



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842



Funded by the
European Union



VLIIV ZMĚNY KLIMATU NA VLASTNOSTI PŮDY

Dr. Erdiñç UYSAL

Změna klimatu a půda

- ☐ Půda vzniká působením řady faktorů a po velmi dlouhém procesu.
- ☐ Půda je po oceánech největším úložištěm uhlíku a je důležitým vyrovnávacím faktorem proti změně klimatu.
- ☐ Pokud nejsou půdy dobře obhospodařovány, jsou nejen ovlivněny změnou klimatu, ale mohou také přispívat ke změně klimatu jako zdroj skleníkových plynů.
- ☐ Vzhledem k tomu, že dopady změny klimatu narůstají, je nevyhnutelné, že touto situací bude ovlivněna i půda.



Source: 123RF/SARAYUTSY

Vliv změny klimatu na vlhkost půdy

- ❑ V důsledku klimatických změn se očekávají určité změny půdní vlhkosti.
- ❑ Podmínky způsobené změnou klimatu, jako jsou silné srážky v krátké době a větší vypařování a transpirace v důsledku zvýšení teploty, mohou způsobit řadu výkyvů v půdní vodě.



Source: Oyvind Martinsen Documentary Collection / Alamy Stock Photo

Vliv změny klimatu na vlhkost půdy

☐ Potenciální účinky čtyř možných scénářů změny klimatu na složky půdní vlhkosti jsou shrnuty níže.

Faktory	Studená, mokrá	Studená, suchá	Horko, mokro	Horké, suché
P	já	D	já	D
R	já	d, D	já	D
G	i	d	i	D
já	já	d	já	D
i	i	D	i	D
S	já	d	já	D
E	D	E	E	já
T	D	E	i	já
F	-	-	-	-
G _r	i	-	já	-
G _s	-	já	-	já

P : Srážky

R : Povrchový odtok

F : Filtrace v nenasycené zóně

G : Proudění podzemní vody

Gr : Vzestup hladiny podzemní vody

Gs : Snížení hladiny podzemní vody

I : Infiltrace do půd

i : Infiltrace do podzemní vody

S : Skladování v půdě

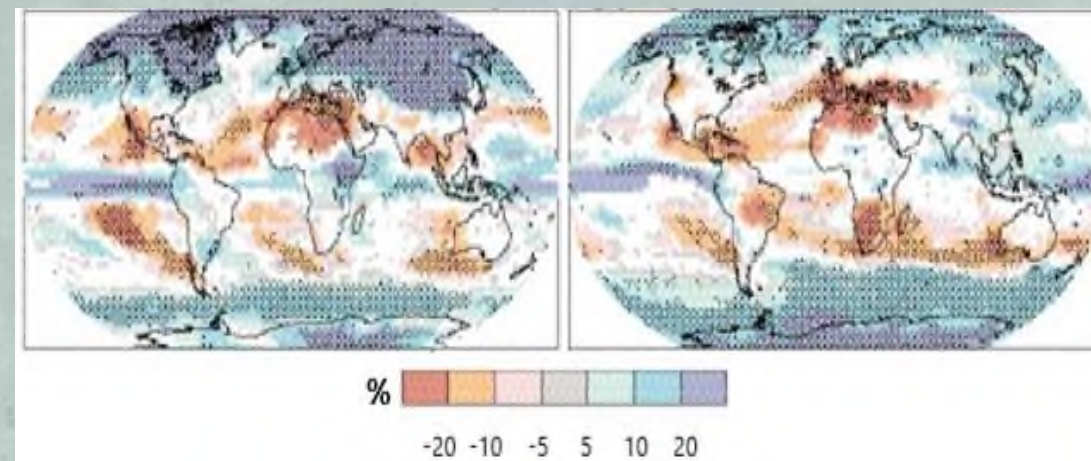
T : Transpirace

E : Odpařování

Složky polní vodní bilance a režimu vlhkosti půdy a dopad čtyř potenciálních klimatických scénářů na tyto faktory: i a I: mírný a velký nárůst, d a D: mírný a silný pokles, E: žádná změna

Vliv změny klimatu na vlhkost půdy

☐ Změna půdní vlhkosti úzce souvisí se změnou srážek. V nedávných výzkumech se předpovídá, že může dojít k poklesu nebo zvýšení množství srážek spadajících v různých částech světa v důsledku změny klimatu.



Proporcionální změny srážek (za období 2090-2099 oproti 1980-1999). Hodnoty jsou vícemodelové průměry založené na scénáři SRES A1B pro prosinec-únor (vlevo) a červen-srpen (vpravo) (IPCC, 2007).

Klimatické změny a dopady změn srážkových režimů na acidifikaci půdy

- ❑ Očekává se, že dojde ke změnám v rozkladu půdních minerálů a souvisejících půdních reakcí na a změny jako zvýšení teploty a intenzity srážek v důsledku klimatických změn.
- ❑ Ke zvýšení acidifikace půdy může dojít v důsledku produkce většího množství biomasy v důsledku zvýšených teplot a zvýšení parciálního tlaku CO_2 ve vzduchu.
- ❑ Pokud se takový rostlinný materiál rozloží in situ, zásaditost nahromaděná v tomto materiálu se vrátí do půdy a neutralizuje kyselost.
- ❑ Avšak v případech, kdy je vyprodukovaná biomasa sklizena a odstraněna z pole, kyselost nelze neutralizovat a zůstává v půdě.



Zdroj: DOI/Neal Herbert



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842



Funded by the
European Union



Klimatické změny a dopady změn srážkových režimů na acidifikaci půdy

- ❑ S oleje s vysokým obsahem jílu a organické hmoty jsou odolnější vůči zvyšování a snižování pH, zatímco písčité půdy jsou náchylnější k okyselování.
- ❑ I když není možné změnit obsah jílu v půdě, bylo by vhodné přijmout opatření ke zvýšení obsahu organické hmoty.



Zdroj: C. Kosmas

Účinky změny klimatu na salinitu a alkalickost půdy

- S klimatické změny, případné vyšší teploty a periodická období dešťů a sucha urychlí rozklad geologických sedimentů, které jsou hlavním materiálem solí, a zvýší se jejich rozpouštění a transport.
- Dojde tedy k formování a akumulaci rozpustných solí v půdním roztoku v průběhu času.





TAGEM
TECHNOLOGY
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842



Funded by the
European Union



Ířínkv změn klimat na salinitu a alkalickost půdy

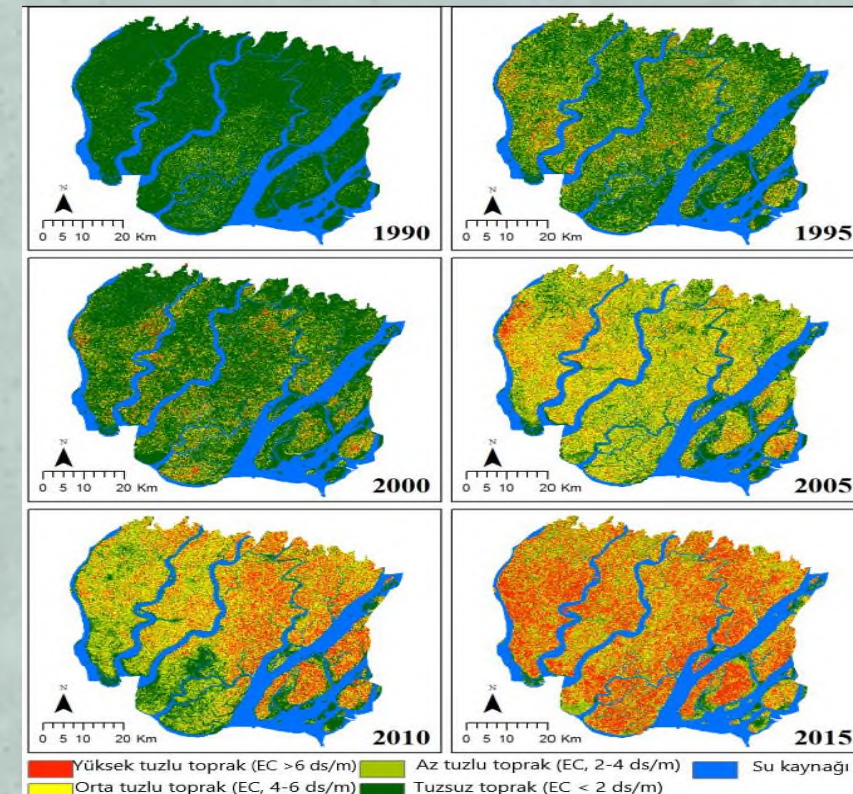
- ❑ Příliš mnoho nebo příliš málo srážek může mít významný vliv na salinitu půdy v kořenové zóně.
- ❑ Podzemní voda stoupá kvůli nadměrným srážkám. Klesne-li spodní voda pod dva metry, dojde k pohybu vody směrem k povrchu vzlínavostí. Pokud není dostatek srážek, aby se tyto soli mohly vyluhovat z kořenové zóny, během sucha se na povrchu půdy objevují usazeniny soli. Podobně v oblastech se suchem je možná akumulace soli s pohybem vody s kapilaritou.
- ❑ Dalším příkladem sucha, které způsobuje akumulaci slanosti v kořenové zóně, je pronikání vody z vodonosné vrstvy se slanou vodou v blízké oblasti v důsledku nadměrného odběru vody ze sladké voda studny.



