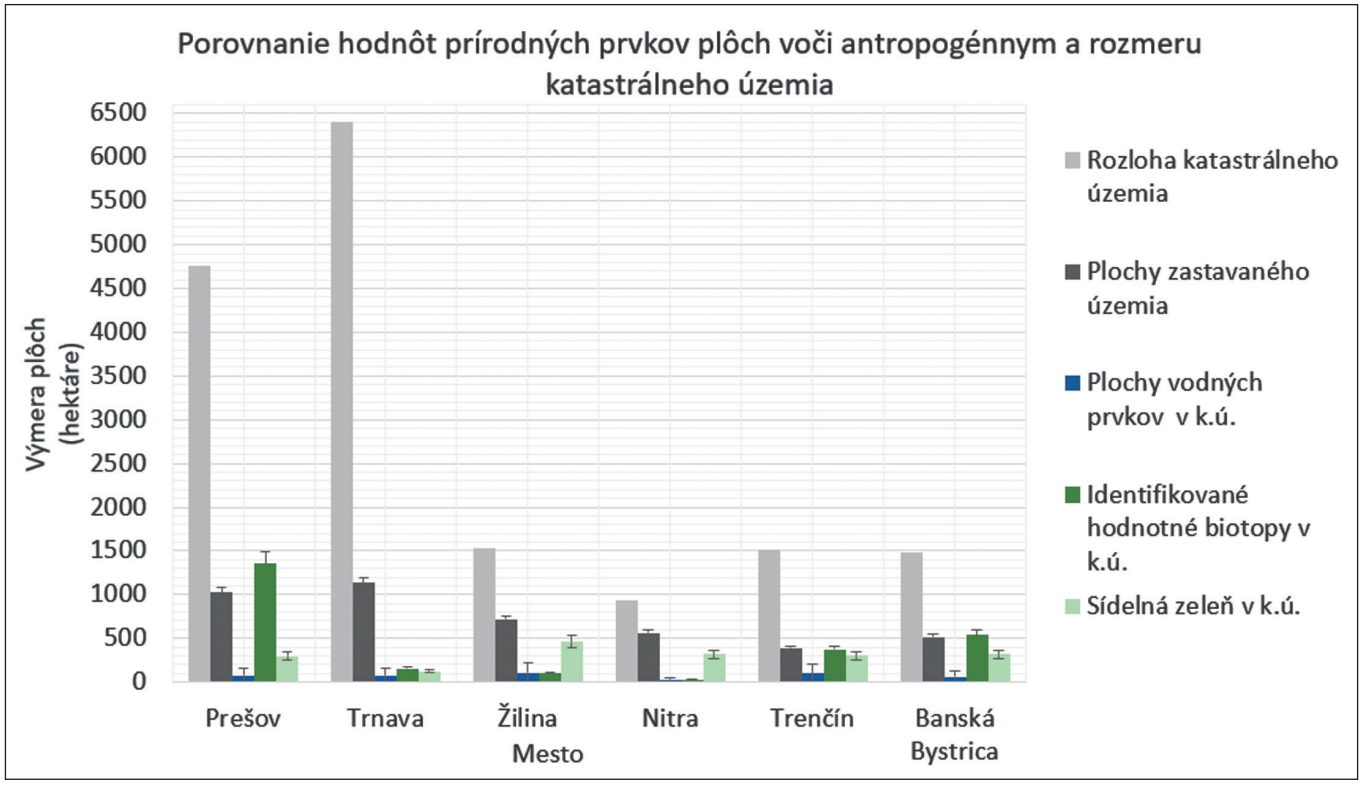
ČMKPÚ
ročník 29
2/2021
červen 2021
www.cmkpu.cz

pozemkové úpravy

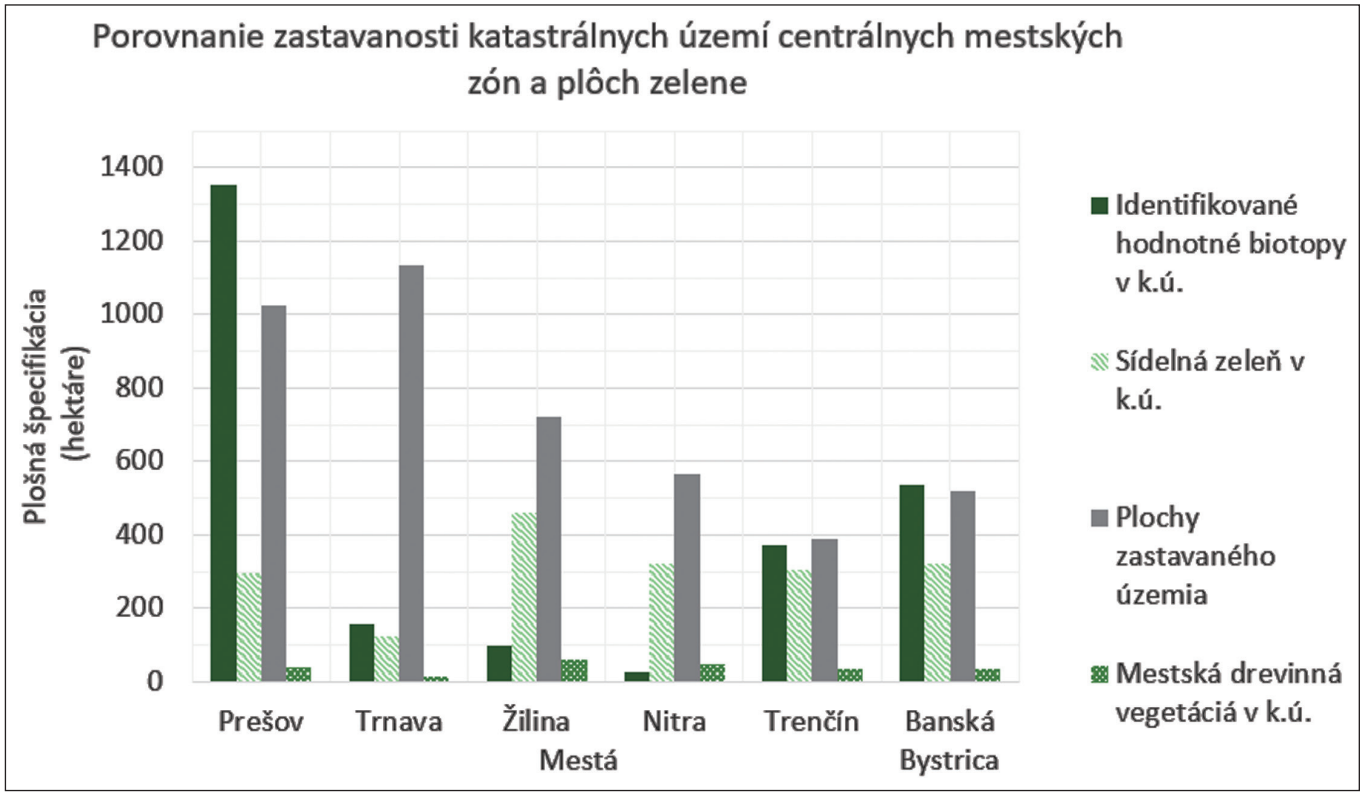
ČASOPIS PRO TVORBU A OCHRANU KRAJINY: TEORIE A PRAXE

Romantika jako výsledek pozemkových úprav

(Pobočka Nymburk pracuje se zeleným srdcem)



Graf č. 1: *Porovnanie hodnôt prírodných prvkov plôch voči antropogénnym a rozmeru katastrálneho územia*
(Timea Petrová, 2020)



Graf č. 2: *Porovnanie zastavanosti katastrálnych území centrálnych mestských zón a plôch zelene*
(Timea Petrová, 2020)

Pozemkové úpravy

Červen 2021

ČESKOMORAVSKÁ KOMORA PRO POZEMKOVÉ ÚPRAVY

Novotného lávka 5 Tel.: 221 082 270
116 68 Praha 1 Fax: 222 222 155
E-mail: cmkpu@cmkpu.cz
www.cmkpu.cz

ISSN 1214-5815
MK ČR: E 19402

OBSAH

Str.

2. **Úvodní slovo –** *Ing. Martin Vrba*

3. **Fyzikální a hydropedologické vlastnosti půd nejen pro návrh společných zařízení v rámci PÚ**
Ing. Luděk Strouhal, Ph.D., Mgr. Hana Beitlerová, Ing. Petr Kavka, Ph.D., Mgr. Daniel Žížala, Ph.D., Mgr. Robert Minařík

9. **Podpora rozvoje zelené a modré infrastruktury opatřeními pozemkových úprav**
Doc. Ing. Jana Podhrázská, Ph.D., Ing. Jan Szturc, Ph.D., Ing. Josef Kučera

15. **Analýza mestskej štruktúry prvkami modro-zelenej infraštruktúry v krajských mestách Slovenska**
Ing. Timea Petrová, Ing. Martina Majorošová, Ph.D.

21. **Aktuality z jednání předsednictva ČMKPÚ**
Ing. Michal Votoček, Ph.D.

22. **Vyhláška č. 240 o ochraně zemědělské půdy před erozí ze dne 17. června 2021**

Obálka str. 2
Analýza mestskej štruktúry ...
(Fotodokumentace – článek str. 15)

Obálka str. 3
Analýza mestskej štruktúry ...
(Fotodokumentace – článek uvnitř čísla na str. 15)

Obálka str. 4
Fyzikální a hydropedologické vlastnosti půd ...
(Fotodokumentace – článek na str. 3)

Pobočka Nymburk pracuje se zeleným srdcem

Specializovaný vědeckotechnický časopis pro projektování, realizaci a plánování v oboru pozemkových úprav a tvorby a ochrany krajiny.

Landscape design

A specialized scientific and technical journal dealing with land consolidation, creation and protection of landscape and related subjects.

Šéfredaktor: **Ing. Václav A. MAZÍN, Ph.D.**
E-mail: alexvenca@seznam.cz
GSM: +420 603 255 581

Redakční rada:

prof. Ing. Miroslav DUMBROVSKÝ, CSc.,
Ing. Zdeněk Jahn, CSc.
Ing. Kamil KAULICH,
Ing. Martin NERUDA, Ph.D.,
Ing. Pavel NOVÁK, Ph.D.,
Ing. Jana PODHRÁZSKÁ, Ph.D.,
Ing. Michal POCHOP,
Ing. Mojmír PROCHÁZKA,
prof. Ing. Petr SKLENIČKA, CSc.,
Ing. Jaroslav TMĚJ,
prof. Ing. František TOMAN, CSc.,
Ing. Jan VOPRAVIL, Ph.D.

Vydává Českomoravská komora pro pozemkové úpravy, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, www.cmkpu.cz.
ISSN: 1241-5815, Registrace MK ČR: E 19402.

Vychází čtyřikrát ročně. Celoroční předplatné je 600,- Kč.
Cena je konečná – vydavatel není plátcem DPH.

Objednávky předplatného a reklamace dodávky časopisu **cmkpu@cmkpu.cz**.

Objednávku inzerce zasílejte elektronicky na **alexvenca@seznam.cz**.

Sazba a tisk:

TEMPO PRESS, Kladenská 140, 258 12 Úhonice.
Tel.: 776 498 055, E-mail: tpress@centrum.cz.

Vybrané příspěvky jsou recenzovány.
Za obsah rubrikových příspěvků odpovídají autoři.
Názory autorů příspěvků nemusí vyjadřovat postoje a stanoviska redakce.

Neprošlo jazykovou korekturou.

Neoznačené fotografie – archiv redakce.

Redakce uvítá pozitivní a konstruktivně laděné komentáře i kritické připomínky a názory. Rozsah diskusního příspěvku by neměl přesáhnout 2 normostrany.

Pokyny autorům pro publikaci příspěvků na www.cmkpu.cz.

Časopis vychází od roku 1992.

Časopis Pozemkové úpravy v barvě najdete na stránkách ČMKPÚ.

Úvodní zamyšlení

Vážené čtenářky a vážení čtenáři,

již v minulém vydání časopisu Pozemkové úpravy se kolega Ing. Zdeněk Jahn, CSc. zcela správně zmínil, že si v letošním roce připomeneme 30. výročí od vzniku pozemkových úřadů, které se zakládaly v roce 1991 na základě zákona o půdě č. 229/1991 Sb., jako referáty bývalých Okresních úřadů. K tomuto významnému výročí chystáme knihu, která bude mapovat dosavadní historii a nejpovedenější pozemkové úpravy ze všech krajů.

Pro rok 2021 je na pozemkové úpravy obecně vyčleněna historicky nejvyšší částka, a to 3 mld. Kč, jelikož došlo k navýšení o 1 mld. oproti původnímu plánu. Prostředky budou investovány do ochrany a tvorby krajiny. V dalším směřování pozemkových úprav chce SPÚ pozemkovými úpravami významně přispět ke změnám prostorově-funkčních vztahů krajiny, které umožní lépe se vyrovnávat s klimatickými a hydrologickými extrémy – suchem, povodněmi a současně zamezit zrychlené erozi půdy a zhoršování jakosti vod v zemědělských povodích. Zároveň bude v rámci procesu pozemkových úprav akcentováno posílení realizací navržených opatření v krajině.

Z kraje roku SPÚ oficiálně představil Koncepci pozemkových úprav na období let 2021–2025, již druhou v řadě od svého vzniku v roce 2013. Pro toto období ztotožnil SPÚ svou činnost v oblasti pozemkových úprav v maximální možné míře se strategií Ministerstva zemědělství (MZe), zejména v oblasti prevence dopadů klimatických změn.

Nová koncepce pozemkových úprav se na základě této strategie ubírá směrem, který si klade za cíl zaměřit se na aktivity napomáhající snižovat v krajině dopady povodní i sucha s dlouhodobým účinkem. Proto byly počátkem roku 2019 ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a Českou zemědělskou univerzitou v Praze představeny nové principy pozemkových úprav v podmínkách adaptace krajiny na změnu podnebí.

Jedná se zejména o návrhy a dimenzování opatření na budoucí klimatické podmínky, vodní režim v krajině, řešení pozemkových úprav v několika na sebe navazujících katastrálních územích najednou, vytváření systému polyfunkčních prvků, využívajících synergii při ochraně krajiny před suchem, povodněmi a erozí a v neposlední řadě prioritní řešení lokalit v oblastech postižených suchem.

Abychom naplnili tyto principy, je nutné realizovat řadu kroků, mezi něž patří změna prováděcí vyhlášky č. 13/2014 Sb. v návaznosti na novelu zákona č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech (do 29. dubna probíhalo připomínkování), aktualizace Metodického návodu k provádění pozemkových úprav, zpracování Studie klimatických charakteristik pro účely dimenzování prvků PSZ a posouzení projektových dokumentací pro realizaci vodohospodářských staveb.

Dalším zásadním dokumentem přinášejícím nové přístupy při řešení pozemkových úprav je materiál „Plán opatření pro řešení sucha prostřednictvím pozemkových úprav a adaptací hydromeliorací v horizontu 2030“, který představilo MZe na konci června 2020. V kontextu tohoto materiálu by do budoucna měly být v pozemkových úpravách podrobněji vyhodnocovány i stavby sloužící k odvodnění a tam, kde to půjde, přebudovány v takzvané regulační systémy, které v období sucha vodu naopak zadrží a zpřístupní ji tak tamní flóře a fauně.

Státní pozemkový úřad se od listopadu 2020 aktivně zapojil do přípravy Národního plánu obnovy, ve kterém v letech 2021–2023 bude realizovat opatření na ochranu životního prostředí a adaptace na změnu klimatu. V rámci investice Provádění pozemkových úprav jsou alokovány prostředky 1 mld. Kč, za něž SPÚ realizuje krajinné opatření zelené a modré infrastruktury jako např. akumulační vodní nádrže, mokřady, tůně, protierozní meze a příkopy, biocentra a biokoridory a další výsadby zeleně mimo les.

Na základě požadavků odborné veřejnosti, ale i vlastních úvah, SPÚ vyhodnotil potřebu přepracovat stávající vzorovou Smlouvu o dílo na pozemkové úpravy (SoD). Jako podklad pro návrh nové vzorové SoD uspořádal SPÚ Předběžné tržní konzultace (PTK), v rámci kterých mohli zpracovatelé předkládat své podměty a návrhy k úpravě SoD. Došlé návrhy SPÚ vyhodnotil a návrhy, které akceptoval, do smlouvy zapracoval. Výsledkem PTK je nová vzorová SoD, která, dle SPÚ, odpovídá požadavkům současného trhu. Nová vzorová smlouva je v platnosti od 26. 3. 2021.

Věřme, že přes veškerá vládní opatření bude rok 2021 mnohem lepší než ten předchozí, který byl opravdu velmi turbulentní a naši práci zpomalil, zejména pak nemožnost shromáždění většího počtu osob při šetření obvodů hranic nebo projednávání nároků a návrhů vlastníků, při kontrolních dnech a kolaudacích nebo na úvodních a závěrečných jednáních. Nelze v tuto chvíli předpokládat, co nás v dalších měsících letošního roku čeká a s jakými omezeními se ještě budeme potýkat. Novinkou je, že SPÚ získal 2. místo v kategorii EXCELENCE DIGITÁLNÍ STÁT v rámci soutěže Národní cena kvality České republiky. Až budete číst tyto řádky, tak budeme znát finalisty 14. ročníku soutěže Žít krajinou, s našimi realizacemi se účastníme soutěží Adapterra Awards či Cestami proměn. I když mnohá média se snaží naši práci hlavně před volbami napadat, tak se tímto přístupem nenecháme odradit a dále budeme vytvářet českou krajinu i jakožto největší správce státního zemědělského majetku.

Nejen v tomto jubilejním roce přeji všem pracovníkům v oboru pozemkových úprav mnoho krásných a kvalitních projektů, dostatek finančních zdrojů na jejich úspěšnou realizaci, hodně zdraví, ty nejlepší podmínky na práci, a především co nejméně obstrukcí při jejich realizaci.

STÁTNÍ POZEMKOVÝ ÚŘAD

Ing. Martin Vrba
ústřední ředitel
Státní pozemkový úřad

TÉMA

Fyzikální a hydropedologické vlastnosti půd nejen pro návrh společných zařízení v rámci PÚ

Physical and hydropedological soil properties for common facilities planning in land consolidation programs

Ing. Luděk Strouhal, Ph.D.[1], Mgr. Hana Beitlerová[2], Ing. Petr Kavka, Ph.D.[1], Mgr. Daniel Žížala, Ph.D.[2], Mgr. Robert Minařík[2]

[1)] Fakulta stavební ČVUT v Praze, Thákurova 7/2077, 166 29 Praha 6 - Dejvice
[2)] Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 - Zbraslav **Článek byl recenzován**

Klíčová slova

Zrnitosti půd, hydrologické skupiny půd, digitální mapování, webové služby, hydrologické modelování

Key words

Soil texture, hydrologic soil group, digital mapping, web services, hydrological modelling

Souhrn

Příspěvek prezentuje nové spojité mapy fyzikálních a hydropedologických charakteristik na území celé ČR. Vznikly v roce 2021 propojením dříve publikovaných map na zemědělské půdě (týmy VÚMOP a ČZÚ) a nově vytvořených map vlastností lesních půd ve spolupráci VÚMOP a ČVUT. Metodami digitálního mapování půd vznikly mapy půdních zrnitostí a hydrologické skupiny půdy pro metodu SCS-CN. Soubor map je v procesu certifikace SPÚ a prostřednictvím mapové aplikace na geoportálu VÚMOP a webových služeb ČVUT je k dispozici pro nekomerční využití odbornou veřejností. V článku je shrnuta metoda odvození map, datové podklady, způsob přístupu k mapovým výsledkům a připojeny jsou dvě ukázky jejich využití pro hydrologické výpočty např. v projekčním softwaru ATLAS Hydrologie nebo fyzikálně založeném erozním modelu SMODERP2D.

Abstract

This paper presents the new maps of physical and hydropedological soil properties for the Czech Republic. They were developed in 2021 by fusion of the earlier soil maps for agricultural land (created by the team of RISWC and CULS) and the new maps of forest soil properties (created by RISWC and CTU in Prague). Digital mapping methods were used to derive the maps of soil texture and hydrologic soil groups as defined in SCS-CN method. The map set is currently in the certification process at the State Land Office. Shortly it will be available via map server of RISWC, and web services provided by CTU for the non-commercial use. The paper describes the underlying data, mapping method and procedure how to acquire the resulting datasets including two application examples of their utilization in hydrologic and soil erosion modelling (ATLAS Hydrology and SMODERP2D software).

1. Úvod

Součástí skutečně komplexního návrhu Společných zařízení (SZ) v rámci KPÚ jsou mimo jiné opatření proti erozi a extrémním hydrologickým jevům, případně na podporu retence vody v krajině. Pro jejich návrh jsou nezbytné poměrně detailní a obsáhlé podklady o přírodních podmínkách ovlivňujících odtokové poměry, zejména o půdním pokryvu, srážkových a půdních charakteristikách. Zatímco pro tvorbu detailní mapy půdního pokryvu existuje řada vhodných podkladů (využít lze např. samotnou porostní mapu vznikající v rámci dokumentace KPÚ a převodník obsažený v projekčním softwaru Atlas, modulu Hydrologie), zbylé dvě skupiny podkladů mohly být donedávna pro projektanty zdrojem nejistot a vést k nejednoznačnosti řešení.

