

VÝVOJ A DEGRADACE PŮD V PODMÍNKÁCH OČEKÁVANÝCH ZMĚN KLIMATU

Jan Vopravil, Taťána Vrabcová, Tomáš Khel, Ivan Novotný, Jana Banýrová

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, v.v.i., Žabovřeská 250

Praha 5 – Zbraslav

Email: vopravil@vumop.cz

Abstrakt

Půdy České republiky jsou vysoce ohrožovány různými formami degradace; je však nutné těmto degradacím zabránit a chránit produkční a mimoprodukční funkce půd. Ohrožení půd bude zesilovat i vlivem očekávaných klimatických změn. V příspěvku jsou popsány jednotlivé degradační procesy, které v současnosti ohrožují půdy České republiky a dále je popsán vliv očekávaných klimatických změn na zemědělství a půdu.

Klíčová slova:

půda, degradace, klimatická změna

Úvod

Půda patří mezi neobnovitelné přírodní zdroje a je tedy nezbytné na ní z tohoto pohledu nahlížet. Plní celou řadu důležitých funkcí – je multifunkční. Je stanovištěm a prostředím pro rostliny, filtračním a kumulačním prostředím pro vodu; zprostředkovává výměnu energie a plynů. Půda hraje zcela zásadní roli ve stabilitě ekosystémů a v ovlivňování bilancí látek a energií. Působí také jako pufrální médium, jež mimo jiné zadržuje, degraduje, ale za určitých podmínek i uvolňuje potenciálně rizikové prvky.

Půdy v České republice jsou v současnosti vysoce ohroženy různými formami degradace. Mezi hlavní degradační faktory působící na půdy patří její nezemědělské využití (soil sealing), eroze půdy (vodní a větrná), utužení ornice a podorničí, acidifikace, ztráta organické hmoty, ztráta biologické diverzity půdy nebo kontaminace půdy. Všechny tyto typy degradace spolu vzájemně souvisí; převažující typ degradace podmiňuje vznik dalších. Je nutné počítat s tím, že v budoucnosti bude docházet ještě k dalším degradacím vlivem očekávaných klimatických změn.

Očekávané klimatické změny, pokud se prognóza vyplní, budou mít vliv na zemědělství, které bude čelit nejen výskytu extrémních klimatologických jevů, ale i např. většího rozšíření současných i zcela nových škůdců a chorob.

1. Materiál a metody

Hodnocení degradace půd se provádí na základě retrospektivního průzkumu, tj. srovnáním stavu půdy v minulosti se stavem půdy v současnosti. Pro popis degradačních faktorů je nutné využít numerické databáze a k nim připojené mapové části, které obsahují „historická“ data. Tuto jedinečnou databázi spravuje VUMOP v.v.i. Databáze obsahuje mimo jiné souřadnice, popis půdního profilu a rozborů po horizontech odebraných vzorků tzv. S a V sond z doby Komplexního průzkumu půd (KPP). V rámci KPP byly v 60. - 70. letech minulého století na území celého Československa odebrány speciální S sondy - typické pro daný půdní okrsek (cca. 1500 sond) a několik tisíc V sond. S sondy obsahují kompletní rozborů porušených a neporušených půdních vzorků, V sondy pak obsahují pouze chemické rozborů. VUMOP v.v. i. fyzicky disponuje původními vzorky S sond, které jsou deponovány v budově ústavu. Data jsou plynule doplňována novými údaji z aktuálně odebíraných půdních vzorků, takže lze objektivně sledovat časový trend zkoumaných půdních vlastností.

Výpočet maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (C) vychází z tzv. Univerzální rovnice ztráty půdy USLE (Wisheier, Smith 1978). Výsledkem použití metody USLE je hodnota dlouhodobého průměrného smyvu půdy určená na základě součinu šesti faktorů, podílejících se na rozvoji erozních procesů: $G = R \times K \times L \times S \times C \times P$. Výše uvedený vztah byl převeden na rovnici, ve

keré je neznámou faktor ochranného vlivu vegetace (C): $C = G / (R \times K \times L \times S \times P)$, kde:

- G - maximální přípustná ztráta půd – určeno na základě hloubky půdy (z databáze BPEJ 1: 5 000 – průběžná aktualizace, VÚMOP v.v.i.) na produkčním bloku z LPIS (MZe 2009).
- R - faktor erozní účinnosti přívalového deště; použita hodnota $20 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ – průměrná roční hodnota pro ČR, určená na základě dlouhodobé řady pozorování. Pro prognózu byly použity hodnoty 40 a $60 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$.
- K – faktor erodovatelnosti půdy – určen z BPEJ v měřítku 1:5000 (průběžná aktualizace, VÚMOP, v.v.i.).
- LS – faktor délky a svahu - určeno z vrstevnic ZABAGED 1: 10 000, DMT převeden do gridu 10 m, pro hydrologickou správnost DMT byly nástroji GIS (Spatial Analyst) provedeny nezbytné korekce a opravy, délky produkčních bloků z LPIS (MZe 2009).
- P - faktor účinnosti protierozních opatření.

Výsledkem jsou mapy maximální přípustné hodnoty ochranného vlivu vegetace C_p – rastr v rozlišení 10m, hranice produkčních bloků z LPIS (MZe, 2009).

2. Výsledky a diskuze

2.1. Degradace půd v současnosti

V současnosti jsou největším problémem zemědělských půd jejich záборы (soil sealing) spojené s nekontrolovatelným rozšiřováním sídel (suburbanizace). V ČR od r. 1927 dodnes ubylo 846 tis. ha zemědělské půdy! Úbytky se v posledních 15 letech výrazně zrychlily, v současnosti je denně odnímáno 15 ha!, převážně vysoce kvalitních půd. Tyto ztráty zejména pro nejrůznější stavební účely (skladové haly, obchodní a zábavní střediska, parkoviště, komunikace, občanské a průmyslové výstavby apod.) jsou hrozivé a nevratné. Dochází tak k nevratnému záboru půdy a k poškození většiny jejich produkčních i mimoprodukčních funkcí; tedy i k ovlivnění okolní krajiny a celého životního prostředí.

Další závažnou degradací je ztráta půdy erozí ze zemědělsky i nezemědělsky využívaných ploch. Rozsah aktuální vodní eroze v ČR je 1780 tis. ha, tj. 42% zemědělské půdy, výrazně poškozeno je 450 tis. ha, tj. 10,7% zem. p. fondu. Větrnou erozí je ohroženo 430 tis. ha, poškozeno je kolem 6tis. ha. Eroze zeměděl-

ských půd vážně ohrožuje produkční i mimoprodukční funkce půd. Ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulací prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin; velké povodňové průtoky poškozují budovy, komunikace, koryta vodních toků atd. V případě větrné eroze jde především o poškození klíčících rostlin, odnos jemných částic půdy a humusu, zanášení závětrných polohy, sídel a rychlé vysušování půdy.

Neméně závažným degradačním procesem je utužování (kompakce) půd. V České republice je potenciálně ohroženo až 45% zemědělského půdního fondu, aktuálně je poškozeno přes 10% zem. půdního fondu. 30% zem.p. fondu je zranitelných tzv. genetickou kompakcí (danou půdními vlastnostmi), 70% zem.p. fondu je ohroženo technogenní kompakcí (zejména používáním těžké mechanizace za nevhodných vlhkostních podmínek). Důsledkem utužení je omezená infiltrace srážkové vody do půdy, čímž dochází ke zvýšenému odtoku vody při deštích, a to zvyšuje ohrožení půdy erozí. Zmenšuje se účinná hloubka půdního profilu pro plodiny, klesá transformační a asanační schopnost půdy a snižuje se tak její sanitární účinnost. Utužení působí nepříznivě i na edafon; dále také omezuje růst a pronikání kořínků do půdy. Postupně tedy může dojít ke ztrátě produkčního potenciálu půdy a jejich ekologických funkcí.

S utužováním půdy je spojen i proces okyselování (acidifikace) půd. Jedná se o velmi pomalý degradační proces, kdy jsou přírodní procesy acidifikace velmi (a často neúmyslně) zvyšovány lidskou činností. Příčiny vzniku má zejména v nadměrném přidávku dusíku do půd a v kyselých srážkách, v omezení pěstování leguminóz, omezení aplikace vápenatých hnojiv apod. Dochází tak k destrukci půdní struktury a snížení její odolnosti vůči erozi vlivem změny pH. Vzniká toxický hliník, který působí negativně jak na rostliny, tak na mikroorganismy v půdách, dochází k aktivizaci patogen-

ních aj. hub s následným rozvojem chorob rostlin; ke snížení nitrifikační schopnosti půd a snížení počtu a aktivity hlízkových bakterií.

