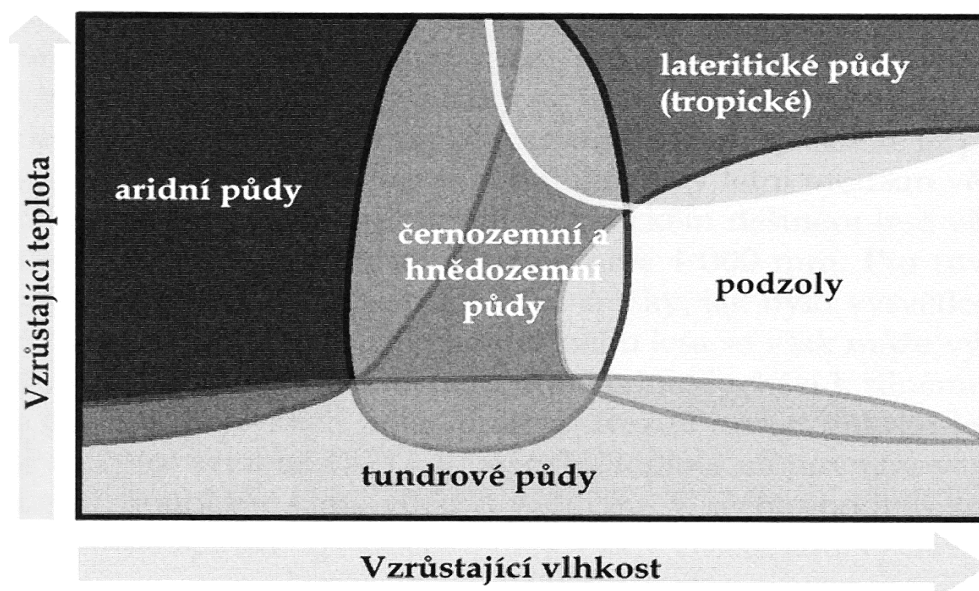


Klima jako jeden z půdotvorných faktorů, možné dopady sucha

Vítězslav Vlček, Jan Hladký, Eduard Pokorný, Martin Brtnický

Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav Půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin.

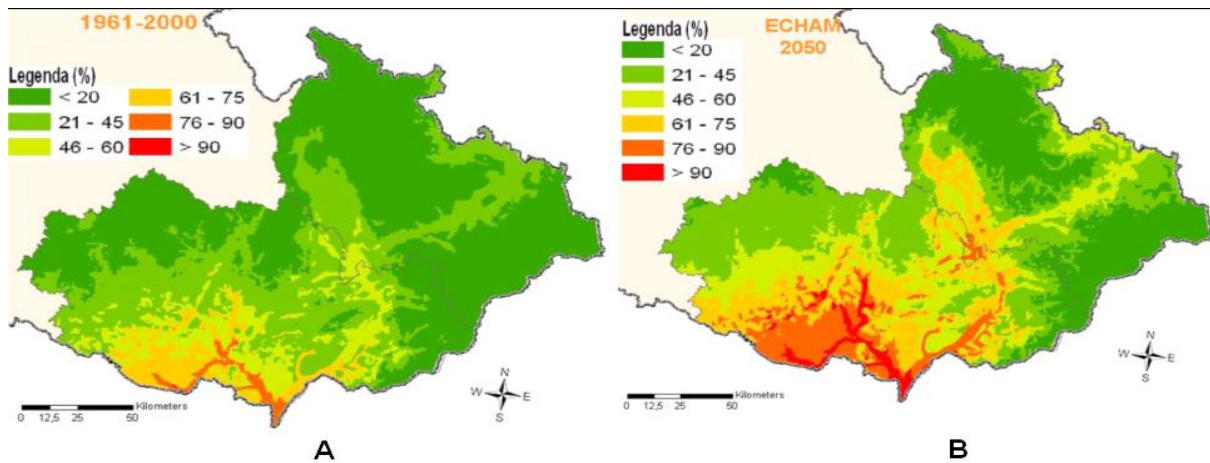
Půda, jako základ krajiny, ale i většiny suchozemských ekosystémů, je velmi složitý, třífázový systém. Názory na její vznik, vývoj či zánik v historii prošly určitým vývojem. V současné době jsou rozvíjeny zejména dva názory na její genezi: tzv. faktorový přístup (viz dále) a přístup systémový (není zde dále rozváděn, podrobnosti viz Němeček a kol. 1990). Faktorový přístup předpokládá existenci jakýchsi vnějších, exogenních činitelů, tzv. půdotvorných faktorů, jako jsou například půdotvorný substrát, klima, biologický faktor, reliéf, případně činitelů poněkud abstraktních jako je například čas. V posledních stoletích se k těmto pěti půdotvorným faktorům začíná připojovat faktor šestý, člověk. Jeho činnost, ať již vědomá, či nevědomá ovlivňuje, usměrňuje, ale i narušuje či urychluje působení těchto faktorů. Vzájemný vliv půdotvorných faktorů na vývoj půdy je obvykle sledován jako vztah mezi těmito faktory a vlastnostmi půd. Vliv vztahu klimatu na pedogenezi je znázorněn na příkladech Obrázku 1.