Zdroj: Getty Images

Ířínkv změn klimatú na salinitu a alkalickost půdy

- Stoupající hladiny oceánů v důsledku tání ledovců v důsledku globálního oteplování mohou vést k většímu pronikání mořské vody .
- Zejména v případě přímého pronikání slané vody lze ve velmi krátké době pozorovat velké změny hodnot salinity půdy
- rozdíly ve změnách solí půdy na bangladéšském pobřeží během 25 let v důsledku vzestupu hladiny moře



Mapa salinity půdy získaná v různých letech dálkovým průzkumem Země [Rahman ve ark., 2018]

Změna klimatu a struktura půdy

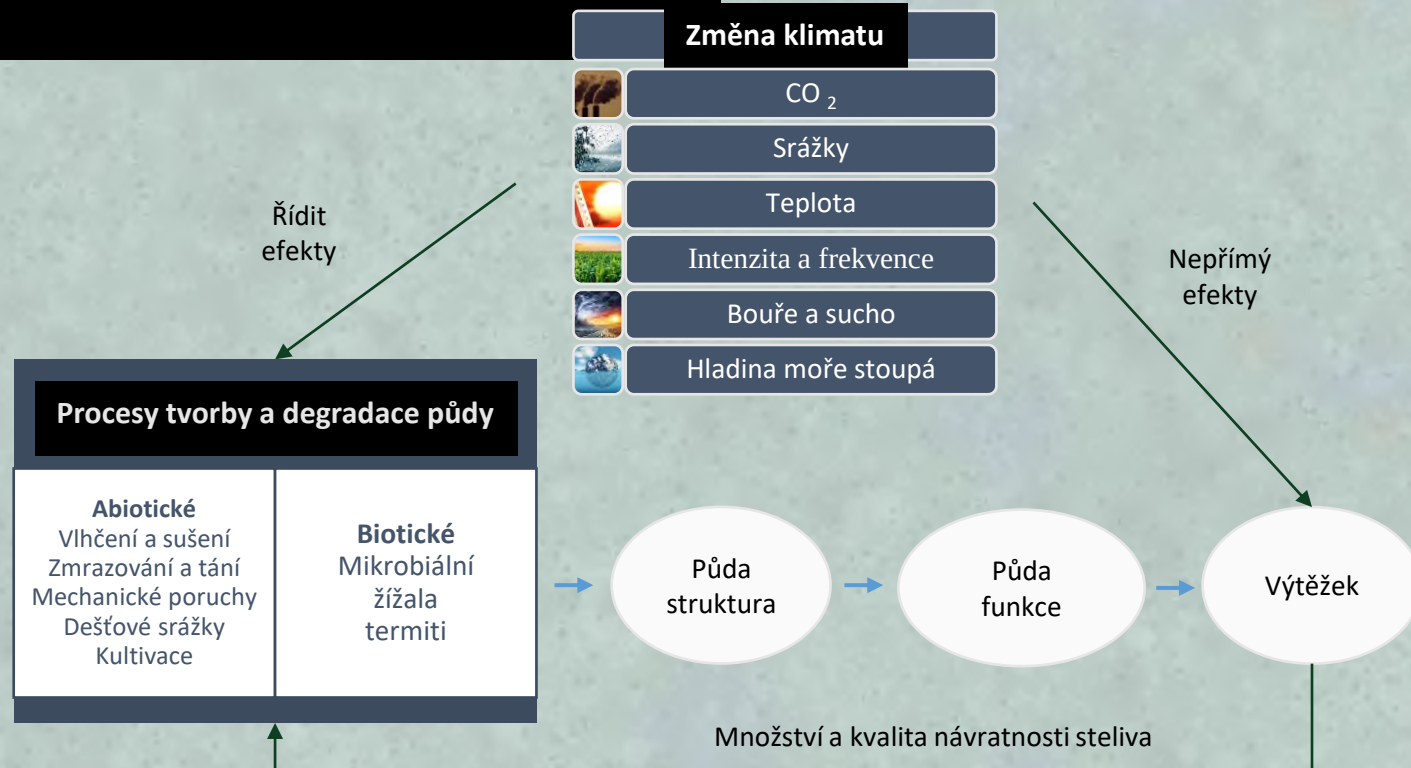
☐ Částice v půdě se spojují a shlukují do skupin tvoří půdní strukturu. Struktura půdy je považována za jednu z důležitých fyzikálních vlastností půdy kvůli jejím účinkům na pohyb vody a plynu.



☐ Struktura půdy, která není statická, ale dynamická, se může měnit v závislosti na vlastnostech půdy

Změna klimatu a struktura půdy

- Je možné, že s možnými změnami klimatických jevů budou půdy někdy vystaveny suchu a někdy budou čelit intenzivnějším srážkám a náletům. Za těchto podmínek se půda stává náchylnější ke strukturálnímu poškození.



- Očekává se, že půdní struktura se zhorší v důsledku kultivace půdy, když je příliš vlhká nebo příliš suchá.

Vliv změny klimatu na půdní faunu a půdní flóru

- Půdní fauna a flóra, které jsou i na velmi malé ploše zastoupeny ve velmi hojném počtu, jsou jednou z nejzákladnějších složek půdy, která je životně důležitá pro řadu činností v půdě. Půda je domovem široké škály bakterií, hub a živočišných druhů, stejně jako mnoha rostlin. Vzhledem k tomu, že hlavní funkcí těchto organismů je recyklace půdní organické hmoty, jsou naprosto nezbytné pro fungování suchozemských ekosystémů.



Source: Montreal Space For Life, <https://espacepourlavie.ca/>

- Očekává se, že změny, ke kterým dojde v půdním biotopu v důsledku klimatických změn, ovlivní i půdní biotu.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842



Funded by the
European Union

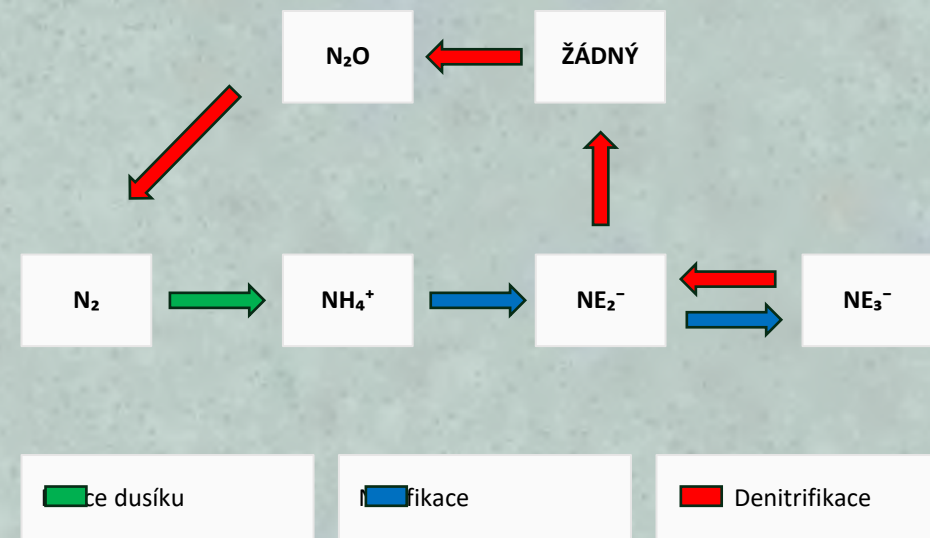


Vliv změny klimatu na půdní faunu a půdní flóru

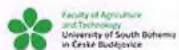
- ❑ v podmínkách sucha se tvoří méně mikrobiální biomasy a dochází k menší mikrobiální aktivitě. Navíc extrémní sucho může mít za následek i úhyn některých větších půdních organismů.
- ❑ Tam, kde změna klimatu zvyšuje náchylnost půdy k erozi, může být půdní biota ovlivněna erozí.
- ❑ V přítomnosti vysokého CO_2 dochází k většímu růstu rostlin v důsledku zvýšené fotosyntézy, což vede ke zvýšenému vstupu uhlíku do půdy, což výrazně mění aktivitu a hustotu půdní bioty.
- ❑ konstatováno, že plísňová biomasa v půdě rostla s přibývajícími srážkami.
- ❑ CO_2 v atmosféře rostou, i když rychlost využívání uhlíku rostlinami roste, tato situace bude omezena na vodu a živiny, které mohou získat z půdy.

Vliv změn klimatu na mineralizaci dusíku, nitrifikaci a denitrifikaci

- ❑ Přeměna dusíku v organické formě na anorganické formy N v půdách je definována jako **mineralizace**.
- ❑ Přeměna amonia na dusičnanové ionty některými mikroorganismy v půdě je známá jako **nitrifikace** a probíhá za přítomnosti kyslíku.



- ❑ **Denitrifikace** je redukce dusičnanů na volný plynný dusík (N_2) po různých procesech. Je to proces, který probíhá za přítomnosti anaerobních organismů.



USV 1842



Funded by the
European Union



Vliv změny klimatu na mineralizaci dusíku, nitrifikaci a denitrifikaci

- ☐ Faktory životního prostředí související s klimatem mají významný vliv na mineralizaci dusíku, nitrifikaci a denitrifikaci.
- ☐ Míra mineralizace, která zůstává velmi nízká v zimě, kdy teplota klesne pod 4 °C, se vyskytuje ve velkém množství koncem jara a léta.
- ☐ Vyšší mineralizace a denitrifikace v důsledku zvýšené teploty při změně klimatu může vést k vyšším emisím N_2O z půd do atmosféry.
- ☐ V důsledku klimatických změn v budoucnu, vyšší množství a četnost srážek, které se pravděpodobně vyskytnou v některých regionech, zvýší denitrifikaci a tím i proudění N_2O z půdy.

Změna klimatu a půdní organická hmota

☐ **Půdní organická hmota**, která reguluje fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy, je hlavním energetickým zdrojem půdy a je jedním z nejdůležitějších prvků potřebných pro zachování úrodnosti půdy.

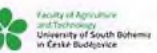


Source: Urban, 2014. What is Soil Organic Matter. <https://www.deeproot.com/>



Změna klimatu a půdní organická hmota

- ❑ Uvádí se, že při vysokých hladinách CO_2 a zejména v přítomnosti vody a dusíku v půdě provádějí rostliny C3 fotosyntézu ve zvýšené míře. sazby a produkují více biomasy .
- ❑ Dodatečný přísun dusíku může nejen zvýšit účinek vysoké koncentrace CO_2 na půdní organický uhlík, ale také zpomalit rychlost rozkladu organické hmoty v některých ekosystémech .
- ❑ Obecně platí, že přítomnost vody v půdách spolu se zvýšenými srážkami, zejména v oblastech, kde je voda omezená, přispívá k akumulaci půdního organického uhlíku výrazněji než teplota. Ve studii změny klimatu provedené na toto téma, ve které byly jako faktory použity oxid uhličitý, půdní vlhkost a teplota, bylo uvedeno, že půdní vlhkost měla na zásobu organického uhlíku v půdě významnější vliv než vysoký CO_2 a teplota.



