovaný Křovákovým zobrazením – konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze), výškový systém baltský - po vyrovnání. Rám mapy je vymezen souřadnicovou sítí S-JTSK (plocha rámu na jednom listu zobrazuje území o rozloze 5 km² – 500 ha).

Popis sond komplexního průzkumu půd (podklad nemapového charakteru)

- Základní mapy České republiky středních měřítek (1 : 10 000–1 : 200 000) (pro porovnání aktuálního stavu). Jsou užívány pro potřeby všech státních i veřejných subjektů a vznikly odvozením z topografických vojenských map. Také tyto mapy mají výškový systém baltský po vyrovnání a jsou v systému S-JTSK, protože nejsou bez transformace kompatibilní s mapovými díly okolních států.

Rastrová základní mapa (RZM) v měřítku 1 : 10 000 (základní mapa ČR)

- Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED), jež je digitálním geografickým modelem území ČR. Tato báze má polohopisnou a výškopisnou část, obsahuje popisné informace o např. sídlech, komunikacích, správních hranicích, produktovodech, rozvodných sítích, vodstvu, reliéfu, vegetaci i chráněných územích. Vzhledem k průběžně, několikrát ročně prováděné aktualizaci a zpřesňování, a to včetně výškopisu, se jedná o kvalitní mapový zdroj, který je využíván jako referenční vrstva v geografických informačních systémech (GIS), zejména ve veřejné správě. Například prostřednictvím aplikace Geoprohlížeč (online z Geoportálu ČÚZK) je dostupná bezplatná prohlížeč mapová služba WMS – zpřístupňující veřejně Základní bázi geografických dat. Vydavatelem Základních map České republiky středních měřítek je Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Zpracovatelem jsou katastrální úřady (KÚ) a Zeměměřický úřad (ZÚ).

Katastrální mapa a mapa pozemkového katastru, obě s možností zobrazení společně s ortofotomapou (obr. 1)

- Katastrální mapy se v Katastru nemovitostí ČR vyskytují v těchto podobách: plně vektorizovaná digitální katastrální mapa v systému S-JTSK vyhotovená novým mapováním na podkladě výsledků pozemkových úprav, přepracováním souboru geodetických informací nebo převedením jejího číselného vyjádření do digitální formy (DKM), rastrová katastrální mapa – transformovaná do S-JTSK (ve formě rastru), katastrální mapa digitalizovaná (vektorový formát) – v souřadnicovém systému S-JTSK vznik-



Obr. 1 Zájmové území na ortofotomape s mapou pozemkového katastru

lá konverzí analogové mapy v souřadnicovém systému Gusterberg nebo Svatý Štěpán do digitální formy (KMD), katastrální mapa analogová – na papíře. Mapy bývalého pozemkového katastru (PK) jsou v Katastru nemovitostí převedené do zobrazení S-JTSK a jsou k dispozici ve formě rastru, v případě zájmového území je tato mapa k dispozici pouze pro jeho část – k. ú. Soseň, v k. ú. Drahouš platí již digitální katastrální mapa – DKM.

Historické mapy z období 1836–1852 (Zdroj např.: <http://www.mapy.cz/>)

- Ortofotomapa zobrazuje na základě leteckého snímkování reálnou situaci území. Vzhledem k úpravě fotografických snímků pomocí geodetického algoritmu, může být použita k přímému překryvání a porovnávání map (např. v S-JTSK) v prostředí GIS (nebo mimo něj).
- Geologická mapa v měřítku 1 : 50 000 (k prostudování geologických poměrů) – list 12–13 Jesenice, zpracovaný na topologickém podkladě Českým geologickým ústavem (výřezy – obr. 1 a 2) v barevné příloze.

Mapa klimatických oblastí ČSR (Quitt, 1971) v měřítku 1: 500 000 (Zařazení území do klimatické oblasti)

- Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky (Neuhäuslová, 1998), vyznačující okrsky přirozené vegetace v určitém druhovém složení tak, jak by vyrostla v určitém území, za danou dobu, za předpokladu vyloučení jakéhokoliv antropického působení (pro zjištění vegetač-

ních, fyto geografických a geobotanických poměrů).

Mapa regionálně fyto geografického členění, zobrazující geografické rozmístění vegetace

- Červený seznam cévnatých rostlin České republiky (Procházka et al., 2001). Výsledky fyto ceno logického (biologického) průzkumu je vhodné konfrontovat se seznamem vzácných a ohrožených rostlin. Jsou rozříděny do kategorií a jsou uvedeny v červeném seznamu cévnatých rostlin České republiky, vyhynulé a nezvěstné taxony tvoří černý seznam (Procházka et al., 2001).
- Černý seznam cévnatých rostlin České republiky má 3 kategorie:
 - A1 Vyhynulé taxony
 - A2 Nezvěstné taxony
 - A3 Nejasné případy
- Červený seznam cévnatých rostlin České republiky je členěn na následující kategorie:
 - C1 Kriticky ohrožené
 - C2 Silně ohrožené
 - C3 Ohrožené
 - C4 Vzácnější taxony vyžadující další pozornost
 - C4a Vzácnější vyžadující pozornost – méně ohrožené
 - C4b Vzácnější vyžadující pozornost – nedostatečně prostudované

- Část rostlin výše uvedených je chráněna zákonem. Seznam zvláště chráněných druhů rostlin (rostliny cévnaté) v aktuálním znění podle vyhlášky č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, je členěn na:

1. Druhy kriticky ohrožené,
2. Druhy silně ohrožené,
3. Druhy ohrožené.

Sledované charakteristiky

Charakteristiky sledované v rámci BPEJ

BPEJ figurují v katastru nemovitostí a jsou dnes základem pro ceny pozemků, daně, účely ochrany půdy a další účely. Jednotlivé klasifikační jednotky BPEJ vymezují specifickou oblast s přibližně stejným potenciálem, který je výsledkem kombinace vlivu přírodních faktorů: půdy, reliéfu, vodního režimu stanoviště a podnebí. Jednotlivé jednotky jsou reprezentovány pětímístným kódem, v němž jednotlivá čísla představují následující parametry:

1. číslo: klimatický region (0-9),
2. a. 3. číslo: hlavní půdní jednotka (1-78),
4. číslo: kombinace sklonu svahu a expozice vůči světovým stranám (0-9),
5. číslo: kombinace hloubky půdy a skeletovitosti (0-9).

Klimatický region používaný pro vymezení BPEJ

V ČR je vymezeno 10 klimatických regionů, uvažujících v kritériích pro své vymezení vedle nadmořské výšky, průměrných ročních teplot, průměrného úhrnu ročních srážek, sumy průměrných denních teplot rovných nebo vyšších než 10 °C, výpočtu vláhové jistoty, údajů o známých klimatických singularitách a faktorů mezoreliéfu i parametry vegetačního období (IV.–IX.). Jsou to průměrné teploty ve vegetačním období, průměrný úhrn srážek ve vegetačním období a výpočet hranice sucha ve vegetačním období (IV.–IX.). Dané území je zařazeno do mírně teplého, mírně vlhkého regionu, se sumou průměrných denních teplot rovných nebo vyšších než 10 °C 2 200–2 500 °C, s průměrnou roční teplotou 7–8 °C, s 550–650 mm průměrného úhrnu ročních srážek, s vláhovou jistotou 4–10 a s pravděpodobností výskytu suchých vegetačních období 15–30 %. Upřesnění nebo ověření klimatického regionu pro zájmové území se provádí fytofenologickým průzkumem (sledování zjevných každoročně nastávajících vývojových fází vybraných druhů rostlin) spolu s upřesněním (přepočtem) existujících údajů z měření nejbližší meteorologické stanice.

Pro zjištění/verifikaci a především upřesnění průběhu isolinií vymezujících klimatické regiony v zájmovém území jsou v rámci terénního průzkumu sledovány fytofenologické charakteristiky (významné vývojové fáze rostlin během roku): rašení a květ a srovnány s územím s měřenými charakteristikami. Další charakteristikou je především v podzimním období bod, kdy se dešťové srážky začnou měnit ve sněhové, sníh zůstane ležet na povrchu půdy, dále tání a úplné roztání sněhu a mocnost sněhové pokrývky ve srovnání s územím

s měřenými charakteristikami a přibližně stejnými srážkami a okolními územími.

Geologické charakteristiky jsou zjišťovány spolu s pedologickými, geomorfologickými a hydrologickými charakteristikami v rámci rekognoskace a průzkumu terénu především z hornin, případně nerostů nacházejících se v sondách, případně nalézájících se na povrchu půdy, resp. na povrch vystupujících.

Hlavní půdní jednotka (HPJ) – je syntetickým účelovým sloučením genetických půdních typů, subtypů, půdotvorných substrátů, zrnitosti, hloubky půdy, typu a stupně hydromorfismu a reliéfu území. Vzhledem k tomu, že dosavadních 78 HPJ nerozlišuje antropomorfní ovlivnění půd ani neuvažuje klasifikaci půdních typů ve skupině anthroposoly, rozpracovává se rozšíření o další HPJ. V současné době je klasifikováno 78 HPJ, které tvoří 13 následujících skupin.

- Skupina půd převážně černozemního charakteru (01-08)
- Skupina hnědozemí (09-13)
- Skupina illimerizovaných půd (14-17)
- Skupina rendzin a pararendzin (18-20)
- Skupina půd na píscích a štěrkopiscích a jim podobných substrátech včetně slabě oglejených variet (regozemě) (21-23)
- Skupina hnědých půd (kambizemě) (24-33)
- Skupina silně kyselých hnědých půd a rezivých půd mírně chladné a chladné oblasti (kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly) (34-36)
- Skupina mělkých půd (kambizemě, rankery, litozemě (37-39)
- Skupina půd velmi sklonitých poloh (40-41)
- Skupina oglejených mramorovaných půd – pseudogleje (42-54)
- Skupina půd nivních poloh – fluvizemě (55-59)
- Skupina lužních půd – černic (60-63)
- Skupina hydromorfních půd – gleje jako složky pedoasociací (64-78)

Rozčlenění kombinace sklonu svahu a expozice terénu vůči světovým stranám (čtvrté číslo kódu BPEJ, 0-9) ukazuje tab. 1.

Rozčlenění kombinace skeletovitosti a hloubky půdy (páté číslo kódu BPEJ, 0-9) ukazuje tab. 2.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu klade důraz na ochranu ekologických funkcí zemědělské půdy. Ochrana půdního fondu je nutná z důvodu degradace a zhoršování kvality úrodné vrstvy půdy, které je zapříčiněno hlavně způsobem hospodaření a používáním chemických přípravků k ochraně rostlin a ubývání celkové plochy zemědělských pozemků – nejdůležitější jsou tzv. trvalé zábohy půdy. Zábor orné půdy v ČR v současné době dosahuje 14 ha denně. Od roku 1996 byly BPEJ použity k rozřazení zemědělských půd do tříd podléhajících ochraně. Za tímto účelem se všechny bonitované půdně-ekologické jednotky rozdělily do pěti klasifikačních tříd, které se liší podmínkami, za nichž může být u zemědělsky využívaných ploch změněno využití. Hlavním cílem tříd je efektivně ochránit zejména nejkvalitnější a nejúrodnější typy půd před zábohy. Rozdělení půdy podle tříd ochrany zemědělského půdního fondu je stanoveno podle vyhlášky č. 48/2011 o stanovení tříd ochrany (příloha k zákonu č. 327/1998 Sb., kterým se stanoví charakteristika bo-

Tab. 1 Rozčlenění kombinace sklonu svahu a expozice terénu vůči světovým stranám (čtvrté číslo kódu BPEJ, 0-9) (upraveno dle Mašát et al., 2002)

| 4. číslice kódu BPEJ | Sklonitost | | | Expozice vůči světovým stranám | |
|-------------------------|-------------------|---------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| | Sklon ve stupních | Popis | Základní kategorie | Popis | Základní kategorie |
| 0 | 0–1 st. | úplná rovina | 0 | bez rozlišení | 0 |
| 0 | 1–3 st. | rovina | 1 | bez rozlišení | 0 |
| 1 | 3–7 st. | mírný sklon | 2 | bez rozlišení | 0 |
| 2 | 3–7 st. | mírný sklon | 2 | jih (jz–jv) | 1 |
| 3 | 3–7 st. | mírný sklon | 2 | sever (sz–sv) | 3 |
| 4 | 7–12 st. | střední sklon | 3 | jih (jz–jv) | 1 |
| 5 | 7–12 st. | střední sklon | 3 | sever (sz–sv) | 3 |
| 6 | 12–17 st. | výrazný sklon | 4 | jih (jz–jv) | 1 |
| 7 | 12–17 st. | výrazný sklon | 4 | sever (sz–sv) | 3 |
| 8 | 17–25 st. | příkrý sklon | 5 | jih (jz–jv) | 1 |
| 9 | 17–25 st. | příkrý sklon | 5 | sever (sz–sv) | 3 |
| 8 | více než 25 st. | sráz | 6 | jih (jz–jv) | 1 |
| 9 | více než 25 st. | sráz | 6 | sever (sz–sv) | 3 |

Tab. 2 Rozčlenění kombinace skeletovitosti a hloubky půdy (páté číslo kódu BPEJ, 0-9) (upraveno dle Mašát et al., 2002)

| 5. číslice kódu BPEJ | Skeletovitost | | | Hloubka | |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | Popis | Obsah skeletu | Základní kategorie | Popis | Základní kategorie |
| 0 | bezskeletovitá | do 10 % obj. | 0 | hluboká | 0 |
| 1 | bezskeletovitá až slabě skeletovitá | 0–25 % obj. | 0–1 | hluboká až středně hluboká | 0–1 |
| 2 | slabě skeletovitá | 10–25 % obj. | 1 | hluboká | 0 |
| 3 | středně skeletovitá | 25–50 % obj. | 2 | hluboká | 0 |
| 4 | středně skeletovitá | 25–50 % obj. | 2 | hluboká až středně hluboká | 0–1 |
| 5 | slabě skeletovitá | 10–25 % obj. | 1 | mělká | 2 |
| 6 | středně skeletovitá | 25–50 % obj. | 2 | mělká | 2 |
| 7 | bezskeletovitá až slabě skeletovitá | 0–25 % obj. | 0–1 | hluboká až středně hluboká | 0–1 |
| 8 | středně až silně skeletovitá | 25–100 % obj. | 2–3 | hluboká až mělká | 0–2 |
| 9 | bezskeletovitá až silně skeletovitá | 0–100 % obj. | 03 | hluboká až mělká | 0–2 |

nitovaných půdně-ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci). Odvody za vynětí půdy ze zemědělského půdního fondu se od r. 2011 významným způsobem zvyšují.

I. třída ochrany zemědělské půdy – bonitně nejcenější půdy v jednotlivých klimatických regionech, převážně na rovinatých nebo jen mírně sklonitých pozemcích, které je možno odejmout ze ZPF pouze výjimečně, a to převážně pro záměry související s obnovou ekologické stability krajiny, případně pro liniové stavby zásadního významu.

II. třída ochrany zemědělské půdy – zemědělské půdy, které mají v rámci jednotlivých klimatických regionů nadprůměrnou produkční schopnost. Ve vztahu k ochraně zemědělského

půdního fondu jde o půdy vysoce chráněné, jen podmíněně odnímatelné ze ZPF, a to s ohledem na územní plánování, jen podmíněně využitelné pro stavební účely.

III. třída ochrany zemědělské půdy – v jednotlivých klimatických regionech se jedná převážně o půdy vyznačující se průměrnou produkční schopností, které je možné využít v územním plánování pro výstavbu a jiné nezemědělské způsoby využití.

IV. třída ochrany zemědělské půdy – zahrnuje v rámci jednotlivých klimatických regionů převážně půdy s podprůměrnou produkční schopností, jen s omezenou ochranou, využitelné pro výstavbu a i jiné nezemědělské účely.

V. třída ochrany zemědělské půdy – sdružuje zbývající bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ), které představují půdy s velmi nízkou produkční schopností, jako jsou mělké půdy, hydromorfnní půdy, silně skeletovité a silně erozně ohrožované. Tyto půdy jsou většinou pro zemědělské účely postradatelné. Lze připustit i jiné, efektivnější využití než zemědělské. Jedná se zejména o půdy s nízkým stupněm ochrany, s výjimkou vymezených ochranných pásem a chráněných území.

Nástroje, postup práce

Hodnocení bylo provedeno podle obecného postupu hodnocení krajiny (Countryside Commission, 1987). Po přípravné fázi – shromáždění podkladů, přípravě materiálových kapacit, volbě metodiky hodnocení, přípravě a zpracování podkladů následovala analýza území (literární rešerše, analýza charakteristik území, analýza překrytí), terénní průzkum (terénní šetření, dokumentace území, odběry vzorků), vyhodnocení výsledků a formulace závěrů.

V rámci přípravných prací byly shromážděny topografické a nemapové podklady, týkající se zájmového území, popsané výše. Po provedení přípravných prací prvotní sběr dat in situ proběhl prostřednictvím rekognoskace zájmového území. Při rekognoskaci zájmového území pro pedologické a pedologicko-ekologické hodnocení bylo užito koincidenční metody (Vašků, 2008), spočívající v souběžném zjišťování shody, porovnávání a interpretaci vhodně zvolených skupin znaků, jakým byly hydrologické poměry, geomorfologie území, fytoecologické znaky, druh a charakter půdotvorného substrátu, fytofenologické a klimatické znaky.

Geologické charakteristiky byly zjišťovány spolu s pedologickými, geomorfologickými a hydrologickými charakteristikami v rámci rekognoskace a průzkumu terénu. Byly zkoumány úlomky různě navětralých hornin a stopy nerostů nacházejících se v sondách, případně nalézajících se na povrchu půdy, resp. na povrch vystupujících, především z hlediska struktury, textury, velikosti zrn, barevnosti, obsahu živců, křemene a biotitu, stupně sericitizace a chloritizace.

Geomorfologické zhodnocení zájmového území proběhlo prostřednictvím měření svahů sklonoměrem (a odečtením z výše uvedených map).

Hydrologické poměry v prameništi byly sledovány souběžně s pedologickým průzkumem, kdy byla sledována úroveň hladiny podzemní vody a množství a pohyb vody na povrchu.

Pedologický průzkum pro určení referenční třídy, půdních typů, subtypů, variet a substrátových forem byl proveden z větší části při příležitosti dobonitace půdních bloků LPIS pro Ústřední pozemkový úřad vyhodnocením půdních profilů získaných sondáží půdní sondovací jehlou. Síť sond je určena při rekognoskaci s ohledem na geomorfologii, složení vegetace, litologické a hydrologické poměry a tvar pozemků. Půdní profil je popisován na místě určením jednotlivých diagnostických horizontů v jejich stratigrafickém uspořádání a popisem jejich vlastností hodnotitelných in situ: mocnost, barva, struktura, zrnitost, skeletovitost, vlhkost, konzistence, výskyt novotvarů a cizích příměsí, obsah CaCO₃, pórovitost

a trhliny, prokořenění, biologické oživení, výška hladiny podzemní vody, příp. odhad infiltrační schopnosti půdy. Dále je zhodnocen a zaznamenán typ půdotvorného substrátu, jeho distribuce v půdním profilu, míra zvětrání, pohyby látek jakými jsou např. illimerizace, podzolizace, zvětrávání, sedimentace, tvorba shluků, bročků, atd., účinky fyzikálních a chemických procesů, vliv podzemní a stagnující vody, zhodnocení charakteru zamokření, míry redukce a ochuzení, charakteristika rostlinného krytu a biologické činnosti. Klasifikace půdního typu a forem nadložního humusu se provádí dle taxonomického klasifikačního systému půd České republiky nebo taxonomie WRB. Půda je označena na úrovni půdního typu, subtypu, variety, příp. erozní formy, litologické varianty, půdního druhu, skeletovitosti a hloubky půdy.

Použitá metoda vymezení bonitovaných půdně ekologických jednotek na zájmovém území vychází z metodiky vymezování a mapování BPEJ (Mašát et al., 2002). Po provedení přípravných prací, přípravy mapových a dalších podkladů a rekognoskace území následuje terénní šetření, založené na vyhodnocení jednotlivých půdních profilů z půdních vpichů, (případně polosond, kopaných sond, či terénních rýh a odkryvů). Soubor sondáží dosahoval hustoty 4–1 sondy na hektar, dle místních podmínek, vyhodnocených při rekognoskaci a studiu podkladů. Poloha sondy byla zaznamenána ve formě souřadnic prostřednictvím lokalizačního zařízení. Zařazení do příslušné hlavní půdní jednotky se uskutečnilo na základě popisu půdních profilů a určení genetického půdního představitele podle metodiky komplexního průzkumu půd (Němeček, 1967) a určení půdních typů, subtypů a variet podle taxonomického klasifikačního systému půd ČR (Němeček et al., 2001) (viz výše). Přesnost vymezování BPEJ je určena (vzhledem k měřítku použitých mapových podkladů a dalším faktorům) souvislou plochou nekontrastní půdy větší než půl hektaru. Plochy menší než 0,5 ha se vymezují, jedná-li se o půdy výrazně kontrastní a zároveň jsou mapovatelné v použitých mapách. Výrazně kontrastními půdami se rozumí:

- jiná hlavní půdní jednotka,
- svažitost lišící se minimálně o 5 stupňů proti průměru kategorie BPEJ, do níž je zařazena sousední (okolní) plocha,
- skeletovitost lišící se o 2 stupně,
- zrnitost půdy lišící se o 2 stupně v rámci pětistupňové kategorizace zrnitostního rázu dle metodiky,
- hloubka půdy lišící se o 2 stupně,
- dlouhodobé zamokření proti okolním odlišným vláhovým podmínkám, nebo naopak.

Pro zjištění, verifikaci a především upřesnění průběhu isolinií vymezujících klimatické regiony (charakteristika používaná v BPEJ) byla v rámci rekognoskace a terénního průzkumu věnována pozornost také fytofenologickým charakteristikám (významné vývojové fáze rostlin během roku), konkrétně srovnáváním doby rašení a květu stejných druhů rostlin v zájmovém území a ve vybraných komparačních územích se známými teplotními charakteristikami.

Dalším použitým způsobem verifikace klimatického regionu bylo sledování aktuálních forem srážek v jarním a podzimním

období a projevů průběhu teplot (okamžik, kdy se dešťové srážky začly měnit v déšť se sněhem až ve sněžení, okamžik, kdy sníh zůstal ležet na povrchu půdy, a dále okamžik tání a úplného roztání sněhu) v zájmovém území a v komparačních územích se známými teplotními a srážkovými charakteristikami.

Dále bylo stejným způsobem srovnáno tání a úplné roztání sněhu a mocnost sněhové pokrývky s několika stanovišti s geomorfologickými a fytofenologickými charakteristikami slibujícími přibližně stejné srážky.

Sledování fytoocenologických znaků vycházelo z ověřeného poznatku, že určitá rostlinná společenstva jsou vázána jen na určité půdy. Bylo vzato v úvahu, že výskyt fytoocenóz samozřejmě ovlivňují i další činitele, mezi něž patří stupeň vodního režimu. V nejmokřejších částech území s prakticky trvale viditelnou hladinou vody v úrovni terénu, nebo i nad ní byla prozkoumána hydrofytní vegetace, která je bioindikátorem celoročního akvického vodního režimu stanoviště a tím nejvyššího stupně hydromorfismu půdy. Hydrofytní stanoviště mají obdobný vláhový režim, kdy hladina podzemní vody je trvale při povrchu půdy nebo v jeho úrovni. Na tato stanoviště jsou vázány např. různé druhy ostrice a sítiny, orobinec, skřípina lesní, rákos obecný, chrastice rákosovitá, tužebníček jilmový, blatouch bahenní, pryskyřník plamének, vachta trojlistá, přeslička bahenní, kosatec žlutý, zblochan vodní, starček bahenní, a další. Na mezohydrofytních stanovištích se vyskytují např. pomněnka hajní, bezkolonec modrý, štírovník bažinný, angelika lékařská, psárka luční, lipnice bahenní, atd. Některé rostliny středně vlhkomilné indikující mezofytní stanoviště: bedrník větší, bodlák obecný, bojínka luční, bolševník bršl, bršlice kozí noha, hrachor luční, chrastavec rolní, jetel luční, jetel plazivý, jetel zvrhlý, jilek mnohokvětý, jilek vytrvalý, kerblík lesní, kmín kořený, kontryhel obecný, kostival lékařský, kostřava luční, lipnice luční, lomikámen zrnatý, pcháček rolní, pryskyřník plazivý, rozrazil rezekvítek, řebříček obecný, smetánka lékařská, srha říznáčka, svízel bílý, světlík lékařský, trojštět žlutavý, třeslice prostřední, třezalka tečkovaná, třtina rákosovitá, vikev plotní, vikev ptačí, aj. Středně vlhká – mezofytní a mezoxerofytní stanoviště osidluje kostřava červená, kostřava rákosovitá, sveřep bezbranný, sveřep vzpřímený, ovsík vyvýšený, pýr plazivý, třtina křovištní, jitrocel kopinatý, chrpa luční, jetel pochybný, bedrník menší, kopretina bílá, svízel syřišťový, svízel povázka, hvozdík kropenatý, kozí brada luční, pampeliška podzimní, pampeliška srstnatá, jestrábník alpský, aj.

Výsledky fytoocenologického (biologického) průzkumu byly konfrontovány se seznamem vzácných a ohrožených rostlin, rozříděných do kategorií a uvedených v červeném seznamu cévnatých rostlin České republiky, vyhynulé a nezvěštné taxony tvoří černý seznam (Procházka et al., 2001). Část rostlin červeného seznamu je chráněná zákonem. Seznam zvláště chráněných druhů rostlin (rostliny cévnaté) v aktuálním znění je uveden ve vyhlášce č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Geomorfologie území

Geomorfologie území je v našem případě charakterizována téměř rovinnou polohou. To potvrzují údaje zjištěné z výškopisu mapy SMO5 s výškovým intervalem vrstevnic 2 m, kde na 250 m délky je převýšení 6 m, tangens úhlu sklonu je tedy roven poměru 6/250. Průměrný sklon tedy činí 1°22'29" (1,37°), což odpovídá sklonoměrem určeným sklonům na zájmovém území, které se pohybovaly od 0° do 1,5°. Z celkových geomorfologických poměrů lze usuzovat, že se jedná o rovinnou (mírně svažitou) polohu, vzniklou z větší části na konvexním reliéfovém prvku. Pro tyto polohy je většinou charakteristické, že produkty zvětrávání matečné horniny nejsou odnášeny jinam, zůstávají na místě, plynule přecházejíce v matečný substrát a vytvářejíce půdy nazývané eluviální. Při rekognoskaci bylo možno hodnotit přímo hydrologické poměry území, které kolísají od vláhově vyrovnaných stanovištních poměrů, bez převlčení (či zamokření), a to ani krátkodobého (sezonního) s anhydromorfními půdami mimo vlastní prameniště, přes území s přechodovým charakterem – s výskytem variety slabě oglejené – g' (g), slabě glejové – q' (G), oglejeného subtypu – g, glejového subtypu – q, G až po glejovou půdu zbažnělou, stagnoglej – SG a glej – GL.

Fytoocenologická charakteristika

V zájmovém území se vyskytují následující rostlinné bioindikátory:

- Viola bahenní (*Viola palustris*) – bioindikátor prameniště, bažinatých, slatinných a rašelinných stanovišť s nejvyšším stupněm hydromorfismu půd.
- Prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*) – bioindikátor vlhkých až bažinatých stanovišť, ohrožený druh, zákonem chráněná orchidej.
- Upolín nejvyšší (*Trollius altissimus*) – bioindikátor blízkosti prameniště (vlhkých luk).
- Suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*) – bioindikátor hydromorfních kyselých půd, rašelin a slatin.
- Ostrice Hartmanova (*Carex hartmanii* Cajander) – bioindikátor hydromorfních kyselých půd, též rašelin a slatin, ohrožený druh, zákonem chráněná.
- Štírovník bažinný (*Lotus uliginosus*) – je bioindikátorem bažinatých, rašelinných lučních stanovišť a prameniště s humoznějšími kyselými (až neutrálními) půdami, vyskytuje se ve svazu Molinion (a dalších).
- Smilka tuhá (*Nardus stricta*) – bioindikátor vlhkých chudších kyselých půd.
- Bezkolonec modrý (*Molinia caerulea*) – mezohydrofytní, druh vlhkých a slatinných luk.
- Viola psi (*Viola canina*) – bioindikátor kyselých půd, vyskytuje se převážně na sušších lučních stanovištích, např. smilkových trávnících (svaz *Violion caninae*) bezkolencových loukách.

Geologická charakteristika

V zájmovém území byl potvrzen výskyt načervenalého až na-

hnědlého biotitického granodioritu. Jím tvořený skelet byl distribuován v sondách i na povrchu půdy. Tato hornina je středně zrnitá a je tvořena zrnitými až celistvými agregáty oligoklasu (kyselý plagioklas), šedobílým, žlutavým až narůžovělým draselným živcem, tmavě-hnědě až černě zbarveným biotitem a bezbarvými až šedobílými (případně různě zbarvenými – dle chemické příměsi) zrnky křemene. Vyskytují se projevy sericitizace a chloritizace, zejména biotitu. Projevy zvětrávání horniny a izolované jejich nerostů jsou nevýrazné a proces je zjevně pomalejší – vzhledem k výskytu kyselého plagioklasu – ve srovnání s plagioklasu bazičtějšími.

Půdní pokryv

Pedologickým průzkumem byla v sušší nepramenné části zájmového území sondáž zjištěna kambizem na biotitickém granodioritu – kambizem (referenční třída KAMBISOLY dle klasifikačního systému půd České republiky, Cambisols dle World Reference Base, Braunerden podle Systematik der Böden und bodengebilde Substrate Deutschlands). Je typická pro pahorkatiny a nižší a střední polohy vrchovin, nejčastěji v nadmořské výšce 450–800 m, což odpovídá zájmovému území. Hlavním půdotvorným pochodem vývoje tohoto druhu půd je intenzivní vnitropůdní zvětrávání (braunifikace), kdy se z minerálů uvolňované železo distribuuje v půdní matici a vytváří v sondách dobře patrný diagnostický horizont. Stratigrafie této půdy je Ap- Bv- B/C - C, kde Ap – povrchový horizont písčitohlinitý, náznakově drobtovitě struktury, Bv – narezle hnědý kambický (braunifikovaný) horizont, B/C – přechodový horizont se skeletovitou zvětralinou hnědé barvy, C – skeletovitý zvětralý rozpad horniny. Ještě méně příznivými podmínkami jsou charakteristické litozemě nacházející se obvykle ve středních a vyšších nadmořských výškách. Uplatňují se v místech, kde skalní podloží vystupuje blízko k povrchu. Jsou to hlavně temena terénních vyvýšenin, hrany ostře zaklesnutých říčních údolí, někdy i deflační plošiny. Jako půdotvorný substrát se uplatňují fyzikální, hrubě skeletovité rozpady většinou bezkarbonátových hornin. Hlavním půdotvorným procesem je nevýrazná humifikace, spojená někdy se slabým vnitropůdním zvětráváním, jindy i s počáteční podzolizací. Litozemě jsou po všech stránkách extrémně nepříznivé, mělké, skeletovité. V zájmovém území litozem nalezena nebyla, byly však místně indikovány náznaky přechodu kambizemě k litozem, patrné už na první pohled vyšší skeletovitostí a snižující se hloubkou půdy. Vlhká část území je charakteristická výskytem dlouhodobého zamokření a středně těžkým substrátem. Byl zde indikován glej modální (referenční třída GLEJSOLY dle klasifikačního systému půd České republiky, 2001, Gleysols dle World Reference Base, 2006, Gleys podle Systematik der Böden und bodengebilde Substrate Deutschlands, 1998) se stratigrafií Ot-At až T – Go – Gor

– Gr, charakterizovaná výrazným reduktomorfním glejovým diagnostickým horizontem a zrašeliněnými horizonty akumulace organických zbytků rostlin. Ot – hydrogenní horizont nadložního humusu, At – zrašelinělý anmoorový hydrogenní horizont s obsahem organických látek 14–20 %, T – rašelinný horizont, Go – glejový oxidační horizont s více než 10% výskytem rezivých skvrn (oxidy a hydroxidy Fe), jenž nezasahuje hlouběji než do 0,5 m, Gro – redukcčně-oxidační glejový horizont s rezivými skvrnami a novotvary, Gr – glejový reduktomorfní horizont modro-zelenavě-šedého až světle šedého zbarvení. Místy byly indikovány přechody do gleje hydrického až akvického, kde Gr horizont s nejvyšším stupněm hydromorfismu dosahuje v rámci půdního profilu až do hloubky menší než 0,5 m, resp. 0,2 m pod povrchem terénu.

Určení a vymezení BPEJ

Při určení a vymezení bonitovaných půdně-ekologických jednotek bylo možno vyjít většinou z výše uvedených skutečností zjištěných z provedených 10 vpichů. Vzhledem k metodice vymezení nebyly vymezeny a zmapovány vyskytující se ostře přechody a jiné příliš malé nemapovatelné plochy. Z těchto důvodů nebyl vyznačen ani pozemek č. 804/3 o výměře 125 m² (v k. ú. Drahouš), kterému se BPEJ nepřiznává, protože je veden jako vodní plocha. Výsledkem jsou BPEJ 5.32.04 a 5.67.01, zakreslené v SMO5 – mapě BPEJ (obr. 4). První číslo kódu 5.32.04 značí příslušnost ke klimatickému regionu mírně teplému, mírně vlhkému – MT2, druhé a třetí číslo hlavní půdní jednotku 32, patřící do skupiny kambizemí. Vznikla na pevné hornině – biotitickém granodioritu. Půdy, které se zařazují do HPJ 32, se vyvíjejí většinou na kyselých nebo neutrálních horninách ze skupiny žul, žulách, syenitech, granodioritech, granulitech, méně na ortorulách. Čtvrté číslo 0 vyjadřuje sklonitost – v rozmezí 0–3 stupně a expozici bez rozlišení. Páté číslo kódu 4 značí, že převážná část sond (vpichů) měla profil se střední šterkovitostí a kamenitostí, pohybující se mezi 25–50 % (kategorie skeletovitosti 2), z čehož v povrchovém horizontu šterkovitost střední až kamenitost slabá (až střední) a ve zbytku profilu (hlouběji uložených horizontech) průměrně šterkovitost střední až kamenitost střední (až slabá). Hloubka půdy průměrně v kategorii 0 – hlubší než 60 cm, případně středně hluboká půda (kategorie 1) s hloubkou 30–60 cm. První číslo kódu 5.67.01 značí opět příslušnost ke klimatickému regionu mírně teplému, mírně vlhkému – MT2, druhé a třetí číslo hlavní půdní jednotku 67, patřící do skupiny hydromorfních půd – glejů. Gleje modální, které se zařazují do HPJ 67, se vyvíjejí v rovinných celcích, či v mírných depresích. Čtvrté číslo 0 vyjadřuje sklonitost – v rozmezí 0–3 stupně (výjimečně i vyšší) a expozici bez rozlišení (neexistuje však jiné čtvrté číslo kódu BPEJ než 0 pro HPJ 67). Páté číslo kódu 1 značí, že převážná část sond

Tab. 3 Původně a nově vymezené BPEJ v zájmovém území

| | Č. pozemku | Výměra | Druh pozemku | BPEJ dle KN | Vymezená BPEJ |
|---------|------------|-----------------------|----------------------|---------------|---------------|
| Drahouš | 804/2 | 14 887 m ² | trvalý travní porost | 5.35.01 | 5.67.01 |
| Drahouš | 804/3 | 125 m ² | vodní plocha | nevymezuje se | nevymezuje se |
| Soseň | 196 | 4 837 m ² | trvalý travní porost | není | 5.32.04 |

(vpichů) měla profil se slabou šterkovitostí a kamenitostí, pohybující se mezi 10–25 % (kategorie skeletovitosti 1), z čehož v povrchovém horizontu byla šterkovitost do 10 % objemových (tzv. příměs) až slabá šterkovitost a ve zbytku profilu (hlouběji uložených horizontech) průměrně kamenitost slabá až šterkovitost slabá (vyjíměčně střední šterkovitost). Hloubka půdy průměrně v kategorii 0 – hlubší než 60 cm (neexistuje však jiné páté číslo kódu BPEJ než 1 pro HPJ 67).

Bonitovaná půdně-ekologická jednotka 5.32.04 je zaříděna do IV. třídy ochrany a 5.67.01 do V. třídy ochrany půdy podle vyhlášky č. 48/2011 o stanovení tříd ochrany (příloha k zákonu č. 327/1998 Sb., kterým se stanoví charakteristika bonitovaných půdně-ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci). Rozdíly mezi BPEJ vedenými v katastru nemovitostí a nově vymezenými BPEJ pro jednotlivé pozemky ukazují tab. 3.

ZÁVĚR

Zájmové území prameniště Javornice bylo zhodnoceno na základě analýzy shromážděných podkladů a dat, rekognoscace a průzkumu terénu spojeného se sběrem a vyhodnocováním dat in situ, zhodnocení a následné syntézy v podobě výsledného popisu a také vymezení okrsků BPEJ. Údaje o BPEJ, které jsou vedeny k jednotlivým pozemkům zájmového území v katastru nemovitostí (ČÚZK, 2011), se ukázaly jako chybné a neúplné. Slovní popis a mapa bonitovaných půdně-ekologických jednotek s nově vymezenými okrsky BPEJ pro zájmové území jsou výstupem, ukazujícím rozmístění sledovaných stanovištních charakteristik, z nichž lze odvodit potenciál území z hlediska míry zranitelnosti a určení optimálního managementu ve smyslu ochrany tohoto území. Tento výstup tedy lze využít jako podklad využitelný pro opatření k trvale udržitelnému využívání území, udržení, resp. posílení funkční rovnováhy krajinnotvorných činitelů a ochraně biologických a estetických hodnot krajiny.

Poděkování

Tento článek byl podpořen projektem Interní grantové agentury Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity číslo 20114222013123153.

LITERATURA

Arbeitskreis für Bodensystematik der Deutschen bodenkundlichen Gesellschaft (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands, Kurzfassung. Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., Oldenburg, 134 p.

Arzl, N., Dvorak, A., Riss, A., Schreier, I., Schwarz, I. (1998): Development of the soil information system BORIS in Austria. p. 77–90. In Heineke, H. J., Eckelmann, W., Thomasson, A. J., Jones, R. J. A., Montanarella, L.,

Buckley, B. [Eds.] (1998): Land Information Systems - Developments for planning the sustainable use of land resources. European Soil Bureau Research Report, 4, Luxembourg, 546 p.

Bai-Lian, Li (2000): Why is the holistic approach becoming so important in landscape ecology? Landscape and urban planning, vol. 50, p. 27–41.

Blum, W. E. H., Wenzel, W. W. (1989): Bodenschutzkonzeption - Bodenzustandsanalyse und Konzepte für den Bodenschutz in Österreich. Wien, 147 p.

Capra, F. (2002): The Hidden Connections, Integrating The Biological, Cognitive, And Social Dimensions Of Life Into A Science Of Sustainability, New York, Doubleday, 300 p.

Capra, F. (1996): The Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems. New York, Doubleday, 368 p.

Cenci, R. M., Jones, R. J. A. [eds] (2009): Holistic approach to biodiversity and bioindication in soil. Office for Official Publications of the European Communities 2009 – Scientific and Technical Research series, Luxembourg, 43 p.

Countryside Commission (1987): Landscape Assessment: A Countryside Commission Approach. 18. Countryside Commission. Cheltenham.

Český geologický ústav Praha (1996): Geologická mapa ČR, List 12–13, Praha, Český geologický ústav.

Geoportál ČÚZK (2011) [on-line] [cit. 2011-08-01] dostupné na: [www http://geoportal.cuzk.cz/](http://geoportal.cuzk.cz/).

Nahlížení do katastru nemovitostí ČÚZK (2011) [on-line] [cit. 2011-08-09] dostupné na [www: http://nahlizeni.dokn.cuzk.cz/](http://nahlizeni.dokn.cuzk.cz/).

Doran, J. W., Parkin, T. B. (1994): Defining and assessing soil quality. In Defining soil quality for a sustainable environment (SSSA Special publication No 35). Soil Science Society of America, Madison.

Eidgenössisches Justiz und Polizeidepartement, Bundesamt für Raumplanung, Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement, Bundesamt für Landwirtschaft (1992): Sachplan Fruchtfolgeflächen (FFF) – Festsetzung des Mindestumfanges der Fruchtfolgeflächen und deren Aufteilung auf die Kantone, Bern, 230 p.

Evropský parlament, Rada Evropy (2002): Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 1600/2002/ES ze dne 22. července 2002 o šestém akčním programu Společenství pro životní prostředí, Úřední věstník Evropské unie, s. 152–166.

FAO (1995): Planning for sustainable use of land resources; Towards a new approach. FAO Land and Water Bulletin 2, Rome, 60 p.

FAO, (2006): World reference base for soil resources, by ISSS–ISRIC–FAO. World Soil Resources Report No. 103, Rome, 128 p.

- Heineke, H. J., Eckelmann, W., Thomasson, A. J., Jones, R. J. A., Montanarella, L., Buckley, B. [eds.] (1998): Land information systems – Developments for planning the sustainable use of land resources. European Soil Bureau Research Report, Luxembourg, no. 4, 546 p.
- Hilgard, E. W. (1860): Report on the geology and agriculture of the State of Mississippi. E. Barksdale, Jackson Mississippi, 391 p.
- Kolchakov, I., Georgiev, B., Stoichev, D. (1998): Capture, updating and evaluation of field and analytical data for Bulgarian soils. p. 101–106.
- Kolchakov, I., Rousseva, S., Georgiev, B., Stoichev, D. (2005): Soil survey and soil mapping in Bulgaria, European soil bureau – research report, p. 83–87.
- Kukal, Z. (2004): Srovnání antropogenního a geogenního přemísťování hornin a zemin. In Krajina v geologii – geologie v krajině. [CD-ROM], Praha MŽP, 574 s.
- Mašát, K., Němeček, J., Tomiška, Z. (2002): Metodika vymezení a mapování bonitovaných půdně ekologických jednotek. Praha, VÚMOP, 114 s., ISBN 80-238-9095-6.
- Němeček, J. (1967): Průzkum zemědělských půd ČSR (souborná metodika). MZV, díl 1 (246 s.), 2 (132 s.), 3 (76 s.).
- Němeček, J., Macků, J., Vokoun, J., Vavříček, D., Novák, P. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Praha, ČZU, 80 s., ISBN 80-238-8061-6.
- Neuhäuslová, Z. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha, Academia.
- Odum, E. P., Barret, G. W. (2004): Fundamentals of ecology. Pacific Grove/Brooks/Cole, 598 p., ISBN 9780534420666.
- Pierce, F. J., Larson, W. E. (1993): Developing criteria to evaluate sustainable land management. In Kimble, J. M. [ed.]: Proceedings of the 8th international Soil Management Workshop; Utilization of Soil Survey Information for Sustainable Land Use. May 1993, USDA-SCS, National Survey Center, Lincoln, p. 7–14.
- Procházka, F. [ed.] (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). Praha, Příroda, č. 18, 166 s., ISBN 80-86064-52-2.
- Rada Evropy (2000): Evropská úmluva o krajině, Florencie, 20. 10. 2000, s. 1–8.
- Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti ČSR. Mapa 1 : 500 000, Brno, Geografický ústav, ČSAV.
- Sádlo, J. (1998): Krajina jako interpretovaný text. Vesmír, č. 77, s. 96.
- Sedmidubský, T. (2010): Návrh integrativní krajinně-ekologické metody hodnocení území a její testování v praxi. In Maršálek, M., Pecharová, E. [eds.] (2010): Krajina mladýma očima – sborník, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., s. 61–71.
- Schweizerischer Bundesrat (1996): Verordnung über die Raumplanung (RPV) z 2. 10. 1989 (stav roku 1996), 9 p.
- Skaloš, J., Martiš, M. (2010): The memory of the landscape and its changes in relation to mining. proceedings of the International mining conference, Advanced mining and sustainable development, Ha Long, 23.–25. 9. 2010, Vietnam, p. 107–144.
- Sklenička, P. (2003): Základy krajinného plánování. Praha, Naděžda Skleničková, 321 s.
- Tomášek, M. (1995): Atlas půd České republiky. Praha, Český geologický ústav, 36 s., ISBN 80-7075-198-3.
- Vašků, Z. (2008): Základní druhy průzkumů pro krajinné inženýrství, využití a ochranu krajiny. Praha, ČZU, 396 s.
- Vyhláška č. 48/2011 o stanovení tříd ochrany (příloha k zákonu č. 327/1998 Sb., kterým se stanoví charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek a postup pro jejich vedení a aktualizaci).
- Vyhláška 395/1992 Sb., v aktuálním znění, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v aktuálním znění.
- USDA, NRCS – National Resources Conservation Service (2011): NSSH Part 622, Land Capability Classification (622.02) [online] [cit. 2011-07-29] dostupné na [www: http://soils.usda.gov/technical/handbook/contents/part622.html](http://soils.usda.gov/technical/handbook/contents/part622.html).
- Várallyay, G. (1988): Land evaluation in Hungary – scientific problems, practical applications. In Land qualities in space and time. Proceedings Symp. ISSS, Wageningen, The Netherlands, PUDOC Wageningen, p. 241–252.
- Zák. č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších změn a doplňků.

Rukopis doručen: 11. 8. 2011

Přijato po recenzi: 15. 9. 2011

HODNOCENÍ PRODUKCE BIOMASY TOPOLŮ A VRB NA LOCHOČICKÉ VÝSYPCE PO 15 LETECH VÝMLADKOVÉHO PĚSTOVÁNÍ

EVALUATION OF BIOMASS PRODUCTION OF POPLARS AND WILLOWS ON LOCHOCICE SPOILER HEAP – MINE AFTER 15 YEARS OF COPPICING

Jan Weger, Jaroslav Bubeník

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, weger@vukoz.cz

Abstrakt

Pokusný porost byl založen za účelem výběru vhodných klonů topolů a vrb pro produkci biomasy nebo biologickou rekultivaci na východním svahu Lochočické výsypky připravené pro lesnickou rekultivaci. Výsadba byla provedena do jednořádků o sponu 0,33 × 2,5 m (12 121 rostlin na hektar) na ploše 3 500 m² v první polovině dubna roku 1995. Na ploše bylo vysazeno 23 topolových a 8 vrbových klonů, jež byly vybírány s ohledem na celkově nepříznivé podmínky lokality. Od roku 1995, na konci vegetačních období, probíhá měření růstových parametrů. Sklízňe ve tříletém obmýtí proběhly v letech 1998, 2001, 2004, 2007 a v roce 2010 také v další části porostu po 12letém obmýtí. Průměrný roční výnos šesti nejlépe hodnocených topolových klonů v 3letém obmýtí za 4 sklízňe 2001–2010 byl 5,5 t(suš.)/ha/rok u 12letého obmýtí 3,6 t(suš.)/ha/rok. Po 15 letech výmladkového pěstování (5 sklízňi) si v podmínkách výsypky zachovaly z testovaného sortimentu dobrou vitalitu jen klony křížence *P. nigra* × *P. simonii*, které je možno doporučit pro produkci biomasy i rekultivaci výsypek v podkrušnohorské oblasti.

Klíčová slova: topol, vrba, biomasa, výnos, výmladková plantáž, výsypka

Abstract

The experimental plantation was established of fast growing trees on an eastern slope of recultivated spoiler heap–mine Lochočice. The clones were selected for testing in unsuitable conditions of the site. Trees (cuttings) were planted in April 1995 in one row design with 12,121 plants per hectare (0.33 × 2.5m). The plantation acreage is 3,500 m². There were planted 23 poplar and 8 willow clones. Quantitative parameters have been measured since the end of first growing season in 1995. The plantation was harvested in 3-year and 12-year rotations in 1998, 2001, 2004, 2007 and 2010. The average annual yield was 5.5 and 3.6 t(dry)/ha/yr of six best evaluated poplar clones in 3 year rotation after four harvests (2001–2010) and in 12 year rotation respectively. Only clones of hybrid *P. nigra* × *P. simonii* maintained good vitality after 15 years of coppicing with 5 harvests in 3-year rotation in condition of spoiler heap–mine. These clones can be recommended for biomass production and recultivation of spoiler heap–mines in the Lower-Ore Mountains region.

Key words: poplar, willow, biomass, yield, short rotation coppice, spoiler heap–mine

ÚVOD

Severočeské Podkrušnohoří je oblastí silně postiženou povrchovou těžbou hnědého uhlí. Nachází se zde řada výsypek s povrchovou vrstvou neúrodné zeminy z hloubek i více než 100 m, či orníční vrstvou narušenou přesuny. Tyto výsypky jsou revitalizovány tzv. zemědělskou nebo lesnickou rekultivací za účelem zkvalitnění ekologicko-ekonomických podmínek v dané oblasti. Pro lesnickou rekultivaci jsou používány topoly a vrby z důvodu jejich rychlého růstu (Mottl, 1991; Čížek et al., 1991). Tedy druhy stromů jsou perspektivní pro získávání biomasy pro energetické účely.

Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin (RRD) – topolů a vrb – které jsou určeny k produkci energetické biomasy, mají významné mimoprodukční funkce a přínosy (Weger et al., 2006). Na rozdíl od jednoletých zemědělských plodin pěstovaných na orné půdě disponují rychle rostoucí dřeviny rozsáhlým kořenovým systémem efektivně využívajícím živiny a současně zlepšujícím půdní vlastnosti jako je obsah organické hmoty a půdní struktura (Perttu, 1998). Výmladkové plantáže vyrovnávají po vytvoření korunového zápoje odtokové

poměry lokality, a tím i riziko vyplavování živin a eroze (Šír et al., 2009). Porosty RRD, zejména pak vybrané druhy a klony vrb, mohou sloužit jako vegetační filtry pro kontaminované půdy (Tlustoš et al., 2007; Fischerová et al., 2006; Komárek et al., 2008) nebo odpadní vody či kaly (Hasselgren, 1998). Podle posledních výsledků výzkumu jsou výmladkové plantáže též CO₂ negativní – v průběhu životnosti plantáže uloží zejména do půdy více uhlíku než se uvolní jejich pěstováním. Čím déle se porost na ploše vyskytuje a čím větší je, tím více absorbuje uhlíku ze vzdušného CO₂ (Pacaldo et al., 2011).

Porosty RRD se též podílejí na zvyšování biodiverzity lokality, příp. oblasti, zejména v oblastech s intenzivní zemědělskou nebo lesnickou výrobou (Havlíčková, Kašparová, 2009). Umístění v blízkosti stávající trvalé vegetace nebo prvků územního systému ekologické stability (ÚSES) urychluje postupování významné místní fauny a flory do výmladkové plantáže (Havlíčková et al., 2009). Výmladkové plantáže se stávají úkrytem pro pernatou a spárkatou zvěř. Spárkatá zvěř však může významně poškodit čerstvě vysazené a mladé porosty RRD. Dalším způsobem, jak je možno zvyšovat biodiverzitu a environmentální efekty výmladkových plantáží, je

zakládat vícedruhové a víceklonové plantáže (Weger, Bubeník, 2010), sníží se tak riziko škodlivého dopadu dřevokazných hub a hmyzu (Perttu, 1999, Lindegaard et al., 2011). Je však důležité, aby byly respektovány jisté podmínky jako je ochrana stávajících, přímou činností člověka neovlivněných vegetačních prvků, jako jsou významné populace domácích rostlin (např. chráněné luční porosty, populace topolu černého), příkopy, kraje lesů s bohatou druhovou strukturou aj. Pro vytváření a zachování biodiverzity výmladkových plantáží je vhodné minimalizovat intenzivní odplevelování na období od přípravy pozemku do prvního, výjimečně druhého roku po založení plantáže (Perttu, 1999).

Při rekultivacích je důležité použít klony, které jsou produktivní a efektivně využívají půdní živiny. Nízký odběr živin z půdy je žádoucí jak pro ekonomiku, tak i udržitelnost pěstování energetických plodin (Adegbidi et al., 2011). Výhodou pěstování RRD z hlediska živinového zásobování je skutečnost, že značná část živin se vrací do půdy v opadu. Uvádí se, že v ročním opadu výmladkových plantáží topolů se vrací do půdy až 68 kg dusíku na ha a dále 34–69 kg organické hmoty ročně na ha z odumřelých jemných kořenů (Rytter, 2001).

Z ekonomického hlediska by pak biomasa (štěpka) z výmladkových plantáží pěstovaných na výsypkách mohla být využitelná ke spalování v místních kotelnách, spoluspalování s uhlím v blízkých elektrárnách nebo pro peletování, či využití k jiným účelům podle potřeb v regionu. Celková rozloha zemědělských rekultivačních výsypek je v ČR odhadována na 8 800 ha, v případě lesnických rekultivačních výsypek lze uvažovat o dvojnásobku rozlohy (Urbanová, Urban, 1996). Námi sklizený a sledovaný pokusný porost se nachází v souřadnicích 50°38'1,244" N, 13°56'59,754" E na místě, kde před vytěžením stála vesnice Lochočice.

Cílem toho článku je vyhodnocení porostu s výmladkovým pěstováním 11 vybraných klonů topolů a vrb na nepříznivé lokalitě s probíhající rekultivací. V textu se zaměřujeme zejména na hlediska dynamiky a setrvalosti výnosu biomasy z plantáže využitelné k energetickým účelům. Článek je součástí souboru hodnocení pokusných ploch na různých místech České republiky (Weger, Bubeník, 2011).

MATERIÁL A METODIKA

Pokusná plocha byla založena na východním svahu lesnické rekultivace výsypky Lochočice – sever IV.B u města Chabařovice. Výsadba do jednořádků o sponu 0,33 × 2,5 m (12 121 rostlin na hektar) na ploše 3 500 m² byla provedena v první polovině dubna roku 1995 rekultivační divizí dnešní Mostecké uhelné společnosti, která plochu také oplotila. V průběhu existence porostu měnila plocha majitele, respektive správce a v současnosti je v majetku Palivového kombinátu Ústí nad Labem, s. p. Po úspěšném ujetí topolů a vrb byla výsadba z důvodu pomalém růstu v prvních dvou letech po výsadbě odplevelována sečením v meziřádkách. Po vytvoření korunového zápoje po první sklizni ve čtvrtém roce od založení, kdy

začal porost výrazně rychleji růst, byla údržba omezena na minimum. Plocha nebyla nikdy hnojena ani zavlažována. Porost byl oplocen od počátku. Oplocení přestalo být funkční po 8 letech.

Poloprovozní plantáž nebyla koncipována jako polní pokus, vysazené klony topolů a vrb jsou vysazeny pouze v jednom opakování. Od počátku byl porost sledován s ohledem na potenciál jednotlivých klonů k využití pro energetické účely na rekultivovaných plochách severočeských hnědouhelných dolů, a proto byly jednotlivé řádky s klony rozděleny do bloků s odlišnou délkou obmytí 3 a 12 let. Část porostu byla ponechána bez zásahů a nebyla měřena ani sklízena.

Sortiment dřevin

Celkem bylo na ploše vysazeno 23 topolových a 8 vrbových klonů, jež byly vybírány s ohledem na celkové nepříznivé podmínky lokality. Tabulka 1 uvádí sortiment vysazených klonů.

Do nedávna panovaly nejasnosti ohledně taxonomického zařazení klonů P-nigsim-410, 412, 413 a P-delsim-414. Mottl (1989) píše o klonu P-delsim-414 jako o kříženci *P. deltooides* a *P. simonii*. Analýzou čtyř výše zmíněných klonů v DNA laboratoři, VÚKOZ, v. v. i., jsme zjistili genetickou totožnost těchto klonů, čímž jsme zrevidovali taxonomické zařazení hybridu P-delsim-414 z *P. deltooides* × *P. simonii* na *P. nigra* × *P. simonii*. Pojmenování klonu P-414 zůstává pod označením P-delsim-414 (Lukášová, Weger, 2009). V jiné studii byl v porostu Lochočické výsypky vysazený klon P-delBel-107 identifikován jako geneticky příbuzný nikoli s klony *P. deltooides*, ale s klony druhu *P. trichocarpa* (Weger, Pospíšková, 2007). Neupřesněný stále zůstává původ klonu P-iam NE2-430. V našem sortimentu klonů je veden jako *P. × interamericana* (shodné s názvem *P. × generosa*), křížence druhů *P. deltooides* × *P. trichocarpa*, avšak podle morfologických znaků, především tvaru listů (Mottl, Úradníček, 2003), se zdá být bližší hybridu *P. × berolinensis* (křížence *P. laurifolia* × *P. nigra*) (Wendel, 1972). V tabulce 1, sortiment vysazených klonů, jsou uvedena taxonomická zařazení podle FAO (Dickmann, Kuzovkina, 2008; Hong Qian, Klinka, 1998) včetně změn.

Půdní a klimatická charakteristika stanoviště

V době založení porostu byly na lokalitě nepříznivé fyzikální vlastnosti navezeného substrátu (silně jílovitá ornice ze skrývky o projektované hloubce 0,30 m, tzv. lesnická rekultivace) a zřejmě porušený hydrologický režim. Navážení a první kultivace substrátu byly provedeny těsně před výsadbou. Půdní reakce je podle rozborů provedených v letech 2004, 2010 nejprve neutrální, později alkalická až v horizontu 50–60 cm v roce 2010 silně alkalická. Všechny půdní rozborů ukazují nízký obsah fosforu. V podorničí i ornici je vyhovující obsah draslíku. U vzorků ornice z roku 2010 je obsah draslíku dobrý. Velmi vysoký obsah hořčíku je v ornici i podorničí. Zjištěné hodnoty obsahu vápníku v půdě Lochočické výsypky se blíží průměrné hodnotě uvedené pro Ústecký kraj (5 211 mg.kg⁻¹) ve vrstvě 5–15 i 50–60 cm (Klement, Sušil, 2010).

Tab. 1 Sortiment klonů topolů a vrb vysazených v porostu Lochočická výsypka

| Kód klonu (VÚKOZ) | Číslo klonu | Taxonomické označení | Původ |
|-------------------|-------------|---|-----------------------------------|
| Topoly | | | |
| P-nigLuž-003 | P-003 | <i>P. nigra</i> L. | Brno Lužánky, Česká republika |
| P-nigKun-035 | P-035 | <i>P. nigra</i> L. | Kunovice, Česká republika |
| P-nigPře-062 | P-062 | <i>P. nigra</i> L. | Přerov nad Labem, Česká republika |
| P-nigsim-410 | P-410 | <i>P. nigra</i> L. × <i>P. simonii</i> Carrrière 'CZ-2354/58' | Přerov nad Labem, Česká republika |
| P-nigsim-412 | P-412 | <i>P. nigra</i> L. × <i>P. simonii</i> Carrrière 'CZ-2354/58' | Přerov nad Labem, Česká republika |
| P-nigsim-413 | P-413 | <i>P. nigra</i> L. × <i>P. simonii</i> Carrrière 'CZ-2354/58' | Přerov nad Labem, Česká republika |
| P-delsim-414 | P-414 | <i>P. nigra</i> L. × <i>P. simonii</i> Carrrière 'CZ-2354/58' | Přerov nad Labem, Česká republika |
| P-eurNLB-264 | P-264 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'NL-B-132b' | Wageningen, Nizozemsko |
| P-euroam-267 | P-267 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'Quareento' | Gabčíkovo, Slovensko |
| P-euraCZ-327 | P-327 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'CZ-344/58' | Špalek, Česká republika |
| P-euraCZ-364 | P-364 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'CZ-364' | Špalek, Česká republika |
| P-euroam-365 | P-365 | <i>P. × canadensis</i> Moench pč. 337 | Kunovice, Česká republika |
| P-euraCZ-370 | P-370 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'CZ-2018/58' | Přerov nad Labem, Česká republika |
| P-euraCZ-371 | P-371 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'CZ-A-010' | Špalek, Česká republika |
| P-euraCZ-532 | P-532 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'CZ-981' | Kunovice, Česká republika |
| P-euraCZ-538 | P-538 | <i>P. × canadensis</i> Moench 'CZ-1005' | Kunovice, Česká republika |
| P-delang-105 | P-105 | <i>P. deltoides</i> Marsh. var. <i>angulata</i> Ait. | Maďarsko |
| P-delmis-106 | P-106 | <i>P. deltoides</i> Marsh. ssp. <i>missourinensis</i> A. Henry | Gabčíkovo, Slovensko |
| P-delBel-107 | P-107 | <i>P. cf. trichocarpa</i> Torr. & Gray | Belgie |
| P-delBel-108 | P-108 | <i>P. deltoides</i> Marsh. | Belgie |
| P-delMLR-506 | P-506 | <i>P. deltoides</i> Marsh. | Maďarsko |
| P-dellau-415 | P-415 | <i>P. deltoides</i> Marsh. × <i>P. laurifolia</i> Ledeb. | Pardubice, Česká republika |
| P-iamNE2-430 | P-430 | <i>P. deltoides</i> Marsh. × <i>P. trichocarpa</i> Torr. & Gray | West Virginia, Parsons |
| Vrby | | | |
| S-albVal-203 | S-203 | <i>S. alba</i> L. | Valenza, Itálie |
| S-albCor-464 | S-464 | <i>S. alba</i> L. | Corabia, Rumunsko |
| S-vimPuG-253 | S-253 | <i>S. viminalis</i> L. 'Pulchra Glauca' | Horní Moštěnice, Česká republika |
| S-vimina-335 | S-335 | <i>S. viminalis</i> L. | Kostelany, Česká republika |
| S-smithF-218 | S-218 | <i>S. × smithiana</i> Willd. | Brno, Česká republika |
| S-smiDob-417 | S-417 | <i>S. × smithiana</i> Willd. | Černolice, Česká republika |
| S-capwin-703 | S-703 | <i>S. caprea</i> L. × wind | Pospíšil, Česká republika |
| S-capwin-705 | S-705 | <i>S. caprea</i> L. × wind | Pospíšil, Česká republika |

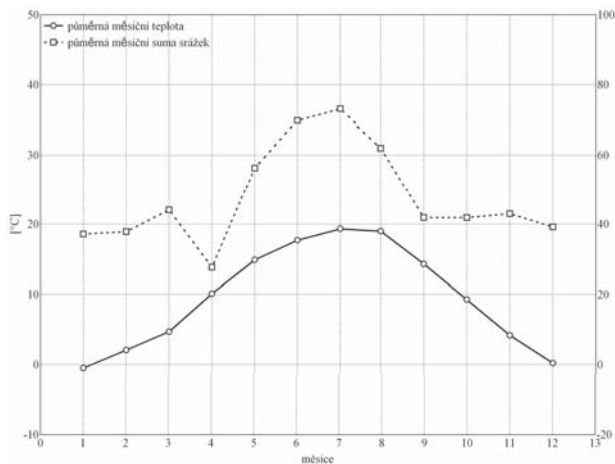
Tab. 2 Zjištěná množství půdních elementů na lokalitě Lochočická výsypka

| Odběr | Hloubka | pH | P | K | Ca | Mg | COx |
|-------------|---------|------|------|-----|------|------|------|
| 7. 4. 2010 | 5–15 | 7,43 | 13,4 | 309 | 5356 | 933 | 1,40 |
| 7. 4. 2010 | 50–60 | 7,85 | 7,6 | 233 | 5324 | 882 | 0,93 |
| 23. 2. 2004 | 5–15 | 7,41 | 10,7 | 259 | 4613 | 1012 | 1,27 |
| 23. 2. 2004 | 40–50 | 7,50 | 8,7 | 238 | 4730 | 837 | 0,99 |

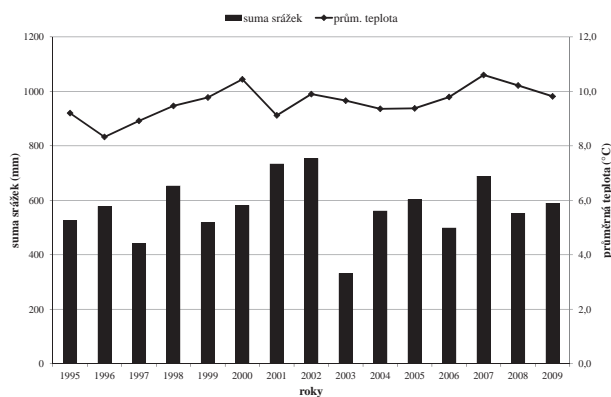
Obsah oxidovatelného uhlíku je střední ve vrstvě ornice a nízký v podornici (Macurová, 2011). Naměřené hodnoty obsahů půdních elementů jsou uvedeny v tab. 2.

Lokalita patří do klimatické oblasti teplé, T2 (Quitt, 1971). Průměrná roční teplota a úhrn srážek byly

$\bar{\theta} = 8,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $\sum P = 558 \text{ mm}$. Při srovnání průměrné měsíční sumy srážek za jednotlivé roky s dlouhodobým průměrem na území ČR vychází, že s výjimkou roků 2001, 2002 (silně suché roky) jsou na pokusné ploše Lochočická výsypka mimořádně suché srážkové poměry (graf 2). Nadmořská výška



Graf 1 Klimadiagram měsíčních průměrů teplot a průměrných měsíčních sum srážek za roky 1995–2009, meteorologická stanice Teplice



Graf 2 Sumy srážek a průměrné roční denní teploty v letech 1995–2009, meteorologická stanice Teplice

je 250 m. Klimadiagram sestavený z měření meteorologické stanice v Teplických znázorňuje graf 1.

Metodika sběru dat

Od roku 1995, na konci vegetačních období, probíhá měření růstových parametrů. Nejprve byly měřeny výšky a ujmavost rostlin, od roku 1998 též průměr kmene v jednom metru výšky a ve sklizňových letech hmotnost surové (čerstvé) nadzemní biomasy. Sklizené proběhly v letech 1998, 2001, 2004, 2007 a 2010 v době vegetačního klidu.

Měřením růstových parametrů byl sledován zdravotní stav porostu a potažmo potenciál ke sklizni biomasy. Tloušťka kmenů byla měřena digitální průměrkou (Mantax Digitech, Haglöf) s přesností na 1 mm, výška jedinců měřícími latěmi s přesností na 5 cm (dřevěnou latí do 4 m, hliníkovou teleskopickou tyčí Nestle telefix do 8 m). Z poměru vysazených a aktuálně živých jedinců bylo vypočteno procento živých jedinců.

Sklizené nadzemní biomasy probíhaly v únoru až dubnu po ob-

dobí růstu v následujícím roce (např. pro obmýti 1998–2000 v únoru 2001). Sklízelo se ruční nebo motorovou pilou či křovinořezem podle tloušťky kmínků. Kmeny se podřezávaly ve výšce 0,1–0,3 m nad povrchem půdy dle přírodních podmínek a stavu (stáří) pařezu. Sklizené kmeny z každé pokusné parcelky byly svázané do snopků a zváženy přímo na místě dvěma digitálními vahami (max. nosnost 30 kg; přesnost ± 20 g). Hmotnost surové biomasy snopků [kg (sur.)] byla odečítána současně na obou vahách s přesností na dekgramy. Po zvážení surové biomasy byly od každého klonu odebrány vzorky o hmotnosti 1–3 kg pro zjištění aktuálního obsahu vody ve dřevě. Hmotnost vzorku čerstvé biomasy byla určena na digitální váze s přesností ± 5 g. Sušení bylo prováděno v sušičce při maximální teplotě 105 °C až do konstantní hmotnosti. Podíl sušiny v surové biomase v okamžiku sklizně byl vypočten jako podíl hmotnosti absolutně suchého vzorku a hmotnosti vzorku čerstvé (surové) biomasy. Výnos sušiny [v kg (suš.)] z parcelky se vypočítal jako součin surové (čerstvé) hmotnosti všech snopků a procenta sušiny ve vzorku.

Hektarový výnos sušiny se z údajů polního vážení na parcelce počítal dle vzorce:

$$Y_d = W_w * D / A_p / N_{yr} * C$$

- Y_d výnos sušiny z hektaru za rok [t(suš.)/ha/rok],
- W_w hmotnost surové biomasy [kg (sur.)],
- D podíl sušiny v surové hmotnosti vzorku [%],
- A_p výměra zkusných ploch, na kterých byl sledovaný klon sklizen [m²],
- N_{yr} délka obmýti [v pokusu 3 roky],
- C koeficient přepočtu hmotnostních a plošných jednotek [v pokusu 10].

Vypočtený hektarový výnos slouží především k porovnání výnosových schopností na lokalitě Lochočická výsypka rostoucích klonů topolů a vrb. Z hlediska dalšího praktického využití takto vypočteného výnosu je nutno uvést, že může být zatížen některými nepřesnostmi (přepočet z relativně malého počtu jedinců, nahodilé vlivy atd.) a lze proto očekávat, že se výnosy na podobných stanovištích budou v reálných podmínkách odlišovat např. podle kvality pěstební péče nebo proměnlivosti pozemku a počasí rekultivovaných lokalit.

Naměřená a vypočtená data z hodnocení byla zpracována statisticky parametrickými metodami analýzy rozptylu (ANOVA) s využitím programu Unistat 5.5, grafy vytvořeny v programu Statistica 7.1.

VÝSLEDKY

Od počátku experimentu docházelo v pokusném porostu k nadprůměrným ztrátám výsadby, a proto byla, resp. mohla být v konečném hodnocení za 15 let růstu hodnocena jen menší část vysazených klonů topolů a vrb. Hodnocené klony jednotlivých parametrů jsou označeny dále.

Výnosy biomasy

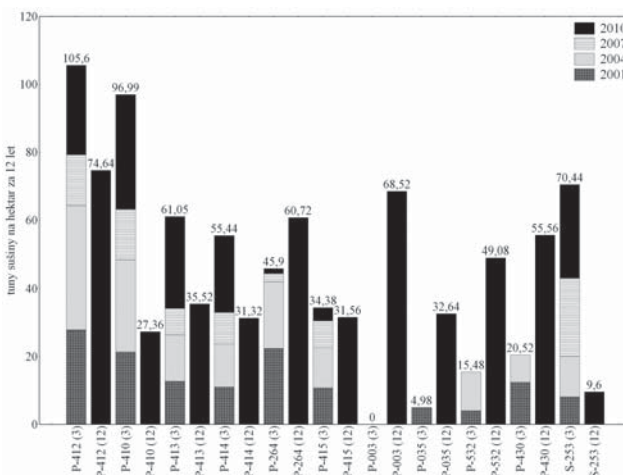
Průměrný roční výnos šesti topolových a jednoho vrbového klonu, které si zachovaly růstovou vitalitu (viz tab. 3) v 3letém obmýtí po celou dobu experimentu, byl 4,5 t(suš.)/ha/rok za 5 sklizní (1998–2010). Výnosy z roku 1998 dosáhly velmi nízkých hodnot u všech klonů, takže bylo uvažováno dokonce o ukončení pokusu. V následujícím roce však měla většina klonů vynikající přírůsty, což umožnilo pokračování pokusu. V období let 1998–2004 docházelo v 3letém obmýtí u sledovaných topolových klonů k postupnému nárůstu výnosu. V roce 2004 byl průměrný výnos topolových klonů 6,7 t(suš.)/ha/rok. V roce 2007 u stejných klonů sklizně poklesly na průměr 3,2 t(suš.)/ha/rok. V sklizňovém roce 2010 výnosy klonů P-410, P-412, P-413 a P-414 opět významně vzrostly. I s téměř úplným odumřením klonů P-415, P-264 je průměrné množství sklizené dřevní hmoty z 6 vážených topolových klonů v roce 2010 6,4 t(suš.)/ha/rok. Výnosy vrbového klonu S-253 se v tomto období pohybovaly od 2,71 do 9,15 t(suš.)/ha/rok. S každou následující sklizní byl u klonu S-253 zaznamenán nárůst sklizené biomasy. Průběh výnosů 3letého obmýtí je uveden v tab. 3 (pro ilustraci stavu porostu před třetí sklizní je přiložen obr. 1).

Výnosy jednotlivých klonů ze čtyř po sobě jdoucích sklizní (2001–2010) jsme mezi sebou statisticky porovnávali. Data z roku 1998 nebyla statisticky vyhodnocena z důvodu velmi nízkých hodnot dosažených výnosů. Homogenity rozptylu bylo dosaženo bez logaritmizace dat vypočítaných hektarových výnosů (Levenův test $p=0,2446$). Pro prokázání rozdílů ve výnosech byla použita analýza variance (ANOVA, resp. MP-ANOVA).

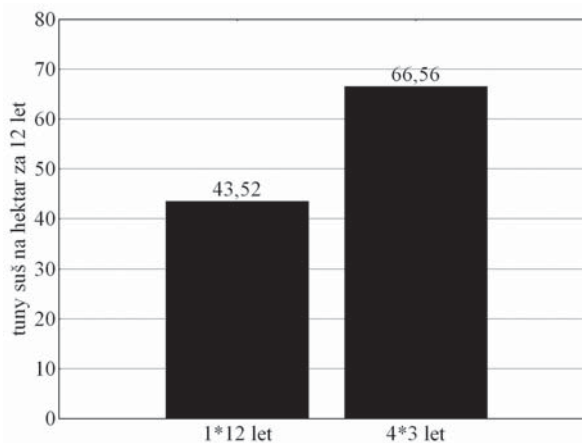
Nejlépeších výnosů dosáhly klony *P. nigra* L. × *P. simonii* – 3,8–7,1 t(suš.)/ha/rok za 5 sklizní (1998–2010). Statisticky průkazné rozdíly mezi nimi však ukazují na značně proměnlivé podmínky pozemku a porostu, protože se jedná o identické genotypy (obr. 2, 3).

