

## PEDOKLIMATICKÉ ZMĚNY NĚKTERÝCH PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ

Vítězslav Vlček, Martin Brtnický, Eduard Pokorný

*Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, AF, MENDELU, Zemědělská 1, 61300 Brno, xvlcek1@seznam.cz*

### Abstrakt

Tato práce se snaží v diskusi nastínit, k jakým možným změnám v půdních vlastnostech může docházet vlivem předpokládané klimatické změny. Klima představuje spolu se substrátem dva půdotvorné faktory, jejichž význam je dán tím, že se maximálně materiálově i energeticky účastní procesu vytváření a geneze půd. Klima bude mít pravděpodobně vliv například na změny v obsahu či kvalitě půdní organické hmoty, změny v uvolňování/dostupnosti některých živin, objemovou hmotnost, změnu struktury apod. Tyto vlastnosti mohou být samozřejmě dále modelovány vlivem nevhodného hospodaření v zemědělské prvovýrobě s důsledky na degradaci půdy. Vliv klimatické změny se pravděpodobně promítne i do kategorizace zemědělské půdy.

**Klíčová slova:** půda, klima, změna

### Úvod

Jednou ze základních povinností České republiky, která vyplývá z přijetí Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu případně z navazujícího Kjótského protokolu, je podpora základního i aplikovaného výzkumu v oblasti klimatické změny a sledování těchto změn a jejich dopadů v pravidelných intervalech (článek 5 úmluvy, upřesněný např. usnesením 9/CP.11). Z těchto požadavků například vyplývá důležitost adaptačních opatření v procesu mezinárodních snah o zmírňování dopadů změn klimatu na společnost. Podnebí České republiky se v současnosti vyznačuje vzájemným ovlivňováním oceánských a kontinentálních vlivů. Oceánský vliv se projevuje zejména v Čechách. Na Moravě a ve Slezsku přibývají kontinentální podnební vlivy. Významně vyšší vliv na klima má však nadmořská výška. Horská pásma u nás navíc vytváří tzv. klimatické přehradu: západní pohoří (Šumava, Český les a Krušné hory) jsou příčinou tzv. srážkového stínu (s menším množstvím srážek a poněkud vyššími teplotami z hor sestupujícího proudění vzduchu) (Pražan J., a kol. 2007).

Klima představuje spolu se substrátem dva půdotvorné faktory, jejichž význam je dán tím, že se maximálně materiálově i energeticky účastní procesu vytváření a geneze půd. Klima pak podmiňuje cykly a režimy biologických, chemických a fyzikálně chemických vlastností půd (Němeček, J. 1990). V literatuře můžeme

najít řadu dokladů (Obr. 1) o hledání vzájemné souvislosti mezi charakterem klimatu a změnami, ke kterým v půdním prostředí dochází.

Ramann (In:Smolík, 1957) k tomuto účelu například zavedl tzv. zvětrávací faktor (definovaný jako součin dnů s teplotou nad 0°C a relativního stupně disociace vody), který ukazuje, že v tropech je zvětrávání 3,4krát vyšší než je tomu ve středních zeměpisných šířkách. V jednotlivých zeměpisných oblastech se typ klimatu projevuje rozdílně (kontinentální, přímořský, horský, apod.). To pedology (Obr. 2) vedlo k uplatnění tzv. principu bezprostřední závislosti pedogeneze na soudobém makroklimatu (Rozov a Ivanová, 1967). Zvláště komplikovaná je situace v oblastech s přechodným typem klimatu jako například naše republika, kdy každý ročník má jiný charakter. Posoudit vliv klimatu na změnu půdních vlastností bude v takto variabilním systému proto velmi obtížnou záležitostí s aleatorními výsledky. V zemědělství je situace o to složitější, že obdělávání půd je svým historickým principem snahou o eliminaci povětrnostních a klimatických faktorů.

Jak uvádí Hardy (2003) dá se předpokládat, že mírná zóna v porovnání s ostatními částmi Země bude vzhledem ke změnám kvality půdy postižená nejméně, a to i v půdách s nízkou pufrací schopností. Je ale možné předpovídat všeobecný trend k retrográdnímu vývoji půdních katén. Jak uvádí Sobocká (2007),

budou retro-gradní půdotvorné procesy probíhat postupně, jednotlivé půdní vlastnosti a charakteristiky se budou měnit s různou prostorovou a časovou variabilitou. Samostatné taxonomické jednotky se však budou měnit velmi pomalu a nelze je očekávat v průběhu příštích století.

