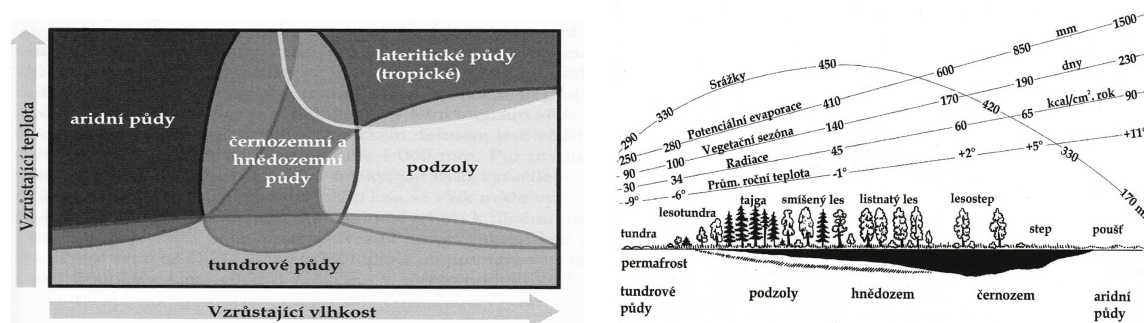


Očekávané pedoklimatické změny na území ČR

Vítězslav Vlček, Martin Brtnický, Eduard Pokorný

Citát: „Máme více informací o pohybu nebeských těles, než o půdě pod nohama.“ (Leonardo Da Vinci, kolem r. 1500).

Půda, jako základní stavební prvek všech terestrických ekosystémů je velmi složitý systém. Názory na její genezi prošly v průběhu formování pedologie jako vědy určitým vývojem. V současné době jsou uznávány resp. rozvíjeny dva názory na její vznik/vývoj: tzv. faktorový přístup (viz dále) a přístup systémový (není zde dále rozváděn) – podrobnosti viz Němeček a kol. (1990). Pojem tzv. faktorů (faktorový přístup) rozvádí jako první ve svých pracích jeden ze zakladatelů pedologie Vasilij Vasilijevič Dokučajev již na konci 19. století, či jeho následovníci z Ruska, ale i zahraničí (Jenny, 1941). Tento přístup předpokládá existenci tzv. půdotvorných faktorů, jako jsou například substrát, klima, biologický faktor, reliéf, čas, činnost člověka apod. jako vnějších činitelů, přičemž jejich vliv na vývoj půdy je obvykle sledován jako vztah mezi těmito faktory a vlastnostmi půd (Němeček a kol. 1990). Názory na vzájemný vztah klimatu a pedogeneze je znázorněn na příkladech Obrázku 1 a 2.



Obr. 1 a 2. Vztahy mezi vybranými klimatickými faktory, a skupinami půd (Obr. 1) či půdními typy a biomy v širším geografickém měřítku (Obr. 2.). Podobnou pásmitost jako na Obr. 2. pozoroval V. V. Dokučajev při své cestě po Rusku již v 19. století.

Předpoklady:

1. Podle většiny v současnosti dostupných scénářů se v mírném pásmu střední Evropy očekává jen malé zvýšení celkového úhrnu srážek. Ke zvýšení úhrnu by mělo dojít zejména v zimních měsících, naopak k poklesu v měsících letních. V průměru tedy zůstane průměrný roční úhrn srážek přibližně stejný, změní se ale rozdělení srážek v rámci roku. Predikce je nicméně omezena vysokou variabilitou klimatu v rámci území našeho státu, z důvodů mísení oceánického a kontinentálního klimatu.

2. Předpokládá se negativní vliv na tvorbu půdní organické hmoty. Růst desertifikačních jevů, jako je vysušování krajiny spojené s působením limitujících faktorů. Nedostatek vody v půdě, utlumení filtračních, transformačních a výměnných procesů může způsobit degradaci půdy. Při vyšších teplotách by mohly být negativní vlivy částečně kompenzovány fertilizačním efektem CO₂, tj. větší produkcí biomasy. 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.