V roce 2018 byla vydána certifikovaná metodika *Krátkodobé srážky pro hydrologické modelování a navrhování drobných vodohospodářských staveb v krajině* [1], která spolu s doprovodnými webovými službami na *rain.fsv.cvut*.cz doplnila většinu chybějících informací pro navrhování na poli srážkových datových podkladů. V oblasti půdních dat však přetrvával značný datový i metodický deficit. Pro jednoduché erozní modely typu USLE lze faktor erodovatelnosti zemědělské půdy (K-faktor) snadno získat převodem kódu Hlavní půdní jednotky (HPJ) dle platné metodiky [2], datové podklady jsou přitom volně k dispozici online v databázi SPÚ. Stejný přístup lze využít v případě stanovení Hydrologické skupiny půdy (HSP) pro jednoduché výpočty objemů odtoku metodou SCS-CN [3], ovšem zde již začínají projektantovi potíže.

Mapa HSP odvozená z polygonů HPJ je nespojitá a omezená jen na zemědělský půdní fond. Janderková [4] a Macků [5, 6] sice vytvořili metodiku pro stanovení HSP i na lesní půdě na základě Lesních typů (LT), jejichž polygony lze za malou úplatu získat od ÚHÚL, ale tato metodika není v ucelené podobě bez chyb nikde publikována, a navíc v současné době dochází k přehodnocení kategorizace LT, čímž se tato metodika stává do budoucna nepoužitelnou. V roce 2018 publikoval Vopravil [7] spojitou mapu HSP, která je nabízena mezi standardními produkty VÚMOP. Mapa kombinuje kvalitativní klasifikaci map půdotvorných substrátů v malém měřítku pro lesní půdu a výše zmiňovanou konverzi HPJ na HSP, ovšem nikoliv podle starší a aktuálně platné metodiky [2], ale podle aktualizovaného převodníku [8], který není běžně dostupný. Již nyní tedy mohou projektanti dojít na zemědělské půdě k různým variantám výsledků. Rozdíly v HSP lze nalézt na 35 % rozlohy ZPF a týká se 35 kódů HPJ z celkem 78, tedy téměř poloviny převodníku.

Samotná metodika přiřazení HSP v originále [9] definuje hydrologickou skupinu půdy zejména na základě hydraulické vodivosti, což je ovšem velmi špatně dostupná a značně proměnlivá fyzikální charakteristika. V praxi tak je nejčastěji HSP stanovována na základě zrnitosti půdy, s níž je hydraulická vodivost nejtěsněji svázána. Jak platná metodika [2] tak aktualizovaná vrstva VÚMOP [7, 8] však HSP vztahují k jednotkám HPJ, což jsou syntetické jednotky definované dle agronomického hlediska. Přiřazení HSP těmto jednotkám není zcela přímočaré a je jen omezeně zdokumentované. Po-

dobný problém je v případě lesní půdy v přiřazování HSP na základě lesního typu, což je klasifikace zaměřená primárně na samotný porost. U něho metodika předpokládá, že dokonale kopíruje stanovištní podmínky, což nemusí v řadě člověkem pozměněných porostů být platný předpoklad.

Po dlouhou dobu byl tento přístup jediný možný, neboť fyzikální charakteristiky půd byly v celorepublikovém měřítku jen velmi špatně dostupné, a navíc výlučně jako bodová informace. To bránilo také aplikaci fyzikálních erozních a hydrologických modelů. V roce 2020 byly publikovány mapy zrnitosti na ZPF vytvořené ve spolupráci VÚMOP a ČZU [10]. Odvozeny byly metodou digitálního mapování půd (DMP) na základě velkého množství historických laboratorních rozborů půdních vzorků. Stejným přístupem byly vytvořeny v rámci projektu TJ02000234 – Fyzikální a hydropedologické vlastnosti půd ČR mapy zrnitostí i na lesní půdě a spojením obou produktů vznikla souvislá mapa pokrývající celou ČR. Mapová díla vycházejí z metodiky [11]. Aplikací upravené původní metodiky USDA byla odvozena rovněž souvislá mapa HSP. Tyto produkty jsou nyní dostupné odborné veřejnosti. V tomto článku jsou stručně shrnuta podkladová data, metody odvození map a způsob jejich poskytování a poté jsou prezentovány dvě případové studie jejich využití pro hydrologické a erozní výpočty.

2. Odvození půdních map

2.1 Metoda digitálního mapování půd

Hydropedologické vlastnosti půdy byly odvozeny metodami DMP, které pro predikci půdní kategorie či atributu využívají koncept tzv. SCORPAN faktorů [12]. Tento koncept říká, že půdní vlastnost S (třída či atribut) je funkcí půdního typu (Soil), klimatu (Climate), organismů (Organisms), reliéfu (Relief), mateční horniny (Parent material), času (Age) a prostorové pozice (spatial positioN):

$$S = f(S,C,O,R,P,A,N) + e = f(Q) + e$$

Kde *e* je chyba predikce a *Q* je pedologicky významný prediktor.

Principem DMP je nalezení funkce vyjadřující vztah mezi *m* pozorováními půdního atributu *S* a souborem pedologicky významných prediktorů *Q*, tedy souborem mapových vrstev o rozsahu *M*. Jakmile je sestavena vhodná funkce pro predikci v *m* bodech, může být model rozšířen na *M* bodů či buněk rastru, respektive může být vytvořena digitální mapa.

Pro mapování zrnitosti na lesní půdě byla vybrána metoda Quantile Random Forest (QRF) [11], která je zobecněním metody Random Forest (RF). Základem modelu RF jsou algoritmy založené na rozhodovacích stromech. Jednou z výhod rozhodovacích stromů je fakt, že umožňují modelovat jak spojitá, tak kategorická data. RF je koncepčně podobný rozhodovacím stromům, avšak oproti nim je zde trénováno více stromů zároveň, přičemž výsledky modelu jsou postavené na predikcích z celého souboru stromů. Metoda QRF pak kromě jedné izolované hodnoty v každém bodě dokáže předpovědět i konfidenční interval, který s požadovanou mírou pravděpodobnosti pokryje skutečnou hodnotu modelované proměnné.

2.2 Prediktory a mapování půdních vlastností

Předmětem DMP byly zrnitost půdy, hloubka půdy, obsah organického uhlíku a objemová hmotnost redukovaná. Zrnitost půdy je kompozitní parametr, z čehož plyne omezující podmínka, že podíly všech 3 zrnitostních frakcí musí dát dohromady 100 %. Při digitálním mapování jsou jednotlivé frakce predikovány s neznámou chybou a jejich součet tedy přesně 100 % nedává. Řešením je jednu z frakcí dopočítat jako doplněk do 100 %. U dat zrnitosti obecně platí velká korelace mezi obsahem prachu a písku, přičemž obsah jílu je na obou frakcích závislý méně. V rámci mapování zrnitostí na lesní půdě byly sestaveny modely QRF pro odhad zastoupení jílu a prachu a podíl písku byl následně dopočten.

Pro trénování QRF modelů byla využita široká škála SCORPAN prediktorů. Pro jejich podrobný výčet včetně datových zdrojů a metod odvození odkazujeme čtenáře na odborné zprávy projektů QK1820389, QK1810341 pro ZPF a TJ02000234 pro les. Tabulka 1 uvádí stručný výčet použitých prediktorů.

Tab. 1: Přehled prediktorů použitých pro mapování půdních vlastností. Pokud byly pro mapování na lesní a zemědělské půdě použity jiné prediktory, je uveden výčet odděleně.

Skupina prediktorů	Seznam použitých prediktorů
S	ZPF: Půdní typ, Hloubka půdy, Půdní varieta, Štěrkovitost, Mozaika holé půdy LES: Potenciální retence, Retenční vodní kapacita, Kategorie lesních typů, Edafická řada lesních typů, Lesní vegetační stupeň, Půdní typ, Mozaika vegetačního krytu
C	Průměrná roční teplota, Průměrný roční úhrn srážek, Průměrná roční suma evapotranspirace Regionalizovaný faktor erozního účinku deště
R	Nadmořská výška, Expozice, Sklon, Profilové zakřivení povrchu, Tangenciální zakřivení
	povrchu, Akumulace odtoku, Směr odtoku, LS faktor, S faktor, Vícerozměrný index plochosti údolí, Topografický index terénu, Vlhkostní index terénu, Index síly toku
P	ZPF: Půdotvorný substrát
	LES: Skupina hornin, Geologické oddělení, Geologická éra, Příslušnost ke kvartéru
N	Mapy vzájemných vzdáleností sond pro každou zrnitostní frakci, sondy děleny dle hodnot do 20 kvantilů. Metoda viz [13]

Původní soubor půdních sond byl rozdělen na trénovací a testovací v poměru 80 % / 20 %. Rozdělení bylo provedeno tak, aby bylo v trénovacím i testovacím souboru dodrženo stejné rozdělení dat. Testovací datový soubor byl použit pro hodnocení přesnosti modelu a výsledné mapy.

Samotné trénování modelu je automatický proces vyžadující od uživatele vstupní data a nastavení tzv. hyperparametrů modelu, například se jedná o počet rozhodovacích stromů v metodě Random Forest. Nejlepší nastavení hyperparametrů je takové, které vede k nejpřesnější predikci modelované proměnné na trénovacích bodech v rámci křížové validace. Každý model zrnitostní frakce byl trénován celkem pět set krát za sebou. Hodnocení přesnosti predikce proběhlo na odděleném testovacím souboru. Z párů predikovaných a skutečných hodnot cílové proměnné se vypočítala přesnost predikce, pro hodnocení přesnosti byly použity metriky RMSE, R^2 a Linův konkordanční korelační koeficient CCC.

2.3 Spojení map vlastností zemědělské a lesní půdy

Mapy zrnitosti a dalších půdních vlastností na lesní a zemědělské půdě vznikly stejnou metodikou, ale v oddělených projektech mimo jiné z důvodu odlišné datové základny. Pro praktické využití výsledných map je zásadní jejich poskytování ve formě spojité datové vrstvy s minimálním množstvím oblastí bez hodnot. K vytvoření spojité mapy však nestačí prosté spojení obou zdrojových datových vrstev na zemědělském půdním fondu (ZPF) a lesní půdě (LP), neboť se částečně překrývají a v součtu zdaleka nepokrývají beze zbytku celou plochu ČR. Tvorba spojité mapy tak vyžaduje řadu dodatečných operací, které na základě předem stanoveného rozhodovacího řetězce buď zapisují v každém bodě rastru hodnotu z jedné či druhé datové sady nebo jejich kombinaci (v případě výskytu jedné nebo obou vrstev), nebo vytváří nové hodnoty interpolačními metodami (v případě nepokrytých míst), nebo ponechávají prázdné hodnoty v místech, kde predikce nedává význam (např. velké vodní plochy).

Pro podrobný popis datových podkladů a procesu spojování odkazujeme čtenáře na metodiku, která je součástí certifikovaného souboru map. Zde uvedeme jen hlavní kroky propojování.

Překryvy zemědělské a lesní půdy

Prostorově významných překryvů (nad 100 m^2) obou prostorových vrstev bylo identifikováno v úhrnu více než 2 000 km^2. Často se jedná o drobné plošné i liniové plochy typu remízků a pásů na rozhraní lesní a orné půdy, které jsou důsledkem samovolného rozšiřování lesa na úkor původně zemědělsky využívané půdy. Mezi překryvy se však nachází i plošně rozsáhlé plochy, jako jsou zejména podhorské části hraničních hor (Krkonoše / Šumava), ale i větší celky ve vnitrozemí, které byly ponechány samovolnému vývoji nebo cíleně zalesněny až v pozdější době po komplexním průzkumu zemědělských půd, na jehož půdorysu byly mapovány vlastnosti zemědělských půd. Při tvorbě spojité mapy byly v místech překryvů jednotně upřednostněny hodnoty z mapování lesních půd čistě na základě preference aktuálnějšího mapového podkladu.

Nezmapovaná území

Kromě překryvů vrstev půd ze ZPF a LP bylo nutné ošetřit plochy, kde digitální mapování půd nebylo provedeno. Po vyčlenění plochy velkých měst, velkých vodních nádrží a bažin či močálů (dle datasetu ArcČR) a zanedbání nevýznamných polygonů (do 100 m^2) zůstalo k ošetření více než 7 000 km^2 území, což je přibližně 10 % rozlohy ČR. V prvním kroku byla definována území, kde poskytování jakýchkoliv hodnot (ať už mapovaných nebo extrapolovaných) nedává význam, nebo je zatíženo extrémní chybou. Zde byla do rastrových výstupů zavedena prázdná hodnota, tzv. No Data Value. Jedná se zejména o:

- Vojenské újezdy. Nejrozsáhlejší nezmapované oblasti, zde nejsou k dispozici půdní sondy ani klíčové prediktory (polygony lesních typů).
- Vodní plochy nad 2 ha podle ZABAGED. U vodních ploch obecně nelze uvažovat stejnou zrnitost půdy jako v jejich blízkém okolí vzhledem k transportu a usazování sedimentu. Hranice 2 ha pro doplňování / vynechání hodnot byla určena s ohledem na uvažované rozlišení rastrového výstupu a praktické aspekty práce při environmentálním modelování.
- 6 oblastí velkých městských aglomerací (Praha, Brno, Ostrava, Olomouc, Plzeň a Ústí nad Labem). Území s výrazným ovlivněním půdního povrchu lidskou činností, pro pokrytí by byla nutná extrapolace do vzdáleností dále než do 1 km.
- Povrchové doly a výsypky. Nejkomplexnější ovlivněná území, prostorově se stále proměňují, v měřítku ČR neexistuje datový podklad vymezující polohu všech historických výsypek, ani charakteristiky použitých materiálů.

Řízená extrapolace do blízkého okolí

Zbylé plochy po vyjmutí výše vyjmenovaných případů byly zaplňovány extrapolovanými hodnotami ve čtyřech zónách dle vzdálenosti: 20–100–250–1000 m. Uvedené hodnoty zároveň uvádí velikost okolí, v němž byly hledány mapované hodnoty a zapisován jejich průměr. S výjimkou poslední zóny byly extrapolovány hodnoty odděleně ze ZPF a z LP. Která z variant byla do daného bodu rastrové mřížky zapsána, závisí na půdním pokryvu. Pokud zde byl dle detailních datových produktů CORINE (High resolution layers) identifikován travní porost, byla v daném místě zapsána extrapolovaná hodnota z mapy ZPF. V případě lesního či křovinatého porostu byla použita hodnota z mapování LP. V rámci poslední zóny 250 až 1000 m byly pro zaplnění nezmapovaných míst použity průměry hodnot z okolí 1 km bez rozlišení jejich původu – tedy průměr z LP i ZPF.

3. Datové podklady

Primárním datovým zdrojem jsou výsledky laboratorních analýz půdních vzorků odebraných po celé republice z kopaných sond. Data pochází ze dvou odlišných bodových databází půdních sond na zemědělské a lesní půdě. Na jejich základě byly pomocí metod digitálního mapování půd (DMP) vytvořeny mapy zrnitostí a z nich přímo odvozena mapa HSP.

3.1 Půdní sondy na zemědělské půdě

Na pracovišti VÚMOP byla v nedávné době provedena digitalizace dat Komplexního průzkumu zemědělských půd (KPP). V letech 1961–1971 byla v celém tehdejším Československu v měřítku 1:10 000 zmapována veškerá zemědělská půda, která byla v čase realizace KPP v užívání socialistických i soukromých zemědělských podniků. Vykopáno bylo na českém území přibližně 500 tis. půdních sond a analyzováno násobně větší množství vzorků. Při realizaci KPP byly kopány tři typy půdních sond označené jako tzv. základní, výběrové a speciální s různým rozsahem prováděných rozborů.

Základním zdrojem dat pro vytvoření map zrnitostí na zemědělské půdě bylo 36 735 výběrových sond KPP, u kterých byl proveden standardní laboratorní rozbor zrnitosti rozlišující 5 zrnitostních frakcí, přičemž jako horní hranice pro definici jílu byl používán rozměr částice 0,001 mm. Ze zrnitostních rozborů byla vzorkům přiřazena třída zrnitosti dle Novákovy klasifikace, která rozlišuje 7 tříd podle zastoupení částic pouze dvou frakcí – nad/do velikosti 0,01 mm. Od roku 2001 je však v ČR platný klasifikačního systém TKSP [14], který využívá mezinárodně uznávanou klasifikaci zrnitosti do 12 tříd dle obsahu tří frakcí (NRSC USDA). Navíc pro definici jílu využívá odlišnou horní hranici velikosti zrna 0,002 mm, která není součástí standardního laboratorního rozboru. Samotné zrnitostní třídy obou klasifikací proto nejsou vzájemně převoditelné bez znalosti podrobnějšího členění frakcí. To je u výběrových sond KPP k dispozici s výjimkou obsahu jílu kvůli zmíněnému rozdílu v jeho definici. Beitlerová et al. [15] standardizovali zrnitostní rozbory výběrových sond na platný klasifikační systém pomocí běžně používané a v literatuře doporučované logaritmicko-lineární interpolace zrnitostní křivky [16, 17]. Pro odvození a validaci použitého vztahu byla použita interní databáze VÚMOP o rozsahu 585 půdních sond, u nichž byla stanovena jak velikostní frakce 0,001 mm, tak 0,002 mm a bylo tak možné statisticky ověřit přesnost použité transformace. Průměrná chyba predikce byla vyčíslena na 1.62 % obsahu jílové frakce.

3.2 Půdní sondy na lesní půdě

Zdrojem dat zrnitosti na lesní půdě je databáze Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) obsahující celkem 6 939 historických půdních sond pořízených v období 1953–2019, převážně však do roku 1990. Z celkového počtu jen 4 794 sond obsahuje kompletní rozbory zrnitosti obsahující všechny tři základní zrnitostní frakce písku, prachu a jílu definované shodně s mezinárodním klasifikačním systémem a nebylo třeba je transformovat. V rámci druhé fáze Národní inventarizace lesů (NIL 2) prováděné ÚHÚL v letech 2011–2015 byly provedeny další analýzy půdních sond na nové síti monitorovaných ploch. Celkem je v databázi NIL 2 k dispozici 1567 sond, pro něž byla analyzována sada půdních vzorků pro několik půdních horizontů. Součástí analýz jsou i rozbory zrnitosti, ale ty byly prováděny odlišnými metodami než u vzorků z KPP i historických sond ÚHÚL a jejich výsledky se ukázaly jako nekonzistentní s oběma zmíněnými datovými soubory. Výsledky analýz vzorků z NIL 2 byly proto využity pouze pro mapování ostatních půdních vlastností kromě zrnitosti.

3.3 Další datové podklady

Výše uvedené databáze sond KPP a ÚHÚL představují data, která byla předmětem digitálního mapování, zjednodušeně „promítnutí" z bodové do celoplošné informace. Velké množství dalších datových podkladů bylo využito pro odvození prediktorů při hledání co nejpřesnějšího modelu pro tento přenos. Některé podklady jsou zmíněny dále v textu, celý výčet však přesahuje prostor tohoto příspěvku a odkazujeme zájemce na Průběžné zprávy příslušných projektů, pro něž je možné kontaktovat autory článku.

