

Zemědělské půdoznanství a mikrobiologie

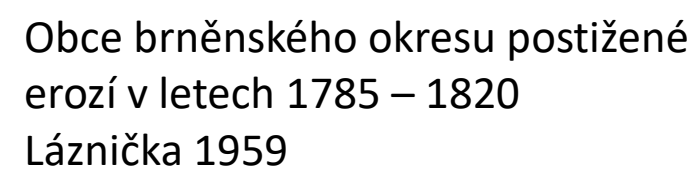
přednáška 6

Vítězslav Vlček, Ph.D.

ústav 221



INFORMAČNÍ SYSTÉMY O PŮDĚ



...jsou založeny na získaných informacích

- Komplexní průzkum zemědělských půd (1961 – 1970)
- Bonitace zemědělských půd (1971 – 1980)
- AZP (1961 +)
- Registr kontaminovaných ploch (1990 +)
- Bazální monitoring půd (1992 +)

Komplexní průzkum zemědělských půd (1961-70)

Přes 700 000 sond,

Etapy:

- terénní průzkum,
- laboratorní zpracování vzorků,
- kancelářské zpracování výsledků,
- předání výsledků do praxe.

Pozitiva – zavedena ucelená klasifikace půdních jednotek na základě genetických horizontů.

- proveden podrobný pedologický (geologický, botanický) průzkum terénu
- mapy (půdní i geologické) a kartogramy
- návrhy opatření – zvýšení efektivity výroby
- rajonizace – vznikají produkčně ekologické skupiny

<https://geoportal.vumop.cz/>

Bonitace zemědělských půd

- cílevědomé hodnocení komplexu kvalitativních a kvantitativních vlastností půdy dle úrodnosti.
- zjištění kvality ZPF (úrodnost)

úrodnost – to čím se půda liší od horniny, dáno vývojem, dynamická vlastnost ovlivnitelná člověkem

- přirozená úrodnost – dána pedogenezí
- antropická úrodnost
- potenciální úrodnost = přirozená úrodnost + antropická úrodnost
- skutečná (efektivní) úrodnost = kvalita + množství pěstovaných plodin (E získaná ve fytomase)

Dělení půdy:

- orné půdy typické
- orné půdy podmíněné
- TTP

Výsledkem bonitace je kód BPEJ = specifické území s agroekologickými vlastnostmi (daný určitým produkčním potenciálem). Prozatím máme asi 2 200 BPEJ-ek

Jde o základní mapovací a oceňovací jednotku. Zaznačení probíhá do map 1:5 000.

Pětimístný kód tvoří hlavní půdně-klimatickou jednotku.

3.02.10

3- klimatický region (dán sumou ročních teplot nad 10 stupňů a průměrnou vláhovou jistotou) – hodnoty 0-9

02 – hlavní půdní jednotka (je jich 78)

1 – svažitost a expozice

0 – hloubka půdy a skeletovitost

LPIS (Land Parcel Identification System)

LPIS je geografický informační systém (GIS), který je tvořen primárně evidencí využití zemědělské půdy. Ke spuštění došlo v roce 2004.

Hlavním účelem je ověřování údajů v žádostech o dotace poskytovaných ve vazbě na zemědělskou půdu, a to bez ohledu na to, zda jde o dotace financované ze zdrojů EU nebo o národní dotační programy.

V průběhu jeho vývoje se však našla široká škála dalšího uplatnění (vedení zákonných evidencí o použití hnojiv, pastvy, přípravků na ochranu rostlin, dále je využíván jako podklad pro stanovení omezení hospodaření u nitrátové směrnice, erozní ohroženosti apod.).

Pro veřejnost jsou určeny 3 moduly LPIS, a to:

Registr půdy pro farmáře (iLPIS) – od roku 2005. Je určena registrovaným farmářům a kromě prezentace evidovaných dat obsahuje nástroje pro vedení osevních postupů.

Veřejný registr půdy (pLPIS) od roku 2009.

WMS/WFS služby tj. služby jsou určeny zejména pro uživatele používající komerčního SW a umožňují do externích aplikací načítat mapy z LPIS.



Základní antropogenní poruchy půdy

Faktory ovlivňující kvalitu půdy zahrnují parametry, jako jsou například:

Chemické vlastnosti půdy - zahrnují pH půdy, obsah živin (např. dusík, fosfor, draslík) a přítomnost toxických látek nebo těžkých kovů.

Fyzikální vlastnosti – zrnitost, která ovlivňuje schopnost půdy zadržovat a propouštět vodu (což ovlivňuje dostupnost vody pro rostliny ale i erozi půdy nebo mikrobiální aktivitu).

Struktura půdy - zahrnuje velikost a uspořádání půdních částic a pórovitost půdy.

Obsah organické hmoty - vyšší obsah organické hmoty zlepšuje strukturu půdy, její schopnost zadržovat vodu a podporuje biologickou aktivitu.

Půdní mikrobiální aktivita a biodiverzita - zahrnuje mikroorganismy, jako jsou bakterie, houby, řasy a půdní faunu (např. žížaly), které podporují rozklad organických látek a cykly živin.

Antropogenní poruchy ... základní představení

Základní **antropogenní poruchy půdy** jsou narušení půdy způsobené lidskou činností. Tyto poruchy mohou negativně ovlivnit strukturu, chemické složení, biologickou aktivitu a celkovou kvalitu půdy. Mezi hlavní antropogenní poruchy půdy patří například eroze, utužení, ztráta organické hmoty, acidifikace a některé další.



I když v dalším textu budou uvedeny odděleně, nelze je tak ale chápat...

Každá z antropogenních poruch má své specifické důsledky na kvalitu půdy, její úrodnost a schopnost plnit ekologické funkce. Prevence a zmírňování těchto poruch vyžaduje udržitelné hospodaření s půdou, ochranu přírodních zdrojů a odpovědné



Eroze půdy

- Vzniká v důsledku neudržitelného zemědělství, odlesňování, špatného hospodaření s půdou nebo stavebních činností.
- Vede k odplavení nebo odfouknutí vrchní vrstvy půdy, která je nejúrodnější a obsahuje většinu živin.



Zhutnění půdy:

- Dochází k němu v důsledku opakovaného přejezdu těžké techniky, strojů a dopravy po půdních površích.
- Zhutnění snižuje pórovitost půdy, což omezuje infiltraci vody, zhoršuje odvodnění a provzdušnění půdy a snižuje kořenový růst rostlin.



Kontaminace půdy:

- Znečištění půdy toxickými látkami, jako jsou těžké kovy (olovo, rtuť, kadmium), pesticidy, herbicidy, průmyslové chemikálie, ropné látky a další nebezpečné látky.
- Kontaminace může pocházet z průmyslových provozů, nelegálního ukládání odpadů, nadměrného používání chemických hnojiv a pesticidů, dopravního provozu nebo úniků ropných látek.



Urbanizace a zábory půdy:

- urbanizace vede k překrytí půdy nepropustnými materiály (např. beton, asfalt), což výrazně snižuje schopnost půdy zadržovat vodu, podporovat růst rostlin a provádět ekologické funkce.
- zábory půdy pro stavební účely nebo infrastrukturu redukují množství půdy dostupné pro zemědělství a přírodní ekosystémy.
- environmentální politiky.

Salinizace půdy:

- Dochází k ní v důsledku nevhodných zavlažovacích praktik, které vedou ke zvýšené koncentraci rozpustných solí v půdě.
- Salinizace snižuje úrodnost půdy a může způsobit, že půda se stane nevhodnou pro zemědělskou produkci.



Solné výkvěty v povrchové
vrstvě lužního lesa, jižní Morava
léto 2024

Kyselá depozice a okyselování půdy:

- Vzniká v důsledku emisí oxidu siřičitého (SO_2) a oxidů dusíku (NO_x) z průmyslových zdrojů a dopravy, které se transformují na kyselé složky a následně se ukládají do půdy prostřednictvím kyselých dešťů.
- Okyselování půdy může ovlivnit její chemické vlastnosti snižovat dostupnost

Ztráta organické hmoty v půdě:

- Důsledkem intenzivního zemědělství, nedostatečné rotace plodin a minimálního používání organických hnojiv.
- Ztráta organické hmoty snižuje kvalitu půdy, její schopnost zadržovat vodu, živiny a podporovat biologickou aktivitu.

EROZE

Vodní eroze půdy je přírodní jev, při kterém voda narušuje povrch půdy, přesouvá půdní částice na jiné místo a následně je ukládá. Rozlišujeme dva typy eroze: **přírozenou** (geologickou) a **zrychlenou**, která je způsobena lidskou činností.

Geologická (přírozená) eroze probíhá přirozeně, pozvolna formuje krajinu a je v souladu s půdotvornými procesy. Naopak zrychlená eroze odnáší půdní částice rychleji, než je půdotvorný proces stíhá nahrazovat. Z toho vyplývá, že vodní erozi nelze zcela zastavit, ale lze ji výrazně zpomalit, což umožní dlouhodobé využívání půdy pro zemědělství. V našich podmínkách je ochrana proti erozi zvláště důležitá na svazích s mělkým skalním podložím a vysokým obsahem štěrku.

Co je vlastně přirozená eroze?

Zjednodušeně řečeno vzniká 1 cm půdy přibližně 100 let. Pokud si uvedený 1 cm představíme na ploše 1 ha, jedná se objemově asi o 100 m³ zeminy (0,01 m x 100 m x 100 m). Zemina včetně pórů má přibližně 1,4 tuny na m³; to znamená, že náš objem bude vážit přibližně 140 tun (tedy za 100 let nám na jednom hektaru vznikne přibližně 140 tun půdy).

Přirozená eroze by tedy měla být menší, než co stihne příroda „vyrobit“ vlastními silami v našem případě tedy **< 1,4 tuny na hektar a rok** (140 tun za 100 let/100 let). Pokud bude větší, bude půdy ubývat a na pozemku pak časem zůstane jen půdotvorný substrát...

Rovněž **větrná eroze** půdy je přírodní jev, při kterém vítr odnáší částice půdy z jejího povrchu, transportuje je na jiné místo a následně je ukládá. Tento typ eroze lze rozdělit na dvě hlavní formy. První je na kratší vzdálenost tzv. saltací (větší půdní částice se pohybují po povrchu země klouzáním, nebo drobnými skoky), a na prašné bouře, kdy jsou půdní částice unášeny vzduchem a vítr je transportuje na značně dlouhé vzdálenosti (stovky metrů až stovky kilometrů).