Podle dostupných scénářů se v mírném pásmu střední Evropy očekává jen malé zvýšení celkového úhrnu srážek, zejména v zimě. Očekává se ale zvýšení evapotranspirace. Změny v půdě se odehrají nejprve ve svrchních částech půdy (epipedonech), protože ty jsou nejvíce citlivé na vlhkost a na teplotu. Největší dynamické změny se dají očekávat v obsahu organického uhlíku. Tím dojde ke změně struktury, erozního ohrožení, utužení, infiltrační schopnosti, salinitě a oběhu rostlinných živin.

Předpokládá se, že negativní vlivy na tvorbu půdní organické hmoty při vyšších teplotách by mohly být kompenzovány jejím větším množstvím z vegetace plodin díky fertilizačnímu efektu CO<sub>2</sub>. Růst desertifikačních jevů, jako je vysušování krajiny spojené s působením limitujících faktorů, např. nedostatek vody v půdě, utlumení filtračních, transformačních a výměnných procesů však mohou způsobit degradaci půdy. Budou dominovat salinizační a alkalizační procesy, tvorba krust, kompakce půdy a postupná změna fyzikálních, chemických, a biologických vlastností. Výrazná variabilita klimatu může díky erozi výrazně ovlivnit změny morfologie a vlastností celého půdního profilu.

Je nicméně nutné si uvědomit, že produktivitu zemědělské výroby v budoucích klimatických podmínkách nelze stanovit prostou extrapolací produktivity současné.

### Diskuse

*Podle scénářů změn klimatu lze pro střední Evropu odhadnout v pedosféře tyto hlavní změny:*

■ Předpokládané zvýšení koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře za současného zvýšení teploty pravděpodobně povede k hromadění půdní organické hmoty vlivem vyšší produktivity C<sub>3</sub> rostlin. Pravděpodobně se zvýší fotosyntéza a dojde ke zvýšení růstového indexu a účinnosti využití vody vegetací (Brinkman a Sombroek, 1996).

■ Zvýšená evapotranspirace a nárůst hromadění půdní organické hmoty zvýší biologickou aktivitu půdy, vlivem zvýšení množství kořenové hmoty a kořenových exsudátů.

■ Očekávaná aridizace klimatu pravděpodobně způsobí vysušování půdního profilu, zvýšení provzdušnění půdy a oxidaci půdního materiálu. Důsledkem bude zvýšení mineralizace, ta však bude částečně kompenzována procesy uvedenými v předcházejících bodech. Zde bude záležet na míře zásobenosti jednotlivých území vodou.

■ Zvýšená mineralizace bude mít za následek zvýšený parciální tlak CO<sub>2</sub> v půdním roztoku. To způsobí větší uvolňování živin (P, K, Mg, příp. mikroelementy) pro rostliny.

■ Půdní struktura se bude měnit především ve svrchních horizontech (epipedonech) a bude výrazně závislá na množství uhlíku (při dostatku půdní organické hmoty bude struktura poměrně odolná).

■ Všeobecně se předpokládá vznik pedokompakcí, v těžkých půdách tvorba krust a povrchových trhlin. V aridních oblastech může dojít v endopedonech k intenzivnější tvorbě tvrdých panů (kalcikový a petrokalcikový horizont), se všemi negativními důsledky na to vázanými.

■ Mezi nejodolnější půdy v rámci klimatické změny budou patřit naše nejkvalitnější nedegradované zemědělské půdy s černickým horizontem, tj. černozemě (na nekonvexních lokalitách) a černice.

■ Nejvíce náchylné na změny jsou půdy zrnitostně lehké, navíc s nestabilní půdní strukturou, nízkou kationtovou výměnnou kapacitou, nízkou infiltrační schopností a mělkým humusovým horizontem (tj. některé regozemě, litozemě a arenické subtypy).

■ Pravděpodobně bude dominovat velmi pomalý retrogradní vývoj půd a půdních katén. Nelze však očekávat zásadní změny půdních jednotek a zásadní změny pedogenetických procesů. Identifikovat bude nicméně možné změny hydrologického režimu, částečné změny fyzikálně chemického režimu.

■ Morfologické změny bude možno pravděpodobně identifikovat již v průběhu tohoto století.

■ V dlouhodobém časovém horizontu desítek až stovek let lze z pedogenetického hlediska předpokládat tyto hlavní změny:

■ fluvizemě (dle starší klasifikace nivní půdy) na aluviálních sedimentech se

v podmínkách výparného vodního režimu při akumulaci humusu mění v půdní typ černice s různým stupněm oglejení,

■ na spraších se původní melanický horizont v podmínkách teplého a suchého klimatu mění na černický a z regozemě karbonátové vzniká černozem,

■ pokud se v černozemních oblastech zvýší množství srážek a voda zasakující do profilu translokuje půdní koloidy (které se akumulují pod humusovým A- horizontem) a vznikne půdní typ šedozem (dle starší klasifikace byla řazena mezi černozemě illimerizované).