4. Výsledky mapování půdních vlastností

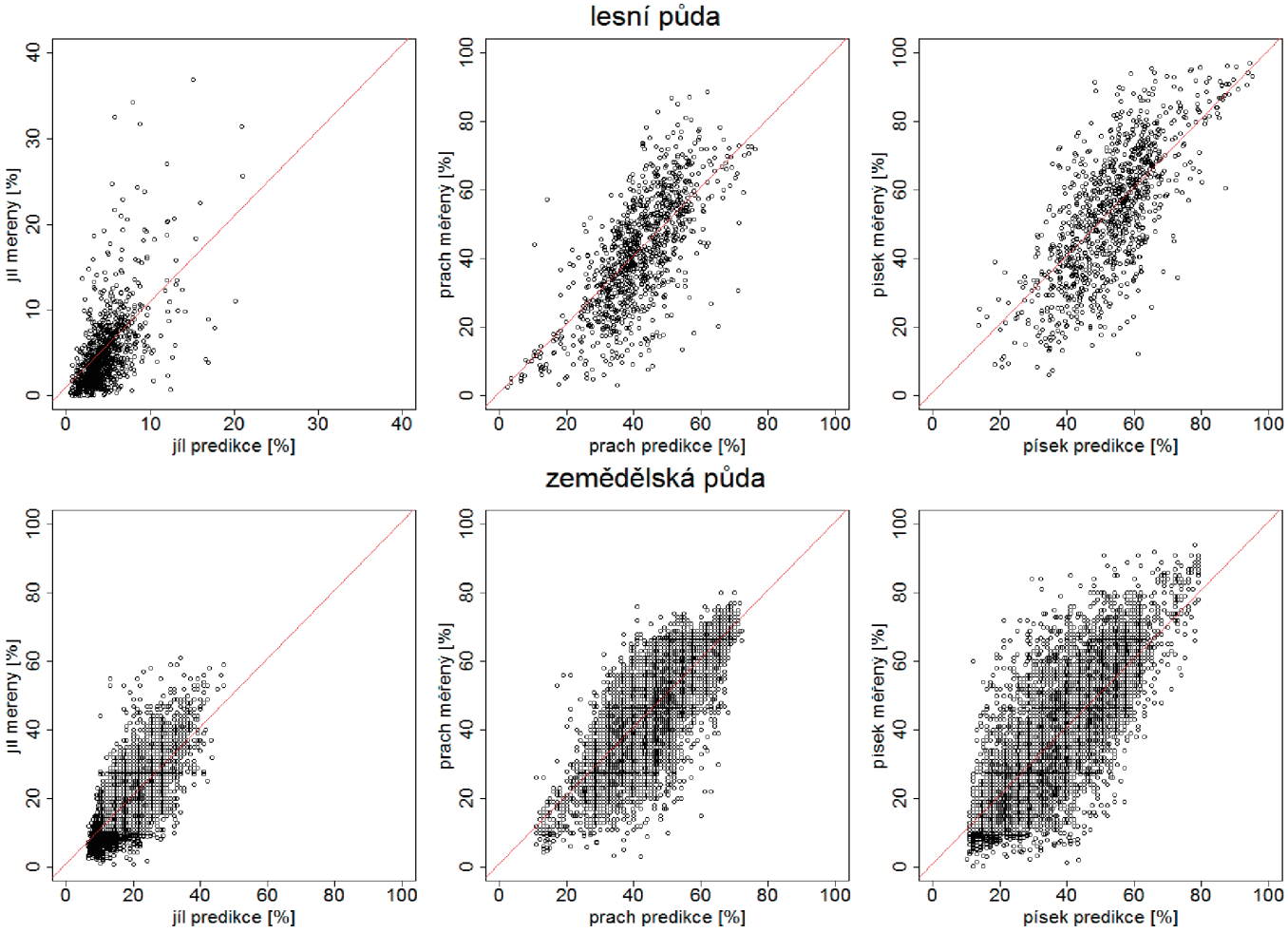
Výsledné mapy půdních vlastností odvozených ze vzorků z NIL 2 vykazují tak vysoké nejistoty, že se nehodí k praktickému využití a nebudou v tomto příspěvku prezentovány. Mapy podílu frakcí jílu, písku a prachu byly predikovány celkem pro tři půdní horizonty u LP, pro dva horizonty na ZPF.

Přesnost predikovaných map zrnitostí pro povrchový horizont je graficky zachycena na obrázku 1, kde jsou pro každou frakci na zemědělské i lesní půdě porovnány měřené a predikované hodnoty v testovacím souboru. Obecně je predikce zrnitosti spolehlivější na zemědělské než na lesní půdě, což je dáno násobně menším počtem trénovacích dat na lesní půdě. Výrazně nejhůře je predikován jíl na lesní půdě, značná část chyby je ovšem způsobena neschopností modelu predikovat vysoké hodnoty, které jsou v lesích málo zastoupeny, a model neměl dostatek informací pro jejich natrénování.

První odvozenou mapou z mapování zrnitostí byla zrnitostní třída dle TKSP. Pro každý pixel vzniklo na základě predikované hodnoty jílu, prachu a dopočtené hodnoty písku zatřízení do zrnitostního trojúhelníku.

Druhým produktem odvozeným z map zrnitostí, respektive zrnitostních kategorií, je mapa HSP. Každé třídě dle zrnitostního trojúhelníku byla dle metodiky USDA [9] přiřazena jedna ze čtyř hydrologických skupin. Toto bylo provedeno pro všechny uvažované horizonty a v souladu s metodikou byla výsledná hydrologická skupina přiřazena podle nejméně propustného půdního horizontu.

Obr.1: *Validace modelu QRF pro jednotlivé frakce na zemědělské a lesní půdě na testovacím souboru (20 % celkového množství sond). V grafech jsou porovnány měřené hodnoty zrnitostní frakce s hodnotami predikovanými. Pozn.: jíl na lesní půdě je zobrazen na ose 0–40 %, ostatní 0–100 %* ↓



5. Publikace a dostupnost map půdních vlastností

Odborné veřejnosti jsou k dispozici spojité mapy zrnitostí podle klasifikace USDA a mapa HSP. Nesnadnější přístup k datům je pomocí webových služeb, k dispozici jsou náhledová služba (WMS) a služba poskytování dat (WPS). Více informací o dostupnosti služeb je uvedeno na https://rain.fsv.cvut.cz/pudy/. Tematická mapová aplikace k nahlížení map je umístěna na mapovém serveru https://geoportal.vumop.cz/, kde jsou rovněž uvedeny podrobné informace o použitých datech a metodách odvození.

WMS služba

Slouží k prohlížení publikovaných mapových vrstev. Uživatelé mapových aplikací umožňujících připojení k WMS službě (QGIS, ArcGIS, aj.) mohou mapy půdních vlastností zobrazit a zakomponovat do vlastních mapových výstupů. Služba neumožňuje dotazování na hodnoty či připojené atributy.

WPS služba

Pro stažení omezeného výřezu dat k nekomerčním účelům lze využít webovou processingovou službu. Uživatel QGIS s nainstalovaným WPS pluginem může s využitím polygonu vlastního zájmového území získat výřez originálních rastrových dat a využít je pro vlastní analýzy. Potřebný postup je názorně popsán v příslušné sekci na serveru *rain.fsv.cvut.cz.*

6. Ukázky využití map vybraných půdních vlastností

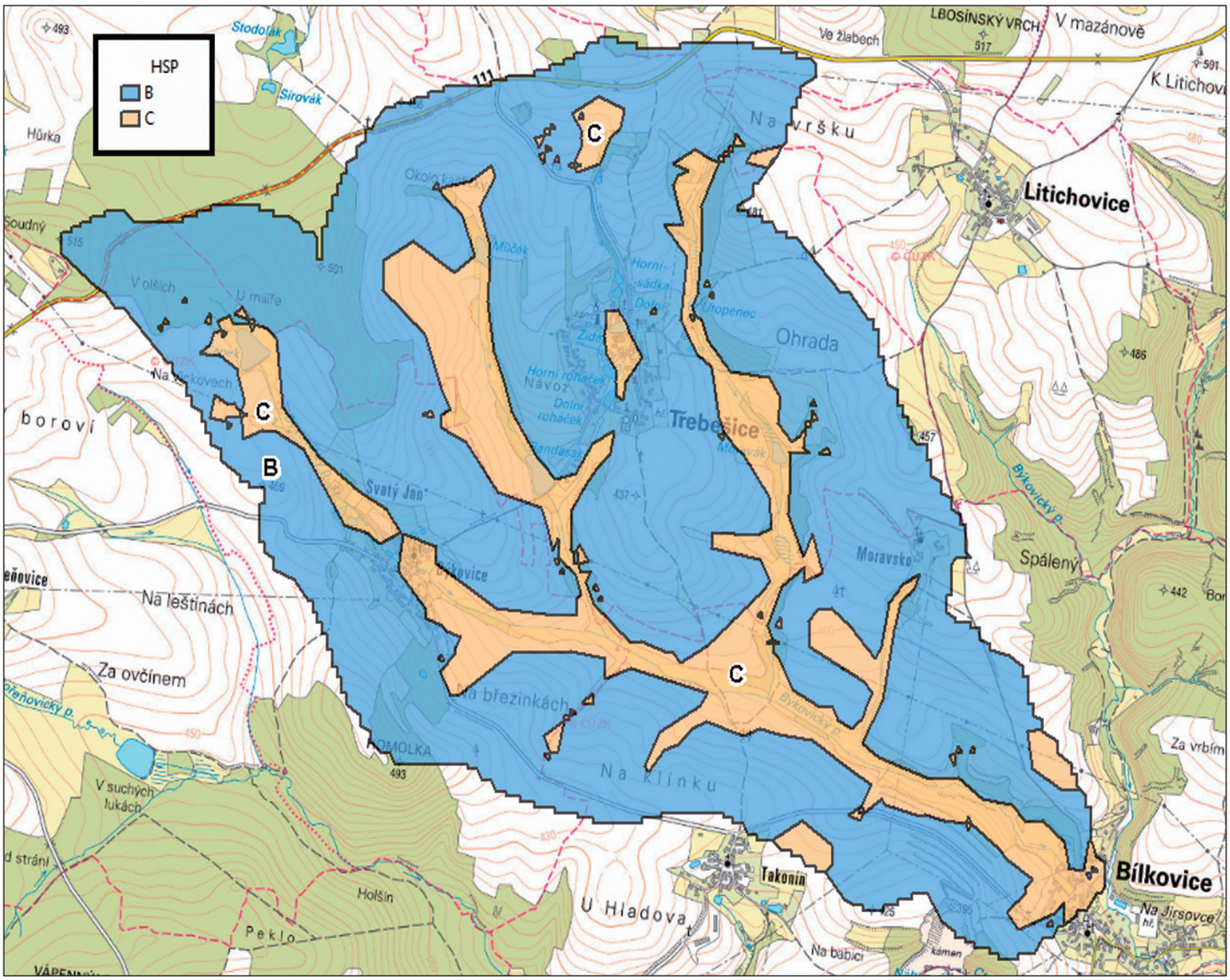
6.1 Ukázka 1 – využití hydrologických skupin půd pro hydrologické výpočty

Hydrologická skupina půdy (HSP) pro účely srážko-odtokového modelování nabývá čtyř kategorických hodnot A-D, přičemž A představuje vysoce propustné půdy s dostatečnou retenční kapacitou a D nejméně propustné, mělké nebo zamokřené půdy. Nejčastější využití HSP je při aplikaci metody SCS-CN pro výpočet objemu přímého odtoku např. pro dimenzování kapacity záchytných průlehů.

WPS služba na serveru *rain.fsv.cvut.cz* umožňuje uživateli získat výřez rastrové vrstvy HSP podle jím definovaného polygonu ve formátu shp. Ke službě je možné připojit se např. z prostředí QGIS pomocí WPS klienta po zadání adresy služby https://rain1.fsv.cvut.cz/services/wps. Z nabízeného seznamu služeb se jedná o službu s názvem *pudy-hsp*. Služba je v tuto chvíli omezena na nekomerční využití a stažení výřezu do 20 km^2. Plné znění licence je součástí stahovaných dat.

Většina modelovacích nástrojů (jako např. modul Hydrologie projekčního softwaru Atlas) v tuto chvíli pracuje pouze s vektorovými půdními daty. Stažený výřez rastru je tedy nutné převést běžnými GIS nástroji na polygon. Třídy HSP jsou v rastru kódovány celými hodnotami 1-4 v pořadí od skupiny A po D. Po konverzi na vektorovou vrstvu je tedy před použitím v příslušném modelu většinou potřeba vytvořit atributový sloupec obsahující písmenné kódy. Poté je vrstva připravena na protnutí s vrstvou půdního pokryvu a přiřazení čísel odtokových křivek (CN). Příklad vektorizovaného výřezu HSP ukazuje obrázek 2.

Obr. 2: *Výřez HSP na povodí Býkovického potoka získaný WPS službou pudy-hsp ze serveru rain.fsv.cvut.cz po převedení na polygony a přiřazení textových kódů.* ↓



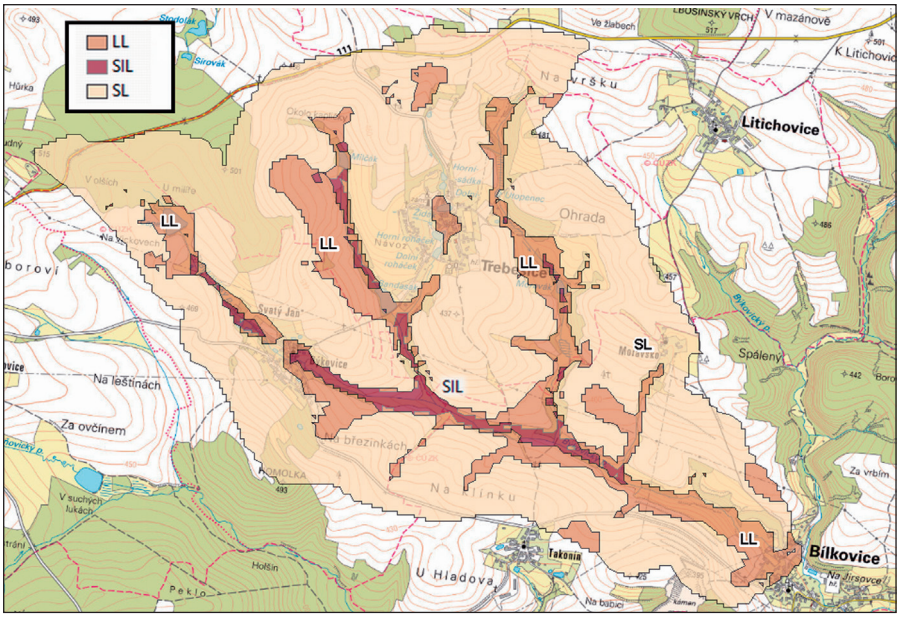
6.2 Ukázka 2 – využití map zrnitosti pro posouzení erozní ohroženosti

Kromě aplikace rozšířené metody CN jsou data využitelná také ve fyzikálně založených modelech pro výpočet odtoků a erozního ohrožení. V českém prostředí se jedná především o modely SMODERP2D, EROSION 3D a WEPP. Pro fyzikálně založené modely jsou v oblasti půdních dat klíčové parametry ovlivňující infiltraci a povrchovou drsnost. V inženýrské praxi jsou tato data získávána pomocí převodních klíčů buď pomocí pedotrasferových funkcí na základě podílu zrnitostních frakcí a dalších charakteristik nebo ve zjednodušené formě podle zrnitostních tříd.

Data půdních charakteristik lze využít např. pro získání vstupních dat pro volně dostupný model SMODERP2D. Půdní data jsou do modelu zadávána jako vektorová vrstva zrnitostních kategorií dle TKSP/USDA, ke kterým si model buď sám přiřadí průměrné hodnoty parametrů (hydraulická vodivost půdy, sorptivita aj.) nebo je dodá sám uživatel např. na základě vlastních terénních rozborů a měření. WPS služba *puda-zrn-tridy* na adrese https://rain1.fsv.cvut.cz/services/wps vrací uživateli po zadání polygonu zájmového území výřez zrnitostních tříd zakódovaných do hodnot 1–12 s významem dle levé části tabulky 2. Rastrovou vrstvu je nutné nejprve převést na polygony. Tuto konverzi je možné provést v komerčních nebo free GIS prostředích. Na závěr je nutné polygony doplnit textovým atributem pro připojení fyzikálních parametrů modelu SMODERP2D podle pravé části tabulky 2. Ukázka výsledné půdní datové vrstvy je znázorněna na následujícím obrázku 3.

Tab. 2: Význam číselných kódů v poskytované vrstvě zrnitostních tříd skrze WPS službu a kódy potřebné pro užití v odtokově-erozním modelu SMODERP2D.

Kód rastr	Třída zrnitosti dle TKSP	Angl. verze zrnitosti dle USDA	Kód pro SMODERP2D
1	jíl	clay	CC
2	prachovitý jíl	silty clay	SIC
3	prachovitá jílovitá hlína	silty clay loam	SICL
4	jílovitá hlína	clay loam	CL
5	prach	silt	SI
6	prachovitá hlína	silt loam	SIL
7	písčitý jíl	sandy clay	SC
8	hlína	loam	LL
9	písčitá jílovitá hlína	sandy clay loam	SCL
10	písčitá hlína	sandy loam	SL
11	hlinitý písek	loamy sand	LS
12	písek	sand	SS
13	bez informace	nosoil	NO



Obr. 3: *Výřez zrnitostních tříd na povodí Býkovického potoka získaný WPS službou pudy-zrn-tridy ze serveru rain.fsv.cvut.cz po převedení na polygony a přiřazení textových kódů pro použití v modelu SMODERP2D.*

Závěr

Půdní vlastnosti jsou jedním z klíčových faktorů ovlivňující odtokovou odezvu na extrémní srážkové události v malých povodích a na elementárních zdrojových plochách, za které lze považovat i jednotlivé půdní bloky. Tento příspěvek má za cíl seznámit odbornou veřejnost se současným stavem poznání a dostupností podkladů v oblasti klíčových fyzikálních a hydropedologických vlastností půd.

Charakteristiky půdních vzorků z průzkumných sond jsou typicky bodovou hodnotou, která nikdy nebude k dispozici v podrobném prostorovém rozlišení v měřítku velkých územních celků. Využití vnějších zástupných znaků a metod digitálního mapování je tak možnou cestou pro stanovení plošně proměnlivých půdních charakteristik i v neprozkoumaných lokalitách.

V příspěvku byly prezentovány vybrané produkty digitálního mapování půd na území ČR. Spojité mapy zrnitostí představují první podstatný krok k rozšíření fyzikálně založených modelů do návrhové praxe, a tedy zpřesnění projektovaných opatření. Mapa hydrologických skupin půd je oproti tomu zavedeným datovým podkladem pro hydrologické výpočty, ovšem oproti dříve publikovaným podkladům se více přibližuje původní metodice USDA. Srovnání s existujícími mapami HSP a verifikace na pozorovaných srážko-odtokových událostech spadá mimo rozsah tohoto příspěvku a bude předmětem dalších aktivit autorského týmu. Podstatným přínosem nejen pro projektanty je pak snadný způsob opatření nabízených mapových produktů skrze webové služby.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu TJ02000234 – Fyzikální a hydropedologické vlastnosti půd ČR a QK 1810341 – Vytvoření národní databáze parametrů matematického simulačního modelu Erosion 3D a jeho standardizace pro rutinní využití v podmínkách ČR.

Reference

[1] Kavka, P., Müller, M., Strouhal, L., Kašpar, M., Bližňák, V., Landa, M., Weyskrabová, L., Pavel M., & Dostál, T. (2018). Krátkodobé srážky pro hydrologické modelování a navrhování drobných vodohospodářských staveb v krajině. ČVUT v Praze. http://rain.fsv.cvut.cz

[2] Janeček, M., Dostál, T., Kozlovsky-Dufková, J., Dumbrovský, M., Hůla, J., Kadlec, V., & Konečná, J. (2012). *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. (K. Jacko & J. Váška, Eds.). ČZU FŽP.

[3] USDA NRSC. (2004). *National Engeneering Handbook, chapter 10. Part 630 Hydrology.*

[4] Janderková, J. et al. (2000). *Systém komplexního hodnocení půd.* Brno: AOPK ČR, p. 96.

[5] Macků, J. (2012). *Metodika tvorby Syntetické mapy hydrologických skupin půd lesních ekosystémů*. Průběžná zpráva projektu VG20122015092 – Erozní smyv – zvýšené riziko ohrožení obyvatel a jakosti vody v souvislosti s očekávanou změnou klimatu. Archiv řešitele ČVUT

[6] Macků, J. (2012). *Problematika stanovení hydrologických skupin půd v lesích*. In: Krajinné inženýrství 2012. Praha: Ministerstvo zemědělství, pp. 15–22.

[7] Vopravil, J., Khel, T., Heřmanovská, D., Holubík, O., Huislová (2018): Mapové vymezení infiltračních schopností a propustnosti zemědělských a nezemědělských půd ČR s celorepublikovou územní kategorizací. VÚMOP, v.v.i. Osvědčení č. 8/14130-MZe-2018.

[8] Vopravil, Jan et al. Optimalizace využívání zemědělské půdy z pohledu podpory infiltrace a retence vody s dopady na predikci sucha a povodní v podmínkách České republiky. Závěrečná redakčně upravená roční zpráva za čtvrtý rok řešení projektu QJ152026. Praha: VÚMOP, v.v.i., 2018, 60 s.

[9] USDA NRSC. (2009). *National Engeneering Handbook, chapter 7. Part 630 Hydrology*.

[10] Žížala, Daniel, Robert Minařík, Anna Juřicová, Tereza Zádorová, Hana Beitlerová, and Vít Penížek. 2020. „Soubor Detailních Map Půdních Vlastností ČR – Zemědělské půdy." Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i.

[11] Žížala, D., Minařík, R., Vašát, R., Skála, J., Juřicová, A., Tereza, Z., Penížek, V., & Beitlerová, H. (2020). *Tvorba půdních map pedometrickými metodami* (D. Žížala (ed.); 1. vyd.). Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy v.v.i.]

[12] McBratney, A. B., M. L. Mendonça Santos, and B. Minasny. 2003. On Digital Soil Mapping. Geoderma. Vol. 117. https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00223-4.

[13] Hengl, Tomislav, Madlene Nussbaum, Marvin N. Wright, Gerard B.M. Heuvelink, and Benedikt Gräler. 2018. "Random Forest as a Generic Framework for Predictive Modeling of Spatial and Spatio-Temporal Variables." PeerJ 2018 (8). https://doi.org/10.7717/peerj.5518.