Výsledky sklizně 12 let starých jedinců hodnocených klonů spolu se srovnáním průměrných výnosů 3letého a 12letého obmýtí uvádí tab. 4. Sumu sklizené sušiny pro jednotlivé klony za 12 let růstu a podíl sklizňových let na celkové produkci biomasy jednotlivých klonů na lokalitě Lochočická výsypka uvádí graf 3. Průměrný výnos sušiny topolů v 12letém a 3letém obmýtí za 12 let růstu uvádí graf 4.

Ačkoli je na první pohled patrný rozdíl mezi množstvím dřevní hmoty sklizené ve 12letém a 3letém obmýtí, nepodařilo se tento rozdíl statisticky průkazně potvrdit.



Graf 3 Kumulativní hektarové výnosy sušiny u vrbového, topolových klonů v 3letém a 12letém obmýtí za 12 let (1998–2010, 4 sklizně a sklizně 12letých stromů v roce 2010) na lokalitě Lochočická výsypka



Graf 4 Průměr tun sklizené sušiny na hektar u 6 topolů sklizených v 12 a 3letém obmýtí, 12 let růstu

Tab. 3 Hektarové výnosy (t(suš.)/ha/rok) u sledovaných klonů topolů a vrby v 3letém obmýtí

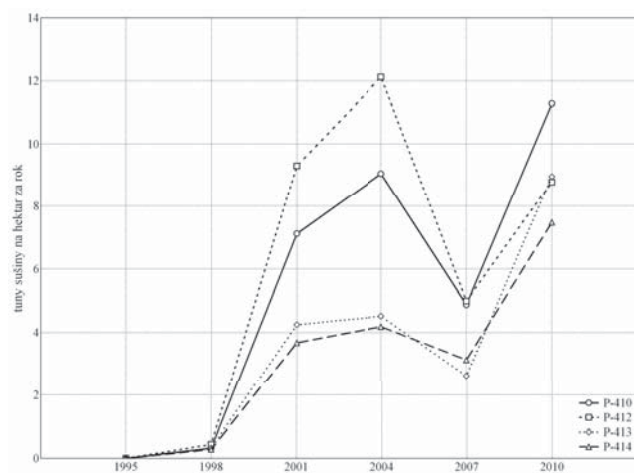
| Klon\Sklizeň | 1998 | 2001 | 2004 | 2007 | 2010 | Skupina |
|---------------|------|------|-------|------|-------|---------|
| P-nigsim-412 | 0,44 | 9,30 | 12,12 | 5,00 | 8,78 | C |
| P-nigsim-410 | 0,32 | 7,12 | 9,05 | 4,88 | 11,28 | BC |
| P-nigsim-413 | 0,33 | 4,25 | 4,52 | 2,62 | 8,96 | ABC |
| P-delsim-414 | 0,28 | 3,68 | 4,19 | 3,13 | 7,48 | AB |
| P-eurNLB-264 | 0,15 | 7,47 | 6,55 | 0,80 | 0,48 | A |
| P-dellau-415 | 0,23 | 3,60 | 3,96 | 2,62 | 1,28 | A |
| S-vimPuG-253* | 0,46 | 2,71 | 3,95 | 7,67 | 9,15 | |

* Výsledky jediného hodnoceného klonu vrb nebyly s topoly porovnávány pro značně odlišnou dynamiku výnosu

Tab. 4 výnosy t(suš.)/ha/rok u sledovaných klonů topolů a vrby ve 3 a 12letém obmýtí (1998–2010)

| Klon | 4 × 3 roky | 1 × 12 let |
|---------------|------------|------------|
| P-nigsim-412 | 8,80 | 6,22 |
| P-nigsim-410 | 8,08 | 2,28 |
| P-nigsim-413 | 5,09 | 2,96 |
| P-delsim-414 | 4,62 | 2,61 |
| P-eurNLB-264 | 3,83 | 5,06 |
| P-dellau-415 | 2,87 | 2,63 |
| P-nigLuž-003* | - | 5,71 |
| P-nigKun-035* | - | 2,72 |
| P-euraCZ-532* | - | 4,09 |
| P-iamNE2-430* | - | 4,63 |
| S-vimPuG-253 | 5,87 | 0,8 |

* Rostliny 3letého obmýtí před třetí sklizni odumřely



Graf 5 Dynamika výnosu klonů P-410, P-412, P-413 a P-414

Dynamika výnosů identických klonů P-410, P-412, P-413, P-414

Výnosy hodnocených klonů P-410, P-412, P-413, P-414, určených DNA analýzou jako identické klony *P. nigra* L. × *P. simonii*, jsou přehledně znázorněny v grafu 5.

Na základě srovnání dynamik výnosů (Multiple Comparisons test, Least Significant Differences) u 4 identických klonů je možné konstatovat, že průměrný výnos za poslední čtyři sklizně se u klonu P-412 a P-414 statisticky významně lišily. U klonů P-410, P-413, P-414 bylo po sklizni v roce 2010 získáno nejvíce biomasy od založení plantáže.

Výška jedinců

Průměrná maximální výška (V_{max}) jedinců topolových klonů P-264, P-410, P-412, P-413 a P-414 ve 3letého obmýtí v roce 2006, 2009, před 4., 5. sklizni, byla 3,45 m, respektive 4,05 m. Klon P-415 není do průměru zahrnut z důvodu chybějících dat V_{max} jedinců před 4. sklizni.

Zatímco v roce 2006 se V_{max} P-410, P-412, P-413, P-414, P-264 nijak statisticky významně nelišily, v roce 2009 dosáhly klony P-410 s P-412 největších výšek, zatímco P-264 s P-415 byly z šesti měřených klonů nejnižší. Naměřené hodnoty V_{max} i jiných růstových parametrů 3letého a 12letého obmýtí jsou uvedeny v tab. 5. Z důvodu odlišné metodiky měření výšek v dřívějších letech jsou V_{max} uvedeny pouze pro rok 2006 a 2009.

U 12letého obmýtí jsou výšky jedinců hybridů *P. deltoides*, *P. nigra*, P-430, P-264, P-532 (14,14–14,44 m) statisticky průkazně vyšší než u klonů *P. nigra* × *P. simonii* P-412, P-410 (9,12–9,34 m). Ačkoli klon P-412 roste do výšky nejhůře, je hodnocen po výnosové stránce nejlépe v 3letém i 12letém obmýtí. Průměrná výška identických klonů P-410, P-412, P-413, P-414 se v 12letém obmýtí pohybovala od 9,12 (P-412) do 10,03 m (P-413).

Tloušťka kmene a počet kmenů na rostlinu

S měřením tloušťky kmene v 1 m nad úrovní terénu ($d_{1,0}$) bylo započato již před rokem 2006. Tloušťky se měřily posuvným měřítkem, přičemž byly vynechávány slabší kmeny. Od roku 2006 je používána digitální průměrka umožňující rychlé měření všech kmenů jedinců, což výrazně ovlivňuje (snižuje) průměrnou hodnotu tloušťky oproti předcházející metodice. Proto je třeba především tento růstový parametr u 3letého obmýtí posuzovat s náležitou obezřetností.

V 3letém obmýtí v roce 2006 byly výrazně tlustší kmeny klonu P-412 (22,25 mm) oproti kmenům klonů P-415 a P-264 (12,1 a 12,9 mm), zatímco v roce 2009 byly výrazně tlustší kmeny klonů P-410, P-412, P-414 (15,2; 14,9 a 10,2 mm) oproti klonu P-415 (6,8 mm).

U 12letého obmýtí dosahují největších průměrných hodnot tlouštěk kmenů klony P-412, P-410 (65,6; 53,4 mm) spolu s *P. nigra* P-003 (63,9 mm), jež jsou průkazně tlustší než průměr tlouštěk kmenů klonu P-430 (32,1 mm).

Průměrný počet kmenů na jedince se u topolů pěstovaných v 3letém obmýtí pohyboval v rozmezí 3,00–5,25 v roce 2006 a 4,2–9,4 v roce 2009. U 12letého obmýtí je nejnižší počet kmenů na rostlinu u klonu P-413 (1,2) a nejvyšší u klonu P-430 (4). Rozdíl v počtu kmenů na jedince klonu mezi P-413, P-035, P-410 (1,2; 1,4; 1,4) a P-415, P-430 (3,4; 4) je signifikantní. Počty kmenů na jedince se mezi identickými klony P-410, P-412, P-413 a P-414 (1,4; 1,8; 1,2; 1,6) nijak statisticky významně neliší.

Procento přežívajících jedinců

Průměrné procento živých (přežívajících) jedinců klonů P-264, P-410, P-412, P-413, P-414, P-415 a S-253 bylo na ploše 3letého obmýtí v roce 2006 59 %, a v roce 2009 pokleslo na 34 %. Do procenta přežívajících nejsou započítány neměřené klony, u nichž jsme zjistili 100% úhyn, nebo nebyly měřeny z důvodu velmi nízkého zbývajícího počtu jedinců již před 4. sklizni. V průběhu kontrolního výjezdu na plochu Lochočická výsypka v červenci roku 2011 bylo zjištěno, že

Tab. 5 Růstové parametry topolů a vrb změřené v letech 2006, 2009 před sklizněmi porostů

| Klon | Průměrné procento živých jedinců | | | Průměrná výška jedinců [V _{max} ; m] | | | Průměrná tloušťka kmene [d _{1,0} ; mm] | | | Průměrný počet kmenů jedince | | |
|--------------|----------------------------------|------|--------|---|--------------------|--------|---|-------------------|--------------------|------------------------------|------|--------------------|
| | 3 roky | | 12 let | 3 roky | | 12 let | 3 roky | | 12 let | 3 roky | | 12 let |
| | 2006 | 2009 | | 2006 | 2009 | | 2006 | 2009 | | 2006 | 2009 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| P-nigsim-413 | 42 % | 42 % | 40 % | 3,45 ^A | 2,96 ^{AB} | 10AB | 15,4 ^{AB} | 8,3 ^{AB} | 51,7 ^{AB} | 4,2 | 6,6 | 1,2 ^A |
| P-delsim-414 | 83 % | 56 % | 80 % | 3,79 ^A | 3,83 ^B | 9,5AB | 15,4 ^{AB} | 10,2 ^B | 29 ^{AB} | 3,75 | 6,4 | 1,6 ^{AB} |
| P-dellau-415 | 61 % | 24 % | 25 % | – | 2,54 ^A | 11,3AB | 12,1 ^A | 6,8 ^A | 35,4 ^{AB} | 3,75 | 9,4 | 3,4 ^{BC} |
| P-euraCZ-532 | – | – | 25 % | – | – | 14,1B | – | – | 41,5 ^{AB} | – | – | 2,6 ^{ABC} |
| P-iamNE2-430 | – | – | 25 % | – | – | 14,4B | – | – | 32,1 ^A | – | – | 4,0 ^C |
| P-nigLuž-003 | – | – | 35 % | – | – | 10,4AB | – | – | 63,6 ^B | – | – | 2,0 ^{AB} |
| P-nigKun-035 | – | – | 41 % | – | – | 11,5AB | – | – | 46,7 ^{AB} | – | – | 1,4 ^A |
| P-nigsim-410 | 46 % | 29 % | 29 % | 3,47 ^A | 5,70 ^C | 9,3A | 18,3 ^{AB} | 15,2 ^B | 53,4 ^B | 5,25 | 8,6 | 1,4 ^A |
| P-nigsim-412 | 66 % | 37 % | 23 % | 4,09 ^A | 5,18 ^C | 9,1A | 22,3 ^B | 14,9 ^B | 65,6 ^B | 3 | 4,2 | 1,8 ^{AB} |
| P-eurNLB-264 | 37 % | 5 % | 24 % | 2,85 ^A | 2,35 ^A | 14,2B | 12,9 ^A | 9,1 ^{AB} | 43,9 ^{AB} | 4 | 4,4 | 2,4 ^{ABC} |
| S-vimPuG-253 | 78 % | 42 % | 35 % | 4,5 ⁴ | 4,70 | 4,4 | 14,2 | 11,1 | 19,3 | 6,6 | 10,8 | 6,0 |

Poznámka:

^{ABC} homogenické skupiny dle ANOVA, statisticky byly porovnávány pouze klony topolů

– chybějící údaje nebyly měřeny z důvodu špatného růstu těchto klonů při výmladkovém pěstování (3 leté obmýty)

většina zbývajících klonů vrb a topolů, s výjimkou hybridů *P. nigra* × *P. simonii*, odumřela. Procento posledních 4 přeživajících klonů 3letého obmýty se k roku 2011 pohybuje v rozmezí 29 (P-410) – 56 % (P-414).

Průměrné procento živých jedinců klonů P-003, P-035, P-264, P-410, P-412, P-413, P-414, P-415, P-430, P-532, S-253 12letého obmýty bylo při sklizni 35 %. Při kontrole porostu v červenci 2011 bylo zjištěno, že 12leté pařezy obrůstají hůře než v 3letém obmýty. Řada pařezů 12letého obmýty neobrazila vůbec, či výhony z roku 2010 byly nalezeny suché a pařezy, z nichž obrazily, odumřelé. U vrb byl hlavním důvodem ztrát po 5. sklizni okus a vytloukání spárkatou zvěří, která se dostala na plochy porušeným oplocením (viz tab. 5).

Pro názornou ukázkou rozdílnosti růstu klonů na lokalitě Lochočická výsypka, stavu porostu s 3letou délkou obmýty, respektive nesklizeného porostu přikládáme obrázky.

DISKUZE

Při porovnání výnosů vybraných klonů topolů a vrb pěstovaných výmladkovým způsobem na lokalitě Lochočická výsypka s výnosy na jiných lokalitách je možno konstatovat, že tato lokalita je spíše méně vhodná pro produkci biomasy tímto způsobem. Například identické klony křížence *P. nigra* × *P. simonii* s průměrnou výší výnosů (4,63 t(suš.)/ha/rok) u 3letého obmýty odpovídaly úrovni výnosů dosažených na pokusné ploše v Libědicích či Dalovicích u Karlových Varů, které jsou řazeny mezi lokality nepříznivé pro výmladkové plantáže topolů či vrb (Weger, 2008).

Při srovnání výnosů většiny klonů na lokalitě Lochočická výsypka s Metodikou analýzy potenciálu biomasy (Havlíčková,

Weger, 2006; Havlíčková et al., 2010) je možno konstatovat, že odpovídají lokalitám nevhodným pro založení výmladkové plantáže RRD. Teprve po páté sklizni odpovídají výnosy klonů P-410, P-412 průměrné lokalitě a u P-413, P-414 podprůměrné lokalitě podle rámcové typologie zemědělských půd pro pěstování RRD (Weger et al., 2007).

Z grafu 4 je zřejmá nekontinuita výnosů mezi 3. a 5. sklizni u tříletého obmýty, resp. propad výnosu biomasy při 4. sklizni. Podle našeho názoru byl tento průběh výnosu způsoben zejména rostoucí konkurencí mezi jednotlivými klony. Dalším faktorem snižujícím vitalitu dřevin bylo zastínění vyšším okolním porostem, tzn. 12letým porostem a opláštěním. K špatnému růstu mohl také přispět extrémně suchý rok 2003, kdy napršelo za rok 331,8 mm, což je pouze 58 % průměru za existenci pokusu. Předpokládáme tedy, že v důsledku těchto vlivů došlo ve 4. obmýty ke snížení produkce biomasy a odumírání většího počtu jedinců. Podle zkušeností z jiných porostů může zastínění zpomalit růst, či podpořit rozvoj houbových chorob zvýšením vlhkosti v místě zastínění. Na řadě živých i odumřelých pařezů byly nacházeny plodnice dřevokazných hub a hniloby. Například na ploše Doubravice (Weger, 2008) došlo po 3. sklizni k téměř kompletnímu odumření části plantáže z důvodu zastínění nesklizeným porostem. Naproti tomu vysoké výnosy dosažené zejména u klonů P-410, P-413, P-414 v 5. sklizni mohly být způsobeny kompletním odumřením klonů v okolních řádcích po 4. sklizni, čímž byla výrazně snížena konkurence a usnadněn přístup k světlu i živinám.

Průměrné výnosy nejlepších klonů v pokusu (*P. nigra* × *P. simonii*) z pěti sklizni se pohybují v rozmezí 2,34 (P-415) až 7,13 (P-412) t(suš.) na hektar za rok u 3letého obmýty, respektive 2,61 (P-414) až 6,22 (P-412) t(suš.) na hektar za rok u 12letého obmýty. V spíše okrajových oblastech pro pěstová-



Obr. 1 Stav porostu na lokalitě Lochočická výsypka v období nejlepšího růstu před 3. sklizní (únor, 2004); zprava jsou klony S-335, S-218, S-253, P-365 (silně odumřelý), P-267, P-264, P-412, P-410 a P-506



Obr. 2 Klon P-410, *P. nigra* × *P. simonii* před 5. sklizní (3leté obmýtí) s dobře viditelným horizontálním větvením (zima, 2010)



Obr. 3 Identický klon P-410 druhý rok po 5. sklizni (červenec, 2011)

ní topolů v rozmezí 55° 28' až 63° 48' severní šířky na území Švédska se výnosy topolových porostů pohybovaly od 1,01 do 28,83 t(suš.) na hektar za rok, přičemž průměr ze 41 měřených ploch byl 8,81 t(suš.) na hektar za rok. Očekávaný výnos biomasy je mezi 70–105 t(suš.) na hektar za rok za 10–15 let růstu topolů (Johansson, Karačić, 2011). Na Lochočické výsypce se v přepočtu podařilo sklídit za 15 let růstu v 3letém obmýtí 34,4 (P-415) až 105,6 (P-412) t(suš.) na hektar, respektive 27,4 (P-410) až 74,6 (P-412) t(suš.) na hektar ve 12letém obmýtí.

Pro srovnání s naším porostem RRD na rekultivované výsypce může být použit pokus založený v německé Lužici. Topoly (*Populus* ssp., sekce *Tacamahaca*) a vrbu (*Salix viminalis*) byly vysázeny na místech, kde proběhla povrchová těžba lignitu. Jednotlivé klony zde dosahovaly výnosů 2,5–11,7 t(suš.) na hektar za 3 roky, v průměru 5,25 t(suš.) na hektar za 3 roky v závislosti na substrátu, na kterém byly klony vysázeny. V pokusu se stejným sortimentem klonů, sponem a založením na zemědělské půdě byly zjištěny výnosy v rozmezí 6,6–22,8 t(suš.) na hektar za 3 roky (Bungart et al., 2000).

S výjimkou klonů P-eurNLB-264 a P-nigsim-410, P-nigsim-412 nelze výnosy či růstové parametry (V_{max} , $d_{1,0}$, počet výhonů, ujímavost) sledovaných hybridů srovnat s výsledky naměřenými na jiných lokalitách v ČR, protože se ostatní klony v praxi nepoužívají. Průměrný výnos u klonu P-264, vypočtený ze 3 sklizní na čtyřech různých lokalitách, byl 5,24 t(suš.) na hektar za rok, průměrná výška jedince 6,1 m, počet kmenů 5 a procento živých jedinců 62 % (Weger, 2008). Na Lochočické výsypce tento klon dosáhl po 3. sklizni výnosu 6,55 t(suš.) na hektar za rok, průměrná výška jedince byla 5,52 m, počet kmenů na jedince byl 4,0 a počet živých jedinců 73 %. U klonů českého křížence *P. nigra* × *P. simonii* (P-410, P-412) se uvádí průměrná výše výnosů 6,6 t(suš.) na hektar za rok (Havlíčková et al., 2005). Na Lochočické výsypce dosáhly čtyři klony tohoto křížence za první tři sklizně průměrného výnosu 4,61 t(suš.) na hektar za rok. Za pět sklizní to pak bylo 5,37 t(suš.) na hektar (1995–2010).

Pokusný porost rychle rostoucích dřevin na Lochočické výsypce byl složen ze sortimentu topolů a vrb, které se v současné době ve výmladkových plantážích na území ČR již téměř nepoužívají. V případě, že by byly využity současné nejlepší klony, je možné předpokládat, že by některé z nich dosáhly lepších výsledků pro produkci biomasy.

ZÁVĚR

Na základě dlouhodobého hodnocení (15 let) pokusného porostu topolů a vrb na rekultivované Lochočické výsypce je možno vyslovit tyto závěry:

1. Pro výmladkové pěstování testovaných topolů jsou stanovištní podmínky Lochočické výsypky a zřejmě i jiných lesnických rekultivovaných výsypky v regionu jen průměrné až podprůměrně vhodné ve srovnání s výsledky na zemědělských půdách. Porost vyžadoval

více pěstební péče a přesto měla většina topolů a vrb v pokusu pomalé tempo růstu v prvním obmýtí (výnos 0,15–0,46 t(suš.)/ha/rok), relativně nízké celkové výnosy a vysoké ztráty po 15 letech pěstování,

2. Nejlepší výsledky měly klony českého křížence *P. nigra* × *P. simonii* (P-410, P-412, P-413, P-414), které dosáhly průměrného výnosu 5,37 t(suš.) na hektar za pět sklizní a zachovaly si dobrou vitalitu i po 15. roce pěstování. Při uvedených výnosech a současných ekonomických podmínkách by byla produkce biomasy z výmladkové plantáže efektivní pouze v případě, kdyby byly pro založení porostu využity finanční prostředky na rekultivaci, neboť zemědělské dotace (SAPS) nejsou pro lesnickou rekultivaci dostupné.
3. Ve srovnání s růstem jiných dřevin používaných na Lochočické výsypce (modřín, javory, jasany, břízy) je možno hodnotit růst topolů a vrb jako velmi dobrý. Topoly, respektive vybrané klony z testovaného sortimentu, je proto možné doporučit k lesnické rekultivaci podobných lokalit v severočeském regionu pro tvorbu primární stromové vegetace, příznivého podrostního klimatu a zkvalitnění půd (zvýšení obsahu humusu). Podle cílů rekultivace je možno doporučené topoly pěstovat výmladkovým způsobem v obmýtí 3–5 let po dobu 15 let nebo nevýmladkovým způsobem s obmýtím a životností porostu 15–20 let.

Poděkování

Výsledky byly zpracovány díky podpoře projektu: MV-73029-1/OBV-2011.

LITERATURA

- Adegbidi, H. G., Volk, T. A., White, E. H., Abrahamson, L. P., Briggs, R. D., Bickelhaupt, D. H. (2001): Biomass and nutrient removal by willow clones in experimental bioenergy plantations in New York State. Biomass and Bioenergy, vol. 20, no. 6, p. 399–411.
- Bungart, R., Bens, O., Hüttl, R. F. (2000): Production of bioenergy in post-mining landscapes in Lusatia: Perspectives and challenges for alternative landuse systems. Ecological Engineering, no. 16, suppl. 1, p. 5–16.
- Čížek, V., Galuszka, E., Nemeth, R., Samková, M., Šilhart, M., Šiřina, P. (1991): Návrh systému zeleně pro imisní, těžební a průmyslové oblasti. Závěrečná zpráva. Průhonice, Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 70 s.
- Dickmann, D. I., Kuzovkina, J. (2008): Poplars and willows in the world. International poplar commission thematic papers. FAO, Working paper IPC/9-2, Rome, Italy, p. 12–21.
- Fischerová, Z., Tlustoš, P., Száková, J., Šichorová, K. (2006):

- A comparison of phytoremediation capability of selected plant species for given trace elements. *Environmental Pollution*, vol. 144, p. 93–100.
- Hasselgren, K. (1998): Use of municipal wastewater in short rotation energy forestry – full scale application. *Proceedings of the International Conference Biomass for Energy and Industry*, 8-11 June 1998, Würzburg, C.A.R.M.E.N., Rimpar, p. 835–838.
- Havlíčková, K., Kašparová, L. (2009): Hodnocení biodiverzity v porostech RRD. *Acta Pruhoniana*, č. 92, s. 51–54.
- Havlíčková, K., Kašparová, L., Rudišová, I. (2009): Vliv opláštění na biodiverzitu ve výmladkové plantáži rychle rostoucích dřevin. *Acta Pruhoniana*, č. 92, s. 55–60.
- Havlíčková, K., Knápek, J., Vašíček, J., Weger, J. (2005): Biomasa jako obnovitelný zdroj energie, ekonomické a energetické aspekty. *Acta Pruhoniana*, č. 79, s. 66.
- Havlíčková, K., Suchý, J., Weger, J., Šedivá, J., Táborová, M., Bureš, M., Hána, J., Nikl, M., Jirásková, J., Petruchová, J., Knápek, J., Vašíček, J., Gallo, P., Stražil Z. (2010): Analýza potenciálu biomasy v České republice. *Průhonice, VÚKOZ*, v. v. i., 498 s.
- Havlíčková, K., Weger, J. (2006): Metodika analýzy potenciálu biomasy jako obnovitelného zdroje energie. *Acta Pruhoniana*, č. 83, 48 s.
- Hong Qian, Klinka, K. (1998): *Plants of British Columbia: scientific and common names of vascular plants, bryophytes, and lichens*. UBC Press, Canada, p. 139.
- Johansson, T., Karačić, A. (2011): Increment and biomass in hybrid poplar and some practical implications. *Biomass and Bioenergy*, vol. 35, no. 5, p. 1925–1934.
- Klement, V., Sušil, A. (2010): *Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2004–2009*. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Odbor bezpečnosti krmiv a půdy.
- Komárek, M., Tlustoš, P., Száková, J., Chrastný, V. (2008): The use of poplar during a two-year induced phytoextraction of metals from contaminated agricultural soils. *Environmental Pollution*, vol. 151, p. 27–38.
- Lindgaard, K. N., Carter, M. M., McCracken, A., Shield, I. F., Macalpine, W., Hilton Jones, M., Valentine, S., Larsson, S. (2011): Comparative trials of elite Swedish and UK biomass willow varieties 2011–2010. *Aspects of Applied Biology*, vol. 112, p. 57–66.
- Lukášová, M., Weger, J. (2009): Možnosti genetické identifikace klonů a kříženců topolu Simonova, černého, bavlníkového, Maximovičova (*Populus simonii*, *P. nigra*, *P. deltoides*, *P. maximowiczii*) metodou simple sequence repeat. *Acta Pruhoniana*, č. 92, s. 19–25.
- Macurová, H. (2011): *Hodnocení výsledků půdních rozborů*. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, [protokol 195/2011].
- Mottl, J. (1989): *Topoly a jejich uplatnění v zeleni*. Průhonice, Výzkumný a šlechtitelský ústav okrasného zahradnictví, 204 s.
- Mottl, J. (1991): Využití topolů při rekonstrukci krajiny Severočeské hnědouhelné pánve narušené těžbou uhlí a průmyslovými emisemi. *Průhonice, Závěrečná zpráva, Výzkumný ústav okrasného zahradnictví*, s. 22.
- Mottl, J., Úradníček, L. (2003): *Topoly a jejich listy*. *Acta Pruhoniana*, č. 74, s. 31–128.
- Pacaldo, R. S., Volk, T. A., Briggs, R. D. (2011): Carbon balance in short rotation willow (*Salix dasyclados*) biomass crop across a 20-year chronosequence as affected by continuous production and tear-out treatments. *Aspects of Applied Biology*, vol. 112, p. 131–138.
- Perttu, K. L. (1998): Environmental justification for short-rotation forestry in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, vol. 15, no. 1, p. 1–6.
- Perttu, K. L. (1999): Environmental and hygienic aspects of willow coppice in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, vol. 16, no. 4, p. 291–297.
- Rytter, R. M. (2001): Biomass production and allocation, including fine-root turnover, and annual N uptake in lysimeter-grown basket willows. *Forest Ecology and Management*, vol. 140, p. 177–192.
- Quitt, E. (1971): *Klimatické oblasti Československa*. Brno, Geografický ústav ČSAV, s. 73.
- Šír, M., Weger, J., Vondrka, A. (2009): Klimatická účinnost porostů rychle rostoucích dřevin v krajině. *Acta Pruhoniana*, č. 92, s. 45–50.
- Tlustoš, P., Száková, J., Vysloužilová, M., Pavlíková, D., Weger, J., Javorská, H. (2007): Clonal and seasonal variation of As, Cd, Pb, and Zn uptake by willows (*Salix* spp.) grown in contaminated soils. *Centr. Europ. Journal of Biology*, vol. 2, p. 254–276.
- Urban, V., Urbanová, M. (1996): *Vyhledávání ploch k poloprovoznímu ověřování energetických plodin. Produkce a využití biomasy jako obnovitelného zdroje energie, Rizika pěstování plodin a dřevin pro energetické využití*, PPŽP/640/4/96, s. 17.
- Weger, J., Bubeník, J. (2010): První výsledky hodnocení smíšené výmladkové plantáže topolů a vrb. *Acta Pruhoniana*, č. 96, s. 27–36.
- Weger, J., Bubeník, J. (2011): *Hodnocení výnosu a růstu domácích vrb po 14 letech výmladkového pěstování*. *Acta Pruhoniana*, č. 97, s. 39–46.
- Weger, J., Pospíšková, M. (2007): DNA identification of poplar clones grown for production of energy biomass on an example of hybrid poplar *Populus nigra* L. × *Populus maximowiczii* Leb. In *Strom a květina – součást života*. Sborn. vědec. konf. Průhonice, VÚKOZ, v. v. i., p. 155–158.
- Weger, J., Vlasák, P., Zánová, I., Havlíčková, K. (2006): *Výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin pro produkci biomasy*. *Životné prostredie*, č. 3, s. 137–142.

- Weger, J. (2008): Výnosy vybraných klonů vrb a topolů po 9 letech výmladkového pěstování. Acta Pruhoniana, č. 89, s. 5–10.
- Weger, J., Havlíčková, K. a kol. (2007): Rámcová typologie zemědělských půd pro pěstování vybraných klonů topolů a vrb k energetickému využití v České republice. Praha, Lesnická práce, roč. 86, č. 4, s. 32–33.
- Wendel, G. W. (1972): Results of a 20-Year Test of Hybrid Poplars in West Virginia. U.S.D.A. Forest Service Research Paper NE-237, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Northeastern Forest Experiment Station, Upper Darby, PA, p. 5.

Rukopis doručen: 15. 8. 2011

Přijat po recenzi: 25. 9. 2011

METODIKA ANALÝZY POTENCIÁLU BIOMASY NA ZEMĚDĚLSKÉ PŮDĚ S VYUŽITÍM GIS

METHODOLOGY OF ANALYSIS OF BIOMASS POTENTIAL USING GIS

Kamila Vávrová, Jan Weger

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, vavrova@vukoz.cz

Abstrakt

Metodika popisuje výpočet potenciálu biomasy na zemědělské půdě v České republice pro dvě varianty. První scénář je založen na předpokladu, že veškerý zemědělský půdní fond se používá pro konvenční zemědělskou výrobu. Záměrné pěstování energetických plodin se nepředpokládá na orné půdě ani na trvalých travních porostech. V tomto scénáři potenciál biomasy tvoří pouze zbytková biomasa, která není použita pro zemědělskou produkci (např. pro živočišnou výrobu, zaorání slámy). Jedná se tedy o dolní odhad využitelného potenciálu biomasy. Druhý scénář uvedený v článku je založen na předpokladu, že 10 % orné půdy a 2 % plochy trvalých travních porostů v České republice se používají pro záměrné pěstování energetických plodin.

Klíčová slova: potenciál biomasy, bonitačně-půdně-ekologická jednotka, trvalý travní porost, sláma

Abstract

The methodology describes the calculation of biomass potential for two scripts of agricultural land resources allocation. The first script is based on the assumption that all of agricultural land resources are used for conventional agricultural production. The deliberate cultivation of energy crops neither on arable land nor on permanent grassland is assumed. In this script, biomass potential only consists of residual biomass that is not used for agricultural production (e.g. animal production, straw plowing). It is therefore a lower estimate of usable biomass potential. The second script presented in the article is based on the assumption that 10% of arable land area and 2% of permanent grassland area in the Czech Republic are used for deliberate cultivation of energy crops.

Key words: biomass potential, soil-ecological units, permanent grasslands, straw

ÚVOD

Biomasa je v současné době nejdůležitějším obnovitelným zdrojem energie (dále jen OZE) v příspěvku OZE k primárnímu energetickému zdrojům (PEZ) v ČR. Z celkového příspěvku OZE k PEZ v roce 2009 ve výši 103,5 PJ činil podíl tuhé biomasy (pro spalování) cca 72 % (74,4 PJ) a biomasy zpracovávané v bioplynových stanicích cca 5,3 % (2 PJ). Biomasa hraje významný podíl i ve struktuře OZE užitých pro výrobu elektřiny. Z celkových 4,65 TWh elektřiny vyrobené v roce 2009 na bázi OZE (podíl OZE v roce 2009 na hrubé domácí spotřebě elektřiny tak byl 6,79 %) bylo na bázi spalování tuhé biomasy vyrobeno 1,4 TWh elektřiny (30 % z OZE celkem) a v bioplynových stanicích pak 0,44 TWh (9,5 % z OZE celkem) – viz MPO, 2009.

Cíle pro rozvoj užití OZE do roku 2020 definuje Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů (dále jen NAP OZE), který byl zpracován podle Směrnice EU 2009/28. Biomasa hraje rozhodující roli v plánovaném rozvoji užití OZE, což lze dokumentovat jak očekávaným nárůstem užití biomasy pro výrobu elektřiny, tak i nárůstem absolutního i relativního příspěvku biomasy k OZE jako celku. NAP OZE předpokládá, že v roce 2020 bude vyrobeno 3,3 TWh elektřiny spalováním tuhé biomasy a 2,87 TWh elektřiny z bioplynových stanic v zemědělství. Podíl biomasy tak překračuje 50 % podílu na celkové očekávané výrobě elektřiny z OZE v roce 2020 (11,7 TWh). Významný je i nárůst podílu

biomasy na PEZ jako celku, a to z cca 76,4 PJ v současnosti na cca 122 PJ v roce 2020. Násobně především roste využití biomasy v bioplynových stanicích (z 2 PJ v roce 2009 na 17 PJ v roce 2020) – viz MPO, 2010.

V současnosti se pro energetické účely užívá především zbytková a odpadní biomasa. Jen malý podíl biomasy je cíleně pěstovaná biomasa. V současnosti (poslední známá statistická data jsou za rok 2009) se z celkové výroby elektřiny na bázi spalování biomasy vyrábí cca pouze 11 % z cíleně pěstované biomasy. Postupně narůstá výroba elektřiny v bioplynových stanicích užívajících cíleně pěstovanou biomasu (především kukuřici) (Knápek a kol., 2011).

Zdroje zbytkové a odpadní biomasy, které by byly vhodné pro energetické účely, se rychle vyčerpávají a předpokládaný rozvoj užití biomasy není tak možný bez cíleného pěstování biomasy na zemědělské půdě. Očekávaný nárůst užití biomasy podle NAP OZE mezi lety 2009 a 2020 se pohybuje ve výši cca 45 PJ. Za předpokladu, že 2/3 tohoto nárůstu budou muset být kryty biomasou pocházející ze zemědělské půdy, znamená to nutnost pěstování biomasy pro energetické účely (bez kapalných biopaliv) na ploše cca 200 000 ha – odhad dle Havlíčková, 2010.

Cílem práce je vytvoření metodického postupu pro analýzu potenciálu biomasy na zemědělské půdě v České republice s využitím geografického informačního systému. Metodický postup je vytvořen pro úroveň NUTS3.

MATERIÁL A METODIKA

Vytvořený metodický postup je založen na přiřazování výnosů jednotlivých zdrojů biomasy ze zemědělské půdy (druhů plodin) podle bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). BPEJ byly vytvořeny na základě bonitace čs. zemědělského půdního fondu z let 1973–1978 na podkladě komplexního průzkumu půd provedeného v šedesátých letech. Bonitovaná půdně-ekologická jednotka zemědělských pozemků se vyjadřuje pětimístným číselným kódem (psáno 2.11.14). První číslice udává klimatický region, druhá a třetí číslice vymezují příslušnost k určité hlavní půdní jednotce (01–78), čtvrtá číslice stanoví kombinaci svažitosti a expozice pozemku ke světovým stranám a pátá číslice určuje kombinaci hloubky půdního profilu a jeho skeletovitosti.

Klimatické regiony (KR) zahrnují území s přibližně shodnými klimatickými podmínkami pro růst a vývoj zemědělských plodin. KR se liší zejména v hodnotách sumy průměrných denních teplot vzduchu nad 10 °C, průměrnými ročními teplotami vzduchu, průměrným ročním úhrnem srážek, pravděpodobností výskytu suchých vegetačních období a vláhovou jistotou. V České republice bylo vymezeno celkem 10 klimatických regionů. Hlavní půdní jednotka (HPJ) je účelové seskupení půdních forem, příbuzných ekologickými vlastnostmi, které jsou charakterizovány půdním typem, subtypem, půdotvorným substrátem, zrnitostí a u některých HPJ výraznou svažitostí, hloubkou půdního profilu, skeletovitostí a stupněm hydromorfismu. V České republice bylo vymezeno 78 HPJ. Přiřazením údaje o klimatickém regionu k charakteristice HPJ vzniká tzv. hlavní půdně klimatická jednotka (HPKJ). Další půdně-ekologické faktory jsou označeny 4. a 5. číslicí kódu soustavy BPEJ ČR a obsahují informace o dalších podmínkách stanoviště, které budou zohledňovány v případě provádění podrobnější pěstební rajonizace.

Hlavní zdroje dat pro metodiku

- Základní mapový podklad pro BPEJ jsou mapy SMO 5 (státní mapa odvozená) v měřítku 1 : 5000. Tento podklad je vybrán jako základ pro posuzování vhodnosti pěstování biomasy a nad daty BPEJ byly prováděny agregace pro jednotlivé typy plodin, které jsou do tohoto projektu zahrnuty.
- Dalším mapovým podkladem je např. Land Parcel Identification System – LPIS, který zároveň obsahuje i druh skutečných kultur půdních bloků. Jeho základním smyslem je poskytovat kvalitní data o užívané zemědělské půdě v České republice. Základní evidenční jednotkou je farmářský blok, který představuje souvislou plochu zemědělské půdy s jednou kulturou užívanou jedním farmářem. Měřítko mapování bylo 1 : 10 000.
- Databáze (mapy) BPEJ.
- Komoditní a statistické ročenky.
- Rajonizace energetických plodin v systému BPEJ a výnosové křivky z výsledků výzkumných projektů.
- Další údaje o limitech biomasy: živočišná výroba, zvláště chráněná území, atd.

Typologie stanovišť (zemědělských půd) pro energetické plodiny

Klíčovým krokem uvedené metodiky analýzy potenciálu biomasy bylo vytvoření typologie stanovišť (zemědělských půd) pro zamýšlené energetické plodiny, která rozděluje zemědělské půdy na kategorie podle vhodnosti pro pěstování jednotlivých plodin a současně udává očekávaný výnos biomasy v těchto kategoriích. Pro vytváření typologie stanovišť vybraných energetických plodin byly využity dva podklady: výsledky hodnocení polního testování energetických plodin v rámci výzkumných projektů i pěstební praxe a soustava BPEJ (bonitovaných půdně-ekologických jednotek) zemědělských půd v ČR.

Vytváření typologie bylo založeno na vyhodnocení empirických výsledků výnosových parametrů energetických plodin ve vztahu k podmínkám prostředí vyjádřených ve formě jednotek BPEJ/HPKJ, respektive jejich složek – např. průměrných teplot, rizik přísušků, půdních vlastností atd. Chybějící data byla doplňována expertním posouzením ve spolupráci s předními odborníky na jednotlivé plodiny. Výsledkem hodnocení je tabulka HPKJ s vymezením obvykle 3–5 pěstebních oblastí podle vhodnosti pro konkrétní energetickou plodinu. Tabulky byly použity k vytvoření výnosových map jednotlivých energetických plodin v prostředí GIS.

VÝSLEDKY

Potenciál zbytkové biomasy

Stanovení výnosového potenciálu konvenčních plodin podle jejich skutečného procentuálního zastoupení v kraji

Pro stanovení výnosů jednotlivých konvenčních plodin na BPEJ byly použity tabulkové výnosy, které jsou průměrem z celostátních hodnocení sklizní těchto plodin za více roků. Pro zjištění skutečného procentuálního zastoupení sledovaných konvenčních plodin v krajích se agregovaná mapová vrstva BPEJ prolne s mapou LPIS, z které se vybere kultura orné půdy. Tím je zaručené určení výnosu slámy pouze na orné půdě. K jednotlivým plochám se přiřadí výnosy plodin v závislosti na hlavní půdně-klimatické jednotce (HPKJ). Dále k plochám orné půdy se pomocí speciálního softwaru přiřadí rozlohy jednotlivých konvenčních plodin podle skutečného procentuálního zastoupení v krajích. Tímto metodickým postupem se vytvoří mapa „Stanovení výnosových potenciálů jednotlivých plodin konvenčního zemědělství podle jejich skutečného procentuálního zastoupení“ (obr. 1 v barevné příloze).

Pro stanovení výnosů trvalých travních porostů (TTP) podle jejich skutečného procentuálního zastoupení v krajích se užívatelské bloky s kulturou TTP z LPIS prolnou s agregovanou mapovou vrstvou BPEJ. Tím bude zaručeno určení výnosů TTP pouze na TTP. K plochám TTP se přiřadí výnosy v závislosti na HPKJ a tímto krokem vznikne mapa výnosů TTP (obr. 2 v barevné příloze).

Stanovení výnosů jednotlivých plodin podle jejich skutečné-

Tab. 1 Stanovení výnosů jednotlivých plodin podle jejich skutečného procentuálního zastoupení ve Středočeském kraji

| Pořadí plodin | Plodiny | Skutečná procenta | Plocha v ha | Konečný výnos v t.ha ⁻¹ | Suma: plocha × výnos v t |
|---------------|--------------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Cukrovka technická | 3,27 | 15 935 | 48,52 | 783 409 |
| 2 | Kukuřice na zrno | 2,59 | 12 635 | 6,22 | 83 753 |
| 3 | Ječmen jarní | 18,85 | 91 965 | 5,59 | 550 271 |
| 4 | Pšenice ozimá | 33,16 | 161 749 | 5,33 | 912 326 |
| 5 | Řepka olejka | 10,80 | 52 686 | 2,80 | 156 227 |
| 6 | Kukuřice na siláž | 6,20 | 30 244 | 38,67 | 1 193 546 |
| 7 | Triticale | 1,73 | 8 443 | 8,80 | 78 049 |
| 8 | Ostatní víceleté pícniny | 8,19 | 39 955 | 8,00 | 336 541 |
| 9 | Žito | 1,65 | 8 051 | 4,24 | 34 470 |
| 10 | Oves | 1,46 | 7 130 | 4,15 | 30 239 |
| 11 | Zbytek dle pšenice | 9,37 | 45 718 | 4,10 | 214 027 |
| 12 | Orná půda v klidu | 2,72 | 13 290 | 0,00 | 0 |
| | Celkem | 100,00 | 487 800 | | |

Metodika: VÚKOZ, v. v. i., GALLO PRO, s. r. o.

Zpracování: GALLO PRO, s. r. o., CENIA

* **Poznámka:** v případě, že není s využitím výše uvedeného postupu dosaženo procenta osevní plochy plodiny podle tabulky procentuálního zastoupení plodin v kraji, další přírůstek osevní plochy se počítá z rozlohy nejlepšího výnosu následující plodiny. Výnos takto získaných ploch se pak počítá podle statistického průměrného výnosu dané plodiny z tabulky Osevních ploch zemědělských plodin z Českého statistického úřadu nebo podle nejhoršího výnosu plodiny v kraji. Výnos 0 u plodin znamená použití výše popsaného postupu.

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

Česká informační agentura životního prostředí (CENIA)

ho procentuálního zastoupení v krajích se provede speciálním programem s pořadím plodin uvedeným v tab. 1. Plodiny jsou seřazeny tak, aby byla zohledněna náročnost plodin na kvalitu půdy.

Do výstupů z programu byly dále zpracovány koeficienty pro přepočet zrna a zbytků po sklizni podle tab. 2.

Pro každou konvenční zemědělskou plodinu byly vytvořeny tři výnosové hladiny (nejnižší výnosy, střední výnosy a nejvyšší výnosy) a byla zjištěna plocha pro každou výnosovou hladinu.

Stanovení výnosů záměrně pěstované biomasy

Pro stanovení výnosů záměrně pěstované biomasy jsou využívány výnosy jednotlivých energetických plodin (ozdobnice, šťovíku OK2, rychle rostoucích dřevin, lesknice rákosovité,

sveřpu bezbranného, ovsíku vyvýšeného a srhy laločnaté) udávané v rámci skupin typologie stanovišť podle hlavních půdně-klimatických jednotek (HPKJ). Výnosové kategorie byly vytvořeny podle výsledků testování těchto plodin na výzkumných plochách umístěných v rámci České republiky. Uvedené výsledky se použijí při zpracování pro grafický výstup z GIS. Mapy výnosů jednotlivých energetických plodin na orné půdě a TTP slouží jako podklad pro vytipování území a pozemků vhodných pro jejich pěstování v kraji.

Stanovení výnosů rychle rostoucích dřevin (RRD)

Na základě typologie stanovišť (zemědělských půd) pro pěstování RRD zpracované v jednotkách HPKJ se vytvoří databázová tabulka výnosů RRD, která se přes HPKJ připojí k vrstvě konvenčního zemědělství na orné půdě, příp. trvalých travních porostů. Výnosy RRD jsou v typologii stanovišť rozděleny do pěti kategorií. Z těchto primárních dat se následně vygeneruje výnosová mapa RRD na orné půdě pro úroveň kraj (obr. 3 v barevné příloze).

Pro stanovení výnosů RRD na trvalých travních porostech se použije stejný metodický postup jako pro stanovení výnosů na orné půdě. Z databázové tabulky se výnosy RRD přes HPKJ přiřadí k vrstvě TTP. Pro lepší orientaci jsou v mapě použita podkladová data: hranice okresů, okresní města, vodstvo, lesy, ostatní plochy.

Tab. 2 Koeficienty pro přepočet zrna a zbytku plodiny po sklizni

| Plodina | Koeficient |
|-----------|------------|
| Pšenice | 0,8 |
| Ječmen | 0,7 |
| Oves | 1,05 |
| Triticale | 1,3 |
| Žito | 1,2 |
| Řepka | 0,8 |

Stanovení výnosů nedřevnatých energetických plodin do databáze GIS

Z tabulek typologie stanovišť pro energetické plodiny (EP), které určují výnosy energetických plodin na jednotlivých HPKJ, byly vytvořeny databázové tabulky výnosů pro jednotlivé energetické plodiny. Tato data se stejně jako výnosy RRD připojí k vrstvě orná půda pro úroveň kraj.

Mapy výnosů energetických plodin na celé orné půdě slouží jako přehled pro jednotlivé zájemce o pěstování energetických plodin, nebo investory zvažující investici do nového zdroje na biomasu. Tyto výnosové mapy se používají k vytipování vhodných pozemků pro pěstování energetických plodin. Výnosy plodiny jsou rozděleny do předem zadaných intervalů (obr. 5–10 v barevné příloze).

Stanovení výnosů energetických plodin na části orné půdy

Obdobným metodickým postupem, který je použit pro mapy výnosů energetických plodin na celé rozloze orné půdy, se vytvoří i výnosové mapy energetických plodin na vybrané ploše orné půdy, kde vybranou plochu představuje např. 10 % rozlohy orné půdy a celá plocha orné půdy v klidu v daném kraji. Vybraných 10 % rozlohy orné půdy pro energetické plodiny je orná půda, kde je definován nejnižší potenciál pro jednotlivé konvenční plodiny.

Jednotlivé energetické plodiny, které připadají na vybranou plochu orné půdy, jsou zobrazeny v různých barvách s odstupňovanou intenzitou podle jejich výnosů. Ostatní kategorie jsou v mapě zobrazeny pouze jedním odstínem barvy (obr. 4 v barevné příloze).

Stanovení výnosů rychle rostoucích dřevin na části trvalých travních porostů

Stejným postupem, jako je vytvořena mapa výnosů RRD na celé rozloze TTP, se vytvoří také mapa RRD na vybrané části TTP. Vybranou část pro RRD z TTP představují např. 2 % celkové rozlohy TTP v daném kraji s nejnižšími výnosy TTP.

Scénáře pro stanovení potenciálu biomasy na zemědělské půdě

Pro stanovení potenciálu biomasy použitelné pro energetické účely je klíčovým vstupním parametrem stanovení rozlohy a distribuce zemědělského půdního fondu určeného k produkci energetické biomasy. Metodický postup vlastního výpočtu potenciálu biomasy na zemědělské půdě byl vytvořen pro dva scénáře.

První scénář je založen na předpokladu, že veškerý zemědělský půdní fond je používán pro konvenční zemědělskou produkci a nepředpokládá se záměrné pěstování energetických plodin na orné půdě ani na trvalých travních porostech. Druhý scénář je založen na předpokladu využití cca 10 % rozlohy orné půdy v ČR a cca 2 % rozlohy TTP v ČR pro záměrné pěstování energetických plodin.

Algoritmus výpočtu potenciálu biomasy vychází z alokace konkrétních pozemků pro energetické plodiny a jejich vý-

nosy. Tyto pozemky se liší svými půdními a klimatickými vlastnostmi a tím pádem se i odlišují výnosem jednotlivých energetických plodin.

Vlastní výpočet potenciálu biomasy jednotlivých zdrojů

Potenciál biomasy z konvenčního zemědělství

Potenciál biomasy z konvenčního zemědělství pro jednotlivé regiony byl počítán z hodnot získaných GIS analýzou, kdy výnos plodiny je dán součtem výnosů dané plodiny ze všech jednotlivých ploch, kde je definován její výnos.

Potenciál slamnatých plodin je vypočten vynásobením výnosu koeficientem (K_s) poměru zrna a slámy (viz tab. 3), např. pro pšenici je přepočtový koeficient 0,8, tedy hmotnost slámy je 80 % z hmotnosti zrna. Je počítáno s vlhkostí slámy při sklizni 12 %. Využitelný potenciál obilné slámy pro energetiku je však menší – je nutno odečíst slámu využívanou pro živočišnou výrobu (skot, ovce, berani a koně). Data pro jednotlivé roky byla získána z Českého statistického úřadu a byla zpracována metodikou hodnocení zemědělských podniků, podle které má skot spotřebu 1,5 kg slámy na kus a den na podestýlku a 1 kg na krmení. Ovce má spotřebu 1 kg slámy na kus a den na podestýlku a 1 kg na krmení. V současnosti využívané zaořání části slámy za účelem obohacení půdy o organickou hmotu a zvýšení obsahu humusu má význam jedině na těžších půdách, jinak má efekt jen při současném hnojení kejdou nebo jiným dusíkatým hnojivem. U řepky se může využít veškerá reziduální sláma pro energetické účely. Uvažovat je také třeba technologické ztráty při sklizni a transportu (až 10 %). V posledním kroku je třeba zbytkovou slámu po odečtení spotřeby živočišné výroby vynásobit hodnotou výhřevnosti (při 12 % vlhkosti) pro jednotlivou plodinu (tab. 3).

Energetický potenciál z konvenčního zemědělství využitelný pro spalování se vypočte součtem zbytkové obilné slámy a řepky.

Výnos TTP je dán součtem výnosů TTP v závislosti na bonitě stanoviště všech ploch TTP. Tento tabulkový výnos TTP obsahuje „surový“ výnos na 1 ha (20 % sušiny), takže je výpočet nutno opravit koeficientem na výnos při 35 % sušiny. Z jedné tuny TTP při 35 % sušiny vznikne cca 175 m³ bioplynu, což je energetický potenciál 3,3 GJ. Při výpočtu energetického potenciálu kukuřice na siláž je počítáno s vlhkostí při sklizni 65 %. Z jedné tuny siláže při 35 % sušiny vznikne cca 240 m³ bioplynu, což je energetický potenciál 4,5 GJ.t⁻¹.

Tab. 3 Koeficienty pro stanovení množství slámy a hodnoty výhřevnosti slámy

| | Koeficient množství slámy | Výhřevnost GJ.t ⁻¹ při 12 % vlhkosti |
|-----------|---------------------------|---|
| Pšenice | 0,8 | 15,7 |
| Ječmen | 0,7 | 15,7 |
| Oves | 1,05 | 15,7 |
| Triticale | 1,3 | 15,7 |
| Žito | 1,2 | 15,7 |
| Řepka | 0,8 | 17,5 |

Potenciál záměrně pěstované biomasy energetických plodin

Pro zjištění potenciálu biomasy vybraných energetických plodin v daném území je potřeba znát očekávaný výnos těchto plodin vztahený k bonitě stanoviště – tedy k systému BPEJ, resp. HPKJ. Vybrané energetické plodiny mají vytvořenou typologii zemědělských půd v systému HPKJ, která také očekávaný výnos udává. Výnosový potenciál plodin je dán součtem výnosů dané plodiny ze všech ploch, kde je uvažováno s jejím pěstováním a je definován její výnos.

Záměrné pěstování energetických plodin vede k produkci biomasy, která je buď přímo spalována (pokud je to možné) anebo využita pro produkci bioplynu.

DISKUZE

Masivní rozvoj pěstování biomasy pro energetické účely vyžaduje dostatek informací pro rozhodování podnikatelských subjektů zabývajících se jak pěstováním biomasy, tak i jejím užitím. Informace o ceně biomasy jsou v ČR v současné době značně zkreslené tím, že trh s biomasou pro energetické účely není v současnosti možné považovat za efektivně fungující trh poskytující správné cenové signály pro rozhodování potenciálních producentů a spotřebitelů biomasy. Investice do energetických zařízení na výrobu elektřiny a/nebo tepla jsou charakteristické vysokým podílem investičních nákladů v celkových nákladech. Investoři tak zvažují nejen dostupnost a zajištěnost paliva (biomasy), ale i možný cenový vývoj paliva (biomasy). Současný trh s biomasou je v převážné míře omezen na zbytkovou a odpadní biomasu. Na celkovém užití biomasy v současnosti se významným způsobem podílí odpadní biomasa, jejíž užití je často velmi omezené na místo jejího vzniku (např. tzv. celulózové výluhy, jichž se v roce 2009 spotřebovalo více jak 1 mil. tun – cca 1/3 biomasy užitá pro výrobu elektřiny a tepla). Statistiku do jisté míry zkresluje i to, že více jak jedna polovina užitá biomasy jde na vrub domácností s tím, že významnou část biomasy zde tvoří tzv. samosběr a lokální dodávky biomasy. Jen část z celkově spotřebovávané biomasy v současnosti tak vstupuje na trh s biomasou – dle údajů MPO lze odhadnout (viz MPO, 2009), že se jedná max. o polovinu z celkově spotřebovávané biomasy.

Metodika algoritmu předpokládá, že pro energetické plodiny je využita vždy nejméně kvalitní (bonitní) zemědělská půda pro konvenční plodiny. Při nárůstu alokované rozlohy zemědělské půdy bude docházet k využívání kvalitnější zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin a je tedy možné očekávat neproporcionální nárůst produkce biomasy k energetickému využití. Popsaný mechanismus alokace zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin minimalizuje i případný konflikt využití zemědělské půdy pro energetické účely s využitím půdy pro produkci potravin.

Potenciál zbytkové biomasy z konvenčního zemědělství závisí i na struktuře pěstovaných konvenčních plodin a rozvoji či degeneraci živočišné výroby. Vzhledem k absenci údajů o budoucí možné struktuře pěstovaných konvenčních plodin, respektive vývoji živočišné výroby se při stanovení potenciálu zbytkové

biomasy vychází ze současné struktury pěstovaných konvenčních plodin a stavu živočišné výroby. Je zřejmé, že při zásadní změně struktury pěstovaných konvenčních plodin a zejména zásadní změně rozsahu živočišné výroby by muselo dojít k aktualizaci algoritmu výpočtu a přepočtu potenciálu biomasy.

Pozitivním faktorem pro produkci záměrně pěstované biomasy v České republice je, že mnohé zemědělské půdy jsou marginální, tj. obvykle v méně příznivých oblastech (LFA) a mají nižší výrobní potenciál pro konvenční zemědělství. Asi 45 % zemědělské půdy se nachází v horských a podhorských oblastech s drsným, kopcovitým terénem a drsnými klimatickými podmínkami, kdy intenzivní zemědělská výroba není ekonomicky efektivní. První výsledky naší práce ukazují, že navrhovaná metodika analýzy potenciálu biomasy může prezentovat velmi podrobná data o geografickém rozložení a množství různých zdrojů biomasy v krajině až na úroveň NUTS-4. Metodika může být také použita pro výpočet scénáře a hodnocení různých scénářů a respektování odlišných způsobů užívání území, předcházející konfliktům využívání půdy spolu s konvenčními plodinami nebo ochranou přírody. To může být také použito k analýze v širokém časovém měřítku od analýzy současného potenciálu biomasy k horizontu několika desetiletí. Vytvořená metodika je daleko podrobnější a flexibilnější než dosud využívané metodiky k hodnocení potenciálu biomasy v České republice (CZ Biom, 2009; Lewandowski et al., 2006; Scholes et al., 1997; MPO, 2008; Sladký, 1996; SRCI CS, 1999). Z předběžných výsledků vyhodnocení potenciálu biomasy (zemědělské zbytky a některé energetické plodiny) lze rovněž dojít k závěru, že biomasové zdroje jsou dominantním obnovitelným zdrojem v České republice. Rozhodnutí o využití biomasy pro energetické účely by měla vždy předcházet analýza potenciálu biomasy pro vybranou lokalitu.

ZÁVĚR

Biomasa je v podmínkách České republiky označována jako rozhodující energetický zdroj s nejvyšším potenciálem nárůstu do budoucnosti. Na druhou stranu údaje o potenciálu biomasy se často lišily dle jednotlivých autorů a zdrojů dat. Jedním ze základních cílů tohoto metodického postupu je podstatně přispět ke zpřesnění potenciálu biomasy tak, aby získaná data mohla sloužit jako spolehlivý zdroj údajů jak pro tvorbu politik na státní úrovni (např. státní energetická koncepce), tak i pro rozhodování na nižších hierarchických úrovních (kraj, okres apod.).

Stanovení potenciálu biomasy v podmínkách České republiky vychází z analýzy mapových podkladů, identifikace jednotlivých pozemků a určení jejich charakteristik, které jsou relevantní pro stanovení výnosu jednotlivých plodin a potenciálu biomasy. Mezi ně patří zejména kategorie bonitace zemědělských půd a z ní odvozená typologie stanovišť včetně určení výnosového potenciálu jednotlivých energetických plodin. Pro dané podmínky stanoviště (určené kombinací půdních a klimatických parametrů stanoviště) je tak pro každou cíleně pěstovanou plodinu přiřazen konkrétní výnos biomasy, který byl získán na základě dlouhodobého výzkumu jednotlivých plodin.

Potenciál biomasy chápaný jako množství získatelné biomasy (vyjadřované v tunách sušiny, v GJ energie v palivu apod.) je vždy nutné chápat v souvislosti s ekonomickými aspekty. Pokud bude pěstování biomasy v určité lokalitě z pohledu zemědělského podnikatele ekonomicky neefektivní, nebude v reálných podmínkách tato půda použita pro produkci biomasy pro energetické účely. Důvodem této ekonomické neefektivnosti může být jak to, že v lokalitě pěstovaná biomasa nebude cenově konkurenceschopná na trhu s biomasou, tak to, že produkce klasických zemědělských komodit bude v dané lokalitě pro zemědělce ekonomicky výhodnější.

Potenciál biomasy pro energetické účely (chápano jako množství biomasy, které lze reálně využít) je ovlivněn několika základními faktory, mezi které patří především: velikost zemědělské (resp. orné) půdy určené pro pěstování biomasy pro energetické účely, cena biomasy na trhu s biomasou (základní roli zde bude hrát poptávka po biomase a cena substitutů – fosilních paliv) a úspěšnost odstraňování bariér brzdících pěstování biomasy pro energetické účely, resp. využívání dalších zdrojů biomasy (tráva z TTP, lesní těžební zbytky). Potenciál biomasy tak roste jak s rostoucím množstvím půdy alokované na její pěstování, tak i s růstem cen biomasy na trhu s biomasou.

Pokud budeme brát v úvahu pouze velikost (orné) půdy určené pro pěstování biomasy pro energetické účely, je třeba respektovat fakt, že výše potenciálu není přímo úměrná rozloze alokované orné půdy. Zde se vychází ze základního předpokladu, že pro klasickou zemědělskou produkci (pro produkci potravin), je prioritně alokována z hlediska výnosů plodin nejkvalitnější půda. Naopak pro pěstování biomasy pro energetické účely lze předpokládat alokaci spíše méně kvalitních půd. Při změně předpokládané rozlohy orné půdy alokované pro pěstování biomasy pro energetické účely (např. při změně předpokladu z 10 % orné půdy pro záměrnou biomasu na 20 % orné půdy pro záměrnou biomasu) je třeba identifikovat konkrétní pozemky, na kterých by pak probíhalo pěstování biomasy. Na základě půdních a klimatických vlastností těchto jednotlivých pozemků je pak stanoven přírůstek potenciálu biomasy.

Významnou částí potenciálu biomasy je i obilná sláma a tráva z TTP. Výše tohoto potenciálu je do významné míry ovlivňována jednak množstvím hospodářských zvířat a jednak i tím, zda a v jaké míře je sláma zaořávána. Jde tak o další dva významné parametry, které je třeba brát v úvahu při stanovování potenciálu biomasy.

Dalším faktorem, který je třeba brát v úvahu, je i rozvoj agrotechnických postupů záměrného pěstování biomasy pro energetické účely. S rozvojem záměrného pěstování biomasy pro energetické účely bude docházet k optimalizaci agrotechnických postupů a lze očekávat zvyšování efektivnosti pěstování biomasy. To pak povede ke zvyšování konkurenceschopnosti záměrně pěstované biomasy na trhu s palivou a k možnosti využívat i ekonomicky méně výhodné lokality.

Vzhledem ke všem výše uvedeným faktorům není stanovení potenciálu biomasy statickou, ale v čase dynamickou úlohou. Potenciál biomasy je tedy třeba periodicky aktualizovat a zohledňovat do něj aktuální stav všech uvedených faktorů.

Poděkování

Výsledky byly získány s přispěním grantového projektu VG20102013060 “Analýza potenciálu využití biomasy jako domácího strategického zdroje pro zabezpečení energetických potřeb v krizových situacích” financovaného z výdajů na výzkum a vývoj z rozpočtové kapitoly Ministerstva vnitra ČR.

LITERATURA

- CZ Biom (2009): Akční plan pro biomasu v České republice (2009–2011).
- Henke, J., Klepper, G., Schmitz, N. (2005): Tax exemption for biofuels in Germany: Is bioethanol really an option for climate policy? *Energy Journal*, no. 30, p. 2617–2635.
- Lewandowski, I., Weger, J., van Hooijdonk, A., Havliczková, K., van Dam, J., Faaij, A. (2006): The Potential Biomass for Energy Production in the Czech Republic. *Biomass & Bioenergy*, vol. 30, no. 5, p. 405–421.
- Scholes, H., Manning, M., Markvart, T. (1997): Czech Republic Renewable Energy Study – Resource Assessment Report. CSMa, Pernyn
- MPO – Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z OZE za rok 2008. Praha 2008.
- MPO – Obnovitelné zdroje energie v roce 2009 – výsledky statistického zjišťování, Praha 2009.
- Sladký, V. (1996): Utilisation of biomass as substitute of fossil fuels. In Weger, J. [ed.]: Production and utilisation of biomass as renewable source of biomass in the landscape. Final report of project PPŽP 640/96, VÚKOZ, Průhonice.
- SRCI CS (1999): National energy efficiency study (In Czech), World Bank.
- Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů. MPO, 2010.
- Havliczková, K., Knápek, J., Vašíček, J., et al. (2010): Analýza potenciálu biomasy v České republice. 1. vyd. Průhonice, VÚKOZ, v. v. i., 498 s., ISBN 978-80-85116-72-4.
- Knápek, J., Ošlejšek, P., Havliczková, K. (2011): Ekonomika pěstování energetických travin pro bioplynové stanice. *Acta Pruhonicensiana*, č. 97, s. 47–54.

Rukopis doručen: 15. 8. 2011

Přijato po recenzi: 25. 8. 2011

ŠKODLIVÍ ČINITELÉ TOPOLŮ A VRB VE VÝMLADKOVÝCH PLANTÁŽÍCH RYCHLE ROSTOUCÍCH DŘEVIN V ČR V OBDOBÍ 2006–2010

PESTS AND DISEASES OF POPLAR AND WILLOW SHORT ROTATION COPPICES IN THE CZECH REPUBLIC IN 2006–2010

Josef Mertelík, Kateřina Kloudová

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, Průhonice 252 43, mertelik@vukoz.cz

Abstrakt

Článek prezentuje výsledky výskytu škodlivých činitelů (ŠČ) u topolů (*Populus* spp.) a vrb (*Salix* spp.) v deseti výmladkových plantážích s krátkou dobou obmýti (RRD) v ČR v období 2006–2010. Tabelem přehledem jsou uvedeny symptomy projevu u 16 ŠČ topolu a 20 ŠČ vrb. Je uvedeno dílčí porovnání významnosti jednotlivých ŠČ z pohledu ovlivnění funkce plantáž RRD obou rodů.

Klíčová slova: *Populus*, *Salix*, škodliví činitelé, symptomy, RRD

Abstract

Results of occurrence of harmful organisms and conditions of poplar (*Populus*) and willow (*Salix*) on ten localities in short rotation coppices (SRC) in the Czech Republic are presented. A tabular array shows 16 symptoms and their causes of poplar and 20 of willow. Their importance in five years for both poplar and willow SRC is partially evaluated.

Key words: *Populus*, *Salix*, harmful organisms, symptoms

ÚVOD

Výmladkové plantáže topolů (*Populus* spp.) a vrb (*Salix* spp.) s krátkou dobou obmýti (dále RRD) jsou velmi významnou součástí pěstování tzv. energetických plodin. Toto pěstování je perspektivním směrem využití postupně uvolňované zemědělské půdy v ČR. Tento nově vznikající pěstební systém zajišťuje nejen produkci biomasy jako obnovitelného zdroje energie, ale může současně plnit i další mimoprodukční funkce. Jedná se o remediační a protierozní opatření, využití půd poznamenaných antropogenní činností a může také kladně ovlivnit sociálně-ekonomický rozvoj venkova (Čížková et al., 2006). Přínos plantáží RRD pak může být i v oblasti ekologie a ozelenování zemědělské krajiny (Weger et al., 2011). Významným a často i rozhodujícím faktorem produkce biomasy i plnění uvedených mimoprodukčních funkcí těchto netradičních pěstebních systémů je zdravotní stav rostlin. V rodech *Populus* a *Salix* bylo celosvětově popsáno široké spektrum chorob a škůdců (Johnson and Lynon, 1991; Sinclair et al., 1993), z nichž značná část se vyskytuje i v podmínkách Evropy (Smith et al., 1988; Nienhaus et al., 1992; Hartmann et al., 1995). Velké množství potenciálních škodlivých organismů vázaných na oba rody představuje značné riziko poškození těchto monokulturních porostů. Základem úspěšné ochrany plantáží RRD proti významným škodlivým činitelům je využití preventivních ochranných opatření. Z rostlinolékařského hlediska to znamená průběžně sledovat a vyhodnocovat výskyt a epidemiologické vazby škodlivých organismů vznikající u rodů *Populus* a *Salix* v konkrétních podmínkách ekosystémů ČR. Tento výzkum probíhá ve VÚKOZ, v. v. i. dlouhodobě v rámci řešení projektů zaměřených na výzkum patosystémů rostlin mimo agroekosystém v ČR. Významný vliv v oblasti odolnosti rostlin ke škodlivým činitelům v plantážích má ra-

jonizace účelově vybraných taxonů, dobrý zdravotní stav výchozích množitelských porostů a optimalizované technologie pěstování a sklizně.

Práce prezentuje výsledky sledování výskytu škodlivých činitelů u rodů *Populus* a *Salix* v deseti plantážích RRD a v krajině v ČR v období 2006–2010. Cílem práce bylo zjistit v praktických podmínkách plantáží RRD reálný výskyt ŠČ, které se obecně vyskytují u rodů *Populus* a *Salix* v přirozené vegetaci v krajině v ČR, jako výchozí podklad pro tvorbu strategie ochrany rostlin v plantážích RRD.

MATERIÁL A METODIKA

Sledování abiotických a biotických škodlivých činitelů (dále ŠČ) u rodů *Populus* a *Salix* bylo prováděno v 5 vegetacích na 10 plantážích RRD v různých oblastech ČR – Dalovice, Kyšice, Nová Olešná, Tišice, Doubravice, Libědice, Mořkov, Olešník, Neznašov, Peklov. Souběžně bylo sledování prováděno i v navazující vegetaci v okolí plantáže RRD. Obecné kontrolní sledování výskytu ŠČ obou rodů dřevin bylo prováděno průběžně v přirozené vegetaci topolů a vrb v krajině a v sortimentu topolů a vrb ve VÚKOZ, v. v. i. Získané údaje z krajiny a VÚKOZ, v. v. i. byly kontrolou intenzity výskytu konkrétního ŠČ v daném roce. Údaje o výskytu ŠČ byly získávány při cílených kontrolách uvedených lokalit plantáží RRD, při pohybu řešitelů po ČR v rámci terénních činností spojených s jinými aktivitami, přímo od pěstitelů plantáží a také v rámci poradenské činnosti oddělení fytopatologie a oddělení fytoenergetiky VÚKOZ, v. v. i.

Při zjištění odchylek od standardního růstu a vývoje u sledo-

vaných dřevin byly stanoveny příčinné souvislosti na lokalitě, zdokumentovány symptomy a odebrány vzorky pro laboratorní determinaci a diagnostiku. V případě potřeby byla problematika dále konzultována se specialisty na jiných pracovištích. Zjištěné abnormality růstu a vývoje a identifikování ŠČ byli dokumentováni formou pracovních protokolů a fotodokumentace. Tyto materiály jsou součástí informační databáze ŠČ na odd. fytopatologie VÚKOZ, v. v. i.

VÝSLEDKY

V pěti vegetačních obdobích 2006–2010 bylo v rámci našeho sledování zaznamenáno 16 různých projevů ŠČ u *Populus* spp. (tab. 1) a 20 různých projevů ŠČ u *Salix* spp. (tab. 2). Uvedený seznam symptomů a identifikovaných ŠČ je přehledem potenciálních škůdců a problémů v plantážích RRD a není klíčem k jejich identifikaci. Jednotliví ŠČ mohou vyvolávat odlišné, nebo další symptomy a naopak uvedené symptomy mohou být vyvolány jiným ŠČ. Uvedení ŠČ v tabulkách znamená, že daný problém se za dobu sledování vyskytl nejméně v jednom případě.

DISKUZE

Výsledky uvedené v tab. 1 a 2 představují přehled ŠČ z pohledu jejich aktuálního vizuálně nápadného projevu narušení růstu a vývoje rostlin rodů *Populus* a *Salix* ve sledovaném období pěti vegetací. Výsledky prokázaly velkou rozmanitost charakteru poškození rostlin u obou rodů a jejich potenciální vliv na zdravotní stav a kondici rostlin v plantážích. U většiny ŠČ lze v podmínkách plantáží předpokládat negativní dopad na produkční i mimoprodukční funkce těchto porostů. Význam jednotlivých ŠČ z pohledu rozsahu a intenzity poškození rostlin byl velmi různorodý a proměnlivý a je ovlivňován mnoha faktory. V porovnání s rozptýlenou vegetací dochází v souvislých monokulturních plochách porostů RRD k rychlejšímu namnožení škůdců a patogenů, a tudíž i k výraznějšímu projevu poškození. Relativně neškodný škůdce typu listožravého hmyzu se v těchto podmínkách může stát hlavním redukčním faktorem v dané vegetaci. Pro jednotlivé ŠČ je proto nutné vypracovat a odzkoušet účinné a ekologicky příznivé postupy jejich regulace a eliminace, které budou nedílnou součástí technologie pěstování RRD, a budou uplatnitelné již v počáteční fázi jejich výskytu.

