

SS02030018 Centrum pro krajinu a biodiverzitu

WP C1 Dosavadní vývoj a predikce

WA C1. 3 Typologie agrosystémů

Typologie agroekosystémů z hlediska míry ohrožení

SS02030018-V78

doc. Ing. Vít Penížek, Ph.D.¹, doc. Ing. Lenka Pavlů, Ph.D.¹, Ing. Radim Vašát¹, doc. ing. Martin Smutný², Ph.D., Ing. Martin Možný, CHMÚ³, Ing. Jakub Houška⁴, Ph.D., David Kirner⁴

¹Česká zemědělská univerzita v Praze

²Mendelova univerzita v Brně,

³Český hydrometeorologický ústav

⁴Výzkumný ústav pro krajinu, v. v. i.

2025

**T A
Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci Programu Prostředí pro život.

www.tacr.cz www.mzp.cz

Typologie agroekosystémů z hlediska míry ohrožení

SS02030018-V78

Ostatní výsledky

Úvod

Agroekosystémy představují člověkem přetvořené ekosystémy založené na řízené zemědělské výrobě, která je funkčně propojena s okolní krajinou. Jde o komplexní soubor rostlin (plodin) a živočichů (hospodářských zvířat), ale také všech neživých složek (půdy, vody) v zemědělském prostředí. Požadavky na agroekosystémy jsou jednak jejich produkční schopnost, ale zároveň i plnění mnoho mimoprodukčních funkcí.

S měnícím se klimatem vyvstává otázka nebezpečí degradace systémů hospodaření na půdě a s tím spojené neplnění jak produkčních, tak mimoprodukčních funkcí.

Míra těchto degradačních tlaků není prostorově konstatní, ale liší se regionálně s ohledem na variabilitu půdních, klimatických faktorů. Stejně tak se může regionálně lišit i struktura pěstovaných plodin a zaměření farem.

Z hlediska degradačních faktorů lze v podmínkách ČR jmenovat jako hlavní degradační faktory: a) ztrátu půdní organické hmoty, b) ztrátu úrodnosti v důsledku poklesu živin v půdě, c) sucho a d) zvýšenou potenciální erozi.

Zároveň je důležité si uvědomit, že mnohdy tyto faktory působí souběžně a mají o to větší degradační potenciál.

Jako základní způsoby hospodaření, respektive typy farem byly vzaty dva nejrozšířenější způsoby hospodaření – farmy s rostlinou výrobou (General cropping (P1)) a živočišnou výrobou (Grazing livestock and forage (P4)) dle definice projektu BESTMAP (European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 817501).

Ztráta půdní organické hmoty

Ztráty půdní organické hmoty (respektive půdního organického uhlíku C_{ox}) byla modelována na základě modelu RothC. Model pracuje se vstupními daty, která zahrnují:

- a) půdní vlastnosti (obsah jílu),
- b) zastoupení a výnosy plodin,
- c) klimatická data.

Obsah jílu v půdách byl vzat Detailních map půdních vlastností ČR (Žížala et al., 2020).

Zatoupení plodin a jejich výnosy bylo provedeno na základě regionalizace území ČR dle výrobních oblastí dle Trnka et al. (2021). Pro dané výrobní oblasti byly sestaveny typické osevnické postupy odvozené ze zastoupení plodin na základě analýzy pěstovaných plodin dle LPIS let 2019 až 2024 (MZe, 2025).