[14] Němeček, J., Rohošková, M., Macků, J., Vokoun, J., Vavříček, D., & Novák, P. (2011). *Taxonomický klasifikační systém České Republiky* (2nd ed.). ČZU v Praze.

[15] Beitlerová, H., Minařík, R., Juřicová, A., Devátý, J., Kapička, J., & Žížala, D. (2019). *Zrnitostní složení půdy v klasifikačním systému USDA , okresy Mělník, Mladá Boleslav, Česká Lípa a Příbram*. Mapa Se Specializovaným Obsahem, Projekt MZe NAZV QK1810341, 1–35.

[16] Shirazi, M. A., & Boersma, L. (1984). *A unifying quantitative analysis of soil texture*. Soil Science Society of America Journal, 48(1), 142–147. https://doi.org/10.2136/sssaj 1984.03615995004800010026x

[17] Wösten, J. H. M., Lilly, A., Nemes, A., & Le Bas, C. (1998). *Using existing soil data to derive hydraulic parameters for simulation models in environmental studies and in land use planning*. ■

Podpora rozvoje zelené a modré infrastruktury opatřeními pozemkových úprav

Doc. Ing. Jana Podhrázská, Ph.D.,[1,2] Ing. Jan Szturc, Ph.D.[1], Ing. Josef kučera [2]

[1] Mendelova Univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno
[2] Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Úvod

V České republice je pojem zelená infrastruktura popř. modro-zelená infrastruktura dosud chápán víceméně jako síť prvků budovaných nejčastěji ve městech pro řešení urbanistických a klimatických problémů spadající pod urbánní ekologii. Z hlediska definice Evropské unie je však možné (a žádoucí) tuto koncepci uplatňovat i mimo urbanizovaná území prostřednictvím plánování krajinných území. Nástrojem plánování a realizace zelené a modré infrastruktury jsou koncepční a realizační dokumentace, v lokálním měřítku územní plány obcí a pozemkové úpravy. Opatřeními pozemkových úprav dochází k realizaci plánovacích dokumentací. Zejména v plánu společných zařízení je žádoucí reflektovat limity a potřeby území, na základě úzké spolupráce se zainteresovanými subjekty lze navrhovat prvky stabilizující ekosystémy území. Článek je věnován obecně principům a úloze zelené infrastruktury, s uvedením příkladu v pozemkové úpravě.

Vymezení pojmu

Zelená infrastruktura (ZI) představuje všechny přírodní a polopřirozené krajinné prvky, které mohou vest ke zlepšení stavu životního prostředí a životní úrovně. Je to účinný nastroj, poskytující environmentální, ekonomické a sociální výhody. Je charakterizována minimalizací negativních antropogenních dopadů na životní prostředí v rámci udržitelného rozvoje území. V Evropě se pojem zelená infrastruktura vyskytuje od roku 2010, kdy Evropská komise začala jednat o novém konceptu ochrany přírody, tzv. „Green Infrastructure". Do té doby se Evropská komise soustředila především na územní ochranu prostřednictvím soustavy Natura 2000, a pouze okrajově na ochranu druhovou (John, H . et al. 2019). Definice zelené infrastruktury podle Evropské komise je velmi obecná:

„Strategicky plánovaná síť přírodních a polopřírodních oblastí s rozdílnými environmentálními prvky, jež byla navržena a pečuje se o ni s cílem poskytovat širokou škálu ekosystémových služeb. Zahrnuje zelené plochy (nebo modré plochy, jde-li o vodní ekosystémy) a jiné fyzické prvky v pevninských (včetně pobřežních) a mořských oblastech. Na pevnině se zelená infrastruktura může nacházet ve venkovských oblastech i v městském prostředí (Ecosystem services and Green Infrastructure – on line)

Zelená infrastruktura je tedy chápána jako nástroj ochrany přírody, který zavádí do problematiky relativně nové pojmy, jako jsou ekosystémové služby nebo přírodní kapitál. Cílem posilování zelené infrastruktury je pak zlepšit stav ekosystémů prostřednictvím ochrany krajiny a jejích ekologických vazeb.

Ve Spojených státech amerických je zelená infrastruktura prostřednictvím vládní agentury EPA vnímána zejména v souvislosti s udržitelnými přístupy k odvodnění urbanizovaných území. Zelená infrastruktura je zde definována jako rentabilní a pružný způsob hospodaření s dešťovou vodou, který přináší řadu environmentálních, sociálních a ekono-

mických výhod: Pojmem zelená infrastruktura se označují prvky, které spojují přírodní a zastavěné prostředí a zpříjemňují život ve městech. Jsou to například městské parky, stezky pro pěší, zelené střechy, zelené ulice a stromový porost ve městech. Na regionální úrovni zelená infrastruktura zahrnuje soustavu přírodních oblastí, příměstských parků, dálkových rekreačních stezek, obhospodařované (lesní a zemědělské) půdy a dalších prvků, které mají společně mnohostranný pozitivní vliv na zdraví a kvalitu života lidí a na dobrý stav ekosystémů“ (Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře – on line).

V roce 2013 byla Evropskou komisí přijata strategie pro Zelenou infrastrukturu jako klíčový dokument k dosažení cílů Evropské strategie pro biologickou rozmanitost. Strategie klade důraz především na využívání zelené infrastruktury na udržení a zlepšení ekosystémů. Samozřejmě i další cíle jsou důležité. Strategie poukazuje na nezbytnost ZI a snaží se prosadit tento prvek do standardního plánování využití krajiny a územního rozvoje. To vše pro lepší integritu využití krajiny, ekosystémů a zachování biodiverzity. Dále podporuje vytvoření transevropské sítě ZI (Trans-European GI Network), jako ekvivalent, k již stávající šedé infrastruktuře (Ecosystem services and Green Infrastructure – on line).

Novější je pojem Modrá infrastruktura. Zahrnuje hydrologickou síť území a v kombinaci se zelenou infrastrukturou tvoří takzvanou modro - zelenou infrastrukturu (MZI).

Koncepce a principy zelené (modro-zelené) infrastruktury

Koncept modro-zelené infrastruktury představuje environmentální infrastrukturu, která zahrnuje složku vegetace a hydrologické prvky. Zavedený pojem „zelená“ infrastruktura je doplněn pojmem „modrá“ za vzniku slovního spojení „modro-zelená“ infrastruktura (MZI), což lépe vystihuje vztah a závislost vegetace a vody. Vegetace bez vody nemůže existovat a plnit svou funkci a poskytovat benefity. Konkrétní opatření pak mohou nabývat řady podob, které mohou oscilovat od čistě „zelených“ (např. stromy) až po zcela „modré“ (např. vodní plochy). Z hlediska přínosů pro životní prostředí je však důležité tyto dvě složky v maximální možné míře kombinovat a vzájemně funkčně propojovat. Jednotlivá opatření navrhovaná v rámci MZI by tak měla být pokud možno multifunkční a přispívat k řešení více problémů najednou. Synergické působení vody a vegetace je zásadním aspektem modrozelené infrastruktury, která by měla být vždy něco více než pouhým součtem svých částí. Složky MZI, které zahrnují principy hydrologické, ekologické, urbánní a které kombinují modré a zelené plochy, vytvářejí dohromady interaktivní a multifunkční systémy. Tabulka 1 popisuje prvky Zelené infrastruktury a ukazuje, že tato koncepce je uplatnitelná na všech úrovních.

Tabulka 1: Prvky zelené infrastruktury a příklady – upraveno podle Mazza et al. (2011) ↓

Jádrové oblasti	Území s vysokou biologickou rozmanitostí, často chráněné (např. lokality Natura 2000), velké plochy stanovišť - zalesněná území, louky a vodní plochy
Revitalizované zóny	Nové plochy biotopů, vytvořené pro konkrétní druhy, ekosystémy obnovené pro poskytování služeb
Zóny udržitelného využití/ekosystémových služeb	Půda využívaná udržitelným způsobem pro ekonomické účely, která však zachovává četné ekosystémové služby, např. multifunkční lesnictví, zemědělské oblasti s vysokými přírodními hodnotami (High Natural Value - HNV)
Prvky městské a příměstské zeleně	Parky, zahrady, lesíky, zatravněné okraje, zelené střechy a stěny, udržitelné městské odvodňovací systémy (SUDS - Sustainable Urban Drainage Systems), školní hřiště, hřbitovy, pronajaté zahrádky, stromy v ulicích, rybníčky
Prvky přirozené konektivity	Ekologické koridory jako např. živé ploty, řeky, biopásy a kamenné zídky. Zahrnuje také místa výskytu „nášlapných kamenů“ pro umožnění pohybu organismů
Prvky umělé konektivity	Člověkem vytvořené prvky, které mají ulehčit pohyb organismů v krajině - ekodukty (zelené můstky nad koridory silnic), tunýlky pod přepravními koridory a rybí přechody v místech, kde jsou jejich přirozená migrace a pohyb omezovány novou zástavbou.

Zdroj: Příručka zelené infrastruktury. Koncepční a teoretické základy, termíny a definice. Česká zkrácená verze (2019)

Modrozelená infrastruktura je odpovědí na problémy spojené se změnou klimatu a urbanizací. V urbanizovaných územích je možné Modrozelenou infrastrukturu použít například pro snížení množství odtékající dešťové vody, která se dostává do kanalizační sítě a následně do jezer, řek a potoků. V takovém případě může k přínosům Modrozelené infrastruktury patřit i větší pohlcování uhlíku, lepší kvalita ovzduší, zmírnění efektu městských tepelných ostrovů a vytvoření dalšího stanoviště druhů či rekreační oblasti. Zelené plochy také propůjčují charakter místům v kulturní a historické krajině a spoluutvářejí vzhled městských a příměstských oblastí, kde lidé žijí a pracují. V otevřeném prostoru je princip plánování a realizace Modrozelené infrastruktury odpovědí na problematiku posilování přirozené retenční a absorpční schopnosti půdy a krajiny přírodě blízkými způsoby. Pojem infrastruktura odkazuje na funkce a služby, které modro-zelená infrastruktura společnosti přináší. Tento přístup dělá infrastrukturu opravdu novým a efektivním nástrojem, tj. vyčíslení ekosystémových služeb, a v tomto pojetí se tedy liší od pojmu Ekologické sítě krajiny. Jejich vznik sahá už do osmdesátých let minulého století, a tehdejší Československo bylo významným pionýrem. Stejně tak i v mnoha jiných státech vznikly jejich národní ekvivalenty ekologických sítí. V devadesátých letech a stejně tak i na počátku tohoto století existovalo více evropských aktivit, snažících se tyto přístupy propojit do kontinentální sítě. Jedním z nejvýznamnějších byla PEEN – Pan-European Ecological Network. V té době u nás vznikla teorie Územního systému ekologické stability, zakotvená do legislativy jako právní nástroj v roce 1992.

Pozemkové úpravy a zelená (modro-zelená) infrastruktura

Územní systémy ekologické stability jsou významnou složkou plánovacích a realizačních dokumentací v krajinném a územním plánování a pozemkových úpravách (AOPK –on line). Uplatňují přitom některé principy infrastruktury: multifunkčnost, spojitost, obyvatelnost, resilience, identita. Mů-

žeme je tedy uvést jako podsložku modrozelené infrastruktury, ale nelze zaměňovat jejich pojmy.

Stávající územní plány často končí na hranici dané obce. Za účelem zlepšování prostupnosti krajiny a vytváření nadregionálních sítí biotopů, musí být síť MZI plánována i posuzována nezávisle na administrativních hranicích. K tomu mohou sloužit studie širších územních vazeb, jako podklad pro realizaci prvků MZI prostřednictvím pozemkových úprav.

Využití přístupů k MZI v pozemkových úpravách může zlepšit efektivnost využívání přírodních zdrojů. Příkladem je využití prvků MZI v krajině k udržení úrodnosti půdy snižováním ztrát půdy vysycháním a větrnou i vodní erozí. Prvky MZI, jako jsou stromořadí, větrolamy, biokoridory a biocentra, doprovodná vegetace vodních toků a ploch, různé interakční prvky atd. napomáhají v zemědělské krajině posílení biodiverzity a poskytují stanoviště přírodním predátorům zemědělských škůdců (Stehnová,2017). Porosty mají velmi důležitou funkci, a to je vliv na mikroklima a koloběh vody. (Středová, 2011; Soutjesdik, 2014)). Může to být zapříčiněno např. zadržováním srážkové vody v půdě (půdní mikroklima) a následným vypařováním a transpirací do ovzduší nebo přeměnou sluneční energie pomocí evapotranspirace a tím eliminace přehřívání zemského povrchu. Vliv porostů na mikroklima můžeme vyjádřit např. pomocí Bowenova poměru, který udává poměr energie slunečního záření spotřebované na výpar a energie přeměněné na pocitové teplo.

Tab. 2 Hodnoty Bowenova poměru dle Ryszkowského

Druh půdního pokryvu	voda	les	louka	řepka	řepa	pšenice	holá půda
Průměrný Bowenův poměr za vegetační období	0,08	0,08	0,17	0,28	0,36	0,45	0,75

(Zdroj: Šachl, 2013)

Díky transpiraci rostlin je teplota na porostu vegetace nižší než ve srovnání s holou půdou o stejné odrazivosti. Teplota vzduchu v porostu závisí na jeho výšce, druhu dřevin, zápoji, ročním období atd. Díky korunám uvnitř vznikají jiné světelné a teplotní podmínky. Nejvyšší teplota bývá pod povrchem korun a směrem k půdě se snižuje. Různá výšková struktura vegetace zajišťuje lepší mikroklimatické podmínky. Uvnitř porostu bývá větší obsah vodní páry. Vzduch nemá jak proniknout dovnitř a omezuje se tak promíchávání suchého vzduchu z okolí a vlhčího uvnitř.

Mikroklima je tedy možno ovlivňovat budováním různých vegetačních krajinných prvků. Do určité míry lze také snížit negativní dopady klimatické změny, zejména díky zvýšené vlhkosti a snížené teplotě uvnitř a v bezprostředním okolí trvalé vegetace.

Modrozelená infrastruktura je dále významnou součástí udržování a vytváření vodních zdrojů prostřednictvím realizace vodních ploch, (malé vodní nádrže, mokřady, revitalizace a úpravy zatrubněných toků…). Dále se podílí na zvyšování hladiny podzemních vod díky zachycování srážek a zpomalení jejich povrchového odtoku (příkopy, průlehy, zasakovací pásy, meze, suché nádrže a další akumulační a retenční prvky v krajině).

Z praxe pozemkových úprav, prováděných novodobě v ČR od devadesátých let minulého století je zřejmé, že jen malá část projektů plánů společných zařízení byla realizována v plném rozsahu a jiné plány společných zařízení neobsahovaly komplexní řešení, zahrnující potřebné prvky MZI k posílení konektivity prostředí. Důvody mohou být různé a nemusí záviset jen od erudovanosti projektantů. Přesto je nutné ocenit přínosy pozemkových úprav v rozvoji prvků Modrozelené infrastruktury. Dokladem jsou tomu mnohé realizace prvků společných zařízení, sloužících ke zlepšení vodohospodářských a půdních poměrů, k lepší prostupnosti krajiny a zvýšení její biodiverzity, oceněné v každoroční soutěži Státního pozemkového úřadu „Žít krajinou“.

Úspěšná realizace prvků zelené i modré infrastruktury v pozemkových úpravách závisí na podpoře široké škály zainteresovaných stran. Těmi jsou plánovači, investoři, obce a rovněž tvůrci politik a rozhodnutí, z nichž mnozí nemusí být se systémem koncepce krajinných a ekosystémových služeb vůbec obeznámeni.

Plánování MZI v praxi

Na následujícím příkladu pozemkové úpravy je předveden komplexní přístup k plánování a realizaci prvků zelené a modré infrastruktury prostřednictvím plánu společných zařízení, se zohledněním širších územních vazeb. V tomto případě se na rozvoji území obce aktivně podílí zastupitelstvo, které má velký zájem o realizaci prvků, které přispějí k zlepšení ekologické stability krajiny, k zlepšení kvality života obyvatel, efektivnějšímu hospodaření s přírodními zdroji (půda, voda) i k zatraktivnění místního prostředí.

Komplexní pozemková úprava v k.ú. Moravský Žižkov byla zahájena v roce 2017 na hlavní popud obce. Obec Moravský Žižkov leží v severní části břeclavského okresu. Na severu a severozápadě sousedí s Velkými Bílovicemi, na východě s Prušánkami v okrese Hodonín, na jihozápadě s Ladnou, na jihu s Břeclaví, na jihovýchodě s Hruškami. Na jihu se hranice žižkovského katastru velmi blíží výběžkům katastrů Tvrdonic a Kostic.

Vesnice leží v mělkém údolí na pravém břehu Prušáneckého potoka, ve výši 190 m.n.m., severně od Dyjskosvrateckého a severozápadně od Dolnomoravského úvalu. Nachází se v intenzivně zemědělsky obhospodařované oblasti v poměrně fádním rovinatém terénu. Hydrologickou síť území tvoří Žižkovský rybník, napájený z toku Prušánka a dále na jihu Žižkovský potok a několik menších rybníků. Severozápadní část území pokrývají vinice, na jihovýchodě jsou velké bloky orné půdy. Otevřený prostor s minimem fragmentačních prvků a výsušné lehké půdy dávají předpoklad vzniku procesů větrné eroze, je zde nízká prostupnost krajiny a slabá biodiverzita.

Obr.1 *Žižkovský rybník – stávající LBC1*
(obrázek umístěn na str. 12)

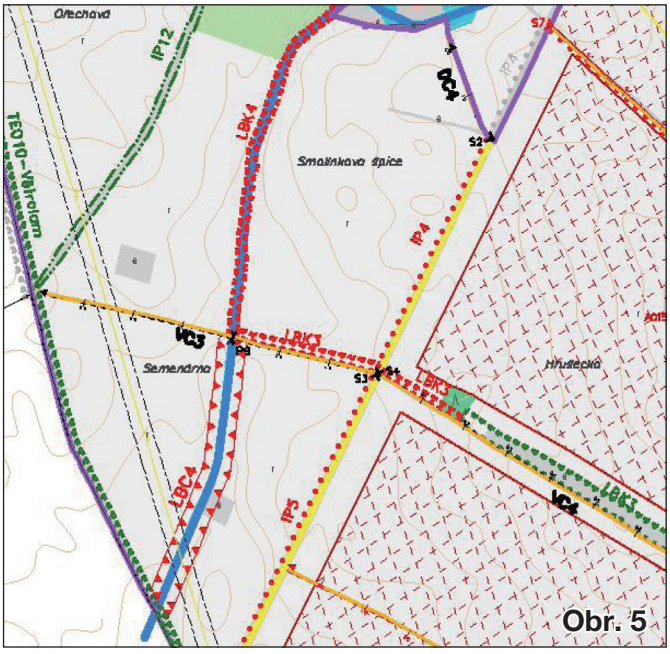
V rámci plánu společných zařízení (PSZ) byl navržen komplexní systém opatření jako prvků systému Zelené infrastruktury (větrolamy, ÚSES). Celé řešené území je silně ohroženo větrnou erozí, proto byl největší důraz kladen na správné vymezení prvků zabraňujících tomuto degradačnímu procesu. Plán společných zařízení nově vymezil 9 větrolamů, které navážou na již stávající zeleň v sousedním katastrálním území (obr. 1–3), dále přepracoval umístění lokálních prvků ÚSES, tak aby koncepčně odpovídaly předepsaným normám.