Z obecného pohledu reálné škodlivosti v plantážích *Populus*

Tab. 1 Přehled výskytu symptomů a ŠČ zjištěných u *Populus* sp. v plantážích RRD v období 2006–2010

| Taxon | Období zjištění | Symptomy | ŠČ |
|---|-----------------|--|---|
| klon P-NE 44-466 | leden | zduřeniny a vychlípeniny pokožky, nekrotické skvrny pod kůrou | neidentifikován |
| <i>Populus</i> sp. | leden | kroužková obvodová porucha pokožky, lámání stonků | neidentifikován |
| klon Jap 105*050 | únor | boulovitost a nádory kmínků | žír larev brouků <i>Saperda</i> sp. |
| <i>Populus nigra</i> × <i>maximowiczii</i> | únor | tmavší skvrny na výhonech | houba – <i>Chondroplea populae</i> |
| <i>Populus nigra</i> | březen | poškození hlav | komplexní poškození – primárně nevhodný řez, sekundárně různé dřevokazné houby (<i>Basidiomycetes</i>) |
| <i>Populus</i> sp. | březen | žluto-hnědé, oválné až oválně-protáhlé léze a odumírání výhonů | houba – <i>Phoma exigua</i> var. <i>populi</i> |
| <i>Populus</i> sp. | duben | hniloba hlav – „vousatý řez“ | komplexní poškození – primárně abionóza mechanická, sekundárně hniloba |
| <i>Populus</i> sp. | květen | odumírání řízků | houba – <i>Valsa sordida</i> , houba – <i>Fusarium</i> spp. |
| <i>Populus trichocarpa</i> × <i>coreana</i> P-468 | červen | zasychání listů a výhonů | abionóza – nedostatečně zakořenělé řízky a nedostatek vody |
| <i>Populus</i> sp. | červen | minování listů | larvy motýla – <i>Phyllocnistis unipunctata</i> |
| <i>Populus</i> sp. (Itálie) | červen | usychání celých řízků | komplexní poškození – sucho a houba <i>Fusarium</i> spp. |
| <i>Populus</i> sp. | červenec | skvrnitost, žloutnutí a hnědnutí listů | rez – <i>Melampsora larici-populina</i> |
| <i>Populus</i> sp. | červenec | hvězdičkovitá mozaika listů | virus mozaiky topolu (Poplar mosaic virus – PopMV) |
| <i>Populus</i> sp. | červenec | hnědé tečky, skvrny a žloutnutí listů | houba – <i>Marsonina</i> spp. |
| <i>Populus</i> sp. | srpen | hálky na řapících listů | mšice dutilky |
| <i>Populus</i> sp. | září | celkové odumření hlav po seřezání | komplexní poškození – primárně abionóza – přemokření, sekundárně různé dřevokazné houby (<i>Basidiomycetes</i>) |

Tab. 2 Přehled výskytu symptomů a ŠČ zjištěných u *Salix* sp. v plantážích RRD v období 2006–2010

| Taxon | Období zjištění | Symptomy | ŠČ |
|---|-----------------|--|--|
| <i>Salix caprea</i> | březen | opad samičích květů | larvy nosatce <i>Dorytomus</i> sp. |
| <i>Salix</i> sp. | březen | zduřenina stonku | abionóza – růstová deformace |
| <i>Salix</i> sp. | březen | zakalusované jizvy vřetenovitého tvaru na výhonech | abionóza – poškození od krup |
| <i>Salix schwerinii</i> | březen | hnědnutí stonku v paždí pupenů, tvorba lézí | komplexní poškození – primárně abionóza, sekundárně <i>Alternaria</i> sp. |
| <i>Salix</i> sp. <i>Salix schwerinii</i> „002“ | květen | poškození kmínku – vnitřní žír – chodbičky | larvy nosatce <i>Cryptorhynchus lapathi</i> |
| <i>Salix</i> sp. | červen | skeletový žír listů | larvy a dospělci mandelinky <i>Phylodecta vulgatissima</i> |
| <i>Salix</i> sp., <i>Salix caprea</i> | červen | žloutnutí, nekróza a předčasná defoliace listů | svilušky |
| <i>Salix</i> sp. | červen | žloutnutí, nekrotické skvrny, opad listů | komplexní poškození – sviluška, houba <i>Colletotrychum</i> sp. |
| <i>Salix</i> sp. (Itálie) | červen | odumření rostliny od krčku | komplexní poškození – primárně abionóza – sucho, sekundárně <i>Fusarium</i> sp. |
| <i>Salix alba</i> | červen | výtoky z kmínků, tmavé léze pod kůrou | neidentifikován |
| <i>Salix</i> sp. | červen | holožír vrcholových listů | larvy motýla – štětconoš ořeškový (<i>Calliteara pudibunda</i>) |
| <i>Salix</i> sp. | srpen | napadení mšic | <i>Aphis farinosa</i> |
| <i>Salix</i> sp. | srpen | miny na listech | larvy <i>Lepidoptera</i> – blíže neurčeny |
| <i>Salix</i> sp. klony 040, 041 | září | odumírání celých rostlin | abionóza – komplex stanovištních podmínek |
| <i>Salix dafnoides</i> 077 | září | skvrnitost, žloutnutí a hnědnutí listů | rez <i>Melampsora</i> spp. |
| <i>Salix alba</i> | září | skvrnitost až slévání skvrn, hnědnutí listů | houba <i>Drepanopeziza salicis</i> |
| <i>Salix caprea</i> , <i>Salix alba</i> | září | minování listů | larvy brouka <i>Rhynchaeus populi</i> |
| <i>Salix</i> sp. | září | odumření hlav po seřezání | komplexní poškození – primárně abionóza – příliš mokrá zastíněná lokalita, sekundárně různé dřevokazné houby (<i>Basidiomycetes</i>) |
| <i>Salix</i> sp. | říjen | výkusy a zduřeniny na kmínku | úživný žír dospělců <i>Cryptorhynchus lapathi</i> |
| <i>Salix</i> sp. | říjen | hnědnutí listů a předčasný opad | komplexní poškození – skeletový žír brouků a houba (nespecifikovány) |

a *Salix* jsou významné listové houby rodu *Melampsora* způsobující rzi. Problematika jejich vlivu na růst rostlin a výnosové parametry topolu je ve VÚKOZ, v. v. i., Průhonice řešena samostatně (Benetka et al., 2011) se zaměřením na výběr odolných taxonů *Populus nigra*. Rzi a také černě rodu *Marsonina* se vyskytovaly v různé intenzitě ve všech pěti vegetacích našeho sledování a představují významný redukční potenciál plantáží RRD.

Virová infekce Poplar mosaic virus (PopMV) je doposud v RRD porostech topolů nesledovaná problematika. Tento virus je v ČR obecně rozšířen (Mertelík et al., 1992), přenáší se mechanicky a vegetativním množením a při výskytu v matečnicích je velmi snadno šířen řízků. Dřívější výsledky výzkumu prokázaly výrazný negativní vliv na růstové parametry a snížení výnosu u některých taxonů *Populus* sp. (Biddle and Tinsley, 1971) a také vliv na zhoršení zakořeňování řízků (Navrátil, 1963), a ukazují na potřebu vyhodnotit vliv PopMV

na zdravotní stav a výnosové parametry u současných klonů perspektivních pro pěstování jako RRD v ČR.

Velmi významná v porostech RRD se ukázala poškození abiotického charakteru, vznikající v důsledku kombinace genotypu taxonu, podmínek prostředí a agrotechnických zásahů. Tato poškození se týkala kořenových systémů, seřezaných hlav, kmenů a větví. Kromě přímého poškození docházelo k tvorbě predispozice rostlin k napadení patogeny zvláště v oblasti hlavové části houbovými infekcemi rodu *Basidiomycetes*. Tato polyetiologická onemocnění jsou velmi obtížně diagnostikovatelná, vyžadují provedení srovnávacích experimentů a empirickou znalost vyhodnocených symptomů a etiologie.

Významnou skupinu komplexního poškození asimilačního aparátu tvořily různé kombinace abionóz a bionóz, kdy vlivem predispozice podmínek docházelo k přemnožení savých a žravých škůdců, jako jsou svilušky a různé druhy brouků

a jejich larev. Různé interakce pak vznikaly také mezi abionózami a houbovými infekcemi, nebo houbovými infekcemi v kombinaci s hmyzími škůdci. Právě tyto kombinace různých synergických působení ŠČ jsou obtížně prognostikovatelným redukčním potenciálem v plantážích RRD.

Z hlediska nových ŠČ vázaných na nové biotopy plantáží RRD byl na jižní Moravě a ojediněle ve středních Čechách prokázán výskyt houby *Phoma exigua* var. *populi*. Tento poprvé v ČR zjištěný patogen (Cerný et al., 2008) má ale výrazně oportunní charakter. Prověřování škodlivosti nových invazních patogenů a škůdců vázaných na rody *Populus* a *Salix* je ale významným preventivním opatřením ochrany plantáží RRD.

ZÁVĚR

Lze předpokládat, že zvyšováním ploch RRD se zastoupením rodů *Populus* a *Salix* v krajině bude docházet k epidemiologickým změnám v podobě nárůstu četnosti a významu ŠČ na tyto rody vázané. Je proto nutné v produkčních porostech plantáží RRD i v navazujících přirozených rostlinných společenstvech tyto změny průběžně sledovat a vyhodnocovat. Ke složitosti problematiky přispívá také používání fytopatologicky nedostatečně prověřeného sortimentu, velká rozmanitost ŠČ a výskyt jejich synergického působení a také neregulovatelný faktor v podobě dílčích změn počasí. Všechny ŠČ zjištěné v RRD v průběhu pětiletého období (s výjimkou *Phoma exigua* var. *populi*) patří mezi obecně se vyskytující u rodů *Populus* a *Salix* v ČR. Za setrvalé, pravidelně se objevující ŠČ v průběhu pětiletého období sledování lze označit rzi, PopMV a kombinace predispozičních abionóz a hub *Basidiomycetes*. Většina dalších zjištěných ŠČ se vyskytovala příležitostně v závislosti na podmínkách lokality a průběhu počasí v daném roce.

Základní význam pro dobrý zdravotní stav a vitalitu výmladkových plantáží mají preventivní opatření, jako jsou výběr stanoviště podle půdně-klimatické typologie, rajonizace klonů, agrotechnické parametry přípravy pozemku a výsadby, kvalita a výborný zdravotní stav řízků, regulace zaplevelení a technologické postupy sklizně. Rozhodující etapy ve vývoji plantáže z hlediska zdravotního stavu jsou období jejího založení a období po sklizni. Rozsah poškození pletiv, vitalita hojení ran a kvalita prokořenění řízků v první vegetaci je pro další růst a vývoj stromků v plantáži limitující. Sklizeň biomasy pak představuje velmi radikální zásah do zdravotního stavu plantáže a kromě zohlednění ekonomických parametrů je velmi významná technologie sklizně v oblasti vedení a kvality řezu. Stejně jako u řízků je zde rozhodující rozsah mechanického poškození pletiv a vitalita hojení ran, protože odumřelá pletiva báze kmínků (hlav) jsou živným substrátem pro vsudyprítomné basidiomycetní infekce, které v konečném důsledku mohou vést až k celkovému odumření hlav.

I při použití více klonů do jedné plantáže se v podstatě jedná o rodové monokultury s vysokou náchylností k rychlému přemnožení škodlivých organismů, proto je nutná selekce klonů nejen na výnosové faktory, ale i na odolnost k významným

škodlivým činitelům, důsledné využití rajonizace klonů a optimalizace technologií.

Poděkování

Výsledky byly získány v rámci řešení výzkumného projektu Biodiverzita a energetické plodiny (MŠMT č. 2B06132) a výzkumného záměru VÚKOZ, v. v. i. Výzkum (neprodukčních) rostlin a jejich uplatnění v krajině a sídlech budoucnosti, Projekt VI. Výzkum rostlinného patosystému vegetace mimo lesní a polní ekosystémy a návrhy ochranných opatření proti významným biotickým a abiotickým škodlivým činitelům (č. 0002707301).

Za spolupráci při získávání informací o výskytu symptomů poškození a odběru vzorků u rodů *Salix* a *Populus* v ČR děkujeme pracovníkům z oddělení Fytoenergetiky VÚKOZ, v. v. i., a také všem ostatním příležitostným spolupracovníkům z okruhu odborné i laické veřejnosti.

LITERATURA

- Benetka, V., Černý, K., Pilařová, P., Kozlíková, K. (2011): Effect of *Melampsora larici-populina* on growth and biomass yield of eight clones of *Populus nigra*. *Journal of Forest Science*, vol. 57, p. 41–49.
- Biddle, P. G., Tinsley, T. W. (1971): Some effects of poplar mosaic virus on the growth of poplar trees. *New Phytol.*, vol. 70, p. 67–75.
- Cerný, K., Malinová, M., Tomšovský, M., Strnadová, V., Holub, V., Mrazková, M., Gabrielová, S. (2008): First report of *Phoma exigua* var. *populi* causing canker of twigs and shoots of poplar in the Czech Republic. *Plant Disease*, vol. 92, no. 10, p. 1473
- Čížková, L., Čížek, V., Mauer, O., Weger, J., Havlíčková, K., Miškovský, J. (2006): Pěstování sadebního materiálu a zakládání porostů rychle rostoucích dřevin. In Foltánek, E. [ed.]: Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2006. Sborn. referátů a odborných příspěvků přednesených na semináři. Třebíč 7. a 8. prosince 2006, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 68 s.
- Hartmann, G., Nienhaus, F., Butin, H. (1995): *Farbatlas Waldschäden, Diagnose von Baumkrankheiten*. Stuttgart, Ulmer, 288 p.
- Johnson, W. T., Lynon, H. H. (1991): *Insect that feed on trees and shrubs*. Second edition, revised. Ithaca, Cornell University Press, 560 p.
- Mertelík, J., Götzová, B., Lehovcová, A. (1992): Detekce virových infekcí v topolech. *Zahradnictví*, roč. 19, č. 3, s. 177–188.
- Nienhaus, F., Butin, H., Böhmer, B. (1992): *Farbatlas Gehölzkrankheiten, Ziersträucher und Parkbäume*.

Stuttgart, Ulmer, 287 p.

Navrátil, S. (1963): Výzkum viróz topolů. Výzkumná zpráva. Uherské Hradiště, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 87 s.

Sinclair, W. A., Lyon, H. H., Johnson, W. T. (1993): Diseases of trees and shrubs. Third printing with corrections. Ithaca, Cornell University Press, 575 p.

Smith, I. M., Dunez, J., Phillips, D. H., Elliott, R. A., Archer, S. A. (1988): European Handbook of Plant Diseases. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 583 p.

Weger, J., Benetka, V., Bendíková, L., Bubeník, J., Havlíčková, K., Hrubá, T., Jech, D., Kašparová, L., Kloudová, K., Kozlíková, K., Křivánek, M., Lukášová, M., Mertelík, J., Mrázková, M., Štocholová, P., Pospíšková, M., Severa, M., Skaloš, J., Šír, M., Tkaczyková-Hyhlíková, M., Vlasák, P., Vrátný, F., Zánová-Rudišová, I. (2011): Biodiverzita a energetické plodiny – 150 s. ms. [Závěr. zpráva výzkumného projektu MŠMT č. 2B06132; depon. in: Knih.VÚKOZ, Průhonice].

Rukopis doručen: 5. 8. 2011

Přijat po recenzi: 25. 9. 2011

PREDBEŽNÉ VÝSLEDKY ŠTÚDIA TAXONOMICKEJ A MORFOLOGICKEJ VARIABILITY RODU *PRUNUS* L. V BIOKORIDOROCH POĽNOHOSPODÁRSKEJ KRAJINY NA JZ SLOVENSKU

PRELIMINARY RESULTS OF STUDY OF THE TAXONOMICAL AND MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF THE GENUS *PRUNUS* L. IN THE BIOCORRIDORS OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE ON THE TERRITORY OF SW SLOVAKIA

Tibor Baranec, Ivana Žgančíková, Kristína Muráňová

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra botaniky, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tiber.baranec@uniag.sk

Abstrakt

V spoločenstvách nelesnej drevinovej vegetácie vo forme krovinatých pásov – biokoridorov v oblasti poľnohospodársky využívaných pôd na JZ Slovensku sa v dominantnom zastúpení vyskytujú druhy a spontánne krížence rodu *Prunus* L. Práca je zameraná na zhodnotenie variability autochtónnych taxónov rodu *Prunus* L. na modelovej lokalite v katastri obce Jelenec (okr. Nitra), ktoré tu tvoria výrazné lokálne populácie (*P. spinosa*, *P. × fruticans*, *P. × dominii*, *P. × fetchneri*). Hodnotili sa parametre morfológických charakteristík plodov, kôstok a semien, ktoré sú významné z hľadiska taxonómie. Výskyt *P. schurii* nebol zatiaľ potvrdený. Zistil sa výskyt invázneho druhu *P. cerasifera*, ktorý sa spontánne šíri na území JZ Slovenska.

Kľúčové slová: variabilita rodu *Prunus* L., *P. × fruticans*, *P. × dominii*, *P. × fetchneri*, biokoridor, Slovensko

Abstract

The species and spontaneous hybrids of the genus *Prunus* L. at the shrubby vegetation strips like biocorridors on the territory of agricultural landscape in SW Slovakia have been in dominant occurrence. The variability of the local populations of some autochthonous *Prunus* L. taxa (*P. spinosa*, *P. × fruticans*, *P. × dominii*, *P. × fetchneri*) on the territory of the cadaster of Jelenec village (distr. Nitra) was evaluated. Taxonomically important morphological features on the fruits, kernels and seeds were measured. The occurrence of *P. × schurii* has not been confirmed yet. The occurrence of the invasive plum species *P. cerasifera* has been noted.

Key words: variability of the genus *Prunus* L., *P. spinosa*, *P. fruticans*, *P. × dominii*, *P. × fetchneri*, biocorridor, Slovakia

ÚVOD

Jednou z významných zložiek krajinskej štruktúry, dôležitou z hľadiska životného prostredia človeka i ostatných organizmov, je nelesná drevinová vegetácia, ktorá je dôležitá nielen z hľadiska zachovania biodiverzity, ale má existenčný význam pre mnohé druhy rastlín, živočíchov a celých biocenóz, nakoľko výrazne posilňuje ekologickú stabilitu krajiny.

Biokoridory sú dôležitým krajinným prvkom poľnohospodárskej krajiny podieľajúce sa na zachovaní celkovej diverzity krajiny. V súčasnosti ich vnímame ako výsledok fragmentácie prirodzených biotopov (Baranec a kol., 2009). Dominantné zastúpenie má rod *Prunus* L. (slivka, resp. trnka), druhovo rozsiahly a hospodársky významný rod so značnou morfológickou variabilitou (Bortiri, 2006).

Autochtónne populácie rodu *Prunus* L. v strednej Európe predstavuje *Prunus spinosa* L. s. l. – slivka trnková, tvoriaca dôležitú skupinu biotopov – trnkové kriačiny, ktoré zaraďujeme do asociácie *Ligustro-Prunetum*, do zväzu *Berberdion* a do triedy *Rhamno-Prunetea*. Hlavnú zložku týchto kriačín tvorí *Prunus spinosa*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*, *Lig-*

trum vulgare (Ružičková, 1996). Trnky sú prevažne mezofylné a subxerofylné krovinovité výraznej fyziognómie, poskytujúce biotopy a biokoridory pre viacero živočíchov. Nakoľko na Slovensku absentujú práce, ktoré sa zaoberajú týmto druhom v nadväznosti na analýzu generatívnej reprodukcie (Rybníková a kol., 2009), pokúsili sme sa zhodnotiť variabilitu vybraných nothotaxónov *Prunus spinosa*, t.j. *Prunus × dominii*, *Prunus × fruticans*, *Prunus × fetchneri*, ktoré sú súčasťou biokoridorov nachádzajúcich sa na okrajoch poľnohospodársky využívaných pôd, na okraji lesov a v blízkosti viníc na modelovej lokalite v katastri obce Jelenec (okr. Nitra).

MATERIÁL A METODIKA

Materiál – kôstkovice taxónov trnky sme získavali v katastrálnom území obce Jelenec (obr. 1, 2 vo farebnej prílohe), odberom počas vegetačného obdobia september–november 2010 (minimálne 40 plodov z každého jedinca), kde sme vybrali tri lokality, resp. fragmenty biokoridorov, na ktorých bol

zaznamenaný výskyt taxónov rodu *Prunus* L.:

1. lokalita Kalica – *Prunus spinosa*, *Prunus* × *fruticans*, *Prunus* × *fetchneri*, *Prunus* × *dominii*,
2. lokalita Nad rybníkom – *Prunus spinosa*, *Prunus* × *fruticans*, *Prunus* × *dominii*,
3. lokalita Pri rybníku – *Prunus* × *fruticans*.

Pri hodnotení variability morfológických znakov na kôstkoviciach druhu *Prunus spinosa* a jeho hybridov (*Prunus* × *fruticans*, *Prunus* × *dominii*, *Prunus* × *fetchneri*) sme využili metodické postupy, ktoré uplatnili vo svojich prácach Baranec (1996), Baranec a kol. (1997) a Eliáš (2004), pričom sme sledovali:

- tvorbu plodov: počas vegetačného obdobia september–november 2010 (náhodný výber 40 plodov z každého jedinca).

Na plodoch sme zisťovali nasledovné parametre:

- hmotnosť plodov v g, dĺžku a šírku v mm, hmotnosť kôstok v g, dĺžku, šírku a hrúbku kôstok v mm (obr. 1).

Hmotnosť plodov sme zisťovali vážením na elektronických váhach KERN 440 – 45N, hmotnosť kôstok bola zisťovaná vážením až po odstránení oplodia a po následnom vysušení

Dĺžku, šírku plodov ako aj dĺžku, šírku a hrúbku kôstok sme zisťovali použitím posuvného meradla. Všetky získané parametre sme zaznamenali do tabuliek a následne štatisticky vyhodnotili.

Hlavné parametre skúmaného materiálu a zisťovanie dôležitých morfológických znakov:

- *hmotnosť plodov (g)* – sme zisťovali vážením na elektronických váhach KERN 440 – 45N,
- *priemerná šírka plodov (mm)* – bola zisťovaná meraním pomocou posuvného meradla s presnosťou $\pm 0,2/100$ mm,
- *priemerná dĺžka stopky (mm)* – na zisťovanie bolo použité dĺžkové meradlo,

- *priemerná hmotnosť kôstok (g)* – po odstránení oplodia a vysušení kôstok sa hmotnosť zisťovala vážením na elektronických váhach KERN 440 – 45N,
- *priemerná dĺžka, šírka a hrúbka kôstok (mm)* – zisťovala sa pomocou dĺžkového meradla,
- *priemerná hmotnosť semena (g)* – zisťovali sme vážením na elektronických váhach KERN 440 – 45N.

Pre všetky parametre sme určili štandardné charakteristiky popisnej štatistiky. Zistené parametre sme spracovali vo forme tabuliek v programe Excel 2007 a štatistické vyhodnotenie bolo v programe STATGRAPHICS Plus for Windows Version 4.

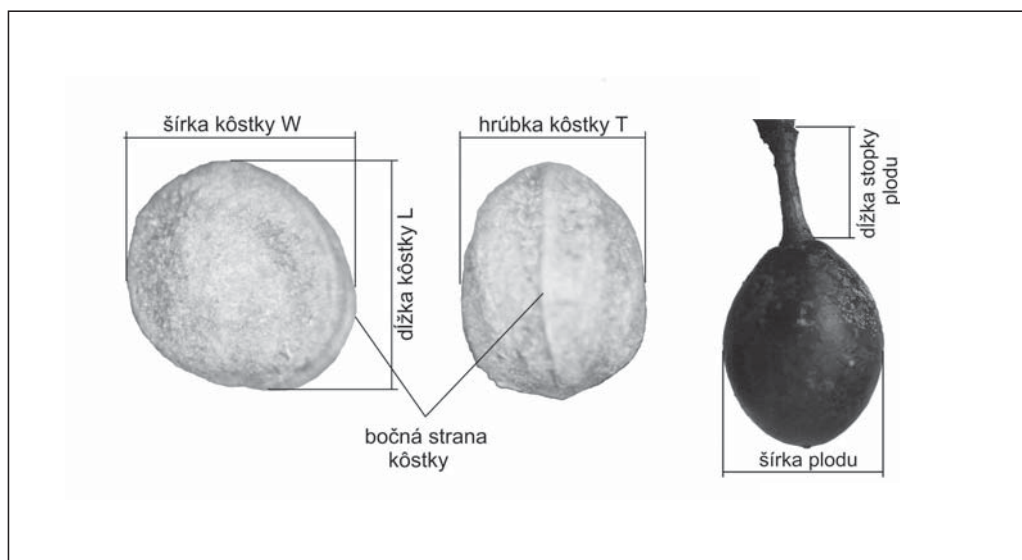
Priemerná, maximálna, minimálna hodnota, smerodajná odchýlka ako aj koeficient variability (cv %) bola stanovená pre každý sledovaný morfológický znak. Na porovnanie premenlivosti znaku v závislosti od druhu boli použité hodnoty variáčného koeficientu.

Na základe zistených hodnôt koeficientov variability sme stanovili nízku ($cv < 10\%$), normálnu ($cv = 10\text{--}20\%$) a vysokú variabilitu ($cv > 25\%$) (Hubner a Wissemann, 2004, tab. 1).

Charakteristika analyzovaného územia Jelenec

Katastrálne územie obce Jelenec sa nachádza v Nitrianskom kraji (okr. Nitra) a tvorí súčasne aj jednu územno-technickú jednotku. Tvarovo predstavuje nepravidelný útvar predĺžený v severo-západnom a juho-východnom smere.

Z hľadiska geografického je územie obce Jelenec v širšej súvislosti začlenené do morfológických útvarov – Podunajská nížina a pohorie Trábeč. Podunajskú nížinu reprezentujú 2 typologické podjednotky – roviny a pahorkatiny. Z hľadiska geokologického, kataster obce leží v oblasti sprašových pahorkatín s hnedozemami až illimerizovanými pôdami a v oblasti karpatských predhorí s dubinou. Na úpätí južných svahov pohoria Trábeč výrazne prevládajú vinohrady a sady, ktoré prechádzajú do lesostepnej krajiny v submontánnom stupni,



Obr. 1 Merané parametre na kôstkach a plodoch

Tab. 1 Koefficienty variability sledovaných morfológických znakov

| cv % | Kalica | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|---------------|
| | Hmotnosť plodu | Dĺžka stopky | Dĺžka plodu | Šírka plodu | Hmotnosť kôstky | Dĺžka kôstky | Šírka kôstky | Hrúbka kôstky |
| <i>P. × spinosa</i> | 16,88% | 22,66% | 6,14% | 6,03% | 30,26% | 7,52% | 8,80% | 8,88% |
| <i>P. × dominii</i> | 13,72% | 19,39% | 4,99% | 6,20% | 10,39% | 5,27% | 6,92% | 6,68% |
| <i>P. × fruticans</i> | 15,95% | 17,03% | 3,94% | 4,05% | 6,29% | 6,18% | 6,45% | 8,26% |
| <i>P. × fetchneri</i> | 14,94% | 16,84% | 6,16% | 6,31% | 14,67% | 5,11% | 6,51% | 7,24% |
| Nad rybníkom | | | | | | | | |
| <i>P. × spinosa</i> | 19,89% | 18,32% | 6,78% | 6,30% | 7,38% | 7,85% | 8,68% | 6,69% |
| <i>P. × dominii</i> | 34,52% | 18,99% | 5,78% | 6,54% | 32,53% | 7,55% | 12,90% | 4,93% |
| <i>P. × fruticans</i> | 33,24% | 16,49% | 7,10% | 7,87% | 12,02% | 4,85% | 5,48% | 7,20% |
| Pri rybníku | | | | | | | | |
| <i>P. × fruticans</i> | 12,54% | 15,72% | 5,62% | 5,43% | 9,31% | 5,56% | 6,35% | 8,18% |

Nízka variabilita (cv < 10%), normálna variabilita (cv = 10–20%), vysoká variabilita (cv > 25%) (Hubner a Wissemann, 2004).

kde už dominujú rekreačné oblasti a lesy. Na území katastra obce Jelenec prevládajú hnedozeme.

Katastrálnym územím obce Jelenec prechádzajú dva prírodné ekologicky významné prvky:

- nadregionálny biokoridor a biocentrum lesný komplex Trábeč,
- regionálny biokoridor Jelenský potok.

Taxonomická štruktúra *Prunus spinosa* L. s. l.

Prunus spinosa L. – slivka trnková (trnka)

Bertová (1992) charakterizuje trnku (obr. 3 vo farebnej prílohe) ako druh veľmi premenlivý vo výške a tvare koruny, hustote ochlpenia, tvare a veľkosti korunných lupienkov, kôstkovíc a listov, na základe čoho bolo opísaných mnoho nižších taxonomických jednotiek na úrovni poddruhov, variet a foriem. Bertová (1992) rozlišuje nasledovné autochtónne taxóny:

Prunus spinosa L.

- *Prunus spinosa* subsp. *spinosa* Domin
- *Prunus spinosa* subsp. *dasyphylla* (Schur) Domin
- *Prunus spinosa* subsp. *moravica* Domin
- *Prunus spinosa* subsp. *ovoideoglobosa* Domin
- *Prunus spinosa* subsp. *fetchneri* Domin
- *Prunus spinosa* var. *brachypoda* Borbás

Baranec (1990) rozlíšil nové taxóny pod provizórnymi menami a stručne charakterizoval nasledovné krížence s určitými morfológickými znakmi rodičovského druhu *Prunus spinosa* L. (s. s.):

- *Prunus × fruticans* Weihe (*P. spinosa* L. s. s. × *P. domestica* L.) (obr. 4, 5 vo farebnej prílohe),
- *Prunus × fetchneri* (Domin) Baranec, nom. ined. (*P. domestica* × *P. spinosa* s. s.),
- *Prunus × schurii* Baranec, nom. ined. (*P. dasyphylla* Schur ×

P. × fruticans Weihe),

– *Prunus × dominii* Baranec, nom. ined. (*P. spinosa* s. s. × *P. × fruticans* Weihe).

P. × fetchneri – karyologická a morfológická analýza ukázala, že sa jedná o kríženca s $2n = 40$, s niektorými morfológickými znakmi odlišnými od *P. spinosa* s. s. *P. × schurii* – na základe morfológických znakov možno uvažovať o hybridnom pôvode prostredníctvom *P. × fruticans* a *P. dasyphylla*. *P. × dominii* – diagnostické znaky sú podobné ako pre *P. × schurii*, avšak chýba odenie, čo nasvedčuje o hybridizácii *P. × fruticans* a *P. spinosa* s. s. (Baranec, 1990). Taxonomicko-nomenklatórické otázky *P. spinosa* L. s. l. sa budú riešiť v ďalších príspevkoch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Využitím uvedených metód hodnotenia variability morfológických znakov taxónov rodu *Prunus* na úrovni lokálnych populácií boli získané nasledovné výsledky.

Hmotnosť plodov: Pri taxónoch skúmaných na lokalite Nad rybníkom bola variabilita v hmotnosti plodov vysoká. Najvyššia variabilita bola zistená u taxónu *P. × dominii* (34,53 % – lokalita Nad rybníkom) a najnižšiu variabilitu vykazuje *P. × fruticans* (13,72 % – lokalita Kalica). V hmotnosti plodov neboli zaznamenané preukazné rozdiely medzi taxónmi *P. spinosa*, *P. × dominii*, *P. × fruticans*, nachádzajúcich sa vo všetkých troch skúmaných oblastiach. Najvyššie priemerné hodnoty sme zistili u taxónu *P. × fetchneri* (5,87 g – lokalita Kalica).

Dĺžka stopky: V dĺžke stopky neboli zaznamenané preukazné rozdiely u sledovaných taxónov. Najvyššia variabilita pri dĺžke stopky bola zistená pri taxóne *P. spinosa* (lokalita Kalica) a nízku variabilitu sme nezaznamenali u žiadneho sledovaného taxónu. Maximálna dĺžka bola zistená pri *P. × dominii* (1mm – lokalita Nad rybníkom) a minimálna dĺžka stopky bola 0,5 mm u *P. × fruticans* (lokalita Nad rybníkom) – graf 1.

Šírka a dĺžka plodu: Šírka plodu dosahuje pri všetkých sledovaných taxónoch nízku variabilitu. Najvyššiu maximálnu šírku dosiahli plody *P. × fetchneri* (23,87 mm – lokalita Kalica) a najnižšiu minimálnu šírku plody *P. × dominii* (9,04 mm – lokalita Nad jazerom), *P. × fruticans* (9,29 mm – lokalita Nad jazerom) a *P. spinosa* (9,92 mm – lokalita Kalica). Pri dĺžke plodu sme zaznamenali nízku variabilitu plodov pri sledovaných taxónoch okrem taxónu *P. × fruticans*, pri ktorom bola zaznamenaná normálna variabilita – graf 2, 3.

Hmotnosť kôstky: Najvyššia variabilita v hmotnosti kôstky bola zistená pri *P. × dominii* (32,53 % – lokalita Nad jazerom). Pri všetkých ostatných skúmaných taxónoch bola zaznamenaná nízka variabilita. Najnižšia variabilita sa zistila pri *P. × fruticans* (6,29 % – lokalita Kalica). Maximálne hodnoty hmotnosti kôstok sa pohybovali od 0,31 g (*P. dominii* – lokalita Pod lesom) do 0,56 g (*P. × fetchneri* – lokalita Kalica). Minimálne hodnoty kolísali v rozmedzí od 0,10 g (*P. × dominii* – lokalita Kalica) do 0,38 g (*P. × fetchneri* – lokalita Kalica) – graf 4.

Dĺžka, šírka a hrúbka kôstky: Pre všetky sledované taxóny bola zaznamenaná nízka variabilita v dĺžke kôstky (4,85–7,85 %). Pri šírke kôstky neboli preukazné rozdiely vo variabilite, taktiež bola zaznamenaná nízka variabilita (5,48–8,80%). Nízku variabilitu sme zaznamenali aj pri analýze hrúbky kôstky (4,93–8,88%) – graf 5, 6, 7.

Hmotnosť semena: Maximálna hmotnosť pre všetky sledované taxóny bola 0,09g – graf 8.

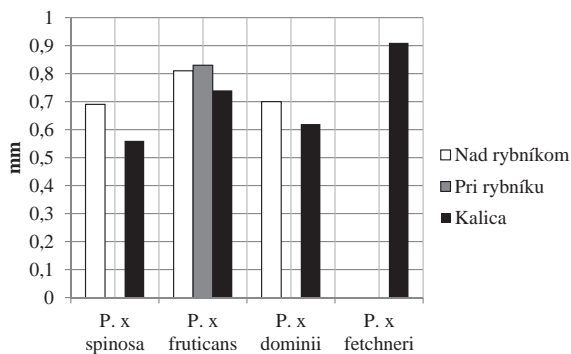
Problematikou variability uvedených morfológických znakov len pre taxón *P. × fruticans* sa zaoberala Rybníková a kol. (2010) a Muráňová a kol., 2011, ktorí zistili na iných lokalitách podobnú variabilitu sledovaných morfológických parametrov.

ZÁVER

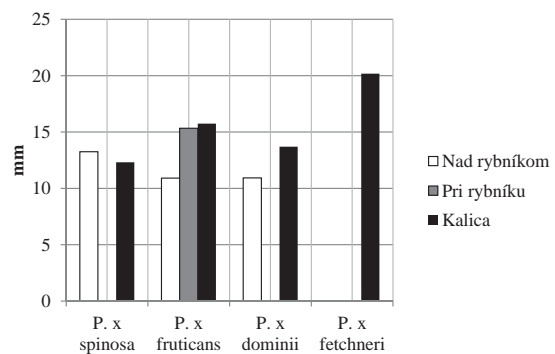
V práci sme sa zaoberali morfológickými znakmi vybraných autochtónnych taxónov rodu *Prunus* L. Pomocou štatistickej analýzy sme vyhodnotili priemerné hodnoty sledovaných znakov ako aj variabilitu sledovaných taxónov.

Najpremenlivejším taxónom zo všetkých sledovaných bol *Prunus × dominii* (lokalita Nad rybníkom), u ktorého sme zaznamenali najvyššie koeficienty variability v sledovaných znakoch (hmotnosť plodu, hmotnosť kôstky, šírka kôstky).

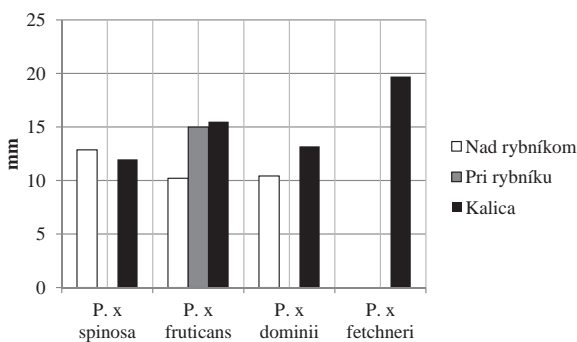
Štatisticky preukazné rozdiely v homogénnosti (hodnotené na hladine významnosti 99%) vo viacerých sledovaných znakoch sme zaznamenali pri taxóne *Prunus × fetchneri*. Preukazné, nepreukazné rozdiely z hľadiska homogénnosti ako aj vysoká či nízka variabilita jednotlivých taxónov môže byť ovplyvnená predovšetkým geneticky.



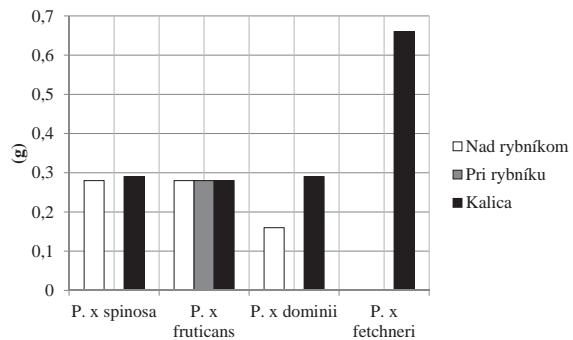
Graf 1 Priemerná dĺžka stopky (mm)



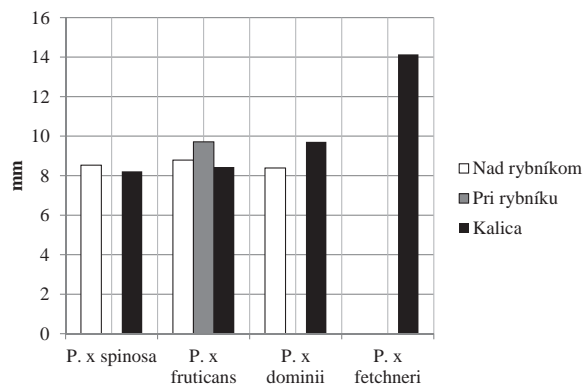
Graf 2 Priemerná dĺžka plodu (mm)



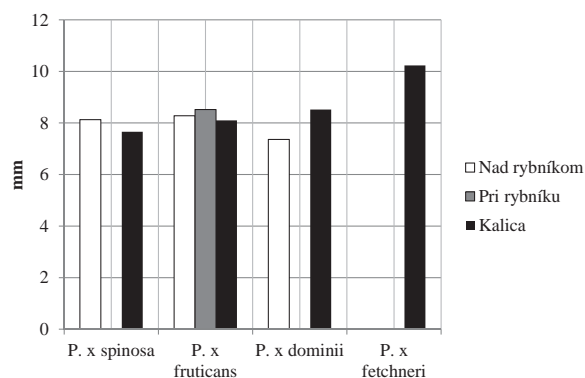
Graf 3 Priemerná šírka plodu (mm)



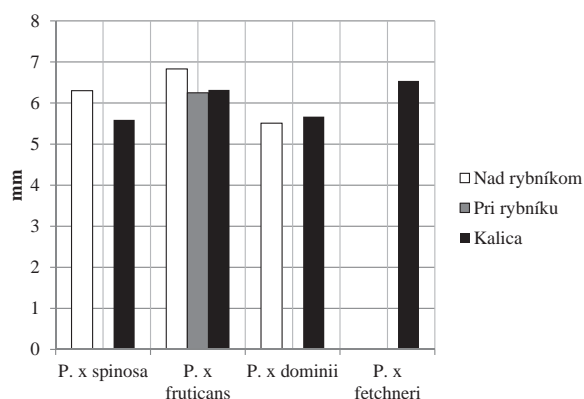
Graf 4 Priemerná hmotnosť kôstky (g)



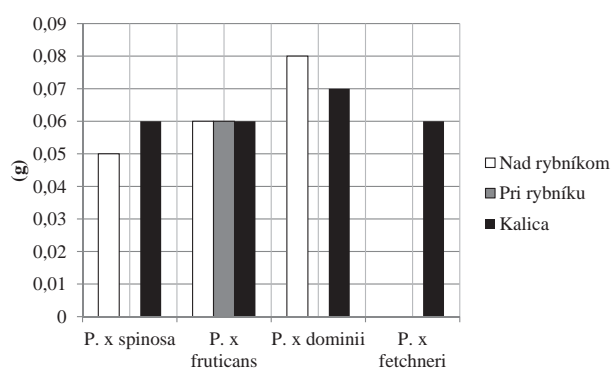
Graf 5 Priemerná dĺžka kôstky (mm)



Graf 6 Priemerná šírka kôstky (mm)



Graf 7 Priemerná hrúbka kôstky (mm)



Graf 7 Priemerná hmotnosť semena (g)

PodĎakovanie

Práca vznikla podporou grantovej agentúry MŠ SR VEGA projektu č. 1/0779/11.

LITERATÚRA

- Baranec, T. (1990): Nové spontánne krížence rodu *Prunus* L. pre Česko-Slovensko. In Dendrologická sdelení, roč. 34, s. 38–40.
- Baranec, T., Ikrényi, I., Eliáš, P. ml., Lukáčik, I., Parvanov, M. (2009): Štruktúra niektorých typov biokoridorov v poľnohospodárskej krajine. In Strom a květina – súčasť života. Průhonice, VÚKOZ, v. v. i., 4.–5. září 2009, s. 115–118.
- Bertová, L. (1992): Flóra Slovenska IV/3. Bratislava, VEDA, 566 s., ISBN 80-224-0077-7.
- Bortiri, E., Heuvel Vanden, B., Potter, D. (2006): Phylogenetic analysis of morphology in *Prunus* reveals extensive homplasy. Plant systematics and evolution, vol. 259, p. 53–71, ISSN 0378-2697,1615-6110.
- Hubner, S., Wissemann, V. (2004): Morphometrische

Analysen zur Variabilität von *Prunus spinosa* L. Populationen (*Prunoideae*, *Rosaceae*) im Mittleren Saaleetal, Thüringen. Forum Geobotanicum, vol. 1, p. 19–51, ISSN 1867-9315.

- Muráňová, K., Ďurišová, L., Ferus, P., Bežo, M., Baranec, T. (2011): Morfometrická a cytometrická charakterizácia genotypov *Prunus x fruticans* z okrajových zón agrobiocenóz. Acta fytotechnica et zootechnica, vol. 14, no. 2, s. 32–36.
- Ružičková, H., Halada, L., Jedlička, L., Kalivodová, E. (1996): Biotopy Slovenska. Bratislava, Ústav krajinskej ekológie SAV, 147 s., ISBN 80-967527-3-1.
- Rybnikarová, J., Baranec, T., Ďurišová, L. (2009): Predbežné výsledky štúdia reprodukčnej biológie *Prunus spinosa* agg. Acta Pruhoniana, č. 93, s. 5–9.
- Rybnikarová, J., Muráňová, K., Baranec, T., Ďurišová, L., Ikrényi, I. (2010): Variabilita vybraných reprodukčných ukazovateľov *P. x fruticans* rastúceho v poľnohospodárskej krajine. In Eliáš, P. [ed.]: Starostlivosť o biodiverzitu vo vidieckej krajine, Zborník príspevkov z vedeckej konferencie, Nitra [in press].

Rukopis doručen: 10. 8. 2011

Přijat po recenzi: 31. 8. 2011

ANALÝZA HRŮBKOVEJ ŠTRUKTÚRY PROVENIENČNÉHO POKUSU BOROVICE LESNEJ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) V ARBORÉTE BOROVÁ HORA ZA ROKY 2000–2009

THICKNESS STRUCTURE ANALYSIS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) PROVENANCE EXPERIMENT IN BOROVÁ HORA ARBORETUM IN YEARS 2000–2009

Ivan Lukáčik, Michal Bugala, Peter Milý

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Katedra pestovania lesa, T. G. Masaryka 2117/24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, lukacik@vsld.tuzvo.sk, bugala@vsld.tuzvo.sk

Abstrakt

Úlohou predkladanej práce bolo vyhodnotiť podrobné informácie o vývoji hrúbky a hrúbkovej štruktúry provenienčného pokusu borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) založeného v roku 1965 v Arboréte Borová hora za roky 2000–2009. Materiál a metodika hodnotenia meraných znakov bola spracovaná tak, aby bola zachovaná nadväznosť a porovnateľnosť predchádzajúcich meraní a výsledkov. Hodnotených bolo celkovo 41 proveniencií borovice lesnej, z toho 35 z oblasti borovice lesnej severskej a 6 z oblasti borovice lesnej horskej, v rámci ktorých bolo vylíšených 8 klimotypov. Z dosiahnutých výsledkov vyplývalo, že priemerná hodnota hrúbky v roku 2009 v rámci celého pokusu bola 23,3 cm a sledovaná veličina zaznamenala od posledného merania nárast v priemere o 4 cm. Zo všetkých proveniencií sa ako najprogressívnejšia ukázala proveniencia 230 pôvodom z lokality Jamaň, z oblasti bývalého ZSSR, ktorá v roku 2009 dosiahla najvyššiu priemernú hrúbku, a nárast od posledného merania v roku 2000 až 7,6 cm. Na základe testovania štatistickej závislosti medzi priemernou hrúbkou a jednotlivými klimatypmi sa potvrdil štatisticky významný vplyv klimotypu na sledovanú veličinu.

Kľúčové slová: borovica lesná, *Pinus sylvestris* L., hrúbková štruktúra, proveniencia, klimatyp

Abstract

The task of the paper was to evaluate the detailed information on thickness development and thickness structure of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) provenance experiment, established in the year 1965 in Borová hora Arboretum, over the period 2000–2009. The material and evaluation of biometric characteristics methodology were processed so that it was ensured continuity with previous measurements. Total of 41 Scots pine provenances were evaluated (8 climatic types), of which 35 were from the area of Nordic Scots pine (*Pinus sylvestris* L. *septentrionalis*) and 6 from the area of Mountain Scots pine (*Pinus sylvestris* L. *montana*). According to the results of this paper, the average thickness value for all experiments was 23.3 cm in year 2009 and from last measuring the thickness increased in average about 4 cm. As the most progressive the provenance 230 from the locality Jamaň (former UdSSR) has proved, which in year 2009 achieved the biggest average thickness (increase from last measuring in year 2000 up to 7.6 cm). On the basis of testing statistical dependence between the average thickness and climatic types, it was confirmed a statistically significant effect of the climatic types on thickness.

Key words: Scots pine, *Pinus sylvestris* L., thickness structure, provenance, climatic type

ÚVOD

Jednou z významných súčastí lesníckeho a biologického výskumu je aj výskum premenlivosti drevín. Ako podklad pre štúdium slúžia poznatky, ktoré boli získané hlavne z oblasti genetiky a šľachtenia. Základnou bázou štúdia premenlivosti lesných drevín sú provenienčné pokusy. Tieto sa v súčasnom období považujú za základ pre posúdenie komplexu príčin spojených so znečistením životného prostredia, ako aj skupiny edafických a klimatických prvkov. Každý provenienčný pokus v sebe zahŕňa rôzne proveniencie prirodzeného pôvodu, pričom musí platiť zásada, že jednotlivé pôvody rastú v porovnateľných podmienkach.

Provenienčný výskum ktorejkoľvek dreviny by mal zahŕňať celý jej areál. Celkový západovýchodný a severo-južný trend je pri malých areáloch možné zachytiť už na 10–15 prove-

nienciách, ktoré musia byť vhodne rozmiestnené. Je však potrebné zohľadňovať aj odchýlky spôsobené vplyvom kontinuitnej a diskontinuitnej premenlivosti. Pri druhoch s malým areálom sa preto v takomto prípade vyžaduje 20–30 proveniencií a pri druhoch s veľkým areálom 50–100 proveniencií (Paule, 1992).

Cieľom každého provenienčného výskumu je získať informácie najmä o genetickej a geografickej premenlivosti daného druhu a evolučných trendoch v závislosti od podmienok prostredia. Získané výsledky môžu byť vhodným podkladom pre selekciu najlepších proveniencií pri zakladaní nových porastov (Sarvašová, 2009), určenie smeru a hraníc možného prenosu semena ako aj získať materiál vhodný pre ďalšie šľachtenie.

MATERIÁL A METODIKA

Základný materiál na štúdium premenlivosti borovice lesnej sa získal v Arboréte Borová hora. Na ploche arboréta sa nachádza provenienčný pokus predmetného taxónu z rôznych lokalít jeho prirodzeného rozšírenia. Arborétum Borová hora, je vedecko-pedagogickým pracoviskom Technickej univerzity vo Zvolene. Jeho zbierky slúžia pre pedagogickú, vedecko-výskumnú a kultúrno-osvetovú prácu a svojím zameraním významne prispievajú k záchrane a zachovaniu autochtónnych druhov drevín v ich širokej vnútrodruhovej a geografickej premenlivosti.

Sústreďujú sa tu predovšetkým dreviny pôvodne rastúce v prirodzených lesoch Slovenska, pričom významné populácie a vzácne formy sa generatívne a vegetatívne rozmnožujú a v arboréte archivujú ako vzácny genofond. Takéto zameranie zbierok je dôležité nielen z hľadiska štúdia premenlivosti drevín, zachovania ich biologickej diverzity, ale aj ich ďalšieho uplatnenia pri tvorbe estetického životného prostredia a následných šľachtiteľských prácach (Lukáčik et al., 2005).

Arborétum Borová hora sa nachádza 3 km severne od centra Zvolena, medzi 48°35'42'' až 48°36'06'' sev. zem. šírky a 19°07'58'' až 48°36'06'' vých. zem. dĺžky. Rozprestiera sa na juhovýchodných výbežkoch Zvolenskej pahorkatiny, ktorá je jednou z geomorfologických jednotiek Zvolenskej panvy. Územie má pahorkatinný charakter s rozpätím nadmorských výšok od 290 m do 377 m. Z expozícií prevažuje S-SSZ (81 %), menším percentom sú zastúpené J-JZ (10 %), Z-SZ (3 %) a rovina (6 %). Sklon terénu na niektorých miestach dosahuje až 50° (Labanc, Čížová, 1993).

Hlavným pôdotvorným substrátom územia sú svahoviny tufického materiálu s prímiesou sprašovej hlíny, prípadne kremítých štrkov. V západnej a severozápadnej časti sú to travertíny alebo svahoviny travertínu s prímiesou spraše alebo kremítých štrkov. V severnej rovinatej časti tvoria pôdotvorné substráty prevažne stredo-zrnité náplavy riek Hron.

Klimatické pomery sú charakterizované skutočnosťou, že Zvolen klimaticky patrí do teplej oblasti a okrsku teplého, mierne vlhkého, s chladnou zimou. Základné klimatické charakteristiky podľa dlhodobých priemerov, zistených z hodnôt meraných priamo v arboréte v rokoch 1978–2008, sú:

- priemerná ročná teplota + 8,8 °C,
- priemerná teplota vo vegetačnom období + 15,6 °C,
- priemerný ročný úhrn zrážok 640 mm,
- priemerný úhrn zrážok vo vegetačnom období 399 mm.

Semeno bolo získané prevažne z krajín bývalého ZSSR. Výsevy sa uskutočnili v objekte výskumnej stanice v Opočne v roku 1961. Vo veku dvoch rokov sa semenáčky borovice preškôľkovali v Arboréte Sofronka v Plzni. V Arboréte Borová hora boli vysadené v roku 1965 v radových výsadbách po 20 kusov z každého pôvodu, v spone 2 × 2 m. Základom výsadiieb bola ich presná evidencia. Táto je založená na princípe evidenčných jednotiek, ktoré sú označené samostatným evidenčným číslom. Pod evidenčným číslom sa rozumie každá položka, ktorá je predmetom samostatného pozorovania a vyhodnocovania.

Celý provenienčný pokus zahŕňal 510 jedincov. Pôvodne bolo na ploche vysadených 46 pôvodov. Vzhľadom k tomu, že k 5 pôvodom neboli relevantné informácie, tieto boli z hodnotenia vylúčené. Od roku 1970 sa preto vyhodnocovalo 41 pôvodov borovice lesnej, ktoré predstavujú 35 pôvodov z oblasti *borovice lesnej severskej* a 6 z oblasti *borovice lesnej horskej*. Jednotlivé pôvody sú na ploche arboréta vysadené v postupnosti podľa zemepisnej dĺžky v smere od východu na západ.

Metodika je založená na získavaní informácií a údajov o jednotlivých pôvodoch borovice lesnej. Tieto je nutné vyhodnocovať tak, aby bolo možné získané výsledky porovnať s výsledkami, ktoré sa získali už v minulosti.

Hrúbka stromu patrí medzi základné dendrometrické veličiny, pomocou ktorej je možné stanoviť objem stromu a od jej veľkosti významne závisí úžitková hodnota stromu. S hrúbkou stromu úzko súvisí aj hrúbkový prírastok, definovaný ako periodická činnosť kambia, ktorou sa každoročne po celom obvode kmeňa i konárov stromu vytvára smerom dovnútra nová vrstva dreva a smerom navonok nová vrstva lyka a kôry. Na priečnom reze sú takto vytvorené nové vrstvy dreva pomerne dobre viditeľné ako ročné kruhy o určitej šírke (Šmelko, 2007). Najmä pri borovicových porastoch existujú populácie, ktoré majú aj vo vyššom veku nadpriemerný hrúbkový prírastok (Šmelko et al., 1992).

Meranie hrúbok sa vykonávalo pomocou milimetrovej, taxačnej priemerky. Hrúbky sa na každom strome merali vo výške $d_{1,3}$ s presnosťou 0,01 cm. Postup merania sa vykonával na základe schválených postupov používaných v praxi hospodárskej úpravy lesov. Z nameraných hodnôt sa vypočítali priemerné hodnoty pre každú provenienciu a klimatyp. Následne sa vypočítali základné štatistické charakteristiky (smerodajná odchýlka, variačný koeficient). Pri vyhodnocovaní hrúbok sa namerané hodnoty spracovali v softvérovom programe STATISTICA 9, v ktorom sa vykonala jednofaktorová analýza variancie, pomocou ktorej sa otestoval vplyv klimatypov na dosiahnutú hrúbku.

VÝSLEDKY

Vyhodnotenie hrúbky ($d_{1,3}$) jednotlivých proveniencií v roku 2009

V rámci provenienčného pokusu borovice lesnej v Arboréte Borová hora sa vykonávalo meranie hrúbok systematicky v rokoch 1970, 1975, 1980 a 1985. Ďalšie meranie sa uskutočnilo až v roku 2000. Meranie hrúbky $d_{1,3}$ v roku 2009 bolo teda šiestym v poradí.

V roku 2009 sa vyhodnocovalo 41 proveniencií. Na základe získaných údajov možno konštatovať nasledovné skutočnosti. Celkový hrúbkový rast si zachoval, podobne ako v roku 2000, väčšie kolísanie priemerných hrúbok v rámci jednotlivých pôvodov oproti celkovej priemernej hrúbke. Tá dosiahla hodnotu 23,2 cm.

Medzi pôvody s najväčšou priemernou hrúbkou patria pro-

Tab. 1 Základné údaje o archíve pôvodov borovice lesnej v Arboréte Borová hora

| Por. číslo | Číslo pôvodu | Pôvod | Lokalita | Severná zem. šírka | Východná zem. dĺžka | Nadmorská výška (m n. m.) | Počet jedincov | Evid. číslo |
|--------------|--------------|------------|--------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------|-------------|
| 1. | 4. | ZSSR | Šatrovo | 56°30′ | 64°48′ | 0–100 | 5 | 219 |
| 2. | 5. | ZSSR | Talica | 56°59′ | 63°40′ | 0–100 | 10 | 220 |
| 3. | 6. | ZSSR | Nižná Turá | 58°38′ | 59°51′ | 200–300 | 2 | 221 |
| 4. | 7. | ZSSR | Pavino | 59°07′ | 46°08′ | 150 | 13 | 222 |
| 5. | 8. | ZSSR | Galič | 58°21′ | 42°26′ | 150 | 8 | 223 |
| 6. | 9. | ZSSR | Moršansk | 53°26′ | 41°50′ | 150 | 6 | 224 |
| 7. | 10. | ZSSR | Jaroslavl | 57°25′ | 40°22′ | 150 | 12 | 225 |
| 8. | 11. | ZSSR | Podlesje | 48°37′ | 39°48′ | 150 | 6 | 226 |
| 9. | 12. | ZSSR | Pošehone | 58°30′ | 39°16′ | 150 | 7 | 227 |
| 10. | 13. | ZSSR | Voronež | 51°52′ | 39°16′ | 150 | 15 | 228 |
| 11. | 14. | ZSSR | Pereslavl | 56°42′ | 38°56′ | 150 | 7 | 229 |
| 12. | 15. | ZSSR | Jamaň | 52°25′ | 40°25′ | 150 | 4 | 230 |
| 13. | 16. | ZSSR | Uglič | 57°59′ | 38°20′ | 150 | 8 | 231 |
| 14. | 17. | ZSSR | Onega | 63°58′ | 38°00′ | 150 | 1 | 232 |
| 15. | 18. | ZSSR | Star Oskol | 51°18′ | 37°51′ | 150 | 8 | 233 |
| 16. | 19. | ZSSR | Šebekino | 50°25′ | 36°22′ | 150 | 8 | 234 |
| 17. | 20. | ZSSR | D. Lgovskij | 52°08′ | 35°02′ | 150 | 7 | 235 |
| 18. | 21. | ZSSR | Bielomorsk | 64°30′ | 34°50′ | 150 | 1 | 236 |
| 19. | 22. | ZSSR | Rylsk | 51°35′ | 34°20′ | 150 | 6 | 237 |
| 20. | 23. | ZSSR | Jampol | 51°57′ | 33°50′ | 150 | 8 | 238 |
| 21. | 24. | ZSSR | Gusevo | 56°07′ | 33°20′ | 108 | 5 | 239 |
| 22. | 25. | ZSSR | N. Severskij | 52°02′ | 33°15′ | 140 | 6 | 240 |
| 23. | 26. | ZSSR | Valdajsk | 57°59′ | 33°08′ | 140 | 8 | 241 |
| 24. | 27. | ZSSR | Ponizovje | 55°08′ | 31°05′ | 140 | 10 | 242 |
| 25. | 28. | ZSSR | Sortovala | 61°39′ | 30°40′ | 140 | 3 | 243 |
| 26. | 29. | ZSSR | Belyniči | 54°00′ | 29°40′ | 100–250 | 13 | 244 |
| 27. | 30. | ZSSR | S. Krasnije | 58°18′ | 29°10′ | 100–250 | 7 | 245 |
| 28. | 31. | ZSSR | Rossony | 55°53′ | 28°59′ | 100–250 | 14 | 246 |
| 29. | 32. | ZSSR | Olevsk | 51°05′ | 27°40′ | 100–250 | 12 | 247 |
| 30. | 33. | ZSSR | Uzda | 53°30′ | 27°30′ | 100–250 | 11 | 248 |
| 31. | 34. | ZSSR | Elva | 58°14′ | 26°30′ | 50 | 1 | 249 |
| 32. | 35. | ZSSR | Severobudsk | 50°10′ | 26°20′ | 250 | 13 | 250 |
| 33. | 36. | ZSSR | Slonim | 53°04′ | 25°18′ | 100–250 | 7 | 251 |
| 34. | 37. | ZSSR | Voronežskaja | 50°15′ | 40°20′ | 1300 | 12 | 252 |
| 35. | 38. | ZSSR | Kominska | 60°66′ | 48°64′ | 150 | 8 | 253 |
| 36. | 39. | Bulharsko | Devín | 41°40′ | 24°22′ | 1300 | 14 | 254 |
| 37. | 40. | Bulharsko | Tešel | 41°39′ | 24°18′ | 1 200–1 300 | 12 | 255 |
| 38. | 41. | Bulharsko | Küstendil | 42°08′ | 22°48′ | 1 500 | 10 | 256 |
| 39. | 42. | Maďarsko | Kunadcs | 47°01′ | 19°08′ | 0–100 | 9 | 257 |
| 40. | 43. | Španielsko | Lerida | 42°20′ | 01°30′ | 1 300–1 500 | 4 | 258 |
| 41. | 44. | Španielsko | Huesca | 42°44′ | 00°40′ | 1000 | 14 | 259 |
| Spolu | | | | | | | 335 | |

venencie číslo 230, 235, 252 a 233. Naopak k pôvodom s najmenšou hrúbkou patria proveniencie číslo 221, 241, 232 a 249.

Najväčšiu priemernú hrúbku v roku 2009 dosiahla proveniencia číslo 230 (oblasť Jamaň) s priemernou hodnotou 29,1 cm. Druhou priemerne najhrubšou bola proveniencia číslo 235 (D. Lgovskij) s hrúbkou 28,2 cm. Treťou provenienciou s najväčšou dosiahnutou priemernou hrúbkou je proveniencia 252 (Voronežskaja) – 27,9 cm.

Naopak najmenšia priemerná hrúbka v roku 2009 bola zaznamenaná u proveniencie číslo 221 (Nižná Turá), kde priemerná hodnota hrúbky v rámci pôvodu dosiahla len 17,9 cm. Ďalšími provenienciami v poradí s nízkou dosiahnutou priemernou hrúbkou sú proveniencie číslo 241 (Vladaj) s priemernou hodnotou hrúbky 18,4 cm a 232 (Onega), ktorej priemerná hrúbka dosiahla 18,5 cm.

Rozdiel medzi maximálnou a minimálnou priemernou hrúbkou v roku 2009 v rámci všetkých proveniencií je 11,2 cm. Graficky je priemerná hrúbka proveniencií v roku 2009 znázornená v grafe 1, pričom vodorovná čiara znázorňuje priemernú hodnotu hrúbky 23,3 cm.

Pre lepšie posúdenie kolísania hrúbok okolo priemernej hodnoty v rámci jednotlivých proveniencií možno použiť variačný koeficient. Tento dosahuje hodnoty od 3,1 % do 32,2 %. K provenienciám s najväčším kolísaním hrúbok okolo priemernej hodnoty patria proveniencie 227 (32,2 %), 245 (31,5 %), a 241 (31 %). Naopak najnižší variačný koeficient dosiahli pôvody 221 (3,1 %), 230 (3,9 %) a 239 (5,5 %). Pri proveniencii 221, u ktorej bola zaznamenaná celkovo najmenšia priemerná hrúbka, je aj variabilita hrúbky najnižšia z celého provenienčného pokusu (3,1 %).

Porovnanie zmien v priemernej hrúbke ($d_{1,3}$) jednotlivých proveniencií v rokoch 2000 a 2009

Pre lepšiu prehľadnosť sa jednotlivé priemerné hrúbky v rámci porovnávaných rokov zoradili do tabuľky 2 zostupne od najväčšej po najmenšiu hodnotu. Z hodnotených výsledkov vyplýva, že medzi najperspektívnejšie sa radí proveniencia 230. Táto dosiahla v roku 2009 najvyššiu priemernú hrúbku zo všetkých meraných pôvodov (29,18 cm). V roku 2000 bola

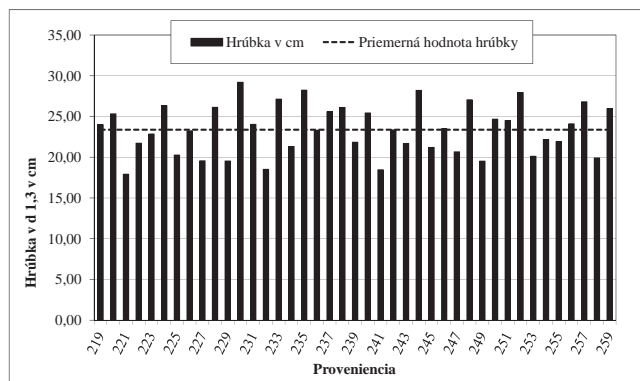
až deviatou v poradí najhrubších proveniencií s hodnotou 21,60 cm. V porovnaní so súčasnou priemernou hrúbkou je jej hrúbkový prírastok za obdobie deviatich rokov 7,58 cm. Druhou priemerne najhrubšou provenienciou v roku 2009 bola proveniencia 235, keď dosiahla priemernú hrúbku 28,21 cm. Táto proveniencia bola aj v roku 2000 druhou najhrubšou s priemernou hrúbkou 23,90 cm, pričom jej prírastok za posledné sledované obdobie dosiahol 4,31 cm. Relatívne slabší hrúbkový prírastok zaznamenala proveniencia 252. Táto mala v roku 2000 najvyššiu priemernú hodnotu hrúbky (24,70 cm), pričom v roku 2009 mala až štvrtú najväčšiu priemernú hrúbku (27,91 cm).

Pri porovnávaní proveniencií s najnižšou priemernou hrúbkou v rámci provenienčného pokusu možno konštatovať nasledovné skutočnosti. Pôvodom s najnižšou priemernou hodnotou v roku 2009 bola proveniencia 221, keď priemerná hrúbka bola len 17,90 cm. V roku 2000 bola priemerne druhou najnižšou s hrúbkou 15,30 cm. V roku 2009 bola zaznamenaná ako druhá s najnižšou priemernou hrúbkou 18,44 cm proveniencia 241 a jej celkový priemerný prírastok za deväť rokov bol len 1,4 cm.

Pri porovnaní veľkosti hodnôt variačného koeficienta možno konštatovať, že od posledného merania došlo v priemere k zníženiu celkového kolísania hodnôt okolo priemeru. Tento fakt je zjavný už pri porovnaní výšky hodnôt rozptylov v roku 2000 a 2009. Zatiaľ čo v roku 2000 bola najvyššia hodnota variačného koeficientu 40,6 % (pôvod 251), v roku 2009 bola najvyššia dosiahnutá hodnota variability 32,2 % (pôvod 227). Podobný klesajúci charakter má aj najnižšia hodnota variačného koeficientu. Zatiaľ čo v roku 2000 dosiahol kolísanie hodnôt svoju najnižšiu hodnotu pri 12,7 % (pôvod 237), v roku 2009 to bolo len 3,1 % (pôvod 221).

Zaujímavé je porovnanie maximálneho prírastku v rámci všetkých proveniencií v rozpätí rokov 2000–2009. Najvyšší priemerný hrúbkový prírastok v tomto období dosiahla proveniencia číslo 236. Výška prírastku tohto pôvodu je 9,3 cm, čo ho s jeho súčasnou priemernou hrúbkou 23,3 cm radí v hodnote celkovej priemernej hrúbky v roku 2009 medzi priemerné hodnoty prírastku. Najzaujímavejší je však fakt, že proveniencia 236 mala v roku 2000 v priemere najmenšiu hrúbku len 14,0 cm. Naopak najnižší priemerný prírastok v roku 2009 bol zaznamenaný pri spomínanej proveniencii 232. Pri zistení, že celkový priemerný prírastok hrúbky v roku 2009 bol 4,0 cm, možno konštatovať, že až dvadsať proveniencií dosiahlo túto hodnotu priemerného hrúbkového prírastku.

Pri porovnaní veľkosti hodnôt variačného koeficienta možno konštatovať, že od posledného merania došlo v priemere k zníženiu celkového kolísania hodnôt okolo priemeru. Tento fakt je zjavný už pri porovnaní výšky hodnôt rozptylov v roku 2000 a 2009. Zatiaľ čo v roku 2000 bola najvyššia hodnota variačného koeficientu 40,6 % (pôvod 251), v roku 2009 bola najvyššia dosiahnutá hodnota variability 32,2 % (pôvod 227). Podobný klesajúci charakter má aj najnižšia hodnota variačného koeficientu. Zatiaľ čo v roku 2000 dosiahol kolísanie hodnôt svoju najnižšiu hodnotu pri 12,7 % (pôvod 237), v roku 2009 to bolo len 3,1 % (pôvod 221).



Graf 1 Znárodnenie priemerných hrúbok jednotlivých proveniencií v roku 2009

Tab. 2 Základné štatistické charakteristiky (aritmetický priemer \bar{x} , smerodajná odchýlka s_x a variačný koeficient $v_x\%$) hrúbky jednotlivých pôvodov v rokoch 2000 a 2009

| Merania roky | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------|------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------|------------------|-------------|--------------|
| 2000 | | | | | 2009 | | | | |
| Číslo pôvodu | Počet jedincov (ks) | \bar{x}_i (cm) | s_x | $v_x\%$ | Číslo pôvodu | Počet jedincov (ks) | \bar{x}_i (cm) | s_x | $v_x\%$ |
| 252 | 12 | 24,70 | 4,67 | 18,90 | 230 | 4 | 29,18 | 1,14 | 3,92 |
| 235 | 10 | 23,90 | 3,47 | 14,51 | 235 | 7 | 28,21 | 3,36 | 11,90 |
| 244 | 16 | 23,50 | 5,41 | 22,96 | 244 | 13 | 28,18 | 4,54 | 16,11 |
| 250 | 15 | 23,20 | 4,61 | 19,80 | 252 | 12 | 27,91 | 3,71 | 13,28 |
| 248 | 14 | 23,10 | 5,29 | 22,90 | 233 | 8 | 27,11 | 6,39 | 23,56 |
| 259 | 16 | 23,00 | 6,87 | 29,86 | 248 | 11 | 27,03 | 4,35 | 16,08 |
| 237 | 12 | 22,10 | 2,81 | 12,71 | 257 | 9 | 26,79 | 5,89 | 21,99 |
| 224 | 7 | 21,90 | 5,87 | 26,80 | 224 | 6 | 26,32 | 6,84 | 25,98 |
| 230 | 5 | 21,60 | 4,66 | 21,57 | 228 | 15 | 26,11 | 4,34 | 16,64 |
| 257 | 15 | 21,60 | 6,09 | 28,20 | 238 | 8 | 26,09 | 3,50 | 13,42 |
| 233 | 16 | 21,30 | 5,99 | 28,12 | 259 | 14 | 25,94 | 6,49 | 25,03 |
| 228 | 18 | 21,20 | 4,57 | 21,55 | 237 | 6 | 25,57 | 3,11 | 12,15 |
| 240 | 11 | 20,60 | 3,55 | 17,23 | 240 | 6 | 25,42 | 4,26 | 16,74 |
| 254 | 15 | 20,60 | 3,69 | 17,90 | 220 | 10 | 25,31 | 5,75 | 22,70 |
| 246 | 16 | 20,50 | 5,57 | 27,80 | 250 | 13 | 24,65 | 6,07 | 24,64 |
| 220 | 12 | 20,30 | 5,46 | 26,89 | 251 | 7 | 24,47 | 5,69 | 23,25 |
| 219 | 11 | 20,00 | 4,75 | 23,75 | 256 | 10 | 24,08 | 5,79 | 24,04 |
| 242 | 12 | 20,00 | 4,27 | 21,35 | 231 | 8 | 24,01 | 2,99 | 12,46 |
| 238 | 15 | 19,90 | 6,20 | 31,15 | 219 | 5 | 23,98 | 2,69 | 11,21 |
| 232 | 1 | 19,00 | – | – | 246 | 14 | 23,49 | 5,47 | 23,28 |
| 251 | 13 | 19,00 | 7,73 | 40,60 | 242 | 10 | 23,34 | 2,78 | 11,91 |
| 256 | 15 | 18,70 | 7,46 | 39,80 | 236 | 1 | 23,30 | – | – |
| 234 | 16 | 18,50 | 3,53 | 19,08 | 226 | 6 | 23,23 | 5,23 | 22,50 |
| 231 | 15 | 18,30 | 5,55 | 33,32 | 223 | 8 | 22,83 | 4,74 | 20,77 |
| 247 | 17 | 18,20 | 5,37 | 29,50 | 254 | 14 | 22,14 | 3,71 | 16,74 |
| 245 | 11 | 18,10 | 5,19 | 28,67 | 255 | 12 | 21,89 | 5,12 | 23,40 |
| 255 | 15 | 18,00 | 4,64 | 25,70 | 239 | 5 | 21,82 | 1,22 | 5,57 |
| 226 | 11 | 17,90 | 4,20 | 23,46 | 222 | 13 | 21,70 | 4,35 | 20,04 |
| 222 | 16 | 17,70 | 4,36 | 24,63 | 243 | 3 | 21,67 | 6,52 | 30,11 |
| 223 | 14 | 17,20 | 4,18 | 24,30 | 234 | 8 | 21,29 | 3,90 | 18,34 |
| 253 | 15 | 17,20 | 4,31 | 25,00 | 245 | 7 | 21,19 | 6,69 | 31,59 |
| 229 | 13 | 17,10 | 4,03 | 23,56 | 247 | 12 | 20,65 | 4,82 | 23,35 |
| 239 | 10 | 17,10 | 3,54 | 20,70 | 225 | 12 | 20,25 | 6,03 | 29,79 |
| 243 | 7 | 17,10 | 5,78 | 33,72 | 253 | 8 | 20,10 | 2,18 | 10,85 |
| 241 | 12 | 17,00 | 4,00 | 23,52 | 258 | 4 | 19,90 | 2,29 | 11,52 |
| 225 | 11 | 16,90 | 4,47 | 26,48 | 227 | 7 | 19,54 | 6,30 | 32,24 |
| 258 | 11 | 16,60 | 4,34 | 26,14 | 229 | 7 | 19,51 | 4,37 | 22,40 |
| 249 | 5 | 16,40 | 2,88 | 17,56 | 249 | 1 | 19,50 | – | – |
| 227 | 13 | 15,40 | 4,94 | 32,07 | 232 | 1 | 18,50 | – | – |
| 221 | 5 | 15,30 | 2,21 | 14,49 | 241 | 8 | 18,44 | 5,72 | 31,00 |
| 236 | 4 | 14,00 | 3,46 | 24,71 | 221 | 2 | 17,90 | 0,57 | 3,16 |
| Priemer | 498 | 19,36 | 4,63 | 24,17 | | 335 | 23,38 | 5,93 | 19,04 |

Zaujímavé je porovnanie maximálneho prírastku v rámci všetkých proveniencií v rozpätí rokov 2000–2009. Najvyšší priemerný hrúbkový prírastok v tomto období dosiahla proveniencia číslo 236. Výška prírastku tohto pôvodu je 9,3 cm, čo ho s jeho súčasnou priemernou hrúbkou 23,3 cm radí v hodnotení celkovej priemernej hrúbky v roku 2009 medzi priemerné hodnoty prírastku. Najzaujímavejší je však fakt, že proveniencia 236 bola v roku 2000 priemerne najtenším pôvodom celkom s hrúbkou len 14,0 cm. Naopak najnižší priemerný prírastok v roku 2009 bol zaznamenaný pri spomínanej proveniencii 232. Pri zistení, že celkový priemerný prírastok hrúbky v roku 2009 bol 4,0 cm, možno konštatovať, že až dvadsať proveniencií dosiahlo túto hodnotu priemerného hrúbkového prírastku.