Po oba systémy hospodaření (RV a ŽV) byly navrženy pevné osevnické postupy (8 či 10 honů) na základě struktury plodiny dle LPIS v jednotlivých výrobních oblastech. Podíl ŽV byl stanoven na základě odborného odhadu s využitím dat o stavech skotu v jednotlivých krajích ČR. V systémech s ŽV byly jako víceleté pícniny zařazeny jetel luční (2 letý, v obilnářsko-bramborářské výrobní oblasti) a vojtěška setá (2 či 3 letá, v ostatních výrobních oblastech) a jako hlavní jednoletá pícnina je pěstována kukuřice na siláž. U obilnin byl stanoven podíl zapravené/sklizené slámy, aby byla pokryta potřeba ŽV. V návaznosti na rozsah ŽV byla vypočtena produkce statkových hnojiv (chlévského hnoje a kejdy), které byly využity ke hnojení vybraných plodin a v dávkách běžně využívaných v praxi. V systémech bez ŽV jsou zařazeny pouze jednoleté tržní plodiny, jejichž veškerá nadzemní hmota je zapravena do půdy. Kromě toho byly do osevnického postupu zařazeny meziplodiny.

Klimatická data byla zpracována pro model SSP2–4.5 a SSP5–8.5. Modelování bylo provedeno pro časovou řadu 2025–2050. Výstupem modelu je míra změny C_{ox} v $t \cdot ha^{-1}$. Míra ohrožení byla klasifikována dle kritérií v Tab. 1.

Tabulka 1. Stupeň ohrožení agroekosystémů v důsledku změny C_{ox} .

Změna C_{ox} (t/ha)	Stupeň ohrožení	
< 0	1	bez ohrožení
0–5	2	mírné ohrožení
> 5	3	silné ohrožení

Ztráty úrodnosti v důsledku poklesu živin v půdě

Charakteristika dat

Data Agrochemického zkoušení zemědělských půd byla poskytnuta Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ), který monitoring zemědělských půd řídí a data spravuje. Ročně se v režii ÚKZÚZ vzorkuje 450–500 tisíc ha zemědělské půdy, z toho 380 tisíc ha orné půdy v šestiletém cyklu se vzorkovací aktivity vrací na stejný díl půdního bloku (DPB větší než 2 ha). Každoročně je tak analyzováno přibližně 72 tisíc vzorků půdy. Základním účelem vzorkování a analýz je sledovat úrodnost půd a jejich chemický stav, poskytovat podklady pro hnojivové plány, možnost vyhodnotit vývoj půdních vlastností v čase a vytvoření národní databáze půdních parametrů jako základ pro stanovení udržitelného způsobu hospodaření.

Hodnocení vývoje (ztráty) úrodnosti v důsledku poklesu živin v půdě

Pro účely stanovení míry hodnocení úrodnosti půdy jako jednoho ze čtyř základních pilířů hodnocení vývoje půdních vlastností byly základem predikované hodnoty základních parametrů AZPP, které byly měřeny v celém období 1999–2022, tj. v datovém setu, který je k dispozici. Těmito parametry jsou: půdní reakce, kationtová výměnná kapacita, základní makroživiny (Ca, Mg, K).

Predikce hodnot byly vytvořeny v rámci výstupu V45 Model vývoje půdního pokryvu a půdních vlastností v návaznosti na scénáře klimatické změny pomocí algoritmu Cubist a sofistikovaného strukturovaného kalibračního datasetu (podrobnější popis u V45). Hodnoty byly průměrovány pro grid 1 km² a pro dvacetiletá období 2022–2040, 2041–2060, 2061–2080 a 2080–2100. Pro

každé období byly predikované hodnoty převedeny do třech kategorií podle klíče v Tab. 2, kdy z hlediska úrodnosti půdy odpovídá kategorie 1 optimálnímu stavu, 2 stavu méně příhodnému a 3 stavu nepříznivému. U základních makroživin se liší klasifikace rovněž podle půdní zrnitosti. Klasifikace vychází z publikace Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd (Ministerstvo životního prostředí, 2018). Finální hodnocení dané buňky gridu z hlediska úrodnosti (rovněž kategorie 1, 2, 3), je odvozeno z aritmetického průměru hodnocení dílčích charakteristik podle klíče v Tab. 2 vycházejících z kritérií pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd (Sáňka et al., 2018).