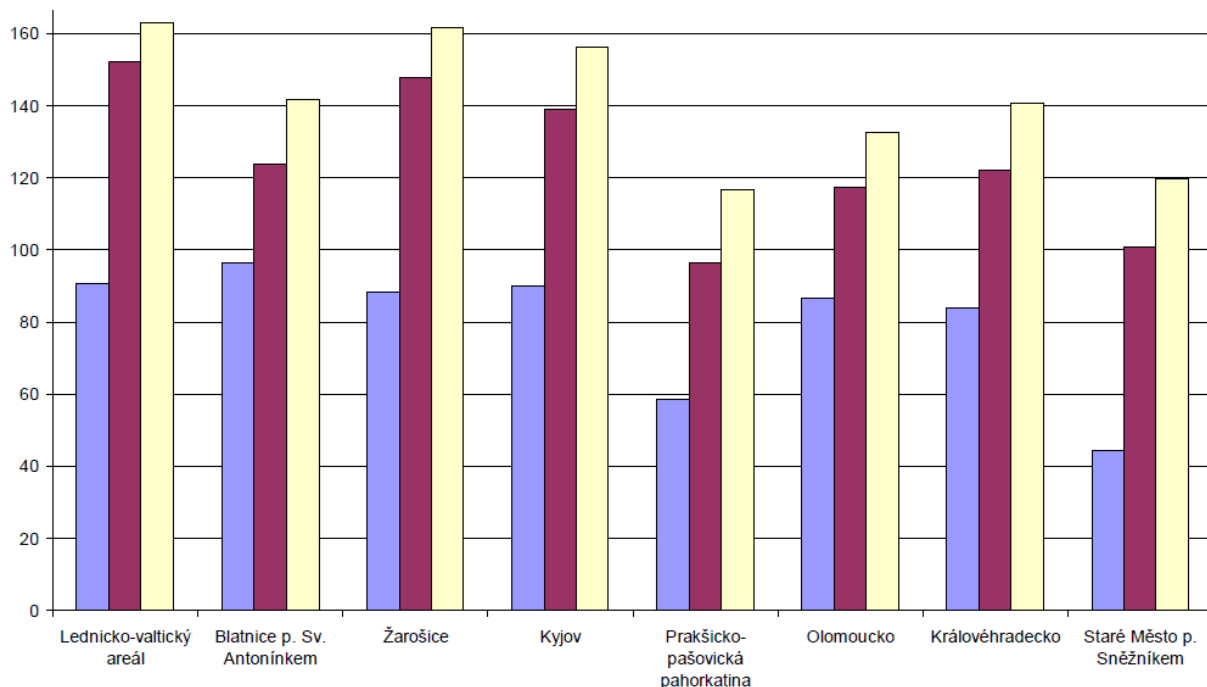
Obr. 1 Vztahy mezi klimatickými faktory teploty a vlhkosti, a skupinami půd (Němeček a kol. 1990).