Proces ubývání půdní organické hmoty je zatím plíživý proces na všech půdách v ČR bez jasných dopadů. K úbytkům půdní organické hmoty dochází, jestliže ztráty mineralizací převyšují vnosy; zejména působením eroze, vyšší aerací a mineralizací po odvodnění, nevhodnou kultivací a používáním nevhodných průmyslových i statkových hnojiv. Půdní organická hmota je velmi významná pro půdní úrodnost a obecně pro kvalitu půdy; příznivě ovlivňuje půdní fyzikální a chemické vlastnosti; je tedy nutné půdu zásobovat dostatečným množstvím organických hnojiv (zejména chlévský hnůj, komposty apod.)

Dalším typem degradace je ztráta biologické diverzity půd. Půda je komplexní systém s rozmanitým společenstvím organismů. Půdní organismy jsou zásadní pro cyklus života na zemi, je tedy nutno biologickou diverzitu v půdách zachovávat. Na zemědělských půdách ovlivňuje život v půdě a rozvoj edafonu především systém hospodaření. Na organismy působí faktory, které mají mnohdy negativní efekt; jedná se např. o chemické vstupy, volbu plodin v osevním postupu a agrotechnické zásahy v ekosystému.

Kontaminace půd v České republice je problémem spíše lokálním, často má historický původ (báňská činnost, průmyslová výroba, havárie apod.). Mezi nejvýznamnější zdroje antropogenní kontaminace půd potenciálně toxickými chemickými prvky patří: hlušina, popílky, hnojiva, emise a polutanty; kaly a jiné odpady a v neposlední řadě sedimenty vodních nádrží.

2.2. Vliv očekávaných změn na půdu a zemědělství ČR

2.2.1. Zemědělství

Pokud se prognóza vyplní, očekávané klimatické změny budou mít mj. negativní vliv na půdu a obecně na zemědělství. Mezi hlavní očekávané klimatické změny bude patřit mimo stále se zvyšujících průměrných ročních teplot také častější výskyt méně předvídatelného extrémního průběhu počasí (sucho, záplavy, vichřice, extrémní teplotní výkyvy apod.).

Dlouhodobě mohou klimatické změny ovlivnit zemědělství v několika směrech: v produktivitě, v agrotechnice, v rozvoji chorob a škůdců, v adaptaci plodin na abiotické a biotické stresy a ve změnách v přírodním prostředí venkova. Rostliny budou vystaveny

teplotám, na které nejsou adaptovány. Dojde ke zkrácení růstové periody, snížení dostupnosti vody a slabé jarovizace, což povede ke snížení potenciálních výnosů. Zvýšení teplot zrychlí vývoj rostlin, takže dojde ke zkrácení cyklu mezi setím a sklizní i k dřívějšímu stárnutí rostlin. Výrazně se zvýší nutné výdaje na zavlažování, herbicidy, insekticidy; dojde k rozvoji nových chorob a škůdců.

Dále lze očekávat změny i ve struktuře jednotlivých plodin pěstovaných na orné půdě, což bude ovlivňovat erozi půd.

2.2.2. Půda

Eroze půd

Problém eroze, jak vodní tak větrné, může zesilovat vlivem očekávaných klimatických změn. Pro vznik a intenzitu vodní eroze jsou ve většině případů rozhodující přívalové srážky. Projeví-li se očekávaná klimatická změna možným zvýšením extrémních projevů počasí, tedy i srážkových úhrnů, lze očekávat změny nejen v erozně nebezpečných deštích ale též změny v sezonalitě jejich výskytu v jednotlivých měsících, vydatnosti, intenzitě a době trvání. Pokud se zároveň mírně oteplí, může dojít ke změnám v charakteristikách sněhových srážek, které mají na erozi velký vliv (zejména v předjarním období). Pro odolnost půdy proti vodní a větrné erozi je rozhodující zejména struktura půdy, obsah humusu, zrnitost a její vlhkost. Nejvíce bude očekávanou klimatickou změnou ovlivněna pravděpodobně vlhkost půdy, která má vliv na odtok a současně působí výrazně na soudržnost půdy.