USV 1842



Funded by the
European Union



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Faculty of Agriculture
and Technology
University of South Bohemia
in České Budějovice



USV 1842



Funded by the
European Union



ÍKONÝ RŮZPŮČET V ZEMĚDĚLSKÝCH ZEMÍCH

Dr. Erdiñç UYSAL

Uhlíkový rozpočet v zemědělských půdách

☐ Míra skleníkových plynů v atmosféře se začala zvyšovat s průmyslovou revolucí, která začala v polovině 18. století, a dnes dosahuje hodnot blížících se 400 ppm.

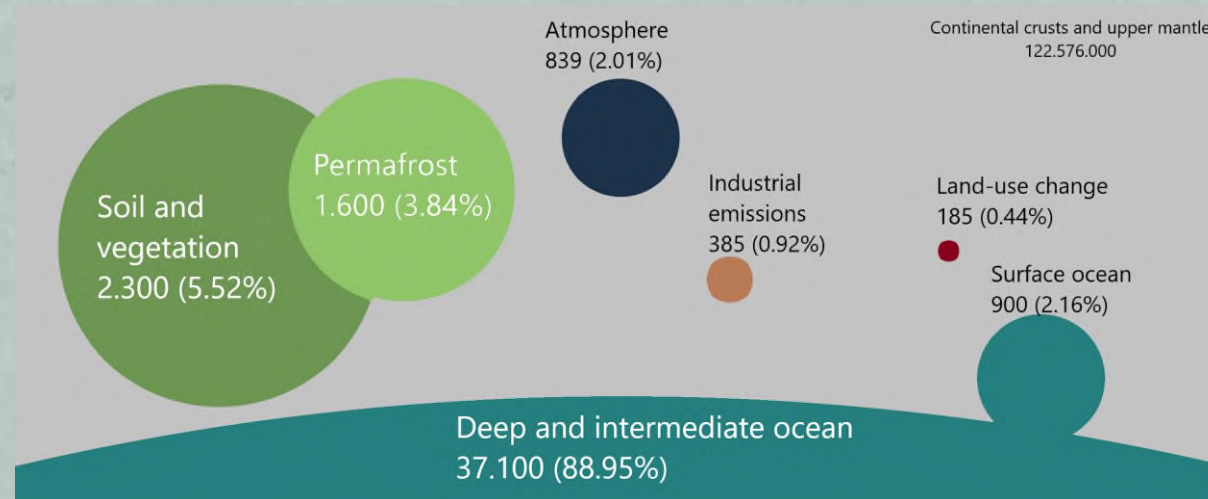


Změny množství atmosférického CO₂ v průběhu let

☐ Nárůst oxidu uhličitého je z velké části způsoben používáním **fosilních paliv**. Dalším důležitým faktorem tohoto nárůstu je **změna ve využívání půdy**, zejména **odlesňování**.

Globální uhlíkový cyklus

☐ Pohyb uhlíku v anorganické a organické formě mezi atmosférou, biosférou, hydrosférou a pedosférou se nazývá **uhlíkový cyklus**. Cyklus uhlíku je systém, který podporuje veškerý život.



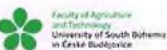
*Zásoby uhlíku na Zemi – gigatuny jako
(upraveno podle Janowiak et al., 2017)*

☐ Uhlík se ukládá různými způsoby a oblastmi. Jeho největší zásoba je na světových kontinentálních deskách a svrchním plášti. Ten se pak nachází v oceánech a jeho velká část není otevřena změnám. Odhaduje se, že půda ukládá kolem 3 500 Gt



Půdní organický uhlík

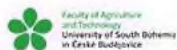
- ☐ **Organický uhlík v půdě**, je část, která zůstává v půdě po částečném rozkladu odpadu z živých organismů. Půdní organický uhlík je hlavní složkou půdní organické hmoty a je zdrojem energie půdy.
- ☐ Po oceánech jsou suchozemské ekosystémy největším úložištěm uhlíku.
- ☐ Uhlík se neukládá pouze v rostlinách na souši, **ve větším množství se ukládá v půdě**. Proto i malé změny v množství organického uhlíku v půdě mohou mít hluboký vliv na koncentraci CO₂ v atmosféře a tím i na změnu klimatu.



USV 1842



Funded by the
European Union



USV 1842



Funded by the
European Union



Odhadovaná zásoba uhlíku v suchozemských ekosystémech na Zemi

Ekosystem	Globální zásoby uhlíku (Pg C)		
	Bylina	Půda	Celkový
T ropické lesy	212	216	428
Lesy	59	100	159
B oreální lesy	88	471	559
Tropické louky a pastviny	66	264	330
Louky a křoviny mírného pásma	9	295	304
Pouště a polopouště	8	191	199
T undras	6	121	127
Zemědělské oblasti	3	128	131
W etlands	15	225	240
CELKOVÝ	466	2011	2477

[Janzen, 2004]

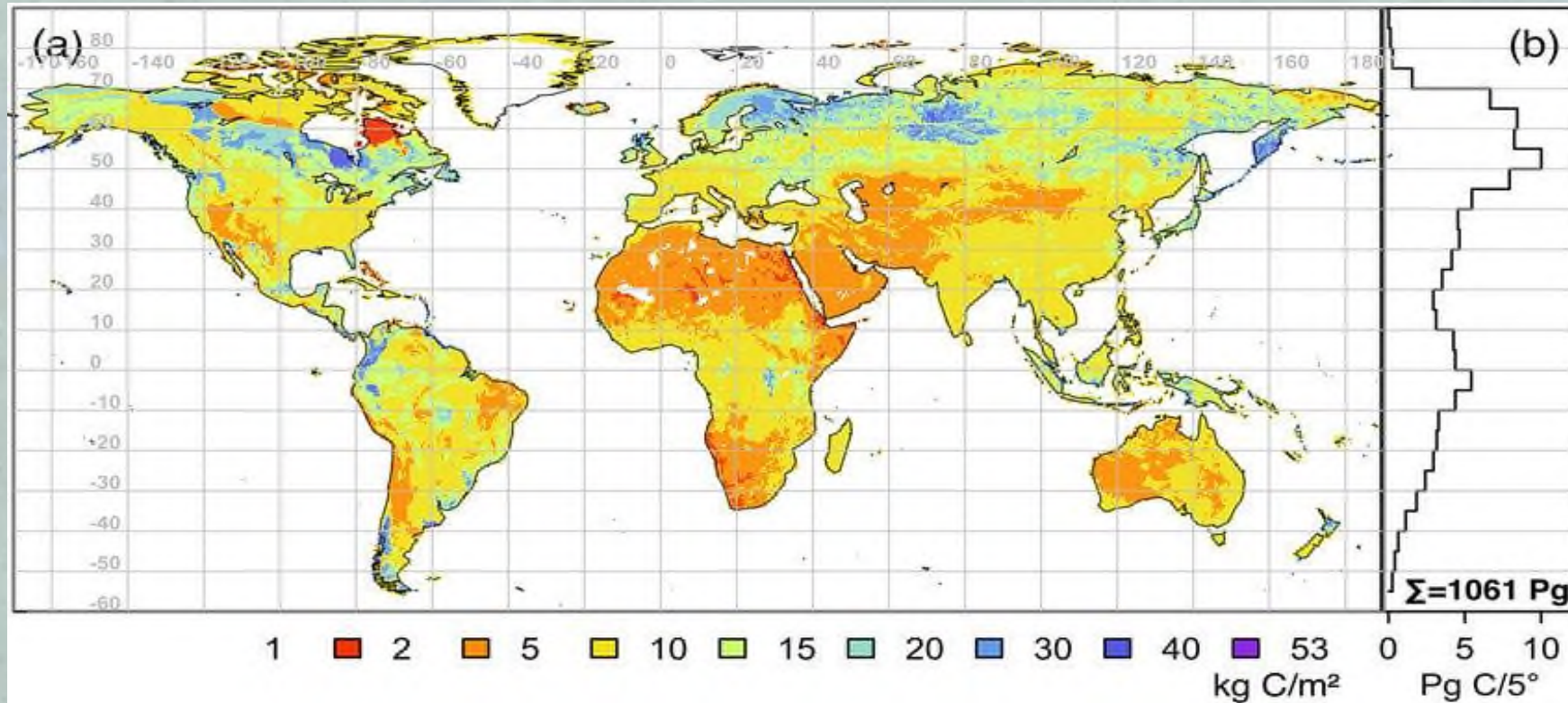
Globální zásoby uhlíku

☐ Množství uhlíku nalezené v různých hloubkách půdy se také liší. Vzhledem k tomu, že hlavním zdrojem půdní organické hmoty jsou mrtvé živé organismy, **horní hloubka půdy** je většinou bohatá na organický uhlík a ten klesá směrem do hloubky půdy.



☐ The největší množství půdního organického uhlíku je uloženo v oblastech tvořených převážně rašelinnými půdami **v severních zeměpisných šířkách** se 190 μg uhlíku.

Globální zásoby uhlíku

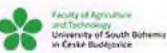


a) Globální zásoba organického uhlíku v 1 metru nahoře půdní řez vypočítaný pomocí HWSD v.1.1 (b) Hmotnost organického uhlíku na 5° zeměpisné šířky ve stejné sekci [Köchy et al., 2014]



Změny v zásobách uhlíku

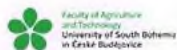
- ☐ Uhlíku uloženého v atmosféře Země je méně ve srovnání s oceány a pevninou .
- ☐ Jak množství, tak směr pohybu uhlíku mezi různými zásobárnami uhlíku může mít zásadní dopad na změnu klimatu.
- ☐ Tok uhlíku do atmosféry v důsledku spotřeby fosilních paliv je považován za hnací sílu změny klimatu .