Diskuse

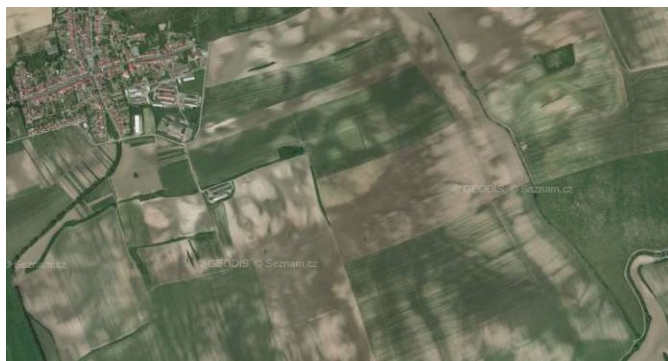
1. Předpokládané zvýšení koncentrace CO₂ v atmosféře, za současného zvýšení teploty zřejmě povede k hromadění půdní organické hmoty vlivem vyšší produktivity C₃ rostlin. U C₃ rostlin (což je drtivá většina v současnosti pěstovaných zemědělských plodin) však dochází za vyšší teploty vlivem stresu k vyšším fotorespiračním ztrátám než např. u C₄ rostlin (z běžně pěstovaných plodin lze uvést proso, kukuřici či cukrovou třtinu). Podle některých autorů, např. Brinkman a Sombroek (1996), se však pravděpodobně zvýší fotosyntéza a dojde ke zvýšení růstového indexu a účinnosti využití vody vegetací
2. Zvýšená evapotranspirace, hromadění půdní organické hmoty a zvýšení biologické aktivity půdy jako důsledek zvýšení množství kořenové hmoty a kořenových exsudátů.
3. 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.
4. Zvýšená mineralizace/mikrobiální aktivita bude mít za následek zvýšený parciální tlak CO₂ v půdním roztoku. To způsobí větší uvolňování živin (P, K, Mg, příp. mikroelementy) pro rostliny, zároveň ale zvýší nebezpečí vyplavování těchto živin do podzemních případně povrchových vod.
5. Půdní struktura se bude jako první měnit ve svrchních, člověkem nejvíce ovlivňovaných horizontech (epipedonech) a bude výrazně závislá na množství uhlíku. Při dostatku půdní organické hmoty bude struktura poměrně odolná. Problémem ale již v současné době jsou osevnické postupy s převahou tzv. spotřebitelů uhlíku, případně s vyšším zastoupením plodin, které se pak jako spotřebitelé uhlíku začínají chovat (jako je tomu při zastoupení více než 60 % obilovin v osevnickém postupu). Důsledkem je nejen ztráta půdní organické hmoty ale negativní jevy na to vázané: degradace půdní struktury, snížená pufrací schopnost půdy, zvýšení eroze atd. Jak se v půdě projeví např. dlouhodobé pěstování kukuřice je nastíněno na Obr. 3a-c.



Obr. 3. Změny v obsahu půdní organické hmoty jsou patrné již na první pohled (Obr. 3c) světlá zemina (vždy vlevo) 2 % humusu, tmavá zemina (vždy vpravo) 4 % humusu. Struktura na obou horních obrázcích vypadá přibližně stejně (Obr. 3a), ale pouze do doby než zalijeme oba vzorky vodou (Obr. 3b). V tomto případě si můžeme představit působení např. srážek. K infiltraci vody v půdě s nízkým obsahem org. látek dochází pouze omezeně, voda odtéká po povrchu, což může a často i vede k erozi. Jde o důsledek nevhodného osevního postupu – 20 let konvenčního monokulturního pěstování kukuřice – vzorky vlevo (Gruver, J. 2010).

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

7. Mezi naše nejodolnější půdy v rámci klimatické změny budou patřit naše nejkvalitnější nedegradované zemědělské půdy s černickým horizontem, tj. černozemě a černice. Tyto půdy jsou nicméně na mnoha místech degradovány erozí (viz Obr. 4).