V rámci řešení ÚSES bylo nově navrženo lokální biocentrum podél Žižkovského potoka (zamokřené řady), které podpoří ekostabilizační funkci vodního toku a bude v podobě travnatého pásu sloužit jako součást nivy. Celkově byly navrženy 3 lokální biocentra, 4 lokální biokoridory a 4 interakční prvky (Obr. 4–6). →

Obr.1 *Žižkovský rybník – stávající LBC1*

Obr. 2 *Stávající liniový prvek s částečnou funkcí ochrany proti větrné erozi IP 123*

Obr. 3 *Biokoridor a biocentrum, vysázené v roce 2016 z iniciativy obce*

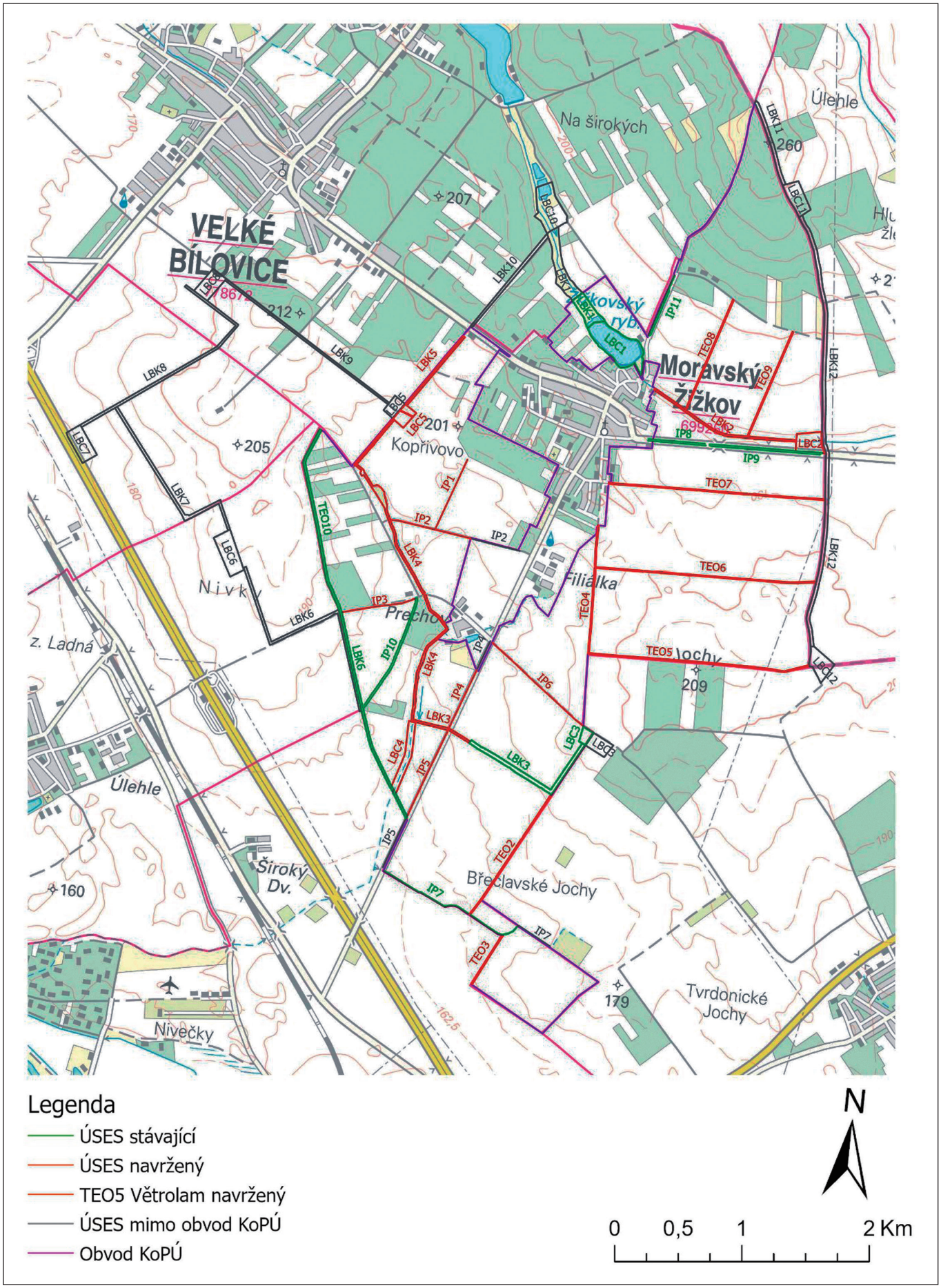


Obr. 5

Obr. 6

Obr. 5. *Nově vymezený biokoridor a biocentrum (LBK4, LBC4) navazující na stávající větrolam, v sousedním k.ú navazuje další větrolam (TE 010)*

Obr. 6. *Nově navržené větrolamy, navazující na stávající prvky v sousedním území*



Obr. 4 *Plán společných zařízení organicky spojuje stávající a navržené prvky modré a zelené infrastruktury (větrolamy, USES, vodní plochy) s přesahem do sousedních k.ú.* →

Celá koncepce plánu společných zařízení zohledňuje umístění jeho prvků v souladu s principy zachování a zlepšení funkčnosti stávajících ekosystémů nebo jejich částí spolu s doplněním potřebných nových prvků zelené infrastruktury, s přesahem řešeného katastrálního území. Dojde také k zlepšení ekologického, estetického i sociálně psychologického vnímání této krajiny obyvateli obce i návštěvníky území. Všechny benefity prvků zelené a modré struktury nejsou, ani nemohou být v rámci pozemkové úpravy exaktně vyčísleny, není to ani jejím cílem. Pro zdůraznění a posílení jejich významu by však bylo přínosné zavádět do plánovacích dokumentací mechanismy vyčíslení hodnoty ekosystémových služeb jako přírodního kapitálu. Ozřejmila by se tím návratnost investicí, často velmi finančně náročných.

Závěr

Krajinu a zelené prostory je tedy třeba plánovat s vědomím jejich multifunkčnosti. Je nutné vzít v úvahu místní potřeby a zvážit, jak mohou být v prostoru či v krajině co nejlépe zajištěny pomocí prvků MZI. Dobře naplánované a multifunkční prvky zeleně a krajinné segmenty mohou pomoci splnit cíle několika sektorů i poskytovatelů a pomoci s řešením místních problémů, jako je zmírnění důsledků klimatické změny, přístup k zeleným prostorám, sanace kontaminované, opuštěné či zanedbané půdy (Lubová, 2019). Zapojení různých sektorů i meziodvětvová spolupráce může umožnit přístup k více zdrojům financování, čímž se sníží finanční zatížení jediného sektoru či jediného poskytovatele. Ekosystémové služby poskytované zelenou infrastrukturou přinášejí zdravější životní prostředí a fyzickou/psychickou pohodu a umožňují lidem tyto fyzické a psychologické benefity sdílet (forum ochrany přírody –on line). Zdravé životní prostředí může rovněž přispívat ke zlepšení socio-ekonomického statusu těchto obyvatel.

Poděkování:

příspěvek byl zpracován za podpory projektu NAZV QK 1710197 a Institucionální podpory MZe RO0218.

Použitá literatura:

1. JOHN, H., MARRS, C., NEUBERT, M. (vyd., 2019). Handbuch Grüne Infrastruktur – Konzeptioneller und theoretischer Hintergrund, Begriffe und Definitionen, deutsche Kurzfassung. Projekt Interreg Central Europe MaGICLandscapes. Výstup projektu O.T1.1, Drážďany. S příspěvky od: M. Erlebach, H. John, P. Pokorná, I. Lasala, T. Slach, H. Skokanová. K dispozici online: https://www.interregcentral.eu/Content.Node/MaGICLandscapes.html#Outputs
2. Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře. Olomoucké stavební standardy k integraci modrozelené infrastruktury. Dostupné z: https://www.olomouc.eu/administrace/repository/gallery/articles/23_/23422/hdv_cesta_k_mzi.cs.pdf
3. LUBOVÁ M. *Zelená infraštruktúra, benefity a ekosystémové služby mestskej zelene*. MENDELU Brno 2019.
4. STEHNOVÁ E. Aleje a jejich role v krajině – stav a perspektivy. MENDELU Brno 2017
5. STOUTJESDIJK a BARKMAN. Microclimate, vegetation and fauna. Netherlands: KNNV, 2014. ISBN 978-90-5011-545-2.
6. STŘEDOVÁ, Hana. Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostů. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2011. ISBN 978-80-86690-90-2.
7. ŠACHL, Jiří. Analýza mikroklimatu různě obhospodařovaných ploch. Hůrky, 2013. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, zemědělská fakulta, katedra krajinného managementu. Vedoucí práce Ing. Jakub Brom, Ph.D.
8. ÚSES. *AOPK ČR* [online]. Copyright © 2020 [cit. 16. 04. 2020]. Dostupné z: http://www.ochranaprirody.cz/obecna-ochrana-prirody-a-krajiny/uses/
9. Forum ochrany přírody: http://www.forumochranyprirody.cz/co-vsechno-dokaze-zelena-infrastruktura-podpora-ekosystemu-lidskeho-zdravi
   https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm.

Vodní nádrž Křižany, okres Liberec, realizace 2019

Analýza mestskej štruktúry prvkami modro-zelenej infraštruktúry v krajských mestách Slovenska

Ing. Timea Petrová, Ing. Martina Majorošová, Ph.D.

Článek byl recenzován

Slovenská technická univerzita, Katedra vodného hospodárstva krajiny, Krajinárstvo a krajinné plánovanie, Radlinského 11, 810 05, Bratislava, timea.petrova@stuba.sk

Kľúčové slová:

modro-zelená infraštruktúra, mestské plánovanie, adaptačné opatrenia

Abstrakt

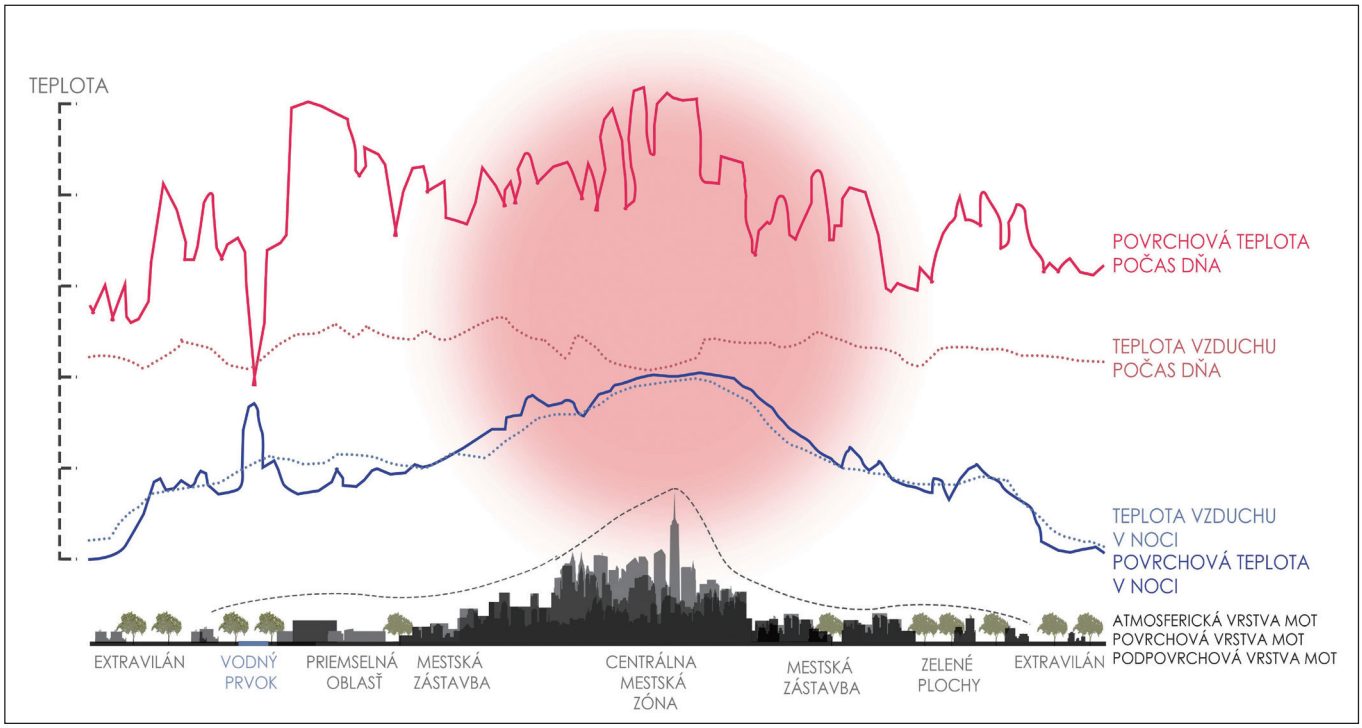
Mestské štruktúry výrazne ovplyvňujú svojim vznikom prírodné procesy, čo má za následok zvýšený prejav klimatických zmien a extrémnych poveternostných podmienok. Počiatočné prejavy klimatických zmien pozorovateľné v urbanizovanom prostredí a vo voľnej krajine podporili vznik adaptačných opatrení v reakcii na zmenu klímy. Klimatická zmena je v neustálom procese svojho rozvoja, avšak realizáciou vhodných opatrení je možná čiastočná mitigácia a strategická adaptácia sídiel na predpokladaný vývoj. Redukciu negatívnych mikroklimatických prejavov mestského prostredia je možné dosiahnuť podporou systému zelenej a modrej infraštruktúry. V prípade Slovenských mestských centier je možné zhodnotiť rôznorodé zastúpenie modro-zelenej infraštruktúry. Tento výskum bol zameraný na analýzu a porovnanie elementov, zabezpečujúcich ekologickú a mikroklimatickú stabilitu mestských štruktúr. Analýza bola uskutočnená na slovenských mestách, v ktorých mestskému centru prislúcha najmenej 1500 obyvateľov na 1 km^2 a celkový počet obyvateľov v danom meste presahuje 50 000.

Úvod

Pri vyváženom plánovaní mestských štruktúr zohrával dôležitú úlohu pomer kultúrnej a prirodzenej zložky. Propagácia krajiny v rámci nášho spoločenského povedomia je kľúčovým ukazovateľom kvality života. Dostatočná konektivita ekosystémových prvkov spolu s obnovou krajiny extravilánu, by mali byť základmi rozvoja povedomia [1]. Počas 20 a 21. storočia sa v našich podmienkach prírodná zložka zavádzala do územného plánovania miest najmä pre interakciu sociálnej a ekonomickej funkcie. V Európskej mierke sa kladie dôraz aj na ekosystémové služby spojené s vegetačnou zložkou (zelenou infraštruktúrou) a prepojenosťou na vodné zdroje [2]. Neustály proces urbanizácie narušil a znížil podiel prírodných zložiek v mestských oblastiach na minimum. Výsledkom je nedostatočný výskyt biologicky hodnotných plôch mestskej zelene, čo prispieva k zvýšeniu ich významu aj pre mestské obyvateľstvo. Zeleň sa postupne stáva rozhodujúcim faktorom pri podpore vysokej kvality života [3].

Súčasný stav riešenej problematiky

Vplyv klimatických zmien a rizík spojených s mestskými štruktúrami ako sucho, bleskové povodne a strata biodiverzity sú priamoúmerné ich veľkosti. Pôvod vzniku mestských ostrovov tepla (z angl. *´urban heat islands – UHI´*) sa viaže na prekrytie pôdy (z angl. ´soil sealing´) [4]. Zvýšenú teplotu urbanizovaného prostredia ovplyvňujú termické vlastnosti použitých povrchov a hodnota albeda. V porovnaní s voľnou krajinou, u povrchov v urbanizovanej krajine dochádza k zachytávaniu krátko a dlhovlnného žiarenia a k akumulácii tepla, ktoré je znásobené akumuláciou tepla konštrukčnými materiálmi [5]. Problematika efektu mestských ostrovov tepla je rozdielna. Na území Slovenska - Bratislavy, sa výskytu mestských ostrovov tepla začalo intenzívnejšie venovať už v roku 2015. Najvyššie namerané teplotné rozdiely vtedy dosahovali do 10 °C [6].



Obr. č. 1: *Výskyt povrchového MOT (Timea Petrová, 2020; zdroj údajov: Voogt & Oke, 2003)*

Redukciu negatívnych mikroklimatických vlastností mestského prostredia zmierňujú prvky evapotranspiračného chladenia (vodné prvky, vegetácia, povrchy s väčšou hodnotou albeda v horizontálnej rovine) a rozmiestnenie systému zástavby. Pri dostatku významných plôch zelene na území urbánnej štruktúry, predovšetkým vzrastlej vegetácie v mierke parkov, lesoparkov alebo lesných spoločenstiev v blízkosti miest je zaznamenané výrazné zvýšenie ekologickej stability a ponuky ekosystémových služieb. Na príklade analýzy zmien zelenej infraštruktúry mesta Taipei boli komplexným zhodnotením dokázané zníženie negatívnych vplyvov urbánnej štruktúry. Zaznamenaný mikroklimatický dopad bol výrazný, čo potvrdzoval výskyt miestnych ostrov chladného vzduch, celkové zlepšenie kvality vzduchu a typ zrážok [8]. Prostredníctvom snímkovania, terénnych meraní a modelov sa výskumy jednotne zhodujú vo význame vegetácie ako významného prvku evapotranspiračného chladenia. Najvýraznejší vplyv majú dreviny, ktoré okrem zatienenia korunou zvyšujú hodnotu vzdušnej vlhkosti. Zatienením listnatými drevinami s hustým olistením sa dosahuje zníženie teploty až do 5 °C [9]. Okrem znižovania výskytu mestských ostrovov tepla v sídelnej štruktúre, vegetačné prvky znižujú koncentráciu pevných častíc PM2,5 a PM10 v ovzduší. Dreviny a najmä stálozelené druhy dokážu prachové častice[10], [11] a prchavé organické zlúčeniny [12] zachytávať a znižovať výskyt v okolitom prostredí ovzdušia, v pôde a v prostredí interiérov. Pri pokusoch redukcie prachových častíc vplyvom druhov rodu Cupressaceae bol zistený pokles častíc PM2,5 o 20% v najefektívnejšej filtračnej schopnosti do 2 metrov od výšky koruny [13].

Medzi najzásadnejší negatívny faktor ovplyvňujúci rast a potenciál vegetácie možno zaradiť zvýšené teploty v mestách v spojení so zníženou vlhkosťou vzduchu. Toto spojenie má zásadný vplyv na proces transpirácie. Dĺžka obdobia kritickej potreby vlhkosti sa zvyšuje nielen v lete, ale aj v zime. Hodnota potencionálnej evapotranspirácie sa po roku 1950 výrazne zvýšila (o takmer 16%) na celom území Slovenska, pričom tento trend sa bude s narastajúcou teplotou zvyšovať. Pre elimináciu zrážkového deficitu by bol potrebný nárast o 100 až 150 mm zrážok [14]. Meteorologické záznamy z územia Slovenska z posledných rokov poukazujú na úbytok zrážok oproti dlhoročným priemerom. Zníženie množstva zrážok sa odráža na kvalite vegetácie v urbánnej krajine. Početnosť dlhých období bez dažďa – deficit vlahy spôsobuje u vegetácie letnú alebo zimnú dormanciu. Ďalším problematickým prejavom klimatických zmien je zvýšená teplota pôdy, ktorá má výrazný vplyv na pôdno -vlhkostný režim, mineralizačné a dekompozičné pôdne procesy. Teplota pôdy závisí na meteorologických podmienkach, intenzite žiarenia, výskyte a typu zrážok. Koreňová a pôdna respirácia je závislá na pôdnej vlhkosti a teplote. Na území Slovenska je pozorovaný nárast teploty pôdy, ktorý v roku 2009 predstavoval +1,4 °C až + 2 °C [15].

V súčasnom plánovaní mestskej štruktúry sa kladie dôraz na prepojenie zelených plôch miest, avšak plánovací potenciál je v kontraste s limitami a obmedzeniami mestských celkov. Hegemónia zástavby a prekrytia pôdy v urbanizačných centrách vyúsťuje do negatívnych mikroklimatických javov. Cieľom moderného mestského plánovania je dosiahnutie odolnosti prostredia a maximálna adaptabilita na nepriaznivé podmienky spojené s výskytom prejavov klimatických zmien. Mestská krajina reprezentuje radikálny zásah do prírodných krajinných zložiek a často oblasti značne degraduje. Nevhodným krajinným plánovaním sú znásobované dôsledky prekrytia pôdy s výslednou implikáciou disfunkčnej modro-zelenej infraštruktúry. Obnova mestských ekosystémov a plánovanie zelenej infraštruktúry je potrebným krokom mitigácie negatívnych vlastností urbánneho prostredia [16]. Koncepcia sídelného priestoru ako pórovitej, prepojenej štruktúry integrujúcej krajinnú zložku do architektonickej umožňuje rôzne programové využitie [17]. Úspešné a fungujúce urbanistické celky majú spoločné prepojenie externej krajiny s krajinou intravilánu. Verejný priestor je možnosťou a súčasťou stratégie zahŕňajúcej architektúru, krajinu a mestský dizajn. Možno ho označiť za dostupnú formou eliminácie ekosystémových problémov sídelných štruktúr.

Modro-zelená infraštruktúra mestského prostredia

Termín modro-zelenej infraštruktúry sa prvý krát objavil po roku 2000 [18], [19] a čoraz častejšie objavuje v zahraničnej literatúre ako prírode bližšie manažmentové riadenie povodňových rizík, prevažne bleskových povodní. V literatúre sa označenia prírode blízkych prístupov plánovania líšia. Ako príklady zo zahraničia možno uviezť princíp využívaný v Austrálii nazývaný *´Water-sensitive urban design´* (WSUD) [20], v Kanade a Spojených štátoch je využívaný princíp *´Low-impact development´* (LID) [21], v Anglicku sa označuje rovnako ´LID´ ale definície sa mierne odlišujú. V Škótsku a Anglicku je využívaný aj *´Sustainable Drainage Systems´* (SuDS)[22], ktorý využíva vodohospodárske procesy a postupy manažmentu zrážkových vôd. V Číne je využívaný stratégia ´Sponge cities´, tzv. ´špongiových miest´ ako reakcia na povodne hlavného mesta Bejing a megapol ako Wuhan, Shenzen, Tianjin, Ningo a Shangai v rokoch 2012 – 2016 [23].