Prognózu vlivu očekávaných klimatických změn (zejména zvýšení přívalových srážek) můžeme dokumentovat v přílohách (mapy č. 1-3). Tyto mapy zobrazují maximální přípustnou hodnotu faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p), který je jedním ze vstupních parametrů USLE rovnice. Vyjadřuje, jak by měl vypadat způsob hospodaření na půdních blocích nebo jejich částech, při kterém ještě nedochází k projevům nadlimitní ztráty půdy vodní erozí. Vlivem očekávaných klimatických změn bylo uvažováno dvojnásobné a trojnásobné zvýšení faktoru erozní účinnosti deště, tj. $R=40MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ (mapa č. 2) a $R=60MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ (mapa č. 3). Ty byly porovnávány s C_p vyjádřeným pro $R=20MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$ (mapa č. 1), tedy průměrné roční hodnoty pro ČR. Z map je zřejmé, že ve větší míře bude doporučeno převedení půd na trvalé travní porosty, které představují dokonalou protierozní ochranu. Zvýší

se podíl víceletých plodin (jetele a vojtěšky) a omezí se pěstování širokořádkových plodin. Pravděpodobně tedy dojde k zásadní změně způsobu hospodaření na orné půdě.

Větrná eroze může také zesílit při případné změně klimatu s kolísáním suchých a větrných období. Týkat se bude zejména J, JV Moravy, Polabí, ale i na jiných místech ČR.

Nedostatek vláhy

Existuje obava, že s nastupujícími dopady klimatické změny nastanou problémy s nedostatkem povrchové i podzemní vody mnohem častěji a po delší dobu. Negativní dopady změny klimatu (především rostoucí teplota vzduchu) urychlují proces evapotranspirace (výparu z půdy a rostlin) a zvyšují nároky vegetace na vodu. Suchem ohrožené oblasti se rozšíří. Největší úbytek srážek se předpokládá ve středních zeměpisných šířkách

(včetně ČR) a suchých tropech. Naopak ve vyšších šířkách a některých tropech srážek přibude.