Podle většiny v současnosti dostupných scénářů se v mírném pásmu střední Evropy v zásadě neočekává žádné nebo jen malé zvýšení celkového úhrnu srážek (Obr. 3). Obecně by tedy průměrný roční úhrn srážek měl zůstat přibližně stejný, změní se ale rozdělení srážek v rámci roku. K potenciálnímu „zvýšení“ úhrnu by mělo dojít zejména v zimních měsících, naopak k poklesu v měsících letních. V rámci scénářových dat by se měla měnit i průměrná roční teplota zejména v zimních měsících, méně pak v měsících letních. Predikce je nicméně omezena vysokou variabilitou klimatu v rámci území našeho státu, z důvodů mísení oceánického a kontinentálního klimatu. Lze ale předpokládat růst četnosti zejména extrémních událostí (sucha, záplavy) i v rámci jednoho roku. Problematické v těchto případech budou zejména suché oblasti našeho státu (Obr. 2 a 3). Předpokládá se v nich negativní vliv na tvorbu půdní organické hmoty, růst desertifikačních jevů, jako je vysušování krajiny spojené s působením

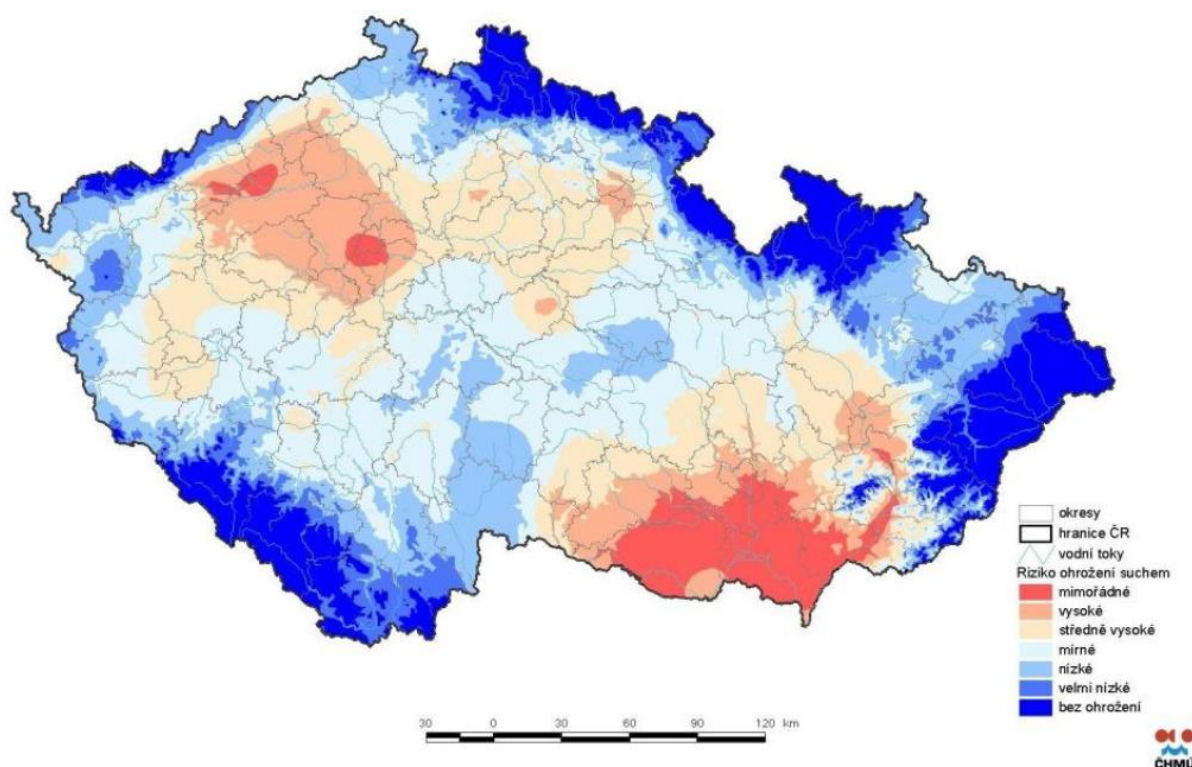
limitujících faktorů jako je např. nedostatek vody v půdě, utlumení filtračních, transformačních a výměnných procesů atd. Při vyšších teplotách by mohly být negativní vlivy částečně kompenzovány fertilizačním efektem CO₂, tj. větší produkcí biomasy, resp. větším množstvím posklizňových zbytků. Lze předpokládat, že zde budou rovněž dominovat salinizační a alkalizační procesy, tvorba krust, utužení půdy a postupná změna fyzikálních, chemických a biologických vlastností. Výrazná variabilita klimatu může díky erozi (ať už větrná, či při extrémních událostech vodní) výrazně ovlivnit změny morfologie a vlastností celého půdního profilu.