USV 1842



Funded by the
European Union



USV 1842



Funded by the European Union



Globální uhlíkový rozpočet na různá časová období ($G C ro^{-1}$)

	80. léta 20. století	devadesátá léta	2000–2005	1980–2005
atmosférický nárůst	$3,3 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,1$
I průmyslové emise	$5,4 \pm 0,3$	$6,3 \pm 0,3$	$7,2 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,3$
Čistý tok z oceánu do atmosféry	$-1,8 \pm 0,8$	$-2,2 \pm 0,4$	$-2,2 \pm 0,5$	$-2,0 \pm 0,5$
Čistý tok země do atmosféry	$-0,3 \pm 0,9$	$-0,1 \pm 0,6$	$-0,9 \pm 0,6$	$-0,7 \pm 0,6$
Průtok v důsledku změny využití půdy	1.4 (0,4–2,3)	1.6 (0,5–2,7)	1.5	1.5 (0,5 - 2,5)
Částka zbývající v terestrických fondech	- 1.7 (- 3.4 - 0,2)	- 2.6 (- 4.3 - - 0,9)	- 2,4 ,	- 2.2 (- 3.8 - - 0,6)

Čísla v závorkách odrážejí odhadované rozsahy
[Denman a kol., 2007]

Globální uhlíkový rozpočet

- ❑ V oblastech přeměněných z lesních ploch na zemědělskou půdu dochází k poklesu půdního organického uhlíku.
- ❑ Rozklad organické hmoty se urychluje kultivací půdy a stává se náchylnou k transportu v důsledku eroze.
- ❑ Zmizení lesních ploch znamená, že tyto oblasti, které fungují jako úložiště uhlíku, se stávají zdrojem uhlíku.



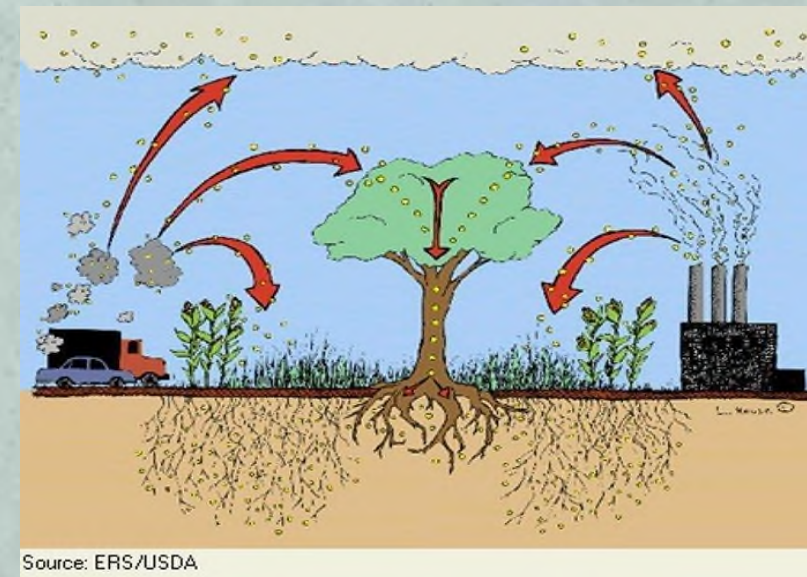
Globální uhlíkový rozpočet

- ❑ Degradace půdy, která je příčinou i důsledkem změny klimatu, je definována jako dlouhodobý pokles a ztráta hodnoty půdy a biologické produktivity a podle odhadů došlo k degradaci světového zemského povrchu o 7–40 % v důsledku na lidské příčiny.
- ❑ Kvůli rostoucí urbanizaci jsou pozorovány změny v krajinném pokryvu, zatímco biodiverzita klesá, degradace půdy se zvyšuje. V důsledku toho dochází ke ztrátě biomasy a ukládání uhlíku.



Význam sekvestrace uhlíku v půdě

- ☐ **Zadržování uhlíku** ; CO₂ v atmosféře je proces jeho přenosu takovým způsobem , že se nemůže v krátké době uvolnit zpět do atmosféry a může být dlouhodobě skladován v zásobnících organického uhlíku v půdě .
- ☐ A fenomén, který v poslední době přitahuje velkou pozornost , je abychom byli méně ovlivněni negativními dopady změny klimatu snížením emisí CO₂ do atmosféry.



- ☐ Odhaduje se, že 0,90 až 1,85 Pg uhlíku může být ročně sekvestrováno v obdělávaných oblastech po celém světě.

Mechanismus sekvestrace uhlíku

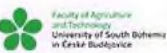
- ❑ Olej organický uhlík **je organická hmota** přimíchaná do půdy rozkladem odumřelé vegetace.
- ❑ Organické látky v této krycí vrstvě se mohou rozkládat a vracet do atmosféry ve formě CO_2 a také se do značné míry mísit s půdou.





Oxidace a

- ☐ **K** rozkladu odumřelé vegetace dochází prostřednictvím dvou dějů zvaných **oxidace** a **hučení**.
- ☐ Pokud jsou vhodné podmínky mrtvé porosty jsou **oxidovány** a stanou se mineralizované. Mezitím se také uvolňují rostlinné nutriční prvky obsažené v organické hmotě.
- ☐ **H um nám ifikace** probíhá pomaleji a zajišťuje rozklad organické hmoty.



USV 1842

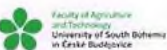


Funded by the
European Union



Huminové látky

- ❑ Část, která vzniká rozkladem, ztrácí texturní strukturu a mění se v humus s **amorfní a koloidní strukturou**, u níž není jasné, ke které části rostliny patří.
- ❑ V důsledku pokročilého rozkladu se v půdě objevují **huminové látky**.
- ❑ Některé sloučeniny, jako jsou aminokyseliny, uhlohydráty a některé organické kyseliny, které se nacházejí ve struktuře organické hmoty, se nazývají **nehuminové látky**.



USV 1842

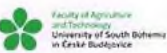


Funded by the European Union



Půdní organický uhlík

- ❑ Klasifikace organické hmoty v půdě na humózní a nehumickou souvisí s tím, zda je uhlík, který tvoří základ půdní organické hmoty, stabilní nebo nestabilní .
- ❑ Zatímco **nestabilní půdní organický uhlík** je součástí organické hmoty, která se rozkládá v krátkém časovém období, rozklad **stabilního půdního uhlíku** může trvat tisíce let .
- ❑ Tok CO₂ mezi půdou a atmosférou je řízen oxidací labilního půdního organického uhlíku .



USV 1842

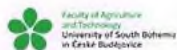


Funded by the European Union

Změna využití půdy v sekvestraci uhlíku

- ❑ Typ využití půdy má velký význam pro zadržování uhlíku v půdě. **Louky, pastviny a lesy obecně zadržují uhlík ve vyšší míře než zemědělské plochy na orné půdě.**
- ❑ Když jsou lesy, pastviny nebo jiné místní ekosystémy přeměněny na ornou zemědělskou půdu, organický uhlík v půdě má tendenci klesat. Naopak, když nastane opačná situace, dochází k vzestupnému trendu půdního organického uhlíku.

K dispozici . Nový	M louka - pastvina	Les	Zemědělské pole
	M louka - pastvina	žádný efekt	ztráta C
Les	žádný efekt	Les	ztráta C
Zemědělské pole	C zisk	C zisk	Zemědělské pole



Funded by the
European Union



Zvýšení sekvestrace uhlíku v zemědělských oblastech

- Hlavní strategií v boji proti změně klimatu je zvýšit koncentraci organického uhlíku v půdě, zlepšit hloubkovou distribuci uhlíku a stabilizovat uhlík.
- V této souvislosti je řádné řízení zemědělských ekosystémů důležitou strategií pro zvýšení sekvestrace organického uhlíku v půdě.



Zachycování organického uhlíku v půdě

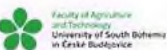
☐ Srovnání tradičních postupů a doporučených zemědělských postupů týkajících se sekvestrace organického uhlíku v půdě

T tradiční praktiky	Doporučené zemědělské postupy
biomasy a likvidace odpadu	Recyklace odpadu s mulčovacími aplikacemi
Konvenční zpracování půdy	Ochranné zpracování půdy nebo bezorebné hospodaření
F umožňují praktiky	Aplikace krycí plodiny mimo sezónu
Monokulturní praktiky	Vysoká rozmanitost střídání plodin
Intenzivní používání chemických hnojiv	Kompost , organická hnojiva a koloběh živin, postupy precizního zemědělství
I intenzivní pěstování	Integrace rostlinné a živočišné výroby
S povrchové zavlažování	Využití moderních tlakových závlahových systémů
Intenzivní používání pesticidů	Integroval jsem boj
Kultivace okrajových pozemků	Program památkové rezervace, obnova degradované půdy změnou využití půdy



Půdní organický uhlík

- ☐ V souladu s nastíněnými postupy, pokud se odstraní narušení půdy způsobené obděláváním půdy, minimalizují se erozní ztráty a do půdy se vrátí velké množství kořenové a nadzemní biomasy, dostane se do půdy více uhlíku .
- ☐ Tyto postupy šetří půdní vodu, zlepšují kvalitu půdy, zvyšují úrodnost a zvyšují zásoby organického uhlíku v půdě.
- ☐ Transportem organického uhlíku do podloží se prodlužuje retenční doba uhlíku v půdách.



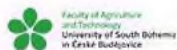
USV 1842



Funded by the
European Union



TAGEM
R&D AND INNOVATION



USV 1842

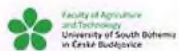


Funded by the
European Union



Potenciál zemských půd pro sekvestraci uhlíku

- ❑ Globálně je v horních 30 cm půdy na zemědělské půdě **uloženo více než 130 Pg uhlíku**.
- ❑ Regiony Severní Ameriky, Eurasie (Rusko) a Evropy představují **více než 50 %** všech zásob organického uhlíku v orné půdě na světě. Rusko má nejvyšší zásobu uhlíku na světě, s 21,9 Pg C v obdělávaných oblastech, s mírou 17 %. Následují Spojené státy, Čína a Indie.
- ❑ Půda na celém světě má potenciál zadržovat více uhlíku než jejich současné zásoby, a to je důležitá strategie v boji proti globálnímu oteplování.