Vo voľnej krajine nerozlišujeme medzi zelenou a modrou infraštruktúrou, pretože sa jedná o interkonexnú sieť prvkov krajiny vytvárajúcu prirodzené prostredie. Termín zelenej a modrej infraštruktúry sa spája s antropogénne pretvoreným prostredím, v ktorej sieť vzájomných vzťahov bola narušená a pristupuje sa k nim samostatne. Modrozelená infraštruktúra definuje strategicky plánované prvky prírodné (vegetáciu) a umelo vytvorené (antropogénne), ktorých kombináciou vzniká imitácia prirodzených odtokových charakteristík krajiny pred urbanizáciou, s podporou ekosystémových služieb. Komplex procesov zahŕňa hospodárenie s dažďovou vodou, podporu prirodzeného výparu, retenciu, zadržiavanie a vsakovanie, ktoré napodobňujú prirodzený odtokový režim charakteristický pre krajinu pred urbanizáciou a návrat vody do lokálneho kolobehu[24] with impacts on a range of natural and anthropogenic systems, including infrastructure (road washouts, damage to houses.

Komplexnosť vzťahov je v urbánnom prostredí narušená a snahou prepojenosti modro-zelenej infraštruktúry je prinavrátenie prirodzených vzťahov a autoregulačných mechanizmov do sídla. Dôležitým faktorom vstupujúcim do komplexity vzťahov modro-zelenej infraštruktúry je hospodárenie so zrážkovou vodou. Asimiláciou systému mestského prostredia modro-zelenej infraštruktúre je dôležitou súčasťou adaptačných opatrení miest. Každá zložka urbánnej krajiny môže byť prispôsobená systému hospodárenia so zrážkovou vodou (povrchy komunikácií, povrch striech budov, zeleň) [25].

Prvky vegetácie možno označiť za prvky ovplyvňujúce dynamickú rovnováhu atmosféry a pedosféry, podieľajúce sa na mitigácii teplotných extrémov, zvýšených hodnôt prachových častíc a zvyšujúce pôdnu diverzitu. S prihliadnutím na prejavy mikroklimatických a makroklimatických zmien klímy je potrebné navrhovať prvky modro-zelenej infraštruktúry do sídelných štruktúr ako komplex adaptačných opatrení.

Materiály a metódy

Analýza sa venovala dôležitým elementom pri hodnotení ekologickej stability mestských štruktúr a vyhodnoteniu problémových oblastí. Medzi skúmané lokality boli zarade-

né mestské centrá na území Slovenska. Mestské centrá sú sídelné štruktúry pozostávajúce zo súvislých mriežkových buniek s rozlohou 1 km^2 s hustotou najmenej 1 500 obyvateľov na km^2 a minimálnym celkovým počtom obyvateľov 50 000. Medzi takéto mestské centrá sa na Slovensku zaraďujú mestá: Bratislava, Košice, Prešov, Žilina, Banská Bystrica, Trnava, Martin, Poprad (zoradené podľa zostupne podľa údajov sčítania obyvateľstva z roku 2020). Z území spadajúcich do kategórie mestských centier boli vybrané krajské mestá. Metropoly Bratislava a Košice neboli zaradené do analýzy, vzhľadom na rozmanitosť mestskej štruktúry jednotlivých mestských častí. Vybrané boli krajské mestá s porovnateľnými parametrami centrálnych mestských zón, avšak so špecifickými a prírodnými podmienkami.

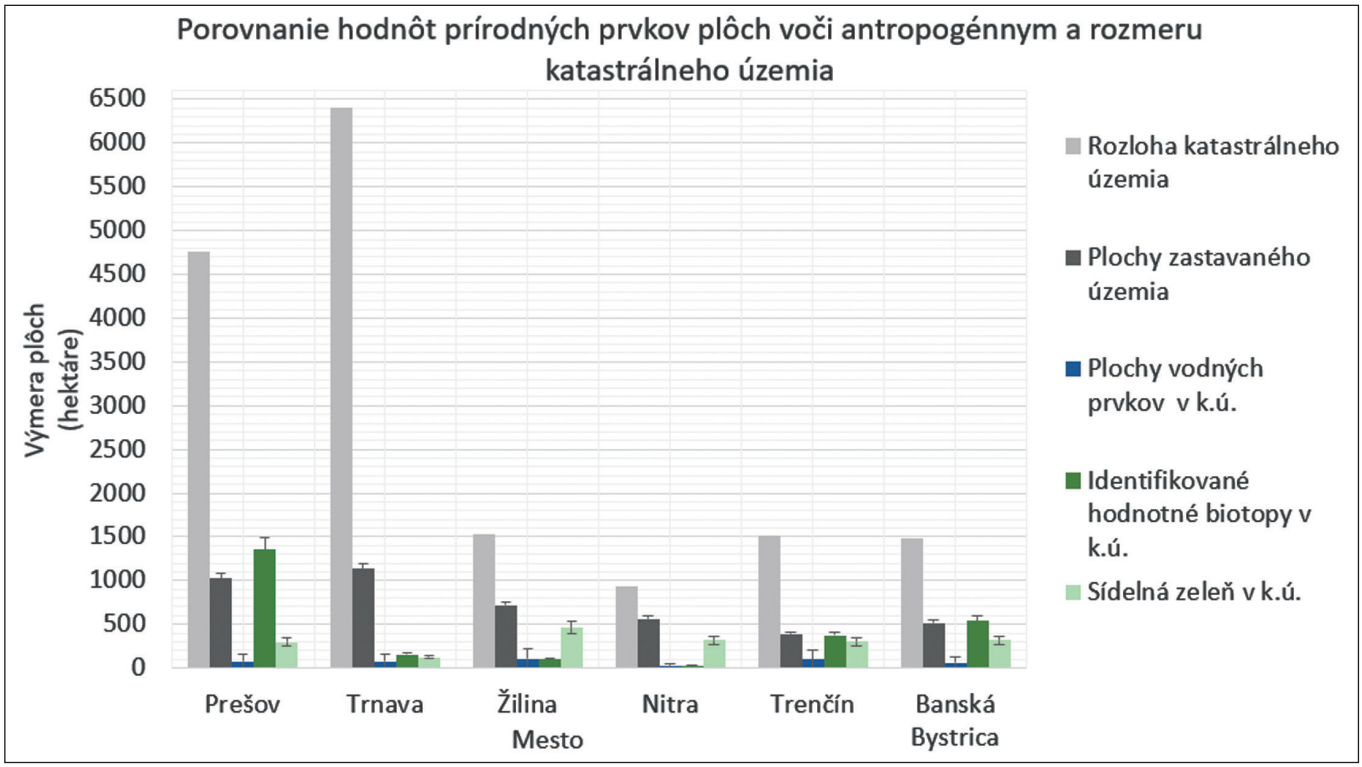
Pre vypracovanie boli použité údaje z územno-plánovacej dokumentácie, dokumentácie ekologickej stability (ÚSES), ktoré boli porovnané s ortofoto mozaikou z roku 2019. Mapové výstupy boli spracované s použitím podkladových mapových vstupov v programe QGIS© a v programe AUTOCAD©. V súčasnosti má každé krajské mesto vytvorený územný plán, na ktorý nadväzujú dokumentácie ekologickej stability a generel zelene, ktoré sa bližšie zameriavajú na zhodnotenie zelene v riešenom území.

Pre potreby základnej identifikácie potencionálneho ohrozenia negatívnych mikroklimatických vlastností súčasného stavu boli identifikované nasledujúce parametre katastrálnych území: rozloha k.ú. sídla, plocha zastavaného územia, identifikované hodnotné biotopy v k.ú., sídelná zeleň v k.ú, mestská drevinná vegetácia a plochy vodných prvkov v k.ú. Zastavanú plochu tvoria plošné ortogonálne priemety vonkajších obvodov pozemkov na ktorých sa nachádzajú pozemné a inžinierske stavby. Medzi identifikované hodnotné biotopy boli zaradené iba prvky systému zelene s ekostabilizačnou funkciou ako biokoridory (zelené kliny), lesné porasty (lesné parky, prímestské parky), biocentrá a významné interakčné prvky. Medzi mestskú drevinnú vegetáciu boli zaradené plošné a líniové prvky verejného priestranstva s nadpolovičným plošným zastúpením drevinných prvkov (mestské rekreačné plochy, mestské rekreačné lesy, verejné parky, vysoká drevinná zeleň, sprievodná zeleň vodných tokov, cintoríny a pohrebiská s prevahou vysokej drevinnej vegetácie, sprievodná zeleň komunikácií, hrádzí s izolačnou funkciou, areály a verejné záhrady s prevahou vysokej drevinnej vegetácie).

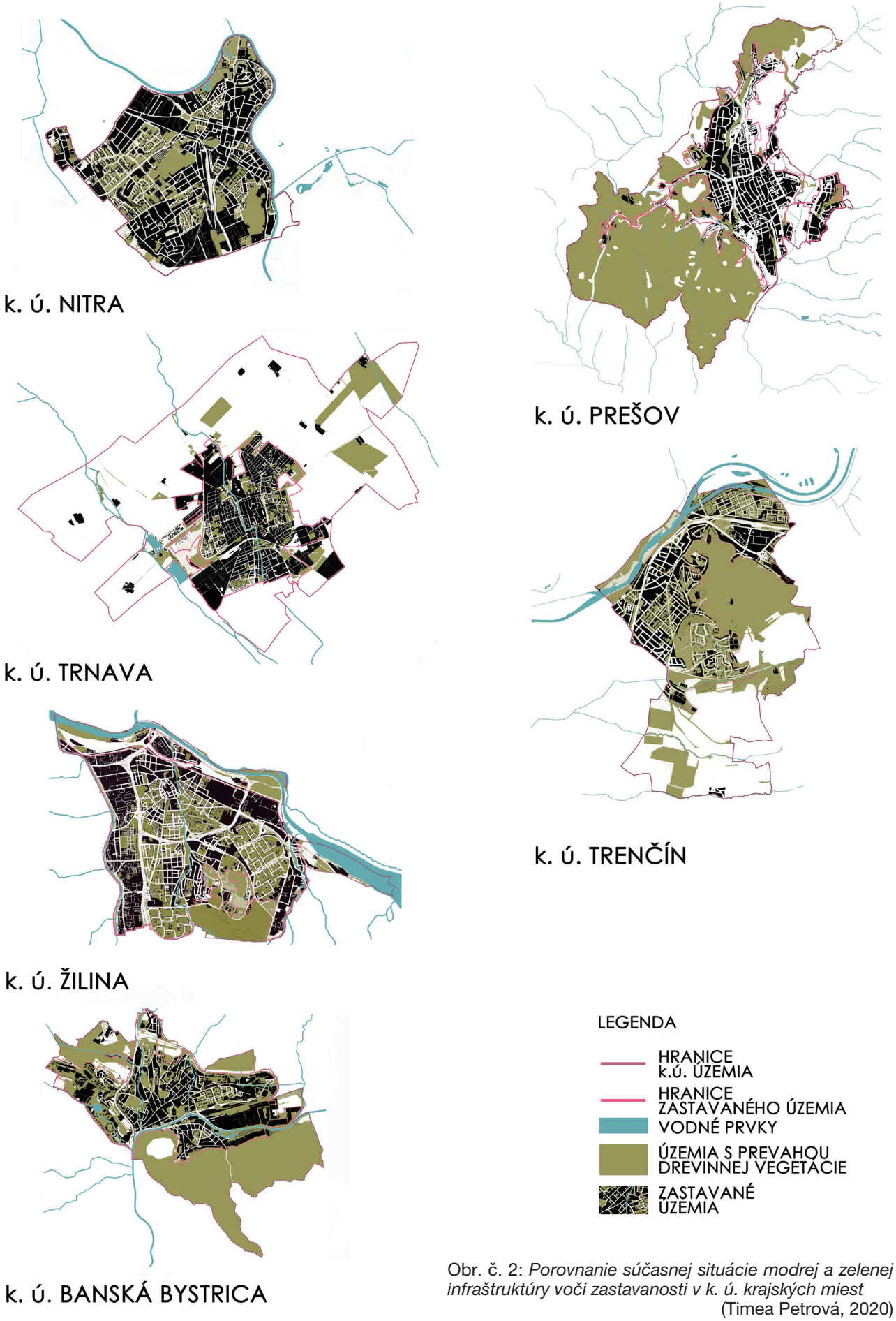
Výsledky

Výsledkom analytickej časti hodnotenia súčasného stavu prvkov modro-zelenej infraštruktúry Slovenských krajských miest sú špecifikácie podielu prírodných oblastí v mestskom prostredí a ekologicky významných oblastí k miere zastavanosti. Na základe analýz mestských štruktúr a prvkov vegetácie možno zhodnotiť, že v prevládajúcej väčšine prípadov riešených území, možno označiť vodné prvky so sprievodnou zeleňou za hlavnú zložku systému ekologickej stability v mestských štruktúrach.

Optimálne zastúpenie plôch mestskej zelene v katastrálnom území je 45% a viac. V katastrálnych územiach Trnava, Žilina, Nitra a Trenčín vyplýva nedostatočné plošné zastúpenie prírodných oblastí a ich konektivity. V pomere zastavaného územia katastrálnych území voči prítomnosti mestskej drevinnej vegetácie je možné zhodnotenie deficitu u miest Trnava, Prešov, Žilina a Banská Bystrica. Nedostatočná prítomnosť drevinných prvkov v centrálnych mestských zónach vedie k ekologickej nestabilite. Systém ekologickej stability v urbánnych oblastiach je založený na konektivite primárnych a sekundárnych centier a koridorov. V prípade centrálnych mestských území miest Trenčín, Banská Bystrica a Prešov je možné zhodnotiť nedostatočnosť konektivity avšak pozitívnym faktorom je priame napojenie na významné ekostabilizačné prvky ako sú biokoridory a biocentrá. V prípade mesta Žilina ide o dôležité územie lesoparku Chrasť. Mesto Prešov je západnou hranicou priamo ohraničené biokoridorom nadregionálneho významu Šarišská vrchovina. Juhovýchodnú hranicu územia mesta Banská Bystrica tvorí lesný park Urpín s priamym pokračovaním prímestských parkov Vartovka a Stará Kopa. Podobne ako u Banskej Bystrice, na mesto Trenčín je priamo napojená výšková dominanta mestského rekreačného lesa – Brezina.



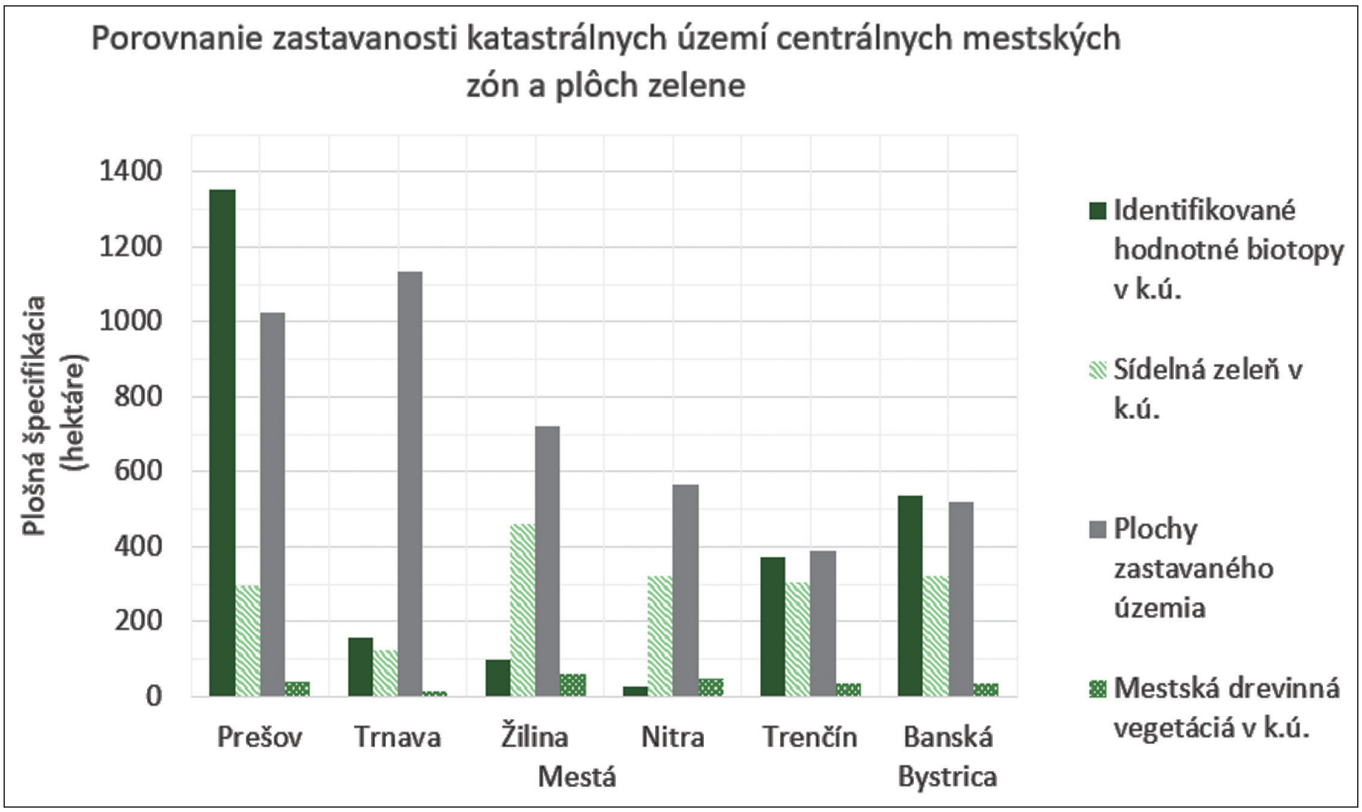
Graf č. 1: *Porovnanie hodnôt prírodných prvkov plôch voči antropogénnym a rozmeru katastrálneho územia* (Timea Petrová, 2020)



Obr. č. 2: *Porovnanie súčasnej situácie modrej a zelenej infraštruktúry voči zastavanosti v k. ú. krajských miest* (Timea Petrová, 2020)

Mesto	Počet obyvateľov	Rozloha katastrálneho územia	Plochy zastavaného územia v k.ú.	Identifikované hodnotné biotopy v k.ú.	Sídelná zeleň v k.ú.	Mestská drevinná vegetáciá v k.ú.	Plochy vodných prvkov v k.ú.
		(hektáre)	(hektáre)	(hektáre)	(hektáre)	(hektáre)	(hektáre)
Prešov	89138	4754,0	1026,3	1354,2	297,5	38,7	80,7
Trnava	65382	6400,6	1134,2	158,0	124,5	16,2	78,2
Žilina	80978	1534,0	720,4	97,4	460,6	59,9	107,3
Nitra	77048	942,1	565,2	25,0	320,3	48,0	28,0
Trenčín	55537	1517,1	390,9	370,9	306,3	36,8	99,2
Banská Bystrica	78484	1487,4	518,2	537,9	320,6	35,3	64,2

Najkritickejším hodnoteným územím je mesto Trnava, v ktorom percentuálne zastúpenie prvkov sídelnej zelene v centrálnych mestských zónach nedosahuje maximálnej hodnoty ani 35% a zastúpenie hodnotnej vysokej drevinnej vegetácie je zanedbateľné. V centre mesta Žilina je podobne ako u Trnavy nedostatočné zastúpenie drevinných prvkov. Nedostatok hodnotných plôch mestskej zelene sa v prípade mesta Trnava prejavuje častým zvýšeným obsahom nebezečných častíc PM 2,5 a PM 10 v ovzduší. Mesto Nitra má v porovnaní zastavanosti k.ú. a zelene síce najhorší výsledok, no údaj vyplýva len z porovnania centrálnej mestskej zóny, do ktorej nespadajú najvýznamnejšie územia Nitry z pohľadu vysokej drevinnej vegetácie a biologickej funkcie.



Graf č. 2: *Porovnanie zastavanosti katastrálnych území centrálnych mestských zón a plôch zelene* (Timea Petrová, 2020)

Záver

Mestské sídla sú mimoriadne náchylné na výskyt extrémov počasia a ich dôsledkov, vzhľadom na nepriepustné povrchy sídelnej štruktúry, ktoré ovplyvňujú vodný, pôdny aj tepelný režim danej oblasti. Extrémy sú na danom území znásobené a značne vplývajúce aj na zdravie obyvateľstva. Schopnosť odolávať zmenám sídelnej krajiny sú determinované mierou adaptability, teda funkčnosti aj napriek negatívnym vplyvom prostredia. Implementácia systému modrozelenej infraštruktúry ponúka mnoho ekosystémových služieb a benefitov pre mestský ekosystém ako zvyšovanie retenčnej schopnosti, zadržiavanie a využívanie zrážkovej vody (spomalenie povrchového odtoku) v rezervoároch, poldroch, retenčných nádržiach a zberných nádržiach pre následné využitie v obdobiach sucha.

Tvorba mestskej krajiny je dynamický proces, v ktorom sa menia podiely štruktúr umelého antropogénneho charakteru a antropogénne zmeneného prírodného charakteru. Vplyvom expanzívnej urbanizácie sa postupne menil pomer týchto štruktúr a na území Slovenska neustále pokračuje trend zmenšovania plôch prírodného charakteru na úkor zástavby. Vegetačné štruktúry tak prichádzajú o lokálne siete konektivity a stávajú sa čoraz viac izolované, čím dochádza k znižovaniu tvorby biomasy, štrukturálnej zložitosti a k celkovému znižovaniu biodiverzity.