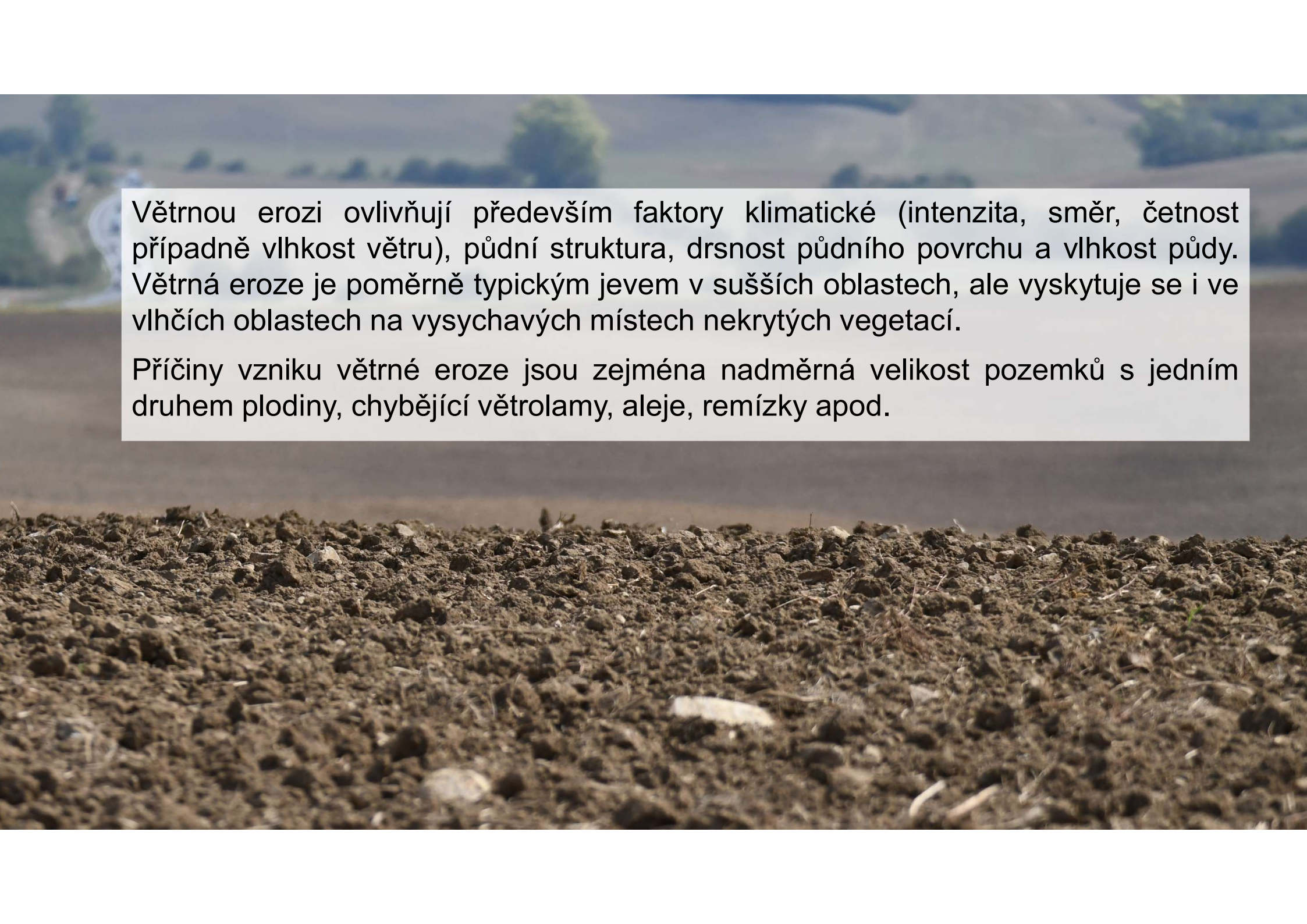
Ukázka větrné eroze Strážovice, okr. Kyjov, 2024. Pokud je půda příliš suchá, dochází při agrotechnice k jejímu mechanickému rozbíjení a za traktorem se takto „práší“. Vítr pak odnáší zejména prachovou frakci. Negativním dopadem je rovněž „vznik“ velkých hrud, které jsou spíše vylamovány, než, že by se drobily.

Nejlepší je provádět agrotechniku při tzv. vlahé vlhkosti – půda se optimálně drobí, nepráší, zároveň je ale dostatečně únosná pro techniku a nedochází k utužení v hloubce.



V důsledku intenzifikace zemědělské výroby v minulosti má Česká republika jedny z největších půdních bloků v Evropě, což může dále akcelarovat vodní erozi. Při scelování pozemků v minulosti byly navíc ve velkém měřítku rušeny důležité hydrografické a krajinné prvky (meze, zatravněné údolnice, polní cesty a rozptýlená zeleň), které dříve účinně omezovaly zrychlenou erozi. Po roce 1948 tak z krajiny zmizelo například 35 000 ha lesíků, hájků, zasakovacích pásů; 30 000 km stromořadí a alejí; 145 000 ha mezí; 120 000 km polních cest. Na pole bylo navíc přeměno 270 000 ha luk a pastvin...

Při přehlížení těchto skutečností při plánování osevních postupů, zpracování půdy a dalších operací, zejména na svažitých pozemcích tak bohužel dochází k intenzivní vodní erozi. To je případ pěstování erozně nebezpečných plodin, orby po spádnici, absence zatravněných pásů, teras nebo dalších technických opatření. Kritické období z hlediska eroze je v měsících červnu až srpnu, kdy se odehrává 80 % všech erozně nebezpečných dešťů.

The background image shows a wide, flat landscape under a bright, cloudy sky. In the foreground, there is a large pile of dark brown, loose soil, likely from a plowed field. The soil has a crumbly texture with some small clumps and bits of dry vegetation. In the distance, a flat horizon line separates the field from a pale blue sky filled with soft, white clouds. The overall scene illustrates the concept of wind erosion in an agricultural setting.

Větrnou erozi ovlivňují především faktory klimatické (intenzita, směr, četnost případně vlhkost větru), půdní struktura, drsnost půdního povrchu a vlhkost půdy. Větrná eroze je poměrně typickým jevem v sušších oblastech, ale vyskytuje se i ve vlhčích oblastech na vysychavých místech nekrytých vegetací.

Příčiny vzniku větrné eroze jsou zejména nadměrná velikost pozemků s jedním druhem plodiny, chybějící větrolamy, aleje, remízky apod.



Temeno kopce, tzv. „kontrola“, předpokládá se menší úroveň eroze = zachování většiny původního profilu



Svah, tzv. „eroze“. Předpokládá se významná úroveň eroze, která je podstatně vyšší než akumulace z vyšších částí svahu.



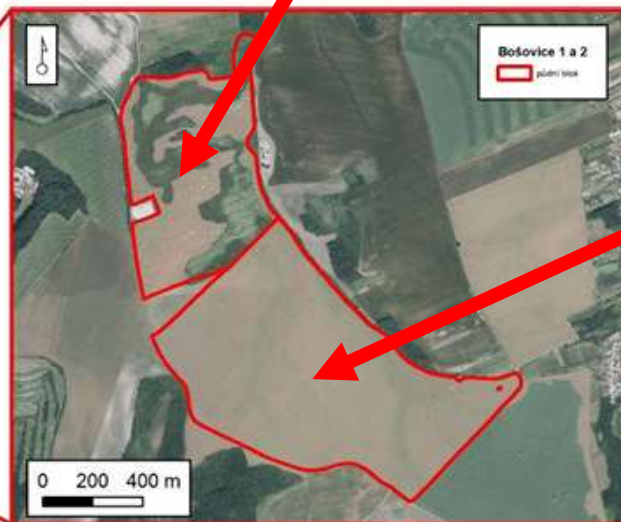
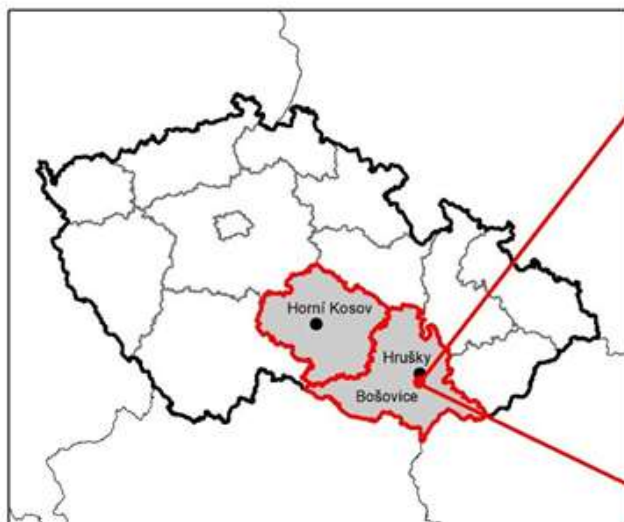
Pata svahu, tzv. „akumulace“. Zde se naopak předpokládá vyšší akumulace materiálu.



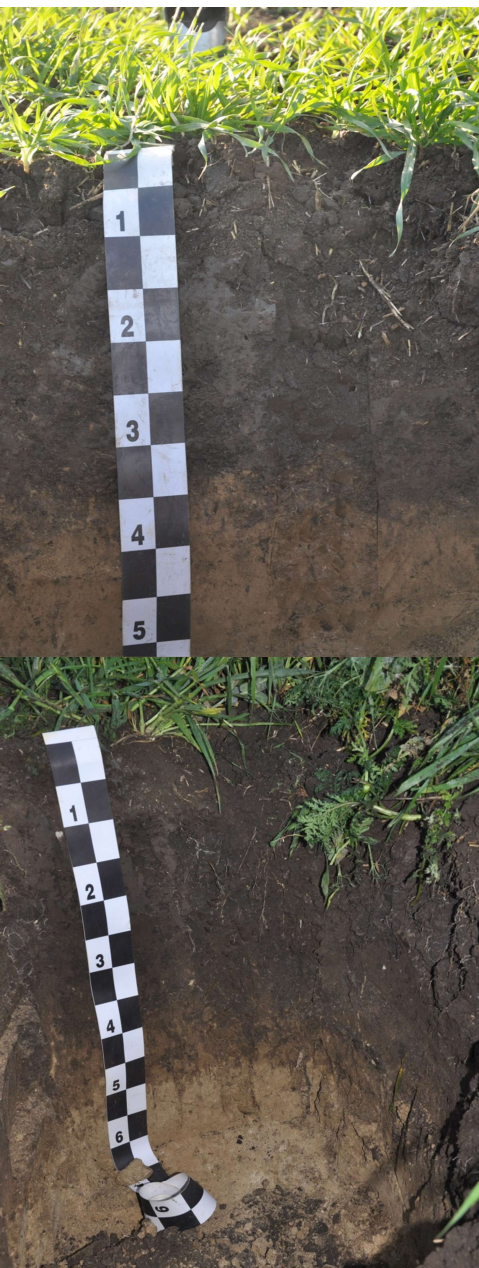
Lokalita **Bošovice** se skládá ze dvou dílčích pozemků o výměrách 41,38 ha (severní pozemek) a 78,46 ha (jižní/prostřední pozemek).

Průměrný sklon pozemku je uváděn 6,65°, Dle LPIS je u tohoto pozemku vedeno 61,23 ha jako erozně neohrožených; 54,73 ha jako mírně ohrožených a 3,88 ha jako silně ohrožených

dle BPEJ se skládá z hlavních půdních jednotek 01, 06, **08** (půdy převážně černozemního charakteru), 19 (skupina půd rendzin), 22 (skupina půd na zrnitostně lehkých substrátech - regozemě), 40, 41 (skupina půd svažitých) a 58 (skupina půd nivních poloh).



Dle výpisu BPEJ se skládá zejména z hlavních půdních jednotek (HPJ) 01, 06, **08** (=půdy převážně černozemního charakteru), 19 (=skupina půd rendzin), 41 (=skupina půd svažitých) a 56 (=skupina půd nivních poloh). Tučně označeny ty, které převažují.



kontrola – temena kopce, teoreticky nezasažené erozí

Doklad toho „co tu bylo“ na celém pozemku

Dle naší klasifikace lze půdy na temenu kopce hodnotit jako:

Černozem karbonátová, antropická (CEca) hlinitá z eolického sedimentu spraš. Půdní druh hlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické; výměnné neutrální. V ornici 3.6 % karbonátů; 2,97 % humusu. Poměr HK/FK 1,6.