USV 1842



Funded by the European Union



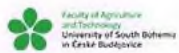
Regionální úhrny organického uhlíku v půdě

PLOCHA	Orna plocha (km ²)	Proud C (Pg)	O 20 let později - Střední (C- Pg)	Po 20 letech - Vysoká (C- Pg)
Austrálie	659,834	3,75	4,50	5.29
Střední Amerika	139,742	1.22	1,37	1.52
Střední Asie	369 061	5.01	5,40	5,81
východní Asie	1,262,134	9.14	10.52	11,97
východní a jižní Afriky	1,055,461	5.64	6,80	8.02
Evropa	1,995,564	21.05	23.26	25,60
Severní Afrika	258,602	1.51	1,83	2.17
Severní Amerika	1,260,786	28.07	31,52	35.16
Rusko	1,235,827	21,94	23.19	24,52
Jižní Amerika	1,753,039	9.42	10,72	12.09
jižní asie	852,619	7,68	9,87	12.18
Jihovýchodní Asie	1,307,174	8.15	9.06	10.03
Západní a střední Afrika	891,532	4,83	6.35	7,95
Západní Asie	2,893,928	4.38	5.44	6.57
KULOVÝ	15,935,304	131,81	149,84	168,87



Regionální úhrny organického uhlíku v půdě

- ❑ Podle předpovídaných scénářů je vidět, že existuje globální potenciál skladování **0,90 a 1,85 Pg C** za rok .
- ❑ **Severní Amerika** vykazuje celosvětově nejvyšší celkový potenciál ukládání uhlíku s hodnotami 0,17 až 0,35 Pg C za rok.
- ❑ **Severní Afrika** má velmi málo orné půdy, a proto má nejnižší potenciál pro celkovou sekvestraci uhlíku.



USV 1842



Funded by the
European Union



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



VLIV ZMĚN VYUŽITÍ PŮDY NA OBSAH PŮDY UHLÍKU



USV 1842



Funded by the
European Union



Po oceánech jsou suchozemské ekosystémy největším úložištěm uhlíku.

Půda je největší zásobárnou uhlíku pozemské biosféry a ukládá třikrát více uhlíku než atmosférický uhlík.



I sebemenší změna uhlíku v půdě ovlivňuje atmosférický uhlík, protože mezi atmosférou a půdním uhlíkem neustále proudí.

Uhlík v zásobách půdy se také mění v závislosti na rozdílech ve využívání půdy. Když je směr této změny z půdy do atmosféry, množství atmosférických skleníkových plynů se zvyšuje.



Změny ve využívání půdy a zemského povrchu mohou přispívat ke změně klimatu tím, že ovlivňují světovou energetickou bilanci, a mohou být rovněž ovlivněny změnou klimatu.



USV 1842

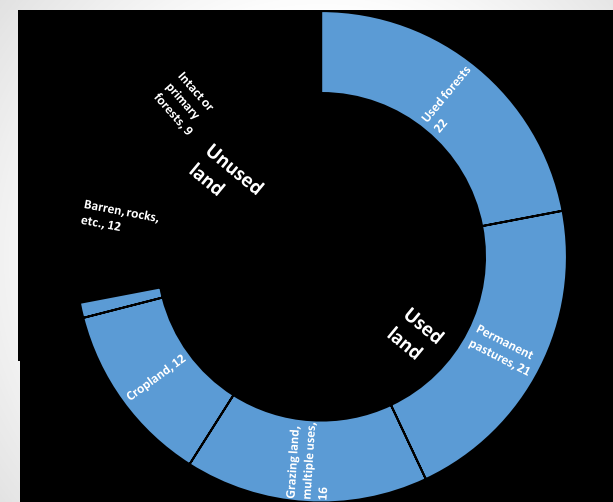


Funded by the European Union



Účinky různého využití suchozemských oblastí na sekvestraci uhlíku

Existuje nejistota ohledně toho, jak přesně je světová půda využívána. Na druhou stranu je známo, že tyto země se neustále proměňují.



Odhad globálního využití neledovcové půdy (upraveno podle Breewood a Garnett 2020)

Na celém světě je 13 miliard hektarů neledovcové půdy, z nichž jednu třetinu (4,3 miliardy hektarů) tvoří trvalé pastviny a zemědělská půda.



USV 1842



Funded by the
European Union



Přechod z jednoho ekosystému do druhého může v přírodě nastat spontánně, ale často k němu dochází v důsledku lidské činnosti.

Každá půda má kapacitu pro přenos uhlíku a vyvážený obsah uhlíku v závislosti na druhu rostlin na ní a klimatických charakteristikách regionu.

Změny ve využívání půdy vytvářejí rozdíly ve vstupu a výstupu uhlíku do půdy, což narušuje rovnováhu. Na konci procesu se zásoby C v půdě změní buď na **zdroj uhlíku** , nebo na **pohlcovač uhlíku** .



USV 1842



Funded by the
European Union



Účinky změn využívání půdy na zadržování C v půdě [Deng et al., 2016]

Změny využití území	Sekvestrace půdního uhlíku (Mg C ha ⁻¹ rok ⁻¹)
Od zemědělské půdy na louku	+0,30
Z lesa na louku	+0,68
Z louky na zemědělskou půdu	-0,89
Od lesa k zemědělské půdě	-1,74
z lesa do lesa	-0,63
Od zemědělské půdy po les	Žádný rozdíl
Z louky do lesa	Žádný rozdíl
ve všech	-0,39



USV 1842



Funded by the
European Union



Lesy a louky mají zásadní význam pro ukládání uhlíku. Vzhledem k oblasti, kterou na Zemi zabírají, hrají důležitou roli při snižování emisí sekvestrací uhlíku v globálním uhlíkovém cyklu.





USV 1842



Funded by the
European Union



Vliv změn ve využívání půdy v oblastech lučních pastvin

Oblasti lučních pastvin jsou pro svět životně důležité z hlediska jejich biologické rozmanitosti a schopnosti předcházet erozi. Kromě toho patří mezi nejdůležitější pozemské propady uhlíku.



Luční pastviny jsou jedním z hlavních prvků globálního uhlíkového cyklu, a přestože existuje nejistota ohledně jejich účinnosti a doby cyklu, lze říci, že zadržují přibližně 0,5 Pg CO₂ ročně.



Funded by the
European Union



Přeměna pastvin na zemědělskou půdu je jednou z největších změn ve využívání půdy a urychluje jak erozi půdy, tak ztrátu organického uhlíku v půdě.

Pastviny , které byly přeměněny na ornou půdu , způsobují nárůst atmosférického uhlíku.

Existuje však mnoho proměnných, které ovlivňují ztrátu organického uhlíku při takových transformacích.



USV 1842



Funded by the
European Union



Kromě přímé ztráty pastvin je ztráta produktivity v důsledku nesprávných postupů ve světě velmi běžnou situací. Tímto způsobem se v poškozených oblastech přirozeně snižují zásoby uhlíku v půdě.

Praxe, která v tomto ohledu způsobuje největší škody , **je nesprávná pastva.**

Mongolsko , jedna ze zemí s největšími pastvinami na světě, In pozorování provedená za 21 let v Mongolsku, přibližně 60 % biomasy ubylo v pastvinách byl spojené s ubývajícími dešťovými srážkami a zvyšující se teplotou, zvýšenou produkcí koz a z toho plynoucí nadměrnou pastvou.



Funded by the
European Union



bude možné zvýšit správným hospodařením s pastvinami za účelem ochrany a zlepšení pastvin.

Bylo konstatováno , že zvýšení C v dávkách v rozmezí od **0,105 do více než 1 Mg** na hektar bylo dosaženo ročně pomocí nápravných postupů, jako je lepší management pastvy , **hnojení lučních pastvin , obohacování pastvin o luskovinové druhy** a závlahy.



USV 1842



Funded by the
European Union



Vliv rozdílné využívání půdy v zalesněných oblastech na zásoby uhlíku

ukládání uhlíku mezi suchozemskými ekosystémy. Zatímco přibližně polovina uhlíku sekvestrovaného globálně na půdě se nachází v lesích (1146×10^{15} g), přibližně 2/3 tohoto množství se zadržují v půdních nádržích. Vzhledem k tomu, že množství uhlíku vstupujícího do půdy prostřednictvím rozkladu na roční bázi převyšuje množství uvolněné dýcháním, půdy přispívají k čisté sekvestraci uhlíku v celosvětovém měřítku.





USV 1842



Funded by the
European Union



Mizení lesních ploch způsobuje, že se tyto oblasti, které slouží jako úložiště uhlíku, mění ve zdroj uhlíku.

2,1 miliardy tun emisí CO₂ je způsobeno ročně v důsledku degradace tropických lesů. Tvrdí



USV 1842



Funded by the
European Union



- Ve studii provedené za účelem měření čistých ročních změn výše uvedeného přízemní hustota uhlíku živé vegetace na světových tropických lesích, byla použita 12letá satelitní data a bylo konstatováno, že světové tropické lesy jsou zdrojem uhlíku s ročním čistým uvolňováním uhlíku **425,2 ± 92,0 Tg**.

Regiony	Ztráta	Vydělávat	Síť
Amerika	516,0±69,5	191,2 ± 18,2	324,8 ± 73,5
Afrika	205,0±24,7	132,9±19,3	72,1 ± 32,9
Asie	140,7±17,9	112,4±10,3	28,2 ± 21,5
CELKOVÝ	861,7 ± 80,2	436,5 ± 31,0	425,2 ± 92,0



Funded by the
European Union



V důsledku změn ve využívání půdy je nevyhnutelné , že se organický uhlík v půdě změní v lesních oblastech a existuje mnoho faktorů, které tuto změnu ovlivňují.

Například ve studii zkoumající účinky transformace z lesní půdy na plantáž bylo uvedeno, že došlo k velmi malé změně zásob uhlíku v půdě v lese s listnatými druhy, zatímco pokles zásob uhlíku dosáhl 15 % v roce oblast přeměněná z jehličnatých druhů .

Ropný uhlík byl ovlivněn intenzitou srážek a v oblastech se srážkami nad 1500 mm byly zaznamenány ztráty dosahující 56 % .



USV 1842



Funded by the
European Union



Bylo uvedeno, že úbytek půdního organického uhlíku v pozemcích přeměněných z lesní na zemědělskou půdu je 42 % a dochází k tomu v prvních 60 cm hloubky půdy .

V další studii zkoumající vliv přeměny zemědělské půdy na lesní plochy *Pinus* byly založeny plantáže *radiata* a byly sdíleny výsledky ukládání uhlíku v půdě. Při zalesňování byla roční akumulace uhlíku na metr čtvereční uvedena jako 19 g v oblastech, kde se v minulosti pěstovala vinná réva , a 41 g v oblastech, kde se pěstovalo obilí.



USV 1842



Funded by the
European Union



Mangrovové oblasti, které se skládají ze stromů a keřů v pobřežních oblastech, jsou pro svět důležitými zásobárnami uhlíku s jejich potenciálem uložit až 25,5 milionů tun uhlíku ročně, se také neustále zmenšují. Odhaduje se, že každý rok se uvolní **0,15 až 1,02 miliardy tun** uhlíku v důsledku degradace mangrovů, bažin a mořských tráv.