Vyhodnotenie hrúbky ($d_{1,3}$) podľa jednotlivých klimatyrov

Zoradenie proveniencií do jednotlivých klimatyrov sa vykonalo na základe zemepisnej dĺžky a zemepisnej šírky (Svoboda, 1953). V roku 1986 sa prvýkrát vyhodnocovali aj bulharské a španielske proveniencie, ktoré boli zaradené k horskému typu borovice lesnej. Jednotlivé pôvody sú zaradené do klimatyrov s označením podľa svojich čísel pôvodov, resp. evidenčnými číslami nasledovne:

Ukrajinský: 237, 238, 240, 244, 247, 248, 250, 215

Sarmatský: 226, 228, 230, 233, 234, 235

Baltický: 239, 241, 242, 245, 246, 249

Ruský: 222, 223, 224, 225, 227, 229, 231

Laponský: 232, 236, 243

Severský: 215, 219, 220, 221

Bulharský: 254, 255, 256

Španielsky: 258, 259

V tabuľke 3 sú jednotlivé proveniencie zoradené podľa prislúchajúcich klimatyrov, v rámci ktorých boli vypočítané základné štatistické charakteristiky ako priemerná hrúbka, smerodajná odchýlka a variačný koeficient za jednotlivé porovnávané roky a klimatyry.

Pri zhodnotení hrúbky v rámci jednotlivých klimatyrov je možné vylíšiť na dve základné oblasti, a to na severskú a horskú. Do severskej patria klimatyry ukrajinský, sarmatský, baltický, ruský, laponský a severský. V rámci tejto oblasti má

najvyššiu hodnotu priemernej hrúbky klimatyrov sarmatský (25,8 cm) a druhým v poradí je severský s priemernou hrúbkou 22,4 cm. Najmenšiu priemernú hodnotu hrúbky dosiahol klimatyrov laponský (21,1 cm).

V oblasti horských klimatyrov borovice lesnej boli hodnotené dva klimatyry, a to bulharský a španielsky. V rámci týchto dvoch sú rozdiely v priemernej hrúbke len minimálne, keď klimatyrov španielsky dosahuje priemernú hrúbku 22,9 cm a klimatyrov bulharský 22,7 cm.

Analýza štatistickej závislosti priemernej hrúbky v $d_{1,3}$ a klimatyrim

Pomocou programu STATISTICA boli hodnotené závislosti priemernej hrúbky a klimatyrov. Na vyhodnotenie sa použila jednofaktorová analýza rozptylu s nerovnakým počtom opakovaní. Analýza rozptylu v tomto prípade skúma vzťah medzi intervalovou premennou a jednou alebo viacerými nominálnymi premennými faktormi (Sheer, 2006).

Závislosť medzi priemernou hrúbkou a jednotlivými klimatyrim bola overovaná viacerými testami. Prvým aplikovaným testom bol jednorozmerný test významnosti pre hrúbku v $d_{1,3}$. Jeho výsledkom je potvrdenie štatistického vplyvu klimatyru na hrúbku s výslednou hodnotou hladiny významnosti $p = 0,000076$, čo možno interpretovať ako štatisticky veľmi vysoko významnú závislosť.

Ďalším testom, ktorým sa overoval vplyv klimatyrov na priemernú hrúbku, bol Duncanov test. Tento test vychádza z usporiadania výberových priemerov. Pri testovaní závislosti Duncanovým testom boli zaznamenané štatistické rozdiely pri porovnávaní hrúbky medzi klimatyrim ruský – sarmatský, ruský – ukrajinský, sarmatský – baltický a ukrajinský – baltický. Z výsledkov je zrejme, že pri klimatyroch sarmatsko – ukrajinskom je vzťah s hodnotou 0,011973 štatisticky významný a pri klimatyroch rusko – ukrajinskom je vzťah štatisticky veľmi vysoko významný, nakoľko dosiahol hodnotu 0,001154. Výsledky Duncanovho testu so zvýraznením štatisticky významných rozdielov sú uvedené v tab. 4.

Graficky je vplyv klimatyrov na priemernú hrúbku znázornený v grafe 2. Z grafického znázornenia je zrejme, že rozptyl hodnôt v 95 % intervale spoľahlivosti je vcelku vyrovnaný.

Výnimkou je klimatyrov laponský, ktorého rozpätie hodnôt

Tab. 4 Duncanov test vplyvu klimatyrov na dosiahnutú priemernú hrúbku

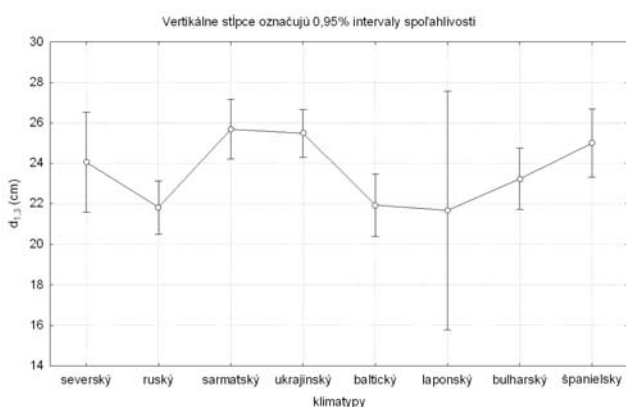
| Klimatyrov | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Severský | – | 0,773419 | 0,954932 | 0,970282 | 0,842066 | 0,996074 | 0,999320 | 0,998620 |
| Ruský | 0,773419 | – | 0,003068 | 0,001154 | 1,000000 | 1,000000 | 0,864828 | 0,067212 |
| Sarmatský | 0,954932 | 0,003068 | – | 0,999999 | 0,011973 | 0,900726 | 0,302557 | 0,998879 |
| Ukrajinský | 0,970282 | 0,001154 | 0,999999 | – | 0,006920 | 0,917752 | 0,283355 | 0,999778 |
| Baltický | 0,842066 | 1,000000 | 0,011973 | 0,006920 | – | 1,000000 | 0,934364 | 0,135849 |
| Laponský | 0,996074 | 1,000000 | 0,900726 | 0,917752 | 1,000000 | – | 0,999649 | 0,963790 |
| Bulharský | 0,999320 | 0,864828 | 0,302557 | 0,283355 | 0,934364 | 0,999649 | – | 0,786579 |
| Španielsky | 0,998620 | 0,067212 | 0,998879 | 0,999778 | 0,135849 | 0,963790 | 0,786579 | – |

Tab. 3 Základné štatistické charakteristiky (aritmetický priemer \bar{x} , smerodajná odchýlka s_x a variačný koeficient v_x %) hrúbok klimatypov v rokoch 2000 a 2009

| Klimatyp | Číslo proveniencie | 2000 | | 2009 | |
|------------|-----------------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| | | x_i (cm) | $x_i/s_x/v_x$ % | x_i (cm) | $x_i/s_x/v_x$ % |
| Ukrajinský | 237 | 22,1 | 21,21/2,52/11,92 | 25,6 | 25,50/2,24/8,78 |
| | 238 | 19,9 | | 26,1 | |
| | 240 | 20,6 | | 25,4 | |
| | 244 | 23,5 | | 28,2 | |
| | 247 | 18,2 | | 20,7 | |
| | 248 | 23,0 | | 27,0 | |
| | 250 | 23,2 | | 24,7 | |
| | 251 | 19,0 | | 26,5 | |
| Sarmatský | 226 | 17,9 | 20,73/2,20/10,60 | 23,2 | 25,86/3,03/11,73 |
| | 228 | 21,2 | | 26,1 | |
| | 230 | 21,6 | | 29,2 | |
| | 233 | 21,3 | | 27,1 | |
| | 234 | 18,5 | | 21,3 | |
| | 235 | 23,9 | | 28,2 | |
| | Baltický | 239 | | 17,1 | |
| 241 | | 17,3 | 18,4 | | |
| 242 | | 20,2 | 23,3 | | |
| 245 | | 18,1 | 21,2 | | |
| 246 | | 20,5 | 23,5 | | |
| 249 | | 16,4 | 19,5 | | |
| Ruský | | 222 | 17,7 | 17,70/2,04/11,50 | 21,7 |
| | 223 | 17,2 | 22,8 | | |
| | 224 | 21,9 | 26,3 | | |
| | 225 | 16,5 | 20,3 | | |
| | 227 | 15,4 | 19,5 | | |
| | 229 | 17,1 | 19,5 | | |
| | 231 | 18,1 | 24,0 | | |
| | Laponský | 232 | 19,0 | | 16,70/2,50/15,00 |
| 236 | | 14,0 | 23,3 | | |
| 243 | | 17,1 | 21,7 | | |
| Severský | 215 | 20,4 | 19,08/2,32/12,16 | – | 22,40/3,95/17,64 |
| | 3 | – | | – | |
| | 219 | 20,0 | | 23,98 | |
| | 220 | 20,3 | | 25,3 | |
| | 221 | 15,6 | | 17,9 | |
| | 2 | – | | – | |
| | Bulharský | 254 | | 20,6 | |
| 255 | | 18,0 | 20,1 | | |
| 256 | | 18,7 | 22,1 | | |
| Španielsky | 258 | 16,6 | 19,80/3,2/16,1 | 19,9 | 22,92/4,27/18,63 |
| | 259 | 23,0 | | 25,9 | |

Tab. 5 Základné charakteristiky (početnosť, aritmetický priemer \bar{x} , smerodajná odchýlka s_x , rozptyl) hrúbky jednotlivých klimatypov

| Klimatyp | Početnosť N | \bar{x}_i (cm) | s_x | -95,00% | +95,00% |
|---------------|-------------|------------------|-------------|--------------|--------------|
| Severský | 17 | 24,05 | 5,11 | 21,42 | 26,67 |
| Ruský | 61 | 21,82 | 5,33 | 20,46 | 23,19 |
| Sarmatský | 48 | 25,68 | 4,98 | 24,23 | 27,12 |
| Ukrajinský | 75 | 25,48 | 5,10 | 24,31 | 26,66 |
| Baltický | 45 | 21,93 | 5,05 | 20,41 | 23,44 |
| Laponský | 5 | 21,67 | 6,52 | 5,46 | 37,88 |
| Bulharský | 46 | 23,23 | 4,79 | 21,80 | 24,65 |
| Španielsky | 37 | 24,99 | 6,00 | 22,99 | 26,99 |
| Celkom | 334 | 23,39 | 5,39 | 23,30 | 24,46 |



Graf 2 Grafické znázornenie závislosti priemernej hrúbky na jednotlivých klimatypoch

je výrazne väčšie oproti ostatným klimatypom. Tento fakt je pravdepodobne odrazom nízkeho počtu (5 ks) v troch provenienciách. Celková priemerná hrúbka v rámci klimatypov dosiahla hodnotu 23,4 cm. Za najvyrovnanější klimatyp možno označiť ukrajinský a naopak klimatyp s najväčším rozptylom je spomínaný laponský klimatyp. Základné štatistické charakteristiky skúmaného súboru sú uvedené v tab. 5.

DISKUSIA A ZÁVER

Borovica lesná (*Pinus sylvestris* L.) má veľký areál rozšírenia, keď zaberá takmer tretinu severnej pologule. V tomto obrovskom areáli možno rozlišovať rozdielne typy, ktoré sa rôznia históriou, fyziologicky, ekologicky a zložením spoločenstiev, na tvorbe ktorých sa zúčastňujú (Kaňák, 1985). Pri štúdiu premenlivosti *Pinus sylvestris* z rôznych oblastí jej prirodzeného výskytu sa zistili výrazné rozdiely v zastúpení rôznych foriem habitu, vo výškovom a hrúbkovom raste, v produkcii a kvalite drevej hmoty, v znakoch ihlíc, šišíek, semien a v mnohých ďalších znakoch (Laffers, 1980, 1988; Pagan, 1996). Za účelom štúdia morfologickej, ale najmä geografickej premenlivosti *Pinus sylvestris* bol založený aj provenienčný pokus v Arboréte Borová hora, kde bolo pôvodne vysadených 46 proveniencií. Tieto proveniencie sa vyhodnocovali v pra-

videlných 5 ročných intervaloch v rokoch 1970, 1975, 1980 a 1985 (Čížová, 1972; Mizerák, 1976; Miklošík, 1982; Čaty, 1987) a následne až v rokoch 2000 (Beňo, 2001) a 2009 (Milý, 2010). V rámci hodnotení sa v prvých obdobiach mera- la výška jedincov a dĺžka ihlíc, v posledných obdobiach aj ich hrúbka $d_{1,3}$. Z dôvodov nepravidelného vyhodnocovania, ale najmä absencie výchovných zásahov, čo malo pravdepodobne najväčší vplyv na menší či väčší úbytok počtu stromov v rámci jednotlivých proveniencií, sa čiastočne vytratila nielen nad- väznosť, ale aj ďalšie cenné informácie nielen o hrúbkovom, ale najmä výškovom raste v čase jeho kulminácie. Je pravde- podobné, že v prípade niektorých proveniencií, v ktorých sa výrazne znížili počty jedincov, mohol byť hrúbkový prírastok ovplyvnený tzv. svetlostným prírastkom. Nami uskutočnené merania však napriek tomu potvrdili určité trendy v hrúbko- vom raste jednotlivých proveniencií v rámci trvania proveni- enčného pokusu. Ukazuje sa, že jednotlivé populácie vzhľadom k fyziologickým, rastovým a klimatickým rozdielom je vhodnejšie hodnotiť na úrovni klimatypov.

Aj napriek určitému úbytku jedincov borovice lesnej v rámci jednotlivých proveniencií na provenienčnej ploche, čo neumožňuje formulovať jednoznačnejšie závery, by bolo veľkou chybou nezachovať tento cenný materiál. Vzhľadom k vpredu uvedeným skutočnostiam je využiteľný nielen pri komplex- nom spracovávaní poznatkov o tejto hospodársky významnej drevine, ale aj pre pedagogické účely napr. ako demonštračný objekt na ukážku jej geografickej premenlivosti.

Podakovanie

Príspevok vznikol s podporou výskumných grantov VEGA 1/0516/09 a 1/0809/09.

LITERATÚRA

- Beňo, J. (2001): Vyhodnotenie archívu proveniencií borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) v Arboréte Borová hora TU vo Zvolene. Diplomová práca, Zvolen, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 44 s.
- Čaty, Z. (1987): Vyhodnotenie archívu proveniencií borovice sosny (*Pinus sylvestris* L.) v Arboréte Borová hora VŠLD. Diplomová práca, Zvolen, Vysoká škola lesnícka a drevárska vo Zvolene, 76 s.
- Čížová, M. (1972): Vyhodnotenie pôvodov borovice sosny – *Pinus sylvestris* L. v Arboréte Borová hora VŠLD. Diplomová práca, Zvolen, Vysoká škola lesnícka a drevárska vo Zvolene, 76 s.
- Kaňák, K. (1985): Náhorní varianty borovice lesní v okrajových pohořích Hercýnské kotliny. Lesnictví, roč. 31, č. 3, s. 259–266.
- Laffers, A. (1980): Rast domácich a cudzích proveniencií borovice sosny na viatych pieskoch Záhoria. Lesnícky časopis, roč. 26, č. 3, s. 227–248.
- Laffers, A. (1988): Premennivosť borovice sosny v Spišskej oblasti. Lesnictví, roč. 34, č. 9, s. 781–796.
- Miklošík, V. (1982): Vyhodnotenie archívu proveniencií borovice sosny (*Pinus sylvestris* L.) v Arboréte Borová hora VŠLD. Diplomová práca, Zvolen, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 79 s.
- Milý, P. (2010): Premennivosť proveniencií borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) v Arboréte Borová hora. Diplomová práca, Zvolen, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 86 s.
- Mizerák, O. (1976): Vyhodnotenie archívu proveniencií borovice sosny (*Pinus sylvestris* L.) v Arboréte Borová hora VŠLD. Diplomová práca, Zvolen, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 53 s.
- Pagan, J. (1996): Lesnícka dendrológia. Zvolen, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 378 s.
- Paule, L. (1992): Genetika a šľachtenie lesných drevín. Bratislava, Príroda, 304 s.
- Sarvašová, I. (2009): Pôsobenie pôdnych kondicionérov na adaptabilitu a rast sadeníc po zalesnení. In Aktuálne problémy lesného škôlkarstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2009 [elektronický zdroj], Zborník príspevkov z medzinárodného seminára. Zvolen, Národné lesnícke centrum, s. 111–117.
- Scheer, E. (2006): Biometria. Zvolen, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 334 s.
- Svoboda, P. (1953): Lesní dřeviny a jejich porosty. I. Praha, SZN, 441 s.
- Šmelko, Š. (2007): Dendrometria. 2. vyd. Zvolen, Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 401 s.
- Šmelko, Š., Wenk, W., Antanaitis, V. (1992): Rast, štruktúra a produkcia lesa. Bratislava, Príroda, 343 s.

Rukopis doručen: 26. 8. 2011

Přijat po recenzii: 12. 9. 2011

VPLYV USKLADNENIA NA ŽIVOTASCHOPNOSŤ PEĽU *PINUS* SPP.

INFLUENCE OF STORAGE ON POLLEN VIABILITY OF *PINUS* SPP.

Mária Gabriela Ostrolucká,¹⁾ Andrej Kormuťák¹⁾, Milan Bolvanský²⁾

¹⁾ Ústav genetiky a biotechnológií rastlín Slovenskej akadémie vied, Akademická 2, P. O. Box 39A, 950 07 Nitra, Slovenská republika, gabriela.ostrolucka@gmail.sk, andrej.kormutak@savba.sk

²⁾ Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied Zvolen, pobočka Biológie drevín, Akademická 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika, milan.bolvansky@savzv.sk

Abstrakt

Pri testovaní vplyvu uskladnenia na vitalitu peľu vybraných genotypov predpokladaných hybridných populácií druhov borovice horskej (*Pinus mugo* Turra) a borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) sme použili metódu nakličovania peľu *in vitro*. Ukazovateľmi vitality peľu bola klíčivosť peľu a dĺžka peľového vrecúška, ktoré sme hodnotili po zbere peľu, po 1–1,5-ročnom uskladnení peľu pri teplote –20 °C. Výsledky potvrdili, že peľ za daných podmienok uskladnenia je schopný zachovať si životaschopnosť na úrovni čerstvého peľu, dokonca s tendenciou mierneho vzostupu klíčivosti. Celkove peľ disponuje dostatočnou životaschopnosťou aj po jeden a polročnom uskladnení, napriek zaznamenatej inhibícii rastu peľových vrecúšok. Atypické prejavy klíčenia – bilaterálne klíčenie, ako aj morfológické zmeny tvaru peľových vrecúšok – dichotomické peľové vrecúška sa vyskytovali pri klíčení peľu po zbere, ako aj po uskladnení so vzostupom ich výskytu po ročnom uskladnení.

Kľúčové slová: *Pinus*, životaschopnosť peľu, uskladnenie

Abstract

The effect of storage on pollen viability in *Pinus mugo* × *Pinus sylvestris* putative hybrid swarms was tested using *in vitro* germination method. Pollen viability parameters involved germination percentage and pollen tube length and were evaluated soon after pollen collection followed by 1–1.5-year storage at –20 °C. The results confirmed that pollen stored under mentioned conditions preserves its viability like fresh pollen, even with slightly increasing tendency regarding pollen germination ability. In general, the pollen exhibited sufficient viability also after 1.5-year storage in spite of recorded inhibition of pollen tube growth. Atypical manifestation of germination – germination with two pollen tubes, as well as pollen tube branching – dichotomic pollen tubes occurred in germination of fresh pollen with increased occurrence after 1-year storage.

Key words: *Pinus*, pollen viability, storage

ÚVOD

Životaschopnosť peľu je dôležitým faktorom, ktorý rozhoduje o úspešnosti oplodnenia pri spontánnom a kontrolovanom krížení rastlinných druhov a zabezpečení produkcie hybridného potomstva, ako aj o celkovej generatívnej reprodukcii rastlín. Prejavom životaschopnosti peľu je klíčivosť, sprevádzaná tvorbou peľového vrecúška, ktoré zabezpečuje transport spermatických buniek k vajíčku, ktorý je prvým predpokladom oplodnenia. Experimenty zamerané na testovanie a určenie vitality peľu po jeho zbere, ale aj po uskladnení majú význam z viacerých aspektov. Napríklad je dôležité zachovať potenciál fertility peľu dlhšie obdobie za účelom možnosti realizácie rôznych šľachtiteľských programov, zvlášť kontrolovanej hybridizácie niektorých druhov lesných drevín, zvlášť geograficky separovaných, významných nielen z hľadiska hospodárskeho, ale aj životného prostredia alebo asynchrónne kvitnúcich druhov. Nie je možné zaoberať sa bez uskladnenia peľu aj z hľadiska riešenia teoretických problémov procesu klíčenia peľu a jeho zvláštností pri jednotlivých rastlinných druhoch. Pomocou peľu možno dlhodobo uchovať gény, nie genotypy ako je to v prípade semien, ale iba alely, resp. bloky alel. Dlhodobé uchovávanie peľu v peľových bankách je jedným zo spôsobov ako sa vyhnúť stratám cenných génov, či genotypov (Bolvanský, Ostrolucká, 1999).

Peľ rastlinných druhov disponuje schopnosťou zachovať si životaschopnosť kratšie alebo dlhšie časové obdobie ako v prírodných, tak aj umelých podmienkach v závislosti od rôznych faktorov (Bolvanský, Ostrolucká, 1999). Predpokladáme, že dispozícia peľu zachovať si životnosť harmonizuje aj s receptivitou samičích kvetov príslušného druhu. Životnosť peľu pri transfere ovzduším sa môže meniť vplyvom klimatických a aj ekologických faktorov prostredia a je prevažne testovaná v podmienkach *in vitro*. Napríklad Schueler et al. (2005) zistili senzitivitu peľu druhu *Quercus robur* na slnečné žiarenie testom klíčivosti peľu *in vitro*. Testy nakličovania peľu *in vitro* sú všeobecne zaužívané a úspešnejšie pre určenie fertility peľu po jeho uvoľnení z peľníc, ale po jeho zbere. Ojedinelé literárne údaje prinášajú poznatky o dĺžke zachovania fertility peľu v prírodných podmienkach, nakoľko testovanie vitality peľu *in vivo*, t.j. na základe sledovania priamej interakcie peľ – blizna a penetrácie peľových vrecúšok pletivom piestika je technicky náročné. Charakter interakcie peľ-blizna je možné zhodnotiť mikroskopickým štúdiom rýchlych roztlačkových a trvalých preparátov (Ostrolucká, 1979). Vhodnejšou metódou, ktorá umožňuje určiť klíčivosť peľu *in vivo*, je fluorescenčná metóda, ktorá však vyžaduje použitie fluorescenčného mikroskopu. Uvedenou metódou Papademetriou (1974) pozoroval

klíčenie peľu na povrchu blizny a rast peľových vrecúšok cez pletivo piestika pri avokáde, a to v intervaloch od 2 do 151 hodín. Zistil, že peľ klíčil aj po 151 hodinách. Stosser (1982) sledoval rast peľových vrecúšok *in vivo* pri *Prunus domestica*. Peľ po uvoľnení z peľníc je schopný zachovať si vitalitu pri niektorých druhoch len niekoľko hodín, dní, pri iných druhoch niekoľko týždňov (Johri, Vasil, 1961; Barabé et al., 2008 a iní).

Pri manipulácii s peľom musia byť zohľadnené jeho špecifické nároky. Dĺžka obdobia, počas ktorej si peľ zachová životaschopnosť po jeho zbere môže závisieť aj od morfológických a biochemických zvláštností peľu rastlinného druhu, od spôsobu a podmienok jeho uskladnenia. Peľ niektorých druhov nie je dostatočne chránený pred vysušením a rýchlo stráca klíčivosť. Napríklad peľ druhu *Sambucus nigra* v prípade nevhodných podmienok uskladnenia reaguje zmenou životnosti – redukciami alebo aj jej stratou (Muccifora et al., 2003). Redukcia vitality peľu pri uskladnení v nevhodných podmienkach je okrem iného interpretovaná ako dôsledok inaktívacie enzýmov, poklesom celkovej metabolickej aktivity a následne redukciami dýchania. Zachovanie životaschopnosti peľu súvisí s vnútrobunkovou intenzitou dýchania.

Najkratšiu životnosť si zachovávajú trávy, hlavne obilniny (len niekoľko hodín). Peľ iných druhov si zachová klíčivosť za vyhovujúcich podmienok aj niekoľko rokov (citrónovník, čerešňa), zvlášť peľ ihličnatých drevín (smrek, jedľa, borovica) (Križo, Korínková, 1986). Experimentálne bolo potvrdené, že peľ krytosemenných rastlín si udržuje vitalitu kratšiu dobu ako peľ nahosemenných rastlín, napr. dva roky peľ druhu *Tsuga heterophylla* (Colangeli, Owens, 1991 cit. Arista, Talavera, 1994) a päť rokov niektoré druhy rodu *Pinus* (Zelles, 1979 cit. Arista, Talavera, 1994). Duffield uviedol už v roku 1958, že peľ nahosemenných je dlhšie vitálny a toleruje rôzne podmienky uskladnenia. Autor uvádza, že peľ borovic uskladnený 10 mesiacov si zachoval kapacitu klíčenia zodpovedajúcu čerstvému peľu a taktiež produkcia semien z kontrolovaného opelenia bola taká istá ako po opelení čerstvým peľom. Dispozícia peľu borovic zachovať si vitalitu môže súvisieť s osobitosťou opelenia a procesu oplodnenia, dôsledkom ktorého vývinový cyklus semien po ich dozretie trvá dva roky.

Peľ väčšiny rastlinných druhov vyžaduje špecifické podmienky uskladnenia, aby sa predišlo jeho znehodnoteniu. Vytvorením vhodných podmienok je možné znížiť fyziologickú aktivitu peľu bez straty životaschopnosti. Teplota a relatívna vlhkosť prostredia uskladnenia sú dva dôležité faktory, ktoré ovplyvňujú životnosť uskladneného peľu (Stanley, Linskens, 1974; Ostrolucká et al., 2003, Khan, Perveen, 2006), ako aj prejav jeho vitality v podmienkach *in vitro* (Ostrolucká et al., 2003). Všeobecne platí, že peľ si zachová požadovanú životaschopnosť pri zníženej teplote, zníženej vlhkosti a tlaku vzduchu, ale významným faktorom je aj doba uskladnenia. Stanley, Linskens (1974) uvádzajú prehľad poznatkov viacerých autorov, ktorí pri 36 rastlinných druhoch vyhodnotili vplyv rôznej teploty a relatívnej vlhkosti na klíčenie peľu, rôznu dobu uskladneného.

Kritickým faktorom pre zachovanie životaschopnosti peľu je zvlášť jeho vlhkosť pred uskladnením. Vlhkosť peľu pre jeho

uchovanie v chladiacich alebo mraziacich prístrojoch by mala byť znížená na 9–10 %. Desikáciu peľu dosiahneme, keď predsušený peľ vo vetrateľnej miestnosti umiestnime nad dehydratačné činidlá, napr. chlorid vápenatý, silikagel, KOH.

V súčasnosti sa využívajú rôzne spôsoby uskladnenia s využitím vákuových, chladiacich a lyofilizačných zariadení. Spôsoby a metodické postupy uskladnenia peľu sú opísané v prácach, napr. Franklin (1981), Bolvanský, Ostrolucká (1999). Kryoprezervácia patrí k najefektívnejšiemu spôsobu dlhodobého uchovávanía rastlinných orgánov. Je výhodnou metódou uskladnenia aj peľu alebo celých peľníc, a to najmä pri druhoch, ktorých peľ neznáša vysušenie a má krátku životnosť ako peľ druhov z čeľade *Poaceae*. Krátkodobu môžeme zozbieraný peľ uskladniť v skúmavkách uzavretých zátkou z vaty, ktoré uložíme do exikátora nad niektorú z uvedených dehydratačných látok a umiestnime v chladničke pri teplote 0–4 °C pri nízkej relatívnej vlhkosti. Pri peľi drevín boli dosiahnuté dobré skúsenosti s uskladnením pri –18 °C alebo –20 °C.

Životnosť uskladneného peľu je limitovaná nielen podmienkami uskladnenia, ale aj rastlinným druhom a tiež závisí od dĺžky uskladnenia. Lanteri et al. (2000) testoval vitalitu čerstvého peľu (peľu po zbere) smreka obyčajného a piatich druhov borovic, uskladneného 24 mesiacov pri teplote uskladnenia –18 °C a –196 °C (v tekutom dusíku – kryoprezerváciou). Vitalita peľu v prvých mesiacoch sa zvyšovala, ale postupne nastal preukazný pokles v porovnaní s čerstvým peľom s výnimkou druhu *Picea abies* a *Pinus nigra*. Experiment ukázal, že jednotlivé druhy reagovali špecificky.

Cieľom našich experimentov bolo zistiť v podmienkach *in vitro* vitalitu peľu vybraných genotypov borovic a jeho reakciu na stanovené podmienky uskladnenia na základe klíčivosti peľu a intenzity rastu peľových vrecúšok, a tým overiť schopnosť peľu zachovať si vitalitu s predpokladom využitia uskladneného peľu na rôzne experimentálne účely.

MATERIÁL A METODIKA

Na zhodnotenie vitality peľu pred uskladnením, t.j. po zbere, po ročnom a jeden a polročnom uskladnení pri teplote –20 °C sme použili peľ vybraných genotypov zozbieraný z prirodzených populácií predpokladaných hybridných rojov borovice horskej (*Pinus mugo* Turra) a borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) lokalizovaných na severnom Slovensku (Vrátna dolina, Habovka, Obšívanka, Suchá hora a Tisovnica.) Peľ sme zozbierali z 228 jedincov, ale za účelom hodnotenia vplyvu uskladnenia na životaschopnosť peľu sme z uvedeného súboru urobili náhodný výber jedincov, a to 5 jedincov z každej lokality. Zrelý peľ po uvoľnení zo samčích kvetov bol voľne presušený v laboratórnej miestnosti (24–48 hodín) pri teplote cca 23–25 °C. Peľ po usušení približne na relatívnu vlhkosť 9 % sme nasypali do sklenených skúmaviek a uzavreli vatovou zátkou. Skúmavky s peľom sme vzduchotesne uzavreli do igelitových vreciek a uložili do mraziaceho boxu pri teplote –20 °C a vlhkosti priestoru boxu cca 65 %.

Na zhodnotenie vitality peľu po zbere a uskladnení sme pou-

žili priamu metódu nakličovania peľu na kultivačnom médiu s obsahom 1% agaru a 10% koncentrácie sacharózy. Peľ sme kultivovali 48 hodín za tmy pri teplote 26 °C. Za týchto podmienok nastala aktivácia klíčenia peľu a následne fáza klíčenia, sprevádzaná rastom peľových vrecúšok.

Za účelom zistenia životnosti peľu a posúdenia jeho vitality sme sledovali dva ukazovatele:

- klíčivosť, t.j. počet vyklíčených peľových zŕn (v %),
- dĺžku peľových vrecúšok (v μm).

Percento klíčivosti sme stanovili na základe hodnotenia 100 peľových zŕn z 3 zorných polí mikroskopu v troch opakovaníach. Dĺžku peľových vrecúšok sme vyhodnotili na základe merania 30 peľových vrecúšok mikrometrom v troch opakovaníach (zv. okulár 8 × 10 a objektív 25×).

Zároveň sme zaznamenali atypické prejavy klíčenia – bilaterálne klíčenie, t.j. klíčenie dvomi peľovými vrecúškami, ako aj morfológické zmeny tvaru peľových vrecúšok, ktoré sa prejavili prevažne vetvením peľových vrecúšok (dichotomické peľové vrecúška). Uvedené atypické prejavy klíčenia sme vyjadrili percentuálne zo 100 peľových zŕn v troch opakovaníach.

Zaznamenané hodnoty ukazovateľov vitality peľu (po 48 hodinách) boli použité pre štatistické spracovanie pomocou počítačového programu STATGRAPHICS použitím analýzy variancie a LSD testu homogenity pri hladine významnosti $P=0,05$ a $P=0,01$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Podmienkam uskladnenia peľu za účelom zachovania životaschopnosti peľu niektorých ihličnatých drevinách, vrátane borovic sa venovali viacerí autori (Chira, 1964, 1971; Lante-

ri et al., 1993; Siregar, Sweet, 2000; Ostrolucká et al., 2003 a iní). Je dôležité stanoviť optimálne podmienky uskladnenia peľu z hľadiska druhu (Lanteri et al., 1993). Od podmienok uskladnenia závisí udržanie kapacity klíčenia peľu (Khan, Perveen (2006). Siregar, Sweet (2000) zistili, že vlhkosť peľu pri druhu *Pinus radiata* významnejšie ovplyvnila životnosť peľu ako teplota uskladnenia (4 °C a –20 °C). Lanteri et al. (1993) poukazuje na pokles klíčivosti peľu borovic po 24 mesiacoch uskladnenia v závislosti od druhu a teploty uskladnenia (–18 °C a –196 °C). Napriek nízkej teplote, napr. pri peľi druhu *Pinus pinea* (93,0%) nastal pokles klíčivosti peľu takmer o polovicu (na 44,0% pri –18 °C a na 48,3% pri –196 °C).

Priemerná klíčivosť peľu jedincov z populácií predpokladaných hybridných rojov druhov *Pinus mugo* Turra a *Pinus sylvestris* L. sa pohybovala v rozpätí 78,56–91,13% a priemerná dĺžka peľových vrecúšok v rozpätí 169,13–211,73 μm . Pri našich experimentoch, zameraných na zhodnotenie ukazovateľov vitality peľu pri vybraných jedincoch po ročnom a jeden a polročnom uskladnení peľu pri teplote –20 °C, sme zistili, že na klíčivosť a aj dĺžku peľových vrecúšok štatisticky preukazne vplývali okrem uskladnenia aj ostatné faktory premenlivosti (lokality a jedince) s výnimkou opakovaní (tab. 1, 3, 5, 7). Medzi opakovaniami sme nezistili štatisticky významné rozdiely.

Priemerná klíčivosť peľových zŕn testovaných jedincov po zbere bola 86,30% (tab. 2). Pri porovnaní priemernej klíčivosti peľu po zbere s peľom uskladneným 1 rok sme zistili mierny vzostup klíčivosti, ale rozdiel bol štatisticky nepreukazný. Zaznamenali sme štatisticky významný rozdiel medzi čerstvým a uskladneným peľom po 1,5 roku a dokonca v smere zvýšenia klíčivosti (tab. 2). Môžeme konštatovať, že podmienky uskladnenia boli vyhovujúce, čo potvrdil aj výsledok hodnotenia peľu po 1,5 roku uskladnenia. Dosiagnuté výsledky ukázali, že peľ aj po 1,5-ročnom uskladnení si zachoval svoju životaschopnosť.

Tab. 1 Variačná analýza pre klíčenie peľu vybraných jedincov na predpokladaných hybridných populáciách druhov *Pinus mugo* Turra a *Pinus sylvestris* L.

| Zdroj variability | Počet stupňov voľnosti | Priemerný štvorec | F hodnota | Hladina preukaznosti Pr > F |
|-------------------|------------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
| Uskladnenie | 2 | 110,48 | 4,08 | 0,0181 |
| Lokalita | 5 | 1338,47 | 49,42 | <0,0001 |
| Strom (jedinec) | 24 | 256,87 | 9,49 | <0,0001 |
| Opakovanie | 2 | 55,94 | 2,07 | 0,1290 |
| Chyba | 234 | 27,08 | | |
| Celkom | 267 | | | |

Tab. 2 Porovnanie klíčivosti peľu po zbere a v priebehu uskladnenia, potvrdené LSD testom homogenity

| Dĺžka uskladnenia | Priemerná klíčivosť (v %) | Homogénne skupiny |
|-------------------|---------------------------|-------------------|
| 0 | 86,30 | x |
| 1 | 87,48 | x x |
| 1,5 | 88,53 | x |

0 – peľ po zbere; 1 – peľ uskladnený rok; 1,5 – peľ uskladnený 1 a pol roka

Dĺžka peľových vrecúšok je dôležitým ukazovateľom vitality peľu, nakoľko určuje genetický potenciál pre gametofytickú kompetenciu (Venäläinen et al., 1999). V našich experimentoch štatisticky významne sa prejavil vplyv uskladnenia na dĺžku peľových vrecúšok. Štatisticky boli potvrdené preukazné rozdiely medzi peľom po zbere, ako aj počas uskladnenia (tab. 4). Priemerná dĺžka peľového vrecúška peľu po zbere dosiahla 193,17 μm . Pokles dĺžky peľových vrecúšok zaznamenaný po ročnom uskladnení (163,23 μm) svedčí o inhibičnom vplyve uskladnenia na rast peľových vrecúšok. Výrazný a preukazný pokles sledovaného ukazovateľa vitality peľu (tab. 4) nastal po 1,5-ročnom uskladnení peľu. Priemerná dĺžka peľových vrecúšok dosiahla len 148,41 μm . Z výsledkov vyplýva, že v priebehu uskladnenia môže dôjsť k poklesu energie klíčenia a následne dĺžka peľových vrecúšok nedosahuje požadovanú dĺžku, čo môže mať nepriaznivý dosah na úspešnosť oplodnenia. Z uvedených výsledkov, ako aj z iných experimentov vyplýva, že klíčivosť peľu nie je vždy v korelácii s intenzitou rastu peľových vrecúšok (Ostrolucká et al., 2003).

Normálne peľ borovic klíči monolaterálne, t.j. jedným peľovým vrecúškom, ktoré transportuje spermatické bunky k samičiemu gametofytu. Akékoľvek morfológické zmeny peľových vrecúšok môžu negatívne ovplyvniť proces oplodnenia. Nie každé peľové vrecúško je schopné zabezpečiť transport spermatických buniek a splniť svoje poslanie, ak nedosahuje optimálnu dĺžku alebo sa peľové vrecúško neformuje a nevyvíja na distálnom póle peľového zrna a pod.

V našich pokusoch okrem monolaterálneho klíčenia (klíčenia jedným peľovým vrecúškom) sme zaznamenali aj výskyt peľových zrn, ktoré klíčili bilaterálne – dvomi peľovými vrecúškami, ako aj výskyt vetvenia – dichotómie peľových vrecúšok (obr. 1). Morfológické abnormality, ktoré sa vyskytujú pri klíčení peľu rastlinných druhov v závislosti od rôznych faktorov ako bilaterálne klíčenie, dichotómia (vetvenie) peľových vrecúšok alebo tvorba zdurených peľových vrecúšok, pozorovali viacerí autori aj pri boroviciach, napr. pri druhu *Pinus kesiya* (Katiyar, 1989), druhoch *Pinus pinaster* a *Pinus pinea*

Tab. 3 Varičná analýza pre dĺžku peľových vrecúšok vybraných jedincov predpokladaných hybridných populácií druhov *Pinus mugo* Turra a *Pinus sylvestris* L.

| Zdroj variability | Počet stupňov voľnosti | Priemerný štvorec | F hodnota | Hladina preukaznosti Pr > F |
|-------------------|------------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
| Uskladnenie | 2 | 1382623,38 | 479,44 | <0,0001 |
| Lokalita | 5 | 102237,97 | 35,45 | <0,0001 |
| Strom (jedinec) | 24 | 109375,39 | 37,93 | <0,0001 |
| Opakovanie | 2 | 1673,03 | 0,58 | 0,5598 |
| Chyba | 8006 | 2883,84 | | |
| Celkom | 8039 | | | |

Tab. 4 Porovnanie priemernej dĺžky peľových vrecúšok jedincov po zbere a v priebehu uskladnenia, potvrdené LSD testom homogenity

| Dĺžka uskladnenia | Priemerná DPV* (v μm) | Homogénne skupiny |
|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 0 | 193,17 | x |
| 1 | 163,23 | x |
| 1,5 | 148,41 | x |

* DPV – dĺžka peľových vrecúšok

0 – peľ po zbere; 1 – peľ uskladnený rok; 1,5 – peľ uskladnený 1 a pol roka

Tab. 5 Varičná analýza pre bilaterálne klíčenie peľu jedincov predpokladaných hybridných populácií *Pinus mugo* Turra a *Pinus sylvestris* L.

| Zdroj variability | Počet stupňov voľnosti | Priemerný štvorec | F hodnota | Hladina preukaznosti Pr > F |
|-------------------|------------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
| Uskladnenie | 2 | 39,51 | 9,77 | <0,0001 |
| Lokalita | 5 | 51,07 | 12,62 | <0,0001 |
| Strom (jedinec) | 24 | 30,16 | 7,46 | <0,0001 |
| Opakovanie | 2 | 0,14 | 0,04 | 0,9649 |
| Chyba | 236 | 4,05 | | |
| Celkom | 269 | | | |



Obr. 1 Ilustrácia klíčenia peľu genotypu z hybridného roja druhov borovice horskej (*Pinus mugo* Turra) a borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) s výskytom bilaterálneho klíčenia (A) a dichotómie peľových vrecúšok (B) (Foto: M. G. Ostrolucká)

(Renzoni and Viegi, 1991), druhu *Pinus mugo* (Ostrolucká, Fleischer, 1995).

Pri pozorovaní bilaterálneho klíčenia sme zistili štatisticky významný vplyv uskladnenia a tiež jedincov a lokalít (tab. 5). Najnižší výskyt bilaterálneho klíčenia (1,09 %) bol zistený pri čerstvom peľi, ktorý sa štatisticky preukazuje líši od uskladneného peľu po 1 a 1,5 roku (tab. 6). Najväčší výskyt bilaterálneho klíčenia (2,40 %) sme pozorovali po ročnom uskladnení peľu (tab. 6). Obrázok 1 zobrazuje klíčenie peľu po zbere a obr. 2 klíčenie po 1,5-ročnom uskladnení s ilustráciou bilaterálneho klíčenia a dichotómie peľových vrecúšok.

Vetvenie (dichotómia) peľových vrecúšok po roku uskladnenia bolo značné. Predstavovalo 19,74 %, ale sa štatisticky významne neodlišovalo od čerstvého peľu (tab. 8). To znamená, že rok uskladnený peľ nebol štatisticky významne ovplyvnený

rokom uskladnenia. Najnižšia priemerná hodnota sledovaného ukazovateľa (11,67 %) bola zaznamenaná po 1,5-ročnom uskladnení peľu, pri ktorom bol súčasne zistený významný štatistický rozdiel v porovnaní s čerstvým a uskladneným peľom po 1 roku (tab. 8).

Celkove výsledky potvrdili, že peľ za stanovených podmienok uskladnenia sa vyznačuje dobrým potenciálom fertility a disponuje schopnosťou zabezpečiť oplodnenie.

ZÁVER

Za účelom teoretických štúdií procesu klíčenia peľu, ako aj praktického využitia peľu pri realizácii rôznych šľachtiteľských programov, zvlášť kontrolovanej hybridizácie druhov nesynchrónne kvitnúcich, je dôležité poznať schopnosť peľu za-

Tab. 6 Porovnanie výskytu bilaterálneho klíčenia peľu jedincov po zbere a v priebehu uskladnenia, potvrdené LSD testom homogenity

| Dĺžka uskladnenia | Priemerná DPV * (v μm) | Homogénne skupiny |
|-------------------|---------------------------|-------------------|
| 0 | 193,17 | x |
| 1 | 163,23 | x |
| 1,5 | 148,41 | x |

* DPV – dĺžka peľových vrecúšok

0 – peľ po zbere; 1 – peľ uskladnený rok; 1,5 – peľ uskladnený 1 a pol roka

Tab. 7 Variačná analýza pre dichotómiu peľových vrecúšok vybraných jedincov z predpokladaných hybridných populácií druhov *Pinus mugo* Turra a *Pinus sylvestris* L.

| Zdroj variability | Počet stupňov voľnosti | Priemerný štvorec | F hodnota | Hladina preukaznosti Pr > F |
|-------------------|------------------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
| Uskladnenie | 2 | 1510,94 | 17,05 | <0,0001 |
| Lokalita | 5 | 1136,56 | 12,82 | <0,0001 |
| Strom (jedinec) | 24 | 1061,98 | 11,98 | <0,0001 |
| Opakovanie | 2 | 12,19 | 0,14 | 0,8716 |
| Chyba | 236 | 88,64 | | |
| Celkom | 269 | | | |

Tab. 8 Porovnanie výskytu dichotómie peľových vrecúšok pri klíčení peľu jedincov po zbere a v priebehu uskladnenia, potvrdené LSD testom homogenity

| Dĺžka uskladnenia | Priemerná DPV* (v µm) | Homogénne skupiny |
|-------------------|-----------------------|-------------------|
| 0 | 16,90 | x |
| 1 | 19,74 | x |
| 1,5 | 11,67 | x |

* DPV – dĺžka peľových vrecúšok

0 – peľ po zbere; 1 – peľ uskladnený rok; 1,5 – peľ uskladnený 1 a pol roka

chovať si fertilitu dlhšie časové obdobie. Naše experimenty zamerané na testovanie vitality peľu v podmienkach *in vitro* potvrdili, že peľ vybraných genotypov predpokladaných hybridných rojov druhov *Pinus mugo* Turra a *Pinus sylvestris* L. po ročnom a jeden a polročnom uskladnení je schopný zachovať si životaschopnosť takmer na úrovni čerstvého peľu. Peľ borovic, uskladnený pri teplote $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, preukázal dokonca tendenciu mierneho vzostupu klíčovosti. Celkove výsledky testovania vitality peľu v priebehu uskladnenia, aj napriek istému poklesu intenzity rastu peľových vrecúšok, poukazujú na schopnosť peľu borovic zachovať si dobrú životaschopnosť pri nízkej teplote uskladnenia.

PodĎakovanie

Práca bola vypracovaná za finančnej podpory vedeckej grantovej agentúry MŠ a SAV - VEGA (projekt č. 2/0076/09).

LITERATÚRA

- Arista, M., Talavera, S. (1994): Pollen dispersal capacity and pollen viability of *Abies pinsapo* Boiss. *Silvae Genetica*, vol. 43, no. 2–3, p. 155–157.
- Barabé, D., Lavallée, K., Gibernau, M. (2008): Pollen viability and germination in some neotropical aroids. *Botany*, vol. 86, no. 1, p. 98–102.
- Bolvanský, M., Ostrolucká, M. G. (1998): Uchovanie genofondu rastlín peľom. Edícia: Ochrana biodiverzity.

Nitra, SPU, s. 49, ISBN 80-7137-574-8.

- Duffield, J. W., Callaham, R. Z. (1958): Deep-freezing pine pollen. *Silvae Genetica*, vol. 8, p. 22–24.
- Erdelská, O. (1981): Embryológia krytosemenných rastlín. Bratislava, Veda, 195 s.
- Franklin, E. C. [ed.] (1981): Pollen Management Handbook. USDA Agriculturae Handbook, no. 587, USDA Washington, 98 p.
- Golubinskij, I. N. (1974): Biologija prorastanija pyľcy. Kiev, Izd. Naukova Dumka, p. 366.
- Chira, E. (1964): Vplyv vonkajších podmienok a doby uskladňovania na životaschopnosť peľu niektorých druhov rodu *Pinus*. In Sbornik VŠZ v Brne. Acta Universitatis agriculture, Brno, Rada C, Spisy Fakulty lesnícké, č. 3, s. 149–159.
- Chira, E. (1971): Metódy cytogenetiky v šľachtení lesných drevín. Výskumný ústav lesného hospodárstva Zvolen. Bratislava, Príroda, 171 s., ISBN 64-128-7104-40.
- Johri, B. M., Vasil, I. K. (1961): Physiology of pollen, *Bot. Rev.*, vol. 27, no. 3, p. 325–381.
- Katiyar, M. L. (1989): Radiation and hormones induced formation of branched and polyshiphony tube in *Pinus kesiyi* Royle Ex Gordon. *Acta Botanica Indica*, vol. 17, p. 147–150.
- Khan, A. S., Perveen, A. (2006): Germination capacity of stored pollen of *Abelmoschus esculentus* L. (*Malvaceae*) and their maintenance. *Pak. J. Bot.*, vol. 38, no. 2, p. 233–236.
- Kormuták, A., Bohovičová, J., Vooková, B., Gömöry, D.

- (2007): Pollen viability in hybrid swarm populations of *Pinus mugo* Turra and *P. sylvestris*. Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica, vol. 49, no. 1, p. 61–66.
- Križo, M., Koríneková, M. (1986): Uskladňovanie a zisťovanie vitality peľu lesných drevín. Zb. 7. celoštátna semenársko-šľachtiteľská konferencia, Spišská Nová Ves, 14.–16. októbra 1986, s. 165–170.
- Lantteri, S., Beletti, P., Lotito, S. (1993): Storage of pollen of Norway spruce and different pine species. Silvae Genetica, vol. 42, no. 2–3, p. 104–109.
- Muccifora, S., Bellani, L. M., Gori, P. (2003): Ultrastructure, viability and *in vitro* germination of the tricellular *Sambucus nigra* L. pollen. Int. J. Plant Sci., vol. 164, no. 6, p. 855–860.
- Ostrolucká, M. G. (1979): Interakcia peľ-blizna pri rode *Salix*. Bratislava, Biológia, vol. 34, no. 1, s. 15–31.
- Ostrolucká, M. G., Fleischer, P. (1995): Pollen vitality monitoring in the Tatra Biosphere Reserve. Bratislava, Ekológia, vol. 14, no. 4, p. 391–397.
- Ostrolucká, M. G., Čičová, L., Bolvanský, M. (2003): Influence temperature and storage on pollen viability in *Pinus mugo* Turra. Folia oecologica, vol. 30, no. 1, p. 105–111.
- Papademetriou, M. K. (1974): A study of the viability of avocado pollen under natural conditions. California Avocado Society, vol. 58, p. 74–76.
- Renzoni, C. G., Viegi, L. (1991): *In vitro* senzitvity of *Pinus pinaster* and *P. pinea* pollen grains to different pH values. Ann. Bot. Fennici, vol. 28, p. 135–142.
- Schueler, S., Schlünzen, H. K., Scholz, F. (2005): Viability and sunlight sensitivity of oak pollen and its implications for pollen mediated gene flow. Trees, vol. 19, p. 154–161.
- Siregar, I. Z., Sweet, G. B. (2000): The impact of extraction and storage conditions on the viability of Radiata pine pollen. Silvae Genetica, vol. 49, no. 1, p. 10–14.
- Stanley, R. G., Linskens, H. F. (1974): Pollen: Biology, Biochemistry and Management. Springer-Verlag, Berlin p. 307, ISBN 3-540-06827-9.
- Stanley, R. G., Poostchi, I. (1961): Endogenous carbohydrates, organic acids, and pine pollen viability. Silvae Genetica, vol. 11, no. 1, p. 1–3.
- Stosser, R. (1982): The pollen tube growth *in vitro* and *in vivo* in *Prunus domestica* L. Z. Pflanzenzüchtung, vol. 88, p. 261–264.
- Venäläinen, M. O., Aronen, T. S., Häggman, H. M., Nikkanen, T. O. (1999): Differences in pollen tube growth and morphology among Scots pine plus trees. Forest Genetics, vol. 6, no. 3, p. 139–147.

Rukopis doručen: 24. 8. 2011

Přijat po recenzii: 19. 9. 2011

MIKROSPOROGENÉZA A FERTILITA PEĽU MEDZIDRUHOVÝCH HYBRIDOV JEDLÍ (*ABIES* SP.)

MICROSPOROGENESIS AND POLLEN VIABILITY IN INTERSPECIFIC HYBRIDS OF FIRS (*ABIES* SP.)

Andrej Kormuťák^{1, 3)}, Božena Vooková¹⁾, Terézia Salajová¹⁾, Martin Galgóci²⁾, Peter Maňka²⁾, Peter Boleček³⁾, Roman Kuna³⁾, Dušan Gömöry⁴⁾

¹⁾Ústav genetiky a biotechnológií rastlín SAV, Akademická 2, P. O. Box 39A, SK-950 07 Nitra, Slovenská republika, nrgkorm@savba.sk

²⁾Arborétum Mlyňany SAV, Vieska nad Žitavou, SK-951 52 Slepčany, Slovenská republika

³⁾Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Fakulta prírodných vied, A. Hlinku 1, SK-949 74 Nitra, Slovenská republika

⁴⁾Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, SK-960 53 Zvolen, Slovenská republika

Abstrakt

Sledoval sa priebeh mikrosporogenézy druhov *Abies numidica* a *A. concolor*, resp. ich medzidruhových hybridov *A. nordmanniana* × *A. numidica* a *A. concolor* × *A. grandis*. Frekvencia meiotických porúch medzidruhových hybridov bola o viac ako polovicu vyššia v porovnaní s oboma rodičovskými druhmi. Na úrovni zrelého peľu sa nepozorovali významnejšie rozdiely v klíčivosti peľových zŕn rodičovských druhov a hybridných foriem *A. nordmanniana* × *A. numidica*, *A. alba* × *A. numidica* a *A. concolor* × *A. grandis*. Uvedené hybridy sa však vyznačovali vyššími priemernými dĺžkami peľových vrecúšok oproti rodičovským druhom, na základe čoho sa odvodil záver o vysokej fertilitate peľu medzidruhových hybridov jedlí.

Kľúčové slová: *Abies*, druhy, hybridy, mikrosporogenéza, fertilita peľu

Abstract

The course of microsporogenesis was followed cytologically in species *Abies numidica*, *A. concolor* and in their interspecific hybrids *A. nordmanniana* × *A. numidica* and *A. concolor* × *A. grandis*. The frequency of meiotic irregularities in hybrids was twice as high as in the parental species. At the level of mature pollen no significant differences in pollen germinability were recorded in parental species and in the hybrids *A. nordmanniana* × *A. numidica*, *A. alba* × *A. numidica* and *A. concolor* × *A. grandis*. The above mentioned hybrids have however exhibited statistically significant differences from both parental species in the length of their pollen tubes. The conclusion has been drawn postulating high fertility of pollen in interspecific hybrids of firs.

Key words: *Abies*, species, hybrids, microsporogenesis, pollen fertility

ÚVOD

Sterilita je jednou z najmarkantnejších črt, ktorou sa medzidruhové hybridy rastlín odlišujú od hybridov vnútrodrohových. Stebbins (1950) rozlišuje v tejto súvislosti dve skupiny medzidruhových hybridov. Prvá skupina zahŕňa medzidruhové hybridy, ktoré po samoopelení a vzájomnom krížení hybridných jedincov sú schopné produkovať určité množstvo životaschopného peľu a semien. Druhú skupinu tvoria medzidruhové hybridy, ktoré sú úplne sterilné. V rámci čeľade *Pinaceae* sú k dispozícii údaje tohto typu iba u borovic. Saylor et Smith (1966) pozorovali pri 22 medzidruhových hybridoch iba čiastočnú redukciu ich reprodukčného potenciálu. Rovnako aj Sax (1960) potvrdil normálny priebeh mikrosporogenézy pri 3 medzidruhových hybridoch mäkkých borovic (podrod *Haploxydon*), a to rodičovských druhov *Pinus griffithii*, *P. parviflora* a *P. strobus*. Hybridy týchto druhov prejavovali somatickú heterózu a pomerne vysoký stupeň fertility. Na základe získaných výsledkov autor uvádza, že priebeh redukčného delenia bol pri medzidruhových hybridoch *P. par-*

viflora × *P. strobus*, *P. griffithii* × *P. strobus* a *P. balfouriana* × *P. parviflora* porovnateľný s rodičovskými jedincami, avšak peľová sterilita bola u nich vyššia. V tomto smere sa zistenia autora odlišujú od záverov Saylor et Smitha (1966), ktorí peľovú sterilitu dávajú do priamej súvislosti s výskytom meiotických porúch. Anderson et al. (1969) zhrňujúc svoje výsledky štúdia mikrosporogenézy ihličnanov konštatujú vyššiu frekvenciu meiotických porúch pri medzidruhových hybridoch v porovnaní s príslušnými rodičovskými jedincami. Rod *Abies* je v uvedenom kompiláte zastúpený druhmi *A. balsamea* a *A. nobilis*, avšak akákoľvek zmienka o fertilitate peľu medzidruhových hybridov jedlí tu chýba. Kantor et Chira (1965) sledovali priebeh mikrosporogenézy druhov *A. alba*, *A. nordmanniana*, *A. grandis*, *A. pinsapo*, *A. concolor* a *A. koreana*, avšak iba z hľadiska trvania celého procesu a jeho závislosti na vonkajšej teplote. V predložennom príspevku hodnotíme priebeh uvedeného procesu, ako aj životaschopnosť peľu troch medzidruhových hybridov jedlí. Ide o prvé údaje tohto druhu v rámci rodu *Abies*.

MATERIÁL A METODIKA

Štúdium sa realizovalo v priebehu roka 2010 a zahrňovalo druhy *Abies numidica* DeLann. a *A. concolor* (Gord. et Glend) Lindl., resp. dva medzidruhové hybridy nachádzajúce sa na lokalite Arborétum Mlyňany. Spomedzi hybridov sme na uvedenej lokalite analyzovali 2 plodiace jedince medzidruhovej kombinácie *A. nordmanniana* × *A. numidica* a jedného medzidruhového hybridu *A. concolor* × *A. grandis*, zatiaľ čo na lokalite Jedľové Kostofany 3 jedincov medzidruhovej kombinácie *A. alba* × *A. numidica*. Odbery vyvíjajúcich sa mikrosporobilov sme uskutočňovali v 5–7 dňových intervaloch, počnúc štádiom peľových materských buniek a končiac mikrosporami uvoľnenými z tetrad. Odoberané vzorky mikrosporobilov sme laboratórne spracovávali ešte v deň ich zberu. Používali sme pritom techniku roztlakových cytologických preparátov za použitia 1% roztoku acetokarmínu (Chira, 1971). Frekvencia výskytu meiotických porúch sa hodnotila z celkového počtu 200 vyvíjajúcich sa mikrosporocytov každej vzorky. Na úrovni zreľých peľových zŕn sme fertilitu peľu stanovili naklíčovaním *in vitro* podmienkach pri 25 °C, po dobu 48 hod. Ako kultivačné médium sme používali 1,5% agar s 10% obsahom sacharózy. Každú vzorku sme vyhod-

notili v trojnásobnom opakovaní za použitia 100 peľových zŕn pri hodnotení klíčivosti a 30 peľových zŕn pri hodnotení dĺžky peľových vrecúšok. Namerané hodnoty sme štatisticky spracovali metódou variačnej analýzy (ANOVA).

VÝSLEDKY

Iba čiastočná korelácia sa pozorovala medzi frekvenciou meiotických porúch a klíčivosťou peľových zŕn rodičovských druhov *A. numidica* a *A. concolor*, resp. trojicou ich medzidruhových hybridov *A. nordmanniana* × *A. numidica*, *A. alba* × *A. numidica* a *A. concolor* × *A. grandis*. Neporovnateľne nižší výskyt meiotických porúch oboch rodičovských druhov v porovnaní s ich medzidruhovými hybridmi sa totiž neprejavil výraznejšie na klíčivosti peľu. Priemerné frekvencie meiotických narušení boli o polovicu nižšie u *A. numidica* a *A. concolor* ako u ich hybridov (tab. 1), zatiaľ čo klíčivosť peľu bola vzácné vyrovnaná pri všetkých analyzovaných vzorkách a pohybovala sa v úzkom rozpätí 85,66–93,00 % (tab. 2). Variačná analýza nepotvrdila štatistickú významnosť týchto rozdielov (tab. 3).

Tab. 1 Frekvencia meiotických porúch u druhov *A. numidica*, *A. concolor* a ich medzidruhových hybridov

| Druh/Hybrid | Štádium mikrosporogenézy | | | | | Priemer |
|---|--------------------------|-----------|-------------|------------|---------|---------|
| | Metafáza I | Anafáza I | Metafáza II | Anafáza II | Tetrazy | |
| <i>A. numidica</i> | 0 | 2 % | 18 % | 23 % | 7 % | 10,0 % |
| <i>A. nordmanniana</i> 1 × <i>A. numidica</i> | 19 % | 10 % | 23 % | 29 % | 27 % | 21,6 % |
| <i>A. nordmanniana</i> 2 × <i>A. numidica</i> | 31 % | 13 % | 34 % | 35 % | 20 % | 26,6 % |
| <i>A. concolor</i> | 15 % | 9 % | 0 | 27 % | 4 % | 11,0 % |
| <i>A. concolor</i> × <i>A. grandis</i> | 45 % | 23 % | 25 % | 48 % | 4 % | 29,0 % |

Tab. 2 Životaschopnosť peľu druhov *A. numidica*, *A. concolor* a ich medzidruhových hybridov zisťovaná v roku 2010

| Druh/Hybrid | Klíčivosť peľu ± s. o. [%] | Dĺžka peľových vrecúšok ± s. o. [µm] |
|---|----------------------------|--------------------------------------|
| <i>A. numidica</i> | 93,00 ± 4,58 | 112,20 ± 79,03 |
| <i>A. nordmanniana</i> 1 × <i>A. numidica</i> | 92,33 ± 3,05 | 358,32 ± 206,34 |
| <i>A. nordmanniana</i> 2 × <i>A. numidica</i> | 96,33 ± 0,57 | 317,74 ± 284,50 |
| <i>A. alba</i> 1 × <i>A. numidica</i> | 88,00 ± 8,54 | 428,59 ± 295,57 |
| <i>A. alba</i> 2 × <i>A. numidica</i> | 88,00 ± 3,60 | 209,12 ± 154,71 |
| <i>A. alba</i> 3 × <i>A. numidica</i> | 85,66 ± 3,51 | 319,41 ± 202,26 |
| <i>A. concolor</i> | 86,33 ± 3,51 | 506,22 ± 162,85 |
| <i>A. concolor</i> × <i>A. grandis</i> | 90,66 ± 4,16 | 541,92 ± 174,57 |

Tab. 3 Variačná analýza klíčivosti peľu u druhov *A. numidica*, *A. concolor* a ich medzidruhových hybridov

| Zdroj premenlivosti | DF | Komponenty variancie | Priemerný štvorec | F-hodnota | Pr > F |
|---------------------|----|----------------------|-------------------|-----------|--------|
| Druh | 7 | 23,72 | 1,29 | 2,2 | 0,089 |
| Chyba | 16 | 58,57 | 0,58 | | |
| Korekcia | 23 | | | | |

Tab. 4 Variačná analýza dĺžky peľových vrecúšok u druhov *A. numidica*, *A. concolor* a ich medzidruhových hybridov

| Zdroj premenlivosti | DF | Komponenty variance | Priemerný štvorec | F-hodnota | Pr > F |
|---------------------|-----|------------------------|-------------------|-----------|--------|
| Druh | 7 | 18,13 | 1875230 | 7,71 | 0,0004 |
| Druh/Jedinec | 16 | 6,85 | 243320 | 6,45 | 0,0001 |
| Chyba | 696 | 37,75 | 37752 | | |
| Korekcia | 719 | | | | |

Pri medzidruhovom hybride *A. nordmanniana* × *A. numidica* bolo ťažisko meiotických narušení na štádiách metafáza II, anafáza II a na štádiu tetrad, pri medzidruhovom hybride *A. concolor* × *A. grandis* na štádiách metafáza I a anafáza II (tab. 1). Cytologická ilustrácia normálneho priebehu mikrosporogenézy analyzovaných jedincov spolu s pozorovanými odchýlkami od uvedeného procesu je znázornená na obr. 1–16.

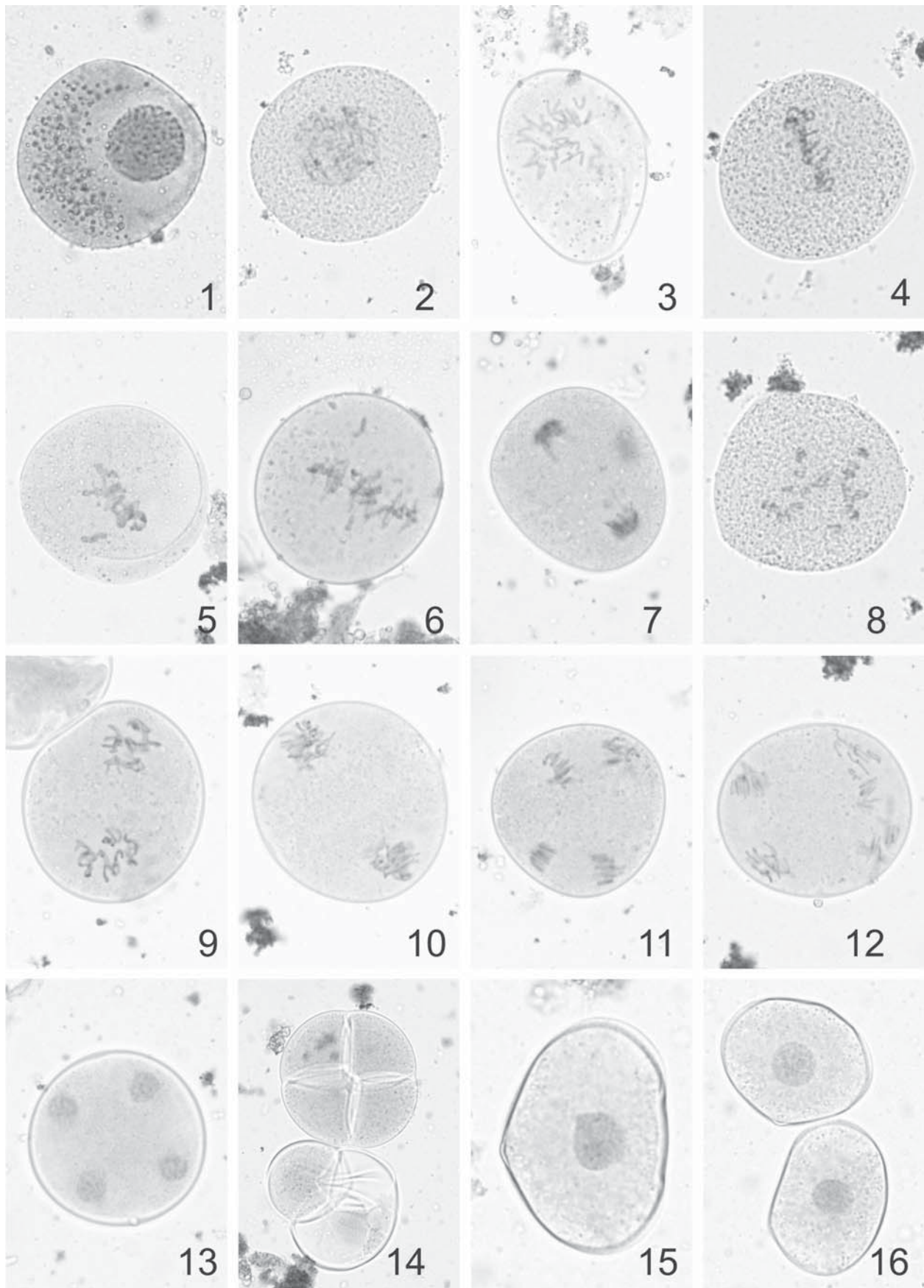
Začiatkové fázy profázy I charakterizované postupnou špiralizáciou chromozómov a degradáciou jadrovej membrány peľovej materskej bunky (PMC) sú znázornené na obr. 1–2. Výsledkom je maximálna kontrakcia a dobrá vizualizácia chromozómov (obr. 3), ktoré následne vstupujú do metafázy I charakterizovanej ich typickým zoskupením v ekvatoriálnej rovine deliacej sa PMC (obr. 4). Nesparované chromozómy sa v tomto štádiu správajú autonómne, čo sa cytologicky prejavuje ich voľnou lokalizáciou mimo skupiny integrovaných chromozómov (obr. 5–6). Ide o jedno z typických narušení meiotického procesu, ktoré má za následok chromozómovú nevybalancovanosť vznikajúcich diád. Rozchod chromozómov k opačným pólom deliacej sa PMC reprezentuje anafázu I (obr. 7), v priebehu ktorej sa môžu vyskytnúť chromozómové mostíky medzi segregujúcimi skupinami chromozómov, čo predstavuje ďalší typ deviácie (obr. 8). Výsledkom je redukcia diploidného počtu chromozómov PMCs na dve haploidné skupiny chromozómov, ktoré reprezentujú štádium diády (obr. 9). Ich vstup do metafázy II (obr. 10) a následná anafáza II (obr. 11) vyúsťuje do tvorby 4 haploidných jadier PMCs, čo predstavuje štádium tetrad (obr. 13). Asynchrónny rozchod chromozómov v priebehu anafázy II je ďalším typom meiotických porúch (obr. 12), ktorého výsledkom je nerovnocennosť vznikajúcich tetrad. Obrázok 14 ilustruje normálnu tetradu spolu s tetradou abortívnou, ktorá sa cytologicky javí ako prázdna a ktorá obsahuje tak funkčné, ako aj abortívne mikrospóry (obr. 15). V mikrospórach uvoľnených z tetrad dochádza k postupnej diferenciácii vzdušných vakov (obr. 16) a následnej premene funkčných mikrospór na zrelé peľové zrná. Neplnohodnotné mikrospóry v ďalšom vývine abortujú, čím sa vysvetľuje aj absencia korelácie medzi frekvenciou meiotických porúch a klíčivosťou peľu rodičovských druhov a ich hybridov.

Na rozdiel od klíčivosti peľu boli rozdiely v dĺžke peľových vrecúšok medzi rodičovskými druhmi a ich hybridmi omnoho výraznejšie. Paradoxne, životaschopnosť peľu posudzovaná podľa tohto parametra bola vyššia pri medzidruhových hybridoch ako u čistých druhov. Dĺžka peľových vrecúšok druhu *A. numidica* dosahovala v priemere 112,20 µm, zatiaľ čo pri

dvoch hybridných jedincoch *A. nordmanniana* × *A. numidica* činila 358,32 µm a 317,74 µm. Pri hybridnej kombinácii *A. alba* × *A. numidica* sa tento ukazovateľ životaschopnosti peľu pohyboval v rozpätí 209,12–428,59 µm. Kontrastný rozdiel sme zistili aj medzi druhom *A. concolor* a jeho hybridnou formou *A. concolor* × *A. grandis*, kde príslušné hodnoty peľových vrecúšok činili 506,22 µm a 541,96 µm. Variačná analýza potvrdila vysokú štatistickú preukázanosť rozdielov tejto charakteristiky peľu, a to nielen medzi rodičovskými druhmi a hybridmi, ale v rámci testovaných hybridov aj medzi jedincami. Prezentované komponenty variance však naznačujú vyššiu váhu druhov v tomto ohľade ako jednotlivých stromov (tab. 4).

DISKUSIA

Vysokú fertilitu peľových zŕn medzidruhových hybridov jedlí možno považovať za nepriamy dôkaz genetickej príbuznosti mediteránnych druhov jedlí, resp. genetickej príbuznosti dvojice severoamerických druhov *A. concolor* a *A. grandis*, ktorú na základe častého výskytu spontánnych hybridov uvedených druhov v sympatrických zónach postulujú Mergen et al. (1964). Klähn & Winieski (1962) sa domnievajú, že ide o dôsledok osobitného spôsobu speciácie, keď v priebehu evolúcie zohrala rozhodujúcu úlohu skôr geografická izolácia, ako vlastná genetická diferenciácia. Svojím spôsobom to potvrdzuje aj rozsiahly zoznam medzidruhových hybridov jedlí získaných umelou hybridizáciou (Greguss & Paule, 1988). Zvýšená frekvencia meiotických porúch medzidruhových hybridov oproti rodičovským druhom však naznačuje určitú diferenciáciu genómov jedlí, ktorá sa prejavuje v narušení konjugácie ich homologických chromozómov a následne aj v meiotických abnormalitách. Ide o veľmi citlivé a zároveň aj rozhodujúce štádium mikrosporogenézy, v priebehu ktorého dochádza k redukcii diploidného počtu chromozómov PMCs na haploidný počet peľových zŕn. Uvedené štádium je veľmi citlivé na náhle zmeny teploty vonkajšieho prostredia, ako to ilustroval pri viacerých druhoch jedlí Chira (1971). Avšak vzhľadom na skutočnosť, že cytologická analýza mikrosporogenézy rodičovských druhov a ich hybridov sa realizovala na spoločnej lokalite a v tom istom roku, možno zvýšený výskyt meiotických porúch medzidruhových hybridov pripísať ich hybridnej povahe. Mergen & Lester (1961) analyzovali priebeh mikrosporogenézy pri druhoch *A. sachalinensis*, *A. homolepis*, *A. nobilis*, ako aj pri spontánnom hybride *A. borisii-regis*, pričom zistili asynchrónny priebeh anafáz a tvorbu



Obr. 1–16 Priebeh mikrosporogenézy medzidruhových hybridov jedlí; 1–3 profáza I, 4–6 metafáza I, 7–8 anafáza I, 9 diáda, 10 metafáza II, 11–12 anafáza II, 13–14 tetráda, 15–16 mikrospóry

chromozómových môtikov a acentrických fragmentov pri *A. nobilis*. Autori však neuvádzajú kvalitu zrelého peľu analyzovaných taxónov.