Černozem karbonátová, antropická hlinitá z eolického sedimentu spraš. Půdní druh hlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické; výměnné neutrální. V ornici 0,5 % karbonátů, 2,3 % humusu. Poměr HK/FK 1,4.

Foto V. Vlček, In: Pospíšilová a kol. 2019., analytické údaje ibid.



Prokazatelná vodní eroze na svazích, tj. ukázka toho co nám vzniklo erozí

Dle naší klasifikace lze půdy na svahu kopce hodnotit jako:

Regozem karbonátová (RGc), hlinitá z eolického sedimentu spraš. Půdní druh hlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické; výměnné neutrální. V ornici 15 % karbonátů; 1,9 % humusu. Poměr HK/FK 0,7.

Regozem karbonátová, eubazická (RGce´) písčitohlinitá až hlinitá z eolického sedimentu spraš. Půdní druh hlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické; výměnné neutrální až slabě alkalické. V ornici 10–12 % karbonátů; 1,1 % humusu. Poměr HK/FK 0,5.

Foto V. Vlček, In: Pospíšilová a kol. 2019., analytické údaje ibid.



Prokazatelná akumulace materiálu na patě svahu, tj. ukázka toho co nám vzniklo akumulací

Dle naší klasifikace lze půdy na patě kopce hodnotit jako:

Černozem karbonátová akumulovaná hlinitá. (**původní ornice 43 – 60 cm**). Půdní druh hlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické; výměnné neutrální. V profilu 6–11 % karbonátů; v ornici 2,19 % humusu. Poměr HK/FK 1,3. (pro klasifikaci „koluvizem“ bychom potřebovali alespoň 50 cm akumulovaného materiálu. I tak se jedná o dost materiálu – těch 43 cm na 1m² váží více než 600 kg...)



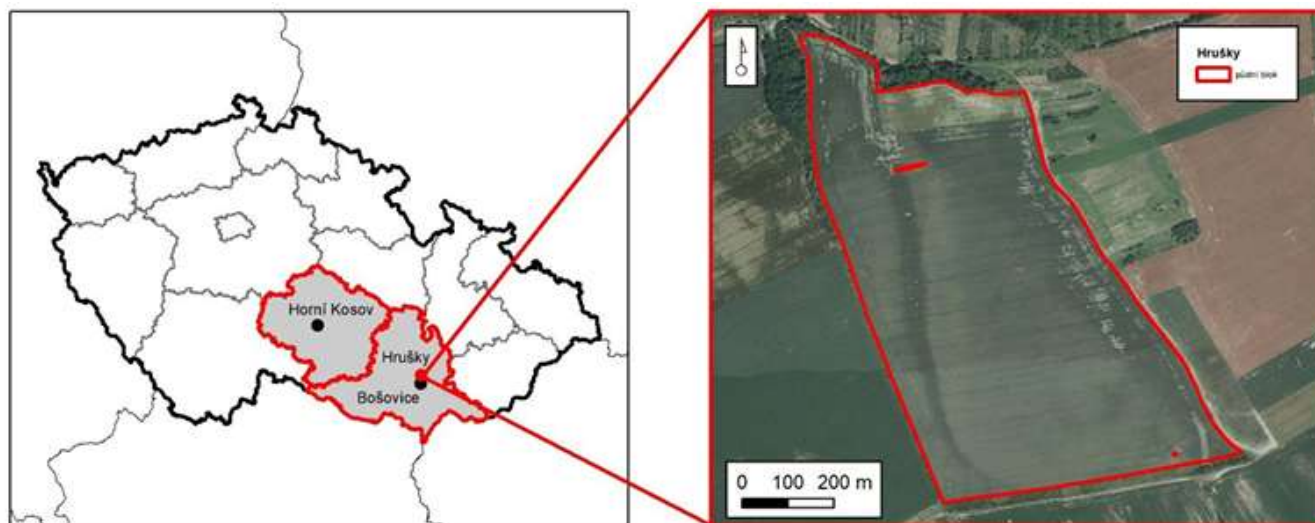
Koluvizem karbonátová, oglejená, eubazická (KOcge´), ze středně těžkých substrátů. Původní ornice v hloubce 70 cm... Půdní druh hlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické; výměnné neutrální. V profilu 9 – 11 % karbonátů; v ornici 1,9 % humusu. Poměr HK/FK 1.

Foto V. Vlček, In: Pospíšilová a kol. 2019., analytické údaje ibid.

Lokalita Hrušky

výměra 50,42 ha, při průměrné sklonitosti 5,98°, Dle LPIS je u tohoto pozemku uváděno 24,65 ha jako erozně neohrožených; 24,91 ha jako mírně ohrožených a 0,86 ha jako silně ohrožených;

dle BPEJ se skládá zejména z hlavních půdních jednotek 01 (půdy převážně černozemního charakteru), 20 (skupina půd rendzin), 41 (skupina půd svažitých).



Mapový podklad závěrečná zpráva projektu QK1810233 za rok 2022

kontrola – temena kopce



Dle naší klasifikace lze půdy na temenu kopce hodnotit jako:

Černozem karbonátová, pelická (CEc'p). Půdní druh jílovitohlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické až alkalické; výměnné alkalické. V ornici 2,2 % karbonátů; 3,7 % humusu. Poměr HK/FK 1,2.

Foto V. Vlček, In: Pospíšilová a kol. 2019., analytické údaje ibid.

eroze – svahy



Dle naší klasifikace lze půdy na svahu kopce hodnotit jako:

Regozem karbonátová pelická (RGcp). Půdní druh jílovitohlinitý (50 % jílnatých částic) v celém profilu, pH aktivní i výměnné alkalické; V profilu 2 – 10 % karbonátů; 2 % humusu. Poměr HK/FK menší než 1.

akumulace – pata svahu



Dle naší klasifikace lze půdy na patě svahu hodnotit jako:

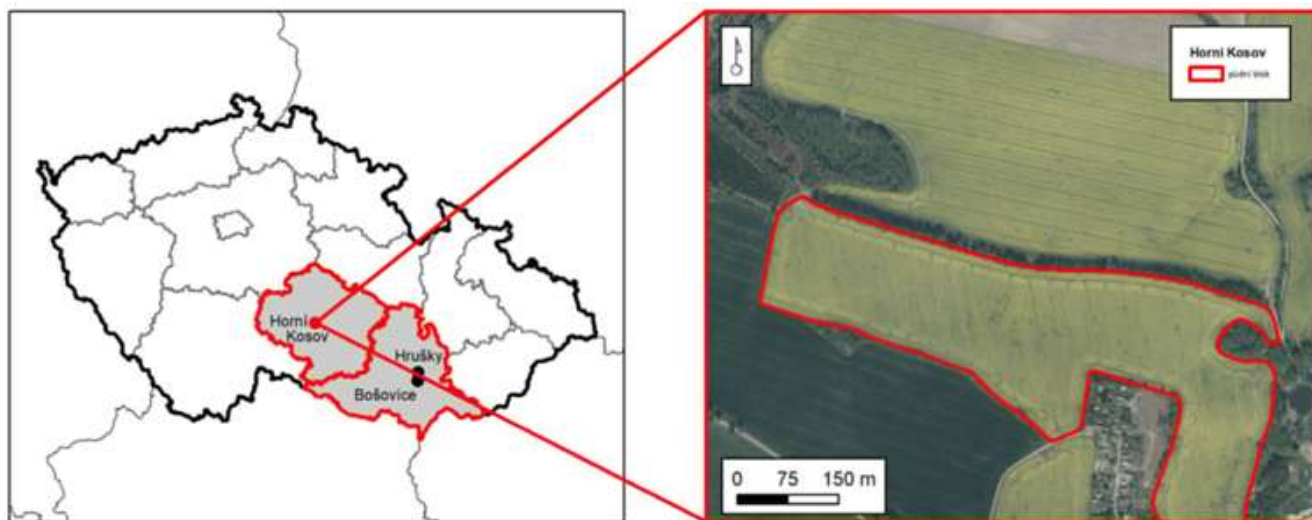
Koluvizem karbonátová, pelická, eubazická. (původní terén v hloubce více než 70 cm). Půdní druh jílovitohlinitý v celém profilu, pH aktivní slabě alkalické; výměnné alkalické. V profilu 11–13 % karbonátů; v ornici 3,3 % humusu. Poměr HK/FK je ale menší než 1.

Foto V. Vlček, In: Pospíšilová a kol. 2019., analytické údaje ibid.

Lokalita Horní Kosov

výměra 37,09 ha, při průměrné sklonitosti 6,27°, Dle LPIS je u tohoto pozemku uváděno 17,56 ha jako mírně ohrožených a středně ohrožených; silně ohrožené plochy pod 1ha

dle BPEJ se skládá pouze z hlavní půdní jednotky 29 (Kambizemě převážně na středních svazích).



Mapový podklad závěrečná zpráva projektu QK1810233 za rok 2022

kontrola – temena kopce



Dle naší klasifikace lze půdy na temenu kopce hodnotit jako:

Kambizem arenická (KAr) písčité až písčitohlinité ze zvětraliny pararuly. Půdní druh písčité až hlinitopísčité v celém profilu, pH aktivní je v ornici slabě alkalické; výměnné neutrální; 1,6 % humusu. S hloubkou nicméně půdní reakce rychle klesá až na hodnoty slabě kyselé.

eroze – svahy



Dle naší klasifikace lze půdy na svahu kopce hodnotit jako:

Kambizem arenická, antropická (KAra) písčitohlinitá až písčitá ze zvětraliny pararuly. Půdní druh písčitohlinitý až písčitý v celém profilu, v ornici je pH aktivní je slabě alkalické výměnné slabě kyselé; v ornici je 1,5 % humusu. S hloubkou nicméně půdní reakce rychle klesá až na hodnoty silně kyselé půdní reakce.

akumulace – pata svahu



Dle naší klasifikace lze půdy na patě svahu hodnotit jako:

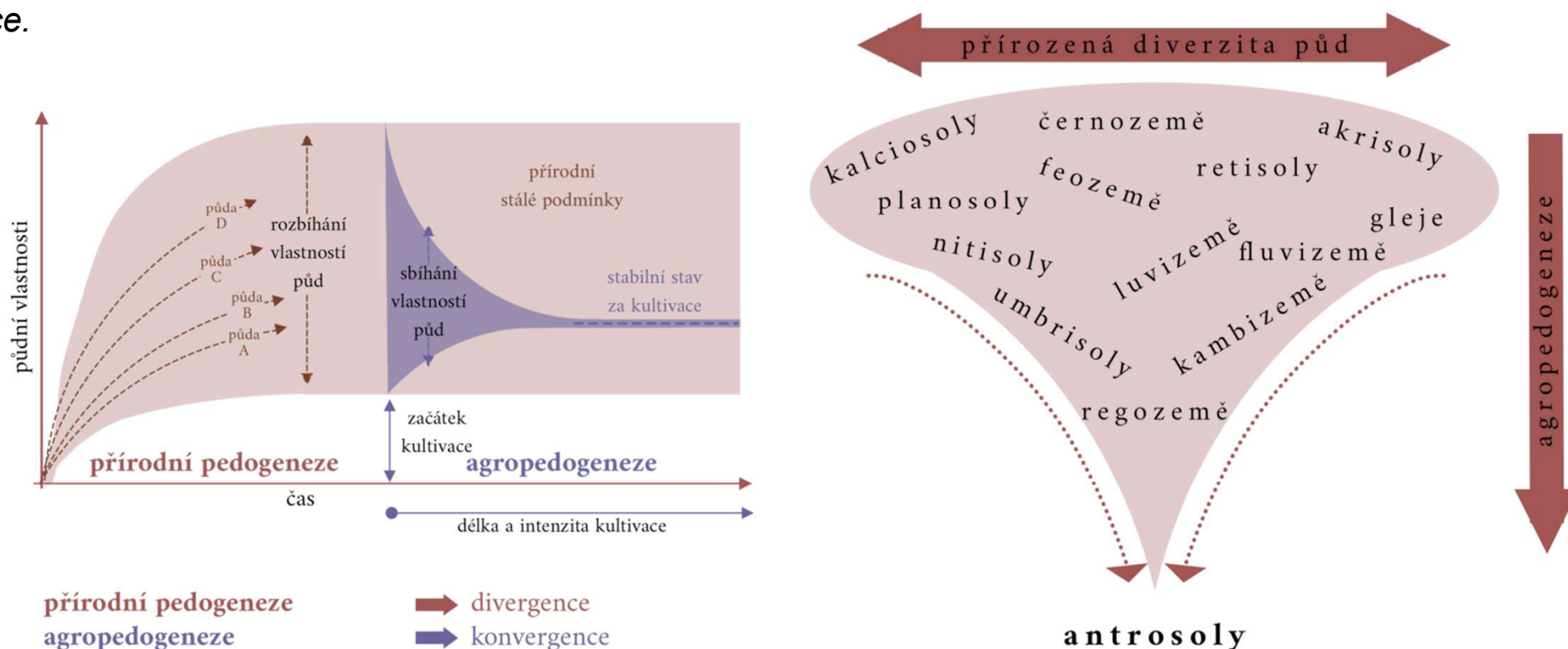
Kambizem arenická, antropická, akumulovaná (KAra) písčité až hlinitopísčité ze zvětralin pararuly (akumulovaná: původní terén v hloubce méně než 50 cm). Půdní druh jílovitohlinitý v celém profilu, v ornici je pH aktivní slabě alkalické; výměnné neutrální, 1,9 % humusu. S hloubkou nicméně půdní reakce rychle klesá až na hodnoty silně kyselé půdní reakce.

Změny v klasifikaci

Lidé u zemědělských půd preferují hlavně **produkci plodin**, a proto přizpůsobují vlastnosti jakékoliv půdy k dosažení vysokých výnosů. V osevních postupech se ale zpravidla střídá pouze několik málo plodin s podobnými nároky na půdu, což vede k homogenizaci půdních podmínek a ve výsledku ke vzniku úzkého rozsahu hodnot, které se přizpůsobují specifickým požadavkům těchto plodin.

Tento trend nicméně podporuje homogenizaci půdních vlastností a může mít dlouhodobé dopady na biologickou rozmanitost a ekologické funkce půdy. Jak je vidět na příkladu Bošovic, Hrušek a Horního Kosova, dochází k postupnému omezení půdních typů černozem nebo kambizem a nahrazení jinými půdami (regozem, koluvizem) nebo minimálně jinými subtypy (akumulovaná/erodovaná)...

Schéma konvergence (sbíhání) půdních vlastností v důsledku vývoje půdy v agrosystémech; A – optimalizace konkrétní půdní vlastnosti u různých půdních typů sice vede ke zlepšení podmínek pro vybrané zemědělské plodiny, ale zároveň i ke zúžení (sbíhání) rozsahu optimalizované vlastnosti (většině plodin vyhovují poměrně úzké rozmezí vlastností, bez ohledu na půdní typ/druh); B – optimalizace půdních vlastností může současně podpořit degradaci půdy (eroze, ztráta půdní organické hmoty, utužení, zasolení půdy, acidifikace, ad.) a tím dochází i ke změně (resp. konvergenci) půdní klasifikace.



Převzato z Kuzyakov, Y., Zamanian, K. 2019 Reviews and Syntheses: Agropedogenesis– humankind as the sixth soil-forming factor and attractors of agricultural soil degradation. Biogeosciences, 16, 4783–4803, 2019
<https://doi.org/10.5194/bg-16-4783-2019>

Erozní a akumulární plochy – lze dokladovat změny ve výnosech?

Průkazně dosažené vyšší výnosy plodin na akumulovaných plochách v porovnání s erozně postiženými plochami. V letech 2018–2020 jsou rozdíly kvantifikovány na úrovni 7,5 % výnosu zrna.

Výsledky poukázaly na odlišnosti mezi oběma zájmovými lokalitami a také na mezi-ročníkový vliv. Některé ročníky poukázaly na mnohem vyšší výnosové rozdíly (např. Bošovice v roce 2018), kde byl mezi erozní variantou a akumulovanou plochou zjištěn rozdíl výnosu jarního ječmene na úrovni 0,69 t/ha. To představuje 13,9 % průměrného výnosu v daném ročníku a místě. Při výkupní ceně 7096 Kč za 1 tunu sladovnického ječmene (cena srpen 2022, www.agris.cz) představuje rozdíl tržeb 4896 Kč/ha

Z hlediska dosažených výsledků výnosových rozdílů a jejich příčin v souvislosti s hodnocením eroze na sledovaných pozemcích **lze jednoznačně doporučit snížení intenzity hospodaření na erozně postižených plochách.**

Vyplavování živin na erozně akumulčních plochách

Plocha Bošovice - černozemě

Prvek (výměnná forma) mg/kg	Erozní plochy	Akumulační plochy
K	223	624
Mg	723	334
P	11	133
Ca	24478	15540
celkový N (%)	0,19	0,23

Většina živin (N, K, P) se pohybuje s vodou = nejvyšší obsahy najdeme zpravidla na akumulčních plochách. Výjimkou je vápník (případně hořčík) – erozí se totiž odhaluje matečný substrát, který obsahuje obrovské množství těchto dvou prvků. Toto ale můžeme pozorovat jen u půd, které vznikají na substrátech bohatých na tyto prvky... Tzn. na vysočině by byla situace poněkud jiná – viz další slide.

Plocha Horní Kosov - kambizemě

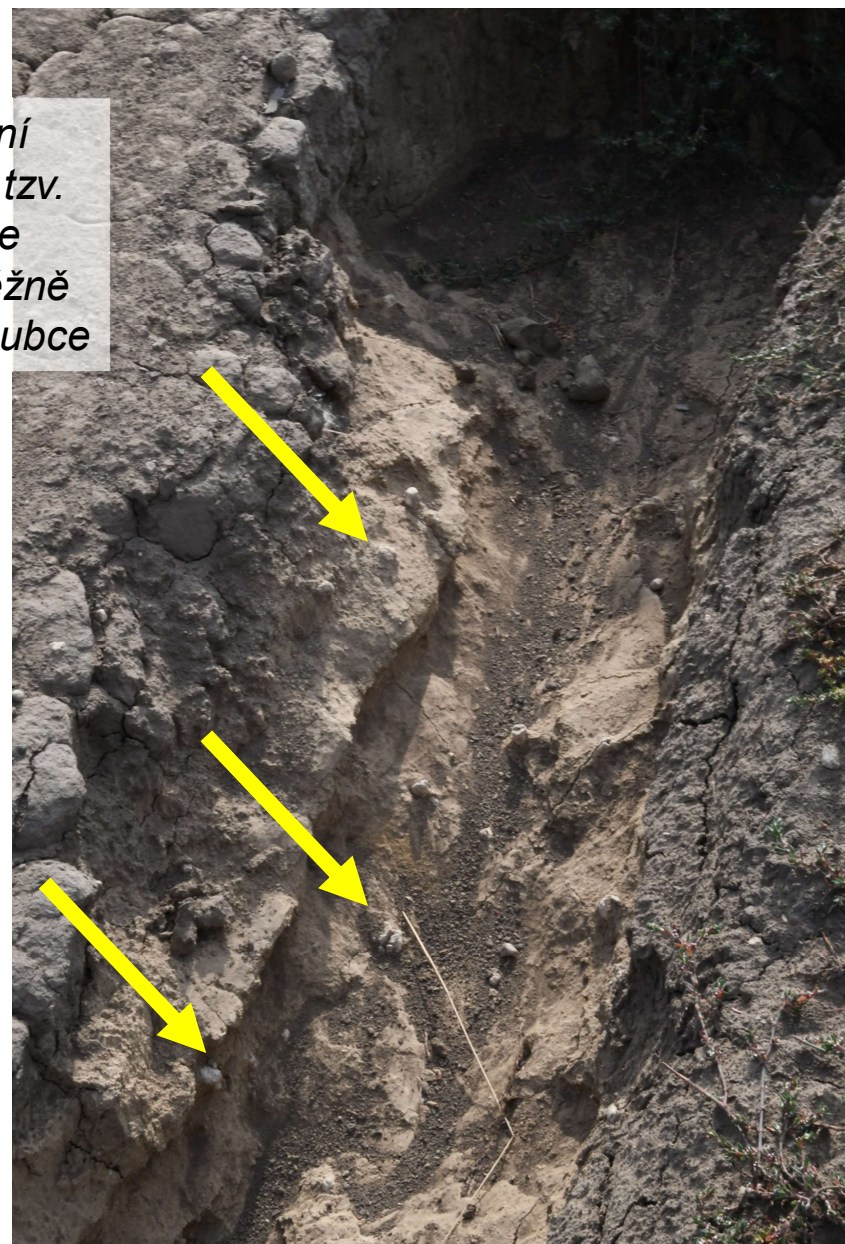
Prvek (výměnná forma) mg/kg	Erozní plochy	Akumulační plochy
K	203	246
Mg	201	131
P	204	233
Ca	1903	2178
celkový N (%)	0,19	0,21

Některé další ukázky eroze...

Bošovice, erodovaná polní
cesta.



Ve stěnách erozní
rýhy jsou patrné tzv.
cicváry (konkrece
 CaCO_3) které běžně
nacházíme v hloubce
nad 80 cm...





Vodní eroze, Kobeřice u Brna, podzim 2024, voda proudí k nejnižšímu místu – propustku pod silnicí



Vodní eroze, Kobeřice u Brna, podzim 2024, voda využívá polní cesty jako dráhy soustředěného odtoku



Mělká, pomalu proudící voda po polní cestě vytváří tzv. čejiny, podzim 2024

Návrh(y) řešení

U erozně ohrožených pozemků (**vodní eroze**) je potřeba zavést protierozní opatření, která chrání půdu před dopady dešťových kapek, podporuje vsakování vody a omezují povrchový odtok. Povrchový odtok je třeba zpomalit, bezpečně odvést do vhodného místa a zabránit škodám způsobeným smyvem půdy. Při návrhu opatření je vhodné začít jednoduchými organizačními a agrotechnickými opatřeními a postupně zvážit nákladnější technická řešení, včetně úpravy osevních postupů nebo efektivnějších protierozních opatření.

Pro ochranu půdy před **větrnou erozí** je třeba omezit rychlost větru u povrchu a zvýšit stabilitu půdy. K účinným opatřením patří především pěstování krycích plodin, zakládání větrolamů a zachování rostlinných zbytků na povrchu, které snižují unášení částic. Důležité je také udržovat půdní strukturu, aby zůstala dostatečně stabilní. Při plánování ochrany je vhodné začít jednoduššími agrotechnickými opatřeními a v případě potřeby přistoupit k technickým zásahům.