USV 1842



Funded by the
European Union



Změny v zásobách uhlíku v důsledku urbanizace

V důsledku rostoucí urbanizace jsou pozorovány změny v krajinném pokryvu a v důsledku toho dochází ke značným ztrátám pozemských zásob uhlíku.



stanovišť dosahují vyšších úrovní, zejména v oblastech méně postižených expanzí měst. Je zřejmé, že v posledních letech došlo v celosvětovém měřítku k rychlé urbanizaci .



USV 1842



Funded by the
European Union



Za 63 let od roku 1945 do roku 2007 bylo spočítáno, že emise uhlíku do atmosféry v důsledku urbanizace byly 0,21 Pg .

Výzkumníci odhadují, že míra sekvestrace uhlíku v městském ekosystému časem klesá a po dvou stoletích téměř zmizí.



V jiné studii, která se pokusila určit dopad rychlé urbanizace na pozemské zdroje uhlíku, byl analyzován dopad změn ve využívání půdy na propady a emise uhlíku v Guangzhou v Číně v letech 2000 až 2012 .

Během sledovaného období se urbanizace ve městě Guangzhou zvýšila o 119 % a emise uhlíku výrazně převýšily kapacity pro ukládání uhlíku. Zatímco pokles celkového propadu uhlíku byl 30 %, celkové uhlíkové emise vzrostly z $13,73 \times 10^6$ tun na $39,67 \times 10^6$ tun.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842

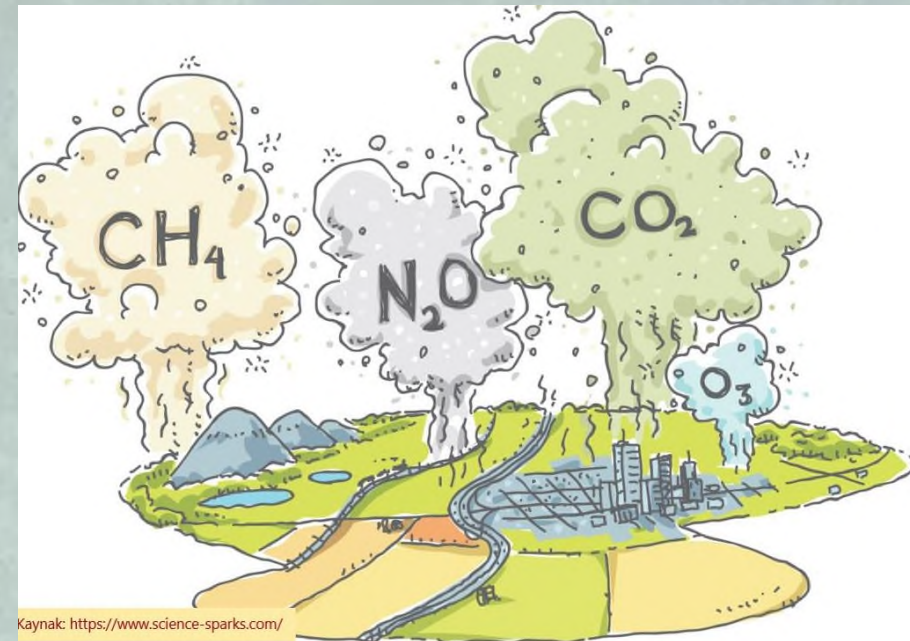


Funded by the
European Union



VLIV PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ NA EMISE SPLEKU

I když je nárůst emisí skleníkových plynů ve světové atmosféře z velké části způsoben aktivitami v energetickém sektoru, do atmosféry dochází také ke značnému množství emisí souvisejících se zemědělstvím, lesnictvím a využíváním půdy.



Po přechodu k usedlému životu a zahájení zemědělství se zemědělská půda stala jedním z hlavních zdrojů atmosférických skleníkových plynů. Odhaduje se, že emise skleníkových plynů z půdy do atmosféry od průmyslové revoluce jsou $78 \pm 12 \text{ Pg CO}_2\text{-C}$.



USV 1842



Funded by the
European Union



Suchozemské ekosystémy jsou však zásobárnou uhlíku, protože uhlík může být zadržován jak v biomase, tak přímo v půdě.

Emise z půd do atmosféry a zadržování uhlíku v půdě a biomase mohou být ovlivněny některými vlastnostmi půdy.



USV 1842



Funded by the
European Union



Emise skleníkových plynů v důsledku obsahu organického uhlíku v půdě

Přidání různých organických materiálů do půdy a znovuzískání ztraceného uhlíku je jednou z doporučených postupů pro zlepšení vlastností půdy a dokonce i pro boj proti změně klimatu. Přidání těchto materiálů do půdy však může usnadnit uvolňování CO_2 .



Z tohoto důvodu je důležité znát očekávaný účinek organického materiálu přidaného do půdy, znát schopnost půdy zadržovat uhlík a znát stav uhlíkové bilance půdy, který nastane krátkodobě i dlouhodobě po aplikaci. . Cílem by proto mělo být dlouhodobě zvyšovat biologicky stabilizovanou půdní organickou hmotu způsobem, který je kompatibilní s podmínkami prostředí.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



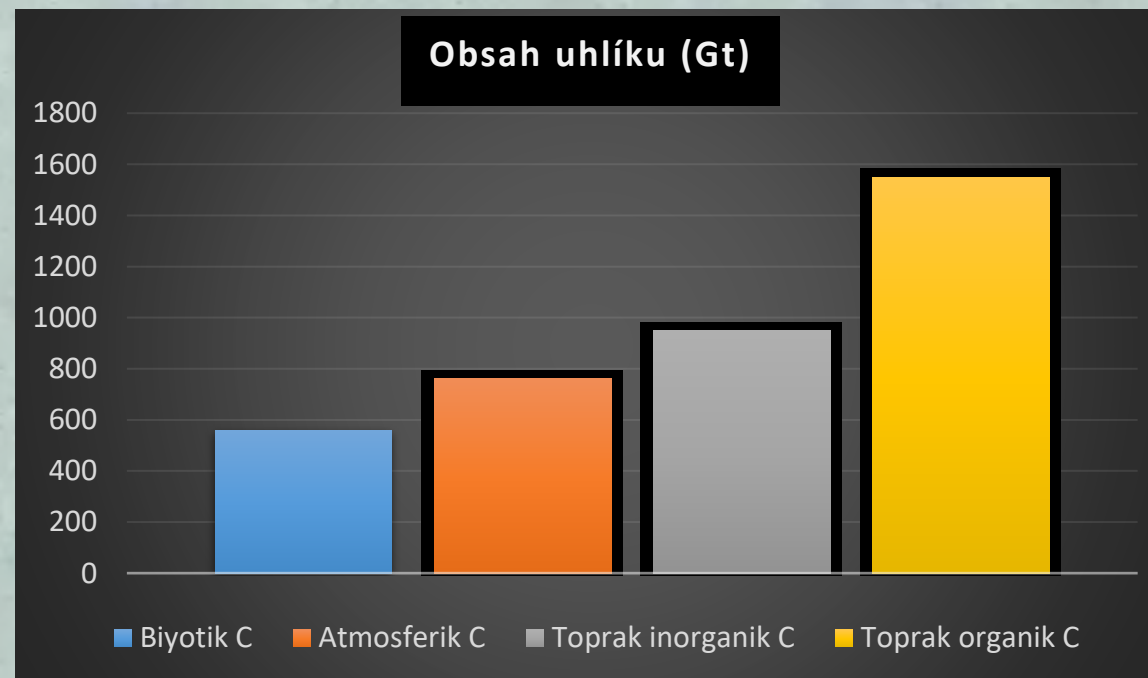
Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



Funded by the
European Union



Půdní organický uhlík je důležitou součástí globálního uhlíkového cyklu a jeho přítomnost v půdě bude mít významný dopad na globální klima, s nímž bude v budoucnu interagovat.



Obsah uhlíku v půdě, atmosféře a biotě (převzato z Lal, 2004)



USV 1842



Funded by the
European Union



Vliv půdního organického uhlíku na klima je komplexní a může se lišit v závislosti na vlastnostech půdy.

Například, protože mikrobiální aktivita bude vyšší v půdách s vysokými teplotami, urychlí se rozklad organické hmoty, což povede ke zvýšení uvolňování CO_2 a CH_4 do atmosféry.

Na druhou stranu může zvýšená sekvestrace uhlíku povzbudit více rostlinné vegetace.



USV 1842



Funded by the
European Union



Existují dva základní přístupy, které se široce používají ke snížení množství CO_2 v atmosféře. Prvním z nich je snižování emisí a druhým sekvestrace uhlíku.

Půda hraje v obou případech důležitou roli. Sekvestrace uhlíku znamená, že CO_2 v atmosféře je přijímán rostlinami prostřednictvím fotosyntézy a přenášen do půdy.

Obsah organické hmoty v půdě lze zvýšit přimícháním rostlinných zbytků do půdy. Zvyšování zásob uhlíku v půdě znamená podporu procesů, které tvoří stabilizované organické sloučeniny. Má-li se snížit dopad globálního oteplování, bude nepochybně důležitou strategií podpora sekvestrace uhlíku půdou, která je největším pozemským úložištěm uhlíku.



USV 1842



Funded by the
European Union



Kapacita půdy pro ukládání uhlíku není neomezená a může se lišit v závislosti na typu půdy. V minerálních půdách sice přítomnost jílových a kalových částic zvyšuje stabilitu půdního organického uhlíku prostřednictvím adsorpce, ale částka je omezená.