*Obecně lze podle většiny scénářů změn klimatu pro střední Evropu odhadnout v zemědělství tyto změny:*

■ zvětšování plochy řepařské výrobní oblasti je do roku 2025 zdánlivě pozitivní vzhledem k jejímu vysokému produkčnímu potenciálu, k růstu však dochází zejména na méně kvalitních půdních typech, zatímco plocha ŘVO na nejkvalitnějších půdách se výrazně snižuje a to u všech scénářů (dle některých se k roku 2050 blíží nule) (Pražan J., a kol. 2007).

■ Na nejkvalitnějších půdách pravděpodobně začne dominovat kukuřičná výrobní oblast, která je některými scénářovými daty nahrazována novými VO, které jsou charakterizovány vyšší teplotní sumou a vodním deficitem.

■ Klima-změna bude znamenat prodloužení vegetační sezóny a možnost pěstování nových teplomilných plodin, zároveň ale bude znamenat nástup období výrazného vodního deficitu i v oblastech, kde jsme se s ním setkávali doposud pouze výjimečně (např. oblast Hané).

#### *Poděkování*

*Tento příspěvek vznikl za podpory projektu NAZV č. QI91C054- Atlas půdního klimatu České republiky - Vymezení termických a hydrických režimů a jejich vliv na produkční schopnost půd.*

#### **Literatura**

BRÁZDIL, R., KIRCHNER, K. A KOL. Vybrané přírodní extrémy a jejich dopady na Mpravě a ve Slezsku, Brno, Praha, Ostrava, Masarykova univerzita, ČHMU, Ústav geoniky AV ČR, 2007, 432s.

BRINKMAN, R., SOMBROEK, B. W. G. The effects of global change on soil conditions in relation to plant growth and food production, In BAZZAZ F., SOMBROEK, W. G. (eds.) *Global climate change and agriculture production*, John Wiley and Sons Ltd., 1996, 354p.

DENEŠOVÁ, O., BRTNICKÝ, M., POKORNÝ, E., VLČEK, V., PODEŠVOVÁ, J., STŘÁLKOVÁ, R. Air temperature change in the Kroměříž territory for the years 1956-2005. In: *Sustainable development and bioclimate*. Proceedings. Eds. Pribullová and Bičárová, Stará Lesná: Geophysical

Výsledky některých analýz a modelů naznačují tři současně probíhající procesy:

■ Oblasti s našimi nejproduktivnějšími půdami (tj. VO řepařská) se postupně posouvají do klimaticky méně příznivé VO kukuřičné.

■ Méně kvalitní půdy obilnářsko-bramborářské oblasti se posouvají do klimaticky příznivějších podmínek výrobní oblasti řepařské a kukuřičné. Tato pozitivní stránka je ale do značné míry snížena nevhodným reliéfem těchto oblastí.

■ Ústup pícninářské výrobní oblasti, která je nahrazována klimatickými podmínkami nevhodnými pro existenci TTP (nedostatek srážek v letních měsících).

*Z toho lze odvodit:*

■ že zemědělské využití pozemků bez závlah v kukuřičné výrobní oblasti bude v letních měsících (červen-srpen) omezené, či vyloučené vlivem vláhového deficitu těchto měsíců.

■ Současně s tím lze očekávat nárůst rizika výskytu suchých epizod i během prvních měsíců vegetačního období (např. Brázdil a Kirchner, 2007), s projevy například v oblasti Hané, jižních Čech či Českomoravské vysočiny.

■ Lze predikovat i vyšší riziko větrné a vodní eroze zejména během extrémně suchých let v oblastech, které jsou již v současnosti tímto ohroženy (jižní Morava a Polabí).

■ Modelové analýzy jako např. Žalud a Dubrovský, (2002); Trnka a kol., (2004); Trnka a kol., (2008) naznačují posun vývojových fází jařin a ozimů do časnějšího jara, které by mělo být vláhově poměrně dobře zajištěno. Již v současné době lze toto prodloužení vegetačního období pozorovat (Denešová a kol. 2009).

Institute of the Slovak Academy of Sciences and Slovak Bioclimatological Society of the Slovak Academy of Sciences, 2009, s. 10–12. ISBN 978-80-900450-1-9.