Tabulka 2. Hodnocení stavu jednotlivých půdních charakteristik z hlediska úrodnosti podle publikace Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd (Ministerstvo životního prostředí, 2018). (L=lehká, S=střední, T=těžká)

Půdní charakteristika	Půdní zrnitost	Kategorie úrodnosti		
		1	2	3
pH		5,5–7,7	5–5,5 nebo >7,7	< 5
kationtová výměnná kapacita [nmol/kg]		> 180	120–180	< 120
Ca [mg/kg]	L	> 1600	1000–1600	< 1000
	S	> 2100	1400–2100	< 1400
	T	> 2800	2100–2800	< 2100
K [mg/kg]	L	≥ 160	100–160	< 100
	S	≥ 170	105–170	< 105
	T	≥ 260	170–260	< 170
Mg [mg/kg]	L	> 135	80–135	< 80
	S	> 160	105–160	< 105
	T	≥ 220	120–220	< 120

Sucho

Mapové výstupy počtu dnů s půdním suchem vznikly na základě modelu ČHMÚ, který využívá vazby mezi měřenými údaji vlhkosti

půdy, klimatickými prvky, půdními podmínkami a orografií. Pro vymezení půdního sucha byla zvolena hranice pod 30 % VVK (využitelné vodní kapacity). Budoucí vývoj srážek byl simulován s využitím dat klimatických scénářů ALADIN-CLIMATE/CZ SSP2–4.5 a SSP5–8.5 pro období 2021–2050 a 2051–2080. Simulace budoucího vývoje předpokládá u obou scénářů výrazný nárůst počtu suchých dnů do roku 2100. Například mírnější scénář SSP2-4.5 předpokládá nárůst nejsušší kategorie nad 50 suchých dnů o 15,6 % rozlohy do konce roku 2050 a o 53,2 % do konce roku 2080, u SSP5–8.5 jsou nárůsty ještě výraznější. Naopak u nejnižší kategorie s počty suchých dnů pod 20 pokles o 15,1 % rozlohy do roku 2050 a o 21,6 % do konce roku 2080 pro scénář SSP2–4.5. Silnější projevy sucha se projevují především v období března až červenec. Jsou způsobeny růstem teplot způsobujícím vyšší výpar a tím dochází k rychlejšímu vysychání půdy i při podobných/lehce vyšších srážkách. Na mapách jsou patrné regionální rozdíly v rámci ČR, k nejzranitelnějším patří nížiny (Polabí, jižní a střední Morava, části středních a severozápadních Čech), horské a podhorské oblasti jsou na tom relativně lépe, ale i zde dochází k růstu suchých dnů.

Zvýšená potenciální eroze

Míra ohrožení systémů hospodaření erozí byla hodnocena na základě potenciálního nárůstu vlivu erozního vlivu srážek, tj. R-faktoru.

Pro výpočet účinku srážek na velikost ztráty půdy (R-faktor) byla využita metoda van Dijka (Hanel et al., 2016), která je využívána v případech chybějících dat o intenzitě srážek. Vstupními daty do modelu byly denní a 10-minutové úhrny srážek ze stanic ČHMÚ. Budoucí vývoj srážek byl simulován s využitím dat klimatických scénářů ALADIN-CLIMATE/CZ SSP2–4.5 a SSP5–8.5 pro období 2021–2050. Simulace budoucího vývoje R-faktoru předpokládá jeho mírný nárůst do roku 2100. Scénář SSP2–4.5 předpokládá průměrný růst R-faktoru do konce roku 2080 o 7,4 %, u SSP5–8.5 až o 14,4 %. Na mapách jsou patrné značné rozdíly mezi jednotlivými regiony ČR.

Tabulka 3. Stupeň ohrožení agroekosystémů v důsledku nárůstu R-faktoru.