Z analytického zhodnotenia súčasnej situácie modrej a zelenej infraštruktúry vyplýva, že v prípade mesta Trnava ide o závažný problém.

Použitá literatúra

[1] R. Kaplan a S. Kaplan, *The experience of nature: A psychological perspective. New York*, NY, US: Cambridge University Press, 1989.

[2] A. Mader, S. Patrickson, E. Calcaterra, a J. Smit, „TEEB Manual for CiTiEs : Ecosystem services in urban Management"*, TEEB Man. CITIES Ecosyst. Serv. Urban Manag.*, s. 2–41, 2011.

[3] M. Dehaene a L. De Cauter, *Introduction: Heterotopia in a postcivil society*. 2008.

[4] T. Oke, „The Heat Island of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects", *NATO ASI Ser. e Appl. Sci. Study Inst.*, roč. 277, s. 81–108, 1995, doi: 10.1007/978-94-017-3686-2_5.

[5] European Union, „Hard surfaces, hidden costs; searching for alternative to land take and soil sealing.", 2013, doi: 10.2779/16427.

[6] J. Feranec *et al.*, „A review of studies involving the effect of land cover and land use on the urban heat island phenomenon, assessed by means of the MUKLIMO model", *Geografie*, roč. 124, s. 83–101, 2019, doi: 10.37040/geografie2019124010083.

[7] J. A. Voogt a T. R. Oke, „Thermal remote sensing of urban climates", *Remote Sens. Environ.*, roč. 86, č. 3, s. 370–384, 2003, doi: 10.1016/S0034-4257(03)00079-8.

[8] H. L. Liu a Y. S. Shen, „The impact of green space changes on air pollution and microclimates: A case study of the taipei metropolitan area", Sustain., roč. 6, č. 12, s. 8827–8855, 2014, doi: 10.3390/su6128827.

[9] I. D. Stewart a T. R. Oke, „Local climate zones for urban temperature studies", *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, roč. 93, č. 12, s. 1879–1900, 2012, doi: 10.1175/BAMS-D-11-00019.1.

[10] T. Sternberg, H. A. Viles, A. Cathersides, a M. Edwards, „Dust Particulate Absorption by Ivy (Hedera helix L) on Historic Walls in Urban Environments", *Sci. Total Environ.*, roč. 409, s. 162–168, 2010, doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.09.022.

[11] C. Letter a G. Jäger, „Simulating the potential of trees to reduce particulate matter pollution in urban areas throughout the year", *Environ. Dev. Sustain.*, roč. 22, č. 5, s. 4311–4321, 2020, doi: 10.1007/s10668-019-00385-6.

[12] M. W. Lin, L. Y. Chen, a Y. K. Chuah, „Investigation of a potted plant (Hedera helix) with photo-regulation to remove volatile formaldehyde for improving indoor air quality", *Aerosol Air Qual. Res.*, roč. 17, č. 10, s. 2543–2554, 2017, doi: 10.4209/aaqr.2017.04.0145.

[13] W. Ji a B. Zhao, „A wind tunnel study on the effect of trees on PM 2.5 distribution around buildings", *J. Hazard. Mater.*, roč. 346, 2017, doi: 10.1016/j.jhazmat.2017.11.043.

[14] K. Hlavčová, M. Lapin, P. Valent, J. Szolgay, S. Kohnová, a P. Rončák, „Estimation of the impact of climate change -induced extreme precipitation events on floods", *Contrib. to Geophys. Geod.*, roč. 45, č. 3, s. 173–192, 2015, doi: 10.1515/congeo-2015-0019.

[15] R. Filčák, R. Považan, P. Nejedlík, a J. Minďaš, „Dôsledky klimatickej zmeny a možné adaptačné opatrenia v jednotlivých sektoroch", Zvolen, 2019. doi: 10.3390/su6128827.

[16] OSN, „Urban areas", 2020. https://www.decadeonrestoration.org/types-ecosystem-restoration/urban-areas.

[17] R. Fenner, "Spatial evaluation of multiple benefits to encourage multi-functional design of sustainable drainage in Blue-Green cities", *Water (Switzerland)*, roč. 9, č. 12, 2017, doi: 10.3390/w9120953.

[18] D. G. Gledhill a P. James, „Rethinking urban blue spaces from a landscape perspective: species, scale and the human element", *Salzburg. Geogr. Arb.*, roč. 42, č. January 2008, s. 151–164, 2008, [Online]. Available at: http://usir.salford.ac.uk/9514/.

[19] P. Selman, „What do we mean by sustainable landscape ? ", *Sustain. Sci. Pract. Policy*, roč. 4, č. 2, s. 23–28, 2008, doi: 10.1080/15487733.2008.11908019.

[20] T. H. F. Wong, „Water sensitive urban design - the journey thus far", *Australas. J. Water Resour.*, roč. 10, č. 3, s. 213–222, 2006, doi: 10.1080/13241583.2006.11465296.

[21] M. Shafique a R. Kim, „Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions", *Ecol. Chem. Eng.* S, roč. 22, č. 4, s. 543–563, 2015, doi: 10.1515/eces-2015-0032.

[22] M. Gomes, A. Pires, a P. R. Ferreira Carneiro, „Sustainable Drainage Systems: An Integrated Approach, Combining Hydraulic Engineering Design, Urban Land Control and River Revitalisation Aspects", *Drain. Syst.*, č. March, 2012, doi: 10.5772/33896.

[23] Y. Jiang, C. Zevenbergen, a Y. Ma, „Urban pluvial flooding and stormwater management: A contemporary review of China's challenges and 'sponge cities' strategy", *Environ. Sci. Policy*, roč. 80, č. December, s. 132–143, 2018, doi: 10.1016/j.envsci.2017.11.016.

[24] Z. Ghofrani, V. Sposito, a R. Faggian, „A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts", *Int. J. Environ. Sustain.*, roč. 6, č. 1, 2017, doi: 10.24102/ijes.v6i1.728.

[25] F. H. M. van de Ven *et al.*, „Adaptation Planning Support Toolbox: Measurable performance information based tools for co-creation of resilient, ecosystem-based urban plans with urban designers, decision-makers and stakeholders", *Environ. Sci. Policy*, roč. 66, s. 427–436, 2016, doi: 10.1016/j.envsci.2016.06.010.

Grafické prílohy

Obr. č. 1: Výskyt povrchového MOT (Timea Petrová, 2020; zdroj údajov: Voogt & Oke, 2003)
Obr. č. 2: Porovnanie súčasnej situácie modrej a zelenej infraštruktúry voči zastavanosti v k. ú. krajských miest (Timea Petrová, 2020)
Graf č. 1: Porovnanie hodnôt prírodných prvkov plôch voči antropogénnym a rozmeru katastrálneho územia (Timea Petrová, 2020)
Graf č. 2: Porovnanie zastavanosti katastrálnych území centrálnych mestských zón a plôch zelene (Timea Petrová, 2020)

Analyzing of urban structure by elements of blue-green infrastructure in Slovak cadastrals territories

Keywords: blue-green infrastructure, urban planning, adaptation measures

---

Abstract

Urban structures influence the formation of natural processes, which results in an increased manifestation of the climate change and extreme weather conditions. The initial occurence of climate change occuring in the urban environment and in the landscape have supported the emergence of adaptation measures in response to climate change. Climate change is in the constant process of its development, but with the implementation of appropriate measures it is possible to partially mitigate and strategically adapted urban structures. Reduction of the negative microclimatic events of the urban environment can be achieved by supporting the system of green and blue infrastructure. In the case of Slovak City centers, it is possible to evaluate the diverse representation of blue-green infrastructure, which mainly depends on the hypsometry of the area. This research was focused on the analysis and comparison of the elements ensuring the ecological and microclimatic structure of urban structures. The analysis was applied Slovak cities with at least 1500 inhabitants per 1 km^2 in city center and the total population in the city exceeding 50,000. ■

Aktuality z jednání předsednictva ČMKPÚ

Zapsal: ***Ing. Michal Votoček, Ph.D.***, předseda výboru Středočeské pobočky ČMKPÚ

Dne 22. 6. 2021 proběhlo jednání předsednictva komory, kterého se jako host zúčastnil ústřední ředitel SPÚ Ing. Martin Vrba.

Přinášíme informace z aktuálního dění v ČMKPÚ.

1. Legislativa

ČMKPÚ uplatnila připomínky k návrhu novely vyhlášky o PÚ, a to jak přímo (byli jsme zahrnuti jako oficiální připomínkové místo), tak i ve spolupráci s našimi partnery (např. Hospodářská komora ČR, jejíž členem je APG, nebo Svaz měst a obcí aj.).

Aktuálně probíhá vypořádání připomínek, předpokládaná účinnost novelizované vyhlášky je 1. 1. 2022.

ČMKPÚ připomínkovala také protierozní vyhlášku (předseda M. Pochop zmínil spolupráci s Českou pedologickou společností). Původně tato vyhláška počítala s přísnějším hodnotou přípustné ztráty půdy (5 t/ha) u pozemků po pozemkových úpravách než u ostatních pozemků (9 t/ha), což by fakticky znevýhodnilo provádění pozemkových úprav. Ve finálním textu by mělo být jen jedno kritérium (9 t/ha). Vyhláška by snad měla vejít v účinnost od 1. 7. 2021, ale ve sbírce zákonů jsem jí nenašel.

Metodický návod k provádění PÚ by měl být fakticky hotov, nicméně bude se čekat na dořešení novely vyhlášky. Měl by zavést povinnost zohlednit „klimatickou studii“ (= při návrzích prvků počítat s většími extrémy počasí, konkrétní násobek vůči stávajícím hodnotám např. ČHMÚ bude se lišit pro různé oblasti a bude jej možné získat z mapy). Účinnost by měla být od 1. 1. 2022. Dílčí změny lze očekávat v technickém standardu PSZ.

2. Finance a počty zahajovaných PÚ

SPÚ vypsal cca 50 PÚ, letošní plán je vypsat 160 až 170 PÚ a se 150 nebo více úpravami počítají i v dalších letech. (Nicméně na podzim může dojít ke změně vlády a jejích priorit). Letos disponují 3 mld. Kč vesměs z národních zdrojů, zatím vyčerpáno cca 100 mil. Kč (posuny termínů kvůli pandemii, zatím nebyly fakturovány realizace). V národním plánu obnovy se počítá s financováním realizací krajinného rázu a to tak, že letos by tam mohlo být 100 mil. Kč, příští rok 300 mil. Kč a v roce 2022 600 mil. Kč. Ohledně PRV na další období: čeká se na schálení společné zemědělské politiky EU.

SPÚ má zájem nakupovat půdu, může platit tržní ceny. V praxi zatím řeší zpravidla směny, kdy se snaží za lukrativnější pozemky získávat větší náhradní pozemky. V roce 2023 by měli získat zemědělské pozemky, o které se neznámí vlastníci nepřihlásí ÚZSVM (zatím cca 105 tisíc parcel s celkovou výměrou 20 tis. ha, v rámci ČR rozloženo velmi nerovnoměrně).

3. Vzdělávání a prezentace oboru

Předsednictvo velmi chválí naši pobočku, neboť jsme dokázali uspořádat vzdělávací akce (webináře) během pandemie. Shodli jsme se, že vedle prezenčních akcí můžeme do budoucna nabízet i webináře, protože pro určité okruhy témat mohou být efektivnější a lépe přístupné zájemcům. Nabídli jsme pomoc s organizací ostatním pobočkám komory, pokud by chtěli organizovat webinář. Někteří vystupující z webináře k realizacím by měli přednášet 27. 8. 2021 v rámci Země živitelky (organizuje Spolek pro obnovu venkova a stojí o spolupráci s námi).

Záznamy z námi pořádaných webinářů jsou na kanále youtube: https://www.youtube.com/channel/UCsL-6mfmVw3nHM2SfNvT15Mg> (zatím nebyla zveřejněna diskuze z webináře ke smlouvě). Zisk z webinářů 31 100 Kč byl rozdělen mezi ústředí ČMKPÚ (12 440 Kč) a naši pobočku (18 660 Kč).

- **Východočeská pobočka ČMKPÚ** plánuje akci pro své členy na Rychnovsku (21. 9.), nějaký seminář zkusí připravit i Jihomoravská pobočka. Celostátní konference by měla být v listopadu, na zámku Valeč na Vysočině.
- **Soutěž Žít krajinou byla vyhodnocena**, vyhlášení by mělo proběhnout v Senátu na přelomu září – října
- **SPÚ ve spolupráci s ČMKPÚ připravují knihu k 30 letům pozemkových úprav**. Přímo bylo zmíněno, že na knize se podílí pan šéfredaktor našeho časopisu Ing. V. A. Mazín. Kniha by měla prezentovat náš obor a měla by být k dispozici na celostátní konferenci v listopadu.

4. Hospodaření ČMKPÚ

V loňském roce skončilo hospodaření celé ČMKPÚ mírnou ztrátou (součet za všechny pobočky + ústředí je –25 000 Kč). Naše pobočka hospodařila se ziskem 16 tis. Kč díky semináři. Příjmy a náklady na časopis jsou vyrovnané.

5. Různé

Navrhli jsme zabývat se problematikou odvolání proti rozhonutí o schválení návrhu PÚ. Konkrétně jde o snahu nějak lépe popsat „veřejným zájmem“ zaštiťovaný rozsah přezkumu. (Je nesporné, že je nutné přezkoumat rozhodnutí v rozsahu námitek. Je ale nutné přezkoumávat celé rozhodnutí, je-li odvolání podáno osobou, která vůbec není účastníkem řízení? Jak moc podrobně zkoumat rozhodnutí?) V tuto chvíli nedokážu podrobně popsat celou diskuzi, problematika není úplně jednoduchá (alespoň pro mě). Nicméně předsednictvo podporuje naši snahu to řešit, včetně možnosti konzultací s advokáty nebo jinými odborníky na správní řád. Pokud byste někdo měl čas a chuť se do této problematiky zapojit, ozvěte se, prosím, mě nebo paní Zuzaně Skřivanové.

P.S. Ing. Luks s ředitelem KPÚ Ing. Veselým připravuje setkání členů naší pobočky s pracovníky SPÚ Středočeského kraje, a to na **9. 9. 2021**. Snad to letos vyjde.

Poznamenejte si to, prosím, do kalendáře – doplňuji včerejší aktuality: právě jsem objevil ve Sbírce zákonů novou vyhlášku 240/2021 Sb. (Vyhláška o ochraně zemědělské půdy před erozí), viz http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=39162>.

Připravovaná vyhláška je uvedena na následujících stránkách.

LEGISLATIVA

SBÍRKA ZÁKONŮ

ČESKÁ REPUBLIKA

Rozeslána dne 23. června 2021

O B S A H:

240. Vyhláška o ochraně zemědělské půdy před erozí ze dne 17. června 2021

Ministerstvo životního prostředí stanoví podle § 22 odst. 1 písm. a) a d) zákona č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění zákona č. 41/2015 Sb.:

§ 1
Předmět úpravy

(1) Tato vyhláška stanoví půdy nevhodné pro změnu trvalého travního porostu na ornou půdu z hlediska jejich fyzikálních nebo biologických vlastností a jejich erozního ohrožení vodní erozí a dále způsob hodnocení erozního ohrožení zemědělské půdy vodní erozí, přípustnou míru erozního ohrožení vodní erozí a opatření k jeho snížení.

(2) Tato vyhláška se nepoužije pro hodnocení erozního ohrožení na pozemcích, na nichž je založena a pěstována trvalá kultura podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307//20131), evidovaná podle právního předpisu, kterým se stanoví podrobnosti evidence využití půdy podle uživatelských vztahů2), nebo na nichž jsou pěstovány zeleninové druhy, jahodník, léčivé, aromatické nebo kořeninové rostliny.

§ 2
Vymezení pojmů

Pro účely této vyhlášky se rozumí

a) monitoringem eroze zemědělské půdy elektronická aplikace, která slouží k hlášení, evidenci a vyhodnocování jednotlivých erozních událostí, vymezování jednotlivých erozně uzavřených celků a posuzovaných ploch,

b) posuzovanou plochou plocha zemědělské půdy, která je předmětem hodnocení erozního ohrožení zemědělské půdy, vymezená v monitoringu eroze zemědělské půdy na základě opakované erozní události jako průnik

1. erozně uzavřeného celku s dílem půdního bloku kultury standardní orná půda[2)], úhor[2)] nebo travní porost[2)], jedná-li se o zemědělskou půdu evidovanou v evidenci půdy podle zákona o zemědělství[3)], nebo
2. erozně uzavřeného celku s pozemky zemědělsky obhospodařovanými s druhem pozemku orná půda, jedná-li se o půdu neevidovanou v evidenci půdy podle zákona o zemědělství[3)],

c) erozně uzavřeným celkem souvislé území zemědělské půdy, v rámci něhož dochází k lokálně uzavřenému erozním procesu, ohraničené rozvodnicí, na které vzniká povrchový odtok, a hranicí, kde je povrchový odtok přerušen,

d) erozním procesem uvolnění, transport a ukládání transportované půdy,

e) erozní událostí časově a prostorově vymezený děj, při němž dochází vlivem srážkové události k erozním procesu, a který je zaznamenán v monitoringu eroze zemědělské půdy,

f) opakovanou erozní událostí erozní událost opakovaně zaznamenaná v monitoringu eroze zemědělské půdy v rámci jednoho erozně uzavřeného celku, přičemž se nejedná o záznam v rámci téhož osevu,

g) protierozní kalkulačkou elektronická aplikace pro hodnocení erozního ohrožení zemědělské půdy,

h) zemědělským subjektem vlastník nebo jiná osoba oprávněná užívat posuzovanou plochu,

i) plochou jedné plodiny souvislá plocha osetá nebo osázená konkrétní plodinou podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/20134).

§ 3
Půdy nevhodné pro změnu trvalého travního porostu na ornou půdu

Půdy nevhodné pro změnu trvalého travního porostu na ornou půdu jsou

a) půdy nacházející se na plochách, kde nižší než přípustné míry erozního ohrožení nelze docílit prostřednictvím opatření uvedených v § 7 odst. 1 písm. a) a b); pro hodnocení erozního ohrožení za účelem identifikace půd nevhodných pro změnu trvalého travního porostu na ornou půdu se použije postup uvedený v § 5,

b) půdy s hloubkou půdního profilu do 30 cm,

c) půdy, na nichž jsou navržena nebo realizována technická opatření ke snížení erozního ohrožení uvedená v § 7 odst. 1 písm. c),

d) půdy, na nichž je navrženo nebo realizováno organizační opatření ve formě ochranného zatravnění pozemku uvedené v § 7 odst. 1 písm. a).

§ 4
Přípustná míra erozního ohrožení

Přípustná míra erozního ohrožení je dána přípustnou ztrátou zemědělské půdy způsobenou vodní erozí vztaženou k hloubce půdy vyjádřenou v tunách na 1 ha za 1 rok a je stanovena v příloze č. 1 k této vyhlášce.

§ 5
Způsob hodnocení erozního ohrožení

(1) Hodnocení erozního ohrožení zemědělské půdy spočívá v provedení výpočtu v protierozní kalkulačce
za účelem zjištění míry erozního ohrožení posuzované plochy postupem uvedeným v příloze č. 2 k této vyhlášce.

(2) Orgány ochrany zemědělského půdního fondu při hodnocení erozního ohrožení posuzovaných ploch vycházejí z údajů o opakovaných erozních událostech zaznamenaných v monitoringu eroze zemědělské půdy.

(3) Zemědělský subjekt může oznámit orgánu ochrany zemědělského půdního fondu změnu skutečností, které mohou mít dopad na vymezení posuzované plochy a způsob hodnocení erozního ohrožení
posuzované plochy.

(4) Shledá-li orgán ochrany zemědělského půdního fondu, že došlo ke změnám parametrů posuzované plochy,

které mají vliv na hodnocení erozního ohrožení a na výpočet prováděný v protierozní kalkulačce, reviduje vymezení posuzované plochy a o této skutečnosti vyrozumí zemědělský subjekt.

§ 6

Plán opatření ke snížení erozního ohrožení

(1) Plán opatření ke snížení erozního ohrožení zemědělské půdy (dále jen „plán opatření“) obsahuje opatření ke snížení erozního ohrožení za účelem nepřekročení přípustné míry erozního ohrožení posuzované plochy. Plán opatření slouží pro účely hodnocení erozního ohrožení a výběr vhodných opatření ke snížení erozního ohrožení podle § 7 odst. 1 písm. a) a b).

(2) Plán opatření se vyhotovuje prostřednictvím protierozní kalkulačky na období minimálně 5 let a vždy zahrnuje posuzovanou plochu. Plán opatření může zahrnovat i další plochy zemědělské půdy, pokud nepřekročí rozsah pětinásobku plochy jedné plodiny, na které došlo k erozní události zachycené v monitoringu eroze zemědělské půdy.

(3) Pokud zemědělský subjekt hospodaří podle plánu opatření, má se za to, že nedochází k překročení přípustné míry erozního ohrožení.