Obr. 2. Ukázka modelových změn: Z-index – procento měsíců zasažených suchou epizodou v rámci období 1961–2000 (A) a v klimatických podmínkách očekávaných kolem roku 2050 (B). Oblasti s výskytem sucha pod 20 % lze označit jako oblasti s nulovým až nízkým rizikem; nad 60 % jako oblasti s vysokým rizikem a nad 90 % jako oblasti s extrémně vysokým rizikem výskytu suchých epizod (Trnka a kol., 2006)



Obr. 3 průměrný počet dnů bez srážek za rok na vybraných lokalitách v obdobích 1961–1990 (modrý); 2021–2050 (fialový); 2071–2100 (bílý sloupec), (Středa a kol. 2013).



Obr. 4 Zemědělské sucho na území ČR ve vegetačním období (míra ohrožení na základě analýzy aktuální vláhové bilance za období 1961–2000 (Středa a kol. 2013).

Predikce půdního vývoje- krátkodobá

1. Předpokládané zvýšení koncentrace CO_2 v atmosféře, za současného zvýšení teploty zřejmě povede k hromadění půdní organické hmoty ve formě posklizňových zbytků. Důvodem by měla být vyšší produktivita C3 rostlin (většina v současnosti pěstovaných plodin). Tento pozitivní jev bude ale pravděpodobně kompenzován skutečností, že u C3 rostlin dochází za vyšší teploty vlivem stresu k vyšším fotorespiračním ztrátám než např. u C4 rostlin (což je např. kukuřice). Podle některých autorů (Brinkman a Sombroek, 1996) se však i přes tato negativa pravděpodobně fotosyntéza, růstový index a účinnost využití vody vegetací zvýší.
2. Očekávaná změna klimatu pravděpodobně způsobí i vysušování půdního profilu v suchých obdobích. Bude tedy docházet ke zvýšení provzdušnění půdy a oxidaci půdního materiálu mikroorganismy. Důsledkem pak bude zvýšení mineralizace, která bude částečně kompenzována procesy uvedenými v předcházejícím bodu. Zde bude záležet na míře zásobenosti jednotlivých území našeho státu vodou.
3. Možná zvýšená **mikrobiální aktivita** bude mít za následek zvýšený parciální tlak oxidu uhličitého v půdním roztoku. To pravděpodobně sice povede k většímu uvolňování živin (fosfor, draslík, hořčík, příp. mikroelementy) pro rostliny, zároveň se ale zvýší nebezpečí vyplavování těchto živin do podzemních případně povrchových vod při deštích, nebo dokonce povodních.

4. **Půdní struktura** se bude jako první měnit zejména ve svrchních, člověkem nejvíce ovlivňovaných horizontech a bude výrazně závislá na množství, resp. kvalitě uloženého uhlíku. Při dostatečném **obsahu i kvalitě humusu** bude struktura poměrně odolná. Jako problematické se z tohoto pohledu jeví osevnické postupy s převahou tzv. spotřebitelů uhlíku (např. okopaniny), bez adekvátního organického hnojení. Nevhodné jsou rovněž osevnické postupy s vyšším zastoupením obilovin, které se pak jako spotřebitelé uhlíku začínají chovat. Důsledkem bývá nejen ztráta kvality ale i obsahu humusu se všemi negativními jevy na to vázanými: degradace půdní struktury, snížená tlumivá schopnost půdy, zvýšené riziko eroze, utužení apod. Ukázka degradace půdní struktury a ztráty půdní organické hmoty po opakovaném dlouhodobém pěstování kukuřice je na Obr. 5a-c.



Obr. 5. Změny v obsahu půdní organické hmoty jsou patrné již na první pohled (Obr. 5c) světlá zemina 2 % humusu, tmavá zemina 4 % humusu. Struktura na obou horních obrázcích vypadá přibližně stejně (Obr. 5a), ale pouze do doby než zalijeme oba vzorky vodou (Obr. 5b). V tomto případě si můžeme představit např. vodu ve formě srážek. K infiltraci vody v půdě s nízkým obsahem organických látek dochází pouze omezeně. Voda odtéká po povrchu, což může, a často i vede k erozi (Gruver, J. 2010).

5. S ohledem na degradaci struktury a organické hmoty se všeobecně předpokládá vyšší riziko **utužení**, v těžkých půdách navíc tvorba **krust a povrchových trhlin** (viz obrázek vpravo).