Nárůst R-faktoru (%)	Stupeň ohrožení	
< 10	1	bez ohrožení
10–15	2	mírné ohrožení
> 15	3	silné ohrožení

Klasifikace dle sdruženého vlivu faktorů

Vlastní vyhodnocení míry ohrožení agroekosystémů bylo hodnoceno na základě syntézy jednotlivých faktorů (Tab. 4). Jestliže alespoň jedna z podkladových vrstev vykazovala nejvyšší stupeň ohrožení, bylo celkové hodnocení také jako nejvyšší stupeň. Stejně tak tomu bylo v případě mírného ohrožení u všech faktorů. Jestliže došlo k mírnému ohrožení u dvou nebo tří faktorů, bylo celkové ohrožení označeno jako mírné. Zbytek byl hodnocen jako území bez ohrožení.

Tabulka 4. Výsledný stupeň ohrožení agrosystémů dle vlivu jednotlivých faktorů.

Stupeň ohrožení					výsledný
dle faktorů					
3	3	3	3	3	silné ohrožení
3	2	1	1	3	
3	1	1	1	3	
2	2	2	2	3	
2	2	2	1	2	mírné ohrožení
2	2	1	1	2	
2	1	1	1	1	bez ohrožení
1	1	1	1	1	

Výsledné hodnocení bylo provedeno variantně pro dva klimatické modely SSP2–4.5 a SSP5–8.5 a pro odlišný management, respektive kategorizaci farem – farmy s rostlinou výrobou (General cropping (P1)) a živočišnou výrobou (Grazing livestock and forage (P4)).

Výsledné zatřídění území do kategorií a jejich prostorová variabilita je detailně popsána v podobě mapy ve výsledku V48.

Zhodnocení ohrožení agrosystémů

Výsledné zatřídění území do kategorií pro klimatické scénáře a hodnocené typy agrosystémů shrnuje Tab. 5. Pro klimatický model SSP2 jsou totožné plochy rozlohy tří

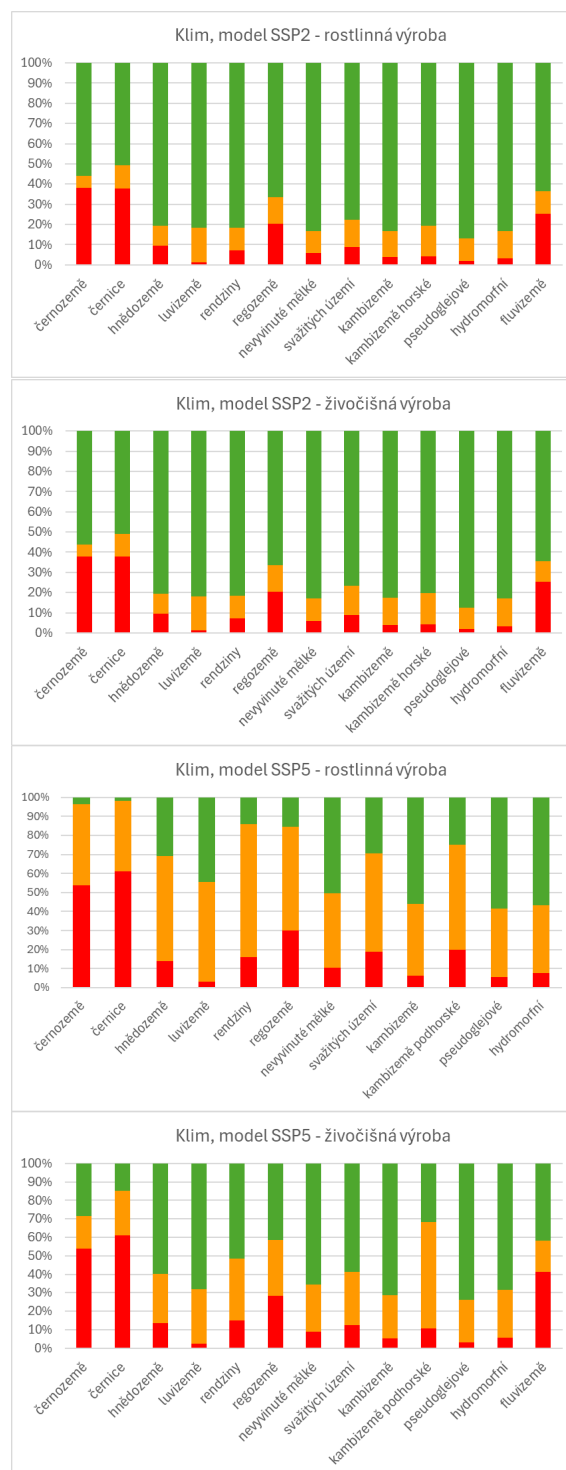
kategorií ohroženosti. Nejvíce území spadá do kategorie bez ohrožení (77 %). Kategorie mírného ohrožení a vysokého ohrožení vykazují téměř shodný podíl 11, respektive 12 %. Hlavními oblastmi ohrožení jsou jižní Morava a SZ Čechy.