ZÁVER

Zdá sa, že rod *Abies* sa s ohľadom na fertilitu medzidruhových hybridov podobá skupine mäkkých borovíc (podrod *Haploxylon*), v rámci ktorého medzidruhové hybridy vykazujú nižšiu sterilitu ako medzidruhové hybridy tvrdých borovíc (podrod *Diploxylon*), kde sa zistila až 40–50% sterilita medzidruhového hybridu *Pinus banksiana* × *P. contorta* (Righter & Stockwell, 1949). Praktický dopad tohto zistenia je nesporný. Naznačuje možnosť nerušenej reprodukcie medzidruhových hybridov jedlí, ale aj nebezpečie, ktoré z toho pramení, najmä pri genetickej kontaminácii genofondu jedle bielej v prípade ich introdukcie do jej prirodzených porastov. Aj z tohto dôvodu možno medzidruhové hybridy jedlí odporúčať iba pre lokality, kde jedľa biela nie je schopná trvalejšej existencie z dôvodov narušenie ekologických pomerov, najmä však imisnej záťaže.

Podakovanie

Práca vznikla za finančnej podpory agentúry VEGA, projekt č. 2/0076/09.

LITERATÚRA

- Andersson, E., Ekberg, I., Eriksson, G. (1969): A summary of meiotic investigations in conifers. *Studia Forestalia Suecica*, vol. 70, p. 1–19.
- Chira, E. (1971): Metódy cytogenetiky v šľachtení lesných drevín. Zvolen, Výskumný ústav lesného hospodárstva, 111 s.
- Greguss, L., Paule, L. (1988): Artificial hybridization in the genus *Abies*. In Paule, L., Korpel, Š. [eds.]: 5. IUFRO – TANNENSYMPOSIUM. Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie Zvolen, s. 179–188.
- Kantor, J., Chira, E. (1965): Mikrosporogenéza u niektorých druhov *Abies*. *Acta Universitatis Agriculturae (Brno), Series C (Facultatis Silviculturae)*, vol. 34, p. 179–185.
- Klaehn, F. U., Winieski, J. A. (1962): Interspecific hybridization in the genus *Abies*. *Silvae Genetica*, vol. 11, p. 130–142.
- Mergen, F., Lester, D. T. (1961): Microsporogenesis in *Abies*. *Silvae Genetica*, vol. 10, p. 146–156.
- Mergen, F., Burley, J., Simpson, B. A. (1964): Artificial hybridization in *Abies*. *Der Züchter*, vol. 34, p. 242–251.
- Righter, F. I., Stockwell, P. (1949): The fertile species hybrid,

Pinus murray-banksiana. *Madroño*, vol. 10, p. 65–69.

- Saylor, L. C., Smith, B. W. (1966): Meiotic irregularities in species and interspecific hybrids of *Pinus*. *American Journal of Botany*, vol. 53, p. 453–468.
- Stebbins, G. L. Jr. (1950): *Variation and Evolution in Plants*. New York, Columbia University Press, 643 s.
- Sax, K. (1960): Meiosis in interspecific Pine hybrids. *Forest Science*, vol. 6, p. 135–138.

Rukopis doručen: 8. 8. 2011

Přijat po recenzi: 1. 9. 2011

ZPŮSOBY *IN VITRO* REGENERACE U *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L.

WAYS OF *IN VITRO* REGENERATION OF *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L.

Jana Šedivá¹⁾, Hana Vejsadová¹⁾, Helena Vlášínová²⁾, Josef Mertelík¹⁾, Kateřina Kloudová¹⁾

¹⁾ Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, sediva@vukoz.cz

²⁾ Mendelova univerzita, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno-Černá Pole, helena.vlasinova@gmail.com

Abstrakt

Studie se zabývá možnostmi rozmnožování jírovce maďalu v *in vitro* podmínkách. Byly studovány dva způsoby *in vitro* regenerace, cestou organogeneze a somatické embryogeneze. Pro indukci organogeneze bylo použito několik typů explantátů (stonkové, listové a kořenové). Tvorba výhonů byla pozorována u všech typů explantátů a pohybovala se v rozpětí od 1 do 10 výhonů na explantát. U květních explantátů byla úspěšně navozena somatická embryogeneze. Byla docílena vysoká regenerace, 10–60 embryí na explantát.

Klíčová slova: *Aesculus hippocastanum*, *in vitro* regenerace, organogeneze, somatická embryogeneze

Abstract

The study deals with the possibilities of horse chestnut propagation under *in vitro* conditions. *In vitro* regeneration was studied in two ways – organogenesis and somatic embryogenesis. The organogenesis used several types of explants (stem, leaf and root). Induction of shoots was observed in all types of explants and it was in the range 1 to 10 shoots on explants. Somatic embryogenesis (SE) was induced in the flower explants. Regeneration potential was high; 10 to 60 somatic embryos were produced on explants.

Key words: *Aesculus hippocastanum*, *in vitro* regeneration, organogenesis, somatic embryogenesis

ÚVOD

Jírovec patří mezi oblíbené okrasné dřeviny, a to nejenom svým habitem, ale také tolerancí ke znečištěnému životnímu prostředí. Kromě estetických vlastností disponuje širokým spektrem obsahových látek, kterých se hojně využívá ve farmacii. Výsadby jírovců v Evropě trpí v poslední době chorobou označovanou jako „bleeding canker“, jejíž původcem může být bakterie *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* nebo houby z rodu *Phytophthora* (Webber, 2008). Vzhledem k oblíbenosti pěstování jírovce v celé Evropě je snahou pěstitelů množit takové genotypy, které vykazují rezistentní chování vůči významným patogenům. Nové klony je důležité z komerčního hlediska co nejdříve distribuovat na trh. Jírovec se množí převážně generativně, kultivary se očkují nebo roubují (Walter, 1997). Roubování je metoda pracovně náročná, vyžadující navíc vhodnou podnož. V současné době se kromě klasických metod množení využívají postupy založené na regeneraci *in vitro*. Morfogeneze probíhá dvěma způsoby, buď organogenezí nebo embryogenezí (Procházka et al., 1998). Hlavními výhodami při tomto způsobu množení je malá náročnost na množství výchozího rostlinného materiálu, rychlost množení a vysoký množitelství koeficient (George a Debergh, 2008). V případě embryogeneze se navíc dá využít automatizace, což nabízí při množení komerčně zajímavých materiálů velké možnosti.

U rodu *Aesculus* bylo publikováno několik výzkumných prací, které jsou zaměřeny na regeneraci *in vitro* s využitím somatické embryogeneze, kdy embryo vzniká ze somatických buněk (Radojević, 1978; Jörgensen, 1989; Kiss et al., 1992; Capuana a Debergh, 1997; Troch et al., 2009; Čalić-Dragosavac et

al., 2010). Práce zaměřené na regeneraci cestou organogeneze bylo s embryogenezí do současnosti publikováno velmi málo, (Šedivá et al., 2004; Vejsadová et al., 2010).

Cílem této práce bylo zhodnocení dosavadních výsledků dosažených při regeneraci *Aesculus hippocastanum* v podmínkách *in vitro*.

MATERIÁL A METODIKA

Organogeneze

Při zakládání organogenní kultury byly použity části výhonů s vrcholovými a úzlabními pupeny, které byly odebrané z matečnice roubovanců (VÚKOZ, v. v. i.). Odběr rostlinného materiálu byl prováděn v průběhu celého roku. Stonkové segmenty byly povrchově sterilizovány buď v 50% Savu (20 minut) nebo v kombinaci s 0,2% chloridem rtuťnatým (5 min.) a pak opláchnuty 3× v deionizované vodě. Základem pro založení *in vitro* kultury byly vypreparované vegetační vrcholy s listovými primordií. Vzhledem k počáteční vysoké endogenní kontaminaci explantátů bylo v dalších experimentech zařazeno před vlastní povrchovou sterilizací ošetření výhonů širokospektrálním přípravkem Antibiotic-Antimycitic Stabilized (Sigma). Primární explantáty byly umístěny na WPM médium, které obsahovalo základní mikro- a makroprvky a vitaminy (Lloyd a McCown, 1980; Duchefa) s dodatkem 0,5 mg.l⁻¹ cytokininu benzyladeninu (BA). Živné médium bylo zpevněno 7 g.l⁻¹ agaru. Před autoklavováním bylo upra-

veno pH na 6,0. Primární kultury byly kultivovány jeden týden ve tmě, pak v 16hod fotoperiodě při 22 °C. Proliferující explantáty byly přeneseny na médium stejného složení. Vytvořené výhony byly rozděleny na 1 cm segmenty a použity pro další multiplikaci. Interval pasáže byl dva a čtyři týdny.

Po odvození primární kultury následovala multiplikační fáze, ve které byly použity různé typy explantátů: jednotlivé výhony (0,8–1,5 cm), segmenty výhonů (0,5 cm), listy a segmenty kořenů (3–5 cm). Po 4 týdnech byla vyhodnocena tvorba nových výhonů.

Somatická embryogeneze

Pro indukci somatické embryogeneze byly zdrojem explantátů uzavřené květní pupeny (3–4 mm). Rostlinný materiál byl povrchově sterilizován v 70% etanolu po dobu 1 min a pak v 30% Savu (chlornan sodný) s kapkou Tweenu 80 po dobu 20 minut. Po sterilizaci byla květenství opláchnuta 3× v deionizované vodě. Jako primární explantáty byly použity vypreparované prašnickové nitky. Explantáty byly kultivovány v Petriho miskách na MS médiu s vitaminy (Murashige a Skoog, 1962; Duchefa), 10 mg.l⁻¹ kyseliny pantotenové, 100 mg.l⁻¹ myo-inositolu, 200 mg.l⁻¹ kaseinu hydrolyzátu, 2% sacharózou, 2 mg.l⁻¹ 2,4-dichlorfenoxycetové kyseliny (2,4-D) (Capuana a Debergh, 1997). Pro zpevnění média bylo použito 7 g.l⁻¹ agaru (Sigma, Cell Culture Tested). Kultivační médium bylo upraveno na pH 5,6 a pak autoklavováno při 120 °C, 106 kPa po dobu 20 minut. Kultury byly kultivovány v termoboxu ve tmě, při teplotě 22±1 °C. Další postup byl proveden podle protokolu Capuana a Debergh (1997). Po 4 týdnech byly kalusové kultury přeneseny na čerstvé médium stejného složení a kultivačních podmínek. Po dalších 4 týdnech kultivace se embryogenní kalusy přenesly na médium bez 2,4-D, ale navíc bylo živné médium doplněno o 50 g.l⁻¹ osmotika polyetylen glykolu (PEG 4000, Fluka) a 400 mg.l⁻¹ sterilně přefiltrovaného glutaminu.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Při zakládání primárních kultur jírovce byl klíčový termín odběru primárních explantátů. Nejvhodnější bylo letní období (červen/červenec). V zimním a jarním období byla zaznamenána vysoká bakteriální kontaminace explantátů a vysoká produkce fenolických látek. Aplikace přípravku s antibakteri-

álním a fungicidním účinkem sice měla vliv na potlačení mikrobiální kontaminace, ale na druhou stranu měla negativní vliv na regeneraci explantátů. Pro úspěšné odvození *in vitro* kultury byla nezbytná častá pasáž (dva týdny) regenerujících explantátů, po dobu alespoň čtyř měsíců. Jestliže se explantáty pasážovaly až po čtyřech týdnech, docházelo ke zpomalení růstu a často až k nekróze.

V multiplikační fázi byla tvorba výhonů ovlivněna typem explantátu (tab. 1). Nejvyšší tvorba výhonů byla pozorována u stonkových segmentů, 8–10 výhonů na explantát (obr. 1). V případě, že se použily celé výhony, počet výhonů se snížil na 3–4. U kořenových explantátů bylo vytvořeno 4–8 výhonů na explantát. U listových explantátů byl vytvořen 1–2 výhony na explantát. Z hlediska množitelského byla u listových explantátů pozorována nízká tvorba výhonů. Na druhou stranu tento způsob regenerace by se mohl v budoucnu využít při genetických transformacích jírovce. V posledních letech roste počet publikovaných prací zabývajících se problematikou morfogeneze listových explantátů právě z důvodu zájmu o genetické manipulace u okrasných druhů. Indukce výhonů z listů byla popsána u řady bylenných druhů, např. u kalanchoe (Sanikhani et al., 2006), *Bryophyllum* (Naz et al., 2009), *Torenia* (Kanchanapoom et al., 2009), ale také u dřevin, např. břízy (Iliev et al., 2010), hlohu (Dai et al., 2007) a hrušně (Tang et al., 2008). U dřevin je tento způsob regenerace daleko obtížnější v porovnání s bylinami.

Při indukci somatické embryogeneze bylo postupováno podle protokolu Capuana a Debergh (1997). Po osmi týdnech se podařilo odvodit z izolovaných prašnickových tyčinek embryogenní kalus. Žlutá barva byla indikátorem tvorby embryogenního kalusu, zatímco bílá signalizovala neembryogenní kalus. Na explantát se vytvořilo 10–60 somatických embryí v různém stupni vývoje (obr. 2). Po přenosu embryogenního kalusu na médium s osmotikem došlo ke zrání embryí.

Proces somatické embryogeneze je mnohem složitější v porovnání s organogenezí, neboť při něm vzniká zárodek. Probíhá v pěti hlavních fázích: iniciace embryogenních kultur, proliferace, formace somatických embryí, zrání a regenerace v rostliny (Von Arnold, 2008). Jestliže jsou však všechny fáze zvládnuty, nabízí obrovský regenerační potenciál. Problematika SE je řešena teprve krátce, další experimenty budou zaměřeny především na udržení embryogenního potenciálu *in vitro* kultury a přeměnu embryí v rostliny.

Proces organogeneze je jednodušší, neboť při něm vznikají

Tab. 1 *In vitro* regenerace jírovce maďalu při použití různých typů explantátů

| Začátek experimentů | Způsob regenerace | Typ explantátu | Stav <i>in vitro</i> kultury | Průměrný počet výhonů/explantát |
|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 2008 | OR | Výhon s vrcholem* | Multiplikující výhonová kultura | 3–4 |
| | OR | Listový explantát* | Multiplikující výhonová kultura | 1–2 |
| | OR | Kořenový explantát* | Multiplikující výhonová kultura | 4–8 |
| | OR | Stonkový segment* | Multiplikující výhonová kultura | 8–10 |
| 2011 | SE | Květní explantát | Embryogenní kalus | 10–60 somatických embryí |

Pozn. OR – organogeneze, SE – somatická embryogeneze; * – odvozeno z *in vitro* kultury



Obr. 1 Organogeneze výhonů u stonkového segmentu jírovce maďalu

orgány (např. výhony) nebo jejich soubory. Nevzniká však bezprostředně celistvá rostlina. K té lze dospět dalšími manipulacemi (Šebánek et al., 1998). Jestliže chceme získat celé rostliny, je nezbytné u nově vytvořených výhonů iniciovat tvorbu kořenů.

ZÁVĚR

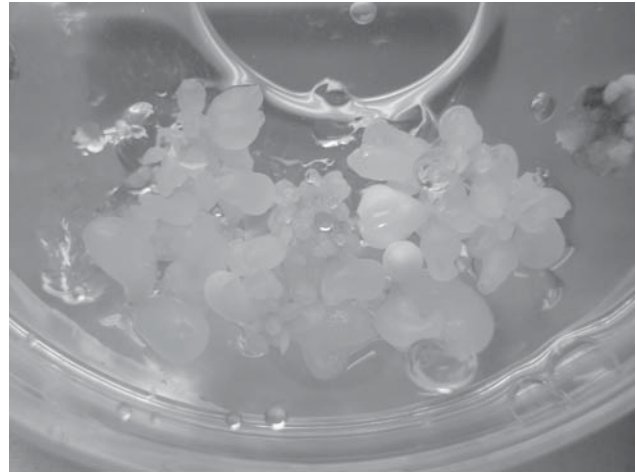
Při množení jírovce maďalu v *in vitro* podmínkách byly rozpracovány oba způsoby regenerace. Bylo zjištěno, že pro regeneraci výhonů se dají využít nejenom stonkové, ale také listové a kořenové explantáty. Navíc úspěšná regenerace výhonů z listových explantátů se může v budoucnosti využít ve šlechtitelském procesu. První experimenty založené s květními pupeny ukázaly, že somatická embryogeneze má vysoký regenerační potenciál. I když existuje několik zahraničních studií o problematice regenerace jírovce maďalu pomocí SE, je nezbytné tyto postupy ověřit a optimalizovat pro nové genotypy. Klíčovým krokem SE bude konverze embryí v rostliny.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory Ministerstva zemědělství České republiky, projekt NAZV QH81101. Za technickou pomoc patří poděkování Dagmar Řehákové a Mileně Malé.

LITERATURA

Čalić-Dragosavac, D., Zdravkovi-Korać, S., Bohanec, B., Radojević, L., Vinterhalter, B., Stevović, S., Cingel, A., Jelena Savić, J. (2010): Effect of activated charcoal, abscisic acid and polyethylene glycol on maturation, germination and conversion of *Aesculus hippocastanum* androgenic embryos. *African Journal of Biotechnology*, vol. 9, no. 25, p. 3786–3793.



Obr. 2 Somatická embrya indukovaná z prašnickových tyčinek

Capuana, M., Debergh, P. C. (1997): Improvement of the maturation and germination of horse chestnut somatic embryos. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, vol. 48, p. 23–29.

Dai, H., Zhang, Z., Guo, X. (2007): Adventitious bud regeneration from leaf and cotyledon explants of Chinese hawthorn (*Crataegus pinnatifida* Bge. var. *major* N. E. Br.). *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, vol. 43, no. 1, 2–8, doi 10.1007/s11627-006-9008-3.

George, E. F., Debergh, P. C. (2008): Micropropagation: Uses and methods In George, E. F., Hall, M. A. and De Klerk, G. J., *Plant propagation by tissue culture*, 3rd edition. Springer, Dordrecht, p. 29–64.

Iliev, I., Scaltsoyiannes, A., Tsaktsira, M., Gajdosova, A. (2010): Micropropagation of *Betula pendula* ROTH cultivars by adventitious shoot induction from leaf callus. *Acta Hort. (ISHS)*, vol. 885, p. 161–173.

Jørgensen, J. (1989): Somatic embryogenesis in *Aesculus hippocastanum* L. by culture of filament callus. *J. Plant Physiol.*, vol. 135, p. 240–241.

Kanchanapoom, K., Buntin, N., Kanchanapoom, K. (2009): Micropropagation through adventitious shoot regeneration from leaf culture of *Torenia fournieri* Lind. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol. 31, no. 6, p. 587–590.

Kiss, J., Heszky, L.E., Kiss, E., Gyulai, G. (1992): High efficiency adventive embryogenesis on somatic embryos of anther, filament and immature proembryo origin in horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) tissue culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, vol. 30, p. 59–64.

Lloyd, G., McCown, B. (1980): Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. *Intern. Plant Prop. Soc. Proc.*, vol. 30, p. 421–427.

Murashige, T., Skoog, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures.

- Physiologia Plantarum, vol. 15, p. 473–497.
- Naz, S., Javad, S., Ilyas, S., Ali, A. (2009): An efficient protocol for rapid multiplication of *Bryophyllum pinnatum* and *Bryophyllum daigremontiana*. Pak. J. Bot., vol. 41, no. 5, p. 2347–2355.
- Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. et al. (1998): Fyziologie rostlin. Academia, Praha, 484 s.
- Radojević, L. (1978): *In vitro* induction of androgenic plantlets in *Aesculus hippocastanum*. Protoplasma, vol. 96, p. 369–374.
- Sanikhani, M., Frello, S., Serek, M. (2006): TDZ induces shoot regeneration in various *Kalanchoë blossfeldiana* Poelln. cultivars in the absence of auxin. Plant Cell Tissue and Organ Culture, vol. 85, p. 75–82.
- Tang, H., Luo, Y., Liu, C. (2008): Plant regeneration from *in vitro* leaves of four commercial *Pyrus* species. Plant Soil Environment, vol. 54, no. 4, p. 140–148.
- Šebánek, J., Procházka, S., Havel, L. (1998): Celistvost rostlin. In Procházka S., Macháčková I., Krekule J., Šebánek J. a kol., Fyziologie rostlin. Praha, Academia, s. 308–347.
- Šedivá, J., Vejsadová, H., Mertelík, J. (2004): Využití metody meristémového množení *in vitro* v kombinaci s termoterapií pro ozdravení vybraných druhů rostlin od virových infekcí a metody mikropropagace *in vitro* pro klonové namnožení vybraných rezistentních taxonů. Závěrečná zpráva projektu 0441 výzkumného záměru VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, s. 11.
- Troch, V., Werbrouck, S., Geelen, D., Van Labeke, M. Ch. (2009): Optimization of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) somatic embryo conversion. Plant Cell Tissue and Organ Culture, vol. 98, p. 115–123, doi 10.1007/s11240-009-9544-8.
- Vejsadová, H., Šedivá, J., Vlašínová, H., Havel, L., Mertelík, L., Kloudová, K. (2009): Indukce organogeneze u jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum* L.). [Organogenesis induction in horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.)], Zprávy lesnického výzkumu, vol. 54, no. 4, s. 286–292.
- Von Arnold, S. (2008): Somatic embryogenesis. In George, E. F., Hall, M. A. and De Klerk, G. J., Plant propagation by tissue culture, 3rd edition. Dordrecht, Springer, p. 335–354.
- Walter, V. (2001): Rozmnožování okrasných stromů a keřů. Praha, Brázda, 310 s.
- Webber, J. (2008): *Phytophthora* bleeding canker of horse chestnut. The research agency of the forestry commission. [cit. 2011-08-01] dostupné z [http://www.forestry.gov.uk/pdf/Bleedingcanker.pdf/\\$FILE/Bleedingcanker.pdf](http://www.forestry.gov.uk/pdf/Bleedingcanker.pdf/$FILE/Bleedingcanker.pdf)

Rukopis doručen: 8. 8. 2011

Přijat po recenzi: 1. 9. 2011

VPLYV ZLOŽENIA KULTIVAČNÉHO MÉDIA NA EFEKTÍVNOSŤ REGENERÁCIE *VACCINIUM* SPP. V KULTÚRE *IN VITRO*

INFLUENCE OF CULTURE MEDIUM COMPOSITION ON EFFECTIVITY OF *IN VITRO* REGENERATION IN *VACCINIUM* SPP.

Mária Gabriela Ostrolucká,¹⁾ Gabriela Libiaková¹⁾, Alena Gajdošová¹⁾, Emília Ondrušková²⁾

¹⁾ Ústav genetiky a biotechnológií rastlín Slovenskej akadémie vied, Akademická 2, P. O. Box 39A, 950 07 Nitra, Slovenská republika, gabriela.ostrolucka@gmail.sk, gabriela.libiakova@savba.sk

²⁾ Ústav ekológie lesa Slovenskej akadémie vied Zvolen, pobočka Biológie drevín, Akademická 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika, ondruskova@savzv.sk

Abstrakt

Zamerali sme sa na zhodnotenie regeneračnej schopnosti odrody 'Ida' druhu *Vaccinium vitis-idaea* L. a odrody 'Goldtraube' druhu *Vaccinium corymbosum* L. s cieľom dosiahnuť efektívnu a kontinuálnu mikropropagáciu. Výsledky potvrdili vhodnosť nodálnych segmentov s dormatnými púčikmi ako primárnych explantátov. Pri odrode 'Ida' z testovaných kultivačných médií (WPM a AN) pôsobilo efektívnejšie médium WPM ako na počet výhonkov na explantát, tak aj na ich rast a počet listov. Z testovaných koncentrácií zeatínu (0,5–2,0 mg.l⁻¹) pôsobili preukazne pozitívne na uvedené ukazovatele regenerácie *in vitro* vyššie koncentrácie (1,5–2,0 mg.l⁻¹). Pri odrode 'Goldtraube' sme testovali médium WPM s modifikovaným obsahom mikroprvkov – Fe a Cu. Preukazne pozitívny vplyv na tvorbu mnohovýhonkovej kultúry, rast výhonkov a počet listov na výhonok sme zaznamenali na médiu s dvojnásobne zvýšenou koncentráciou Fe (73,4 mg.l⁻¹), zatiaľ čo trojnásobná koncentrácia Fe (110,1 mg.l⁻¹) pôsobila už inhibične. Testované ukazovatele regenerácie štatisticky preukazne neovplyvnilo médium s modifikovanými koncentraciami Cu. Efektívne zvýšenie koeficientu mikropropagácie sme dosiahli opakovanou kultiváciou nodálnych segmentov mikrovýhonkov, pričom najvyššia proliferácia výhonkov bola dosiahnutá pri druhej subkultivácii.

Kľúčové slová: *Vaccinium* spp., regenerácia *in vitro*, multiplikácia, kultivačné médium, zeatín, Cu, Fe

Abstract

We focused on estimation of regeneration ability of cultivar 'Ida' in species *Vaccinium vitis-idaea* L. and cultivar 'Goldtraube' in species *Vaccinium corymbosum* L. with the aim to obtain an effective and continuous micropropagation. The results confirmed suitability of nodal segments with dormant buds as the primary explants. From the culture media, WMP and AN, tested in cultivar 'Ida', the more suitable was WPM on which formation of multi-shoot cultures was initiated with higher number of shoots, more intensive growth and higher number of leaves per shoot. From tested zeatin concentrations (0.5–2.0 mg.l⁻¹) the significantly positive effect on regeneration had higher concentrations (1.5–2.0 mg.l⁻¹). For regeneration of 'Goldtraube' also WPM with modified content of microelements – Fe and Cu was tested. Significantly positive influence of twofold increased concentration of Fe (73.4 mg.l⁻¹) was found on formation of multi-shoot cultures, intensity of shoot growth and number of leaves, while threefold concentration of Fe (110.1 mg.l⁻¹) had inhibition effect. The tested indicators of regeneration were not influenced significantly by modified concentrations of Cu. The effective increasing of shoot multiplication coefficient was achieved by repetitive cultivation of nodal segments from microshoots whereupon the significantly highest shoot proliferation was achieved at second sub-cultivation.

Key words: *Vaccinium* spp., shoot regeneration *in vitro*, modification of culture medium, zeatin, Fe, Cu

ÚVOD

Druhy *Vaccinium vitis-idaea* L. (brusnica obyčajná) a *Vaccinium myrtillus* L. (brusnica čučoriedková) sa vyznačujú dlhodobou tradíciou využívania plodov ako na Slovensku, tak aj v Čechách, zvlášť pre ich špecifickú chuť. V ostatných rokoch záujem o spracovanie a využívanie tohto drobného ovocia stúpa. Záujem vyplýva z poznatkov o ich nutričnej hodnote a význame z hľadiska výživy a zdravia. Výskumy potvrdili, že obsah a sortiment látok v tomto drobnom ovocí má mimoriadne významné, širokospektrálne liečivé účinky na ľudský organizmus. Avšak súčasná produkcia plodov uvedených druhov je zanedbateľná. Na zber plodov sa využívajú prevažne

pôvodné (prirodzené) extenzívne porasty v horských oblastiach, ktoré sú často devastované nešetrným zberom aj v chránených oblastiach. Domáca produkcia nestačí pokryť zvýšený záujem o tieto atraktívne druhy drobného ovocia. Obe krajiny – Slovenská republika a aj Česká republika majú vhodné klimatické podmienky a dostatok neúrodnych, kyslých pôd na zintenzívnenie pestovania druhu *Vaccinium vitis-idaea* L. (Šimala, 1999), podobne aj druhu *Vaccinium myrtillus* L. (brusnice čučoriedkovej), ale na druhej strane prirodzene rozšírená brusnica obyčajná nie je najvhodnejšia na zintenzívnenie pestovania pre nízke úrody a nekvalitné plody (zasahované hnilobou). V súčasnosti je k dispozícii široký sortiment vy-

šlachtených a mimoriadne produktívnych odrôd, vhodných pre produkciu kvalitných plodov, ako aj na dekoratívne účely (Hričovský et al., 2002; Šimala, 2005). Rozšírenie pestovania týchto odrôd je opodstatnené. Produkčné výsadby, ktoré boli založené (v r. 1993 a 1994) v podmienkach Slovenska na Výskumnej stanici v Krivej na Orave (Výskumného ústavu trávnych porastov a horského poľnohospodárstva v Banskej Bystrici), a niekoľkoročné skúsenosti s pestovaním šlachtených odrôd druhu *Vaccinium vitis-idaea* L. a druhu *Vaccinium corymbosum* L. (brusnica chocholíkatá, nazvaná aj čučoriedka veľkoplodá, záhradná, kanadská) poukazujú na ich perspektívnosť (Šimala, 2002; Šimala a Ostrolucká, 2002; Šimala, 2005; Šimala a Ostrolucká, 2005a,b; Šimala et al., 2007). Autori poukazujú na prednosti introdukovaných odrôd uvedených druhov v porovnaní s autochtónnymi druhmi (*Vaccinium vitis-idaea* L. a *Vaccinium myrtillus* L.), ktoré môžu vhodne nahradiť, zvlášť čo sa týka produkčnej schopnosti, stability úrody a kvality plodov. Z praktického hľadiska na založenie intenzívnych výsadiieb produkčných odrôd druhov *Vaccinium vitis-idaea* L. a *Vaccinium corymbosum* L. a rozšírenie ich pestovania plantážnickým spôsobom s komerčným využívaním je potrebné zabezpečiť dostatok sadbového materiálu.

Metódy pletivových kultúr, aplikované pri rozmnožovaní mnohých rastlinných druhov, nachádzajú aktuálne uplatnenie aj pri druhoch rodu *Vaccinium*. Rýchlu a efektívnu regeneráciu a produkciu rastlín môžeme doceliť správnou voľbou techniky *in vitro* a optimalizáciou kultivačných podmienok. Z hľadiska regulácie efektívnej regenerácie a reprodukcie rastlín je zvlášť dôležité zloženie kultivačného média. Jednotlivé komponenty média majú špecifickú funkciu. Významné sú zlučiny s obsahom makrobiogénnych a mikrobiogénnych prvkov, ako aj vitamíny a sacharidy. Najdôležitejšími komponentami kultivačného média sú rastové regulátory (najmä cytokiníny, auxíny), ktoré v závislosti na obsahu, vzájomnom pomere a interakcii ovplyvňujú morfogénu kultúry *in vitro*. Z rastových regulátorov majú dôležitú úlohu cytokiníny, ktoré regulujú bunkové delenie, inhibujú prejav apikálnej dominancie a stimulujú diferenciáciu axilárnych púčikov a ich rast. Indukujú aj tvorbu adventívnych púčikov a výhonkov. Exogénne aplikované rastové látky sa zúčastňujú na pozadí endogénnych fytohormónov na systéme regulácie morfogénnych procesov a celkovej regenerácie *in vitro*. Z mikrobiogénnych prvkov sú v kultivačných médiách zastúpené zlučiny s obsahom kovov, napr. Fe, Cu, Co, Mn, Zn. Sú dôležité až dokonca nevyhnutné, pretože regulujú životne dôležité procesy, zvlášť enzymatické reakcie.

Hranicu medzi pozitívnym a negatívnym účinkom jednotlivých komponentov kultivačného média určuje množstvo a aktívna forma zlučín, ktoré môžeme v podmienkach *in vitro* testovať a modifikovať. Neexistujú univerzálne platné kombinácie rastových látok, ich optimálne pomery a koncentrácie. Je potrebné ich špecifikovať a optimalizovať pri každom rastlinnom druhu, odrode, ako aj genotypu (Mezzetti et al., 1997; Debnath a McRae, 2001; Debnath, 2005). Určiť optimálny typ a koncentráciu rastových látok v médiu je dôležitým aspektom úspešnej mikropropagácie (Ružić a Vujović, 2008). Výsledky mikropropagácie odrôd druhu *Vaccinium corymbosum* L. prezentované viacerými autormi (Marcotrigi-

ano a McGlew, 1991; Reed a Aldelnour-Esquivel, 1991; Popowich a Filipenya, 1997; Mezzetti et al., 1997; Ostrolucká et al., 2002; Ostrolucká et al., 2004 a iní) taktiež potvrdili, že prejav regeneračnej schopnosti jednotlivých odrôd závisí od podmienok kultivácie.

Zámerom našej práce bolo modifikáciou zloženia kultivačného média ovplyvniť indukciu a intenzitu proliferácie výhonkov, ako aj posúdiť regeneračnú schopnosť odrody 'Ida' druhu *Vaccinium vitis-idaea* L. a odrody 'Goldtraube' druhu *Vaccinium corymbosum* L. za stanovených podmienok *in vitro*.

MATERIÁL A METODIKA

Východiskový rastlinný materiál

Východiskový materiál pre experimenty *in vitro* sme odobrali koncom februára na pokusných plochách Výskumnej stanici v Krivej na Orave (Výskumného ústavu trávnych porastov a horského poľnohospodárstva v Banskej Bystrici). Odrody sú vhodné na pestovanie v našich klimatických podmienkach. Odroda 'Ida' druhu *Vaccinium vitis-idaea* L. je mrazuvzdorná a má mimoriadne veľké plody. Odroda 'Goldtraube' druhu *Vaccinium corymbosum* L. má plody menšie, ale veľmi sladké, vhodné na konzum a ideálne aj na spracovanie. Môže nájsť vhodné uplatnenie v záhradkách nielen na produkciu chutného ovocia, ale aj ako dekoratívna drevina, nakoľko má nízky vzrast a kompaktný tvar.

Pre testovanie vplyvu kultivačného média na indukciu diferenciácie a proliferácie výhonkov, ako aj posúdenia regeneračnej schopnosti odrody 'Ida' a odrody 'Goldtraube' sme použili ako primárne explantáty nodálne segmenty s dormantnými apikálnymi a axilárnymi púčikmi. Kultiváciou uvedených primárnych explantátov sme získali mikrovýhonky, ktoré sme izolovali a použili na ďalšiu kultiváciu na kultivačných médiách s modifikovaným zložením podľa experimentálneho zámeru. Z mikrovýhonkov sme použili ako explantáty rastové vrcholy a nodálne segmenty s dvomi axilárnymi púčikmi na ďalšiu reprodukciu. Segmentácia mikrovýhonkov umožňuje dosiahnuť zvýšenie celkovej produkcie rastlín a efekt mikropropagácie.

Sterilizácia

Primárne explantáty – segmenty stoniek s apikálnymi a axilárnymi púčikmi sme povrchovo sterilizovali 70% etanolom (1–2 minúty) a po premytí sterilnou destilovanou vodou následne roztokom 0,1% HgCl₂ (4–5 minút). Sterilizačný roztok bol odstránený premytím explantátov 3× v sterilnej destilovanej vode.

Kultivačné médiá

Na kultiváciu explantátov sme použili ako základné kultivačné médium WPM (Lloyd a McCown, 1980) a médium AN (Anderson, 1980), komerčne distribuovaných firmou Duchefa, a WPM médium s modifikovaným obsahom železa

a medi. Všetky média boli spevnené agarom (SIGMA Chemical Co., USA) v koncentrácii 8 g.l⁻¹ a doplnené sacharózou 30 g.l⁻¹. Hodnotu pH média sme upravili na 4,5–4,8. Média boli sterilizované v parnom sterilizátore pri teplote 120 °C a tlaku 125 kPa. 20 min. Médium po sterilizácii sme rozliali do sterilných sklenených kultivačných nádob (25 ml média/nádobu). V každej kultivačnej nádobe sme kultivovali 5 explantátov. V rámci variantu kultivačného média sme testovali 30 explantátov.

Pri odrode 'Ida' sme testovali WPM a AN médium s obsahom zeatínu v koncentráciách 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg.l⁻¹. Pri odrode 'Goldtraube' sme použili ako základné médium WPM s obsahom 0,5 mg.l⁻¹ zeatínu a dvoj- a trojnásobným zvýšením medi a železa (CuSO₄·5H₂O v koncentráciách 0,25; 0,5; 0,75 mg.l⁻¹ a FeNaEDTA v koncentráciách 36,7; 73,4; 110,1 mg.l⁻¹).

Podmienky kultivácie

Explantáty sme kultivovali v kultivačnej miestnosti pri teplote 24 ± 2 °C, intenzite osvetlenia 50 μmol. m⁻².s⁻¹ a 16 hod. fotoperióde.

Hodnotenie procesu regenerácie

Celkovú regeneračnú schopnosť testovaných odrôd sme hodnotili pri jednotlivých experimentoch na základe nasledovných ukazovateľov: počtu odvodených výhonkov na explantát (intenzita proliferácie výhonkov), dĺžky najdlhšieho výhonku regenerovaného z explantátu a počtu listov na najdlhšom výhonku. Uvedené ukazovatele sme zaznamenali pri každej subkultivácii. Subkultiváciu, t.j. prenos explantátov na čerstvé médium, sme uskutočnili v 6-týždňových intervaloch. Pri subkultiváciách sme na čerstvé médium opakovane prenášali rastové vrcholy alebo dvojnodálne segmenty s púčikmi izolovanými z mikrovýhonkov.

Uvedeným postupom sme celkovú intenzitu proliferácie výhonkov na explantát vyjadrili koeficientom multiplikácie (Q) pri jednotlivých subkultiváciách (tab. 2 a 7), ktorý predstavuje súčet počtu regenerovaných výhonkov z primárneho explantátu a regenerovaných výhonkov z nodálnych segmentov mikrovýhonku prepočítaný na počet primárnych explantátov.

Koeficient multiplikácie prezentovaný v tab. 4 a 7 je priemer hodnôt ukazovateľov regenerácie, zaznamenaných pri subkultiváciách.

Štatistické spracovanie výsledkov

Experimentálne údaje z pokusov zameraných na vplyv rôznych koncentrácií zeatínu a rozdielnych koncentráciách vybraných mikroprvkov sme vyhodnotili pomocou programu STATGRAPHIC využitím analýzy variancie a LSD testu homogenity skupín na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ a $\alpha = 0,01$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úspešná indukcia a diferenciácia výhonkov s multiplikačným efektom tvorby výhonkov je predpokladom efektívnej produkcie rastlín. Výsledky testovania regenerácie odrôd 'Ida' a 'Goldtraube' v podmienkach *in vitro* potvrdili, že intenzitu proliferácie výhonkov, vyjadrenú koeficientom multiplikácie, môžeme výrazne ovplyvniť modifikovaním zloženia kultivačného média.

Testovanie vplyvu základných kultivačných médií (WPM a AN) na proliferáciu výhonkov odrody 'Ida'

Na kultiváciu a regeneráciu rastlín druhov rodu *Vaccinium* boli použité viaceré typy základných kultivačných médií. Niektorí autori dosiahli úspešnú regeneráciu na AN kultivačnom médiu (Marcotrigiano a McGlew, 1991), iní na WPM médiu (Reed a Aldelnour-Esquivel, 1991; Popowich a Filipenya, 1997) alebo na modifikovanom MS médiu (Jaakola et al., 2001; Debnath a McRae, 2001; Debnath, 2003; Debnath a McRae, 2005). Indukciu proliferácie výhonkov a ich rast významne ovplyvní aj typ a koncentrácia cytokinínov v kultivačnom médiu. Popowich a Filipenya (1997) sledovali vplyv cytokinínu 2iP a zistili, že jeho vysoká koncentrácia môže viesť k tvorbe kalusu a rôznych abnormalít. Na proliferáciu výhonkov pri vybraných odrodách druhu *Vaccinium vitis-idaea* L. pôsobil účinnejšie zeatín. Preukazne vyššiu proliferáciu výhonkov na médiách so zeatínom v porovnaní s 2iP pozorovali tiež Debnath a McRae (2001, 2004, 2005); Ostroľucká et al.

Tab. 1 Vplyv média WPM a AN a subkultivácií na ukazovatele regenerácie odrody 'Ida'

| Zdroj variability | S | f | MS | F-hodnota | Hladina preukaznosti |
|-------------------------------|----------|---|---------|-----------|----------------------|
| Základné médium | | | | | |
| WPM a AN | 456,33 | 1 | 456,33 | 42,73 | 0 |
| Subkultivácie | | | | | |
| -Proliferácia výhonkov | | | | | |
| WPM médium | 622,45 | 2 | 311,22 | 30,54 | 0 |
| AN médium | 625,08 | 2 | 312,54 | 39,08 | 0 |
| Dĺžka výhonkov | | | | | |
| WPM médium | 13767,91 | 2 | 6883,95 | 41,25 | 0 |
| AN médium | 17719,66 | 2 | 8859,83 | 63,97 | 0 |

S – súčet štvorcov; f – počet stupňov voľnosti; MS – priemerný štvorec;

(2004), Ondrušková et al. (2006). Naše výsledky kultivácie explantátov a proliferácie výhonkov odrody 'Ida' na kultivačných médiách AN a WPM poukazujú na vysoko preukazný vplyv typu média a dĺžky kultivácie na proliferáciu výhonkov a ich dĺžku (tab. 1). Vyšší priemerný počet výhonkov na explantát sme dosiahli na WPM médiu (4,96) v porovnaní s médiom AN (3,41) (tab. 2).

Vplyv subkultívácií na proliferáciu výhonkov a dĺžku výhonkov na médiu WPM a AN pri odrode 'Ida'

Hodnotenie proliferácie výhonkov uvádzajú autori v rôznych časových intervaloch (Popowich a Filipenya, 1997; Jaakola et al., 2001; Debnath a McRae, 2001 a iní), alebo aj časový interval hodnotenia neuvádzajú. Výsledky potvrdzujú, že dĺžka kultivácie môže zásadne ovplyvniť a zmeniť údaje o intenzite proliferácie výhonkov na explantát. Je dôležitá z hľadiska výsledného efektu procesu regenerácie explantátov v podmienkach *in vitro*. V našich experimentoch sme hodnotili proliferáciu výhonkov v 6-týždňových intervaloch kultivácie. Analýzou variancie bol pri jednotlivých subkultíváciách potvrdený vysoko preukazný rozdiel nielen v intenzite proliferácie výhonkov, ale aj v ich raste na oboch typoch médií, čo sa prejavilo v rôznom počte získaných výhonkov na explantát a rôznej dĺžke výhonkov (tab. 1, 2).

Najväčší multiplikačný efekt sme zaznamenali na WPM médiu po II. subkultívácii (priemerný počet výhonkov/explantát – 6,11), pri I. subkultívácii bol priemerný počet výhonkov/explantát 5,57. Medzi týmito dvomi subkultíváciami bola potvrdená homogenita úrovni. Najnižšia intenzita tvorby výhonkov bola zistená po III. subkultívácii (3,18) a preukazne sa odlišoval od I. a II. subkultívácie (tab. 2). Podobnú tendenciu tvorby výhonkov sme zaznamenali aj na AN médiu s rozdielom poklesu proliferácie výhonkov už pri I. (4,24) a II. (4,39) subkultívácii v porovnaní s WPM médiom (5,57; 6,11). Podľa priemerného počtu výhonkov na explantát bol na oboch testovaných médiách najvyšší multiplikačný efekt zaznamenaný po II. subkultívácii. Na AN médiu taktiež III. subkultívácia vykazuje najnižšiu intenzitu tvorby výhonkov (1,66). Intenzita proliferácie výhonkov po III. subkultívácii sa štatisticky

významne odlišovala od I. a II. subkultívácie ako na AN médiu, tak aj na WPM médiu. Najväčšiu intenzitu rastu preukázali výhonky pri II. subkultívácii, čo sa prejavilo v priemernej dĺžke výhonkov (WPM médium – 42,34 mm, AN médium 31,36 mm). Pri oboch médiách sú rozdiely v priemernom počte výhonkov na explantát štatisticky významné (tab. 2). Naše výsledky potvrdili, že pri I. a II. subkultívácii je proliferácia výhonkov najefektívnejšia a po III. subkultívácii sa znižuje multiplikačný efekt. Podobne autorky Popowich a Filipenya (1997) uvádzajú, že počet aktívne rastúcich výhonkov bol štatisticky vyšší po I. subkultívácii.

Vplyv rôznych koncentrácií zeatínu na sledované ukazovatele regenerácie odrody 'Ida' na médiu WPM a AN

Rozdiely v proliferácii výhonkov, dĺžke výhonkov a počte listov výhonku na oboch médiách s obsahom zeatínu (od 0,5 do 2,0 mg.l⁻¹) boli taktiež štatisticky vysoko preukazné (tab. 3). Tieto sa prejavili nielen v intenzite proliferácie výhonkov, ale líšili sa aj vizuálne. Rastliny na WPM médiu boli sýto zelené a javili sa vitálnejšie. Výhonky odvodené na AN médiu mali sfarbenie červeno-zelené až karmínovo-červené, čo bolo pravdepodobne prejavom syntézy antokyanov. Rozdielna reakcia explantátov odrody 'Ida' na jednotlivé koncentrácie zeatínu je uvedená v tab. 4. Získané výsledky poukazujú na preukazné ovplyvnenie procesu regenerácie zeatínom, ktorá sa prejaví v multiplikácii výhonkov a tvorbou mnohovýhonkovej kultúry, ako aj na intenzite rastu výhonkov (v dĺžke výhonkov a počte jeho listov) ako na WPM, tak aj AN médiu.

Najvyšší multiplikačný efekt na WPM médiu sme zaznamenali pri koncentrácii zeatínu 1,5 mg.l⁻¹ (6,25 výhonkov/explantát) a koncentrácii zeatínu 2,0 mg.l⁻¹ (5,84). Medzi týmito dvoma koncentraciami bola potvrdená homogenita úrovni. Testom homogenity nebol potvrdený preukazný rozdiel v multiplikácii výhonkov pri nižších koncentráciách zeatínu 0,5 a 1,0 mg.l⁻¹. Štatisticky významný rozdiel v priemernom počte výhonkov/explantát bol medzi nižšími (0,5–1,0 mg.l⁻¹) a vyššími koncentraciami zeatínu (1,5 a 2,0 mg.l⁻¹). Najnižšia intenzita výhonkov bola dosiahnutá pri najnižšej koncentrácii

Tab. 2 Vplyv typu základného kultivačného média a subkultívácií na regeneráciu odrody 'Ida', potvrdený LSD testom homogenity

| Zdroj variability | n | Intenzita proliferácie výhonkov (Q) | | Dĺžka výhonkov (DV) v mm | |
|----------------------------|------|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | | Q | Homogénne skupiny | DV | Homogénne skupiny |
| Médium | WPM | 384 | 4,96 | x | |
| | AN | 384 | 3,41 | x | |
| Subkultívacie na WPM médiu | I. | 128 | 5,57 | x | |
| | II. | 128 | 6,11 | x | x |
| | III. | 128 | 3,18 | x | x |
| Subkultívacie na AN médiu | I. | 128 | 4,24 | x | x |
| | II. | 128 | 4,39 | x | x |
| | III. | 128 | 1,61 | x | x |

Q – koeficient multiplikácie (celkový priemerný počet výhonkov na explantát)
I., II., III. – subkultívacie v rovnakých intervaloch (6 týždňov)

Tab. 3 Vplyv rozdielnych koncentracií zeatínu v médiu WPM a AN na ukazovatele regenerácie odrody 'Ida'

| Zdroj variability | S | f | MS | F-hodnota | Hladina preukaznosti |
|-------------------------------|---------|---|--------|-----------|----------------------|
| Subkultivácie | | | | | |
| -Proliferácia výhonkov | | | | | |
| WPM médium | 489,27 | 3 | 163,09 | 15,42 | 0 |
| AN médium | 402,69 | 3 | 134,23 | 15,6 | |
| Dĺžka výhonkov | | | | | |
| WPM médium | 3323,11 | 3 | 1107,7 | 5,68 | 0,0008 |
| AN médium | 7648,52 | 3 | 2549,5 | 15,41 | 0 |
| Počet listov | | | | | |
| WPM médium | 509,63 | 3 | 169,87 | 5,62 | 0,0009 |
| AN médium | 1513,21 | 3 | 504,4 | 27,18 | 0 |

S – súčet štvorcov; f – počet stupňov voľnosti; MS – priemerný štvorec

Tab. 4 Vplyv rozdielnej koncentrácie zeatínu na hodnotené ukazovatele regenerácie odrody 'Ida'

| Zdroj variability | ZEA mg/l | n | Intenzita proliferácie výhonkov (Q) | | Dĺžka výhonkov (DV) v mm | | Počet listov/výhonok (PL) | | |
|-------------------|----------|----|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---|
| | | | Q | Homogénne skupiny | DV | Homogénne skupiny | PL | Homogénne skupiny | |
| WPM médium | 0,5 | 96 | 3,48 | x | 32,34 | x | 10,25 | x | |
| | 1 | 96 | 4,26 | x | 34,42 | x | 11 | x | x |
| | 1,5 | 96 | 6,25 | x | 39,32 | x | 12,26 | | x |
| | 2 | 96 | 5,84 | x | 38,81 | x | 13,25 | | x |
| AN médium | 0,5 | 96 | 1,66 | x | 17,37 | x | 6,4 | x | |
| | 1 | 96 | 3,76 | x | 27,7 | x | 10,33 | | x |
| | 1,5 | 96 | 4,05 | x | 27,76 | x | 10,8 | | x |
| | 2 | 96 | 4,19 | x | 27,57 | x | 11,52 | | x |

ZEA – zeatín Q – koeficient multiplikácie (celkový priemerný počet výhonkov na explantát)

zeatínu 0,5 mg.l⁻¹ (3,48 výhonkov/explantát). Najintenzívnejšia proliferácia výhonkov bola na médiu s vyšším obsahom zeatínu (1,5 a 2,0 mg.l⁻¹) (tab. 4).

Význam zeatínu v kultúre *in vitro* rovnako demonštrujú výsledky proliferácie výhonkov na AN médiu (tab. 4). So zvyšovaním obsahu zeatínu médiu má intenzita proliferácie výhonkov stúpajúcu tendenciu. Najvyššiu intenzitu proliferácie sme zaznamenali pri koncentrácii zeatínu 2,0 mg.l⁻¹ (4,19 výhonkov/explantát) a najnižšiu pri koncentrácii zeatínu 0,5 mg.l⁻¹ (1,66). Test homogenity však potvrdil nepreukaznosť rozdielov v diferenciácii výhonkov pri koncentraciách zeatínu 1,0–2,0 mg.l⁻¹.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že pre efektívnu proliferáciu výhonkov vyžaduje odroda 'Ida' vyššie koncentrácie zeatínu. Najefektívnejšie na proliferáciu nových výhonkov a tvorbu mnohovýhonkovej kultúry vplývalo WPM médium so zeatínom v koncentraciách 1,5 a 2,0 mg.l⁻¹. Na AN médiu bol pri uvedených koncentraciách zaznamenaný nižší počet výhonkov, ale na druhej strane predstavoval najvyššiu proliferáciu výhonkov (4,05 a 4,19 výhonkov/explantát). Z výsledkov celkovo vyplýva, že koncentrácie zeatínu 1,5 a 2,0 mg.l⁻¹ pôsobia najefektívnejšie na produkciu výhonkov uvedenej odrody

s vyšším multiplikačným efektom na médiu WPM (tab. 4). Pozitívny vplyv zeatínu na indukciu, proliferáciu výhonkov a na formovanie mnohovýhonkovej kultúry pri druhoch rodu *Vaccinium* L. potvrdili aj výsledky iných autorov (Reed a Al-delnour-Esquivel, 1991; Debnath a McRae, 2001; Ostro-lucká et al., 2002). Kvantitatívnym prejavom regenerácie je dĺžka výhonku, ktorá je vyjadrením intenzity rastu v závislosti od použitého variantu média a intenzity tvorby mnohovýhonkovej kultúry. Na WPM médiu bol zaznamenaný najintenzívnejší rast, kde priemerná dĺžka výhonkov sa pohybovala od 32,34 do 39,32 mm. Najdlhšie výhonky na AN médiu dosiahli dĺžku od 17,37 do 27,76 mm (tab. 4). Analýza variancie potvrdila vysoko preukazný vplyv testovaných koncentracií zeatínu (0,5 a 2,0 mg.l⁻¹) na dĺžku výhonkov a na počet listov/výhonkov na oboch testovaných médiách (tab. 3). Debnath (2004) uvádza, že vysoká koncentrácia cytokinínov môže inhibovať predlžovania mikrovýhonkov. V našich experimentoch je interakcia medzi zeatínom a intenzitou rastu opačná, nakoľko vyššie koncentrácie zeatínu stimulovali rast pri oboch typoch médií. Test homogenity potvrdil štatisticky významný rozdiel medzi nižšími (0,5 a 1,0 mg.l⁻¹) a vyššími koncentraciami (1,5 a 2,0 mg.l⁻¹ zeatínu). Najintenzívnejší predlžovací rast

bol dosiahnutý pri koncentrácii zeatínu $1,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (39,32 mm) a $2,0 \text{ mg.l}^{-1}$ (38,81 mm). Medzi týmito dvoma koncentráciami bola potvrdená homogenita úrovni. Počet listov prevažne priamo súvisí s dĺžkou výhonku. Analýza variancie potvrdila významný vplyv zeatínu na počet listov medzi jednotlivými koncentráciami a aj médiami WPM a AN (tab. 3), čo sa prejavilo zvlášť pri vyšších koncentráciách zeatínu. Na WPM médiu sa počet listov najdlhšieho výhonku sa pohyboval v rozmedzí od 10,25 do 13,25. Najväčší priemerný počet listov/výhonok bol zistený pri vyšších koncentráciách zeatínu – $1,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (12,26/výhonok) a $2,0 \text{ mg.l}^{-1}$ (13,25), pričom rozdiel počtu listov pri uvedených koncentráciách nebol štatisticky preukazný (tab. 4).

Na AN médiu sme najnižší rast výhonkov zaznamenali pri koncentrácii zeatínu $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (17,37 mm). Vyššie koncentrácie zeatínu ($1,0$ a $2,0 \text{ mg.l}^{-1}$) stimulovali intenzitu rastu výhonkov (27,57–27,76 mm). Pri uvedených koncentráciách boli rozdiely v dĺžke výhonkov minimálne a štatisticky nepreukazné (tab. 4). Najintenzívnejší rast výhonkov a najvyšší multiplikačný efekt bol pri vyšších koncentráciách zeatínu ($1,5$ a $2,0 \text{ mg.l}^{-1}$). Z výsledkov vyplýva, že pri jednotlivých koncentráciách zeatínu je dĺžka mikrovýhonkov v korelácii s intenzitou ich proliferácie. Priemerný počet listov/výhonok (6,40 a 11,52) na AN médiu bol nižší ako na WPM médiu s tendenciou vzostupu počtu listov pri vyšších koncentráciách zeatínu – $2,0 \text{ mg.l}^{-1}$ (11,52) a $1,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (10,80). Jedine počet listov/výhonok zaznamenaný pri koncentrácii $0,5 \text{ mg.l}^{-1}$ (6,40) sa štatisticky preukazne odlišoval od ostatných koncentrácií zeatínu. Výsledky potvrdzujú pozitívny účinok zeatínu na všetky hodnotené ukazovatele regenerácie a produkcie mikrovýhonkov. Hodnotenie uvedených ukazovateľov regenerácie (dĺžku výhonkov a počet listov) pri viacerých odrodách druhu *Vaccinium vitis-idaea* L. *in vitro* sme zaevidovali len v práci Debnath a McRae (2001).

Vplyv zvýšenej koncentrácie mikroprvkov – železa a medi v médiu WPM a AN na sledované ukazovatele regenerácie odrody 'Goldtraube'

Senzivita pletív v kultúre *in vitro* a ich regenerácia je spojená predovšetkým s fotosyntetickou aktivitou a ďalšími metabolickými procesmi, pri ktorých uvedené mikroprvky hrajú významnú úlohu. Pozitívny účinok na priebeh procesu regenerácie závisí aj od ich koncentrácie (Dahleen, 1995).

Železo má bezprostrednú funkciu pri syntéze chlorofylu, ako aj pri mnohých oxido-redukčných reakciách. Jeho nedostatok vyvoláva chlorózy rastlín a potláča tvorbu apikálnych púčikov. Pridané vo forme anorganických solí je pre *in vitro* kultúry neprístupné. Pri autoklavovaní stúpa pH média, čím je príjem železa explantátom blokovaný. Zásobný roztok železa sa pripravuje oddelene v chelátovej forme ako EDTA (Fe^{2+}) – Fe_2EDTA alebo FeNaEDTA (Fe^{3+}), v ktorej je železo dobre rozpustné. Pred vstupom do cytoplazmy sa môže Fe^{3+} redukovať na Fe^{2+} . Meď sa podieľa na fotosyntetickej aktivite rastlín. Jej nedostatok vyvoláva spomalenie rastu, zasychanie vrcholov, skrúcanie listov a chlorotické škvrny na mladých listoch. Má dôležitú úlohu v kontrole redoxpotenciálu ako kofaktor cytochrómoxidázy. Vysoký obsah je v juvenilných pletivách

a hlavne v embryách. Meď je dôležitá pre priebeh mnohých enzýmových reakcií, najmä pre syntézu cytochrómoxidázy (Masarovičová a Repčák, 2002).

Naše výsledky poukazujú na zmenu intenzity tvorby výhonkov pri jednotlivých koncentráciách železa (5,20–7,86/explantát). Analýza variancie potvrdila preukazný rozdiel v počte výhonkov na explantát vplyvom zvýšenej hladiny železa z pôvodných $36,7 \text{ mg.l}^{-1}$ na $73,4$ – $110,1 \text{ mg.l}^{-1}$ vo forme FeNaEDTA (tab. 5). Trojnásobne zvýšená koncentrácia, t.j. $110,1 \text{ mg.l}^{-1}$ FeNaEDTA znížila intenzitu proliferácie výhonkov (5,20 výhonkov/explantát). Test homogenity potvrdil štatisticky významný rozdiel medzi touto koncentráciou a ostatnými dvomi použitými koncentráciami. Najvyššiu intenzitu mikrorozmnožovania sme zaznamenali pri koncentrácii FeNaEDTA $73,4 \text{ mg.l}^{-1}$, pri ktorej bol priemerný počet výhonkov/explantát $7,86$. Pri pôvodnej koncentrácii FeNaEDTA $36,7 \text{ mg.l}^{-1}$ bola priemerná hodnota tvorby výhonkov takmer totožná – $7,30$ výhonkov/explantát, čo potvrdil aj test homogenity. Medzi týmito dvomi koncentráciami bol rozdiel nepreukazný (tab. 6). Rastlinky získané na médiu WPM s obsahom FeNaEDTA boli vitálne. So stúpajúcou koncentráciou železa boli sýtozelenej farby, vytvárali mohutné trsy s pevnými stonkami, ale ich listy boli jemné a veľmi krehké.

Pri porovnávaní intenzity rastu výhonkov odrody 'Goldtraube' sme zistili, že železo a meď v uvedených koncentráciách pôsobili špecificky. Železo pôsobilo účinnejšie pri tvorbe a raste výhonkov. Rozdiely v dĺžke výhonkov pri testovaných koncentráciách FeNaEDTA na WPM médiu boli štatisticky vysoko preukazné a pohybovali sa v rozpätí od $24,25$ – $34,58$ mm. Najintenzívnejší rast bol dosiahnutý pri dvojnásobnom zvýšení koncentrácie FeNaEDTA ($73,4 \text{ mg.l}^{-1}$), čo potvrdila priemerná dĺžka výhonkov ($34,58$ mm). Na tomto médiu bola zaznamenaná aj najvyššia proliferácia výhonkov ($7,86$ výhonkov/explantát). Z uvedeného zistenia vyplýva, že dvojnásobné zvýšenie obsahu FeNaEDTA môže pozitívne ovplyvniť proces regenerácie (tab. 6).

Podľa analýzy variancie počet listov, ktorý sme zaznamenali na najdlhšom výhonku, poukazuje na určitú preukaznosť rozdielov v počte listov medzi jednotlivými koncentráciami mikroelementov. Analýza variancie potvrdila štatisticky preukazný vplyv a rôznu homogennosť úrovni pri testovaných koncentráciách FeNaEDTA na diferenciáciu v počte listov (tab. 6), čo potvrdzuje rozdielny priemerný počet listov v závislosti od jednotlivých koncentrácií FeNaEDTA . Štatisticky preukazný rozdiel je medzi koncentráciami $36,7$ a dvojnásobnou ($73,4 \text{ mg.l}^{-1}$), ako aj trojnásobnou koncentráciou ($110,1 \text{ mg.l}^{-1}$) FeNaEDTA . Prejavil sa pozitívny vplyv vyšších koncentrácií železa na diferenciáciu listov. Najväčší priemerný počet listov/explantát sme zistili pri koncentrácii železa $73,4$ a $110,1 \text{ mg.l}^{-1}$, ktorý bol takmer vyrovnaný, nakoľko nebol štatisticky preukazný.

Mnohovýhonková kultúra sa tvorila aj na médiu WPM doplnenom o $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (koncentrácie $0,25$; $0,5$ a $0,75 \text{ mg.l}^{-1}$). Počet výhonkov na explantát sa pohyboval od $5,88$ do $7,15$ na explantát. Analýza variancie potvrdila, že rozdiely v počte výhonkov na uvedenom médiu pri jednotlivých koncentráciách medi boli štatisticky nepreukazné, na čo poukazuje aj ho-

Tab. 5 Analýza variancie pre vplyv rozdielnej koncentrácie železa a medi v médiu WPM na ukazovatele regenerácie odrody 'Goldtraube'

| Zdroj variability | S | f | MS | F-hodnota | Hladina preukaznosti |
|--|---------|---|---------|-----------|----------------------|
| Proliferácia výhonkov | | | | | |
| WPM médium | | | | | |
| s FeNaEDTA | 236,84 | 2 | 118,42 | 6,78 | 0,0014 |
| s CuSO ₄ ·5H ₂ O | 56,84 | 2 | 28,42 | 1,73 | 0,1803 |
| Dĺžka výhonkov | | | | | |
| WPN médium | | | | | |
| s FeNaEDTA | 3257,77 | 2 | 1628,88 | 15,57 | 0 |
| s CuSO ₄ ·5H ₂ O | 10,27 | 2 | 5,13 | 0,07 | 0,9359 |
| Počet listových výhonkov | | | | | |
| WPN médium | | | | | |
| s FeNaEDTA | 52,63 | 2 | 26,31 | 5,09 | 0,0071 |
| s CuSO ₄ ·5H ₂ O | 23,87 | 2 | 11,93 | 2,54 | 0,081 |

S – súčet štvorcov; f – počet stupňov voľnosti; MS – priemerný štvorec

Tab. 6 Vplyv zlúčenín s obsahom mikroelementov – Fe, Cu na hodnotené ukazovatele regenerácie odrody 'Goldtraube'

| Zdroj variability | mg/l | n | Intenzita proliferácie výhonkov (Q) | | Dĺžka výhonkov (DV) v mm | | Počet listov/výhonok (PL) | |
|--|-------|----|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| | | | Q | Homogénne skupiny | DV | Homogénne skupiny | PL | Homogénne skupiny |
| FeNaEDTA WPM médium | 36,7 | 60 | 7,3 | x | 30,58 | x | 8,33 | x |
| | 73,4 | 60 | 7,86 | x | 34,58 | x | 9,65 | x |
| | 110,1 | 60 | 5,2 | x | 24,25 | x | 9,11 | x |
| CuSO ₄ ·5H ₂ O WPM médium | 0,25 | 60 | 5,88 | x | 23,83 | x | 8,76 | x |
| | 0,5 | 60 | 7,15 | x | 24,16 | x | 7,9 | x |
| | 0,75 | 60 | 6,05 | x | 23,58 | x | 8,51 | x |

mogenita skupín a nepotvrdenie štatisticky významných rozdielov (tab. 5, 6). Najväčší priemerný počet výhonkov na explantát (7,15) bol zistený na médiu s dvojnásobne zvýšenou koncentráciou CuSO₄·5H₂O (0,5 mg.l⁻¹). Zvlášť pri uvedenej koncentrácii medi sme pozorovali výskyt výhonkov sfarbených do červena, čo svedčí o syntéze antokyanov. Rastlinky boli vitálne, vytvárali mohutné a pevné trsy s prítomnosťou tvrdých, tmavozelených kalusov na báze. Analýza variancie potvrdila, že rozdiely v dĺžke výhonkov na uvedenom médiu pri testovaných koncentráciách CuSO₄·5H₂O boli štatisticky nepreukazné, na čo poukazuje aj homogenita skupín a nepotvrdenie štatisticky významných rozdielov (tab. 5, 6). Jednotlivé koncentrácie tvorili homogénnu skupinu, keďže rozdiel vo výške výhonkov bol zanedbateľný (23,58–24,16 mm).

Výsledky testovania rôznych koncentrácií medi poukazujú na ich vplyv na počet listov. Počet listov sa pri testovaných koncentráciách CuSO₄·5H₂O pohyboval od 7,90 do 8,76. Analýza variancie (tab. 5) potvrdila preukazný rozdiel v počte listov na explantát pri koncentráciách 0,25–0,5 mg.l⁻¹ CuSO₄·5H₂O. Najväčší počet listov sme zaznamenali pri koncentrácii 0,25 mg.l⁻¹ CuSO₄·5H₂O, kde priemerný počet listov na explantát je 8,76. Rozdiely v dĺžke výhonkov boli štatisticky nevýznamné na médiu s 0,25 a 0,75 mg.l⁻¹

CuSO₄·5H₂O a tiež medzi koncentráciou medi 0,50 a 0,75 mg.l⁻¹ (tab. 6).

Vplyv subkultivácií na multiplikáciu výhonkov a dĺžku výhonkov na WPM médiu s rôznou koncentráciou mikroelementov – železa a medi

V priebehu experimentov zameraných na vplyv medi a železa a ich koncentrácií na regeneráciu odrody 'Goldtraube' sme hodnotili aj vplyv subkultivácií, ktorý sa výrazne prejavil (tab. 7). Najväčšiu intenzitu mikrorozmnožovania sme zaznamenali pri I. subkultivácii (po 6. týždňoch kultivácie – 9,32 výhonkov/explantát). Redukcia multiplikácie takmer o polovicu (4,25 výhonkov/explantát) nastala po II. subkultivácii. Podobný charakter výsledkov sme zistili aj na médiu doplnenom o testované koncentrácie CuSO₄·5H₂O. Najväčší priemerný počet výhonkov sme zaznamenali po I. subkultivácii (8,27 výhonkov/explantát), II. subkultivácia vykazuje nižšiu intenzitu tvorby výhonkov (4,44). Uvedený výrazný rozdiel medzi I. a II. subkultiváciou je štatisticky vysoko preukazný.

Na médiu s prítomnosťou FeNaEDTA vplyv jednotlivých subkultivácií bol štatisticky vysoko preukazný aj pri dĺžke výhonkov (tab. 7). Najväčšiu priemernú dĺžku výhonkov (35,50 mm) sme pozorovali po I. subkultivácii (tab. 7).

Tab. 7 Vplyv subkultivácií na hodnotené ukazovatele regenerácie odrody 'Goldtraube' na médiu WPM s obsahom mikroelementov – Fe, Cu

| Zdroj variability | n | Intenzita proliferácie výhonkov (Q) | | Dĺžka výhonkov (DV) v mm | | |
|---|-----|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|---|
| | | Q | Homogénne skupiny | DV | Homogénne skupiny | |
| Subkultivácie na WPM médiu s FeNAEDTA | I. | 90 | 9,32 | x | 35,5 | x |
| | II. | 90 | 4,25 | x | 24,11 | x |
| Subkultivácie WPM médium s CuSO ₄ ·5H ₂ O | I. | 60 | 8,27 | x | 27,22 | x |
| | II. | 60 | 7,15 | x | 20,5 | x |

Q – koeficient multiplikácie (celkový priemerný počet výhonkov na explantát)

I a II. – subkultivácie v rovnakých intervaloch (6 týždňov)

Na médiu s CuSO₄·5H₂O najväčšiu priemernú dĺžku výhonkov sme zistili taktiež po I. subkultivácii (27,22 mm). Štatisticky bolo potvrdené, že rozdiely medzi I. a II. subkultiváciou sú vysoko preukazné (tab. 7). Výsledky svedčia v prospech pozitívneho účinku železa, nakoľko všetky sledované ukazovatele regenerácie odrody boli vyššie na média s prítomnosťou železa v porovnaní s médiom s meďou a taktiež potvrdzujú pokles intenzity regenerácie po II. subkultivácii. Výsledky ukazujú, že s počtom subkultivácií sa regeneračná schopnosť znižuje, čo dokumentuje pokles hodnôt testovaných ukazovateľov (počet výhonkov a ich dĺžka) pri II. subkultivácii.

Naše výsledky podporujú zistenia aj iných autorov (Gori et al., 1998; Bojarczuk a Szczygiel, 2004; Górecká et al., 2007), že Fe v chelátovej forme a Cu vo forme CuSO₄ pôsobia v kultúre *in vitro* na proces regenerácie. Pri vyšších koncentráciách železa sme v našich pokusoch zaznamenali pokles intenzity proliferácie výhonkov. Górecká et al. (2007) upozorňuje, že vyššie koncentrácie Cu a Fe môžu indukovať oxidatívne poškodenie dôležitých makromolekul ako DNA, proteínov a lipidov.

ZÁVER

- Priama organogenéza bola indukovaná z nodálnych segmentov s dormatnými púčikmi, ktoré sa preukázali vhodnými primárnymi explantátmi pre založenie kultúry *in vitro* odrody 'Ida' a odrody 'Goldtraube'. Nodálne segmenty izolované z odvodených mikrovýhonkov sú tiež výhodnými explantátmi na kontinuálne mikrorozmnožovanie.
- Výsledky potvrdili, že modifikácia zloženia kultivačného média môže pozitívne ale aj negatívne ovplyvniť celkový priemerný počet výhonkov na explantát (koeficient multiplikácie). Zo základných kultivačných médií – WPM média (Lloyda a McCown, 1980) a AN média (Anderson, 1980) s obsahom zeatínu v koncentráciách (0,5–2,0 mg.l⁻¹), testovaných pri odrode 'Ida', účinnejšie pôsobilo médium WPM, ktoré iniciovalo tvorbu mnohovýhonkovej kultúry s vyšším počtom výhonkov, dĺžkou a počtom listov na výhonok v porovnaní s AN médiom.

- Koncentrácie zeatínu pôsobili diferencovane na sledované ukazovatele regenerácie – priemerný počet výhonkov na explantát, na ich rast a počet listov. Najvyšší multiplikačný efekt na WPM médiu sme zaznamenali pri koncentráciách 1,5–2,0 mg.l⁻¹ zeatínu (6,25 a 5,84 výhonkov/explantát), čo poukazuje na stimulačný vplyv vyšších koncentrácií na regeneráciu odrody 'Ida'.
- Výsledky testovania zvýšenej koncentrácie železa a medi na regeneráciu odrody 'Goldtraube' poukazujú na ich diferencovaný vplyv na zmenu intenzity tvorby výhonkov a ich rast. So stúpajúcou koncentráciou FeNaEDTA sme pozorovali, že výhonky boli sýto zelené, vytvárali mohutné trsy s pevnými stonkami, ale ich listy boli jemné a veľmi krehké. Preukazne pozitívny vplyv Fe sme zaznamenali nielen na tvorbu mnohovýhonkovej kultúry, ale aj na intenzitu rastu výhonkov a počet listov s výnimkou najvyššej koncentrácie, ktorá preukázala tendenciu inhibície, čo sa prejavilo znížením intenzity proliferácie výhonkov a tiež dĺžky výhonkov. Naopak, testované ukazovatele regenerácie, ovplyvnené koncentraciami (0,25–0,75 mg.l⁻¹) medi vo forme CuSO₄·5H₂O neboli štatisticky preukazné. Pri koncentráciách CuSO₄·5H₂O, zvlášť 0,5 mg.l⁻¹ sme pozorovali výskyt výhonkov sfarbených do červena, čo svedčí o zvýšení syntézy antokyanov.
- Pri oboch odrodách experimenty jednoznačne potvrdili signifikantnosť vplyvu subkultivácii na proces regenerácie a efektívnosť reprodukcie rastlín. Pri druhej a tretej subkultivácii sme pozorovali pokles intenzity proliferácie výhonkov, ako aj ich dĺžky.
- Získané výsledky nasvedčujú, že použitá metóda je efektívna a môže zabezpečiť produkciu veľkého množstva rastlín. Umožňuje opakovanú multiplikáciu, t.j. použitie novovytvorených výhonkov ako explantátov, ako aj kontinuálnu regeneráciu a produkciu klonov. Praktické využitie tohto regeneračného systému pri druhoch rodu *Vaccinium* vyžaduje experimentálne doriešiť etapu zakorenenia výhonkov, od ktorej závisí úspešnosť prenosu a pestovania regenerantov v prírodných podmienkach.

PodĎakovanie

Práca bola vypracovaná s podporou Grantovej agentúry MŠ a SAV - VEGA (projekt č. 2/0040/11).