Opatření organizačního charakteru zahrnují:

optimální tvar a velikost pozemku, dílu půdního bloku či erozní parcely
vhodné umístění pěstovaných plodin, včetně ochranného zatravnění
pásové střídání plodin



*pásové střídání plodin,
Bošovice, podzim 2024*



Pásové střídání plodin, erozně ohrožený pozemek projektu QK1810233, stav podzim 2024





Pásové střídání plodin, Šaraticko, podzim 2024

Agrotechnická opatření zahrnují:

- setí/sázení po vrstevnici
- ochranné obdělávání (bezorebné setí, setí/sázení do mulče, setí/sázení do mělké podmítky, setí do ochranné plodiny, setí s podplodinou)
- hrážkování, důlkování
- plečkování, dlátování, podrývání
- setí kukuřice do úzkého řádku (v současnosti je opatření testováno na naše podmínky)
- pásové zpracování půdy (v současnosti je opatření testováno na naše podmínky)

Technická a biotechnická opatření zahrnují:

- příkopy
- průlehy
- zatravněné údolnice se stabilizovanou dráhou soustředěného odtoku
- polní cesty s protierozní funkcí
- ochranné hrázky
- ochranné nádrže
- terénní urovnávky
- terasy
- protierozní meze
- asanace erozních výmolů a strží

Problémem technických opatření je zpravidla cena...

A zase peníze...

Pravidla Kontroly podmíněnosti (Cross compliance) v současnosti částečně řeší ochranu půdy, vody a krajiny. Plnění standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES) je v České republice nezbytné **pro získání přímých podpor a dalších dotací**. Systém Kontroly podmíněnosti a zásady správné zemědělské praxe mají za cíl vytvořit funkční, dlouhodobě udržitelný systém zemědělství, který podporuje ochranu přírodních zdrojů a trvalou udržitelnost zemědělské krajiny.

Ze standardů DZES vztahujících se k tématu PŮDA (kontrolním orgánem Státní zemědělský intervenční fond, dále jen „SZIF“):

DZES 4: minimální pokryv půdy (od 1.1.2017 dochází k úpravě znění)

DZES 5: minimální úrovně obhospodařování půdy k omezení eroze

DZES 6: zachování úrovně organických složek půdy, včetně zákazu vypalování strnišť

UTUŽENÍ

Nadměrné utužování půd je důsledkem intenzivního hospodaření. Jde o stlačování půdy opakovanými přejezdy těžkou zemědělskou technikou (traktory, sklízecí mlátičky), které vede ke snížení pórovitosti a propustnosti půdy pro vodu a vzduch (=snížení retenční schopnosti půdy pro vodu) i ke snížení úrodnosti.

Příčiny utužení půdy

- Antropický vliv na rozpad půdní struktury s následným utužením má zejména:
- utužování půdy těžkými mechanismy zvláště za nevhodných vlhkostních podmínek,
- další způsoby nevhodné kultivace (orba na stejnou hloubku),
- vysoká závlaha půdy,
- pěstování monokultur s nízkým nebo žádným zastoupením víceletých pícnin v osevním postupu,
- vysoké hnojení draselnými hnojivy,
- acidifikace půdy,
- úbytek půdní organické hmoty.



Hrudovitost – agrotechnika za suchého stavu, Olomoucko, stav podzim 2024

Jaké jsou dopady utužení na půdu?

degradace fyzikálních vlastností půdy (viz dále), utužení podorničí, tvorba krust na povrchu půdy a změna struktury negativně ovlivňují produkční a mimoprodukční funkce půdy, protože:

- je omezena infiltrace vody, což znamená výšený povrchový odtok, a v konečném důsledku i zvýšena eroze,
- snížení pórovitosti zmenšuje retenční vodní kapacitu a využitelnou vodní kapacitu,
- je omezena účinná hloubka půdního profilu pro rostliny (zpravidla jen na ornici),
- jsou vytvořeny zhoršené podmínky pro vzcházení a vývoj rostlin – mají méně vody, živin i vzduchu,
- je potlačena biologická aktivita půdy zhoršením vzdušného, vodního a termického režimu půdy.

Bude mít změna klimatu vliv na utužení půdy?

S ohledem na očekávané změny v rozložení teplot a srážek, respektive s ohledem na očekávaný nárůst extrémních událostí lze očekávat spíše negativní posun a zhoršení již současně špatného stavu. Tím lze očekávat výrazné zvyšování rizika povodní (vyšší povrchový odtok) a dlouhodobého sucha, včetně snižování množství i kvality rostlinné produkce.

Jaká je závažnost problému...

Utužením je v ČR ohroženo přibližně 40 % zemědělských půd. Z toho asi 30 % je zranitelných tzv. genetickým utužením (tvorbou zajičených iluviálních, případně oglejených horizontů) a více než 70 % je vystaveno tzv. technogennímu utužení.

Genetické utužení je typické pro půdy s vyšším obsahem jílu (půdní typ pelozem, a subtypy pelický/pelická). Naproti tomu technogenní (lidmi vyvolané) utužení může být vyvoláno na půdách jakéhokoliv zrnitostního složení.

V podmínkách ČR je nejzávažnějším jevem technogenní utužení podorničí a spodiny, která se kombinuje s utužením genetického původu, a to zvláště na těžších půdách. Silný a vyšší střední potenciál zranitelnosti spodních vrstev utužením má asi 1,3 milionu hektarů (33 % ZPF).



Pro utužené části pozemku je poměrně typická stagnace vody na povrchu i po krátké srážce, Kroměřížsko, stav léto 2024



Černozeň modální, hlinitá na spraši. Patrné změny struktury již v ornici (tvorba polyedrické struktury nás zpravidla upozorní na „nějaký“ problém), jde o kolejový řádek, který má objemovou hmotnost redukovanou vyšší než $1,70 \text{ g/cm}^3$. Limit utužení je přitom $1,45 \text{ g/cm}^3$... jižní Morava, léto 2024

Návrh(y) řešení

Mezi agrobiologická opatření k omezování utužení půdy patří především:

dostatečné organické hnojení (v současné době se z různých důvodů neprovádí),
omezené používání fyziologicky kyselých minerálních hnojiv (viz opatření proti okyselení),
udržování optimálních hodnot pH půdy,
využívání hluboce kořenících plodin (ideální jsou z tohoto pohledu TTP, nebo víceleté písniny).

Jako technická a organizační opatření lze uvést:

konstrukční řešení zemědělských strojů snižující jejich tlak na půdu (pásky, nízko-zátěžové pneu),
revize uspořádání půdního fondu (vyhnout se opakovaným přejezdům jednoho místa),
doba vstupu na pozemky (nevjíždět pokud je příliš vlhký nebo příliš suchý),
omezování počtu pojezdů po poli (= sdružování operací),
šetrné a ochranné zpracování půdy.

ACIDIFIKACE (OKYSELOVÁNÍ) PŮD

Acidifikace je degradační přírodní proces, který představuje postupné snižování pufrční schopnosti půdy, tedy schopnosti půdy vyrovnávat změny pH a neutralizovat kyseliny. Tento proces často navazuje na debazifikaci, což znamená úbytek zásaditých prvků, jako jsou uhličitany, které se přirozeně vyskytují v půdě a půdním roztoku. Debazifikace a následná acidifikace vedou k poklesu pH půdy, což ovlivňuje její úrodnost a biologickou aktivitu. Tento proces je často urychlován lidskou činností, například emisemi oxidů síry a dusíku, které se dostávají do půdy z atmosféry a přispívají k dalšímu okyselování půd. Acidifikace půdy může vést k degradaci ekosystémů, snížení biodiverzity a změnám v dostupnosti živin pro rostliny.

Jaké jsou příčiny nebo zdroje acidifikace půdy

K acidifikaci půd dochází působením přirozených půdních procesů při tzv. genetické degradaci půdy – **illimerizací a podzolizací**, zvláště ve vlhčích podmínkách. Nebo se může jednat o půdy na **matečných horninách** a půdotvorných substrátech s nízkým obsahem bazických kationtů: kyselé vyvřelé a proměněné (metamorfované) horniny (rula, svor, fylit, křemité horniny...). Dalším zdrojem okyselení může být **oxid uhličitý**, produkováný v biologicky činných půdách, který se rozpustí v půdním roztoku a reaguje s vodou za vzniku kyseliny uhličitě po jejíž disociaci se uvolňují vodíkové ionty.

Acidifikace je však také urychlována působením antropogenně podmíněných procesů... jako je použití **fyziologicky kyselých hnojiv, kyselých dešťů** nebo **emisí průmyslové výroby**.

Aplikací fyziologicky kyselých průmyslových hnojiv dochází k okyselování v důsledku preference odběru některých iontů rostlinami...

Kolik je potřeba použít vápenatých hmot v kg,
na 100 kg použitého fyziologicky kyselého hnojiva...

Fyziologicky kyselé hnojivo\Použité korektivum	CaO	CaCO ₃
Ledek amonný s váp. (25 %)	- 10	- 17
Dam-390	- 29	- 52
Dusičan amonný	- 33	- 60
Močovina	- 46	- 82
Síran amonný	- 63	- 112
Amofos	- 35	- 62
Fostim (8-24)	- 17	- 30

Jaké jsou důsledky acidifikace půdy

Nižší pH půdy může mít negativní vliv na výnos pěstovaných plodin (klesá přístupnost živin a aktivita např. hlízkových bakterií):

- u vojtěšek a jetele se snižuje výnos při pH pod 6 o 50 %,
- u většiny hospodářských plodin jako kukuřice a pšenice se výnos snižuje v průměru o 30-60 % při pH nižším než 5, u jarního ječmene je to až o 80 %.

Při poklesu půdní reakce se rovněž výrazně zvyšuje rozpustnost většiny rizikových prvků, které se následně uvolňují do půdního roztoku a mohou být přijímány do rostlin a vstupovat tak do potravního řetězce.

destrukce půdní struktury a zvýšení náchylnosti půdy k erozi.

zhoršení kvality humusu,

zpomalování uvolňování minerálního dusíku z humusu nebo petrifikace fosforu do vodo-nerozpustných sloučenin (tedy do pro rostlinu nepřístupných).

Jaká je závažnost problému...

Acidifikace půd je degradační proces, který má často lokální charakter. Vývoj půdní reakce nicméně ukazuje na rostoucí trend okyselování, zejména v bramborářských výrobních oblastech s nižší pufrací schopností (chudší půdy). Porovnání průměrných hodnot výměnné půdní reakce mezi lety 1999–2003 a 2005–2009 podle údajů ÚKZUZ ukazuje na pokles výměnného pH v rozmezí 0–0,2 v závislosti na regionu, s průměrným snížením o 0,1 v celé ČR. Podle údajů VÚMOP, v.v.i. se vysoké a vyšší střední riziko acidifikace týká přibližně 70 % půd ZPF (2,9 mil. Hektarů), přičemž nejvíce jsou postiženy půdy v Kraji Vysočina, Jihočeském a Karlovarském kraji.

Bude mít změna klimatu vliv na acidifikaci půdy?

Při předpokládané vyšší průměrné roční teplotě vzduchu (ale i půdy) jsou lepší podmínky pro zvětrávací procesy a tedy relativně vyšší přísun látek ze zvětralin do půd. Lze také předpokládat delší vegetační období, kdy bude edafon produkovat více CO_2 .

Zvětráváním se tak sice do půdy potenciálně dostane více bazických kationtů (Ca, Mg, Na, K), ale při vyšších srážkových úhrnech bude docházet i k největšímu odnosu (vyplavování) kationtů z půdy do podzemních a povrchových vod, půdní komplex je obvykle málo nasycený a zásoba prvků, majících svůj původ ve zvětrávání půdy a hornin, je malá. V místech s vysokými srážkami je rovněž trvale vlhká půda a dobré podmínky pro tvorbu huminových kyselin a fulvokyselin, které přirozeně okyselují půdní profil (zvláště u lesních půd).