Teoreticky by měly mezi naše nejodolnější půdy v rámci klimatické změny patřit naše nejkvalitnější zemědělské půdy s černickým horizontem, tj. černozemě a černice. Tyto půdy jsou však v mnoha případech degradovány erozí. Jako nejvíce náchylné na změny se pak jeví půdy zrnitostně lehké, většinou s nestabilní půdní strukturou, nízkou kationtovou výměnnou kapacitou, nízkou infiltrační schopností a mělkým humusovým horizontem (tj. některé regozemě, litozemě případně arenické subtypy).

V delším časovém horizontu (desítky let) lze z pedogenetického hlediska v příhodných oblastech očekávat:

- na spraších se původní melanický horizont v podmínkách teplého a suchého klimatu může měnit na černický (z regozemě karbonátové tak retrográdně může vznikat černozem) proces bude ale pravděpodobně brzděn vyšším rizikem vodní eroze (s ohledem na strukturu, organickou hmotu i vodostálost agregátů) při náhlých deštích.
- fluvizemě na aluviálních sedimentech se v podmínkách výparného vodního režimu při akumulaci humusu mění v půdní typ černice s různým stupněm oglejení,

Obecně lze důsledky klimatické změny predikovat takto:

- klimatická změna může sice znamenat i 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 dosud pouze výjimečně. Již v současné době lze pozorovat prodloužení vegetační sezóny oproti roku 1950 o přibližně 21 dní.
- zvětšování plochy řepařské výrobní oblasti (ŘVO) je do roku 2025 zdánlivě pozitivní, vzhledem k jejímu vysokému produkčnímu potenciálu. K růstu plochy ale dochází zejména na méně kvalitních půdních typech, zatímco plocha ŘVO na nejkvalitnějších půdách (černozem, hnědozem, černice apod.) se začíná snižovat a to u všech scénářových dat. Dle některých scénářů se dokonce výměra řepařské výrobní oblasti na kvalitních půdních typech k roku 2050 blíží nule (Pražan J., a kol. 2007). Zemědělské využití pozemků bez závlah bude v kukuřičné výrobní oblasti především v letních měsících (VI–VIII) omezené, či vyloučené vlivem vláhového deficitu těchto měsíců. Rentabilita závlah bude ale narážet na problém vlhkých/suchých period i v rámci jednoho roku a praktické dostupnosti závlahové vody. V extrémních případech nemusí být závlahových vod dostatek na pokrytí potřeby zemědělské výroby, průmyslu apod.
- na našich nejkvalitnějších půdách pravděpodobně začne dominovat kukuřičná výrobní oblast, která je v nejteplejších a nejsušších oblastech nahrazována v rámci některých scénářových dat novými výrobními oblastmi s vyšší sumou teplot nad 10 stupňů a výrazným vodním deficitem.
- Z tohoto důvodu 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). Paradoxní rozvoj vodní eroze v suchých oblastech je dáván do souvislosti zejména s tvorbou půdních krust, zhoršením půdní struktury, ztrátou organické hmoty, utužením, ale i hydrofobicitou půdy.
- Modelové analýzy jako např. Žalud a Dubrovský, (2002); Trnka a kol., (2004); Trnka a kol., (2008) sice naznačují posun vývojových fází jařin a ozimů do časnějšího jara, které by mělo být vláhově relativně dobře zajištěno a již v současné době lze toto prodloužení vegetačního

období pozorovat (Denešová a kol. 2009). Současně s tím lze ale očekávat i nárůst rizika výskytu suchých epizod během prvních měsíců vegetačního období (např. Brázdil a Kirchner, 2007) s projevy například v oblasti Hané, jižních Čech či Českomoravské vysočiny.

- Pravděpodobně dojde k omezení realizovatelné niky u, v současnosti dominující dřeviny našich lesů, smrku. Ten začne být v nižších polohách limitován srážkami a částečně i teplotou.

LITERATURA:

Brázdil R., Kirchner K., a kol., Vybrané přírodní extrémy 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.

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.

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.

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

Středa T., Středová H., Rožnovský J. Vývoj klimatu (včetně scénářů), faktický a potenciální vliv na výnos a kvalitu plodin. Metodika pro zemědělské poradce, 2013.

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., Hlavinka P., Semerádová D., Žalud Z. Spring barley production in the climate change hot spot – Czech Republic as a case study.; 6th European Conference on Applied Climatology, 3-8.9. 2006 Ljublanja, Slovinsko.

Trnka M., Hlavinka P., a kol. 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.