LITERATÚRA

- Anderson, W. C. (1980): Tissue culture propagation of red and black raspberries, *Rubus idaeus* and *Rubus occidentalis*. Acta Horticulturae, vol. 112, no. 13, p. 30–31.
- Bojarczuk, K., Szczygiel, K. (2004): Effect of aluminium and copper on the development of birch (*Betula pendula* Roth.) cultured *in vitro* and *in vivo*. Dendrobiology, vol. 51, p. 3–8.
- Dahleen, L. (1995): Improved plant regeneration from barley callus cultures by increased copper levels. Plant Cell Tiss. Org. Culture, vol. 43, p. 267–269.
- Debnath, S.C., McRae, K.B. (2001): *In vitro* culture of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.): The influence of cytokinins and media types on propagation. Small Fruits Review, 2001, vol. 1, no. 3, p. 3–19.
- Debnath, S. C. (2003): Micropropagation of small fruits. In Jain, S. M. and Ishii, K. [eds.], Micropropagation of Woody Trees and Fruits, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p. 465–506.
- Debnath, S. C., McRae, K. (2005): A one-step *in vitro* cloning procedure for cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) The influence of cytokinins on shoot proliferation and rooting. Small Fruits Review, vol. 4, no. 3, p. 57–75.
- Górecká, K., Cvikrová, M., Kowalska, U., Eder, J., Szafránska, K., Górecki, R., Janas, M. K. (2007): The Impact of Cu treatment on phenolic and polyamine levels in plant material regenerated from embryos obtained in anther culture of carrot. Plant Physiology and Biochemistry, vol. 45, no 1, p. 54–61.
- Gori, P., Schiff, S., Santandrea, G., Bennici, A. (1998): Response of *in vitro* cultures of *Nicotiana tabacum* L. to copper stress and selection of plants from Cu-tolerant callus. Plant Cell Tissue Organ Culture, vol. 53, no. 3, p. 161–169.
- Hričovský, I., Cagánová, I., Horčín, V., Šimala, D. (2002): Drobné ovocie a menej známe druhy ovocia. Bratislava, Príroda, 140 s., ISBN 80-07-00986-8.
- Jaakola, L., Tolvanen, A., Laine, K., Hohtola, A. (2001): Effect of N⁶-isopentenyladenine concentration on growth initiation *in vitro* and rooting of bilberry and lingonberry microshoots. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, vol. 66, p. 73–77.
- Lloyd, G., McCown, B. (1980): Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. Combined Proceedings of the International Plant Propagators Society, vol. 30, p. 421–427.
- Marcotrigiano, K., McGlew, S. P. (1991): Two-stage micropropagation system for cranberries. Journal of the American Society for Horticultural Science, vol. 116, no. 5, p. 911–916.
- Masarovičová, E., Repčák, M. (2002): Fyziológia rastlín. Bratislava, Univerzita Komenského, 304 s., ISBN 80-223-1615-6.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, vol. 15, p. 473–497.
- Mezzetti, B., Savini, G., Carnevali, F., Mott, D. (1997): Plant genotype and growth regulators interaction affecting *in vitro* morphogenesis of blackberry and raspberry. Biologia Plantarum, vol. 39, no. 1, p. 139–150.
- Ondrušková, E., Ostrolucká, M. G., Hraška, Š. (2006): influence of zeatin and 2iP on *in vitro* propagation of *Vaccinium vitis-idaea* L. Propagation of Ornamental Plants, vol. 6, p. 194–200.
- Ostrolucká, M. G., Gajdošová, A., Libiaková, G. (2002): Influence of zeatin on microclonal propagation of *Vaccinium corymbosum* L. Propagation of Ornamental Plants, vol. 20, no. 1, p. 45–48.
- Ostrolucká, M. G., Šimala, D. (2002): Mikrorozmnožovanie druhu *Vaccinium corymbosum* L. Zahradnictví, č. 5, s. 8–9.
- Ostrolucká, M. G., Libiaková, G., Ondrušková, E., Gajdošová, A. (2004): *In vitro* propagation of *Vaccinium* species. Acta Universitatis Latviensis, vol. 676, p. 207–212.
- Popowich, E. A., Filipenya, V. L. (1997): Effect of exogenous cytokinin on variability of *Vaccinium corymbosum* L. explants *in vitro*. Russian Journal of Plant Physiology: A Comprehensive Russian Journal on Modern Phytophysiology, vol. 44, no. 1, p. 104–107.
- Ružić, Dj. V., Vujović, T. I. (2008): The effects of cytokinin types and their concentration on *in vitro* multiplication of sweet cherry cv. Lapins (*Prunus avium* L.). Hort Sci. (Prague), vol. 35, n. 1, p. 12–21.
- Reed, B. M., Abdelnour-Esquivel, A. (1991): The use of zeatin to initiate *in vitro* cultures of *Vaccinium* species and cultivars. HortScience, vol. 26, no. 10, s. 1320–1322.
- Šimala, D. (1999): Skúsenosti s pestovaním čučoriedky obyčajnej, brusnice pravej a čučoriedky vysokej v podmienkach severného Slovenska. In Využitie niektorých alternatívnych plodín v podhorských a horských oblastiach Slovenska. Banská Bystrica, VÚTPHP, s. 16–17.
- Šimala, D. (2002): Možnosti pestovania a využitia introdukovaných druhov *Vaccinium* na Slovensku. In Tradičné a netradičné druhy rastlín vo výžive, poľnohospodárstve a rozvoji vidieka. SPU, Nitra, s. 23–24, ISBN 80-8069-297-1.
- Šimala, D., Ostrolucká, M. G. (2002): Brusnica chocholikatá – vyhladávaný ovocný druh. Zahradnictví, roč. 94, č. 5, s. 11.
- Šimala, D. (2005): Perspektíva pestovania brusnice pravej

v SR – sortiment odrôd a využitie plodov. Zahradnictví, roč. 97, č. 5, s. 16–17.

Šimala, D., Ostrolucká, M. G. (2005a): Cultivation of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in mountain regions of Slovakia. In Kultúra brusničných jagodníkov: itogi i perspektivy. Materialy meždunarodnoj naučnoj konferencii. Minsk, Centraľnyj Botaničeskij sad, Nacionalnaja akademija nauk Belorusi, p. 60–64.

Šimala, D., Ostrolucká, M. G. (2005b): Skúsenosti s ekologickým pestovaním brusnice pravej (*Vaccinium vitis-idaea* L.) na Slovensku. Acta Horticulturae et Regiotecturae, [mimoriadne čís.], SPU Nitra, s. 57–61.

Šimala, D., Ostrolucká, M. G., Gajdošová, A. (2007): Cultivation of selected lingonberry varieties in mountain regions of Slovakia. Acta Horticulturae et Regiotecturae, [mimoriadne čís.] SPU Nitra, vol. 10, p. 33–36.

Rukopis doručen: 30. 7. 2011

Přijat po recenzii: 12. 9. 2011

REGENERACE LISTOVÝCH EXPLANTÁTŮ U PODNOŽÍ RÉVY VINNÉ

REGENERATION OF LEAF EXPLANTS IN GRAPEVINE ROOTSTOCKS

Hana Vejsadová, Jana Šedivá

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, vejsadova@vukoz.cz, sediva@vukoz.cz

Abstrakt

Cílem této práce bylo zjistit způsob regenerace *in vitro* explantátů u dvou podnoží révy vinné *Vitis vinifera* L., 'SO-4' a 'Craciunel 2'. Jako primární explantáty byly použity řapíkové i stonkové segmenty a listové čepele *in vitro* kultur. Po 10 týdnech inkubace explantátů na upraveném MS médiu byla průkazně stimulována iniciace organogeneze kombinací cytokininů thidiazuronu (TDZ) a benzyladeninu (BA). U obou podnoží regenerovaly při koncentracích 1 mg.l⁻¹ TDZ a 4 mg.l⁻¹ BA ve vyšší míře listové čepele než řapíkové segmenty. Indukce somatické embryogeneze byla průkazně ovlivněna typem a kombinací růstových regulátorů. U všech testovaných explantátů obou podnoží révy vinné byl klíčovým faktorem tvorby embryogenních struktur auxin kyselina β-naftoxyoctová (NOA) s cytokininem TDZ. Průkazně pozitivní efekt cytokininu BA na iniciaci somatických embryí prokázán nebyl.

Klíčová slova: réva vinná, podnože, 'SO-4', 'Craciunel 2', organogeneze, somatická embryogeneze

Abstract

Objective of this report was to find the regeneration way of *in vitro* explants of two grapevine rootstocks 'SO-4' and 'Craciunel 2'. The petiole/stem segments and leaf blades of *in vitro* cultures were used as initial explants. After 10 weeks of explant incubation on modified MS medium, combination of thidiazuron (TDZ) and benzyladenine (BA) significantly stimulated organogenesis initiation. The blades regenerated to a greater rate at 1 mg l⁻¹ TDZ and at 4 mg l⁻¹ BA compared to petiole segments in both vine rootstocks. Somatic embryogenesis induction was significantly influenced by type and growth regulator combination. Auxin β-naphthoxyacetic acid (NOA) with cytokinin TDZ showed as a key factors of embryogenic structure formation in all tested explants of both grapevine rootstocks. Significantly positive effect of cytokinin BA on somatic embryo initiation was not proved.

Key words: grapevine, rootstocks, 'SO-4', 'Craciunel 2', organogenesis, somatic embryogenesis

ÚVOD

U různých druhů, kultivarů a hybridů rodu *Vitis* byla nejčastěji indukována organogeneze nebo somatická embryogeneze z prašníků (Bouquet et al., 1982; Stamp a Meredith, 1988; Lopez-Perez et al., 2005), vajíčků (Mullins a Srinivasan, 1976; Gray a Mortensen, 1987), úponků (Salunkhe et al., 1997) nebo z listových segmentů (Martinelli et al., 1993; Robacker, 1993; Cutanda et al., 2008).

U stonkových a listových explantátů odrůd 'Thompson Seedless', 'Cardinal' a 'Kober 5BB' se podle Bayira et al. (2007) osvědčila jako nejlepší kombinace pro tvorbu kalusů a následnou organogenezi směs cytokininu benzyladeninu (BA) s auxinem kyselinou 2,4-dichlorfenoxycetovou (2,4-D). Naopak Zlenko et al. (2002) v přítomnosti těchto růstových regulátorů pozorovali u mezidruhových hybridů kultivarů *Vitis* ('Bianca', 'Podarok Magaracha' a 'Intervitis Maragacha') indukci somatické embryogeneze. U proliferyjících nodálních kultur hybridů *Vitis* × *Muscadinia* zjistili Torregrosa a Bouquet (1996) vysoký stupeň regenerace přes somatickou embryogenezi u mladých listů odřezaných z axilárních výhonů. Robacker (1993) pozoroval u kultivarů révy 'Regale' a 'Fry' (*Vitis rotundifolia* Michx.) vyšší tvorbu somatických embryí u řapíkových segmentů než u listových čepelí.

Obecně je somatická embryogeneze typ regenerace, kdy ze somatické buňky vzniká kompletní jedinec, který prochází stádií podobnými těm, kterými prochází embryo vzniklé z gamet. Podle Sharpa et al. (1980) existují dvě vývojové možnosti somatické embryogeneze: 1. Přímá embryogeneze, kdy je vývoj embrya iniciován z jediné buňky explantátu (nejčastěji epidermis) bez kalusové proliferace za přítomnosti tzv. „promybrionálních determinovaných buněk“ (PEDC). 2. Nepřímá embryogeneze, pro kterou je nezbytná buněčná proliferace. Za určitých vývojových podmínek vznikají v kultuře *in vitro* tzv. „indukované embryogenně determinované buňky“ (IEDC), které jsou kompetentní k vyjádření embryogenní schopnosti. Je zřejmé, že oba typy embryogenně determinovaných buněk se nacházejí na určitém stupni diferenciaci, který určuje jejich strukturu i funkci (Novák, 1990). Z řady příkladů různé hormonální závislosti procesu somatické embryogeneze jednoznačně vyplývá nutnost zjistit podmínky regulace somatické embryogeneze u podnoží révy vinné, a to zejména z hlediska iniciace celého procesu, růstu a vývoje struktur.

Cílem této práce bylo zjistit způsob regenerace *in vitro* listových a stonkových explantátů u dvou podnoží révy vinné: 'SO-4' a 'Craciunel 2'. Výsledné údaje budou využity při vypracování nových biotechnologických postupů pro navození rezistence podnoží révy vinné proti nepovírům.

MATERIÁL A METODIKA

Postup inkubace explantátů, kultivační podmínky, vyhodnocení experimentů

Experiment I

Jako primární explantáty byly použity řapíkové segmenty a listové čepel odřezané z axilárních výhonů *in vitro* kultur podnoží révy vinné 'SO-4' (SO4) a 'Craciunel 2' (Cr2). Kultury byly kultivovány na WPM (Lloyd a McCown, 1980) médiu bez růstových regulátorů. Médium obsahovalo 2,5 g.l⁻¹ aktivního uhlí, 25 g.l⁻¹ sacharózy, vitaminy B5 a 8 g.l⁻¹ agaru (Phytoagar, Duchefa). Čepel listů byly prořezány v centrální oblasti vodičských svazků a byly umístěny spodní částí epidermis na živná média. Řapíky byly rozděleny na cca 5 mm dlouhé segmenty a umístěny horizontálně na média. Základem regeneračních médií bylo MS médium podle Murashige a Skoog (1962) s plnou koncentrací makro- a mikroelementů, směsí vitaminů, 40 g.l⁻¹ sacharózy, 7 g.l⁻¹ agaru (Microagar, Duchefa) a kombinací auxinu β-naftoxyoctové kyseliny (NOA) s cytokininem thidiazuronem (TDZ) a benzyladeninem (BA). Médium bylo upraveno na pH 5,8 před autoklávováním.

Explantáty byly inkubovány v Petriho miskách v termostatu při teplotě (23±2 °C) po dobu 10 týdnů. *De novo* vznikající výhony byly přeneseny do Erlenmeyerových baněk (100 ml). Dopěstování kultur probíhalo v růstovém boxu při teplotě 22/19 °C (den/noc), 16 h fotoperiodě a osvětlení 55 μmol.m⁻².s⁻¹. Udržovací WPM médium mělo shodné složení jako kultivační médium (viz výše), bylo však doplněno 1,5 mg.l⁻¹ BA a kyselinou naftyloctovou (NAA) v koncentraci 0,1 mg.l⁻¹.

Experiment II

Pro pokusy byly použity tři typy explantátu (listové čepel, řapíkové a stonkové segmenty) odvozené z *in vitro* kultur podnoží 'SO4' a 'Cr2'. Explantáty byly umístěny do Petriho misek na Nitsch a Nitsch médium (Duchefa) s přidávkou růstových regulátorů NOA + TDZ; NOA + BA nebo 2,4-D (kyselina 2,4-dichlorfenoxycetová) + BA v různých koncentracích (tab. 2), 30 g.l⁻¹ sacharózy a 7 g.l⁻¹ agaru. Před autokláv-

váním bylo upraveno pH živného média na 6,0. Kultivace explantátů probíhala ve tmě při teplotě 26 °C.

Statistické vyhodnocení u exp. I a II

U experimentu I a II každá varianta obsahovala 40–50 explantátů (čepel, segmenty řapíku nebo stonku). Experiment I a II byl opakován se stejnými variantami 3×. Data byla statisticky vyhodnocena jednocestnou analýzou variance (ANOVA) a průměry hodnot u jednotlivých variant (120–150 explantátů/varianta) Duncanovým srovnávacím testem (P=0,05).

VÝSLEDKY

Experiment I

Jak vyplývá z tab. 1, po 10 týdnech inkubace explantátů kombinace cytokininů TDZ a BA v testovaných regeneračních médiích průkazně stimulovala tvorbu pupenů u obou typů listových explantátů. Čepel u obou podnoží regenerovaly ve vyšší míře (o 60 %) při koncentracích 1 mg.l⁻¹ TDZ + 4 mg.l⁻¹ BA než řapíkové segmenty.

Indukce embryogenních struktur byla podpořena auxinem NOA v kombinaci s cytokininem TDZ, u podnože 'SO4' byla průkazně stimulována vyšší koncentrací TDZ (1 mg.l⁻¹). V přítomnosti BA se procenta čepelových a řapíkových explantátů tvořících embryogenní struktury (obr. 1 a 2 v barevné příloze) průkazně nezvýšila ani u jedné z testovaných podnoží (tab. 1).

Experiment II

Na indukcí embryogenního kalusu (EK) měla vliv především kombinace růstových regulátorů (tab. 2, 3). Nejvyšší tvorba EK byla dosažena u varianty NOA + TDZ u obou testovaných podnoží (75–100 %). Byly nalezeny průkazně rozdíly mezi kombinací NOA + TDZ v porovnání s NOA + BA nebo 2,4-D + BA. Při kombinaci NOA + TDZ byly po-

Tab. 1 Efekt růstových regulátorů na indukcí organogeneze a somatické embryogeneze u listových explantátů po 10 týdnech kultivace

| Růstové regulátory (mg.l ⁻¹) | | | Indukce organogeneze (%) | | | | Indukce embryogenních struktur (%) | | | |
|---|-----|----|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | 'SO4' | | 'Cr2' | | 'SO4' | | 'Cr2' | |
| NOA | TDZ | BA | Č | Ř | Č | Ř | Č | Ř | Č | Ř |
| – | 0,5 | 2 | 11,3 ^d | 8,5 ^d | 20,8 ^b | 15,6 ^c | – | – | – | – |
| – | 1 | 4 | 16,3 ^c | 10,2 ^d | 27,3 ^a | 20,9 ^b | – | – | – | – |
| 4 | 0,5 | – | – | – | – | – | 60,2 ^c | 72,4 ^b | 32,5 ^e | 47,2 ^d |
| 4 | 1 | – | – | – | – | – | 70,5 ^b | 80,1 ^a | 30,6 ^e | 50,7 ^d |
| 4 | 0,5 | 2 | – | – | – | – | 58,7 ^c | 73,5 ^b | 34,7 ^e | 48,6 ^d |
| 4 | 1 | 4 | – | – | – | – | 69,3 ^b | 86,8 ^a | 29,9 ^e | 45,5 ^d |

Č – listová čepel, Ř – řapíkový segment. Hodnoty (%) představují průměry ze tří opakujících se experimentů (150 explantátů/varianta). Rozdílná písmena znamenají statistickou průkaznost hodnot na hladině pravděpodobnosti 5% (ANOVA, Duncanův test)

zorovány malé rozdíly v reakci mezi jednotlivými typy explantátů. V případě, že byla NOA kombinována s BA, projevil se jak vliv typu explantátu, tak genotypu. Nejvíce responzivní byly stonkové explantáty odrůdy 'Cr2', kde 80 % explantátů vytvořilo EK.

V případě kombinace 2,4-D + BA byla produkce EK nižší (0–75 %) a byly pozorovány rozdíly mezi jednotlivými typy explantátů. U této kombinace se projevil také vliv koncentrace jednotlivých růstových regulátorů. Nejvyšší tvorba EK se ukázala při vysokém obsahu 2,4-D a BA (65 %). U embryogenních kultur byly pozorovány různé vývojové fáze somatické embryogeneze (obr. 3–6 v barevné příloze).

Přítomnost auxinu v kombinaci s cytokininem vyvolala také rhizogenezi, která v případě indukce somatické embryogeneze byla nežádoucí. Indukce kořenů byla významně ovlivněna typem cytokininu. K nejvyšší tvorbě kořenů došlo při kombinaci NOA s BA. U 'Cr2' došlo k výskytu kořenů v rozmezí od 35–100 %, u 'SO4' od 65–95 % (zdrojová data nejsou uvedena). Při kombinaci NOA s TDZ se kořeny nevytvořily,

což pozitivně ovlivnilo indukci embryogenního kalusu. Nejcitlivěji reagovaly čepele, kde podíl explantátů s kořeny byl vyšší ve srovnání se stonkovými explantáty.

DISKUZE

Obecně je schopnost indukce morfogeneze u rostlinných explantátů závislá na konkrétním genotypu sledovaného druhu, kultivaru nebo hybridu *Vitis* a kultivačních podmínkách (Bouquet a Torregrosa, 2003). Proces somatické embryogeneze obvykle vyžaduje přítomnost auxinu v indukčním médiu s nebo bez následného vyjmutí explantátu z auxinového média (Ammirato, 1983). Robacker (1993) použil auxin 2,4-D a cytokinin BA pro indukci embryogenní masy u řapíků dvou kultivarů *Vitis rotundifolia*. V našich experimentech měl vliv na indukci embryogenních struktur typ použitého auxinu a jeho kombinace s cytokininem. Indukce embryogenních

Tab. 2 Vliv růstových regulátorů na indukci somatické embryogeneze u listových a stonkových explantátů 'SO4' po 16 týdnech kultivace

| Růstové regulátory (mg.l ⁻¹) | | | | Indukce embryogenních struktur (%) | | |
|---|-------|-----|-----|------------------------------------|--------------------|--------------------|
| NOA | 2,4-D | TDZ | BA | 'SO4' | | |
| | | | | S | Ř | Č |
| – | 1,0 | – | 0,2 | 0 ^{abcde} | 0 ^{abcde} | 0 ^{abcde} |
| – | 0,2 | – | 0,4 | 10 ^{abcde} | 10 ^{bcdf} | 0 ^{abcde} |
| – | 1,0 | – | 2,0 | 15 ^{fg} | 0 ^{acde} | 75 ^h |
| 1,0 | – | – | 0,2 | 10 ^{bcd} | 10 ^{bfg} | 0 ^a |
| 2,0 | – | – | 0,2 | 0 ^{ae} | 0 ^{ade} | 0 ^{abcde} |
| 4,0 | – | – | 0,2 | 10 ^{bcdef} | 20 ^g | 0 ^{abcde} |
| 4,0 | – | 0,5 | – | 95 ⁱ | 95 ⁱ | 100 ⁱ |
| 2,0 | – | 0,5 | – | 75 ^h | 100 ⁱ | 100 ⁱ |

Č – listová čepel, Ř – řapíkový segment, S – stonkový segment. Hodnoty (%) představují průměry ze tří opakujících se experimentů (120 explantátů/varianta). Rozdílná písmena znamenají statistickou průkaznost hodnot na hladině pravděpodobnosti 5% (ANOVA, Duncanův test)

Tab. 3 Vliv růstových regulátorů na indukci somatické embryogeneze u listových a stonkových explantátů 'SO4' a 'Cr 2' po 16 týdnech kultivace

| Růstové regulátory (mg.l ⁻¹) | | | | Indukce embryogenních struktur (%) | | |
|---|-------|-----|-----|------------------------------------|------------------|------------------|
| NOA | 2,4-D | TDZ | BA | 'SO4' | | |
| | | | | S | Ř | Č |
| – | 1,0 | – | 0,2 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a |
| – | 0,2 | – | 0,4 | 25 ^b | 30 ^b | 0 ^a |
| – | 1,0 | – | 2,0 | 0 ^a | 0 ^a | 65 ^d |
| 1,0 | – | – | 0,2 | 80 ^e | 0 ^a | 0 ^a |
| 2,0 | – | – | 0,2 | 0 ^a | 0 ^a | 0 ^a |
| 4,0 | – | – | 0,2 | 75 ^e | 45 ^c | 0 ^a |
| 4,0 | – | 0,5 | – | 100 ^f | 95 ^f | 100 ^f |
| 2,0 | – | 0,5 | – | 95 ^f | 100 ^f | 100 ^f |

Č – listová čepel, Ř – řapíkový segment, S – stonkový segment. Hodnoty (%) představují průměry ze tří opakujících se experimentů (120 explantátů/varianta). Rozdílná písmena znamenají statistickou průkaznost hodnot na hladině pravděpodobnosti 5% (ANOVA, Duncanův test)

struktur u všech explantátů byla podpořena auxinem NOA v koncentraci 2–4 mg.l⁻¹. Z cytokininů byl nezbytný pro tvorbu embryogenních struktur thidiazuron, jeho absence měla za následek iniciaci rhizogeneze. Pozitivní efekt benzyladeninu pro indukci somatické embryogeneze nebyl jednoznačně potvrzen, pro iniciaci organogeneze byla však jeho přítomnost podstatná. Kombinace BA s NOA vyvolala u explantátů vznik rhizogeneze, která v případě indukce somatické embryogeneze byla nežádoucí.

Martinelli et al. (1993) indukovali somatickou embryogenezi na povrchu kalusů odvozených z listů *Vitis rupestris*. U tohoto druhu, Stamp a Meredith (1988) zjistili iniciaci embryogenní tkáně přímo na explantátu.

Také v experimentu I byla zjištěna indukce somatických embryí bez tvorby kalusu na povrchu čepelových explantátů s narušeným povrchem v centrální části vodivých svazků. Jak vyplývá z uvedených literárních údajů, většina autorů pro indukci somatické embryogeneze u *Vitis* úspěšně použila auxin 2,4-D a cytokinin BA. U námi testovaných podnoží 'SO-4' a 'Craciunel 2' se tato kombinace růstových regulátorů neosvědčila. Naopak, u obou podnoží révy vinné byl klíčovým faktorem indukce zjištěných embryogenních struktur (u všech typů testovaných explantátů) auxin NOA v kombinaci s cytokininem TDZ.

ZÁVĚR

- U listových explantátů a stonkových segmentů testovaných podnoží révy vinné 'SO-4' a 'Craciunel 2' kombinace cytokininů thidiazuronu (TDZ) a benzyladeninu (BA) průkazně stimulovala iniciaci organogeneze.
- Na indukci embryogenních struktur měl vliv především typ a kombinace růstových regulátorů.
- U listových a stonkových explantátů obou podnoží byly klíčovými faktory somatické embryogeneze auxin kyselina β-naftoxyoctová (NOA) a cytokinin TDZ.
- Pozitivní efekt cytokininu BA na indukci somatické embryogeneze prokázán nebyl.

Poděkování

Tato práce vznikla v rámci projektu NAZV QH91214: „Nové biotechnologické postupy pro navození rezistence podnoží révy vinné proti nepovírům“ a byla finančně podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky.

LITERATURA

- Ammirato, P. V. (1983): The regulation of somatic embryo development in plant cell cultures: suspension culture techniques and hormonal requirements. *Biotechnology*, vol. 1, p. 68–73.
- Bayir, A., Uzun, H. I., Elidemir, A. Y. (2007): Effect of genotype on callus formation and organogenesis in *Vitis*. *Acta Horticulturae (ISHS)*, vol. 754, p. 111–116.
- Bouquet, A., Piganeau, B., Lamaison, A. M. (1982): Influence du genotype sur la production de cals, d'embryoïdes et de plantes entières par culture d'anthères *in vitro* dans le genre *Vitis*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, vol. 295, p. 569–574.
- Bouquet, A., Torregrosa, L. (2003): Micropropagation of the grapevine (*Vitis* spp.). In Jain, S. M. and Ishii, K. [eds.], *Micropropagation of Woody Trees and Fruits*, p. 319–352. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Cutanda, M. C., Bouquet, A., Chatelet, P., Lopez, G., Botella, O., Montero, F. J., Torregrosa, L. (2008): Somatic embryogenesis and plant regeneration of *Vitis vinifera* cultivars 'Macabeo' and 'Tempranillo'. *Vitis*, vol. 47, p. 159–162.
- Fellman, C. D., Read, P. E., Hosier, M. A. (1987): Effects of thidiazuron and CPPU on meristem formation and shoot proliferation. *HortScience*, vol. 22, p. 1197–1201.
- Gray, D. J., Mortensen, J. A. (1987): Initiation and maintenance of long term somatic embryogenesis from anthers and ovaries of *Vitis longii* 'Microsperma'. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, vol. 9, p. 73–80.
- Lloyd, G., McCown, B. (1980): Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. *International Plant Propagator's Society Proceedings*, vol. 30, p. 421–427.
- Lopez-Perez, A. J., Carreño, J., Martinez-Cutillas, A., Dabauza, M. (2005): High embryogenic ability and plant regeneration of table grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) induced by activated charcoal. *Vitis*, vol. 44, p. 79–85.
- Martinelli, L., Bragagna, P., Poletti, V., Scienza, A. (1993): Somatic embryogenesis from leaf- and petiole derived callus of *Vitis rupestris*. *Plant Cell Reports*, vol. 12, p. 207–210.
- Mullins, M. G., Srinivasan, C. (1976): Somatic embryos and plantlets from an ancient clone of the grapevine (cv. Cabernet-Sauvignon) by apomixis *in vitro*. *Journal of Experimental Botany*, vol. 27, p. 1022–1030.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, vol. 15, p. 473–497.
- Robacker, C. (1993): Somatic embryogenesis and plant regeneration from muscadine grape leaf explants. *HortScience*, vol. 28, p. 53–55.
- Salunkhe, C. K., Rao, P. S., Mhatre M. (1997): Induction of somatic embryogenesis and plantlets in tendrils of *Vitis*

- vinifera* L. Plant Cell Reports, vol. 17, p. 65–67.
- Sharp, W. R., Sondahl, M. R., Caldas, L. S., Maraffa, S. B. (1980): The physiology of *in vitro* asexual embryogenesis. Horticultural review, vol. 2, p. 268 – 310.
- Stamp, J. A., Meredith, C. P. (1988): Somatic embryogenesis from leaves and anthers of grapevine. Scientia Horticulturae, vol. 35, p. 235–250.
- Torregrosa, L., Bouquet, A. (1996): Adventitious bud formation and shoot development from *in vitro* leaves of *Vitis* × *Muscadinia* hybrids. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, vol. 45, p. 245–252.
- Zlenko, I. V., Kotikov, V., Troshin, L. P. (2002): Efficient GA₃-assisted plant regeneration from cell suspensions of three grape genotypes via somatic embryogenesis. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, vol. 70, p. 295–299.

Rukopis doručen: 29. 7. 2011

Přijat po recenzi: 1. 9. 2011

ANALÝZA DETERMINANT PRODUKCE OKRASNÉHO ŠKOLKAŘSTVÍ

ANALYSIS OF WOODY ORNAMENTAL PRODUCTION DETERMINANTS

Pavína Hállová

Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra ekonomiky, Provozně-ekonomická fakulta, Kamýčská 933, 165 21 Praha-6 Suchbátka, halova@pef.czu.cz

Abstrakt

Článek se zabývá analýzou ekonomických faktorů, které působí na produkci okrasného školkařství. Potvrzuje či zamítá hypotézy, které byly stanoveny na základě ekonomických teorií. V práci je využito lineárních regresních modelů, jejichž výsledky slouží k poznání praktických problémů ve studované oblasti. Nejvýznamnějším zkoumaným faktorem se jeví spotřeba, která působí pozitivně pouze krátkodobě a v delším časovém horizontu naopak podporuje dovoz před vlastní produkcí, což skýtá prostor a čas k rozšíření vlastní výroby. Mezi základní analyzované determinanty, které se podílí na produkci obecně, patří práce a půda v podobě zaškolovaných ploch. Faktor práce působí pozitivně, faktor půda v běžném období naopak negativně. Další vysvětlující proměnnou vstupující do odhadovaných vztahů jsou výdaje na ochranu přírody ze Státního fondu životního prostředí, které působí na produkci přímo úměrně s dvou- až tříletým zpožděním. Také stavební činnost pozitivně ovlivní produkci až po třech letech, toto zjištění rovněž může producenty školkařských výpěstků stimulovat v jejich aktivitách. Částečně dle předpokladů se chová i poslední zkoumaná veličina dovoz, která v běžném roce aktuálně tržby z produkce snižuje, ale s dvouletým zpožděním produkci stimuluje.

Klíčová slova: produkce okrasných školkařských výpěstků, spotřeba, dovoz, výdaje na ochranu přírody, stavební činnost, DL-model, Durbin-Watsonův test autokorelace reziduí, teorém ortogonální rozdělené regrese

Abstract

The paper deals with an analysis of economic factors influencing decorative nursery production. It accepts or denies preconditions and hypothesis set based on economic theory. In the article linear regressive models are used, their results of problems are needed to bring practical knowledge in the study area. Main factors contributing to production in general are number of workers and preparatory area for nurseries. Number of workers has a positive influence, the area has a negative influence. Environmental protection expenditures from the State environmental fund of the Czech Republic were chosen as exogenous variables. It was detected, that there exists direct proportion with two to three year delay. The most important factor is consumption with only a short term positive effect. In the long term it supports import as opposed to home Czech production. This gives space and time to increase own production. Building also influences the production in a positive way with a three year delay. This determination can also stimulate producers of ornamental nurseries in their activities. The last factor analysed – import also partly interacts as assumed. In a normal year it decreases a volume of sales from production, but it stimulates production with a two year delay.

Key words: Nursery production, consumption, import, environmental protection expenditures, buildings, DL-model, Durbin-Watson test of autocorrelation residuals, Theorem Orthogonal Partitioned Regression

ÚVOD

Zeleň z hlediska vývoje krajiny a s tím souvisejícího stavu sídel venkovského i městského typu je jednoznačně považována za nenahraditelnou součást lidského společenství. Tato skutečnost se promítá v řadě vládních opatření, projektů a programů, které si dávají za cíl zabránit další devastaci životního prostředí a zlepšit to, co již bylo činností člověka poškozeno.

Školkařská produkce je součástí základní zemědělské prvovýroby, která v posledních letech doznává změn, a to jak z hlediska mimoprodukčních funkcí jednotlivých oblastí, tak přechodu k extenzivnímu využívání půdy.

S tímto řešením problémů úzce souvisí problematika produkce okrasných dřevin, která se po roce 2000 významně změnila. Rostou počty pracovníků, na které jsou kladeny vyšší pracovní nároky, roste výměra zaškolovaných ploch, s čímž

jsou spojeny vyšší náklady na techniku a odstranění zaplevelení. Moderní školkařský podnik je postaven před řadu ekonomických problémů postavených na stále se zvyšujících cenách energií, platy domácích pracovníků stále rostou a i přesto musí výrobce snižovat náklady, aby obstál ve stávající vespělé konkurenci Holandska, Německa a Belgie, jejichž okruh se stále rozšiřuje o státy jako je například Polsko či Maďarsko.

Výrazně se zvyšuje domácí spotřeba těchto produktů, ale také dovozené množství rostlin použitých k realizacím, což dává prostor k vzniku různých vysvětlení a důvodů, které však nepodávají reálný obraz o pozici a možnostech dalšího rozvoje českých školek v zemědělství. Daná situace, především ve zkoumání, zda podnik efektivně a optimálně využívá své výrobní prostředky, by si jistě zasloužila být důkladněji prozkoumána s využitím složitějších, ale účinnějších ekonometrických nástrojů.

METODIKA

Podkladové údaje, ze kterých byly odhadovány ve výsledcích uvedené ekonometrické modely ve formě vztahu (1), byly zjištěny v podobě časových řad za období let 1995–2007.

Pro ekonomickou analýzu stavu odvětví okrasných dřevin byly využity základní lineární DL-modely (distributed lag model) in Cipra (2008), které je možno v obecné formě zapsat takto:

$$y_t = \beta_0 + \gamma_0 x_{1t} + \gamma_1 x_{1(t-1)} + \dots + \gamma_n x_{1(t-n)} + u_t \quad (1)$$

kde:

- β_0 ... konstanta
- $\gamma_0 \dots \gamma_n$... parametry pro n zpožděných exogenních proměnných
- u_t ... náhodná proměnná
- x_t ... vysvětlující, exogenní proměnná v čase t
- y_t ... vysvětlovaná, endogenní proměnná v čase t

Tyto DL modely obsahují jako vysvětlující proměnnou pouze exogenní proměnnou x_t a její zpožděné hodnoty.

Vypočtené strukturální parametry DL modelů lze podle významu rozdělit do následujících skupin:

- Okamžitý vliv (short run effect, short run multiplier) změny vysvětlující proměnné, který je určen parametrem γ_0 . Ukazuje, jaký má vliv jednotkový růst v x_t na $E(y_t)$ v běžném období.
- Kumulovaný vliv – představuje sumu dílčích multiplikátorů a ukazuje vliv jednotkové změny v x_t na $E(y_t)$ za i období vzhledem k období t , tj. za i období předcházející období t
- Dlouhodobý vliv (long run effect) – je sumou všech dílčích multiplikátorů DL modelu, tj.

$$\sum_{i=0}^n \gamma_i$$

K relativnímu vyjádření vlivu jednotlivých proměnných v % vstupují tyto proměnné do modelu v logaritmické transformaci.

Výše uvedené modely byly testovány, zda splňují základní předpoklady o vlastnostech náhodné složky, aby poskytly nestranné a konzistentní odhady parametrů modelu s využitím běžné metody nejmenších čtverců (Hušek, 2007). Tato metoda poskytuje nejlepší odhadnuté parametry, právě když jsou splněny tyto předpoklady:

- střední hodnota reziduální složky je nulová pro všechna t ,
- rozptyl reziduální složky je konstantní a konečný pro všechna t ,
- reziduální složky jsou navzájem nekorelované,
- nenáhodná matice X obsahující regresory má lineárně nezávislé sloupce.

Podstatou metody BMNČ je nalezení parametrů, které minimalizují součet čtverců odchylek teoretických hodnot vysvětlované proměnné od jejich skutečných hodnot.

Pro statistickou verifikaci vypočtených lineárních modelů se zjišťuje:

- shoda odhadnutého modelu s reálnými daty,
- hodnota těsnosti závislosti v podobě R^2 – koeficientu vícenásobné determinace,
- testování významnosti parametrů pomocí t-testu.

Pro ekonometrickou verifikaci jednotlivých rovnic produkce okrasných dřevin je využito

- Durbin-Watsonova testu autokorelace reziduí,
- Breuch-Godfreyova testu při neprůkaznosti výsledků testu autokorelace reziduí.

Vzájemné vztahy mezi exogenními proměnnými jsou ověřovány dle teoremu rozdělené ortogonální regrese. Na základě zjištění, že vysvětlující proměnné nemají mezi sebou signifikantní vztah, je možné provádět odhady parametrů rovnic separovaně, tedy bez zahrnutí další vysvětlující proměnné.

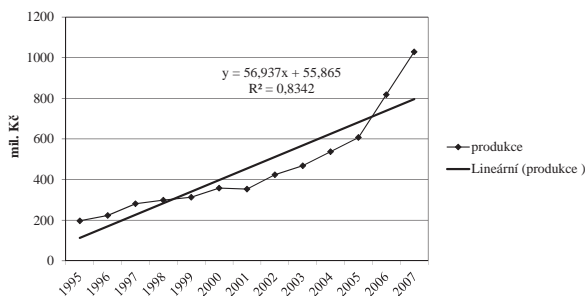
VÝSLEDKY A DISKUZE

Objem produkce školkařských výpěstků vyjádřen v tržbách, jak je znázorněno v grafu 1, každoročně vykazuje míru růstu podle lineární trendové funkce 56,93 mil. Kč, což svědčí o dynamickém vývoji v této oblasti zemědělství.

Velmi pozitivně lze hodnotit především nárůst v produkci listnatých stromů, která v roce 2003 dosáhla svého maxima 5,28 mil. ks a v následujících letech kolem této hodnoty kolísá. V roce 2007 se produkce listnatých stromů opět začíná zvyšovat a k maximum se hodnotou 4,5 mil. ks přibližuje nejvíce.

Produkce jehličnanů vykazuje celkem podobný vývoj, kdy vrcholu 13,5 mil. ks dosáhla v roce 2005, od této doby byl zjištěn poměrně významný pokles. Pravidelné každoroční zvyšování bylo zaznamenáno pouze v kategorii výpěstků v kontejnerech a u listnatých keřů s výjimkou roku 2001.

Vysvětlovaná endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků okrasných dřevin je sledována v peněžních jednotkách v mil. Kč, představuje tedy tržby, které byly jednotlivými podniky realizovány v období let 1995–2007. Údaje využí-



Zdroj: VÚKOZ, v. v. i., a vlastní výpočty

Graf 1 Produkce okrasných školkařských výpěstků v ČR

vané pro analýzu pochází z šetření Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Průhonice (VÚKOZ, v. v. i.) (Obdržálek, 2006) a ze statistické ročenky ČSÚ.

Pro analýzu determinant, které ovlivňují výši produkce, byly do modelu zahrnovány údaje: počet pracovníků (PPRAC), výměra školek (VYMS), výdaje na ochranu přírody (VOP), stavební činnost (STCIN), spotřeba okrasných dřevin (SPOT) a dovoz (DOV).

Pro výše uvedené vysvětlující proměnné byly s využitím ekonomických teorií definovány tyto pracovní hypotézy:

- H1: výrobní faktor počet pracovníků ovlivní nepříznivě úroveň produkce,
H2: výrobní faktor půda, tedy výměra školek v ha ovlivní podobně jako počet pracovníků úroveň produkce nepříznivě,
H3: výdaje na ochranu přírody ze Státního fondu životního prostředí v mil. Kč (SFŽP) ovlivní produkci pozitivně a s určitým zpožděním, které je předmětem zkoumání,
H4: stavební činnost celkem ovlivní produkci školkařských výpěstků rovněž pozitivně, pružně a s časovým zpožděním délky trvání stavebních prací,
H5: spotřeba okrasných dřevin bude působit pozitivně a pružně na produkci okrasných dřevin v běžném období i se zpožděním,
H6: dovoz okrasných dřevin ovlivní produkci negativně v běžném i budoucím období.

Výsledky jednotlivých DL modelů

Výrobní faktor práce (PPRAC) je jedním ze základních ekonomických vlivů působících na produkci pozitivně. Lze předpokládat, že podnik, který přijme nového pracovníka, předpokládá zvyšování své výroby.

Počty pracovníků, kteří jsou zaměstnáni ve školkařských podnicích, vykazují kolísavá pozorování, jejich trend je však prokazatelně rostoucí. Rostou tak nejen mzdové náklady výrobců, ale i nároky na kvalifikované pracovní síly v souvislosti s modernizačními zařízeními pro množení a pěstování rostlin.

Podle výpočtů uvedených v tab. 1 byla potvrzena hypotéza H1

s následující interpretací. Zvýšení počtu pracovníků o 1 osobu způsobí zvýšení produkce školkařských podniků o necelých 236 tis. Kč. Vyjádřeno v relativních jednotkách, zvýšení počtu pracovníků o 1% přinese zvýšení tržeb o téměř 0,7%.

Výše uvedené výsledky potvrzují předpoklady, avšak velikost koeficientu pružnosti faktoru práce je značně vysoký, lze to vysvětlit skutečně velmi dynamicky se rozvíjející oblastí zemědělství, která v dané ekonomické situaci spotřebuje velké množství manuální práce.

Toto zjištění je výzvou pro další zkoumání s využitím složitějších analytických nástrojů, které by v případě šetření na vybraných podnicích přinesly výsledky o efektivním či neefektivním hospodaření producentů s jejich výrobními faktory a další možné optimalizační výpočty.

Z ekonomického hlediska tedy lze hypotézu H1 zamítnout, přestože statisticky i ekonometricky je model možno považovat za ověřený, a to na hladině významnosti $\alpha=0,05$.

Dalším výrobním faktorem vstupujícím do analýzy je půda, která byla specifikována jako výměra zaškolovaných ploch v ha (VYMS). Protože u této proměnné byl zaznamenán významný vztah s další exogenní proměnnou spotřeba a není tak splněn teorem ortogonální rozdělené regrese, byl odhadován vliv zaškolované plochy společně se spotřebou produktů okrasného školkařství.

Podle zjištěných údajů v tab. 2. je možné interpretovat, že zvýšení zaškolované plochy o 1 ha změní výslednou produkci jen velmi málo, projeví se snížením tržeb o 80 tis. Kč. Půda dále podle výsledků šetření ovlivňuje produkci negativně s citlivostí - 0,21 %. Podle postupů statistické verifikace je její vliv na produkci okrasných dřevin v běžném období nevýznamný.

Stejně jako v případě vlivu počtu pracovníků model nemůže být považován za ověřený a hypotézu H2 zamítá.

Také v tomto případě zkoumání vlivu výrobního faktoru půda, stejně jako faktoru práce, by mohly být využity některé z vhodnějších nástrojů ekonometrické analýzy, které ovšem potřebují rozšířenou a jinak strukturovanou datovou základnu.

Dalším vybraným ekonomickým faktorem byly určeny výdaje na ochranu přírody ze Státního fondu životního prostředí

Tab. 1 Výsledky odhadů lineární a mocninné funkce produkce v závislosti na počtu pracovníků

| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (PROD) | | | | | | | | |
|---|----------|--------------|--------|-----------|----------------|---------------|------|------------------|
| Exogenní proměnná | Parametr | Stand. chyba | t-stat | p-hodnota | R ² | DW statistika | LMF | Počet pozorování |
| konstanta | -74,8575 | 117,990 | -0,634 | 0,54158 | 0,73 | 1,074 | 1,85 | 12 |
| PPRAC | 0,2357 | 0,0937 | 2,514 | 0,0331 ** | | | | |
| PPRAC(t-1) | 0,1843 | 0,1040 | 1,772 | 0,1102 | | | | |
| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (logPROD) | | | | | | | | |
| konstanta | -2,28604 | 1,5767 | -1,450 | 0,18103 | 0,76 | 0,856 | | 12 |
| logPPRAC | 0,6822 | 0,2866 | 2,380 | 0,0412 | | | | |
| logPPRAC(t-1) | 0,4916 | 0,3146 | 1,562 | 0,1526 | | | | |

Zdroj: vlastní výpočty

Tab. 2 Výsledky odhadů lineární a mocinné funkce produkce v závislosti na spotřebě dřevin a zaškolované ploše

| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (PROD) | | | | | | | | |
|---|----------|--------------|---------|-----------|----------------|---------------|-------|------------------|
| Exogenní proměnná | Parametr | Stand. chyba | t-stat | p-hodnota | R ² | DW statistika | LMF | Počet pozorování |
| konstanta | 64,1191 | 107,152 | 0,5984 | 0,5715 | 0,98 | 1,33 | 1,985 | 12 |
| SPOT | 1,8236 | 0,6338 | 2,877 | 0,0282** | | | | |
| SPOT(t-1) | -0,312 | 0,6535 | -0,4775 | 0,6499 | | | | |
| SPOT(t-2) | -1,0852 | 0,535 | -2,028 | 0,0889* | | | | |
| VYMS | -0,08 | 0,1833 | -0,4363 | 0,6779 | | | | |
| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (logPROD) | | | | | | | | |
| konstanta | -3,9634 | 1,2781 | -3,101 | 0,0901 | 0,96 | | | 12 |
| log SPOT | 1,8349 | 0,5204 | 3,526 | 0,0719 | | | | |
| log SPOT (t-1) | -0,4282 | 0,329 | -1,302 | 0,3228 | | | | |
| SPOT(t-2) | 0,5987 | 0,3467 | 1,727 | 0,2264 | | | | |
| VYMS | -0,2102 | 0,3422 | -0,6143 | 0,6016 | | | | |

Zdroj: vlastní výpočty

(VOP), u kterých se předpokládá časově zpožděný a pozitivní vliv na produkci výpěstků okrasného školkařství.

Státní fond životního prostředí ČR od roku 1992 přispívá zásadním způsobem na investice do ochrany a zlepšování životního prostředí. Spolufinancuje především projekty na ochranu vod, zlepšování kvality ovzduší, využití obnovitelných zdrojů energie, nakládání s odpady, ochranu přírody a krajiny a environmentální vzdělávání. Fond poskytuje finanční podporu formou dotace, půjčky a příspěvku na částečnou úhradu úroků. Finanční prostředky získává z Evropské unie z Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj, ze státního rozpočtu a od znečišťovatelů životního prostředí.

Z výsledků zaznamenaných v tab. 3 je zřejmé, že z absolutního hlediska nejvýrazněji působí výdaje SFŽP s tříletým a dvouletým zpožděním. Matematicky lze toto interpretovat tak, že zvýší-li se výdaje na financování projektů souvisejících

s ochranou přírody před 3 lety o 1 mil. Kč, podpoří produkci v běžném období až o 1,3521 mil. Kč. Relativně lze tuto relaci vyjádřit následovně: 1% zvýšení výdajů na ochranu přírody před 3 lety přinese nárůst v produkci až o 0,47 %, podobně 1% nárůst ve výdajích na ochranu přírody před dvěma lety zvýší produkci běžného období až o 0,56 %.

Statisticky i ekonometricky jsou tyto výsledky považovány za ověřené na hladině významnosti $\alpha=0,01$.

Z vypočtených parametrů modelu lze dále odvodit krátkodobý, střednědobý a dlouhodobý vliv proměnné VOP na produkci okrasných dřevin. Z krátkodobého hlediska zvýšení výdajů VOP o 1 mil. Kč způsobí zvýšení produkce o téměř 96 tis. Kč, po středně dlouhou dobu o 2,36 mil. Kč a dlouhodobě až o 2,45 mil. Kč. Vyjádřeno relativně, 1% změna ve výdajích působí na produkci dlouhodobě pozitivně a pružně s koeficientem ve výši 1,14 %, kdežto krátkodobě bude reakce

Tab. 3 Výsledky odhadů lineární a mocinné funkce produkce v závislosti na výdajích na ochranu přírody

| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (PROD) | | | | | | | | |
|---|----------|--------------|--------|------------|----------------|---------------|-----|------------------|
| Exogenní proměnná | Parametr | Stand. chyba | t-stat | p-hodnota | R ² | DW statistika | LMF | Počet pozorování |
| konstanta | -57,5931 | 72,7325 | -0,792 | 0,4643 | 0,96 | 1,95 | | 10 |
| VOP | 0,0959 | 0,2600 | 0,369 | 0,7273 | | | | |
| VOP (t-1) | -0,0889 | 0,2705 | -0,328 | 0,7559 | | | | |
| VOP (t-2) | 1,0918 | 0,2490 | 4,384 | 0,0071 *** | | | | |
| VOP (t-3) | 1,3521 | 0,2412 | 5,607 | 0,0025 *** | | | | |
| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (logPROD) | | | | | | | | |
| konstanta | 0,0323 | 0,7547 | 0,043 | 0,9674 | 0,94 | 1,98 | | 10 |
| log VOP | 0,0781 | 0,1650 | 0,473 | 0,6560 | | | | |
| log VOP (t-1) | 0,0357 | 0,1786 | 0,200 | 0,8494 | | | | |
| log VOP (t-2) | 0,5558 | 0,1395 | 3,985 | 0,010 ** | | | | |
| log VOP (t-3) | 0,4688 | 0,1270 | 3,69 | 0,014 ** | | | | |

Zdroj: vlastní výpočty

Tab. 4 Výsledky odhadů lineární a mocinné funkce produkce v závislosti na stavební činnosti

| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (PROD) | | | | | | | | |
|---|----------|--------------|--------|-------------|----------------|---------------|-----|------------------|
| Exogenní proměnná | Parametr | Stand. chyba | t-stat | p-hodnota | R ² | DW statistika | LMF | Počet pozorování |
| konstanta | -240,415 | 51,2420 | -4,692 | 0,00538 *** | 0,98 | 2,303 | | 10 |
| STCIN | 0,2068 | 0,6883 | 0,300 | 0,7760 | | | | |
| STCIN (t-1) | 0,2780 | 0,9848 | 0,282 | 0,7890 | | | | |
| STCIN (t-2) | 1,7426 | 0,9267 | 1,880 | 0,1188 | | | | |
| STCIN (t-3) | 3,7252 | 0,9223 | 4,039 | 0,0099 *** | | | | |
| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (logPROD) | | | | | | | | |
| konstanta | -0,5746 | 0,5266 | -1,091 | 0,3250 | 0,96 | 1,97 | | 10 |
| log STCIN | 0,0680 | 0,2279 | 0,299 | 0,7767 | | | | |
| log STCIN (t-1) | 0,3805 | 0,3203 | 1,188 | 0,2882 | | | | |
| log STCIN (t-2) | 0,3357 | 0,2681 | 1,252 | 0,2660 | | | | |
| log STCIN (t-3) | 0,6083 | 0,2482 | 2,450 | 0,0579 * | | | | |

Zdroj: vlastní výpočty

na jednotkovou změnu výdajů nepružná –pouze 0,078%.

Tato skutečnost zcela odpovídá očekáváním, že výdaje podporující projekty na ochranu a zlepšování životního prostředí působí přímo úměrně a s časovým zpožděním, které je závislé na reprodukčním cyklu pěstování okrasných dřevin.

V pořadí čtvrtým ekonomickým faktorem, jehož působení na produkci školkařských výpěstků bylo sledováno, jsou stavební práce celkem (STCIN) uvedené v mld. Kč, běžných cen.

Východím předpokladem byla skutečnost, že stavební činnost přináší zpětně požadavky na ozelenění okolních ploch staveb, ať už bytových či nebytových, výrobních i nevýrobních budov, inženýrských či vodohospodářských staveb.

Podle výsledků, které jsou uvedeny v tab. 4, se prokázala nejvýznamnějším parametrem stavební činnost s tříletým zpožděním, kdy zvýšení prací o 1 mld. Kč před třemi lety přinese v běžném období zvýšení o 3,7252 mil. Kč. Citlivost na 1% změnu této zpožděné proměnné je dle koeficientu pružnosti možno posoudit jako středně citlivou, protože produkce by zareagovala přímo úměrně hodnotou 0,6083 %.

I v tomto případě je možné konstatovat, že z krátkodobého hlediska produkce reaguje na jednotkovou změnu stavební činnosti zcela nevýznamně, ale dlouhodobě je odezva významná, a to vyjádřeno souhrnným koeficientem pružnosti až ve výši 1,4 %. Ekonomická verifikace tedy hypotézu H4 jednoznačně považuje za ověřenou. Také výsledky statistických a ekonometrických testů tuto skutečnost potvrzují v plné výši.

Spotřeba okrasných školkařských výpěstků (SPOT) v mil. Kč je podle posledního šetření VÚKOZu, v. v. i., plynule rostoucí částí bilance této činnosti zemědělství, která zaznamenává meziroční nárůst 10–20 %. O nesporném vlivu tohoto ekonomického faktoru svědčí i ekonometrické výsledky uvedené v tab. 5.

Z níže uvedených výpočtů lze konstatovat, že výrobci jsou schopni okamžitě reagovat na zvýšené požadavky spotřebitelů

a mají k dispozici zásoby zboží, i když v omezeném množství, které je limitováno nejen z biologického, ale i ekonomického hlediska. Zásoby je možné udržovat pouze u kontejnerovaných rostlin, listnatých keřů, stromů a jehličnanů, a to po dobu 2–3 let. Je jisté, že náklady na manipulaci, přesazování a údržbu takto uchovávaných výpěstků se výrazně navyšují a zatěžují tak podnikový rozpočet. U prostokořenných růží a trvalek je situace ještě složitější.

Podle strukturálního parametru proměnné SPOT v běžném období je patrné, že na zvýšení aktuální spotřeby o 1 mil. Kč reaguje producent kladně a zvýší produkci o 1,8236 mil. Kč. Vyjádřeno relativně, 1% změna v poptávce vyvolá 1,2662% změnu v produkci, což je vůbec nejcitlivější reakce ze všech zvolených ekonomických faktorů.

Zajímavé výsledky přináší sledování vlivu proměnné spotřeba zpožděné v prvním případě o jedno a ve druhém případě o dvě období ($SPOT_{(t-1)}$ a $SPOT_{(t-2)}$). U obou byla zjištěna nepřímá úměra při jednotkové změně exogenní proměnné. Srovnáme-li intenzitu působení těchto veličin, pak výrazněji působí spotřeba zpožděná o 2 roky, zvýšení spotřeby před dvěma lety o 1 mil. Kč nestimuluje domácí producenty k tomu, aby svou výrobu rozšířili, naopak by došlo k poklesu až o 1,0852 mil. Kč. Lze se tedy domnívat, že tato poptávka by byla uspokojena výhradně dovezeným materiálem. Pro tuzemské školkaře z toho vyplývá, že právě zde vzniká místo, které prozatím nedokáže efektivně uchopit. Výše zmíněné závěry dokladuje také pružnost spotřeby zpožděné o 2 roky, která je záporná a pohybuje se na úrovni 0,4863 %.

Z krátkodobého hlediska je působení faktoru spotřeba okrasných dřevin významným jevem a produkce na spotřebu reaguje velmi citlivě, z hlediska dlouhodobého vývoje v čase však tomu tak není a reakce produkce na spotřebu se snižuje z 1,26 % na 0,72 %, což v přepočtu absolutním činí pokles z 1,8236 mil. Kč na 0,4264 mil. Kč.

Hypotéza H5 tak z ekonomického hlediska byla potvrzena jen částečně.

Tab. 5 Výsledky odhadů lineární a mocinné funkce produkce v závislosti na spotřebě dřevin a zaškolované ploše

| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (PROD) | | | | | | | | |
|---|----------|--------------|---------|-----------|----------------|---------------|-------|------------------|
| Exogenní proměnná | Parametr | Stand. chyba | t-stat | p-hodnota | R ² | DW statistika | LMF | Počet pozorování |
| konstanta | 64,1191 | 107,152 | 0,5984 | 0,5715 | 0,98 | 1,33 | 1,985 | 12 |
| SPOT | 1,8236 | 0,6338 | 2,877 | 0,0282** | | | | |
| SPOT(t-1) | -0,312 | 0,6535 | -0,4775 | 0,6499 | | | | |
| SPOT(t-2) | -1,0852 | 0,535 | -2,028 | 0,0889* | | | | |
| VYMS | -0,08 | 0,1833 | -0,4363 | 0,6779 | | | | |
| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (logPROD) | | | | | | | | |
| konstanta | -1,183 | 1,5707 | -0,7532 | 0,4798 | 0,96 | 0,72 | | 12 |
| log SPOT | 1,2662 | 1,0871 | 1,165 | 0,2883 | | | | |
| log SPOT (t-1) | -0,0584 | 0,8161 | -0,0715 | 0,9453 | | | | |
| log SPOT(t-2) | -0,4863 | 0,7275 | -0,6685 | 0,5287 | | | | |
| logVYMS | 0,3393 | 0,4946 | 0,686 | 0,5183 | | | | |

Zdroj: vlastní výpočty

Statistické a ekonometrické testy potvrdily správnou specifikaci lineárního DL modelu, přestože DW – test autokorelace reziduí vyšel jako neprůkazný, následující Breuch – Godfreyův test prokázal, že s téměř 84% pravděpodobností pozitivní autokorelace reziduí přítomna není a odhadnuté parametry jsou vydatné.

Posledním zkoumaným faktorem v pořadí, avšak významově jedním z nejdůležitějších, je dovoz okrasných dřevin do České republiky (DOV) v mil. Kč. Tato ekonomická veličina vykazuje po roce 1995 pravidelný nárůst s tím, že v období let 2000–2004 a v roce 2008 byla změna výraznější než v jiných letech.

Podle výsledků uvedených v tab. 6 se potvrdil předpoklad o negativním vlivu dovezeného zboží v běžném období na prodej tuzemských produktů. Zvýšení dovozu o 1mil. Kč

by způsobil snížení tržeb z produkce domácích podniků až o 880 tis. Kč. Vyjádřeno relativně, pak 1% nárůst dovozu v daném roce sníží produkci o téměř 1 %.

Z níže popsaných výsledků je patrný největší vliv dovezených výpěstků před 3 roky. Tuto skutečnost je možno vysvětlit tím, že producenti okrasného školkařství výhodně nakoupí sazenice a mladé rostliny v zahraničí a po dobu 2 let je v domácích podmínkách dopěstují do prodejní velikosti. Nepotvrdil se tedy předpoklad, že dovoz sníží produkci i se zpožděním. Naopak produkce v reakci na jednotkové zvýšení dovozu před 3 lety poroste až 2,2347 mil. Kč, vyjádřeno relativně až o 1,21 %.

Hypotéza H6 z ekonomického hlediska částečně vyvrací předpoklady a očekávání, ale z ekonometrického i statistického hlediska může být přijata a lze ji považovat za ověřenou.

Tab. 6 Výsledky odhadů lineární a mocinné funkce produkce v závislosti na dovozu okrasných dřevin

| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (PROD) | | | | | | | | |
|---|----------|--------------|---------|-----------|----------------|---------------|-------|------------------|
| Exogenní proměnná | Parametr | Stand. chyba | t-stat | p-hodnota | R ² | DW statistika | LMF | Počet pozorování |
| konstanta | 64,1191 | 107,152 | 0,5984 | 0,5715 | 0,98 | 1,33 | 1,985 | 12 |
| SPOT | 1,8236 | 0,6338 | 2,877 | 0,0282** | | | | |
| SPOT(t-1) | -0,312 | 0,6535 | -0,4775 | 0,6499 | | | | |
| SPOT(t-2) | -1,0852 | 0,535 | -2,028 | 0,0889* | | | | |
| VYMS | -0,08 | 0,1833 | -0,4363 | 0,6779 | | | | |
| Endogenní proměnná produkce školkařských výpěstků v mil. Kč (logPROD) | | | | | | | | |
| konstanta | -1,183 | 1,5707 | -0,7532 | 0,4798 | 0,96 | 0,72 | | 12 |
| log SPOT | 1,2662 | 1,0871 | 1,165 | 0,2883 | | | | |
| log SPOT (t-1) | -0,0584 | 0,8161 | -0,0715 | 0,9453 | | | | |
| log SPOT(t-2) | -0,4863 | 0,7275 | -0,6685 | 0,5287 | | | | |
| logVYMS | 0,3393 | 0,4946 | 0,686 | 0,5183 | | | | |

Zdroj: vlastní výpočty

ZÁVĚR

Ekonomická analýza produkce okrasných školkařských výpěstků byla založena na zkoumání statistických údajů, které vznikly na základě šetření VÚKOZu, v. v. i., a ČSÚ z let 1995–2007. Cílem práce bylo zjistit, které z ekonomických faktorů nejvíce ovlivňují produkci a v jakém směru.

Prokazatelně největší vliv na tuzemskou produkci okrasných dřevin má spotřeba neboli poptávka po těchto produktech. Z krátkodobého hlediska je působení faktoru spotřeba okrasných dřevin významným jevem a produkce na spotřebu reaguje velmi citlivě, kdy 1% nárůst ve spotřebě vyvolá téměř 2% zvýšení tržeb za rostlinný materiál. Z hlediska dlouhodobého vývoje v čase však tomu tak není a reakce produkce na spotřebu se snižuje z 1,26 % na 0,72 %, což v přepočtu absolutním činí pokles z 1,8236 mil. Kč na 0,4264 mil. Kč.

Lze se tedy domnívat, že tato poptávka by byla uspokojena výhradně dovezeným materiálem. Pro tuzemské školkaře z toho vyplývá, že právě zde vzniká místo, které prozatím nedokáže efektivně využít a naplánovat budoucí produkci. Výše zmíněné závěry dokladuje také pružnost spotřeby zpožděné o 2 roky, která je záporná a pohybuje se na úrovni 0,49 %.

Druhým nejvýznamněji působícím faktorem se prokázala stavební činnost s tříletým zpožděním, kdy zvýšení prací o 1 mld. Kč před třemi lety přinese v běžném období zvýšení produkce o 3,7252 mil. Kč. I v tomto případě je možné konstatovat, že z krátkodobého hlediska produkce reaguje na jednotkovou změnu stavební činnosti zcela nevýznamně, ale dlouhodobě je odezva významná, a to vyjádřeno souhrnným koeficientem pružnosti až ve výši 1,4 %. Je tedy pravděpodobné, že pokud se projeví pokles ve stavebních činnostech v důsledku hospodářské krize, jeho dopad na produkci bude zpožděný minimálně o tři roky.

Při zkoumání v pořadí třetího nejvýznamnějšího faktoru dovoz se potvrdil předpoklad o negativním vlivu dovezeného zboží v běžném období na prodej tuzemských produktů. Zvýšení dovozu o 1 mil. Kč by způsobil snížení tržeb domácích podniků až o 880 tis. Kč. Vyjádřeno relativně, pak 1% nárůst dovozu v daném roce sníží produkci o téměř 1 %. Z výše popsaných výsledků je patrný největší vliv dovezených výpěstků před 3 roky. Tuto skutečnost je možno vysvětlit tím, že producenti okrasného školkařství výhodně nakoupí sazenice a mladé rostliny v zahraničí a po dobu 2 let je v domácích podmínkách dopěstují do prodejní velikosti za cenu, která odpovídá přidané hodnotě a práci. Nepotvrdil se tedy předpoklad, že by dovoz produkci stále snižoval.

Z odvozených lineárních modelů byl určen krátkodobý, střednědobý a dlouhodobý vliv čtvrté zkoumané proměnné VOP – výdaje na ochranu přírody ze Státního fondu životního prostředí. Z krátkodobého hlediska zvýšení výdajů VOP o 1 mil. Kč způsobí zvýšení produkce o téměř 96 tis. Kč, po středně dlouhou dobu o 2,36 mil. Kč a dlouhodobě až o 2,45 mil. Kč. Vyjádřeno relativně, 1% změna ve výdajích působí na produkci dlouhodobě pozitivně a pružně s koeficientem ve výši 1,14 %, kdežto krátkodobě bude reakce na jednotkovou změnu výdajů nepružná – pouze 0,078 %. Tato skutečnost zcela odpovídá očekáváním, že výdaje podporující projekty na ochranu

a zlepšování životního prostředí působí přímo úměrně a s časovým zpožděním, které je závislé na reprodukčním cyklu pěstování okrasných dřevin.

Výsledky zkoumání posledních dvou faktorů práce a půdy potvrdily, že pro zjištění jejich reálného působení je zapotřebí využít jiný ekonometrický aparát, který bohužel není v potřebné podobě dostupný.

Poděkování

Poznatky uváděné v příspěvku vyplynuly z řešení mezifakultního grantu ČZU – CIGA 11110/1313/3103 „Optimalizace pěstování rostlin pro údržbu krajiny“.

LITERATURA

- Cipra, T. (2008): Finanční ekonometrie. Praha, Ekopress, 538 s., ISBN 978-80-86929-43-9.
- Hušek, R. (2007): Ekonometrická analýza. Praha, Oeconomica, 345 s., ISBN 978-80-245-1300-3.
- Obdržálek, J. (2006): Produkce okrasných školkařských výpěstků v České republice. Acta Pruhoniciana, č. 81, s. 5–57, ISSN 0374-5651.
- Ministerstvo zemědělství ČR. Situační a výhledová zpráva Okrasné rostliny. 2001, 2003, 2005, 2007, 2009 ISBN 80-7084-183-4, 80-7084-253-9, 80-7084-437-X, ISBN 978-80-7084-610-0, ISBN 978-80-7084-799-2.
- Statistická ročenka ČR 2001. Český statistický úřad. Praha, Scientia, 776 s., ISBN 80-7223-614-8.
- Statistická ročenka ČR 2005. Český statistický úřad. Praha, Scientia, 816 s., ISBN 80-250-1080-5.
- Statistická ročenka ČR 2009. Český statistický úřad. Praha, Scientia, 808 s., ISBN 978-80-250-1948-1.
- MŽP ČR: Internetové stránky Státního fondu životního prostředí. [online] Dostupné z URL: <<http://www.sfzp.cz/sekce/92/statni-fond-zivotniho-prostredi-cr/>> [cit. 02-09-2010].

Rukopis doručen: 21. 10. 2010

Přijat po recenzi: 17. 8. 2011

SHRNUTÍ METODICKÝCH PŘÍSTUPŮ A PRAKTICKÝCH APLIKACÍ EVROPSKÉ ÚMLUVY O KRAJINĚ

SUMMARY OF METHODOLOGICAL APPROACHES AND PRACTICAL APPLICATION OF THE EUROPEAN LANDSCAPE CONVENTION

Petra Kottová¹⁾, Jan Skaloš²⁾

¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 21 Praha-6 Suchbátka, kottova@fzp.czu.cz

²⁾ Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice, skalos@vukoz.cz

Abstrakt

Koncepčním dokumentem a nástrojem zakotvujícím potřebu nového náhledu na krajinu se stala Evropská úmluva o krajině (European Landscape Convention CETS No.: 176), připravená z iniciativy orgánů Rady Evropy ve Štrasburku 20. října 2000 ve Florencii. Cílem je podpořit ochranu, správu a plánování těchto oblastí prostřednictvím opatření na národní i evropské úrovni. Cílem této studie je rozbor literatury pro účely shromáždění dostupných podkladů a informací o možnostech metodických přístupů a praktických aplikací Evropské úmluvy o krajině, jak na národní, tak i mezinárodní úrovni ve vybraných evropských zemích. K 16. únoru 2011 Úmluvu ratifikovalo celkem 47 členských států. Evropská úmluva o krajině se stala závaznou pro Českou republiku od 1. 10. 2004. Zabezpečení její realizace je v Usnesení vlády ČR č. 1049 ze dne 30. 10. 2002 uloženo ministrům životního prostředí, zemědělství, pro místní rozvoj, kultury a ministryni školství, mládeže a tělovýchovy. Za tímto účelem bylo zpracováno již mnoho podpůrných projektů a dokumentů. Příkladem implementace Úmluvy na lokální úrovni v podmínkách České republiky je výzkumný projekt „Implementace opatření Evropské úmluvy o krajině (EÚoK) v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinářských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina“ (2006–2011), který usiluje o nalezení přístupu k implementaci EÚoK na lokální úrovni. Řešení je realizováno formou pilotní studie v oblasti Nové Dvory – Kačina na Kutnohorsku, jež představuje segment intenzivně zemědělsky využívané krajiny s přetrvávající výraznou stopou barokních a klasicistních krajinářských úprav (součást krajině památkové zóny Žehušicko).

Klíčová slova: Evropská úmluva o krajině, praktická aplikace, metodické přístupy

Abstract

Conceptual document and tool anchoring the need for a new view of the countryside has become a European Landscape Convention (European Landscape Convention CETS No. 176), prepared at the initiative of bodies of the Council of Europe in Strasbourg, 20th October 2000 in Florence. The aim is to promote the protection, management and planning of these areas through measures at national and European level. The aim of this study is to analyze the literature for the purpose of gathering available data and information on the possibilities of methodological approaches and practical application of the European Landscape Convention, both at national and international levels in selected European countries. Until the February 16 2011, in total 47 European union member states ratified the Convention. The European Landscape Convention became obligatory for the Czech Republic October 1, 2004. For this purpose, many projects and supporting documents have been prepared. An example implementation of the Convention at the local level in the Czech Republic is a research project „Implementing measures of the European Landscape Convention (EÚoK) in intensively farmed areas, carrying the traces of historic landscaping – a pilot study of New Courts – Kacina“ (2006–2011), which seeks to find EÚoK approach to implementation at the local level. The solution is implemented through a pilot study in the Nové Dvory – Kačina at Kutná Hora, which represents a segment of intensively used agricultural landscape with continued strong track Baroque and Classical landscaping (part of the landscape conservation area Žehušicko).

Key words: European Landscape Convention, practical application, methodological approaches

Úvod

Koncepčním dokumentem a nástrojem zakotvujícím potřebu nového náhledu na krajinu se stala Evropská úmluva o krajině (European Landscape Convention CETS No.: 176), připravená z iniciativy orgánů Rady Evropy ve Štrasburku 20. října 2000 ve Florencii. Pozornost se zaměřuje na území jako celek, aniž by se rozlišovalo mezi jeho městskými, příměstskými, venkovskými a přírodními částmi, nebo mezi částmi, které je možné považovat za pozoruhodné, běžné či narušené. Tento nový po-

stoj vyjadřuje přání zabývat se, přímo a komplexním způsobem, tématem kvality prostředí, ve kterém lidé žijí. Krajina je považována za podmínku pocitu pohody jednotlivce i společnosti (chápáno ve fyzickém, fyziologickém, psychologickém a intelektuálním smyslu) a za podmínku udržitelného rozvoje, jakož i za zdroj přispívající k ekonomické aktivitě (Council of Europe, 2008).

Cílem je podpořit ochranu, správu a plánování těchto oblastí prostřednictvím opatření na národní i evropské úrovni.

Z článku 5 Úmluvy vyplývají závazná opatření pro každou smluvní stranu:

- a) Právně uznat krajinu jako základní složku prostředí,
- b) formulovat a provádět krajinné politiky, zaměřené na ochranu, správu a plánování krajiny, prostřednictvím přijetí specifických opatření,
- c) zavést postupy pro účast veřejnosti, místních a regionálních úřadů a jiných stran, které jsou zainteresovány na definování a provádění krajinných politik,
- d) systematicky začleňovat krajinu do svých politik územního a urbánního plánování, do své kulturní, environmentální, zemědělské, sociální a hospodářské politiky, i do ostatních politik (Council of Europe 2000).

Článek 6 obsahuje mimo jiné požadavek uvědomování, informovanosti a vzdělávání veřejnosti, školení a vzdělávání odborníků v oblasti ochrany krajiny, krajinného plánování a managementu krajiny. Jedním z významných úkolů je identifikace typů krajin na území každého státu (čili vypracování typologie současné krajiny) a monitorování změn, k nimž v krajinách dochází.

K 16. únoru 2011 Úmluvu ratifikovalo celkem 47 členských států: Albánie, Andora, Arménie, Ázerbajdžán, Belgie, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Černá Hora, Česká republika, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Gruzie, Chorvatsko, Irsko, Island, Itálie, Jugoslávie a Makedonie, Kypr, Lichtenštejnsko, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Moldávie, Monako, Německo, Nizozemí, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Rusko, Řecko, San Marino, Slovenská republika, Slovinsko, Srbsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Turecko, Ukrajina, Velká Británie (obr. 1, <http://www.coe.int>).

Již v předkládací zprávě pro vládu ČR (MŽP ČR 2002) se uvádí: „Krajina hraje významnou a vpravdě nezastupitelnou roli při utváření prostředí, kultury a života společnosti, je tedy ukotvení její aktivní a dynamické ochrany, jakož i řízené péče (managementu) nepochybně jednou z priorit veřejného zájmu. Specifický charakter krajiny přispívá k vytváření místní kultury, je základní složkou evropského přírodního a kulturního dědictví a významně se spolupodílí jak na plnohodnotném životě lidí, tak i na udržování a posilování evropské identity. Tyto parametry svrchovanou měrou naplňuje i krajina historických českých zemí, která je v řadě svých rysů typická a jedinečná“. Cílem této studie je rozbor literatury pro účely shromáždění dostupných podkladů a informací o možnostech metodických přístupů a praktických aplikací Evropské úmluvy o krajině.