Návrh(y) řešení

- omezení kyselých vstupů (průmyslových a organických hnojiv),
- pravidelné střídání plodin v rotaci, omezení monokultur,
- větší zastoupení víceletých pícnin (u podniků bez živočišné výroby spíše nereálné),
- pravidelné vápnění půd udržovacími dávkami Ca hnojiv, zejména mletého vápence.

ZTRÁTA PŮDNÍ ORGANICKÉ HMOTY

Obsah humusu v půdě výrazně klesá vlivem intenzivního zemědělského obhospodařování, které zahrnuje časté orání, aplikaci minerálních hnojiv a pěstování monokultur. Tyto metody vedou ke zvýšené aeraci půdy, což podporuje intenzivnější hydrotermické pochody, které zpomalují humifikaci organických zbytků – proces, při kterém se organická hmota rozkládá na stabilní formy humusu. Tímto dochází ke zvýšení mineralizace, což je proces, při němž se organické látky rozkládají na minerální formy živin, jež se mohou rychleji vyplavit nebo využít rostlinami. Snížená tvorba humusu negativně ovlivňuje strukturu půdy, její schopnost zadržovat vodu a její úrodnost, což má dlouhodobě negativní dopady na zemědělské půdy i ekosystémy.

Jaké jsou příčiny ztráty půdní organické hmoty

- působením eroze (vodní i větrné),
- zvýšenou mineralizací po odvodnění,
- zvýšenou aerací po rozorání luk a pastvin nebo i v důsledku jiné nevhodné kultivace (např. hlubší proorávání spodin),
- nedodáváním organické hmoty do půdy při intenzivní produkci.

Obsah humusu v půdě výrazně ovlivňuje způsob využití půdy – zatrávněné půdy mají obecně více humusu než půdy pravidelně orané. Klíčové je doplňování organické hmoty, které může být nedostatečné kvůli poklesu chovu hospodářských zvířat po roce 1989, což snížilo dostupnost kvalitních organických hnojiv a částečně změnilo osevní postupy.

Jaké jsou důsledky ztráty půdní organické hmoty

Degradace půdy vede ke **ztrátě stability půdních agregátů**, což je fyzikální poškození struktury půdy, které ji činí méně soudržnou a snadno rozrušitelnou. Taková půda je více **náchylná k vodní a větrné erozi**, která odnáší vrchní, nejúrodnější vrstvy půdy.

Snížení pufrací schopnosti půdy, což znamená, že půda je méně schopná odolávat změnám pH a stává se náchylnější k acidifikaci.

Pokles infiltrační schopnosti a retenční kapacity půdy zhoršuje její schopnost zadržovat a infiltrovat vodu, což může vést k rychlejšímu odtoku vody po povrchu a většímu riziku záplav či eroze.

Snížení schopnosti půdy poutat kontaminující látky, což zvyšuje jejich mobilitu a potenciální znečištění okolního prostředí.

Klesá schopnost zadržovat živiny potřebné pro růst rostlin, což vede k jejich rychlejšímu vyplavování. Výsledkem je často zvýšený obsah dusičnanů v půdě, které mohou krátkodobě přispět k výživě rostlin, ale dlouhodobě negativně ovlivňují hydrosféru, protože se mohou dostat do podzemních a povrchových vod a způsobit eutrofizaci.

Kombinace všech těchto negativních vlivů vede ke snížení produkční schopnosti půdy, což omezuje její úrodnost a celkovou schopnost podporovat rostlinný růst, čímž ohrožuje stabilitu ekosystémů a dlouhodobou udržitelnost zemědělské produkce.

Jaká je závažnost problému...

Udržení dostatečného obsahu organické hmoty v půdě je klíčovým problémem ochrany přírodních zdrojů. V ČR hrozí dehumifikace půd lokálně, zejména při kombinacích degradačních vlivů, zásazích do vodního režimu nebo při erozi.

Jednoznačný trend ve vývoji obsahu humusu však není možné určit, ale snížení humusu o 5–15 % bylo zaznamenáno na odvodněných půdách, především hydromorfních a oglejených. Úbytek se vyskytuje i na intenzivně zavlažovaných půdách, zatímco černozemní půdy zůstávají relativně stabilní. Náchylné k úbytku humusu jsou také půdy na píscích a štěrkopíscích.

Bude mít změna klimatu vliv na ztráty půdní organické hmoty?

Vlivem předpokládaného zvyšování průměrných teplot a změně v rozložení srážek během roku bude pravděpodobně docházet k vyšší mineralizaci stávající organické hmoty, což vzhledem k jejímu nedostatečnému doplňování znamená další výrazný úbytek půdní organické hmoty.

Návrh(y) řešení

Řešení spočívá, jako u ostatních degradačních jevů, v omezení příčin. V tomto případě jde o zachování trvalých travních porostů, citlivé zásahy do vodního režimu půd, dostatečné organické hnojení orných půd. Dále podpora pěstování meziplovin a plodin, které svým působením a rozkladem omezují aspoň částečně nedostatek organické hmoty živočišného původu.

Vztah struktury osevního postupu a obsahu organické hmoty je řešena v rámci webové aplikace Výpočet bilance uhlíku, které je dostupná zde: www.organickahmota.cz. Webová aplikace počítá bilanci organického uhlíku pro půdní bloky na základě zvoleného sledu pěstovaných plodin (včetně meziplovin) a dávek organického nebo statkového hnoje, případně upravených kalů nebo vlastních kompostů. V případě záporného (deficitního) výsledku je nutné uvažovat o úpravě osevního postupu nebo zvýšit dávky hnojení takovým způsobem, aby výsledek nebyl deficitní.

ZASOLENÍ PŮDY

Jedná se o akumulaci vodorozpustných solí. Přirozeně se tento jev vyskytuje v aridním prostředí a je spojen s vyšším obsahem solí v půdním roztoku, podzemních vodách, závlahové vodě či průmyslových hnojivech. Původ zasolení vychází nejčastěji z primárních minerálů. Zdrojem solí jsou nejčastěji anionty (SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^-) a kationty (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+).

Jaké jsou příčiny zasolení

K zasolování půd dochází při vzestupu podzemních vod k povrchu a následném vypařování, kdy se soli krystalizují v půdě nebo na jejím povrchu. Tento proces je častý v suchých oblastech s vysokou hladinou podzemní vody.

Dalším významným zdrojem zasolování je zavlažování zemědělských ploch vodou s vysokým obsahem rozpuštěných látek. Voda z půdy postupně odpařuje, zatímco soli a další látky zůstávají a hromadí se v půdě, což zhoršuje její kvalitu, snižuje úrodnost a může bránit růstu rostlin

Jaké jsou důsledky zasolení

Vysoká salinita půdy a nadměrné nasycení půdního sorpčního komplexu sodíkem výrazně mění fyzikálně-chemické, chemické a biologické vlastnosti půdy, což má negativní dopady na její úrodnost.

Nadbytek soli v půdě snižuje schopnost rostlin přijímat vodu, což vede k tzv. osmotickému stresu, kdy rostliny nemohou efektivně získávat vodu ani při dostatečné vlhkosti.

Sodík v půdě rovněž rozkládá strukturu půdních agregátů, čímž snižuje propustnost půdy a může vést i ke zhutnění. Výsledkem je nižší propustnost pro vzduch i vodu, což omezuje růst kořenů a podporuje erozi půdy.

Zasolení také omezuje dostupnost důležitých živin, například vápníku a hořčíku, což dále snižuje půdní úrodnost a ovlivňuje růst rostlin.

V biologickém hledisku zasolená půda hostí méně užitečných mikroorganismů, což zpomaluje rozklad organické hmoty a narušuje půdní ekosystém. Dlouhodobé zasolení tak může vést k degradaci půdy, snižování produkční schopnosti a dokonce k neúrodnosti, což má negativní dopady na zemědělství i místní ekosystémy.

Jaká je závažnost problému...

Zasolení půdy v České republice se sice týká poměrně malých ploch (celkem asi 6200 ha), v budoucnosti lze nicméně očekávat nárůst těchto ploch.

Bude mít změna klimatu vliv na zasolení?

Urychluje jev

Solné výkvěty mělce pod povrchem lužního lesa jako
důsledek mineralizovaných podzemních i povrchových vod říčky Šatavy
... jižní Morava, léto 2024



KONTAMINACE PŮDY

Kontaminace půdy vzniká zvýšenou přítomností potenciálně rizikových látek, většinou antropogenního původu. Mezi tyto látky patří rizikové prvky, perzistentní organické polutanty, radioaktivní prvky, kyanidy a další chemikálie. Tyto kontaminanty se dostávají do půdy z imisí, při haváriích (např. při přepravě nebo skladování chemikálií), vypouštěním odpadních vod (např. do fluvizemí), z nezabezpečených skládek odpadů a používáním agrochemikálií či odpadních látek v zemědělství. Kontaminace může pocházet i z přírodních zdrojů, jako jsou geochemicky anomální substráty (u rizikových prvků), případně přírodní požáry nebo vulkanická činnost (u organických polutantů).

Jaké jsou příčiny kontaminace půd

Půda může být kontaminována různými látkami, a proto jsou zdroje kontaminace rozmanité. Kontaminanty lze rozdělit do dvou hlavních kategorií: potenciálně rizikové prvky a perzistentní organické polutanty. **Potenciálně rizikové prvky** zahrnují kovy a metaloidy, které mohou ve vyšších koncentracích nebo při přechodu do mobilní formy způsobit toxicitu u živých organismů. Přirozeně se vyskytují v půdních substrátech, ale riziko toxicity roste při poklesu pH půdy. Hlavními antropogenními zdroji jsou průmyslové emise, spalování, doprava a chemický průmysl. Do půdy se mohou dostat i přes nekvalitní hnojiva, pesticidy a čistírenské kaly. Běžné rizikové prvky zahrnují As, Cd, Zn, Pb a Hg. **Perzistentní organické polutanty** jsou látky přírodního (např. produkty rozkladu) nebo antropogenního původu, jako pesticidy a změkčovadla. Patří sem i uhlovodíky, rozpouštědla a polycyklické aromatické uhlovodíky, jejichž výskyt souvisí s industrializací a používáním chemikálií.

Jaké jsou důsledky kontaminace půd

Kontaminace půdy může narušit její klíčové funkce, například snižovat mikrobiální aktivitu a zpomalovat humifikaci. Kontaminanty se mohou šířit do dalších složek prostředí, jako jsou povrchové a podzemní vody, a pronikat až do potravních řetězců. Rostlinná produkce je tak ohrožena jak kvalitativně (vyšší obsah škodlivin), tak kvantitativně (snížené výnosy plodin vlivem toxického působení kontaminantů). Vysoké koncentrace kontaminantů mohou také přímo ohrožovat lidské zdraví inhalací, kontaktem s pokožkou nebo požitím, což je zvláště rizikové pro osoby dlouhodobě pracující s půdou, jako jsou zemědělci.

Jaká je závažnost problému...

Zátěž zemědělských půd v České republice je víceméně srovnatelná s ostatními státy Evropy. Existují však oblasti se zvýšenou kontaminací půdy vlivem imisních spadů (severní Čechy, severní Morava), důsledky těžby (Příbramsko, Kutnohorsko) či vypouštěním odpadních vod (nivní oblasti podél řek).