TAGEM
READ AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



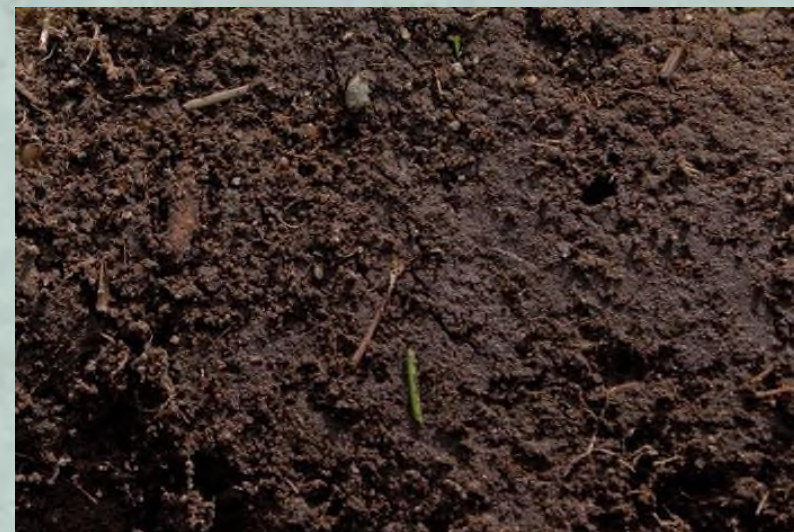
Funded by the
European Union



půdního agregátu na emisích skleníkových plynů

Rozdíly lze vidět v transportu plynu a emisích v závislosti na velikosti agregátu v půdách.

Ve studii provedené za tímto účelem byl porovnáván vliv velikosti půdního agregátu na emise skleníkových plynů u dvou půd s písčitohlinitou a jílovitou texturou.



Podle získaných výsledků, zatímco velikosti pórů významně ovlivnily uvolňování CO_2 a CH_4 z půdy, neměly žádný vliv na uvolňování N_2O .



USV 1842



Funded by the
European Union



K nejvyšším emisím CO_2 došlo v jílovitohlinité půdě s nejmenší velikostí kameniva.

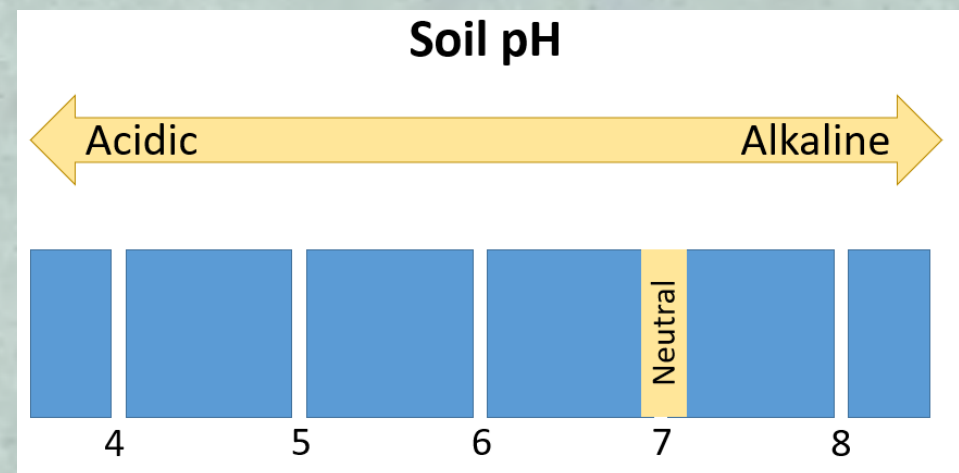
V půdě s hlinitopísčitou strukturou se nejvyšší emise CO_2 vyskytovaly v půdách s největší velikostí kameniva. Studie uvádí zvýšené toky CH_4 v půdách s malými agregáty.

V důsledku své studie vědci uvedli, že postupy zpracování půdy, které výrazně ovlivňují vlastnosti pórů půdy, mohou mít přímý vliv na emise skleníkových plynů.

Vliv pH půdy na emise skleníkových plynů

pH půdy je výraz, který představuje množství H^+ iontů v půdním roztoku, které jsou v dynamické rovnováze se záporně nabitou pevnou fází.

Ionty H^+ , které jsou silně přitahovány k záporně nabitým pevným povrchům, mohou nahradit jiné tam přítomné kationty.





Funded by the
European Union



Existují různé názory na vliv pH půdy na emise skleníkových plynů.

pH, které má významný vliv na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy, nevyhnutelně ovlivňuje tok uhlíku v půdě.

Alkalické půdy mají výrazně vyšší obsah CO_2 a organický uhlík v těchto půdách není příliš chemicky stabilní vůči mineralizaci.

Přidání vápenatých činidel do půdy může změnit koncentrace rozpustného organického uhlíku a stimulovat, i když omezenou, mineralizaci půdního organického uhlíku.



USV 1842



Funded by the
European Union



Ve studii zkoumající vliv pH půdy na dlouhodobé emise CO_2 byla měření emisí provedena v půdách s hodnotami pH 3,65, 5,00, 6,90 a 8,55.

Podle získaných výsledků bylo vidět, že hnojení amoniakem a dusičnany neovlivňuje emise CO_2 při různých hodnotách pH půdy.

Jak vědci uvedli, zvýšení pH a hnojení dusíkem významně zvýšilo emise CO_2 a heterotrofní mikrobiální dýchání v půdě hrálo dominantní roli v emisích CO_2 .



USV 1842



Funded by the
European Union



Půdní vlhkost a emise skleníkových plynů z půdy

Zatímco vývoj rostlin v nezavlažovaných oblastech je omezen dostupnou půdní vlhkostí, při zavlažování dochází k nárůstu nadzemních částí a rozvoji kořenů rostlin. Tato situace také zvyšuje vstup uhlíku do půdy.

Přísun uhlíku do půdy se zvyšuje hnojením a zavlažováním na orných plochách a pastvinách. S rostoucí vlhkostí půdy se zvyšuje i mikrobiální aktivita.

V důsledku jak nárůstu biomasy, tak z toho vyplývajícího zvýšení vnosu uhlíku a zrychlení odbourávání organického uhlíku v důsledku zvýšení mikrobiální aktivity, se zvyšuje i uvolňování CO₂ z půdy.





TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Ve studii zkoumající vliv omezeného zavlažování na emise skleníkových plynů při kapkové závlahě byly nejvyšší hodnoty emisí CO_2 v průběhu let získány v oblasti, kde se zavlažovalo nejvíce, a bylo uvedeno, že hodnoty emisí naměřené po zavlažování byly vyšší než hodnoty naměřené před zavlažováním.

Podobné výsledky byly získány z hlediska hodnot emisí N_2O naměřených ve studii a nejvyšších hodnot emisí bylo dosaženo v oblasti s největším zavlažováním.

V důsledku studie výzkumníci **uvedli, že zavlažování významně zvyšuje emise skleníkových plynů**.

Bylo však uvedeno, že nižší emise CO_2 při omezeném zavlažování jsou způsobeny zpomalením činnosti mikroorganismů.



USV 1842



Funded by the
European Union



Teplota půdy a emise skleníkových plynů z půdy

Teplota půdy spolu s vlhkostí může být účinná při uvolňování skleníkových plynů díky svým účinkům na mikrobiální aktivitu. Za vhodných teplotních podmínek půdy se emise CO_2 zvyšují v důsledku oxidace organické hmoty.

Zvýšení teploty půdy urychluje rozklad organické hmoty, způsobuje zvýšenou mikrobiální aktivitu a vývoj kořenů a v důsledku toho urychluje proces mineralizace uhlíku a zvyšuje emise CO_2 .





Funded by the
European Union



Podle výsledků získaných ve studii zkoumající vlivy teploty a vlhkosti půdy na koncentrace N_2O a CO_2 se koncentrace N_2O zvyšovala souběžně se zvyšováním vlhkosti půdy v hloubce 10-30 cm. Se zvyšováním teploty půdy se také zvyšovala koncentrace CO_2 v půdě.

V jiné studii bylo podobně zaznamenáno, že emise CO_2 se zvyšovaly se zvyšováním teploty půdy a míra nárůstu dosáhla 59 % nemusí být vždy dosaženo



USV 1842



Funded by the
European Union



Změny v emisích skleníkových plynů v závislosti na postupech zpracování půdy

V důsledku postupů zpracování půdy může dojít k významným změnám v přenosu skleníkových plynů mezi atmosférou a půdou.



Emise skleníkových plynů vyplývající z kultivace půdy mohou pocházet přímo z používání fosilních paliv spotřebovaných používanými vozidly, nebo mohou vznikat v důsledku účinků, které má na vlastnosti půdy.



Funded by the
European Union



Zpracování půdy může ovlivnit distribuci a přeměnu obsahu uhlíku v půdě otevřením nebo uzavřením nových přenosových kanálů mezi povrchem půdy a atmosférou.

Kromě toho změny některých vlastností půdy, jako je stabilita kameniva, schopnost zadržování vody a teplota v důsledku zpracování půdy, mohou změnit dynamiku rozkladu organické hmoty.



USV 1842



Funded by the
European Union



Ve studii zaměřené na stanovení možných účinků redukováných postupů zpracování půdy na emise CO_2 z půdy byly porovnány čtyři různé postupy.

Těmito aplikacemi jsou 12 cm zpracování půdy dlátem, 5 cm zpracování půdy dlátem, mulčovací sláma na povrchu a neobdělaná půda pokrytá strništěm.

Obdělávání půdy v hloubce 10-12 cm v létě zvýšilo emise CO_2 přibližně 2krát ve srovnání s jinými postupy. Následovalo mělké zpracování půdy, mulčování a bezorebné .



USV 1842



Funded by the
European Union



Ve studii srovnávající účinky tradičního zpracování půdy a přímého setí na emise CO₂ byly sójové boby pěstovány, zatímco půda byla kultivována sekáčem, talířovými bránami a kultivátorem a při jiném použití přímým výsevem. Emise CO₂ z půdy byly měřeny po dobu 55 dnů.

Výsledkem studie bylo zjištěno, že nejnižší emise se vyskytly u přímého setí.



USV 1842



Funded by the
European Union



Mulčování je jednou z účinných metod sekvestrace uhlíku a tento účinek se může lišit v závislosti na vlastnostech půdy a době aplikace na mulčovací materiál.

Mulčování pomáhá snižovat negativní dopady změny klimatu tím, že kompenzuje emise skleníkových plynů a zvyšuje sekvestraci organického uhlíku v půdě.

Dlouhodobé přidávání reziduí však může přivést půdy na úroveň nasycení uhlíkem, což vytváří situaci, kdy emise skleníkových plynů z půdy převyšují množství sekvestrace uhlíku.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ Z POUŽÍVÁNÍ HNOJIV



Emise skleníkových plynů ze zemědělství sestávají převážně z metanu (CH_4) a oxidu dusného (N_2O). Nejvyšší emise skleníkových plynů ze zemědělských činností jsou enterické. Dochází k ní fermentací a její míra se blíží 48 %.