HARDY, J. Climate change, In Causes, Effects and Solutions, John Wiley and Sons Ltd. The Atrium, England, 2003, 247p.

NĚMEČEK, J., SMOLÍKOVÁ, L., KUTÍLEK, M. *Pedologie a paleopedologie*, Academia Praha, 1990, 546s.

PRACH, K., ŠTĚCH, M., ŘÍHA, P. *Ekologie a rozšíření biomů na Zemi*, Scientia Praha, 2009, 151s.

PRAŽAN, J., KAPLER, P., PICKOVÁ, A. a kol. Analýza adaptačních opatření na změnu klimatu na území ČR v oblasti zemědělství výstup funkčního úkolu MZe ČR č. 4228, 2007. 218s.

ROZOV, B. G., IVANOVA, E. N. *Klassifikacia počv SSSR*, Počvovedenje 2, 1967, 3–22

SMOLÍK, L. *Pedologie*, SNTL Praha, 1957, 400s.

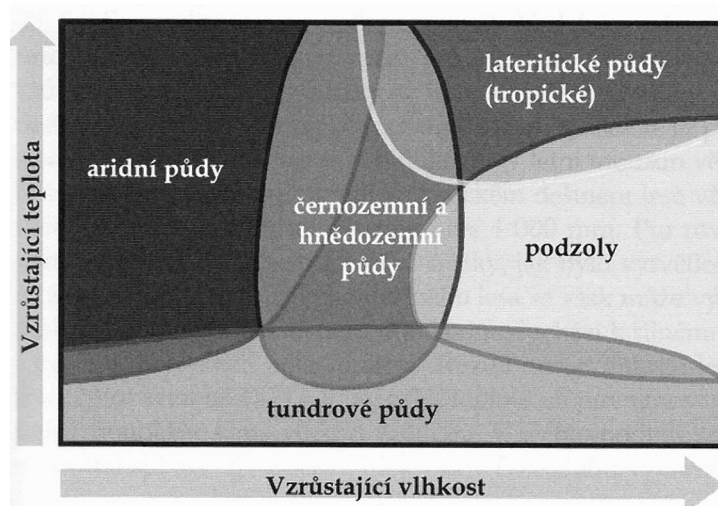
SOBOCKÁ, J. *Citlivost a zranitelnost zemědělských půd SR ve vztahu ke klimatické změně*, VÚPOP Bratislava, 2007, 27s.

TRNKA, M., DUMBROVSKÝ, M., SEMERÁDOVÁ, D., ŽALUD, Z. Projections of uncertainties in climate change scenarios into expected winter wheat yields. In *Theoretical and Applied Climatology*, 2004, 77, s.229–249

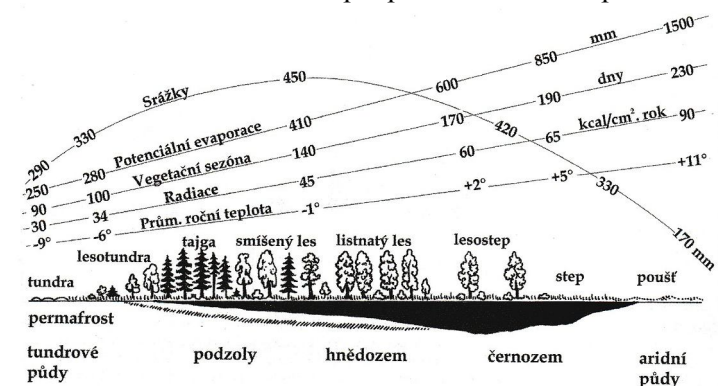
TRNKA, M., DUMBROVSKÝ, M., ŽALUD, Z. Climate change impact and adaptation strategies in spring barley production in the Czech Republic, In *Climate Change*, 2004, 64: s.227–255

TRNKA, M., HLAVINKA, P., DUMBROVSKÝ, M., THALER, S., EITZINGER, J., SEMERÁDOVÁ, D., RISCHBECK, P., ŽALUD, Z., FORMAYER, H. Regional differences in the climate change impacts on the rainfed cereal production in the Central Europe – consequences, uncertainties and adaptation options, In *Climate Change (in preparation)*, 2008

ŽALUD, Z., DUMBROVSKÝ, M. Modeling climate change impacts on maize growth and development. In *Theoretical Applied Climatology*, 2002, 72: s.85–102.



Obr. 1 Vztah základních skupin půd k vlhkosti a teplotě v rámci země (Prach, 2009)



Obr. 2 Vztahy mezi vybranými klimatickými faktory, půdními typy a biomy v širším geografickém měřítku (Prach, 2009)