Ve většině případů zvýšená koncentrace kontaminantů nepředstavuje vážná rizika pro kvalitu rostlinné produkce ani zdraví lidí, ačkoli v ojedinělých případech byla lokálně zjištěna vyšší rizika. Zvýšená kontaminace může nastat i při povodních či při nevhodné aplikaci materiálů do půdy, například opakovaným nelegálním použitím čistírenských kalů s vyšším obsahem škodlivin.

Bude mít změna klimatu vliv na kontaminace půd?

Přímá vazba zde sice neexistuje, avšak změny v půdních vlastnostech mohou významně ovlivnit chování a mobilitu kontaminantů. Faktory jako půdní reakce (pH), redox potenciál, obsah organické hmoty, schopnost iontové výměny a další půdní charakteristiky mohou změnit rozpustnost, dostupnost a toxicitu těchto látek. Například snížení pH může zvýšit mobilitu kovů, zatímco vyšší obsah organické hmoty může některé kontaminanty vázat a snižovat jejich pohyblivost v půdě. Tímto způsobem změny půdních vlastností přímo ovlivňují ekologická rizika spojená s přítomností kontaminantů.

Návrh(y) řešení

V České republice je problematika kontaminace půdy legislativně poměrně dobře ošetřena. Vyhláška MŽP č. 153/2016 Sb. stanovuje preventivní a indikační limity obsahu rizikových prvků a perzistentních organických polutantů v zemědělských půdách. Tyto limity mají přímou vazbu na použití kalů z čistíren odpadních vod a sedimentů v zemědělství (preventivní limit) a na ochranu kvality a kvantity zemědělské produkce či lidského zdraví (indikační limit). Pravidelným monitorováním zátěže zemědělských půd se tak minimalizují tato rizika.

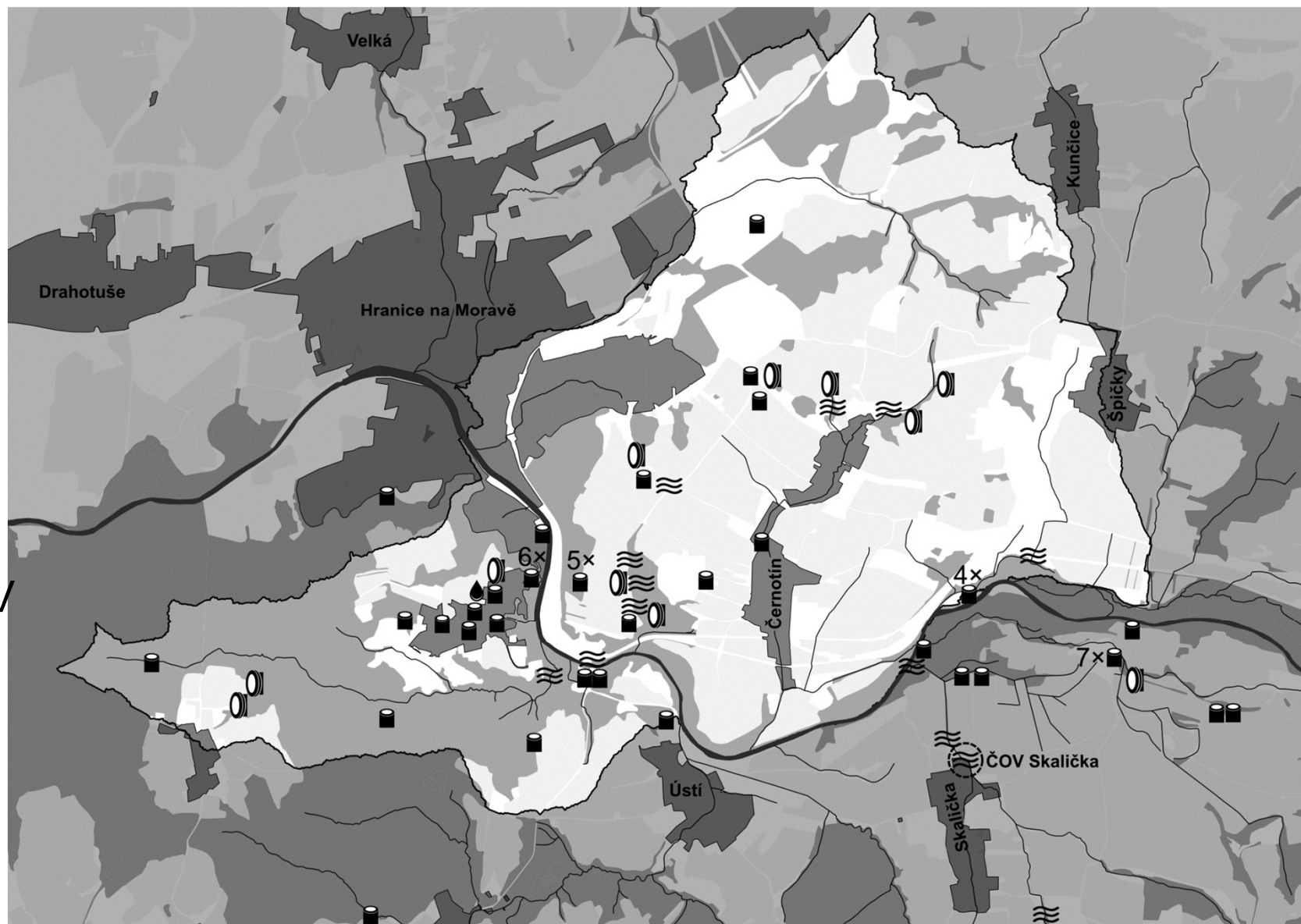
Řešení zahrnuje i omezení obsahu kontaminantů ve vstupech do půdy, jako jsou hnojiva, pesticidy, čistírenské kaly a sedimenty, což je rovněž legislativně regulováno. Ke snížení vstupů přispívá také celkový stav životního prostředí a pravidelné kontroly.

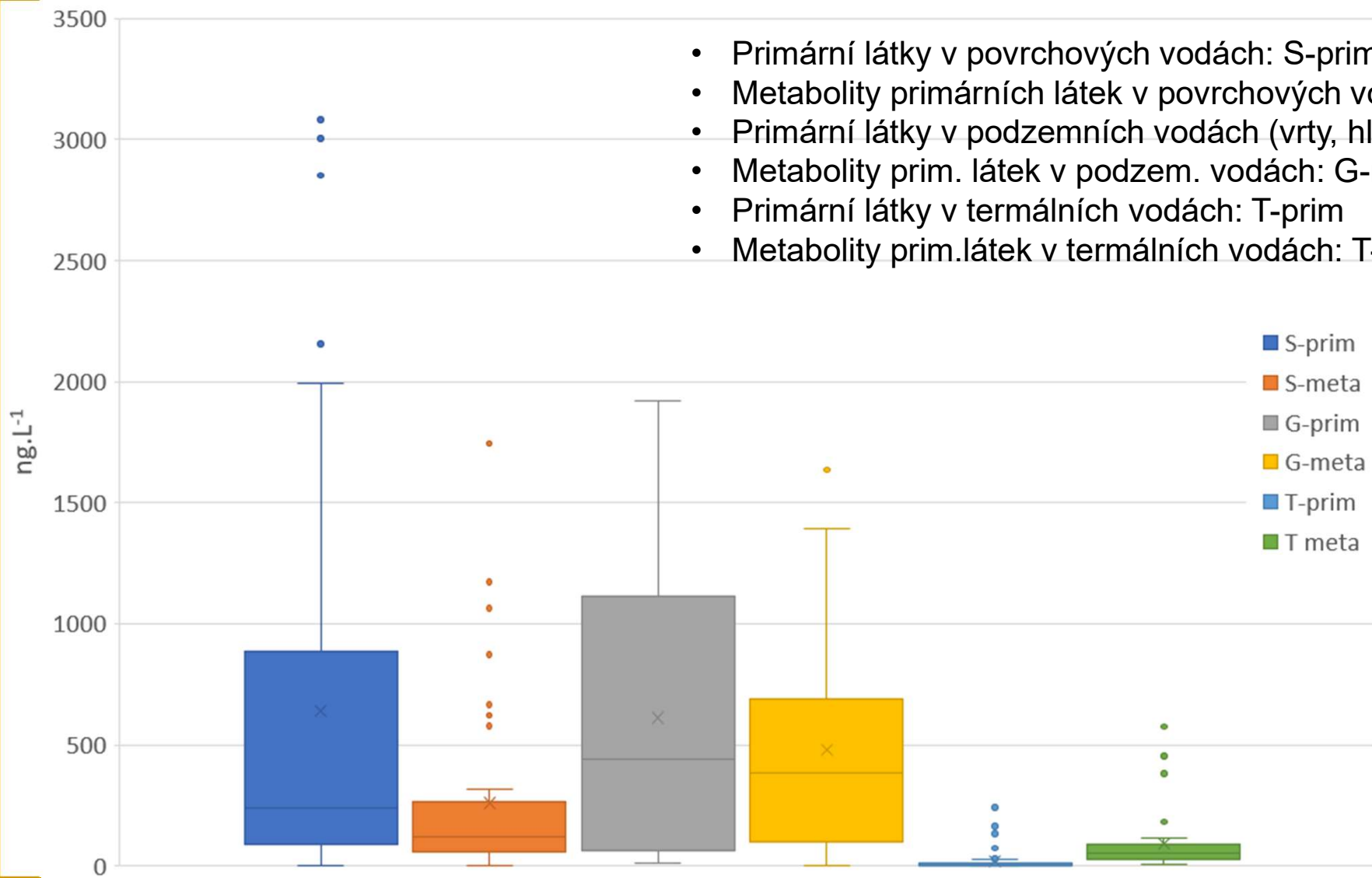
Ukázka kontaminace půdy

**Jeden z výstupů mezioborového výzkumu projektu GAGJM Krajina
vcelku a krajina v detailu, Petra Oppeltová, Ph.D.**

Vzorkování vod (téměř 600 vzorků) V/2021 – XII/2023

- Povrchové
- podzemní
- jeskyně
- propast
- drenážní
- odpadní z ČOV





- Primární látky v povrchových vodách: S-prim
- Metabolity primárních látek v povrchových vodách: S-meta
- Primární látky v podzemních vodách (vrty, hluboké studny): G prim
- Metabolity prim. látek v podzem. vodách: G-meta
- Primární látky v termálních vodách: T-prim
- Metabolity prim.látek v termálních vodách: T-meta

Co bylo tedy těmi primárními látkami?

Autor P. Oppeltová a kol.

		povrchové	ČOV	drenáž	podzemní	propast jeskyně
Nesteroidní antiflogistika - ibuprofen, diclofenac	ng/l	486	4455	74.1	978.5	43.4
Antibiotika	ng/l	698	4635.9	0	115	73.8
Antidepresiva	ng/l	186	149.8	0	0	0
Močovinové pesticidy – chlorotoluron - herbicid	ng/l	48	103	0	93	0
Triazinové Diazinové pesticidy – herbicidy, fungicidy	ng/l	182	105.9	91.5	849.2	56.4
Triazolové pesticidy - fungicidy	ng/l	162	151	17.4	142	0
Chloracetanilidové pesticidy - herbicidy	ng/l	2426.4	1368.7	1774	1606.5	108.6
Fenoxy herbicidy	ng/l	7198	3421	0	41	0
Pyridazinon herbicidy - chloridazon - metabolity	ng/l	2869	1304	13 629	3086	474
Bisfenol A – výroba plastů	ng/l	54.1	0	0	655	242

Zranitelnost hlubokých podzemních, minerálních a krasových vod

Výsledky P. Oppeltová a kol.