Obr. 4. Náhodný letecký snímek oblasti jižní Moravy. Světlé skvrny znamenají, že se světlý matečný substrát (většinou spraš či sprašová hlína), dostal erozí až do úrovně ornice.

8. 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).

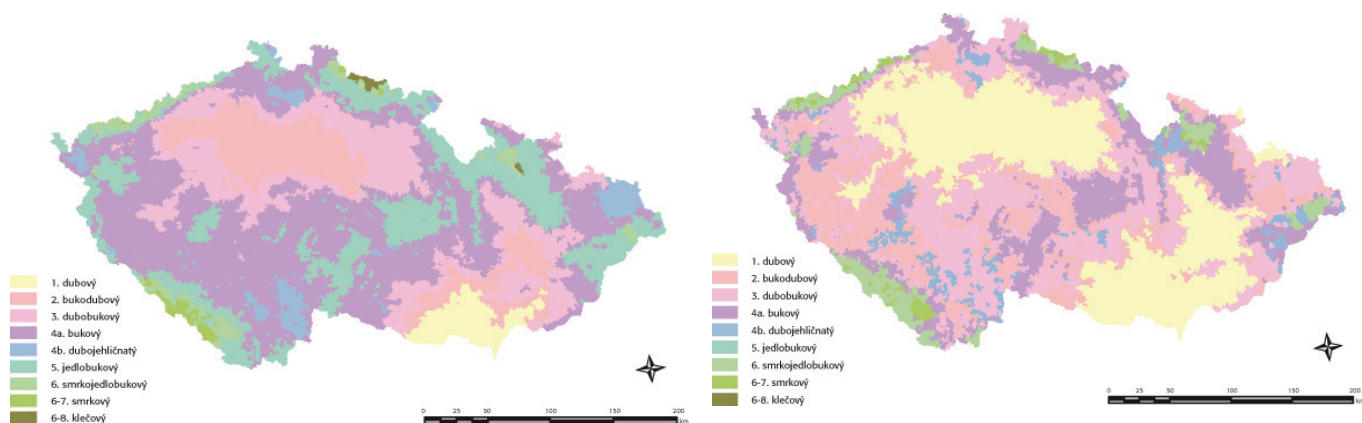
V dlouhodobém časovém horizontu desítek až stovek let lze z pedogenetického hlediska očekávat:

- na spraších se původní melanický horizont v podmínkách teplého a suchého klimatu může měnit na černický, (z regozemě karbonátové může retrogradně vznikat černozem)
- pokud se v černozemních oblastech zvýší množství srážek a voda zasakující do profilu translokují půdní koloidy (které se akumulují pod humusovým A- horizontem) a vznikne půdní typ šedozem. V případě eroze by na těchto lokalitách vznikala regozem karbonátová.
- fluvizemě na aluviálních sedimentech se v podmínkách výparného vodního režimu při akumulaci humusu mění v půdní typ černice s různým stupněm oglejení,