Přehled metodických přístupů a praktických aplikací Evropské úmluvy o krajině

Příklad implementace Úmluvy na lokální úrovni – případová studie Kačina

Výzkumný projekt „Implementace opatření Evropské úmluvy o krajině (EÚoK) v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinářských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina“ (doba řešení: 1. 7. 2006–30. 6. 2011, řešitelská pracoviště Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví Průhonice, v. v. i., Univerzita Karlova v Praze) usiluje o nalezení přístupu k implementaci EÚoK na lokální úrovni. Řešení je realizováno formou pilotní studie v oblasti Nové Dvory – Kačina na Kutnohorsku, jež představuje segment intenzivně zemědělsky využívané krajiny s přetrvávající výraznou stopou barokních a klasicistních



Obr. 1 Mapa členských států (<http://www.coe.int>)

krajinnych úprav (součást krajinne památkové zóny Žehušic-ko). Předmětem řešení je vypracování strategie a efektivních postupů k zabezpečení trvale udržitelného rozvoje krajiny, respektujícího jak její hospodářský potenciál, tak i ochranu a rozvoj přírodních a kulturně-historických hodnot krajiny. Péče o přírodní a kulturní dědictví krajiny není v intencích EÚoK chápána izolovaně – jako problematika odehrávající se pouze mezi státem a příslušnými specialisty, ale je chápána participativně jako sdílená odpovědnost státních a samosprávných orgánů, vlastníků a uživatelů krajiny, jakož i odborné a laické veřejnosti. Také se nemůže jednat o pouhou konzervativní ochranu vybraných jevů a prvků krajiny, ale o ochranu aktivní a dynamickou, vycházející z kontinuity činností a významů spjatých s konkrétní krajinou a jejím potenciálem. Toto jsou nesporné inovativní směry, které se uplatní v řešení předloženého výzkumného projektu. Jeho výsledky budou využity jak v oblasti obecné metodologie přístupů k řešení trvale udržitelného rozvoje krajiny na lokální úrovni, tak jako koncepční strategický podklad pro územní plánování, pozemkové úpravy, ochranu přírody a památkovou péči v řešené lokalitě. V rámci projektu je stanoveno pět dílčích cílů:

Etapu I (1. 7. 2006–31. 12. 2006): Analýza a syntéza přírodního a historického vývoje krajiny řešeného území včetně podchycení širších územních vazeb, vymezení vývojových etap a uzlových bodů vývoje krajiny;

Etapu II (1. 1. 2007–31. 12. 2008): Dokumentace a zhodnocení vývoje krajiny v kontextu s vývojem hospodářského a společenského prostředí;

Etapu III (1. 7. 2007–30. 6. 2009): Analýza a syntéza současného stavu kulturní krajiny, identifikace hodnot, sil a tlaků formujících současnou krajinou strukturu;

Etapu IV (1. 7. 2009–30. 6. 2010): SWOT analýza řešeného území – definování silných a slabých stránek současné krajiny, jejího přírodního, kulturního a ekonomického potenciálu, limitů, možných rizik a ohrožení dalšího vývoje;

Etapu V (1. 1. 2010–30. 6. 2011): Modelování vývoje, návrh alternativních scénářů budoucího vývoje krajiny, zpracování návrhu cílové charakteristiky krajiny jako podkladu pro přípravu územních plánů a dalších rozvojových dokumentů a koncepcí pro dané území (Lipský, 2010).

Systém klasifikace vlastností krajiny, rozvojových limitů a rezerv rozvoje pro stanovení cílů krajinne kvality vychází ze závěrů a zkušeností grantu VaV/640/1/99 „Péče o krajinu II“. Je založen na dvou základních strukturách – rigidní matici vztahů mezi kategoriemi vlastností krajiny a činností (rozvojových směrů) v dané krajině uvažovaných a flexibilní soustavou kritérií vystihujících specifika konkrétních situací.

Každá kategorie – vlastnost krajiny nebo činnost v ní zamýšlená – má svého odborného garanta (garanty). Kategorie je svým garantem popsána formou standardizovaného „pasportu“ (definice, právní zázemí, datové pokrytí, kategorizace apod.). Rolí garanta je rovněž průběžná aktualizace údajů o vývoji legislativy, změnách v databázích, nových literárních odkazech apod.

Vlastnosti krajiny:

- 1) Klimatologie,
- 2) Geomorfologie,
- 3) Geologie,
- 4) Hydrologie a hydrogeologie,
- 5) Půdy,
- 6) Lesy,
- 7) Zemědělské kultury,
- 8) Lokality zvláště chráněné podle zákona o ochraně přírody a krajiny,
- 9) ÚSES,
- 10) Přírodovědně pozoruhodné lokality,
- 11) Kulturně pozoruhodné lokality, včetně zvláště chráněných a evidovaných podle památkového zákona,
- 12) Staré zátěže,
- 13) Krajinny ráz,
- 14) Způsob využití krajiny.

Činnosti:

- 1) Zemědělství, lesní hospodářství, rybníční hospodaření,
- 2) Chov hospodářských zvířat,
- 3) Potravinářství,
- 4) Těžba nerostů,
- 5) Zpracování nerostů,
- 6) Fosilní energetika,
- 7) Jaderné objekty a zařízení,
- 8) Alternativní energetika,
- 9) Metalurgie,
- 10) Chemický průmysl,
- 11) Textilní, kožedělný, oděvní, dřevozpracující, papírenský, tiskárenský a knihařský průmysl,
- 12) Lehký průmysl,
- 13) Urbanistický rozvoj,
- 14) Liniové stavby,
- 15) Dopravní infrastruktura (polygony),
- 16) Vodohospodářské objekty,
- 17) Cestovní ruch,
- 18) Skladové hospodářství,
- 19) Vojenské prostory a objekty,
- 20) Spoje, telekomunikace,
- 21) Odpadové hospodářství.

V průsečíku vztahů uvedených kategorií je klasifikován vzájemný vliv obou ze zvolených kategorií (vybrané vlastnosti krajiny a navrhované činnosti nebo rozvojového záměru). Pro klasifikaci vlivu je užitá pětidílná stupnice („1“ – minimální zranitelnost dané vlastnosti krajiny, maximální proveditelnost navrhované aktivity, „2–4“ – postupně se zvyšující zranitelnost krajiny a postupně náročnější podmíněnost proveditelnosti záměru, „5“ – naprostá zranitelnost, naprostá neproveditelnost). Tato stupnice je ještě doplněna stupněm vystihujícím irelevanci vztahu a stupněm, jímž hodnotitel přiznává nedostatek znalostí k vyjádření sledovaného vztahu.

Flexibilní soustava kritérií rozvíjí rigidní matici vztahů mezi kategoriemi vlastností krajiny a činností (rozvojových směrů) v dané krajině uvažovaných v duchu atributů charakteristických právě pro Evropskou úmluvu o krajině. Je nastavena tak, aby mohla co nejdříve postihnout různost specifik konkrétních situací u všech kategorií (vlastnosti, činnosti, vlivy) užitých v matici vztahů. Inspirativní katalog těchto kritérií dává hodnotiteli možnost co nejvýstižněji posoudit reálný vliv vznikající v průsečíku vybraných kategorií, a to jak nadlepšit, tak přiorozit hodnocení vycházející z rigidní matice vztahů.

Pro stanovení cílů krajinné kvality ve smyslu Evropské úmluvy o krajině je rozpracována soustava 34 kritérií klasifikace vlastností krajiny, rozvojových limitů a rezerv:

- a) charakter krajiny (7 kritérií),
- b) charakter činnosti (10 kritérií),
- c) charakter vlivu (5 kritérií),
- d) faktor času (4 kritéria),
- e) obyvatelstvo (8 kritérií).

Hodnotiteli je nabídnut inspirativní katalog kritérií, jejichž vhodným užitím může co nejvýstižněji posoudit reálný vliv vznikající v průsečíku vybraných kategorií.

Každé kritérium je rozvrstveno do 3 poloh:

- jedna z krajních poloh nabádá hodnotitele k uvážení možnosti nadlepšit hodnocení vzešlé z rigidní matice ve stupních „2–4“ o 1/3 směrem k pozitivnímu hodnocení,
- druhá z krajních poloh vede hodnotitele naopak k úvaze přitížít rigidně dané hodnocení ve stupních „2–4“ o 1/3 k negativnímu hodnocení,
- střední poloha relevantního kritéria napovídá, že hodnocení vzešlé z matice není třeba upravovat.

Lze samozřejmě předpokládat užití více kritérií, z nichž jednotlivá mohou posunovat hodnocení jak pozitivním směrem, tak negativním směrem, při čemž jednotlivé „1/3“ se při tom načítají nebo i vzájemně ruší.

V řešeném grantu k implementaci Evropské úmluvy o krajině je mírně modifikována náplň matice rigidních kategorií. Zcela nově je propracována právě soustava flexibilních kritérií k hodnocení konkrétních specifik vlastností, činností a vlivů. Ta ideově vychází z původního souboru, je však výrazně rozšířena a doplněna o atributy charakteristické právě pro Evropskou úmluvu o krajině.

Nově je stupnice hodnocení vztahů využitelná nejen pro klasifikaci vlivů, ale též pro posouzení incidence cílů a opatření v environmentálních koncepcích a v odvětvových a průřezových koncepcích z hlediska plnění poslání Evropské úmluvy o krajině, a to jak v poloze národní (ČR), tak regionální (kraje) a rovněž tak v poloze nadnárodní (ES, OSN, UNESCO apod.). Stupeň „1“ v tomto hodnocení vypovídá o naprostém souladu a vzájemné podpoře cílů a opatření v porovnávaných dokumentech z hlediska plnění poslání Evropské úmluvy o krajině, stupeň „5“ naopak charakterizuje nesmiřitelný rozpor a nekompromisně kontroverzní vztah porovnávaných dokumentů z hlediska plnění poslání Evropské úmluvy o krajině.

Stejně tak je tato stupnice využitelná pro posouzení míry incidence environmentální a relevantní odvětvové a průřezové české legislativy a analogických mezinárodních právních závazků ČR z hlediska plnění poslání Evropské úmluvy o krajině (Weber et al., 2004).

V souladu s duchem a požadavky Evropské úmluvy o krajině se v projektu výrazně a důsledně uplatňuje participativní přístup, který prolíná celým jeho řešením. Význam participace se zvyšuje od úvodních etap k závěrečným. Spočívá v pořádání pracovních krajinářských dílen na různých místech řešeného území za účasti zástupců z řad státní správy, místní samosprávy i aktivních zájemců z řad veřejnosti (Lipský, 2010). Aby se občan mohl účinně podílet na tvorbě krajinné politiky a územního plánování, musí k tomu mít vytvořeny odpovídající podmínky, tzn. především v souladu s principy Aarhuské úmluvy.

Aarhuská úmluva stanovuje minimum tří prvků, které by měly být implementovány s cílem zavést a podpořit účinné zapojení veřejnosti. Tyto prvky vytvářejí základní procedurální rámec pro zapojení veřejnosti:

- 1) Orgány veřejné správy musí zajistit dostatek času pro účinné zapojení veřejnosti.
- 2) Zajistit mechanismus pro zveřejnění návrhů.
- 3) Zajistit povinnost, aby výsledek spoluúčasti veřejnosti byl vzat v úvahu (Weber et al., 2004).

V rámci řešení projektu se uskutečnilo již několik anketních šetření, jejichž cílem je lépe poznat názory a požadavky veřejnosti na místní krajinu. Participativní přístup se uplatnil také při zpracování SWOT analýzy zájmového území. Prvotní verze SWOT analýzy zpracovaná v řešitelském kolektivu projektu je na pracovních dílnách prezentována zainteresované veřejnosti, přizvaným zástupcům státní správy a samosprávy a dalším významným subjektům rozhodujícím o využívání krajiny. Odborná i laická veřejnost se k jednotlivým bodům SWOT analýzy vyjadřuje poprvé přímo na pracovních krajinářských dílnách. Druhá verze SWOT analýzy (upravená na základě připomínek veřejnosti) je následně písemně zaslána všem zainteresovaným subjektům k doplnění, připomínkování a bodovému ohodnocení významu jednotlivých jejích bodů. Jednotlivé subjekty hospodařící a působící v krajině mají často rozdílné názory na způsob využívání krajiny, na to, co jsou její silné a slabé stránky, co znamená možné ohrožení

krajinných hodnot a co je naopak příležitostí k jejímu rozvoji. Tentýž jev nebo charakteristika krajiny mohou být současně vnímány jako její silná i slabá stránka, záleží na úhlu pohledu. Sřetávají se tu komplexní a složkový nebo resortní přístup, ekologická, ekonomická a správní paradigmaty. SWOT analýza s využitím participativního přístupu se tak ukázala jako cenný prostředek k identifikaci rozporů v krajině.

Participativní přístup spočívá především ve vzájemné informovanosti, harmonizaci často protichůdných stanovisek a vysvětlování vědeckých názorů laické veřejnosti. Tok informací musí být oboustranný a rozhodování na základě konsensu mnoha stran. Pro lepší informovanost v rámci řešitelského týmu a také s cílem umožnit informace o projektu širší veřejnosti slouží webové stránky projektu (www.projektacina.estranky.cz), na nichž jsou průběžně zveřejňovány informace o průběhu řešení projektu a jeho výsledky (Lipský, 2010).

Přehled stavu implementace ve vybraných evropských zemích

Ze záznamu z 5. workshopu k implementaci Evropské úmluvy o krajině „Cílové charakteristiky krajiny – od teorie k praxi“, konaného ve španělské Gironě 28.–29. 10. 2006, vyplývají následující zkušenosti z vymezování krajinných typů a z formulování cílových charakteristik krajiny a s praktickým uplatňováním národních krajinných politik:

- Zástupci Belgie ve spojení s vymezením krajinných typů a hodnocením vlivů působících na krajinu zavádí pojem přechodná a nereprezentativní území. Poukázali dále na rozdíly a individuální měřítka v národních typologiích krajiny. Zmínili se o Atlasu krajiny Flander a Valonska, zpracovaném kombinací holistických a parametrických metod hodnocení prvků přírodních a environmentálních, historických, socio-kulturních a estetických, přičemž hlavním kritériem byla srozumitelnost a přiměřenost.
- Finsko, které jako jedno z prvních zemí podepsalo a ratifikovalo EÚoK, dokládalo, že její aplikace na regionální a lokální úrovni řídicí osídleného Finska se specificky kočující Sámů (Laponců) je dosti klikatá a pomalá. Zůstala rovněž prakticky nepovšimnuta většinou politiků a médií a nekonalo se tedy ani očekávané zvýšení finančních toků do krajinných výzkumů a hodnocení.
- V Litvě, kde EÚoK byla přijata již roku 2002, byla nejprve přijata Národní krajinná politika (2004) a Vládní opatření k její realizaci (2005). Následovala revize soupisu litevských krajinných struktur a jejich typologie (2006), jakož i příprava Národního krajinného plánu (2007). V jeho rámci byla také zpracována Národní krajinná studie shrnující základní faktory podléhající se na utváření litevské krajiny. Byly též zpracovány strategie krajinného managementu pro území se zvýšenou krajinnou hodnotou (národní a regionální parky). Zde se také dotazníkovou formou orientovanou na místní veřejnou správu, vládní, nevládní i vědecké instituce začínala zajišťovat vyšší účast veřejnosti v plánovacích procesech.
- Tradičně vysoká úroveň nástrojů řešících problematiku krajiny je známá ve Slovinsku. Slovinská krajina je velmi rozmanitá, což s sebou nese i rozmanitost přístupů v jejím

hodnocení. Ty se projeví i v přípravě Územně rozvojové strategie Slovinska. Byly vymezeny z přírodních, kulturních i architektonických hledisek hodnotné krajinné celky a zpracována studie „Rozšíření krajinných typů ve Slovinsku“, která slouží jako vynikající plánovací podklad pro veškeré další krajinné plány a studie včetně finančních nástrojů, zejména orientovaných na zemědělství.

- Reprezentantka Portugalska poukázala na nutnost definování artefaktů jedinečných tradičních kulturních krajin a na fakt, že mnohé tradiční krajiny již různými vlivy svůj původní signifikantní krajinný ráz zcela ztratily. Souvisí to s rostoucím opouštěním venkova vzdálenějšího od velkých měst, který se musí stát krajinou atraktivní pro stávající obyvatele, nebo jako druhé bydlení, jinak jej opustí všichni.
- Ve Španělsku do velké míry vycházejí z bohaté fotodokumentace specifík krajinných typů z různých částí roku a dne.
- Zástupce Spojeného království dokladoval potíže s implementací zásad EÚoK tak, aby se dostaly do relevantních rozhodnutí o využití území. Měřítky hodnotné krajiny jsou často jen její vysoká míra biodiverzity a estetická hodnota. Přitom EÚoK má snahu stanovit zásady péče o všechny typy krajin, kde hrají roli nejen výše uvedené kritéria, ale i genius loci místa, paměť a budoucnost krajiny (Kyselka, 2007).

Problematika typologie krajiny v dokumentech EÚoK

Diferenciace krajin dle vybraných kritérií do homogenních celků je primárním předpokladem pro management krajiny dle principů trvale udržitelného rozvoje. Typologie krajiny (typizace krajiny) je jednou z forem krajinné diferenciaci. Krajinné typy jsou charakteristické společnými přírodními, kulturními a historickými podmínkami. Tyto přirozené vlastnosti a jejich využitelnost člověkem jsou doplněny potřebami trvalé udržitelnosti. Takto vzniklý soubor potenciálů a zranitelností jednotlivých typů krajin v rámci trvalé udržitelnosti lze sestavit do SWOT analýzy, vyjadřující vlastnosti daného typu krajiny, a to jak přírodní, tak ekonomické a kulturní. Na základě provedené SWOT analýzy potenciálů a ohrožení krajin je možno exaktně definovat i přirozené cíle jejich rozvoje a způsoby ochrany. Z vyhodnocených potenciálů ve SWOT analýze, konfrontovaných s podmínkami trvalé udržitelnosti, je možno odvodit soubor opatření v jednotlivých typech pro veškeré koncepce rozvoje, i zadání pro další koncepční dokumenty (Weber et al., 2004).

Vzhledem ke složitosti kulturní krajiny neexistuje jednotná metodika její klasifikace a typologie (Merhautová et Lipský, 2010). V krajinné typologii převládají dva přístupy: holistický, pracující s většími celky, které rozděluje na menší, přesněji definované, a parametrický, který se metodami GIS snaží podchytit prostorové jednotky dle podobnosti a vytvářet z nich typy a jednotky (Kyselka, 2007). Teorie krajinné ekologie rozlišuje tzv. individuální členění krajiny (regionalizace krajiny), která vymezuje na základě vybraných parametrů regiony, tedy jedinečné, jinde se neopakující části krajiny. Naproti tomu typizace krajiny (v užším slova smyslu) vymezuje tzv. typy krajiny, které se opakují (Lipský, 1998).

Doporučení Evropské komise v oblasti typologie krajiny

Základní stádia procesu vedoucího k poznání krajiny pro účely její typizace:

- znalost krajiny: identifikace, popis a posuzování;
- definice cílových charakteristik krajiny;
- dosažení těchto cílů prostřednictvím ochrany, správy a plánování v rámci určitého časového období (výjimečné činnosti a opatření a běžné činnosti a opatření);
- monitorování změn, vyhodnocení účinků politik, možnost změny definice.

Ve všech stádiích tohoto procesu by měla být organizována účast veřejnosti, konzultace, sdílení myšlenek a schvalování (mezi institucemi a veřejností, horizontálně a vertikálně).

Identifikace, popis a posuzování krajiny zahrnuje analýzu morfologických, archeologických, historických, kulturních a přírodních charakteristik a jejich vzájemných vztahů, jakož i analýzu změn, a dále zkoumání procesů vývoje krajiny a stanovení minulých, současných a předpokládaných sil, v důsledku lidských nebo přírodních faktorů a možných tlaků a rizik, kterým krajina čelí. Měla by se provést rovněž analýza vnímání krajiny veřejností, jak z hlediska historického vývoje, tak z hlediska jejího současného významu. Pro aktivní zapojení veřejnosti je potřeba, aby specializované znalosti byly přístupné všem. To znamená, že by měly být snadno dostupné, strukturované a předkládané takovým způsobem, aby byly pochopitelné i pro lidi, kteří nejsou odborníky v daném oboru.

Každý plán či projekt by měl být v souladu s cílovými charakteristikami krajiny. Zejména by měl zlepšovat kvalitu krajiny nebo by alespoň neměl způsobovat její zhoršování. Měly by tudíž být zhodnoceny vlivy projektů na krajinu, ať už je rozsah těchto projektů jakýkoli, a měla by být definována pravidla a nástroje odpovídající těmto vlivům. Každý plán či projekt by se měl nejen hodit k charakteristickým znakům místa, ale měl by jim být rovněž přiměřený.

Identifikace a posuzování

Za aktivní účasti zainteresovaných stran, v souladu s článkem 5 c Úmluvy, a za účelem zlepšení úrovně znalosti svých krajin se každá Strana zavazuje:

- i. identifikovat své vlastní typy krajiny na celém svém území;
 - ii. analyzovat jejich charakteristiky a síly a tlaky, které je mění;
 - iii. zaznamenávat jejich změny;
- b) posoudit takto identifikované krajiny s ohledem na zvláštní hodnoty, které jsou jim připisovány zainteresovanými stranami a dotčeným obyvatelstvem.

Tyto postupy identifikace a posuzování se budou řídit výměnou zkušeností a metodologie, organizovanou mezi stranami na evropské úrovni podle článku 8 (článek 6 Evropské úmluvy o krajině – Zvláštní opatření).

Z rozličných textů týkajících se Úmluvy a rozličných experimentálních praxí, které jsou již vyvíjeny nebo již fungují v různých evropských státech, je jasná různorodost přístupu k získávání znalostí, která rovněž odráží různorodost kultur-

ních pojetí. Existuje zde nicméně jasné povědomí o nedostatečnosti nejčastěji používaných teoretických a metodologických nástrojů pro operativní potřeby. Příliš často tyto nástroje spadají do oblasti rozkouskovaných vědních světů, zatímco krajina potřebuje adekvátní odpovědi s časovými a prostorovými měřítky přecházejícími hranice jednotlivých vědních oborů, čímž může být uspokojena potřeba získat znalosti o neustálých změnách na místní úrovni.

Pokyny pro provádění opatření by neměly být příliš intervenčionistické, pokud jde o metody, stádia a zainteresované osoby podílející se na procesu získávání znalostí: některé veřejné orgány mohou poskytnout soupisy nebo atlasy krajiny pro použití jako samostatný nástroj, přičemž za jejich vypracování mají konkrétní odpovědnost určité orgány. U dalších dokumentů je možné nechat na odbornících, aby rozhodli, zda jako první stádium získávání znalostí potřebných pro nástroje definování a implementace krajinné politiky využijí popisnou analýzu nebo interpretační popis, v závislosti na úrovni státní správy, rozsahu, cílech a prostředcích (programy, plány, dohody atd.).

Cílové charakteristiky krajiny

Každá strana se zavazuje, po konzultaci s veřejností v souladu s článkem 5 c, definovat cílové charakteristiky krajiny pro identifikované a posouzené krajiny (článek 6 Evropské úmluvy o krajině – Zvláštní opatření), které zahrnují:

- ochranu a udržování charakteristických znaků (morfologie, složek tvořících krajinu, barev atd., přičemž je potřeba brát v úvahu rovněž způsoby výstavby a použité materiály a symbolické charakteristiky a symbolická místa atd.);
- zajištění středisek pro další výstavbu v souladu s různými uznávanými charakteristickými rysy krajiny, přičemž je potřeba zajistit, aby výstavba nesnižovala kvalitu krajiny;
- nové posouzení anebo obnovu narušených nebo problematických oblastí, s cílem obnovit jejich kvalitu nebo vytvořit kvalitu nové.

Určitým přírodním anebo historickým prvkům může být věnována zvláštní pozornost, aby byla zachována jejich specifická role, zejména historický význam a potenciál z hlediska životního prostředí. V částech území, které jsou zemědělsky obhospodařované, to mohou být například živé ploty, osázené plochy, zídky vyskládané z kamenů nebo hlíněné zídky, terasy, samostatně rostoucí památné stromy, prameny nebo historické sítě vodních kanálů. Spektrum využívaných nástrojů se může pohybovat od různých forem právní ochrany přes granty vlastníkům a zemědělcům na údržbu, novou výsadbu nebo integraci až po různé formy zlepšování, což může být doprovázeno vypracováním osvětových materiálů poskytujících metodické návody a předávajících dalším generacím tradiční metody údržby krajiny.

Pro určité typy využití a změn, které výrazně ovlivňují kvalitu místa, mohou být vypracovány specifické instrukce a předpisy. Může tomu tak být například v případě elektrických vedení, telefonních sítí a stožárů, větrných farem, lomů, dolů, komerčních a politických reklamních ploch, zařízení pro volný

čas (například kempinků, autokempinků, rekreačních zařízení) atd. Předmětem specifických instrukcí a předpisů mohou být rovněž určitá témata a problémy vývoje měst. Tato témata a problémy by měly být kategorizovány podle konkrétních charakteristických znaků jednotlivých území. Mohou být rovněž uvedeny jako předmět zájmu zvláštních krajinných studií. Jde například o přístup k městu, okraj města, příměstské oblasti, propojení historických center rovnými komunikacemi (výstavbu podél těchto komunikací) atd.

Mělo by být garantováno zajištění podmínek pro přístup veřejnosti do krajiny, s patřičným ohledem na soukromé vlastnictví. Přístupové cesty, silnice, stezky a pěšiny by nicméně měly umožňovat, aby občané mohli mít požitky z krajiny. Za tímto účelem mohou příslušné orgány, po dohodě s relevantními zainteresovanými osobami, učinit opatření pro odstranění vizuálních překážek nebo pro vybudování koridorů umožňujících výhled do krajiny tam, kde jsou tato opatření potřeba. Takovéto přístupové cesty by měly rovněž zahrnovat vybavení pro dobrou pohodu jejich uživatelů, t.j. pro jejich pohodlí a bezpečnost, a měly by být v souladu se zásadami udržitelného rozvoje.

Definice cílových charakteristik krajiny by měla vycházet ze znalosti specifických charakteristických rysů a kvality míst, o která se jedná, a z identifikace jejich dynamiky a potenciálu a rovněž z toho, jak krajinu vnímá veřejnost. Cílové charakteristiky krajiny představují konečný výsledek procesu vymýšlení operací, které se mají provádět v krajině. Součástí tohoto procesu je získávání znalostí, konzultace s veřejností, formulování politiky a strategie činností a monitorování.

Při jejich vypracování by měly být vzájemně provázány společenské požadavky a hodnoty, které krajině připisuje veřejnost, s vybranými politickými rozhodnutími týkajícími se podstaty složek krajiny. Zvláštní pozornost by měla být věnována spektru společenského vnímání krajiny, které je odrazem rozmanitosti obyvatel (Council of Europe, 2008).

Autoři publikace *Landscape and sustainable development: challenges of the European Landscape Convention* (Anonymous, 2006) uvádějí mezi hlavní kritéria pro typizaci krajiny na národní a regionální úrovni jak charakteristické struktury krajiny, tak rovněž převažující způsob využití území (land use), kulturní tradice a historii sledované krajiny. Doporučeným metodickým postupem je evropská typologie dle Evropské agentury pro životní prostředí (Europe's environment – The Dobris Assessment, 1995), která může sloužit jako vhodný počáteční bod. Typologie krajiny by měla sloužit jako podklad pro relevantní management krajiny. Pouze na základě správných informací je možné vyvíjet metodologii pro typologii krajiny. V mnoha zemích byla již metodika pro diferenciaci krajiny vyvinuta, nicméně je nutné posílit úsilí s cílem použít Evropskou úmluvu o krajině jako společnou platformu a východisko.

Vedle uvedených materiálů existuje velký počet doporučení (Recommendations) Rady Evropy týkajících se Evropské úmluvy o krajině a určitým způsobem řešících problematiku typologie krajiny. Doporučení a návody zde obsažené mají však velmi obecný charakter. Mezi tato doporučení patří:

- Recommendation 1752 on the conservation and use of the landscape potential of Europe, Council of Europe,
- Recommendation 40 (1998) on the draft European landscape convention, Council of Europe,
- Recommendation 1 (2002) on the Guiding principles for sustainable spatial development of the European Continent, Committee of Ministers, Council of Europe,
- Resolution (76) 33 (1976) on the evolution and conservation of hedgerow landscapes (Bocages) in Europe, Committee of Ministers, Council of Europe.

Konkrétní aplikace vybraných opatření v oblasti ochrany, správy a plánování krajiny by se měla vztahovat na celou krajinu a neměla by ji rozdělovat do řady složek, které ji tvoří: krajina je charakterizována vzájemnými vztahy mezi několika oblastmi (fyzickou, funkční, symbolickou, kulturní a historickou, formální atd.), které tvoří jak starobylé, tak současné krajinné systémy. Ty mohou být na určité části území navzájem propleteny a mohou se zde navzájem překrývat. Krajina není pouhým součtem jejích složek.

Způsoby implementace krajinných politik nebo zahrnutí krajinné dimenze do odvětvových politik mohou být založeny buď na předpisech anebo na dobrovolném základě. Lze využít rovněž nové způsoby implementace. Výběr vhodné metody může záviset na místní situaci, která se bude lišit dokonce i uvnitř jedné země (Council of Europe, 2008).

Typologie krajiny se může realizovat na různých hierarchických úrovních a v různých měřítkách, nejenom na úrovni celého státu.

Výstupy z projektu VaV 640/01/03 uvádí členění typů krajiny ČR podle Löwa et al. (2005), které je též dostupné na Portálu veřejné správy České republiky (<http://geoportalenia.cz>).

Pro vymezení krajinných typů v ČR jsou zásadní následující charakteristiky:

- vegetační stupňovitost; jako vyjádření změn výškového a expozičního klimatu ovlivňujících sled rozdílů přírodní vegetace na ose teplé – chladné oblasti a přeneseně i osy nížiny – hory, tedy vyjádření vúdčích charakteristik primární krajinné struktury,
- relativní členitost reliéfu; jako vyjádření osy rovina – velehorský reliéf, jako druhá vúdčí charakteristika primární struktury,
- vyjádření výjimečnosti typů reliéfu; na ose reliéf běžný – zcela výjimečný, jako třetí vúdčí charakteristika primární struktury,
- biogeografické podprovincie; jako vyjádření odlišnosti geologické a geomorfologické stavby krajiny modifikující vegetační stupňovitost na území Carpathica, Hercynica, Polonica a Pannonica (severopanonská podprovincie),
- struktura využití ploch; v ose krajiny přírodní – krajiny přírodě blízké – krajiny člověkem podmíněné až přeměněné jako vúdčí charakteristika sekundární krajinné struktury,
- historické typy sídel a jejich plužin; jako vyjádření osy úrodné starosídelní krajiny – zemědělsky marginální, neúrodné, osídlené v novověku, jako druhá vúdčí charakteristika sekundární krajinné struktury,

- typy lidového domu; tedy běžných stavebních typů v krajině, odvíjejících se od její kulturní a historické kontinuity jako vůdčí charakteristiky terciární krajinné struktury,
- vývoj a doba osídlení krajiny; v ose od staré sídelní krajiny od 6. tisíciletí před Kr. po krajiny dodnes neosídlené jako vůdčí charakteristiky průkazu trvalé udržitelnosti využívané krajiny člověkem v historickém kontinuu.

Na základě rozborů významnosti a korelací mezi uvedenými charakteristikami krajin byly navrženy tyto typologické řady pro členění krajiny, které vystihují přímo či zprostředkovaně hlavní typologické rámce vlastností české krajiny:

I. Typologická řada podle charakteru osídlení krajiny

- Členění vychází z období, kdy se krajina stala sídelní, tj. člověkem osvojená.

II. Typologická řada podle využití krajiny

- Členění vychází z charakteristik současného využívání území.

III. Typologická řada podle reliéfu krajiny

- Členění vychází výhradně z charakteristik reliéfu.

Třídílný index, uvedený u dílčích částí krajiny, vyjadřuje „typ sídelní krajiny /typ využití krajiny/ typ reliéfu krajiny“. Například, index „7 /U/ 6“ označuje část krajiny s těmito charakteristikami: novověkou sídelní krajinou Carpatica /urbanizovanou krajinou /krajinou hornatin (Löw et al., 2005).

Práce Merhautové et Lipského (2010) prezentuje výsledky typologie krajiny v oblasti cca 400 km² s využitím objektivní metody klastrové analýzy, která pracuje s digitálními databázemi a využívá exaktní postupy jejich syntézy v prostředí GIS. Klastrová (též shluková) analýza náleží mezi vícerozměrné statistické metody. Umožňuje roztřídění množiny objektů do několika poměrně stejnorodých shluků. Cílem je dosáhnout stavu, kdy objekty uvnitř shluku jsou si podobné co nejvíce a objekty z různých shluků co nejméně. Metody této analýzy vedou k příznivým výsledkům zejména tam, kde se studovaný soubor rozpadá reálně do tříd, tj. objekty mají tendenci se seskupovat do přirozených shluků (Hebák et Hustopecský, 1987).

Důležitým krokem je výběr vstupních dat (mapových vrstev), použitých pro typologii krajiny. Výběr závisí na účelu typologie, mapovém měřítku, charakteru řešeného území a v neposlední řadě také na dostupnosti vhodných datových souborů. K nejsilnějším typologickým znakům patří vždy charakter reliéfu a krajinný pokryv (land cover), případně způsob využívání krajiny (land use). Vhodným datovým vstupem pro hodnocení reliéfu je digitální výškový model terénu (Digital Elevation Model, dále DEM), z něhož byly dále odvozeny vlahové charakteristiky. Vstupní data použitá pro typologii současné kulturní krajiny byla vybrána tak, aby postihla její primární (přírodní) i sekundární (antropogenní) strukturu:

- reliéf a vlhkostní poměry – odvozeno z digitálního výškového modelu reliéfu z vrstvy databáze ZABAGED,
- nadmořská výška – odvozeno z digitálního výškového modelu reliéfu z vrstvy databáze ZABAGED,

- půdní poměry – půdní mapa v měřítku 1 : 250 000,
- krajinný pokryv – CORINE Land Cover 2000 v měřítku 1 : 100 000.

Data byla pořízena ve formátu shapefile pro prostředí programu ArcGIS 9.3. Digitální model reliéfu byl pořízen v rastrovém formátu o velikosti pixelu 25 × 25 m. Třem ze vstupujících vrstev přírodního pozadí je přiřazen barevný kanál. Spektrální charakteristiku lze měnit přepínáním jednotlivých kanálů. Cílem je analýza obrazu vzniklého pouze na základě dat o přírodním prostředí, tedy vymezení typů přírodních krajin. Následuje segmentace téhož obrazu se zapojením dat o krajinném pokryvu, tedy typologie kulturní krajiny. Každý pixel se tak stává nositelem specifické kombinace syntetizovaných vrstev. Výsledkem je obraz podobný družicovým snímkům, který lze dále klasifikovat metodami dálkového průzkumu Země. Dalším krokem metody je segmentace RGB obrazu do polygonů. Segmentace probíhá v prostředí softwaru Definiens. Nejzásadnější a nejproblematictější kroky typologie – tedy vymezení krajinných typů – je tak řešeno objektivní metodou. Typologie byla vytvářena v prostředí programů ArcGis 9.3 a TwinSpan 2.3, dílčí část práce v prostředí ArcInfo Workstation, mapové výstupy v prostředí programu ArcGis 9.3 (Merhautová et Lipský, 2010).

Závěr

Evropská úmluva o krajině byla v České republice podepsána 28. 11. 2002, ratifikace proběhla 3. 6. 2004. Již od prvního října 2004 se stala závaznou pro Českou republiku a koncem ledna 2005 byla publikována ve Sbírce mezinárodních smluv ČR (částka 6) pod číslem 13 jako Sdělení Ministerstva zahraničních věcí ČR o sjednání Evropské úmluvy o krajině. Zabezpečení realizace Evropské úmluvy o krajině je v Usnesení vlády ČR č. 1049 ze dne 30. 10. 2002 uloženo ministrům životního prostředí, zemědělství, pro místní rozvoj, kultury a ministryni školství, mládeže a tělovýchovy.

Za tímto účelem bylo zpracováno již mnoho podpůrných projektů a dokumentů. Mezi nimi lze uvést například výzkumný projekt VaV 640/6/02 „Zajištění realizace Evropské úmluvy o krajině v další činnosti MŽP“, jedním z jeho výstupů bylo vypracování návrhu Strategie odpovědnosti za českou krajinu minulosti, dneška a budoucnosti. Další prací zabývající se identifikací typů krajin byl projekt VaV 640/01/03 „Typologie české krajiny“. Na podporu implementace Evropské úmluvy o krajině vznikla počátkem roku 2009 petice za usnesení vlády o implementaci EÚoK Dvanáctero kulturní krajiny České republiky, která nabádá, aby tento dokument účinným způsobem reflektovaly nejen vládní instituce a politická uskupení, ale aby byla Úmluva přijata a aplikována i na regionální a lokální úrovni, a především, aby význam kulturní krajiny reflektoval i výzkum a vzdělávání nejmladší generace.

Praktický proces implementace Úmluvy však v České republice neprobíhá plně, neboť politická uskupení, veřejní činitelé a ministerstva dosud nezačali podporovat a zvyšovat podvědomí společnosti o významu krajiny a ve svých programech

a politikách nedeklarovali krajinu jako jednu z hlavních hodnot a priorit trvale udržitelného rozvoje České republiky.

Taktéž Výzva společnosti CENELC a STUŽ (Společnost pro trvale udržitelný život) poukazuje na nedostatky v konání vlády ČR. Konstatuje, že naprosto chybí celková odborná analýza skutečného stavu implementace EÚoK, jako hlavní nedostatek uvádí nekonkrétnost, a absenci jakýchkoliv jasných, kvantifikovatelných a časově vymezených cílů. Žádá proto o vypracování komplexní legislativní a celkovou analýzu stavu implementace Úmluvy a vypracování a schválení Národního implementačního programu EÚoK, který by jasně definoval, kvantifikoval a časově vymezil způsob a metodiku provádění implementace Evropské úmluvy o krajině v České republice.

Poděkování

Tento projekt byl realizován za podpory Výzkumného projektu VaV 640/6/02 „Zajištění realizace Evropské úmluvy o krajině v další činnosti MŽP“.

LITERATURA

Anonymus (2006): Landscape and sustainable development: challenges of the European Landscape Convention, Council of Europe.

Council of Europe, 2000: European Landscape Convention. Florence.

Council of Europe, 2008: Recommendation CM/Rec (2008) 3 of the Committee of Ministers to member states on the guidelines for the implementation of the European Landscape Convention. Florence.

Europe's environment – The Dobris Assessment, European Environmental Agency, 1995.

Hebák, P., Hustopecký, J. (1987): Vícerozměrné statistické metody s aplikacemi. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 456 s.

Kyselka, I. (2007): Evropská kulturní krajina v teorii i praxi. Záznam z 5. workshopu k implementaci Evropské úmluvy o krajině „Cílové charakteristiky krajiny od teorie k praxi 28.–29. 10. 2006“, Girona, Španělsko. Urbanismus a územní rozvoj, č. 1, s. 58–62.

Lipský, Z. (1998): Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. Praha, Karolinum, 129 s.

Lipský, Z. (2010): 10 years of the European Landscape Convention and the possibilities of geographic research. Informace ČGS, roč. 29, č. 2, s. 2–12.

Löw, J. et al. (2005): Typologie české krajiny. Závěrečná zpráva projektu VaV MŽP ČR č. 640/1/03. Brno, Löw a spol., s. r. o.,

Merhautová, Z., Lipský, Z. (2010): Typologie krajiny v oblasti Českého ráje. Acta Pruhoniana, č. 95. s. 27–35.

Projekt VaV MŠMT Kačina 2006–2011, Internetové stránky k projektu výzkumu a vývoje 2B06013 Implementace opatření Evropské úmluvy o krajině v intenzivně zemědělsky využívaných oblastech nesoucích stopy historických krajinářských úprav – pilotní studie Nové Dvory – Kačina, Průhonice, [cit. 2011-02-09] [online]: dostupné na <http://www.projektkacina.estranky.cz>

Weber, M. et al. (2004): Zajištění realizace Evropské úmluvy o krajině v další činnosti Ministerstva životního prostředí. Závěrečná zpráva projektu VaV MŽP ČR č. 640/6/02. Praha, Průhonice, Brno, VÚKOZ, ČZU, Löw a spol., s. r. o., 176 s.

Rukopis doručen: 8. 8. 2011

Přijat po recenzi: 3. 9. 2011

Příloha 1 Systém klasifikace krajiny

| CHARAKTER KRAJINY (A) | |
|------------------------|--|
| A1 | a/ krajina je charakteristická mimořádně pestrou strukturou, jemnou texturou a výraznou rozmanitostí (-1/3) b/ struktura, textura a rozmanitost krajiny je na úrovni běžného standardu ČR c/ krajina je charakteristická mimořádně monotónní strukturou, hrubou texturou a celkovou fádností (+1/3) |
| A2 | a/ relativní četnost, kvalita a/nebo regenerační schopnost vlastnosti krajiny jsou významně obohaceny (-1/3) b/ relativní četnost, kvalita a/nebo regenerační schopnost vlastnosti krajiny nejsou podstatné c/ relativní četnost, kvalita a/nebo regenerační schopnost vlastnosti krajiny jsou zásadně ohroženy (+1/3) |
| A3 | a/ daná vlastnost krajiny se vyznačuje mimořádně velkou odolností (-1/3) b/ běžná citlivost dané vlastnosti krajiny c/ daná vlastnost krajiny se vyznačuje mimořádně velkou citlivostí (+1/3) |
| A4 | a/ daná krajina patří svou výjimečností mezi zvláště ceněné krajiny, s mimořádným věhlasem doma i v cizině (-1/3) b/ daná krajina nevykazuje mimořádnými cennostmi, je běžnou „krajinou všedního dne“ c/ daná krajina patří k mimořádně zanedbaným krajinám, pověstná svými negativními parametry doma i v cizině (+1/3) |
| A5 | a/ tradiční (ekologicky příznivé) formy hospodaření na půdě a s přírodními zdroji se v dané krajině udržují dosud, a to ve významném rozsahu (-1/3) b/ tradiční (ekologicky příznivé) formy hospodaření na půdě a s přírodními zdroji se v dané krajině dosud udržují, avšak jen sporadicky a pomístně c/ tradiční (ekologicky příznivé) formy hospodaření na půdě a s přírodními zdroji se v dané krajině již nezachovaly (+1/3) |
| A6 | a/ při hospodaření na půdě a s přírodními zdroji převládají zásady dobré praxe (-1/3) b/ hospodaření na půdě a s přírodními zdroji odpovídá běžnému standardu v ČR c/ při hospodaření na půdě a s přírodními zdroji převládají postupy odporující zásadám dobré praxe (+1/3) |
| A7 | a/ tradiční řemesla, příp. jiné další rukodělné technologie a tradiční průmyslové technologie se v dané krajině udržují dosud, a to ve významném rozsahu (-1/3) b/ tradiční řemesla, příp. jiné další rukodělné technologie a tradiční průmyslové technologie se v dané krajině udržují pouze jako turistické atraktivity (např. skanzeny, muzea apod.) c/ tradiční řemesla ani jiné další rukodělné technologie nebo tradiční průmyslové technologie se v dané krajině již nezachovaly (+1/3) |
| CHARAKTER ČINNOSTI (B) | |
| B1 | a/ nová činnost znamená výrazně pozitivní přínos k současnému způsobu využívání krajiny (-1/3) b/ nová činnost nevyvolává kolize se současným způsobem využívání krajiny c/ nová činnost znamená výrazně negativní rozpor se současným způsobem využívání krajiny (+1/3) |
| B2 | a/ nová činnost neznamená zásadní změnu v porovnání s dosavadní srovnatelnou činností ani nevyžaduje plošný zábor (-1/3) b/ nová činnost je odlišná od dosavadní srovnatelné činnosti, nevyžaduje však nový plošný zábor c/ zcela nová činnost s požadavkem na plošný zábor (typ stavby a technologie „na zelené louce“), (+1/3) |
| B3 | a/ bezvýznamný rozsah nové činnosti nebo nízká intenzita nového provozu (-1/3) b/ obvyklý rozsah nové činnosti nebo střední intenzita nového provozu c/ mimořádný rozsah nové činnosti nebo vysoká intenzita nového provozu (+1/3) |
| B4 | a/ nová činnost má charakter izolované činnosti, bez kumulace s dalšími činnostmi (-1/3) b/ nová činnost vykazuje přijatelnou míru kumulace s dalšími činnostmi c/ nová činnost vyvolává výraznou kumulaci s dalšími činnostmi (+1/3) |
| B5 | a/ nová činnost nevyžaduje nároky na přírodní zdroje (např. vodu, energii apod.), (-1/3) b/ nová činnost vyžaduje běžné nároky na přírodní zdroje (např. vodu, energii apod.) c/ nová činnost vyvolává extrémně vysoké nároky na přírodní zdroje (např. vodu, energii apod.), (+1/3) |
| B6 | a/ nová činnost je činností bez emisí toxických látek, produkce odpadů, příp. bez působení jiných rušivých účinků (např. na biotu, přírodní zdroje, ekologickou a sociální únosnost) v krajině (-1/3) b/ nová činnost je spjata s přijatelnou mírou emisí toxických látek (např. v prostředí „snadno naředitelná“), produkcí odpadů, příp. bez působení jiných rušivých účinků (např. na biotu, přírodní zdroje, ekologickou a sociální únosnost) v krajině c/ nová činnost vyvolává extrémně vysoké emise toxických látek, produkci odpadů, příp. mimořádnou míru i působení jiných rušivých účinků (např. na biotu, přírodní zdroje, ekologickou a sociální únosnost) v krajině (+1/3) |

| | |
|----------------------------|--|
| B7 | a/ nová činnost znamená významný přínos k zaměstnanosti v regionu, resp. k jeho sociálnímu oživení (-1/3) b/ nová činnost je bez souvislosti s mírou zaměstnanosti v regionu, resp. s jeho sociálním oživením c/ nová činnost vyvolává významné ohrožení zaměstnanosti v regionu, resp. přispívá k sociálnímu umrtvení regionu (+1/3) |
| B8 | a/ nová činnost se vyznačuje mimořádnou mírou eliminace možnosti vzniku havarijních stavů (-1/3) b/ nová činnost se nevykývá z průměru havarijního rizika podobných typů činností c/ nová činnost se vyznačuje mimořádnou mírou rizika vzniku havarijních stavů (+1/3) |
| B9 | a/ nová činnost se vyznačuje zanedbatelnými riziky ohrožení zdraví lidské populace (-1/3) b/ riziko ohrožení zdraví lidské populace novou činností odpovídá běžnému standardu c/ nová činnost je spjata s mimořádně vážnými riziky ohrožení zdraví lidské populace (+1/3) |
| B10 | a/ nová činnost je charakteru BAT („best available technology“ – rozumně nejlepší ze způsobů realizace činnosti ve světě dostupný), (-1/3) b/ nová činnost reprezentuje soudobý standard v realizaci dané činnosti c/ nová činnost patří svým charakterem k zastaralým způsobům realizace daného typu činnosti (technologie, typu stavby, způsobu hospodaření apod.), (+1/3) |
| CHARAKTER VLIVU (C) | |
| C1 | a/ bezvýznamný rozsah vlivu (geografickou rozlohou, počtem dotčeného obyvatelstva), (-1/3) b/ rozsah vlivu není podstatný c/ mimořádný rozsah vlivu (geografickou rozlohou, počtem dotčeného obyvatelstva), (+1/3) |
| C2 | a/ velikost, příp. komplexnost vlivu jsou mizivého významu (-1/3) b/ standardní míra vlivu c/ vliv je mimořádný svou velikostí, rozsahem a svou komplexností (+1/3) |
| C3 | a/ vliv na zdravotní stav dotčené lidské populace je bezvýznamný, příp. pozitivní (-1/3) b/ vliv na zdravotní stav dotčené lidské populace je irelevantní c/ vliv na zdravotní stav dotčené lidské populace je mimořádně negativní (+1/3) |
| C4 | a/ velmi podstatně pozitivní přeshraniční charakter vlivu (-1/3) b/ nepodstatný přeshraniční charakter vlivu c/ velmi podstatně negativní přeshraniční charakter vlivu (+1/3) |
| C5 | a/ existuje malá pravděpodobnost, že působení vlivu nastane (-1/3) b/ pravděpodobnost, že působení vlivu nastane, je v mezích očekávání c/ vysoká pravděpodobnost, že působení vlivu nastane (+1/3) |
| FAKTOR ČASU (D) | |
| D1 | a/ historická kontinuita dané krajiny je výrazně souvislá (-1/3) b/ historická kontinuita dané krajiny je v mezích obecného standardu ČR c/ historická kontinuita dané krajiny byla podstatně narušena (+1/3) |
| D2 | a/ dosavadní vývoj dané krajiny byl mimořádně harmonický (-1/3) b/ dosavadní vývoj dané krajiny probíhal v mezích obecného standardu ČR c/ dosavadní vývoj dané krajiny byl mimořádně disharmonický (+1/3) |
| D3 | a/ uvažovaná činnost nebo rozvojový trend jsou ve značném souladu s dosavadními pozitivními vývojovými trendy dané krajiny a dále je rozvíjejí (-1/3) b/ uvažovaná činnost nebo rozvojový trend nejsou v rozporu s dosavadními pozitivními vývojovými trendy dané krajiny a podstatně je neovlivňují c/ uvažovaná činnost nebo rozvojový trend jsou v příkrém rozporu s dosavadními pozitivními vývojovými trendy dané krajiny a znamenají jejich zásadní zvrát (+1/3) |
| D4 | a/ doba trvání vlivu, jeho četnost a/nebo jeho vratnost jeho pozitivní působení velmi podstatně umocňují (-1/3) b/ doba trvání vlivu, jeho četnost a/nebo jeho vratnost nejsou z hlediska působení vlivu podstatné c/ doba trvání vlivu, jeho četnost a/nebo jeho vratnost jeho negativní působení velmi podstatně umocňují (+1/3) |

OBYVATELSTVO (E)

| | |
|----|---|
| E1 | <p>a/ zdravotní stav lidské populace v dotčeném území je mimořádně dobrý (-1/3)</p> <p>b/ zdravotní stav lidské populace v dotčeném území odpovídá celostátnímu průměru</p> <p>c/ zdravotní stav lidské populace v dotčeném území je mimořádně špatný (+1/3)</p> |
| E2 | <p>a/ zájem veřejnosti o stav, trendy a perspektivy krajiny je velmi živý (-1/3)</p> <p>b/ zájem veřejnosti o stav, trendy a perspektivy krajiny je v mezích celostátního průměru</p> <p>c/ zájem veřejnosti o stav, trendy a perspektivy krajiny je velmi chabý (+1/3)</p> |
| E3 | <p>a/ místní obyvatelé vnímají okolní krajinu jako svou krajinu, identifikují se s ní a jsou velmi citliví vůči rizikům jejího narušení (-1/3)</p> <p>b/ míra identifikace místních obyvatel vůči okolní krajině se nevymyká celostátnímu průměru</p> <p>c/ místním obyvatelům je krajina, v níž žijí, v podstatě lhostejná (+1/3)</p> |
| E4 | <p>a/ k rozvoji dané krajiny, k jejímu kulturnímu, sociálnímu i hospodářskému oživení přispívá převážně místní obyvatelstvo (-1/3)</p> <p>b/ k rozvoji dané krajiny, k jejímu kulturnímu, sociálnímu i hospodářskému oživení přispívá více méně vyrovnaně jak místní obyvatelstvo, tak lidé odjinud (dojíždějící pracovní síla, rekreanti, lázeňští hosté apod.)</p> <p>c/ k rozvoji dané krajiny, k jejímu kulturnímu, sociálnímu i hospodářskému oživení přispívají lidé odjinud (dojíždějící pracovní síla, rekreanti, lázeňští hosté apod.), role místního obyvatelstva není v tomto směru rozhodující (+1/3)</p> |
| E5 | <p>a/ folklorní tradice jsou v dané krajině mimořádně živé, místními lidmi i návštěvníky velmi ceněné a široce a spontánně místním obyvatelstvem udržovány a rozvíjeny (-1/3)</p> <p>b/ folklorní tradice v dané krajině dosud přetrvávají a jsou rozvíjeny zásluhou místních spolků</p> <p>c/ folklorní tradice v dané krajině jsou prakticky mrtvé a jsou zaznamenány nejvýše v historických pramenech, muzejních expozicích a depozitářích apod. (+1/3)</p> |
| E6 | <p>a/ místní a regionální správa a samospráva jsou dominantními činiteli při směřování rozvoje dané krajiny (-1/3)</p> <p>b/ místní a regionální správa a samospráva se spolu s významnými ekonomickými subjekty a občanskými seskupeními vyrovnaně podílejí na rozhodování o směřování rozvoje dané krajiny</p> <p>c/ místní a regionální správa a samospráva jsou formálními a nepodstatnými aktéry při směřování rozvoje dané krajiny, o krajině rozhodují významné ekonomické subjekty, případně při tom sehrávají určitou roli i občanská seskupení (+1/3)</p> |
| E7 | <p>a/ mezi státní, regionální a lokální státní správou (administrativou) a samosprávou panuje při rozhodování o krajině harmonická atmosféra vzájemné důvěry a podpory (-1/3)</p> <p>b/ vztah státní, regionální a lokální státní správy (administrativy) a samosprávy odpovídá běžnému standardu v ČR</p> <p>c/ mezi státní, regionální a lokální státní správou (administrativou) a samosprávou panuje při rozhodování o krajině disharmonická atmosféra vzájemné nedůvěry a trvale vypjatých kontroverzí (+1/3)</p> |
| E8 | <p>a/ krajina je místními lidmi spontánně udržována v ekologicky příznivém a esteticky působivém stavu (-1/3)</p> <p>b/ krajina po ekologické a estetické stránce odpovídá standardu ČR</p> <p>c/ krajina je převážně zanedbána (ekologicky i esteticky) a místním lidem je lhostejná (+1/3)</p> |

Zdroj: Weber et al. (2004)

ÚZEMNÍ OCHRANA LOKALIT PRO AKUMULACI POVRCHOVÝCH VOD

TERRITORIAL PROTECTION OF SITES FOR THE ACCUMULATION OF SURFACE WATER

Vladimír Zdražil, Barbora Engstová, Zdeněk Keken

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 21, Praha 6-Suchbát, zdrazil@knc.czu.cz

Abstrakt

Územní ochrana morfologicky, geologicky a hydrologicky jedinečných lokalit vhodných pro potenciální výstavbu vodních nádrží či poldrů s horizontem výstavby 50–100 let je jedním z významných problémů v rámci procesu plánování v oblasti vod. Územní střety nejen s podmínkami ochrany přírody a krajiny, ale i s dalšími rozvojovými aktivitami vytváří prostor pro rozsáhlou diskusi veřejné správy, vědeckých pracovníků i veřejnosti. Intenzita i rozsah ochrany těchto lokalit se mění v závislosti na stupni znalostí v jednotlivých dotčených oborech a kvalitě ovlivněného území, včetně hustoty osídlení. S ohledem na konečný počet potenciálně takto využitelných území (limitující morfologické, geologické a hydrologické podmínky) je nutné v co nejbližší době dát do souladu jednotlivé úrovně územně plánovacích dokumentací.

Klíčová slova: lokality pro akumulaci povrchových vod, územně plánovací dokumentace, plánování v oblasti vod

Abstract

Territorial protection of morphologically, geologically and hydrologically unique potential sites suitable for construction of water reservoirs and polders in the proposal period of 50 to 100 years is one of the major issues in the process of water management planning. Territorial conflicts not only with the conditions of nature and landscape protection, but also with other development activities, create space for an extensive discussion of public administration, researchers and the public. The intensity and scope of protection of these sites varies depending on the degree of knowledge in various fields and the quality of the affected area. Given the finite number of potentially usable areas (limiting morphological, geological and hydrological conditions) it is necessary to harmonize the different levels of territorial planning documentation as soon as possible.

Key words: locations for the accumulation of surface water, territorial planning documentation, water management planning

Úvod

Reakce na změny prostředí, ať již vyvolané lidskou činností nebo přírodními procesy, by měla být jedním z významných úkolů plánovacích dokumentů ve všech hlavních oblastech lidské činnosti. Jednou z významných aktivit je i zpomalování odtoku a zadržování vod v krajině jako součást plánování v oblasti vod (Lancaster, 2008). Zadržování vody v krajině je stavebně i písemně doložitelné od vzniku prvních civilizací (Indie 4000 let) a textové zmínky o vodních cisternách jsou zmíněny i v Bibli (Lancaster, 2008). V českém prostředí (Janda a kol., 1996) jsou první zmínky o úloze vodních nádrží (rybníků) a jejich retenčním významu v krajině již z období Karla IV. (Majestas Carolina). Vznik rybníků je spojován zejména s rodem Rožmberků, ale umělé nádrže jsou v naší historii zmiňovány již od 10. století, vesměs ale ve spojitosti se zadržováním vody pro technické účely (hornictví, mlýny, pily ...), následně i rybníčním hospodařením.

Při specifických nárocích na území při výstavbě vodních nádrží a poldrů postupně narůstala potřeba předcházet potenciálním konfliktům s dalšími lidskými aktivitami, a tak byly aktivně vyhledávány a územně chráněny lokality, které splňovaly morfologické, geologické a hydrologické podmínky pro budoucí výstavbu těchto vodohospodářských zařízení.

Územní ochrana

Pro území České republiky byla územní ochrana lokalit pro akumulaci povrchových vod poprvé komplexně vymezena v rámci zpracování Směrného vodohospodářského plánu ČSR, schváleného v roce 1975 (MLVH, 1975). Byl zpracován přehled 167 existujících vodních nádrží s jejich základními charakteristikami, dokumentační listy 128 nádrží rozestavěných nebo navrhovaných do roku 2000 a uvažovaných k výstavbě po roce 2000, seznam 317 evidovaných výhledových nádrží. Ze Směrného vodohospodářského plánu bylo vyřazeno potenciálních 97 nádrží. Základní výhledové potřeby, které v té době odůvodňovaly územní ochranu a případnou výstavbu, byly:

- zajištění pitné vody pro obyvatelstvo,
- voda pro rozvoj průmyslu a zemědělství,
- ochrana území proti záplavám.

Při vyhodnocování podkladů pro stanovení územní ochrany bylo hodnoceno celkem 542 lokalit, z nichž bylo zejména z důvodů nevhodných geologických poměrů a územních střetů s požadavky jiných resortů vyřazeno 97 lokalit. Konečný počet 445 lokalit (128 rozestavěných + 317 evidovaných) byl územně chráněn prostřednictvím zákona č. 138/1973 Sb., vodní zákon a dále podle instrukce Ministerstva energetiky a vodního hospodářství (MEVH) č. j. 22.1-výhl. 2/119-1960

ze dne 17. 5. 1960 o hospodářském využívání pozemků v zátopných územích plánovaných nádrží.

Pro zajištění realizace Směrného vodohospodářského plánu a zvýšených požadavků na využívání půdy pro zemědělské účely byla uložena revize počtu územně chráněných lokalit prostřednictvím usnesení vlády ČSR ze dne 3. 2. 1982 č. 28 k návrhu na zajištění úkolů vyplývajících z usnesení vlády ČSSR ze dne 22. 10. 1981 č. 292 o výsledku prověrky hospodaření se zemědělským půdním fondem a o zpřísnění postupu při rozhodování o ochraně a zvelebování půdního fondu.

Územně chráněné lokality byly přehodnoceny na základě hodnocení:

- záboru zemědělské půdy,
- střetů se zájmy jiných odvětví,
- geologických a morfologických podmínek,
- rozsahu vyvolaných investic,
- celkové efektivnosti nádrže,
- předpokládaného účelu využití nádrže, možností nahrazení variantním zdrojem v oblasti.

Po provedené revizi počtu územně chráněných lokalit byl zveřejněn Seznam výhledových vodních nádrží zahrnutých ve Směrném vodohospodářském plánu, u kterých se ve smyslu usnesení vlády ČSR ze dne 3. 2. 1982 č. 28 a dalších potřeb národního hospodářství upouští od územní ochrany (MLVH ČSR, 1984). Nadále však podle přiloženého schvalovacího protokolu č. 8/SVP zůstávají tyto lokality součástí SVP ČSR jako územně nehájené evidované nádrže pro případné vodohospodářské potřeby ve velmi vzdáleném výhledu. Z územního hájení bylo vyřazeno 253 výhledových nádrží v celkové ploše 56 tisíc ha, z toho 33 tisíc ha zemědělské půdy.

Následně byl vydán Seznam výhledových vodních nádrží (MLVH ČSR, 1985), který byl aktualizovaný Metodickým návodem k ochraně území výhledových vodních nádrží, včetně seznamu Ministerstva lesního a vodního hospodářství (MLVH) ČSR č. j. 21081/ORVH/87 z 18. 1. 1988 (MLVH, 1988).

Celý proces byl v 80. letech završen schválením dokumentu Směrný vodohospodářský plán – Vodní nádrže, publikace SVP č. 34 (MVLVD, 1988), který nahradil publikaci SVP Vodní nádrže z roku 1975. Celý soubor výhledových vodních nádrží zahrnuje 464 vodních nádrží v členění na 210 územně chráněných a 254 evidovaných územně nechráněných nádrží (například pro využití nadbytečné elektrické energie z jaderné elektrárny Temelín (zejména o víkendech) se plánovala výstavba nádrže Křivoklát na Berounce, která měla především sloužit jako dolní nádrž přečerpávací vodní elektrárny. Na základě rozporů se zájmy ochrany přírody a krajiny bylo doporučeno Usnesením vlády ČSR č. 89 z 30. 3. 1988 nepočítat v CHKO Křivoklátsko s realizací této vodní nádrže). Případná realizace těchto nádrží měla zajišťovat uskutečnění následujících cílů:

- zabezpečení pitné vody s přihlédnutím ke koncentraci obyvatel do středisek osídlení, ke zvyšování standartu bydlení a růstu veřejné vybavenosti,
- zabezpečení vody pro průmysl, pro tepelné a zejména jaderné elektrárny,
- zabezpečení vody pro zemědělskou výrobu a pro závlahy,

- zabezpečení podmínek pro rozvoj hydroenergetiky, plavby, vodní rekreace a uplatnění vody v ekologii krajiny.

Územní ochrana stanovených lokalit vycházela především z § 14 zákona č. 138/1973 Sb. o vodách, který stanovil, že je při investiční činnosti kteréhokoliv odvětví národního hospodářství investor již ve stadiu zpracování přípravné dokumentace nebo jejich změn povinen požádat příslušný vodohospodářský orgán o vyjádření, zda je plánovaná investice z vodohospodářského hlediska možná, popřípadě za jakých podmínek. Investor byl povinen k žádosti o schválení projektového úkolu připojit vyjádření vodohospodářského orgánu. Vyjádření vodohospodářského orgánu bylo třeba i k přípravě změn ve výrobním procesu nebo v rozsahu výroby, i když se tyto změny neprojevovaly v investiční oblasti, ale ovlivňovaly vodní hospodářství. Další podrobnosti postupů vodohospodářských orgánů při rozhodování, vydávání vyjádření a při provádění ostatních opatření vycházející ze Směrného vodohospodářského plánu byly upraveny metodickým pokynem MLVH ČSR (č. j. 4370/ORVH ze dne 8. 12. 1977).

Instrukce bývalého MEVH č. j. 22.1-výhl. 2/119-1960 ze dne 17. 5. 1960 o hospodářském využívání pozemků v zátopných územích plánovaných nádrží byla v lednu 1988 nahrazena metodickým návodem MLVD ČSR k ochraně území výhledových vodních nádrží (č. j. 21 081/ORVH-87 ze dne 18. 1. 1988).

V zátopných územích výhledových vodních nádrží bylo možné podle uvedeného metodického návodu povolovat:

- a) u nádrží kategorie A, u nichž se počítá se zahájením výstavby v nejbližších 5 letech, jen dočasné stavby,
- b) u ostatních nádrží kategorie A (předpoklad zahájení výstavby do roku 2000),
 - stavby a zařízení nezbytná k zachování chodu příslušného území za podmínky návratnosti vložených prostředků do doby zahájení výstavby nádrže,
 - údržbu podmiňující bezpečnost a řádné užívání obytných a hospodářských staveb,
 - údržbu provozních zařízení v přiměřeném rozsahu tak, aby mohly plnit svůj účel do doby výstavby nádrže,
- c) u nádrží kategorie B (předpoklad zahájení výstavby po roce 2010 – v období 20–25 let) kromě výjimek uvedených pod písm. a) a b),
 - drobné stavby ve smyslu § 3 vyhlášky FMTIR č. 85/1976 Sb. ve znění vyhlášky č. 155/1980 Sb.,
 - veřejně potřebné stavby místního významu doplňující nevyhnutelnou občanskou a technickou vybavenost území do doby výstavby nádrže (např. obchod, škola, školka, jesle, sklad, příjezdová cesta, elektrická a plynová přípojka),
 - přístavby a rekonstrukce obytných budov, kterými se dosáhne jejich lepšího využití,
 - rekonstrukce a rozsáhlejší opravy staveb a zařízení, které by jinak nemohly plnit svůj účel a jsou nezbytné pro chod oblasti,
- d) u nádrží kategorie C (předpoklad zahájení výstav-

by po roce 2010 – po uplynutí 20–25 let) je nutno projednat s ústředním vodohospodářským (orgánem MLVD ČR) možností, resp. podmínkami realizace:

- průmyslových závodů a staveb zemědělské velkovýroby,
- staveb technické infrastruktury nadmístního významu, zejména dálnic, železnic, vedení vysokého napětí, ropovodů, produktovodů a plynovodů,
- všech ostatních staveb s předpokládaným nákladem nad 50 mil. Kč, jakož i objektů soustředěné bytové výstavby.

U nádrží s vodárenským využitím byla poprvé uložena ochranná opatření, jejichž účelem je zachování, příp. postupné vytváření příznivých podmínek v povodí pro vodárenské účely. Tato opatření měla zabránit takovým druhům využívání území, které by svými důsledky mohly v budoucnosti ohrozit nebo znemožnit vodárenské využití plánovaného zdroje. Jednalo se především o usměrnění vývoje hospodaření a využití území tak, aby při vyhlášení pásu hygienické ochrany vodních nádrží nedocházelo k zásadním rozporům a národohospodářským ztrátám při asanaci povodí.

Po roce 1989 se s ohledem na společenské i hospodářské změny začal měnit i pohled na způsoby nakládání s vodami a i plánování v oblasti vod. Jako reakce na tyto změny byla iniciována změna Směrného vodohospodářského plánu odborných dokumentů zveřejněných jako publikace SVP č. 44

Vodohospodářský sborník (Sborník SVP ČR 1995 II. díl) vydaný v roce 1997 Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka. Aktualizace a zpřesnění SVP ve Vodohospodářském sborníku (Sborník SVP 1995 – II. díl) zahrnovala reakce na změny hospodářského a politického systému, změny majetkových vztahů, změnu orientace vodního hospodářství, změnu přístupů veřejnosti k vodnímu hospodářství a na zásadní změny trendů vývoje všech rozhodujících faktorů ovlivňujících hospodaření s vodou. Součástí této aktualizace byl i aktualizovaný návrh seznamu 44 výhledových vodních nádrží (obr. 1).

Seznam územně chráněných lokalit výhledových vodních nádrží byl zpracován na základě posouzení vodohospodářské významnosti jednotlivých dosud evidovaných lokalit v rámci větších celků hydrologických povodí a nezávažnějších územních konfliktů s jinými zájmy. Do seznamu bylo navrženo zahrnout jen lokality s významným využitelným potenciálem jako zdrojů povrchových vod, tj. lokality s možnou akumulací nejméně okolo 10 mil. m³. Lokality povrchových akumulací s místním významem nejsou do seznamu zahrnuty a bylo navrženo, že lokální zájem na jejich určité územní ochraně může být uplatňován místními vodohospodářskými orgány rovněž cestou územního plánování.

Územní ochrana spočívala v regulaci využití území, které bude dotčeno zřízením nádrže, takovým způsobem, aby bylo zabráněno nevratnému poškození podstatných přírodních



Obr. 1 Aktualizovaný návrh výhledových vodních nádrží

podmínek dané lokality, které by znemožnily její využití dalšími generacemi. K regulaci bylo navrženo použít především všechny dostupné nástroje územního plánování a při povolování konkrétních staveb pravomoci vodohospodářského orgánu v povolovacím řízení. Odborné podklady pro stanovení regulativů využití území a povolovacích podmínek by poskytla pověřená organizace v rámci svého vyjádření z hlediska SVP. Uplatnění této ochrany v souvislostech územního plánování měl zabezpečovat ústřední vodohospodářský orgán.

Při schvalování koncepčních dokumentů, ať již na úrovni celostátních koncepcí, regionálních strategií nebo jednotlivých plánovacích dokumentací (VÚC, ÚPD), následně vznikaly metodické spory ohledně platné podoby Směrného vodohospodářského plánu s ohledem na ustanovení § 127 odst. 15 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) pro územní ochranu výhledových vodních nádrží v územně plánovací dokumentaci.

Ministerstvo životního prostředí považovalo podle Sdělení č. 6 uveřejněného ve Věstníku MŽP 2/2002 za platný dokument směrného vodohospodářského plánu podle ustanovení § 127 odst. 15 vodního zákona Publikaci SVP č. 44 Vodohospodářský sborník (VÚV TGM, 1995) vydanou v roce 1997 Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka (VÚV TGM) a obsahující seznam 44 územně hájených vodních nádrží.

Ministerstvo zemědělství oproti tomu považovalo za platný dokument Směrného vodohospodářského plánu podle ustanovení § 127 odst. 15 vodního zákona Publikaci SVP č. 34 Vodní nádrže z roku 1988, schválenou MLVD ČR schvalovacím protokolem č. 17/SVP podle ustanovení § 3 zákona č. 138/1973 Sb. a podle ustanovení § 8 zákona č. 130/1974 Sb. obsahující seznam 210 územně hájených vodních nádrží.

Aktualizace seznamu územně chráněných vodních nádrží, dále již definovaných jako lokality pro akumulaci povrchových vod (LAPV), měla být řešena v rámci zpracování Plánu hlavních povodí ČR (PHP ČR) a navazujících Plánů oblastí povodí (POP). Aktualizace seznamu lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod proběhla v rámci naplňování adaptačních opatření k přizpůsobení systému vodního hospodářství předpokládané změně klimatu. Jednotlivé lokality byly posuzovány s ohledem na jejich možnosti ovlivnit odtokové poměry v jednotlivých dílčích povodích. Výsledkem byly vymezené lokality jako plochy morfologicky a hydrologicky vhodné pro akumulaci povrchových vod využitelné pro zvýšení kapacity vodních zdrojů závislých na atmosférických srážkách pro případy kompenzace odtoku vlivem možné klimatické změny v dlouhodobém horizontu k roku 2050 a dále.

Pro uplatnění územní ochrany lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod ustanovení § 19 odst. 1, písm. m) zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) měl být Seznam lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod předáván pořizovatelům územně analytických podkladů jako soubor údajů o území podle ustanovení § 25–29 stavebního zákona.

Specifikace limitů využití území navržená v závazné části Plánu hlavních povodí České republiky, která měla být vyhlá-

šena nařízením vlády podle ustanovení § 24 odst. 4 vodního zákona:

- zákaz umísťovat stavby technické a dopravní infrastruktury mezinárodního, republikového a jiného nadmístního významu,
- zákaz umísťovat stavby a zařízení pro průmysl, energetiku, zemědělství, těžbu nerostů, a další stavby, zařízení a činnosti, které by mohly narušit geologické a morfologické poměry v přehradním profilu nebo nepříznivě ovlivnit využití plochy zátopy, a to jak samotnou stavbou, terénními úpravami, tak jejich provozem (např. skládky zvláštních a nebezpečných odpadů, odkaliště, sklady PHM atd.).

V rámci procesu posuzování vlivů PHP ČR na životní prostředí (SEA PHP ČR) došlo na základě vyjádření veřejnosti a následně dohody MZe ČR a MŽP ČR k vyřazení 186 lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod ze schvalovaného Plánu hlavních povodí ČR (obr. 2).

Požadavky na vymezení územních rezerv v územně plánovacích dokumentacích byly zakotveny rovněž v Politice územního rozvoje, schválené usnesením vlády č. 561/2006 a následně v aktuální podobě č. 929/2009. Důvodem vymezení bylo zvýšení kapacity vodních zdrojů České republiky, závislých na atmosférických srážkách, pro případy kompenzace odtoku způsobené následky očekávané klimatické změny v dlouhodobém horizontu (MMR, 2008). Základní kritérium pro rozhodování o změnách v takto dotčených území bylo navrženo jako zajištění dlouhodobé územní ochrany lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod před jinými aktivitami, které by mohly ztížit nebo znemožnit jejich budoucí využití pro tento účel na základě Generelu lokalit chráněných pro akumulaci povrchových vod.