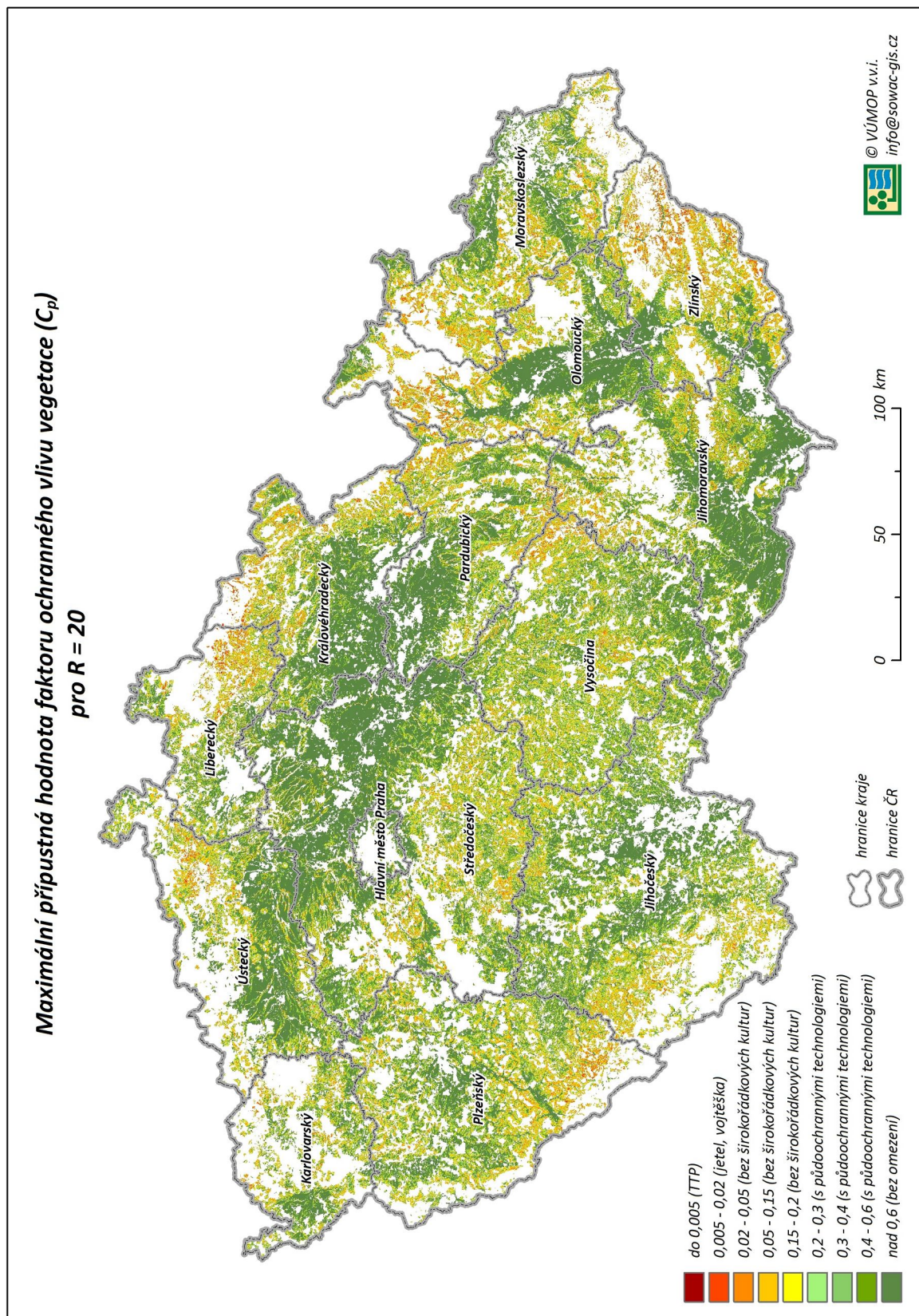
Je proto nutné krajinu vhodně stabilizovat provedením nezbytných (zejména protierozních) opatření; jedině tak má šanci očekávaným klimatickým výkyvům odolat.