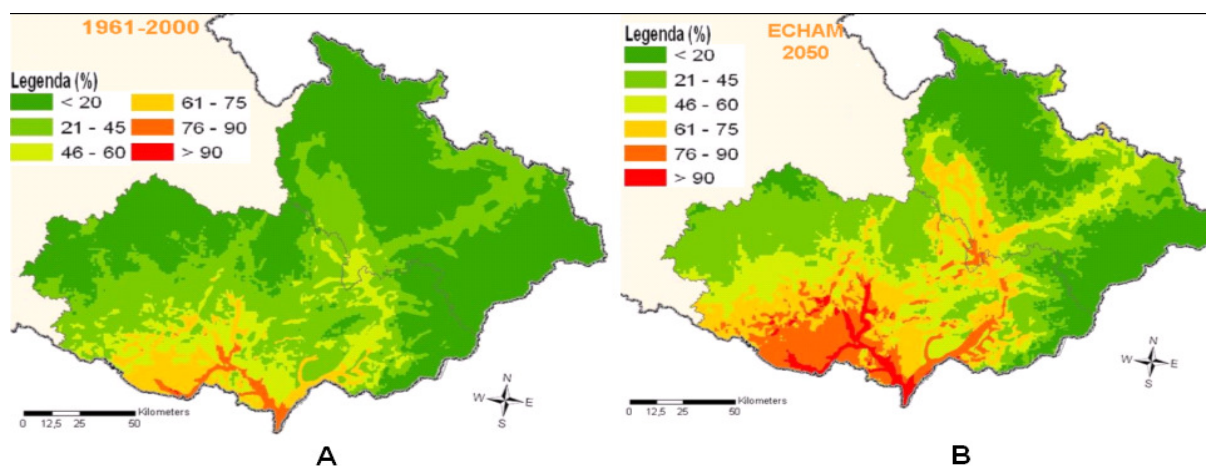
Obecně lze většinu změn v zemědělství, v důsledku změn klimatu, odhadnout a shrnout jako:

- Zvětšování plochy řepařské výrobní oblasti je do roku 2025 zdánlivě pozitivní vzhledem k jejímu vysokému produkčnímu potenciálu. K růstu nicméně dochází zejména na méně kvalitních půdních typech (kambizemě), zatímco plocha ŘVO na nejkvalitnějších půdách (černozem, hnědozem, černice apod.) se výrazně snižuje a to u všech scénářů. Dle některých scénářů se výměra řepařské výrobní oblasti na kvalitních půdních typech 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). Již v současné době (rok 2010) lze pozorovat prodloužení vegetační sezóny oproti roku 1950 o cca 21 dní.
- Pravděpodobně dojde k omezení realizovatelné niky u v současnosti dominující dřeviny našich lesů, smrku. Na Obr. 5 je jasně patrné, že smrk začne být v nižších polohách limitován srážkami a částečně i teplotou.

Obr. 5 Změny lesních porostů (porovnání roků 1990 a 2030)



Obr. 6. Ukázka změn: Z-index – procento měsíců zasažených suchou epizodou v současnosti (A) a v klimatických podmínkách očekávaných kolem roku 2050 (B). Oblasti s výskytem sucha <20 % lze označit jako oblast s nulovým až nízkým rizikem, >60 % jako oblasti s vysokým rizikem a >90 % jako oblasti s extrémně vysokým rizikem výskytu suchých epizod.



Shrnutí

- Zemědělské využití pozemků bez závlah bude v kukuřičné výrobní oblasti v letních měsících (červen-srpen) omezené, či vyloučené vlivem vláhového deficitu těchto měsíců. Rentabilita závlah bude, ale narážet na problém vlhkých/suchých period i v rámci jednoho roku.
- 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).

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství číslo 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 extrémny a jejich dopady na Moravě 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., STŘALKOVÁ, 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 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.
- DOKUČAJEV, V. V. Sočinenija. 1950. Izd.Sel'skocz.lit., Moskva –Leningrad, 627 s. In: NĚMEČEK, J., SMOLÍKOVÁ, L., KUTÍLEK, M. Pedologie a paleopedologie, Academia Praha, 1990, 546s.
- JENNY, H. Factors of soil formation. 1941. Mc Graw Hill, New York, 185 s. In: NĚMEČEK, J., SMOLÍKOVÁ, L., KUTÍLEK, M. Pedologie a paleopedologie, Academia Praha, 1990, 546s.
- HARDY, J. Climate change, In Causes, Effects and Solutions, John Wiley and Sons Ltd. The Atrium, England, 2003, 247p.
- GRUVER, J. Do we want more cast iron C in our soils? Přednáška Western Illinois University. Dostupné na: <http://www.wiu.edu/ag/faculty/PRESENTATIONS/CastironC.ppt> (1. 6. 2010)
- 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.