4) Čl. 44 odst. 4 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví pravidla pro přímé platby zemědělcům v režimech podpory v rámci společné zemědělské politiky a kterým se zrušují nařízení Rady (ES) č. 637/2008 a nařízení Rady (ES) č. 73/2009, v platném znění.

§ 7

Opatření ke snížení erozního ohrožení

(1) Jako opatření ke snížení erozního ohrožení se stanoví

a) organizační opatření, jimiž jsou
1. vhodné umístění pěstovaných plodin, včetně ochranného zatravnění,
2. pásové střídání plodin,

b) agrotechnická opatření, jimiž jsou zejména
1. vrstevnicové obdělávání,
2. ochranné obdělávání, kterým se rozumí hospodaření, při kterém se na povrchu půdy udržuje nejméně 30 % rostlinných zbytků v době vzcházení pěstovaných plodin, a které spočívá ve zmenšování počtu operací při obdělávání půdy a jejich slučování, kdy je vynechána orba a plodiny se sejí buď přímo do podmítnuté půdy, nebo se půda místo orby pouze kypří kypřiči; při bezorebném zpracování strništních ploch se rostlinné zbytky zapravují do půdy jen částečně, na povrchu se tvoří mulč,
3. podrývání,
4. hrázkování nebo důlkování,

c) technická opatření, jimiž jsou
1. příkopy,
2. průlehy,
3. zatravněné údolnice se stabilizovanou dráhou soustředěného odtoku,
4. polní cesty s protierozní funkcí,
5. ochranné hrázky,
6. ochranné nádrže,
7. terénní urovnávky,
8. terasy,
9. protierozní meze nebo
10. asanace erozních výmolů.

(2) Pokud přípustnou míru erozního ohrožení nelze na posuzované ploše docílit opatřeními ke snížení erozního ohrožení uvedenými v odstavci 1 písm. a) a b) a na posuzované ploše je aplikováno ochranné zatravnění, má se za to, že přípustná míra erozního ohrožení není překročena.

§ 8

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. července 2021.

Ministr:
Mgr. Brabec v. r.

[1] Čl. 4 odst. 1 písm. g) nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví pravidla pro přímé platby zemědělcům v režimech podpory v rámci společné zemědělské politiky a kterým se zrušují nařízení Rady (ES) č. 637/2008 a nařízení Rady (ES) č. 73/2009, v platném znění.

[2] Nařízení vlády č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobností evidence využití půdy podle uživatelských vztahů, ve znění pozdějších předpisů.

[3] Zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů.

[4] Čl. 44 odst. 4 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví pravidla pro přímé platby zemědělcům v režimech podpory v rámci společné zemědělské politiky a kterým se zrušují nařízení Rady (ES) č. 637/2008 a nařízení Rady (ES) č. 73/2009, v platném znění.

Příloha č. 1 k vyhlášce č. 240/2021 Sb.

Přípustná míra erozního ohrožení

Charakteristika kategorie	Hloubka půdy	Hodnota 5. číslice kódu BPEJ (sdruženého kódu skeletovitosti a hlobky půdy)	Přípustná míra erozního ohrožení ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$)
půda hluboká	> 60 cm	0, 2, 3,	**9,0**
půda středně hluboká	30–60 cm	1, 4, 7*	**9,0**
půda mělká	< 30 cm	5, 6, 8*, 9*	**2,0**

* Platí pouze pro půdy o sklonitosti 12 stupňů, tj. HPJ 40, 41. Pro půdy s kódem 8 a 9 je hloubka půdy v garantované vrstvě ve výpočtu eroze nastavena jako mělká z principu předběžné opatrnosti.
Podrobná charakteristika BPEJ a HPJ je uvedena ve vyhlášce č. 227/2018 Sb., o charakteristice bonitovaných půdně ekologických jednotek a postupu pro jejich vedení a aktualizaci

Příloha č. 2 k vyhlášce č. 240/2021 Sb.

Hodnocení erozního ohrožení na posuzované ploše

Výpočet ohrožení zemědělských půd vodní erozí a hodnocení účinnosti navrhovaných protierozních opatření vychází z Univerzální rovnice ztráty půdy, která má tvar

$G = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$

Překročení míry erozního ohrožení vyjadřuje erozní ohrožení zemědělské půdy, při kterém je překročena přípustná ztráta půdy erozí. Pro účely vyhlášky jde o stav, kdy je v protierozní kalkulačce na hodnocené ploše překročen maximálně přípustný součin hodnot faktoru ochranného vlivu vegetace a faktoru protierozních opatření. Pro účely vyhlášky je vyjádřeno ve tvaru

$C \,.\, P > C_p \,.\, P_p$

Nepřekročení míry erozního ohrožení je vyjádřeno vztahem, který vyjadřuje erozní ohrožení zemědělské půdy, při kterém není překročena přípustná ztráta půdy erozí. Pro účely vyhlášky jde o stav, kdy v protierozní kalkulačce není na hodnocené ploše překročen maximálně přípustný součin hodnot faktoru ochranného vlivu vegetace a faktoru protierozních opatření

$C \,.\, P \leq C_p \,.\, P_p$,

přičemž hodnota součinu $C_p \,.\, P_p$ představuje součin hodnot faktoru ochranného vlivu vegetace a faktoru protierozních opatření, při jehož překročení dojde k překročení přípustné ztráty půdy erozí. Protierozní kalkulačka jej definuje na základě vztahu

$C_p \,.\, P_p = G_p / (R \,.\, K \,.\, L \,.\, S)$,

kde veličiny použité ve vzorcích jsou

- G = průměrná dlouhodobá ztráta půdy erozí ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$),
- G_p = přípustná ztráta půdy erozí ($t.ha^{-1}.rok^{-1}$) vztažená k hloubce půdy, definovaná jako maximální velikost eroze půdy, která dovoluje dlouhodobě a ekonomicky dostupně udržovat dostatečnou úroveň úrodnosti půdy,
- R = faktor erozní účinnosti deště, vyjádřený v závislosti na kinetické energii a intenzitě erozně nebezpečných dešťů ($MJ.ha^{-1}.cm.h^{-1}.rok^{-1}$),
- K = faktor erodovatelnosti půdy, vyjádřený v závislosti na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a propustnosti půdního profilu ($t.h.MJ^{-1}.cm^{-1}$),
- L = faktor délky svahu, vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikosti ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku délky 22,13 m),
- S = faktor sklonu svahu vyjadřující vliv sklonu svahu na velikosti ztráty půdy erozí (bezrozměrný – poměr smyvu ke smyvu na jednotkovém pozemku sklonu 9 %),
- C^* = faktor ochranného vlivu vegetace vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice,
- P = faktor účinnosti protierozních opatření,
- $C_p.P_p$ = přípustný součin faktoru ochranného vlivu vegetace a účinnosti protierozních opatření vzhledem k přípustné míře erozního ohrožení.

Hodnoty veličin použité ve vzorcích se pro posuzovanou plochu zjistí pomocí protierozní kalkulačky. Faktory (veličiny) G_p, K, L, S, C a P se stanovují nově ve výpočtu eroze každoročně, vždy k 1. červenci, faktor (veličina) R se stanovuje nově každý čtvrtý rok, vždy k 1. červenci s tím, že výchozím rokem je rok 2021.

Součin veličin C_p a P_p nabývá hodnot 0 až 1, přičemž

1. pokud se na posuzované ploše nachází souvislá plocha větší než 2 ha s hodnotami $C_p \,.\, P_p$ rovnými nebo menšími 0, 1, přiřadí se posuzované ploše mediánová hodnota**) souvislé plochy (nebo více souvislých ploch) větší než 2 ha s hodnotami $C_p \,.\, P_p$ rovnými nebo menšími 0,1, pokud by byla nižší než mediánová hodnota**) posuzované plochy, nebo
2. pokud se na posuzované ploše nachází souvislá plocha větší než 2 ha s hodnotami $C_p \,.\, P_p$ rovnými nebo menšími 0,4, přiřadí se posuzované ploše mediánová hodnota**) souvislé hodnoty (nebo více souvislých ploch) větší než 2 ha s hodnotami $C_p \,.\, P_p$ rovnými nebo menšími 0,4, pokud by byla nižší než mediánová hodnota**) posuzované plochy.

Pokud se na posuzované ploše nenachází souvislá plocha podle bodu 1 nebo bodu 2, přiřadí se posuzované ploše mediánová hodnota posuzované plochy.

Vysvětlivka:

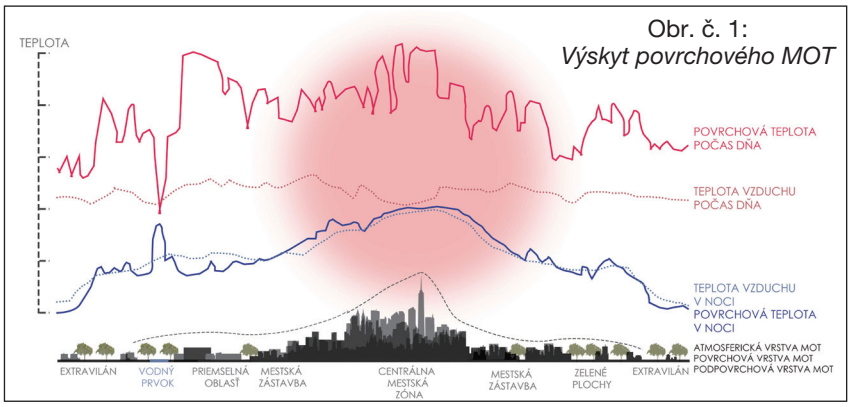
*) U faktoru C se vychází

– z osevního postupu na období 5 let, v němž je erozní ohrožení hodnoceno; minimální hodnocené období jednoho osevu je období od termínu provedení předseťové přípravy půdy k dané plodině do termínu provedení poslední pracovní operace základního zpracování půdy k dané plodině následné, při vynechání této poslední pracovní operace do termínu setí následné plodiny

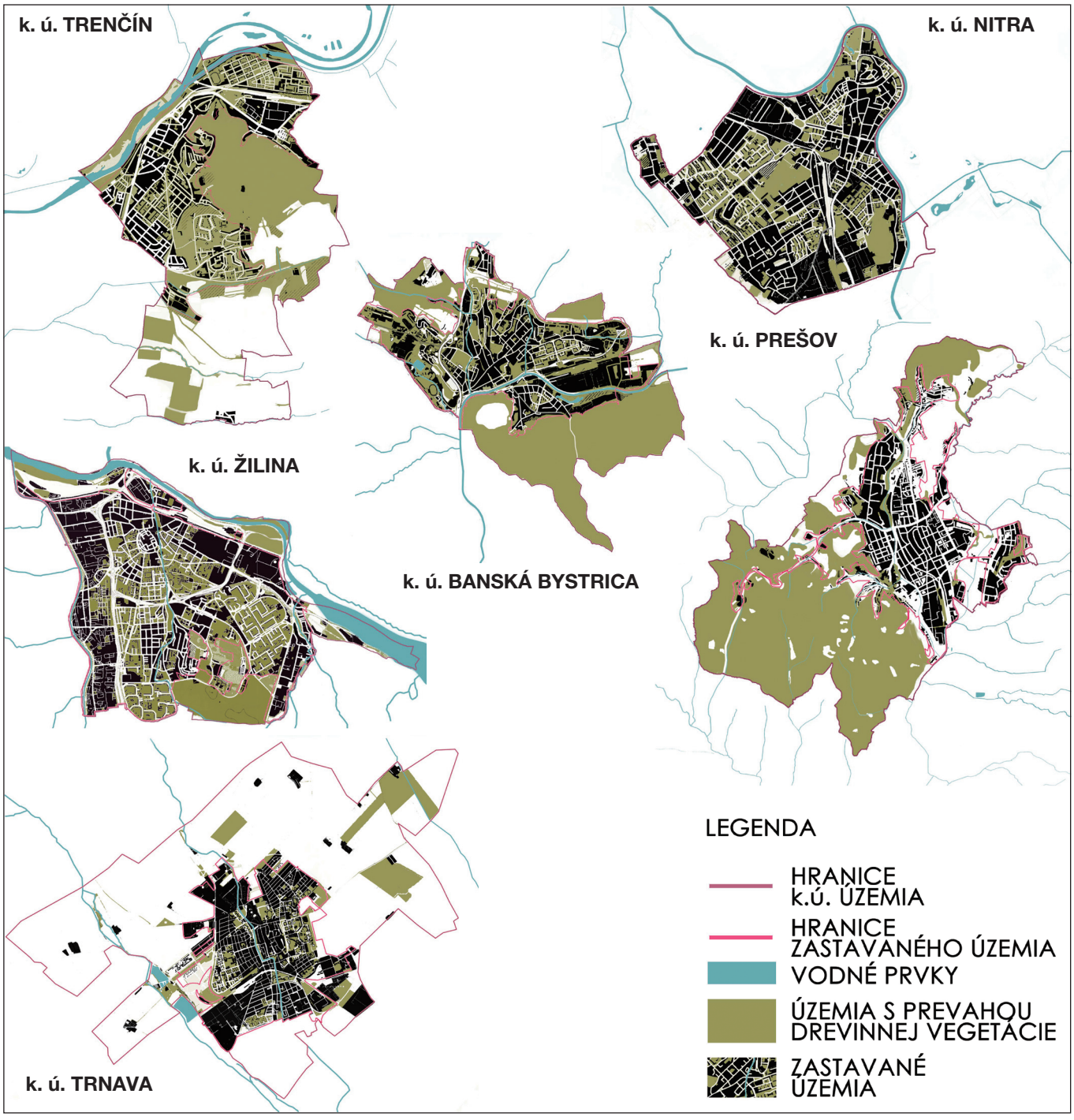
– v případě využití kombinovaných systémů zpracování půdy z agrotechniky s nejméně příznivou hodnotou ze všech kombinovaných.

**) Mediánová hodnota je zjistitelná pro posuzovanou plochu ve výpočtu eroze. ■

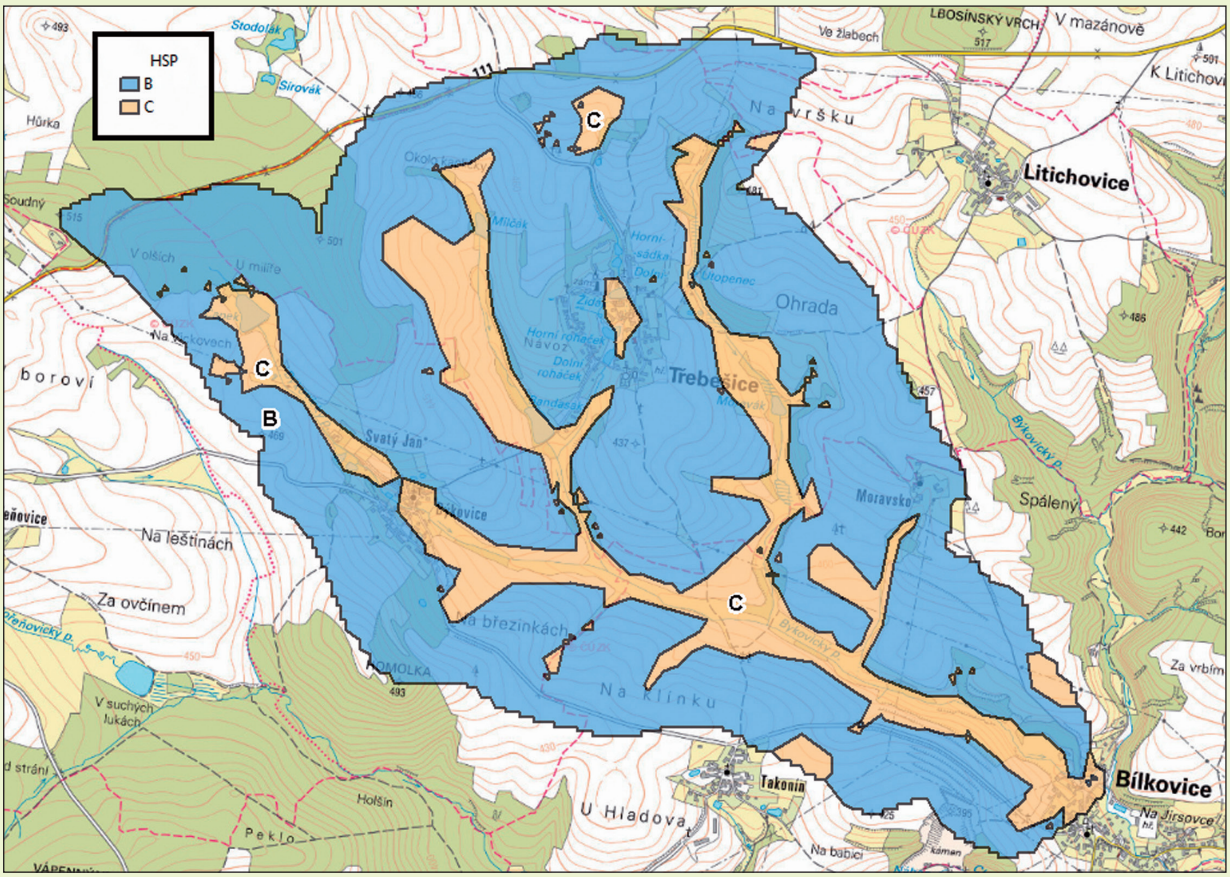
Kukuřice, královna pícnin, ale i eroze



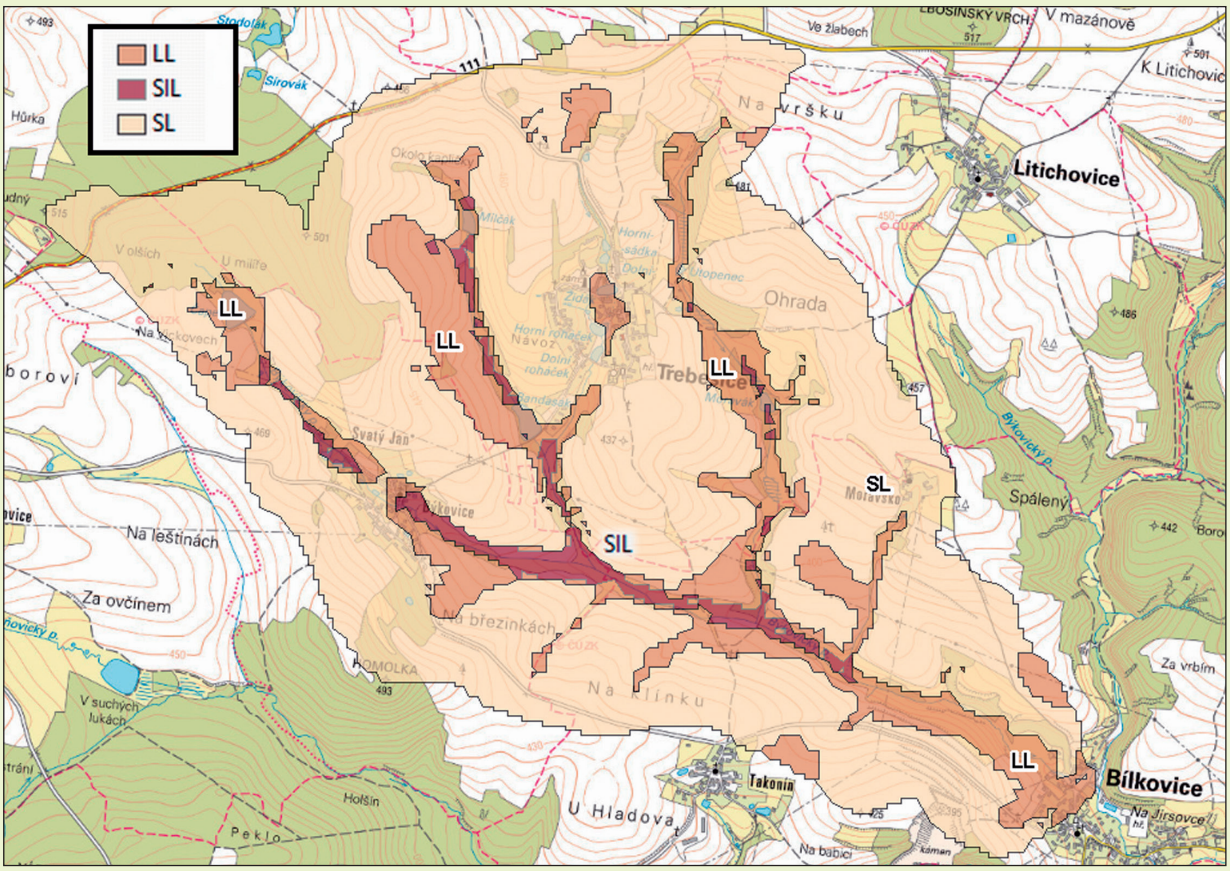
Obr. č. 1:
Výskyt povrchového MOT



Fyzikální a hydropedologické vlastnosti půd ... *(Článek na str. 3)*



Obr. 2: *Výřez HSP na povodí Býkovického potoka*



Obr. 3: *Výřez zrnitostních tříd na povodí Býkovického potoka*