4. Závěr

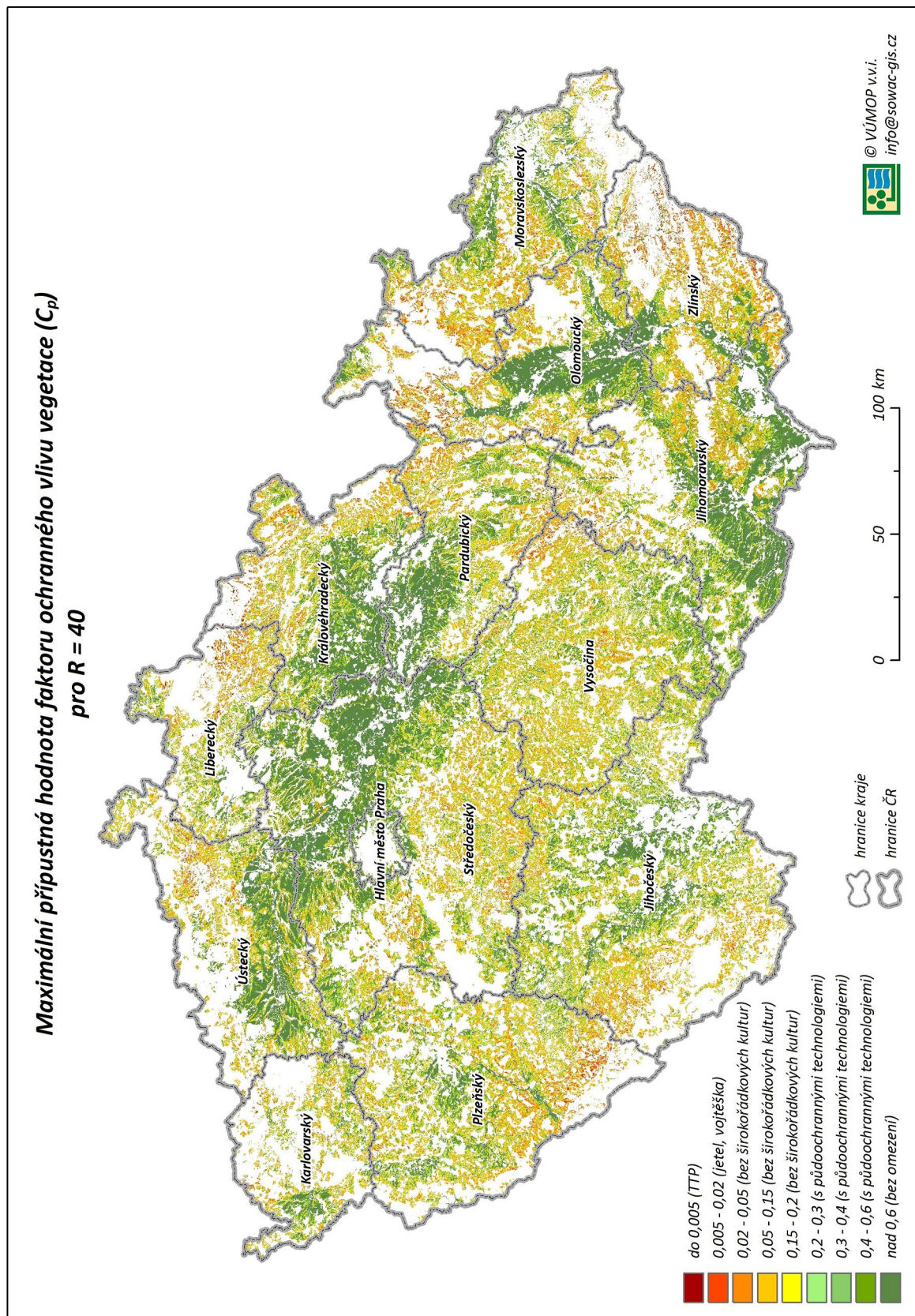
Půda patří mezi neobnovitelné přírodní zdroje; je nezastupitelnou složkou životního prostředí, bez ní by život na zemi vyhasnul. Je nutné si uvědomit, že proces tvorby půdy je velmi pomalý, vždyť 1cm půdy se tvoří přes sto let; přitom její degradace je velmi rychlá a nezvratná! Je tedy nezbytné chránit funkce půd a v očekávání klimatických změn vhodnými opatřeními zabraňovat jejím degradacím, které lze předpovídat.

Literatura:

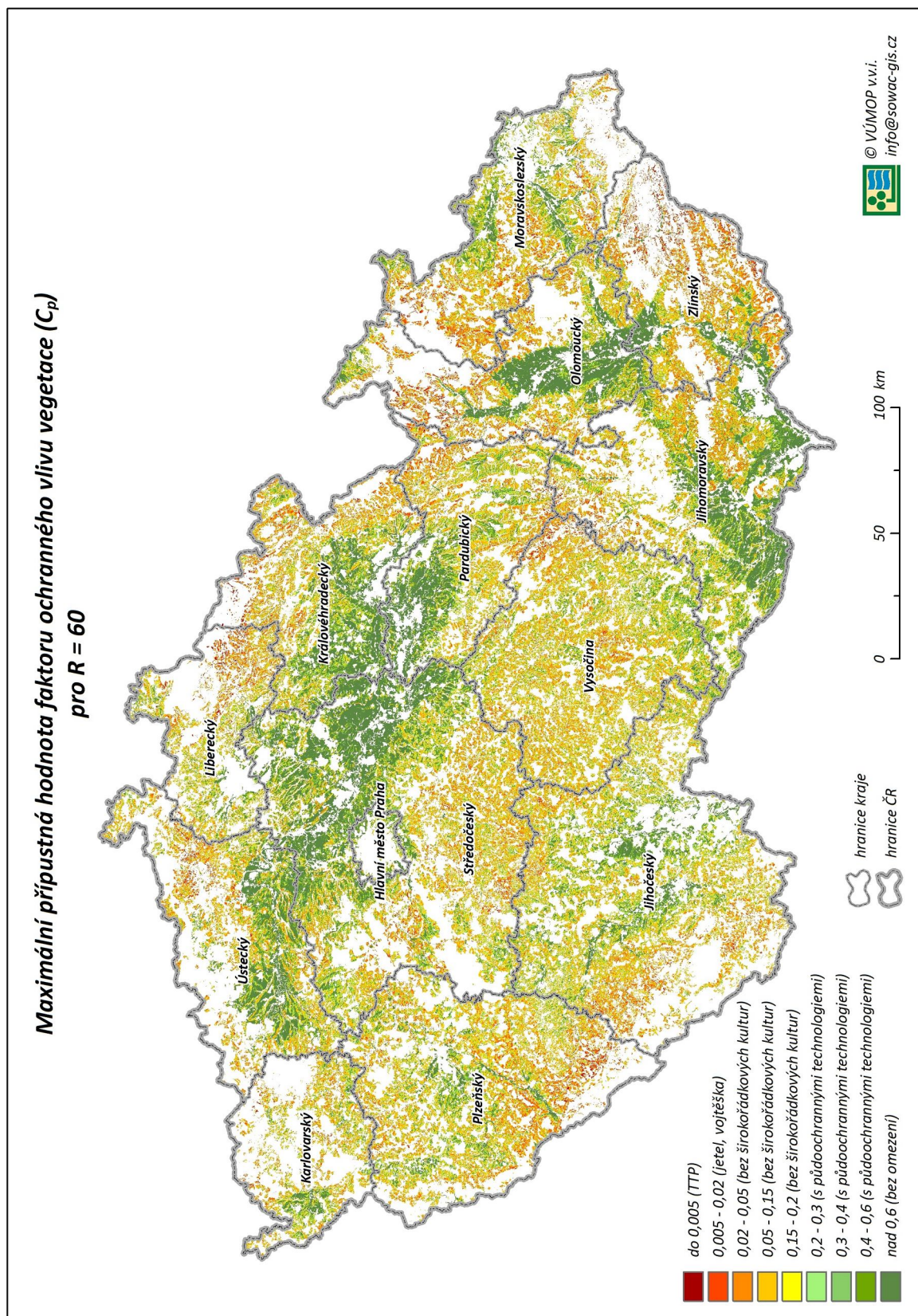
- BLÁHA, L., ZELENKOVÁ, S., VYVADILOVÁ, M. Vyrůstající význam klimatických změn na produkci zemědělských plodin. In *Sborník příspěvků ze semináře ke Světovému dni výživy. Společnost pro výživu, o.s.*, Ministerstvo zemědělství ČR. Výzkumný ústav potravinářský, v.v.i. Praha, 2008. ISBN 978-80-86909-03-5.
- BRADY, N. C., WEIL, R. R. *The Nature and Properties of Soils*. Simon & Schuster, New Persey, 1999, s. 880. ISBN 0-13-016763-0.
- CARTER, T. R., PARRY, M. L., PORTER, J. H. Climatic change and future agroclimatic potential in Europe. *Int. J. Climatol.*, 11, 2009. s. 251-269.
- CSD (Komise pro udržitelný rozvoj). *Klimatická změna*. Fact sheet. Asociace pro mezinárodní otázky pro potřeby XV. ročníku Pražského modelu OSN. Model OSN – XV., 2009.
- JANEČEK, M., a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., 2007. s. 76. ISBN 978-80-254-0973-2.
- KAŠPÁREK, L., MRKVIČKOVÁ, M. Studie dopadů klimatické změny na hydrologické poměry v povodí Blšanky a návrh adaptačních opatření. In: *Novický et al. Možné dopady klimatické změny na vodní zdroje*. VTEI – vodohospodářské technicko-ekonomické informace. Mimořádné číslo 2009.
- ŠARAPATKA, B., DLAPA P., BEDRNA, Z. *Kvalita a degradace půdy*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2002, s. 246. ISBN 80-244-0584-9.
- TOMAN, F. Možný dopad očekávaných klimatických změn na erozní ohroženost půd. In Litschmann, T., Rožnovský, J. (ed). *Klimatická změna a zemědělství. Sborník referátů*, Brno 1994, s. 50-52



Mapa č. 1: Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) pro $R=20$



Mapa č. 2: Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) pro $R=40$



Mapa č. 3: Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p) pro $R=60$