Kritéria byla použita i do metodických pokynů krajských úřadů pro vymezení lokalit přirozené akumulace povrchových vod v územně plánovacích dokumentacích obcí v návaznosti na zásady územního rozvoje krajů. Podmínky vymezení lokalit:

- Návrh Zásad územního rozvoje (dále jen „ZÚR“) stanovuje v souladu s Plánem hlavních povodí ČR, se Směrným vodohospodářským plánem a se zpracovávaným generelem území chráněných pro akumulaci povrchových vod včetně základních zásad využití těchto území (dále jen „Generel“), LAPV jako územní rezervy. ZÚR v podmínkách pro využití těchto dotčených ploch nenavrhuje žádné záměry republikového nebo nadmístního významu, které by znemožnily jejich případnou realizaci, a totéž ukládá pro navazující ÚPD obcí v uvedených lokalitách.
- Krajský úřad v ÚPD obcí nedoporučuje orgánům územního plánování v lokalitách vymezených jako územní rezervy pro LAPV plánovat jakékoliv silnice II. a III. třídy, železnice, komplexy bytových staveb (např. obytné satelity), velké plochy pro podnikání a investičně náročná vedení technické infrastruktury. Naopak, považuje za ještě přijatelné v těchto lokalitách umožnit prostřednictvím územních plánů umísťování dočasných staveb s horizontem jejich životnosti cca 50 let nebo staveb, jejichž případné vykoupení a odstranění nebude s ohledem na výsled-



Obr. 2 Oblast povodí Horního a středního Labe – lokality navržené k hájení v Plánu hlavních povodí ČR

nou cenu nádrže zásadním finančním problémem (např. chaty, jednotlivé rodinné domy, malé penziony a obdobná zařízení pro cestovní ruch, zahrádkářské kolonie, cyklostezky, apod.).

- Konkrétní rozsah staveb, které bude možno situovat na plochu územní rezervy pro LAPV, je vždy nutno dohodnout s Ministerstvem zemědělství, coby orgánem majícím ochranu území pro tyto vodní nádrže ve své gesci, a příslušnými orgány.

Aktualizovaný seznam lokalit by měl být zpracován v dokumentu s názvem Generel lokalit chráněných pro akumulaci povrchových vod dle § 28a zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, s termínem zveřejnění v roce 2011. Cílem je vymezit plochy morfologicky, geologicky a hydrologicky vhodné pro akumulaci povrchových vod, tedy pro výstavbu přehradních nádrží za účelem snížení nepříznivých účinků povodní a sucha. K tvorbě Generelu LAPV byla začátkem roku 2009 zřízena pracovní skupina složená ze zástupců Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí (Franková, 2009). Lokality jsou navrhovány ve dvou kategoriích.

Strategické lokality (A) – v případě dopadu klimatických změn v horizontu 50–100 let jsou využitelné pro zásobování pitnou vodou, přičemž skutečná potřeba využití bude posouzena v horizontu 50 let a vázaná na vyhodnocení dopadu klimatické změny. Lokality zároveň musí svými hydrologickými

a hydrogeologickými podmínkami umožnit naplnění nádrží i v případě předpokládaných projevů klimatické změny, zejména při extrémních výkyvech v rozložení srážek během roku. Vybrané lokality jsou prověřovány z hlediska zájmů ochrany přírody. Lokalita bude vyloučena ze seznamu, když je ve střetu se zájmy ochrany přírody, jedná-li se o existenci jediné lokality v ČR nebo o výskyt endemického společenstva či druhu (bez možnosti přenosu na jinou lokalitu nebo vytvoření náhradního biotopu).

Lokality (B), které jsou svojí lokalizací vhodné pro akumulaci za účelem protipovodňové ochrany, pokrytí požadavků na odběry a nadlepšování průtoků (zabezpečení ekologických průtoků v tocích). Lokality jsou prověřovány z hlediska střetů se zástavbou (významné železniční a silniční koridory, velké sídelní aglomerace apod.) a rovněž z hlediska zájmů ochrany přírody. Kritérium nepřijatelnosti platí pro lokality s územním překryvem s lokalitou ochrany přírody v národním měřítku neopakovatelnou nebo se zvláště chráněným územím kategorie národní přírodní rezervace a národní přírodní památka a s I. a II. zónou národního parku.

Do Generelu bylo na základě analýz nepřijatelných střetů navrženo 69 lokalit (Franková, 2009), z nichž téměř u poloviny dochází k významnějším střetům s ochranou přírody a krajiny. Diskuse stále probíhá u šesti lokalit v nejvzácnějších částech národních parků či chráněných krajinných oblastí (Stodůlky na Křemelné a Rejštejn na Otavě v národním parku Šumava,

Tab. 1 Přehled klíčových událostí v rámci vývoje LAPV

| Rok | Událost | Implementační instituce |
|------|---|-------------------------|
| 1975 | Komplexně vymezená ochrana lokalit pro akumulaci povrchových vod v rámci Směrného vodohospodářského plánu ČSR. | MLVH |
| 1984 | Revize počtu územně chráněných lokalit a zveřejnění seznamu lokalit, u kterých se na základě výsledků prošetření upouští od územní ochrany, avšak tyto lokality zůstávají součástí SVP jako územně nehájené evidované nádrže pro případné vodohospodářské potřeby ve velmi vzdáleném výhledu. | MLVH |
| 1985 | Seznam výhledových vodních nádrží, aktualizovaný Metodickým návodem k ochraně území výhledových vodních nádrží (1988). | MLVH |
| 1988 | Schválení dokumentu Směrný vodohospodářský plán – Vodní nádrže. | MLVD |
| 1997 | Sborník Směrného vodohospodářského plánu ČR (iniciována změna Směrného vodohospodářského plánu). | VÚV TGM |
| 2009 | Zpracovávání dokumentu s názvem Generel lokalit chráněných pro akumulaci povrchových vod (platnost 2011). | MZE |

Skuhrov na Bělé, Husí potok na Malém Labi a Labská soustěska na Labi v Krkonošském národním parku). Je zvažována varianta vyloučení z Generelu s odůvodněním jejich dostatečné územní ochrany ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

Závěr

Územní ochrana lokalit pro akumulaci povrchových vod je přes svoji více jak 35letou historii (tab. 1) vnímána zejména veřejností, ale i částí veřejné správy i odborníků jako věc kontroverzní a jednostranně zaměřená. Z původních 445 lokalit dojde pravděpodobně ke snížení na celkový počet 69 lokalit s výhledem ochrany na 50 až 100 let, přičemž se předpokládá pravidelná revize v intervalu šesti let. Současný stupeň ochrany nepřevyšuje míru ochrany například pro území vymezené pro ochranu přírody a krajiny dle zákona č. 114/1992 Sb., v platném znění. Přesto se při analýze jednotlivých územních plánů obcí ukazuje, že více než čtvrtina platných územních plánů doposud neobsahuje požadované limity ochrany území pro tyto lokality. S ohledem na konečný počet potenciálně takto využitelných území (limitující morfologické, geologické a hydrologické podmínky) je nutné v co nejbližší době dát do souladu jednotlivé úrovně územně plánovacích dokumentací.

Poděkování

Publikace vznikla za podpory projektu Ministerstva zemědělství ČR QH 81170, Multioborové hodnocení vlivů územní ochrany vodohospodářsky významných lokalit ČR.

LITERATURA

- Franková, L., Dobrovský, P. (2009): Generel lokalit chráněných pro akumulaci povrchových vod. Ochrana přírody, č. 5, s. 7–9.
- Janda, J., a kol. (1996): Význam rybníků pro krajinu střední Evropy. Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. Praha, České koordinační středisko IUCN – Světového svazu ochrany přírody, 189 s.
- Lancaster, B. (2008): Rainwater Harvesting for Drylands. Chelsea Green Publishing, 336 p.
- Ministerstvo lesního a vodního hospodářství (MLVH) (1985): Aktualizovaný seznam výhledových vodních nádrží. Praha, č. j. 21081/ORVH/87 z 18. 1. 1988, 42 s.
- Ministerstvo energetiky a vodního hospodářství (MEVH), 1960: Instrukce č. j. 22.1-výhl. 2/119-1960 ze dne 17. 5. 1960 o hospodářském využívání pozemků v zátopných územích plánovaných nádrží.
- Ministerstvo lesního a vodního hospodářství (MLVH) (1975): Publikace SVP č. 13 Vodní nádrže. MLVH, 138 s., in MLVH, 1975: Směrný vodohospodářský plán. 2. vydání. MLVH, 105 s.
- Ministerstvo lesního a vodního hospodářství (MLVH) (1985): Seznam výhledových vodních nádrží. Praha, 38 s.
- Ministerstvo lesního, vodního a dřevozpracujícího hospodářství (MLVD) (1988): Publikace SVP č. 34 Vodní nádrže. MLVH, 172 s. in MLVD, 1988: Směrný vodohospodářský plán. 1. vydání. MLVD, 145 s.
- Ministerstvo pro místní rozvoj (2006): Politika územního rozvoje. Praha, 105 s.
- Ministerstvo pro místní rozvoj (2008): Politika územního rozvoje. Praha, 111 s.
- Ministerstvo zemědělství (2006): Návrh Plánu hlavních povodí ČR. Praha, 135 s.

- Ministerstvo životního prostředí (2002): Sdělení č. 6 k platnosti publikovaných materiálů Směrného vodohospodářského plánu ČR (SVP). Věstník MŽP 2/2002, Praha, s. 39.
- MLVD ČSR (1988): Metodický návod MLVD ČSR z ledna 1988 k ochraně území výhledových vodních nádrží (č. j. 21 081/ORVH-87 ze dne 18. 1. 1988.
- MLVH ČSR (1977): Metodický pokyn MLVH ČSR čj. 4370/ORVH ze dne 8. 12. 1977 k postupům vodohospodářských orgánů při rozhodování, vydávání vyjádření a při provádění ostatních opatření vycházející ze Směrného vodohospodářského plánu.
- Usnesení vlády ČSR č. 89 z 30. 3. 1988 k výstavbě vodní nádrže Křivoklát na Berounce v CHKO Křivoklátsko.
- Usnesení vlády ČSR ze dne 3. 2. 1982 č. 28 k návrhu na zajištění úkolů vyplývajících z usnesení vlády ČSSR ze dne 22. 10. 1981 č. 292 o výsledku prověrky hospodaření se zemědělským půdním fondem a o zpřísnění postupu při rozhodování o ochraně a zvelebování půdního fondu.
- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka (1995): Sborník Směrného vodohospodářského plánu ČR 1997 II. Díl. Praha, 1123 s.

Rukopis doručen: 7. 8. 2011

Přijat po recenzi: 3. 9. 2011

UMÍSTĚNÍ LOKALIT PRO AKUMULACI POVRCHOVÝCH VOD VZHLEDEM K TYPU KRAJINY A INFORMOVANOSTI VEŘEJNÉ SPRÁVY

PLACEMENT OF LOCATIONS FOR ACCUMULATION OF SURFACE WATER WITHIN TYPE OF LANDSCAPES AND AWARENESS OF PUBLIC ADMINISTRATION

Zdeněk Keken¹⁾, Barbora Engstová¹⁾, Vladimír Zdražil¹⁾, Irena Herová²⁾

¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát, keken@knc.czu.cz

²⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát

Abstrakt

Článek shrnuje průběžné výsledky týkající se informovanosti a celkového stupně povědomí zástupců územních samosprávných celků, do jejichž územní příslušnosti spadají návrhy 15 vybraných lokalit pro akumulaci povrchových vod (LAPV). Vyhlášením LAPV vznikl základní podklad pro územní ochranu v rámci územního plánování před aktivitami, které by mohly zkomplikovat, případně znemožnit vybudování přehradní nádrže. Tímto rozhodnutím mohlo dojít k potenciálnímu ovlivnění míry rozvoje daných mikroregionů především v rámci sociálních a ekonomických aspektů. Součástí analýz bylo i šetření, v rámci jakých krajinných kategorií jsou vybrané LAPV definovány, čili jakým způsobem mohou tyto územní limity ovlivnit i aspekt environmentální. Ze závěrů lze konstatovat, že zástupci obcí nemají dostatek kvalitních oficiálních informací o současném stavu a vývoji plánování v rámci případných realizací LAPV. Tento fakt potvrzuje i skutečnost, že u dvou obcí, (Nepomuk a Vrčeň) situovaných v místě přímého rozlivu potenciální LAPV (Žďár) navržené v roce 1988, ani po dvacetileté existenci regulace nebyl zástupcům místních samospráv tento územní limit znám.

Klíčová slova: lokality pro akumulaci povrchových vod, typy krajiny, role veřejné správy

Abstract

The article summarizes partial results within awareness of public administration in whose territory are defined the designs of 15 selected locations for accumulation of surface water (LASW). Declaration of LASW forms basics background of territorial protection within landscape planning with aim to prevent the implementation of activities, which can make the dams impossible to build. This decision could affect the level of potential development of the microregions especially within social and economic aspects. Part of the analysis also investigated, in which of landscape category selected LASW defined, or how they could affect the territory and potential development of environmental aspects. The conclusions summarise that representatives of the municipalities do not have enough high-quality official information about the current state and development of planning in the implementation of LASW. This situation is confirmed by the fact that the representatives of two municipalities (Nepomuk and Vrčeň) located in the point of direct inundation of potential LASW (Žďár) did not know are not known the territorial limits resulting from declaration of LASW in 1988.

Key words: locations for the accumulation of surface water, landscape types, the role of public administration

Úvod

LAPV – lokality pro akumulaci povrchových vod jsou dle definice souborem jedinečných lokalit, jejichž plochy jsou morfologicky, geologicky a hydrologicky vhodné k akumulaci povrchových vod jako jednoho z adaptačních opatření pro případné řešení dopadů klimatických změn a snížení nepříznivých účinků povodní či sucha v horizontu příštích padesáti až sto let, jelikož v některých oblastech se dostupnost vodních zdrojů (Legát, 1992; Biswas, Tortajada, 2009), nebo frekvence povodňových stavů (Štěrba, 2008) může stávat limitujícím faktorem. Každá z navrhovaných nádrží je víceúčelová a zpravidla má jednu hlavní (prioritní) funkci a jednu nebo více funkcí vedlejších (Vrána, Beran, 1993).

Vyhlášením jednotlivých LAPV vznikl základní podklad pro územní ochranu v rámci územního plánování, a to až do přijetí prvních plánů povodí. Území LAPV tak bylo chráněno před

aktivitami, které by mohly zkomplikovat, případně znemožnit vybudování přehradní nádrže. Zejména se jednalo o umístění staveb technické a dopravní infrastruktury vyššího než místního významu a také staveb a zařízení pro průmysl, energetiku, zemědělství, těžbu nerostů a jiné aktivity, jež by mohly narušit geologické a morfologické poměry v přehradním profilu. Tento způsob ochrany nebránil standardnímu rozvoji území, např. stavbě rodinných domů či místních komunikací, nicméně i tak mohl ovlivnit správu a rozvoj dotčeného území.

V průběhu let byly některé nádrže ze seznamu vyřazeny z důvodů vodo hospodářské neefektivnosti nebo střetů se zájmy ochrany přírody a krajiny či stávající sídelní infrastrukturou. U některých lokalit došlo k upravení parametrů tak, aby se rušivé vlivy na okolí v podobě snížení estetické hodnoty krajiny (Slavík, Neruda, 2004) nebo vysídlování obyvatelstva (Štěrba, 2008), či zatopení kulturních nebo přírodních památek

(Legát, 1992) co nejvíce minimalizovaly. Plánované lokality jsou projektovány s ohledem na geomorfologické a geologické podmínky území. Logicky je proto najdeme ve vyšších polohách, anebo v polohách údolních, kde vodní tok vytváří hlouběji zaříznuté koryto. Navržené LAPV se nalézají v různých krajinách jak vzhledem k přírodním podmínkám i osídlení, tak socio-ekonomickým charakteristikám území.

Vliv vodních nádrží na okolní prostředí

Realizace vodní nádrže v rámci říčního toku ovlivňuje velkou měrou celou říční krajinu přírodní i urbanistickou. Původní krajina po napuštění přehrady zmizí pod vodní hladinou, což vede k její úplné destrukci a rekonfiguraci. Z tohoto hlediska jsou vodní nádrže největším likvidátorem říční krajiny. Nicméně na druhou stranu jejich realizace může stimulovat i určité ekologicky příznivé aspekty (Štěrba, 2008). Například, jak uvádí Kender (2000), zadržaná voda ve vodních nádržích se stává důležitým „koncentračním jádrem“ ekologické stability krajiny.

Říční krajina v rámci zatopeného území vodní nádrže z celé části zanikne a na jejím místě vznikne postupem času jezero, na jehož dně je původní vegetace říční nivy vystřídána vrstvou usazenin (Štěrba, 2008). Dále Štěrba (2008) zdůrazňuje, že s likvidací říční krajiny úzce souvisí i likvidace původní drsnosti krajinného povrchu a možnost povodňového rozlivu vody do nivy. Tak dochází ke zmizení protipovodňové účinnosti původní říční krajiny, na což bývá velmi často zapomínáno. Tento aspekt by měl být odečten od protipovodňového efektu vodních nádrží, který je vždy pozorně sledován, popularizován a často silně nadhodnocen (Štěrba, 2008). Vybudování vodní nádrže neovlivňuje pouze krajinu na zatopeném území, ale dochází k ovlivnění říční krajiny i pod přehradou. Jak uvádí Štěrba (2008), voda v nádrži má odlišné vlastnosti (např. teplotu či chemické složení), než měla voda protékající.

Typy krajin

Přírodní oblasti jsou postupně přeměňovány na oblasti urbanizované s intenzivním užíváním, čímž dochází ke snížení druhové rozmanitosti, invazi exotických organismů a snížení množství a dostupnosti vody v krajině (Gardner, Urban, 2007). Jak uvádí Forman a Godron (1993), gradient krajinných změn začíná přírodní krajinou s žádným či minimálním ovlivněním a na opačném konci pomyslné stupnice se nalézá krajina městská (urbanizovaná). Na základě gradientu krajinných změn je možné podle stupně antropogenního ovlivnění krajiny stanovit základní krajinné typy (Forman, Godron, 1993; Lipský, 1998): a) přírodní krajina; b) obhospodařovaná krajina; c) obdělávaná krajina; d) příměstská krajina; e) městská krajina.

- a) Přírodní krajina vzniká v důsledku působení čistě přírodních krajinoformujících procesů bez vlivu antropogenních zásahů (Forman, Godron, 1993; Lipský, 1998).
- b) Obhospodařovaná krajina představuje oblasti, kde jsou dominujícími prvky pastviny nebo obhospodařované lesy s výskytem drobných lidských sídel (Forman, Godron, 1993).

- c) Obdělávaná krajina je formovaná převládajícími oblastmi intenzivně zemědělsky využívaných ploch, které jsou doprovázené výskytem vesnic a enkláv s přírodními nebo obhospodařovanými ekosystémy (Forman, Godron, 1993; Lipský, 1998).
- d) Příměstská krajina je tvořena směsicí sídel, obchodních center, obdělávaných ploch a přírodní vegetace (Forman, Godron, 1993; Lipský, 1998).
- e) Městská krajina je tvořena zejména bloky domů a ulicemi, mezi kterými jsou roztroušené parkové plochy (Forman, Godron, 1993; Lipský, 1998).

Reakce dotčených účastníků na LAPV

Samotný návrh lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod vyvolal silnou vlnu nevole ze strany veřejnosti, nevládních organizací i místní samosprávy (Maříková, Herová, 2010). Zdůrazňovali, že regulace vyplývající z územní ochrany jednotlivých lokalit mohou nabývat významných dimenzí a ve své podstatě vést k omezení či úplnému zastavení rozvoje daného mikroregionu. Na základě Socioekonomické analýzy územního hájení výhledových lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod se tyto obavy ukázaly jako liché (Jílková et al., 2007). Studie na základě vybraných socioekonomických indikátorů hodnotila vývoj mikroregionů v rámci dotčených lokalit, které byly územně hájeny více jak dvacet let, a lokalit, které byly do seznamu zařazeny až aktualizací v roce 2006, čili rozvoj jejich mikroregionu nebyl omezen územní ochranou LAPV. Na základě šetření nebyl shledán signifikantní rozdíl v rozvoji obcí, které se nalézaly v dotčeném území LAPV od roku 1988, a obcemi, v jejichž spádovém území byl územní limit LAPV vyhlášen až v roce 2006. V obou případech byl rozvoj obcí ovlivňován spíše ekonomickým zázemím regionu a globální ekonomickou situací (Jílková et al., 2007).

Širší vztahy LAPV

Terénní šetření probíhalo v průběhu roku 2010 celkem v 60 vybraných aglomeracích, které se nacházejí v zájmovém území 15 vybraných LAPV (Albrechtice, Dvorečky, Fořt, Chotětín, Kočov, Křížová, Malé Kyšice, Mladá Vožice, Rájov, Skryje, Strážov, Vadín, Vilémov, Žďár, Želešice) (obr. 1). LAPV byly vybírány ze seznamu 186 lokalit, který byl součástí návrhu Plánu hlavních povodí ČR zpracovaného mezi léty 2005–2007, avšak pro odpor veřejnosti v rámci některých lokalit se tento připravovaný výběr LAPV nepodařilo schválit. Z výše uvedených LAPV byla územní ochrana vyhlášena u 12 již v roce 1988, do jejichž zájmového území spadá celkem 53 analyzovaných územních samosprávných celků. U zbylých třech LAPV byla územní ochrana vyhlášena až v roce 2006 s územní příslušností 7 hodnocených obcí (tab. 1).

Z pohledu variability potencionálně ovlivněných typů krajin náleží 4 LAPV do kategorie krajiny obhospodařované (Albrechtice, Dvorečky, Rájov, Želešice). Zbylých 11 LAPV je definováno v rámci krajiny obdělávané (Fořt, Chotětín, Kočov, Křížová, Malé Kyšice, Mladá Vožice, Skryje, Strážov, Vadín, Vilémov, Žďár).



Obr. 1 Vybrané lokality

Lokalizace potencionálně dotčených obcí byla rozdělena do čtyř základních kategorií (1 obec je situována v místě přímého rozlivu nádrže; 2 obec je situována v buffer zóně do 1 km od hranice rozlivu; 3 obec je situována v buffer zóně mezi 1 a 2 km od hranice rozlivu a 0 obec se nachází mimo rozliv i nárazníkové zóny (obr. 2). Z 60 analyzovaných aglomerací se jich 10 nachází v ploše přímého rozlivu a 12 mimo rozliv i nárazníkové zóny. Pouze v 10 případech byl návrh LAPV nalezen v místně příslušné územně plánovací dokumentaci. V 13 případech byla tato informace mimo dostupná data a nedala se průkazně ověřit. Ve zbylých 37 případech místně příslušná územně plánovací dokumentace o existenci územní ochrany LAPV neinformovala. Z pohledu velikosti, resp. počtu trvale žijících obyvatel byl rozptýl mezi 60 analyzovanými aglomeracemi od 22 obyvatel (Čilá, LAPV Skryje) až po 5 046 obyvatel (Kynšperk nad Ohří, LAPV Dvůrky).

Povědomost versus lokalizace

Součástí terénního šetření byl pohovor se zástupci místních samospráv, zdali jsou informováni o existenci územního limitu v rámci potencionální realizace LAPV. Metodicky se jednalo o řízené rozhovory se zástupci vybraných obcí, které se nachází v rámci zájmového území vybraných LAPV. Byli osloveni v převážné míře starostové a starostky těchto obcí, s nimiž byl realizován předem připravený semistandardizovaný rozhovor. Informace o povědomosti o územním limitu LAPV byly dále dávány do kontextu s lokalizací obce v rámci plochy přímého rozlivu, územně plánovací dokumentací a socioekonomickými aspekty daného území. Z celkově 60 zástupců obcí a měst jich 14 nemělo žádné informace o existenci územní ochrany. Je zarážející, že ve 12 z celkem 14 případů neinformovanosti byly dané LAPV vyhlášeny již v roce 1988, přičemž v přípa-

dech města Nepomuk a obce Vrčeň (obojí LAPV Žďár) by realizace znamenala přímý rozliv do zastavěného území, čili by způsobila nucené vystěhování dotčených obyvatel. Ukazuje se, že zásah rozlivu do intravilánu obcí a měst nemusí vždy indikovat známost územního limitu, což je v případě místní samosprávy velmi kontroverzní skutečnost. Jen stěží lze maximálně a především racionálně využívat potenciál dotčených mikroregionů ve prospěch rozvoje, když zástupcům odpovědným za tento rozvoj není ani dostatečně známo pozadí spravovaného území.

Závěr

V průběhu výzkumu bylo zjištěno, že zástupci obcí neměli dostatek kvalitních oficiálních informací o současném stavu a vývoji plánování v rámci případných realizací lokalit pro akumulaci povrchových vod. To může být důsledkem buď to neefektivní komunikace státní správy s místní samosprávou, anebo se na tento fakt pozapomnělo v rámci obměn obecních zastupitelstev, při kterých informace o LAPV upadla v zapomnění. Vzhledem k tomu, že v mnohých případech by se realizace zvažované LAPV mohla jevit jako vysoce kontroverzní, nezdá se, že by osvětě a informovanosti o těchto případných plánech byla věnována adekvátní pozornost. Pakliže v některých případech nebyli o existenci územní ochrany LAPV obeznámeni ani zástupci místní samosprávy, poté můžeme jen stěží toto povědomí očekávat u dotčené veřejnosti, což odporuje moderním principům v otázkách environmentálních. Progresivnější informování dotčené veřejnosti by nabývalo preventivního účinku před strachem a předsudky, které mohly vznikat na základě šíření a upravování významu neoficiálních a mnohdy podkreslených informací. A to

Tab. 1 Přehled vybraných lokalit, dotčených územních samosprávných celků a informací o LAPV

| Lokalita (rok vyhlášení) | Název obce | Status | Počet obyvatel | Povědomost | Lokalizace | ÚPD |
|-----------------------------|-------------------|--------|----------------|------------|------------|-----|
| Albrechtice (1988) | Albrechtice | obec | 480 | ANO | 23 | NE |
| | Horní Čermná | obec | 1 002 | ANO | 3 | NE |
| Dvorečky (1988) | Březová | město | 2 729 | ANO | 0 | NE |
| | Kynšperk nad Ohří | město | 5 046 | NE | 0 | NE |
| Fořt (2006) | Rudník | obec | 799 | ANO | 23 | NE |
| | Prosečné | obec | 711 | ANO | 3 | NE |
| | Dolní Lánov | obec | 538 | NE | 3 | ANO |
| | Černý Důl | obec | 2256 | ANO | 0 | ANO |
| Chotětín (2006) | Zbiroh | město | 2 061 | ANO | 3 | ? |
| Kočov (1998) | Kočov | obec | 200 | ANO | 12 | NE |
| | Lom u Tachova | obec | 406 | ANO | 2 | NE |
| | Tisová | obec | 521 | ANO | 0 | NE |
| | Bor | město | 4 183 | ANO | 0 | NE |
| Křížová (1988) | Krucemburk | městys | 1 658 | ANO | 23 | NE |
| Malé Kyšice (1988) | Horní Bezděkov | obec | 522 | ANO | 23 | NE |
| | Lhota | obec | 564 | ANO | 23 | NE |
| | Bratronice | obec | 816 | NE | 23 | NE |
| | Družec | obec | 977 | ANO | 12 | ANO |
| Mladá Vožice (1988) | Mladá Vožice | město | 2 728 | ANO | 123 | ANO |
| Rájov (1988) | Zlatá Koruna | obec | 717 | ANO | 3 | ? |
| | Mojné | obec | 217 | ANO | 3 | ? |
| | Mirkovice | obec | 434 | NE | 3 | ? |
| Skrýje (1988) | Chříč | obec | 175 | ANO | 23 | NE |
| | Kladruby | obec | 154 | ANO | 23 | ? |
| | Hřebečnický | obec | 391 | NE | 23 | ? |
| | Čilá | obec | 22 | ANO | 12 | NE |
| | Hradiště | obec | 25 | ANO | 12 | ? |
| | Liblín | obec | 293 | ANO | 12 | NE |
| | Skrýje | obec | 129 | ANO | 12 | ? |
| | Jarov | obec | 127 | ANO | 3 | ? |
| | Bušovice | obec | 523 | NE | 3 | NE |
| | Bohy | obec | 92 | ANO | 2 | ? |
| | Hlince | obec | 70 | ANO | 2 | NE |
| | Chlum | obec | 51 | ANO | 2 | NE |
| | Kaceřov | obec | 117 | ANO | 2 | ? |
| | Kozojedy | obec | 638 | ANO | 2 | NE |
| | Podmokly | obec | 268 | ANO | 2 | NE |
| | Zvíkovec | obec | 172 | ANO | 2 | NE |
| | Koryta | obec | 128 | NE | 2 | NE |
| | Smědčice | obec | 200 | NE | 2 | NE |
| | Dobříč | obec | 391 | ANO | 0 | NE |
| | Němčovice | obec | 124 | ANO | 0 | NE |
| | Plasy | město | 2 619 | ANO | 0 | ANO |
| | Slabce | městys | 725 | ANO | 0 | NE |
| | Břasy | obec | 2 104 | NE | 0 | NE |

| Lokalita (rok vyhlášení) | Název obce | Status | Počet obyvatel | Povědomost | Lokalizace | ÚPD |
|-----------------------------|-----------------------|--------|-------------------|------------|------------|-----|
| | Hromnice | obec | 1 076 | NE | 0 | ? |
| Střížov (1988) | Brtnice | město | 3 733 | ANO | 0 | ANO |
| Vadín (2006) | Okrouhlice | obec | 1 221 | ANO | 23 | NE |
| | Krásná Hora | obec | 517 | NE | 2 | NE |
| Vilémov (1988) | Kořenov | obec | 971 | ANO | 123 | NE |
| | Harrachov | město | 1 574 | ANO | 23 | ANO |
| | Paseky nad Jizerou | obec | 250 | ANO | 3 | ANO |
| | Rokytnice nad Jizerou | město | 3 112 | ANO | 3 | NE |
| Žďár (1988) | Nepomuk | město | 3 739 | NE | 123 | NE |
| | Srby | obec | 163 | ANO | 12 | NE |
| | Vrčeň | obec | 309 | NE | 12 | ANO |
| | Klášteř | obec | 166 | ANO | 2 | ? |
| Želešice (1988) | Střelice | obec | 2 694 | ANO | 23 | ANO |
| | Ořechov | obec | 2 423 | ANO | 3 | NE |
| | Radostice | obec | 710 | NE | 2 | NE |

Povědomost

- Ano představitelé místní samosprávy ví o existenci územní ochrany LAPV
 Ne představitelé místní samosprávy neví o existenci územní ochrany LAPV

Lokalizace

- 0 obec je situovaná mimo rozliv lokality i mimo buffer zóny
 1 obec je situovaná v území rozlivu nádrže
 2 obec je situovaná v území 1 buffer zóny (1 km od hranice rozlivu nádrže)
 3 obec je situovaná v území 2 buffer zóny (v rozmezí 1–2 km od hranice rozlivu nádrže)

ÚPD

- Ano lokalita je zanesena v rámci platné územně plánovací dokumentace daného samosprávného celku
 Ne lokalita není zanesena v rámci platné územně plánovací dokumentace daného samosprávného celku
 ? mimo data

zejména v případech, kdy by realizace LAPV omezovala vlastnická práva soukromých osob a vedla by k nuceným odkupům majetku a vystěhování.

V prosinci 2010 vznikl návrh Generelu území chráněných pro akumulaci povrchových vod, jehož součástí je aktualizovaný seznam LAPV čítající 69 lokalit, což zapříčinilo situaci, že některé z 15 analyzovaných lokalit již na seznamu nejsou (Albrechtice, Chotětnín, Křížová, Malé Kyšice, Mladá Vožice, Rájov, Skryje, Střížov, Vadín, Žďár). V případě schválení tohoto návrhu se stane problematika nízké informovanosti u některých výše uvedených lokalit bezpředmětná, jelikož u nich s územní ochranou již nebude do budoucna počítáno.

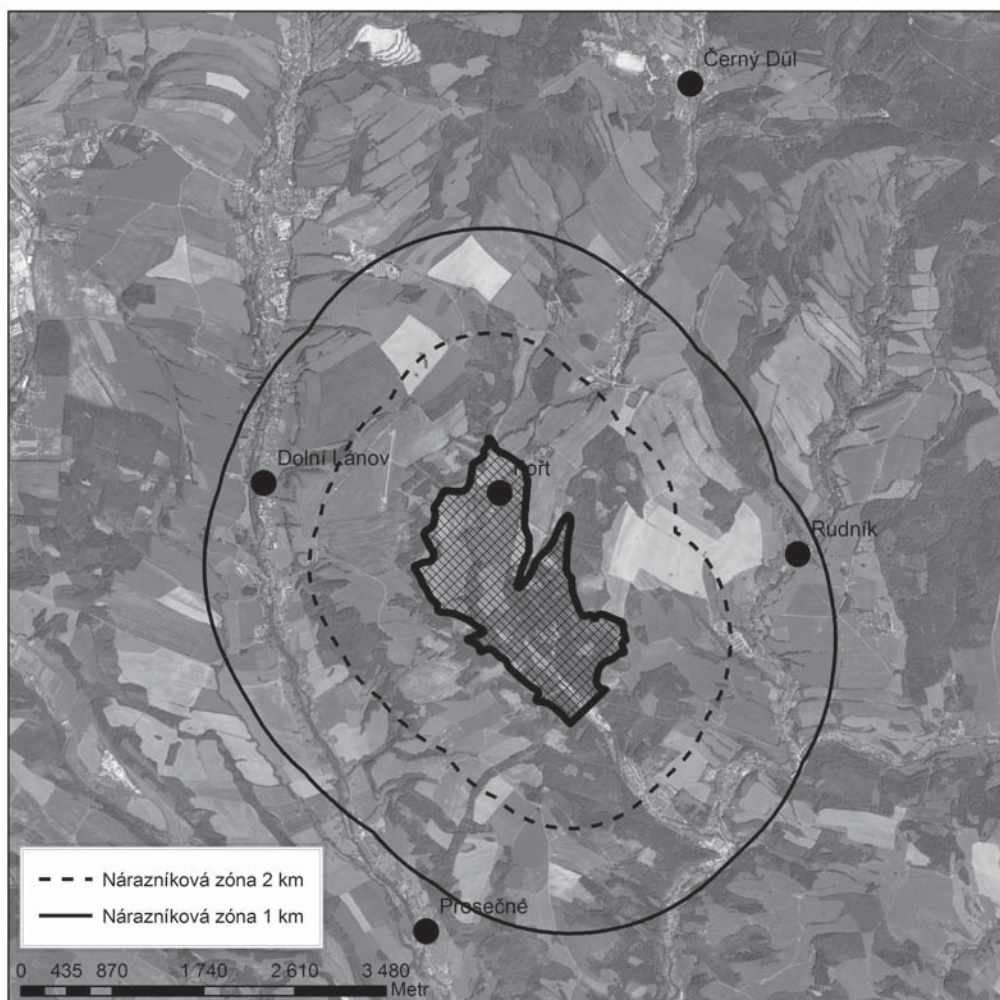
Na základě ratifikace Aarhuské úmluvy a Evropské úmluvy o krajině se i Česká republika zavázala zvyšovat povědomí občanské společnosti, soukromých organizací a veřejných orgánů o hodnotě krajiny, jejich úloze a jejich změnách. Realizace zvažovaných LAPV v sobě může ukrývat jak snížení hodnoty postižených krajiny, tak změnu jejich úlohy, funkce či kategorie, což je důvodem pro trvalý a efektivní dialog mezi státní správou a místní samosprávou.

Poděkování

Článek vznikl za podpory projektu Ministerstva zemědělství ČR QH 81170, Multioborové hodnocení vlivů územní ochrany vodohospodářsky významných lokalit ČR.

LITERATURA

- Biswas, A. K., Tortajada, C. (2009): *Changing Global Water Management Landscape*. Berlin, Springer, 34 p.
 Forman, R. T. T., Godron, M. (1993): *Krajinná ekologie*. Praha, Academia, 583 s.
 Gardner, R. H., Urban, D. L. (2007): *Neutral models for testing landscape hypothesis*. *Landscape Ecology*, vol. 22, p. 15–29.
 Jílková, J., Květoň, V., Slavíková, L. (2007): *Socioekonomická analýza územního hájení výhledových lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod*. Praha, IEEP, 84 s. [cit. 2011-28-07], dostupné z <http://www.ieep.cz/download/publikace/voda.pdf>



| LAPV Fořt | | | | | |
|-------------|--------|----------------|------------|------------|------|
| Název obce | Status | Počet obyvatel | Povědomost | Lokalizace | ÚPDV |
| Černý Důl | obec | 799 | Ano | 0 | Ano |
| Dolní Lánov | obec | 711 | Ne | 3 | Ano |
| Prosečné | obec | 538 | Ano | 3 | Ne |
| Rudník | obec | 2 256 | Ano | 23 | Ne |

Povědomost

- Ano představitelé místní samosprávy ví o existenci územní ochrany LAPV
- Ne představitelé místní samosprávy neví o existenci územní ochrany LAPV

Lokalizace

- 0 obec je situovaná mimo rozliv lokality i mimo buffer zóny
- 1 obec je situovaná v území rozlivu nádrže
- 2 obec je situovaná v území 1 buffer zóny (1 km od hranice rozlivu nádrže)
- 3 obec je situovaná v území 2 buffer zóny (v rozmezí 1–2 km od hranice rozlivu nádrže)

ÚPD

- Ano lokalita je zanesena v rámci platné územně plánovací dokumentace daného samosprávného celku
- Ne lokalita není zanesena v rámci platné územně plánovací dokumentace daného samosprávného celku

Obr. 2 Příklad detailní analýzy informací v rámci LAPV Fořt

- Kender, J. [ed] (2000): Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. Praha, MŽP, 220 s.
- Legát, V. (1992): Kulturní a estetický význam vody v zemědělské krajině. In Tlapák, V., Šílek, J., Legát, V., Voda v zemědělské krajině. Praha, Zemědělské nakladatelství Brázda, s. 171–205.
- Lipský, Z. (1998): Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. Praha, Karolinum, 129 s.
- Maříková, P., Herová, I. (2010): Area protection in views of its residents. European Countryside, vol. 2, no. 4, p. 201–213.
- Slavík, L., Neruda, M. (2004): Vodní režimy v krajině. Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí UJEP, 134 s.
- Štěrbá, et al. (2008): Říční krajina a její ekosystém. Olomouc, Univerzita Palackého, 391 s.
- Vrána, K., Beran, J. (1998): Rybníky a účelové nádrže. Praha, ČVUT, 150 s.

Rukopis doručen: 6. 8. 2011

Přijat po recenzi: 1. 9. 2011

VLIV SILNIC A SILNIČNÍ DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A DEFINOVÁNÍ PLOCHY PŘÍMÉHO IMPAKTU

THE EFFECT OF ROADS AND ROAD TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT AND DEFINING OF ROAD AFFECTED ZONE

Zdeněk Keken,¹⁾ Miloš Ježek,²⁾ Tomáš Kušta²⁾

¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta životního prostředí, Kamýcká 129, 165 21, Praha 6-Suchbát, keken@knc.czu.cz

²⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát

Abstrakt

Článek shrnuje dosavadní poznatky týkající se problematiky vlivu výstavby a provozu dopravní infrastruktury na životní prostředí. Cílem bylo definování plochy, v které pozemní komunikace přímo ovlivňují faunu, flóru, ekologické procesy a krajinný management. Z hlediska negativních dopadů dopravy bývají jako nejvíce závažné označovány: ztráta biotopu, fragmentace krajiny, mortalita živočichů způsobená kolizemi s dopravními prostředky, disturbance (narušování prostředí a životních podmínek), destabilizace bylinných a dřevinných společenstev v okolí komunikace, změna krajinného managementu. Výstavba nových silničních koridorů způsobuje neustálý nárůst celkové rozlohy road affected zone a snížení rozlohy nefragmentovaného území. Sílicí tlak procesu postupné urbanizace by měl evokovat úvahy nad možnostmi přednostní „recyklace“ stávajících dopravně využívaných koridorů.

Klíčová slova: plocha přímého ovlivnění, sinice, zábor biotopů, disturbance v krajině

Abstract

The article summarizes current knowledge regarding the issue of the construction and operation of transport infrastructure impact on the environment. The aim was to define a zone, which is directly affected by road and where flora, fauna, ecological processes and landscape management are under high pressure. From negative impact of transport point of view are often referred as most serious: habitat lost, landscape fragmentation, mortality of animals caused by collisions with vehicles, disturbance (influencing of the environment and living conditions), destabilization of plant and tree communities in the vicinity of road, landscape management changes. Building of new road corridors causes a steadily increasing in the total area of road affected zone and reducing the size of unfragmented territory. The growing pressure of gradual process of urbanization should evoke consideration of preferred recycling options, of existing transport corridors.

Key words: Road affected zone, habitat occupation, disturbance of landscape

Úvod

Dopravní infrastruktura, v prostředí České republiky zejména infrastruktura silniční, se významným způsobem podílí na ekonomickém rozvoji regionů, potažmo i hospodářském růstu celé ČR, na rozvoji mezinárodních vztahů a na uspokojování potřeb obyvatelstva (SBP Consult, 2006). Avšak budování dopravní infrastruktury má za následek i přímé ničení až úplné odstranění existujících přírodních či přírodě blízkých ekosystémů, jejich proměnu na plochy umělé, antropicky silně ovlivněné s minimálními ekologickými funkcemi pro okolní biotopy (Anděl et al., 2005; Kušta et al., 2011a). Účinky výstavby a samotného silničního provozu jsou sledovány jak na biotických, tak abiotických složkách životního prostředí (Hlaváč, Anděl, 2001; Coffin, 2009). Rozsah přímých i nepřímých vlivů silniční dopravy na živočichy, rostliny, ekologické procesy a ekologickou stabilitu se značně liší (van der Ree et al., 2011) a lze konstatovat, že působí od jednotlivých jedinců rostlinné a živočišné říše až po jejich společenstva tvořící rozsáhlé ekosystémy, čili v dimenzi krajiny samotné (Hawbaker, Radeloff, 2004; Schweitzer, 2005).

V regionálním a nadregionálním měřítku jsou tyto dopady násobeny faktorem hustoty dopravní sítě (Hawbaker, Radeloff, 2004), jejíž vysoká hodnota má za následek rekonfiguraci charakteru krajiny nejen v prostoru samotného záboru půdy potřebného k realizaci silnice, ale též v širší území nazývaného „plocha přímého ovlivnění“ (Forman, Alexander, 1998; Liu et al., 2008; Keken et al., 2011). Český ekvivalent lze nalézt ve slově území ovlivněné silniční dopravou, které začíná okrajem tělesa vozovky a může nabývat rozměrů od několika desítek metrů až po tisíce metrů (van der Ree et al., 2011).

Ve Spojených státech, kde plocha vlastních silnic a železnic představuje asi 1 % celého území, se odhaduje, že 15–20 % plochy státu následně představuje „plochu přímého ovlivnění“, čili se jedná o území přímo ovlivněné existencí a užíváním dopravní infrastruktury (M. Reijnen et al., 1995; Forman, Deblinger, 1998; Forman, 2000).

V Evropě mezi státy s velmi hustou dopravní sítí patří zejména vyspělé země jako Německo, Holandsko a Belgie, u kterých se odhaduje plocha okupovaná dopravní infrastrukturou na 5–7 % rozlohy státu (Trocme, 2003). Při srovnání hustoty

dopravní infrastruktury evropských zemí s USA lze konstatovat, že na starém kontinentu je řádově vyšší, a tudíž i plocha „road affected zone“ bude s největší pravděpodobností zasahovat do mnohem většího území. Jako protipól tomuto předpokladu může sloužit studie R. Reijnen (1995), v které je konstatováno, že území zatížené akustickým tlakem způsobeným dopravním provozem, lze odhadovat na 10–20 % celkové rozlohy Holandska, což je srovnatelná hodnota relativního vyjádření „plochy přímého vlivu“, které je dosahováno v USA, avšak při diametrálně rozdílné hustotě silniční sítě.

Silnice ovlivňují celou řadu environmentálních či sociálních faktorů, ale u většiny z nich se impakt vztahuje pouze do vzdálenosti několika desítek metrů. Nicméně jsou faktory, u kterých lze jejich účinky pozorovat ve vzdálenosti 100–1 000 m i více (Forman et al., 1997; Forman, Alexander, 1998; Forman, 1999).

S užíváním a rozvojem silniční infrastruktury jsou často omezeny i obytné, rekreační a v neposlední řadě estetické funkce krajiny (Di Giulio, Holderegger, 2009). Za velmi významné nepřímé vlivy spojované s rozvojem dopravní infrastruktury se také považují zvýšený civilizační tlak a doprovodná výstavba podél komunikací, tzv. komerční dálniční krajina (Hlaváč, Anděl, 2001; Romportl, Chuman, 2010).

Vliv silnic a definování „plochy přímého ovlivnění“ ve vztahu k fauně

Silnice a dálnice mají na populace živočichů buďto přímý anebo nepřímý vliv nabývající kladného i záporného působení (Boarman, Sasaki, 2006). Existence silnic může některé druhy protežovat tím, že představuje migrační koridor a spolehlivý zdroj potravy (kadavéry). Podle Formana a Alexandra (1998) počty usmrčených jedinců dopravními prostředky předčí množství zvěře ulovené. Kromě toho změna přírodního prostředí může ovlivnit životaschopnost původních populací, a tím poskytnou prostor pro invazní druhy (Bennett, 1991; Forman, Alexander, 1998; Gelbard, Belnap, 2003).

Účinky silnic a dálnic na populace volně žijících živočichů nejsou omezeny pouze bezprostřední blízkostí vozovky, jelikož mortalita způsobená střety s dopravními prostředky ovlivňuje i dispersi a denzitu celých populací (Boarman, Sasaki, 2006).

Dle Ferrise (1979) byl zaznamenán rozdíl v populační hustotě u sledovaných druhů ptáků až do vzdálenosti 800 m od tělesa vozovky. Ve studii Boarman, Sasaki (2006) byl revidován vliv existence dálnice na populace želv v Mohavské poušti ve vzdálenostech 0, 400, 800 a 1 600 m od tělesa vozovky. Rozdíly mezi všemi vzdálenostmi, kromě 800 a 1 600 m, byly statisticky významné, což potvrzuje předpoklad o inhibování populace želv v širší „plochy přímého ovlivnění“ nejméně 400 m.

Studie z jihovýchodního Ontaria u lokalit druhově bohatých na mokřadní rostliny, obojživelníky, plazy a mokřadní druhy ptáků poukazuje na negativní dopady silničního provozu v rámci jednotlivých živočišných a rostlinných populací. Negativní ovlivnění lze zaznamenávat do vzdálenosti 1 000–2 000 m od tělesa vozovky (Findlay, Houlahan, 1997). Z pohledu obojživelníků je nejproblematictější období migrací, při kterém dochází k jejich masovému přejíždění, jehož výsledkem může

být i ohrožení životaschopnosti daných populací (Rozínek, Francek, 2006).

Eigenbrod et al. (2009) sledovali dopad silniční dopravy na vybraných druhů žab. Ve svém výzkumu došli k závěru, že u čtyř ze sedmi sledovaných druhů je v „road affected zone“ 250–1 000 m průkazně snižena denzita populací. Oproti tomu studie zaměřující se na možné změny druhové denzity malých savců ve vzdálenosti ≤ 600 m a ≥ 600 m od tělesa vozovky neprokázala předpoklad snížené populační hustoty malých savců vyskytujících se v „ploše přímého ovlivnění“ 600 m od krajnice (Bissonette, Rosa, 2009). Bissonette a Rosa (2009) zjistili, že vegetace v bezprostředním okolí silnic v pouštních a polopouštních ekosystémech může zvýšit druhovou diverzitu malých savců. V rámci další studie realizované v Rusku (region Vologda) byly mezi sebou porovnávány úseky s existencí a neexistencí silnice. Sledoval se vliv přítomnosti silniční infrastruktury na biodiverzitu. Nejvýznamnější vlivy silniční dopravy byly pozorovány v bezprostřední blízkosti 150–200 m, avšak známky ovlivnění lze pozorovat v rozmezí „road affected zone“ až do vzdálenosti 3 600–5 100 m (Kavtaradze, Fiedman, 2003).

Z pohledu avifauny jsou sledovány rozdílné účinky silniční dopravy na ptactvo obývající lesní a ptactvo obývající polní ekosystémy (M. Reijnen et al., 1995; R. Reijnen, 1995; R. Reijnen et al., 1996). U druhů obývajících lesní společenstva byla sledována snížená početnost ptačích populací o jednu třetinu až do vzdálenosti 650 m od okraje vozovky. Naproti tomu u druhů obývajících otevřené travnaté a polní ekosystémy byla „plocha přímého ovlivnění“ stanovena do vzdálenosti 930 m od silnice (Forman, Deblinger, 2000). Při definování „road affected zone“ je nutné brát v úvahu nejen charakter sousedních ekosystémů silnice, ale i její samotnou kategorii a očekávanou dopravní intenzitu. Forman (2000) dospěl k následujícím závěrům: u silnic nižších řádů s dopravní intenzitou $\leq 10 000$ vozidel/den lze účinky dopravy sledovat na snížení početnosti jednotlivých ptačích populací u druhů obývajících lesní ekosystémy do vzdálenosti 305 m a u druhů obývajících travnaté a polní ekosystémy do vzdálenosti 365 m. Při dopravní intenzitě $\geq 50 000$ vozidel/den byla pro oba druhy ekosystémů stanovena „plocha přímého ovlivnění“ na vzdálenost 810 m od krajnice. Reijnen et al. (1996) pozoroval účinky dopravy na hustotě ptačích populací v rámci travnatých a polních ekosystémů. Výzkum probíhal v roce 1989 na 15 transektech podél silnic v Nizozemí. Při intenzitě provozu 5 000 vozidel/den byla populační hustota redukována o 15–56 % ve vzdálenosti 100 m od silnice.

Velké a středně velké druhy savců jsou ohroženy rizikem kolize s dopravními prostředky zejména na dvoupruhových komunikacích, kdežto pro ptáky a malé savce jsou rizikovější komunikace širší (vícepruhové) (Evink et al., 1996; Romin, Bissonette, 1996).

Silniční dopravou vzniká široké spektrum negativních účinků ovlivňujících volně žijící živočichy, zejména velké druhy savců (Forman, Alexander, 1998; Trombulak, Frissel, 2000; Iuell et al., 2003). Doprava je také příčinou výrazného neklidu živočichů a značných disturbancí v rámci jimi obývaných biotopů (Clarke et al., 1998; Alexander, Waters, 2000; Lodé 2000;

Yale Conrey, Mills, 2001; Proctor, 2003; Jędrzejewski et al., 2004; McDonald, Clair, 2004; Whittington et al., 2005; Olsson, Widen, 2008; Shepard et al., 2008). Vlivem silniční dopravy u velkých druhů savců klesá denzita a zvyšuje se mortalita (Mader, 1984; Bjurlin & Cypher, 2003), mění se disperze populací (Bjurlin, Cypher, 2003), i celková biologická rozmanitost stanovišť (Gutzwiller, Barrow, 2003; Chen, Roberts, 2008), či dostupnost potravy (Bjurlin, Cypher, 2003).

Mortalita volně žijících živočichů způsobená střety s dopravními prostředky představuje velmi významný negativní jev, který nabývá nejen ekologické, ale i ekonomické a dopravně bezpečnostní dimenze (Sklenička, 2003; Miko et al., 2009). Je mnoho faktorů, které mohou celkovou mortalitu ovlivnit. Nejčastěji je skloňováno technické řešení komunikace, šířka, svodidla, stáří komunikace, intenzita provozu, rychlost vozidel, typ a atraktivita sousedních biotopů, motivace zvířat k překonání komunikace atd. (Pfister, 1999; Iuell et al., 2003; Keller, 2003).

Vliv silnic a definování „plochy přímého ovlivnění“ ve vztahu k flóře a krajině

Během posledních 40. let došlo k významným změnám ve struktuře krajiny (Anděl et al., 2009). Jednu z hlavních příčin tohoto trendu lze spatřovat v suburbanizaci (Romportl, Chuman, 2010), jejíž šíření napříč českou krajinou lze dávat do kontextu i s dopravní infrastrukturou. Krajina často dozrává díky suburbanizačnímu procesu zásadních změn, kterými je potenciale ohrožena celá řada nenahraditelných funkcí krajiny (Romportl et al., 2008).

Silnice mají zřejmý vliv na změny ekosystémů, zejména na krajinnou strukturu (Liu et al., 2008). Rozdílné kategorie silnic v rozdílné hustotě vedou k různé míře dopadů v rámci krajinné matrice (Liu et al., 2008). Jedním z nejzávažnějších negativních dopadů rozvoje silniční infrastruktury je fragmentace krajiny (Noss, 1993; Hlaváč, Anděl, 2001; Kušta et al., 2011b). Broker, Vastenhout (1995); Rosenzweig (1995); Vitosek et al. (1997); Verboom et al. (2007) konstatovali, že dělení biotopů volně žijících živočichů, čili přírodních či přírodě blízkých stanovišť na stále menší a menší plošky, lze považovat za jednu z největších hrozeb životního prostředí jakožto i biologické rozmanitosti. Problematika environmentálně nežádoucích aspektů užívání a rozvoje dopravní infrastruktury je stále častěji přirovnávána k prozatím spícímu, avšak velmi vážnému nebezpečí ochrany přírody a krajiny, a to i v celosvětovém kontextu (Forman, 2002; Anděl et al., 2008).

Definování „road affected zone“ v kontextu vlivů silniční dopravy na krajinu a krajinou strukturu je velmi obtížný a časově náročný proces. Liu et al. (2008) se pokoušeli prokázat, zdali v bezprostřední blízkosti silnice (ve vzdálenosti ≤ 500 m) nedochází k výraznějším změnám v krajinné struktuře nežli ve vzdálenostech větších (500–1 000 m) mezi roky 1980–2000. U všech sledovaných indexů (Shannonův index diverzity, Simpsonův index rovnosti, počtu a hustotě plošek a Indexu antropogenní disturbance) s rostoucí vzdáleností od silnice jejich hodnoty klesaly. Změny krajinné matrice jsou nejvýraznější ve vzdálenosti „plochy přímého ovlivnění“

20–300 m od tělesa vozovky (Saunders et al., 2002). Ve studii Keken et al. (2011) byly sledovány proměny krajinné struktury mezi roky 1974, 1988 a 2007 na dvou rozdílných úsecích dálnice D1 ve vzdálenosti 200 m od kraje vozovky. V případě obou úseků došlo k výrazné redukci zemědělsky obhospodávaných ploch a k mírnému nárůstu rozlohy lesů a ranně sukcesních společenstev. Existence silnice vede v jejím okolí ke zvýšení počtu a hustotě plošek a snížení průměrné a maximální velikosti plošek (Saunders et al., 2002).

Šířka narušené zóny se může odhadnout i na základě empirického vztahu, který byl definován v práci Müller, Berthould (1997).

$$D = (\log I - 2) * \check{s}$$

D šířka narušené zóny [m] na každou stranu od okraje silničního tělesa

I intenzita dopravy (počet vozidel/24 hod)

š šířka silničního tělesa [m], a to až k okraji zářezu nebo násypu

Skutečná šíře „plochy přímého vlivu“ ve vztahu k ovlivnění krajinné matrice se může lišit od vzdálenosti ≤ 5 m až po 100 či 1 000 metrů v závislosti na druhu krajiny, sezónním období, hustotě dopravy, orientaci ke světovým stranám atd. (Reed et al., 1996; Saunders et al., 2002; Wei et al., 2010). Forman a Deblinger (2000) odhadli průměrnou šíři „plochy přímého ovlivnění“ ve státě Massachusetts v kontextu ovlivnění krajinné struktury na 600 m.

Studie z Velké Británie uvádí, že vlivem rozdílné distribuce dusíku způsobené silniční dopravou lze pozorovat druhové změny v bylinném patře ve vzdálenosti 100–200 m (Angnold, 1997).

Vegetace v blízkosti silnic často poskytuje útočiště a životní prostor pro celou řadu živočišných druhů (Bissonette a Rosa, 2009), u některých z nich může dokonce představovat prioritní biotop (van der Ree, Bennett, 2003).

Závěr

Budovat, mitigovat, či „recyklovat“? „Plocha přímého ovlivnění“ je asymetrická plocha s velmi složitě definovatelnými hranicemi, což je zapříčiněno celou řadou proměnných environmentálních aspektů stanoviště (Forman, 1999; Forman et al., 1997).

Neustále sílící tlak procesu postupné urbanizace české krajiny vyvolává střety mezi zájmy ochrany přírody a aktérů v ní zainteresovaných (Anděl et al., 2009). V rámci rozhodovacích a povolovacích procesů jsou často proti sobě postaveny mnohdy nesmiřitelné tábory ochránců přírody, environmentalistů a přírodovědců proti stavebním firmám, stavebním inženýrům a představitelům institucí zabezpečujících rozvoj dopravní infrastruktury. Problémem je, že zástupci jednotlivých „skupin“ jen stěží hledají vůli ke společné řeči, natož pak k hledání konsenzu, který by byl vhodný jak z hlediska rozvoje, tak z hlediska ochrany.

Kontroverze rozvoje dopravní infrastruktury nespočívá v nedostatečně šetrném technickém či technologickém provedení, nýbrž ve fragmentaci přírodních stanovišť, primárních i sekundárních záborech území a ve vystavení určitého území negativním impaktům silniční dopravy (plochy přímého ovlivnění). Vliv fragmentace vždy závisí na mnoha faktorech, které je nutné do hodnocení zahrnout (konkrétní druh a velikost bariéry, kvalita okolních biotopů, velikost izolované plochy atd.). Samozřejmě i v případě fragmentace jsou možnosti, jak ji co nejvíce eliminovat či zmírnovat. Otázkou je, zdali v dlouhodobém hledisku budeme mít kde tyto mitigační opatření realizovat, jelikož trend poklesu rozlohy nefragmentovaného území je více než alarmující. Relativní vyjádření nefragmentovaného území ČR v roce 1980 představovalo 83,47 %, v roce 2005 64,93 % a predikce do roku 2040 činí 53,11 % (Anděl et al., 2009). Z tohoto trendu vyvstává jednoznačná povinnost při rozvoji dopravní infrastruktury nejprve zvážnit všechny možnosti určité „recyklace“ stávajících dopravně využívaných koridorů v podobě zkapacitnění či transformace na vyšší kategorie silnic. Z pohledu ochrany přírody a krajiny je při výstavbě nových dálnic mnohem vhodnější rozšiřovat stávající komunikaci nežli definovat do krajiny novou bariéru (Dufek et al., 2003). Tak jako v rámci územního plánování bývá kladen důraz na přednostní transformaci brownfields, měly by být tyto snahy o primární využívání či adaptaci stávajících silničních staveb aplikovány i v rámci plánování a rozvoje dopravní infrastruktury.

Poděkování

Článek vznikl za podpory projektu Interní grantové agentury Fakulty životního prostředí č. 201042220040.

LITERATURA

- Alexander, S. M., Waters, N. M. (2000): The effects of highway transportation corridors on wildlife: a case study of Banff National Park. *Transportation Research Part C. Emerging Technologies*, vol. 8, no. 1–6, p. 307–320.
- Anděl, P., Gorčicová, I., Hlaváč, V., Miko, L., Andělová, H. (2005): Hodnocení fragmentace krajiny dopravou. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny, 67 s.
- Anděl, P., Gorčicová, I., Petržílka, L. (2008): Atlas vlivu silniční dopravy na biodiverzitu. Liberec, Evernia s.r.o., 62 s.
- Anděl, P., Gorčicová, I., Hlaváč, V., Romportl, D., Strnad, M. (2009): Koncepce ochrany migračních koridorů velkých savců a územní systém ekologické stability. ÚSES - zelená páteř krajiny, Sborník ze semináře. Praha, MŽP, s. 5–12.
- Anděl, P., Gorčicová, I., Petržílka, L. (2009): Začlenění problematiky fragmentace krajiny do rozhodovacích procesů. Roční zpráva projektu CG912-014-910, Ministerstvo dopravy.
- Angnold, P. G. (1997): The impact of road upon adjacent heathland vegetation: effects on plant species composition. *J. Applied Ecology*, vol. 34, p. 409–417.
- Bennett, A. F. (1991): Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In Saunders, D. A., Hobbs, R. J. [Eds.], *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*. New South Wales, Surrey Beatty & Sons, p. 99–117.
- Bissonette, J. A., Rosa, S. A. (2009): Road Zone Effects in Small-Mammal Communities. *Ecology and Society*, vol. 14, no. 1, p. 27.
- Bjurlin, C. D., Cypher, B. L. (2003): Effects of roads on San Joaquin Kit foxes: a review and synthesis of existing data. In Irwin, C. L., Garrett, P., McDermott, K. P. [Eds.], *Proceedings of the international conference on ecology and transportation 2003*. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, p. 397–406.
- Boarman, W. I., Sazaki, M. (2006): A highway's road-effect zone for desert tortoises. *Journal of Arid Environments*, vol. 65, p. 94–101.
- Clarke, G. P., White, P. C. L., Harris, S. (1998): Effects of roads on badger (*Meles meles*) populations in south-west England. *Biological Conservation*, vol. 86, p. 117–124.
- Coffin, A. W. (2007): From road kill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, vol. 15, p. 396–406.
- Di Giulio, M., Holderegger, R. (2009): Effects of habitat and landscape fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes. *Journal of Environmental Management*, vol. 90, p. 2959–2968.
- Dufek, J., Jedlička, J., Adamec, V. (2003): Fragmentace lokalit dopravní infrastrukturou – ekologické efekty a možná řešení v projektu COST 341. Centrum dopravního výzkumu Ministerstva dopravy, dostupné z <http://www.cdv.cz/text/szp/frag/frag-doprava.pdf>.
- Eigenbrod, F., Hecnar, S. J., Fahrig, L. (2009): Quantifying the road-effect zone: threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada. *Ecology and Society*, vol. 14, no. 1, p. 24.
- Evink, G. L., Garret, P., Zeigler, D., Berry, J. [eds.] (1996): Trends in Addressing Transportation Related Wildlife Mortality. Proceedings of the transportation related wildlife mortality seminar. Dept. of Transportation, Tallahassee, 395 p.
- Ferris, C. R. (1979): Effects of Interstate 95 on breeding birds in northern Maine. *Journal of Wildlife Management*, vol. 43, p. 421–427.
- Findlay, C. S., Houlahan, J. (1997): Anthropogenic correlates of species richness in southeastern Ontario wetlands. *Conservation Biology*, vol. 11, p. 1000–1009.
- Forman, R. T. T., Friedman, D. S., Fitzhenry, D., Martin, J. D., Chen, A. S., Alexander, L. E. (1997): Ecological effects of roads: toward three summary indices and an

- overview for North America. In Canters, K. [ed.] *Habitat Fragmentation and Infrastructure*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Delft, p. 40–54.
- Forman, R. T. T., Deblinger, R. D. (1998): The Ecological road-effect zone for transportation planning, and a Massachusetts highways example, 78–96 in Evink, G. L., Garrett, P., Zeigler, D., Berry, J. [eds.], *Proceedings of the international conference on wildlife ecology and transportation*. 10.-12. 2. 1998, Fort Myers, Florida, Publication FL-ER-69-81.
- Forman, R. T. T., Alexander, L. E. (1998): Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 29, p. 207–231.
- Forman, R. T. T. (1999): Horizontal processes, roads, suburbs, societal objectives, and landscape ecology. In Klopatek, J. M., Gardner, R. H. [Rds.], *Landscape Ecological Analysis: Issues and Applications*. New York, Springer-Verlag, p. 35–53.
- Forman, R. T. T. (2000): Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation Biology*, vol. 14, p. 31–35.
- Forman, R. T. T., Deblinger, R. D. (2000): The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (USA) Suburban Highway. *Conservation Biology*, vol. 14, no.1, p. 36–46.
- Forman, R. T. T. (2002): Foreword. In Gutzwiller, K. J. [ed.] *Applying landscape ecology in biological conservation*. New York, Springer, 497 p., ISBN 0-387-95322-1.
- Gelbard, J. L., Belnap, J. (2003): Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape. *Conservation Biologist*, vol. 17, p. 420–432.
- Gutzwiller, K. J., Barrow, W. C. (2003): Influences of roads and development on bird communities in protected Chihuahuan Desert landscapes. *Biological Conservation*, vol. 113, p. 225–237.
- Hawbaker, T. J., Radeloff, V. C. (2004): Roads and landscape pattern in Northern Wisconsin based on a comparison of four road data sources. *Conservation Biology*, vol. 18, no. 5, p. 1233–1244.
- Hlaváč, V., Anděl, P. (2001): *Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy*. Praha, AOPK ČR, 36 s.
- Chen, X., Roberts, K. A. (2008): Roadless areas and biodiversity: a case study in Alabama, USA. *Biodiversity Conservation*, vol. 17, p. 2013–2022.
- Iuell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Nicka, C., Hlaváč, V., Keller, V., Rosell, C., Sangwine, L., Torslov, N., Wandall, B. (2003): *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. Brusel, KNNV Publishers, 176 p., ISBN 9050111866
- Jędrzejewski, W., Nowak, S., Kurek, R., Mysłajek, R. W., Stachura, K., Zawadska, B. (2004): *Zwierzęta a drogi: Metody organiczania negatywnego wpływu dróg na populacje dzikich zwierząt*. Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk, Białowieża, Polsko.
- Kavtaradze, D. N., Fiedmann, V. S. (2003): Ecological impact assessment of motorways on the biodiversity of National Park “Russian North” (Vologda Region). *Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure – Infra Eco Network Europe IENE 2003*, p. 87–88, 12.-15.11.2003, Luxembourg.
- Keken, Z., Kušta, T., Ježek, M., Martiš, M. (2011): A comparison of changes in landscape structures in model sections of the D1 motorway. *Journal of Landscape Studies*, vol. 4, p. 25 – 34.
- Keller, V. (2003): Fauna passages and other things: an overview of measures to mitigate habitat fragmentation by transport infrastructure. *Habitat Fragmentation due to transportation Infrastructure – Infra Eco Network Europe IENE 2003*, p. 53–54, 12.-15.11.2003, Luxembourg
- Kušta, T., Keken, Z., Ježek, M. (2011): Evaluation of changes in the landscape management and its influence on animal migration in the vicinity of the D1 motorway in Central Bohemia. *Journal of Forestry Science*, vol. 57, no. 7, p. 312–320.
- Kušta, T., Ježek, M., Keken, Z. (2011): Mortality of Large Mammals on Railway Track. *Scientia Agriculturae Bohemica*, vol. 42, no. 1, p. 12–18.
- Liu, S. L., Cui, B. S., Dong, S. K., Yang, Z. F., Yang, M., Holt, K. (2008): Evaluating the influence of road networks on landscape and regional ecological risk: A case study in Lancang River Valley of Southwest China. *Ecological Engineering*, vol. 34, p. 91–99.
- Lodé, T. (2000): Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio*, no. 29, p. 163–166.
- Mader, H. J. (1984): Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. *Biological Conservation*, vol. 29, p. 81–96.
- Mc Donald, W. R., Clair, C. C. (2004): The effects of artificial and natural barriers on the movement of small mammals in Banff National Park, Canada. *Oikos*, no. 105, p. 397–407.
- Miko, L., Hošek, M. et al. (2009): *Příroda a krajina České republiky: Zpráva o stavu 2009*. Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 268 s.
- Müller, S., Berthould, G. (1997): *Fauna/Traffic safety. Manual for Civil Engineers*. Lausanne, LAVOC — EPFL, 119 p.
- Noss, R. F. (1993): Wildlife corridors. In Smith, D. S., Hellmund, P. C. [Eds.] *Ecology of Greenways*. Minneapolis, University of Minneapolis Press, p. 43–68.
- Olsson, M. P. O., Widen, P. (2008): Effects of highway fencing and wildlife crossing on moose *Alces alces* movements and space use in southwestern Sweden. *Wildlife Biology*, vol. 14, p. 111–117.
- Pfister, H. P. (1999): *Grünbrücken – ein Beitrag zur*

- Verminderung Strassenbedingter Trennwirkungen. *Landschaftstagung*, vol. 30, no. 3, p. 96–100.
- Proctor, M. (2003): Genetic analysis of movement, dispersal and population fragmentation of Grizzly bears in southwestern Canada. In Irwin, C. L., Garrett, P., McDermott, K. P. [Eds.]. *Proceedings of the international conference on ecology and transportation 2003*. Raleigh, Centre for Transportation and the Environment, North Carolina State University, 408 p.
- Reijnen, M. J. S. M., Veenbaas, G., Foppen, R. P. B. (1995): Predicting the effects of motorway traffic on breeding bird populations. Delft, Ministry of Transport and Public Works, 92 p.
- Reijnen, R. (1995): Disturbance by car traffic as a threat to breeding birds in The Netherlands. Thesis. Wageningen, Institute for Forestry and Nature Research, 140 p.
- Reijnen, R., Foppen, R., Meeuwsen, H. (1996): The effects of car traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands. *Biological Conservation*, vol. 75, p. 255–260.
- Reed, R. A., Johnson-Barnard, J., Baker, W. L. (1996): Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology*, vol. 10, p. 1098–1106.
- Romin, L. A., Bissonette, J. A. (1996): Temporal and spatial distribution of highway mortality of mule deer on newly constructed roads at Jordanelle Reservoir, Utah. *Gt. Basin Nat.*, vol. 56, p. 1–11.
- Romportl, D., Chuman, T. (2010): Změny struktury krajiny vlivem rezidenční a komerční suburbanizace v České republice. [online] [cit. 2011-09-14]. Dostupné na: <http://uvzo.suburbanizace.cz/analyzy.htm>
- Romportl, D., Chuman, T., Lipský, Z. (2008): New method of landscape typology in the Czech Republic. *Landscape Classification – Theory and Practice, The Problems of Landscape Ecology*. Faculty of Geography and Regional Studies of the University of Warsaw, no. 20, p. 315–320.
- Rosenzweig, M. L. (1995): *Species diversity in space and time*. Cambridge, Cambridge University Press, 436 p.
- Rozínek, R., Francek, J. (2006): *Ochrana obojživelníků a plazů na komunikacích s využitím podchodů a nadchodů*. Hradec Králové, Natura servis, s. r. o.
- Saunders, S. C., Mislivets, M. R., Chen, J., Cleland, D. T. (2002): Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, Usa. *Biological Conservation*, vol. 103, p. 209–225.
- SBP Consult. (2006): *Rozvoj dopravních sítí v České republice do roku 2010 s výhledem do roku 2015*. Praha, Ministerstvo dopravy ČR.
- Shepard, D. B., Kuhns, A. R., Dreslik, M. J., Philips C. A. (2008): Roads as barriers to animal movements in fragmented landscapes. *Animal Conservation*, vol. 11, p. 288–296.
- Schweitzer, L. (2005): Road ecology: science and solutions. *Environmental Ethic*, vol. 27, no. 1, p. 109–112.
- Sklenička, P. (2003): *Základy krajinného plánování*. Praha, Nakladatelství Naděžda Skleničková, 321 s., ISBN 80-903206-1-9.
- Trocme, M. (2003): *Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure: The European Review*. European Commission, Directorate – General for Research, Luxembourg, p. 8–9.
- Trombulak, S. C., Frissell, C. A. (2000): Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, vol. 14, p. 18–30.
- van der Ree, R., Bennett, A. F. (2003): Home range of the squirrel glider *Petaurus norfolcensis* in a network of linear habitats. *Journal of Zoology*, no. 259, p. 327–336.
- van der Ree, R., Jaeger, J. A. G., van der Grift, E. A., Clevenger, A. P. (2011): Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: road ecology is moving towards larger scales. *Ecology and Society*, vol. 16, no. 1, p. 48.
- Verboom, J., Alkemade, R., Klijn, J., Metzger, M. J., Reijnen, R. (2007): Combining biodiversity modeling with political and economic development scenarios for 25 EU countries. *Ecological Economics*, vol. 62, no. 2, p. 267–276.
- Wei, F., Shiliang, L., Shikui, D. (2010): Landscape pattern changes under the disturbance of road networks. *Procedia Environmental Sciences*, vol. 2, p. 859–867.
- Whittington, J., Clair, C. C., Mercer, G. (2005): Spatial response of wolves to roads and trails in mountain valleys. *Ecological Applications*, vol. 15, p. 543–553.
- Yale Conrey, R. C., Mills, L. S. (2001): Do highways fragment small mammal populations? In: Irwin, C. L., Garrett, P., McDermott, K. P. [Eds.], *Proceedings of the international conference on ecology and transportation 2011*. Raleigh, Centre for Transportation and the Environment, North Carolina State University, p. 448–457.

Rukopis doručen: 8. 8. 2011

Přijat po recenzi: 1. 9. 2011

Vydává: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., Průhonice
Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice
s Novou tiskárnou Pelhřimov, spol. s r. o., Krasíkovická 1787, 393 01 Pelhřimov

Odpovědný redaktor: Doc. Ing. Ivo Tábor, CSc. – (tabor@vukoz.cz)

Grafická úprava a sazba: Mária Táborová

Náklad: 300 ks

Sazba provedena v Adobe InDesignu písmem Adobe Garamond Pro