Tabulka 5. Zatřídění území dle stupně ohrožení pro klimatický model SSP2 a SSP5 a variantu farem s rostlinnou (RV) a živočišnou výrobou (ŽV).

	SSP2 RV	SSP2 ŽV	SSP5 RV	SSP5 ŽV
1	77 %	77 %	37 %	57 %
2	11 %	11 %	43 %	25 %
3	12 %	12 %	20 %	18 %

Pro klimatický model SSP5 existují výrazné rozdíly mezi hodnocenými typy agrosystémů. Výrazně méně příznivě vychází kategorizace u farem pouze s rostlinnou výrobou, kde do nejvíce ohrožené kategorie spadá 20 % území. U farem s živočišnou výrobou je to 18 %. Největší rozdíl však existuje u kategorie mírného ohrožení, kde u farem s rostlinnou výrobou, kam spadá 43 % území (u farem s živočišnou výrobou je to pouze 25 %). V případě klimatického scénáře SSP5 se kromě vlivu ohrožení suchem uplatňuje ve větší míře i vliv ztráty půdní organické hmoty a živinový stav půdy. Nejmarkantnější nárůst ploch s mírným ohrožením je v oblasti České křídové tabule.

Regionální proměnlivost zařazení agrosystémů do odlišných tříd ohrožení se projevuje i v odlišné míře ohroženosti půdních jednotek. Obr. 1 ukazuje zařazení základních skupin půd dle BPEJ. Nejvíce ohroženými půdami jsou pro oba klimatické modely černozemní půdy, černice a fluvizemě.



Obrázek 1. Míra ohrožení půdních jednotek (základních skupin půd dle BPEJ) v rámci scénářů změny klimatu a scénářů využití území (typu farem).

Prostorová variabilita jednotlivých faktorů, stejně jako výsledná klasifikace jsou detailně popsány v podobě mapy ve výsledku V48.

LITERATURA

Žížala D., Minařík R., Juřicová A., Zádorová T., Beitlerová H., Penížek V. (2020): Soubor detailních map půdních vlastností ČR: Specializovaná mapa s odborným obsahem. VÚMOP, Praha.

Trnka M., Balek J., Brázdil R., Dubrovský M., Eitzinger J., Hlavinka P., et al.. Observed changes in the agroclimatic zones in the Czech Republic between 1961 and 2019. *Plant Soil Environ.* 2021;67(3):154-163. doi: 10.17221/327/2020-PSE.

MZe (2025): LPIS – Plodiny. Dostupné z: <https://agrigis.gov.cz/portal/apps/storymaps/stories/99ddc665f57a4843b878e86c23e99b31>.

Sáňka M., Vácha R., Poláková Š, Fiala P. (2018): Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd. MŽP, Praha.

Hanel, M., Máca, P., Bašta, P., Vlnas, R. & Pech, P. (2016): The rainfall erosivity factor in the Czech Republic and its uncertainty. *Hydrology and Earth System Sciences* 20, 430–432.