- Diclofenac – propast (43,4 ng/l)
- Azitromycin – propast (73,8 ng/l)
- Ibuprofen - Zbrašov studna (976 ng/l)
- Chloridazon DESPH – vrt 100m (1490 ng/l), propast (378 ng/l)
- Metazachlor ESA – vrt 66 m (1050 ng/l)
- Chloridazon – vrt 100 m (33,5 ng/l)
- Prometrin – vrt 60 m (28,5 ng/l)



Drenáže - skryté, ale významné

- Výsledky šetření ukázaly velký význam mělkého podpovrchového odtoku – drenáží na vyplavování pesticidů, respektive jejich metabolitů, nálezy například metabolitu herbicidu chloridazonu 13,6 mg/litr...



Vyústění drenáže zemědělské půdy do lesa. Neošetřený konec výustě drenáže nicméně znamená postupný kolaps a pomalý postup erozní rýhy (výustě drenáže) směrem do pole.
Hranicko, podzim 2024



Po kolapsu drenáže dochází k lokálním vývěrům na poli, v extrémním případě až propadu povrchu.
V případě povrchového odtoku bude docházet k tvorbě erozních rýh...
Hranicko, léto 2024

Drenážní trubka v hloubce 19 cm zaplněná zeminou.
Do tak malé hloubky se drenážní trubky neumisťovaly,
lze proto dovozovat vodní erozi... kraj Vysočina, léto 2024.



Propad drenáže,
jižní Morava, jaro
2024





Lokální problém může vyvolat i složený hnůj
Lesonice, léto 2024



ZASTAVOVÁNÍ ÚZEMÍ

Zastavování území (soil sealing) představuje proces pokrytí půdy nepropustnými materiály, jako jsou beton či asfalt. Tento zásah způsobuje ztrátu přirozených vlastností půdy a znemožňuje jí plnit své ekologické funkce. Rozšiřování měst je sice přirozený a nevyhnutelný proces, avšak jeho nekontrolovaný vývoj může vést k výrazným ztrátám, zejména vysoce kvalitní zemědělské půdy, což s sebou přináší řadu negativních dopadů na krajinu i člověka.



Skrývka ornice při stavbě dálnice, Kroměřížsko, léto 2024

Jaké jsou příčiny zastavování území

Mezi hlavní příčiny zastavování půd patří relativně nízké ceny pozemků, které činí výstavbu na „zelené louce“ finančně atraktivnější než využití již zastavěných ploch uvnitř měst nebo rekonstrukce starších budov. Investoři často upřednostňují nevyužitou zemědělskou půdu na okrajích měst, protože je to ekonomicky výhodnější než čelit nákladům spojeným s revitalizací a adaptací brownfields.

Dalším faktorem je stále rostoucí poptávka po nemovitostech, zejména ve velkých městech, jako jsou Praha či Brno. V těchto lokalitách však již dochází volný prostor pro novou výstavbu, což vede k expanzi do příměstských oblastí. Právě tyto okrajové části měst často zahrnují nejúrodnější zemědělské půdy, jejichž zastavování představuje vážný problém nejen pro zemědělství, ale i pro krajinu a životní prostředí.

Ztráta zemědělské půdy má dlouhodobé důsledky, protože tyto půdy jsou nenahraditelné a jejich regenerace je extrémně pomalá. Dochází tak ke snižování potravinové soběstačnosti, narušení vodního režimu krajiny a zhoršení schopnosti půdy vázat uhlík, což přispívá k prohlubování klimatických změn. Navíc rozšiřování městského zastavění na okraje zvyšuje tlak na infrastrukturu a dopravu, což může vést k dalším ekologickým a sociálním problémům.

Jaké jsou důsledky zastavování území

Důsledkem zastavování území je trvalá ztráta půdy, což znamená nenávratné zničení jejích produkčních a ekologických funkcí. Tím dochází ke snížení schopnosti půdy podporovat zemědělství, zadržovat vodu a regulovat mikroklima. Zároveň dochází k poklesu biodiverzity v dané oblasti, protože zastavěné plochy neposkytují vhodné prostředí pro většinu druhů rostlin a živočichů.

Dešťové srážky v zastavěném území, kde je infiltrace vody velmi omezená, často způsobují lokální povodně. Voda není schopna přirozeně vsakovat do půdy, což má za následek nejen povodně, ale také nedostatečné doplňování zásob podzemní vody. Tím dochází k dlouhodobému snižování dostupnosti této klíčové suroviny, což může mít negativní dopady na zásobování pitnou vodou a na ekosystémy závislé na vodě.

Nové stavby také představují potenciální riziko kontaminace svého okolí. Odpadní vody, zvýšený objem dopravy a znečištění spojené s provozem budov mohou negativně ovlivnit kvalitu půdy, vody a ovzduší v okolí. V důsledku toho dochází ke zhoršení životních podmínek nejen pro přírodu, ale i pro obyvatele v blízkosti těchto lokalit. Tyto problémy zdůrazňují potřebu udržitelného plánování a hospodaření s územím, které minimalizuje negativní dopady na půdu a přírodní prostředí.

Jaká je závažnost problému...

Zastavování půdy (soil sealing), spojené s nekontrolovaným rozšiřováním sídel a průmyslových oblastí, představuje jeden z nejvýznamnějších kvantitativních degradačních procesů, který má zásadní dopad na životní prostředí i zemědělství. Tento proces vede k nenávratnému zničení všech ekologických a produkčních funkcí půdy. Půda ztrácí schopnost zadržovat vodu, podporovat biodiverzitu a regulovat mikroklima, což má dalekosáhlé důsledky pro ekosystémy i lidskou společnost.

V České republice je tento problém obzvlášť znepokojivý. V roce 2007 zde denně ubylo přibližně 15 hektarů zemědělské půdy, a to převážně půdy velmi kvalitní. Celkově mezi lety 1966 a 2007 „zmizelo“ více než 235 tisíc hektarů zemědělské půdy, což představuje rozsáhlou ztrátu cenného zdroje, který je prakticky nenahraditelný. Tento trend je způsoben především rostoucí poptávkou po nových obytných, průmyslových a komerčních plochách.

Významným faktorem, který přispívá k intenzivnímu zastavování půdy, je strategická poloha České republiky uprostřed Evropy. Tato poloha činí z České republiky atraktivní lokalitu pro výstavbu logistických center, tranzitních uzlů a skladových areálů, které často vznikají na úkor zemědělské půdy. Navíc s rostoucí globalizací a zvyšující se potřebou rychlé přepravy zboží dochází k dalšímu záběru půdy pro rozšiřování dopravní infrastruktury, jako jsou dálnice, železniční koridory a překladiště.

Dlouhodobé důsledky tohoto vývoje jsou alarmující. Kromě ztráty zemědělské půdy přispívá zastavování k problémům s hospodařením s vodou, zhoršení kvality ovzduší a poklesu biologické rozmanitosti. Dochází také k nárůstu rizika lokálních povodní, protože půda pod nepropustnými povrchy nemůže plnit svou přirozenou infiltrační funkci.

Pro zmírnění těchto negativních dopadů je nezbytné zavést udržitelnější přístup k využívání území, který bude zohledňovat potřebu ochrany půdy jako nenahraditelného zdroje. Součástí řešení by mělo být upřednostňování revitalizace brownfieldů před zábořem zelených ploch, efektivní územní plánování a zavedení ekonomických nástrojů, které podpoří ochranu půdy. Bez těchto opatření hrozí, že ztráta kvalitní zemědělské půdy bude pokračovat s nevratnými důsledky pro krajinu a budoucí generace.

Bude mít změna klimatu vliv na zastavování území?

Změna klimatu může významně přispět k environmentální migraci obyvatel z různých částí světa, což zvyšuje tlak na potřebu nových obytných a infrastrukturních ploch. Extrémní projevy počasí, jako jsou sucha, povodně či stoupání hladiny moří, nutí lidi opouštět svá původní bydliště a hledat bezpečnější oblasti, často v ekonomicky rozvinutějších státech. Tento příliv nových obyvatel zvyšuje poptávku po bydlení, což vede k rozšiřování zástavby, často na úkor zemědělské půdy či přírodních lokalit.

Kromě toho změna klimatu ovlivňuje i lokální potřeby územního plánování. Například zvýšená frekvence extrémních srážek nebo suchých období vyžaduje výstavbu odolnější infrastruktury, což dále zvyšuje spotřebu půdy. Přizpůsobení se těmto změnám může zahrnovat i výstavbu nových vodních nádrží, protipovodňových opatření nebo zařízení pro správu vody, což představuje další tlak na přírodní prostředí.

Pokud nebude proces zastavování půdy řízen udržitelným způsobem, může kombinace environmentální migrace a klimatických změn výrazně prohloubit negativní dopady na ekosystémy, biodiverzitu a dostupnost zdrojů, jako jsou voda a úrodná půda. Proto je klíčové propojit územní plánování s dlouhodobými strategiemi pro adaptaci na změnu klimatu a zároveň chránit cenné přírodní a zemědělské plochy.

Návrh(y) řešení

Ochranu zemědělské půdy před zástavbou upravuje především zákon o ochraně zemědělského půdního fondu (Zákon č. 334/1992 Sb.). Například § 4 stanovuje, kam by měla být přednostně směřována nová zástavba. Klíčový je odstavec (3), který chrání zemědělskou půdu zařazenou do I. a II. třídy ochrany. Takto kvalitní půda může být odňata zemědělskému využití pouze v případě, že je prokázán jiný veřejný zájem, který převažuje nad zájmem ochrany půdního fondu.

Principy plošné ochrany půdy jsou zakotveny především v procesu územního plánování, kde se vymezují zastavitelné plochy. Pro efektivní ochranu je nezbytné využívat nástroje stanovené právními předpisy, například rozboru udržitelného rozvoje území, které se pravidelně zpracovávají na úrovni krajů a obcí. Výsledky těchto analýz by měly být zapracovány do územních plánů.

Další příležitostí pro ochranu půdy je formulace zadání územních plánů, kde se stanovuje rámec pro budoucí zástavbu. Návrhy zadání a územních plánů se projednávají nejen s orgány veřejné správy, ale také s veřejností a vlastníky. Tento proces umožňuje kontrolu, zda byly požadavky na ochranu půdy správně zohledněny. Povinnou součástí územního plánu je jeho odůvodnění, které by mělo logicky vysvětlit nutnost plošného rozšiřování zástavby v daném území a zajistit, aby byla zástavba co nejvíce racionální a šetrná k zemědělské půdě.

Ochrana zemědělské půdy v praxi

V praxi se ochrana zemědělské půdy bohužel často dostatečně neodráží v územním plánování. Chybí také vhodné ekonomické nástroje, například vyšší odvody za trvalé odnětí půdy či přiměřené zdanění pozemků určených k zástavbě. Tyto pozemky jsou daněny jako zemědělské, přestože jejich tržní hodnota odpovídá zastavitelným plochám, které jsou mnohem dražší.

VÚMOP v.v.i. ve spolupráci s MZe vyvinul nástroj Limity využití půdy a metodiku pro hodnocení dostupnosti ploch nižších tříd ochrany ZPF. Tento nástroj je dostupný online na: <http://limitypudy.vumop.cz>.

Teoretické cíle do budoucna

Navrhovaná opatření usilují o snížení záboru půdy o 50 % a zvýšení využívání brownfields o 25 %. Tato opatření zahrnují podporu investic do opuštěných areálů, lepší územní plánování a ochranu klíčových funkcí půdy při rozvoji sídel.