Zdroj emisí	množství uvolnění (Kilotuny ekvivalentu CO_2)	%
Enterická fermentace	2849716	47,60
Zvířecí hnůj zbývající na pastvinách	772541	12,91
Paddy zemědělství	686111	11,46
Syntetická hnojiva	625107	10,44
Využití a hospodaření s hnojem	399815	6,68
Hořící savany	211921	3,54
Zbytky	191540	3,20
Zvířecí hnůj aplikovaný do půdy	165093	2,76
Ošetřené organické půdy	46996	0,79
Spálené zbytky produktu	37387	0,62
CELKOVÝ	5986227	100

Jedním z nejdůležitějších zemědělských vstupů v rostlinné výrobě jsou hnojiva a díky hnojivům se do atmosféry uvolňují značné emise skleníkových plynů. 10 % plynů uvolněných do atmosféry v důsledku zemědělské činnosti bylo v roce 2020 realizováno prostřednictvím syntetických hnojiv.

Kromě chemických hnojiv používaných v zemědělství má významný podíl jako zdroj emisí také kejda .





V průběhu let dochází k obecnému nárůstu emisí skleníkových plynů do atmosféry. To platí i pro emise skleníkových plynů ze zemědělství a nárůst emisí ze zemědělství v důsledku používání chemických hnojiv dosáhl mnohem vyšších hodnot.

Zdroj emisí	Množství emisí (ekvivalent kiloton CO ₂)							Rychlost změny (%)*
	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020	
Enterická fermentace	1829661	2069925	2320767	2493671	2473802	2654500	2849716	56
Paddy zemědělství	487941	560752	609831	620854	653281	682752	686111	41
Zvířecí hnůj	109013	122615	144580	156499	145270	156386	165093	51
Syntetická hnojiva	63209	174069	334374	425288	446178	559822	625107	889



USV 1842



Funded by the
European Union

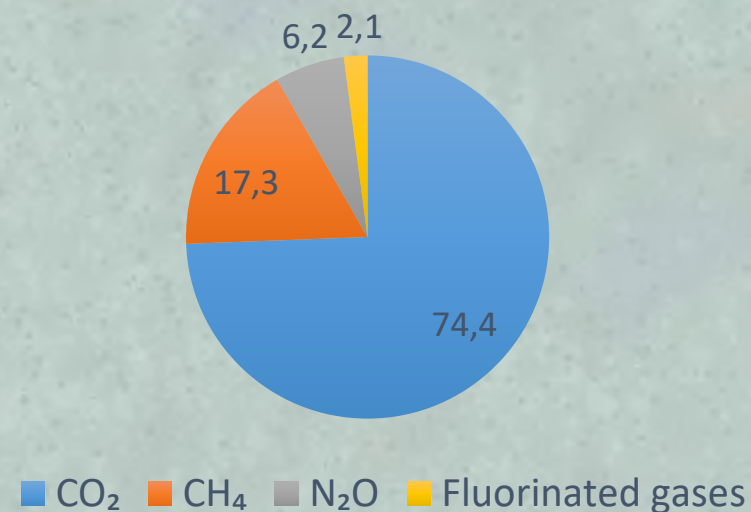


Mechanismus uvolňování skleníkových plynů do atmosféry prostřednictvím hnojiv

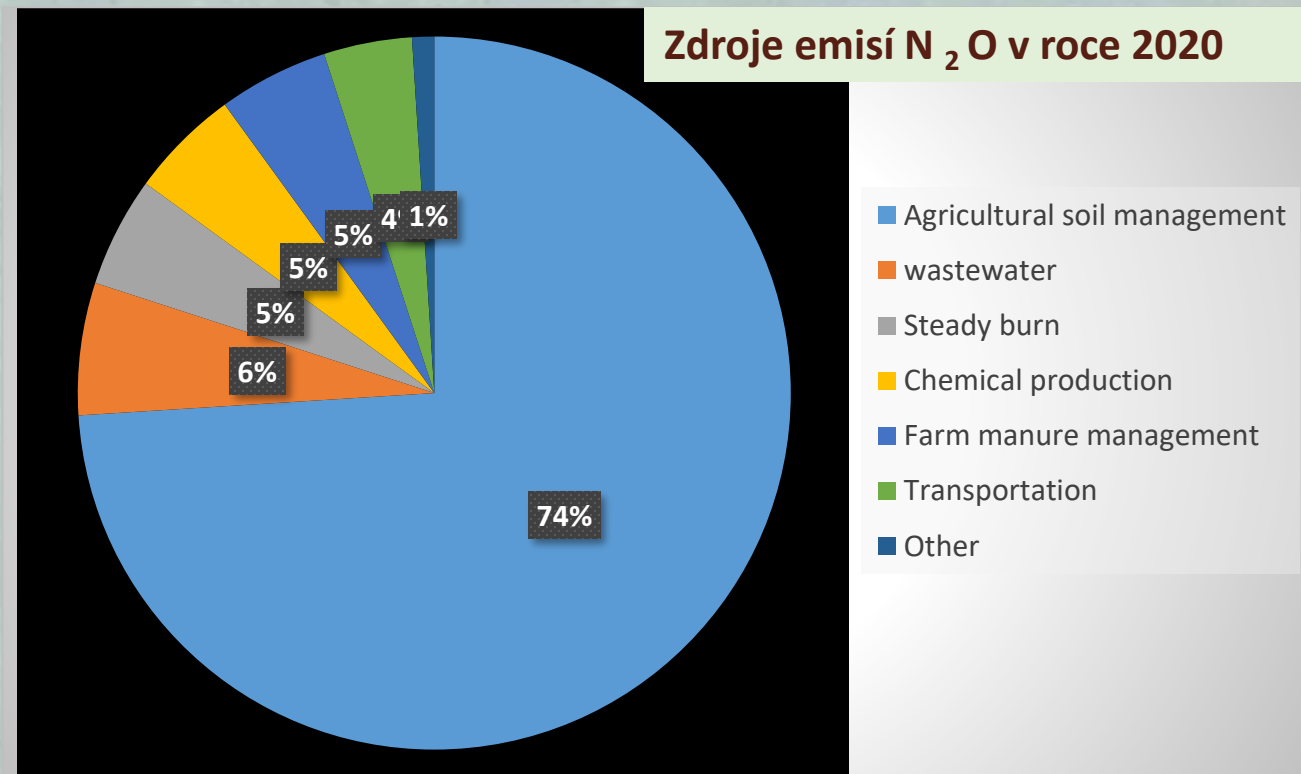
Emise skleníkových plynů ze zemědělství se z velké části skládají z oxidu dusného (N_2O) vznikajícího při hnojení a metanu (CH_4) vznikajícího při chovu dobytka. Plyny N_2O a CH_4 jsou plyny s vyšším potenciálem globálního oteplování než plyn CO_2 . V panelu Global Climate Change Panel bylo uvedeno, že jednotkové hmotnosti plynů CH_4 a N_2O mají 25krát a 298krát větší potenciál globálního oteplování než plyn CO_2 .

Pokud nebudou přijata žádná preventivní opatření, předpokládá se, že množství N_2O v atmosféře vzroste do roku 2030 o 35–60 % a množství CH_4 v atmosféře o 60 %.

Plyn emisí

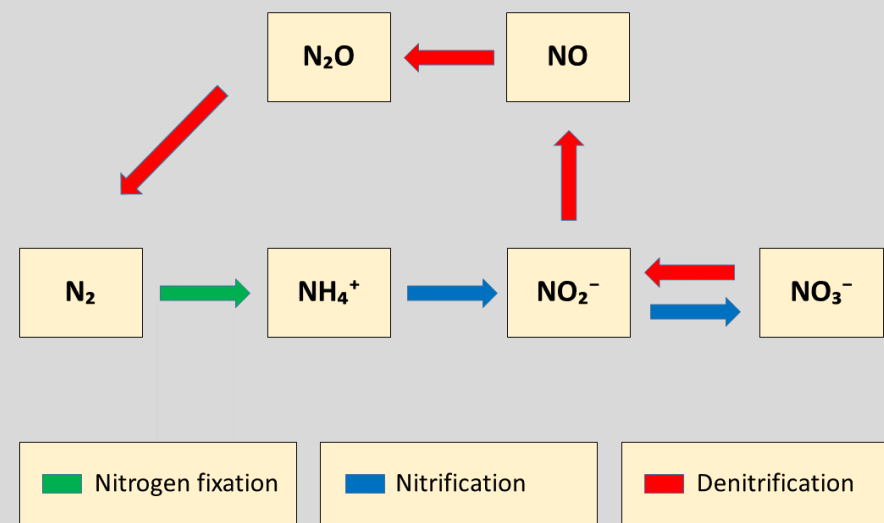


Molekuly oxidu dusného mohou zůstat v atmosféře průměrně 114 let. Globálně, ačkoli většina emisí N_2O vstupuje do atmosféry přirozeně, přibližně 40 % je způsobeno lidskou činností.



N_2O vyvolané člověkem se do atmosféry uvolňují převážně prostřednictvím zemědělské činnosti. Používání dusíkatých hnojiv v zemědělské činnosti má velký vliv na emise N_2O .

Schematické znázornění cyklu dusíku



Nitrifikace probíhá za přítomnosti kyslíku. Denitrifikace je proces redukce dusičnanů na volný plynný dusík (N_2) po různých procesech. Během tohoto procesu, ačkoli je přeměna dusičnanů na plynný N_2 obecně dokončena, se do atmosféry uvolňuje malé a proměnlivé množství formy dusíku ve formě plynného



USV 1842



Funded by the
European Union



Na rozdíl od jiných dusíkatých hnojiv se při aplikaci močovinného hnojiva do půdy uvolňuje Močovina ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) se za přítomnosti vody a ureasových enzymů mění na amonné (NH_4^+), hydroxylové (OH^-) a hydrogenuhličitanové (HCO_3^-) ionty. HCO_3^- , vzniklý jako výsledek reakce, se po přidání vápna Tímto způsobem dochází k uvolňování CO_2 z půdy na nižších úrovních ve srovnání s uvolňováním N_2O z aplikací dusíkatých hnojiv.





USV 1842



Funded by the
European Union



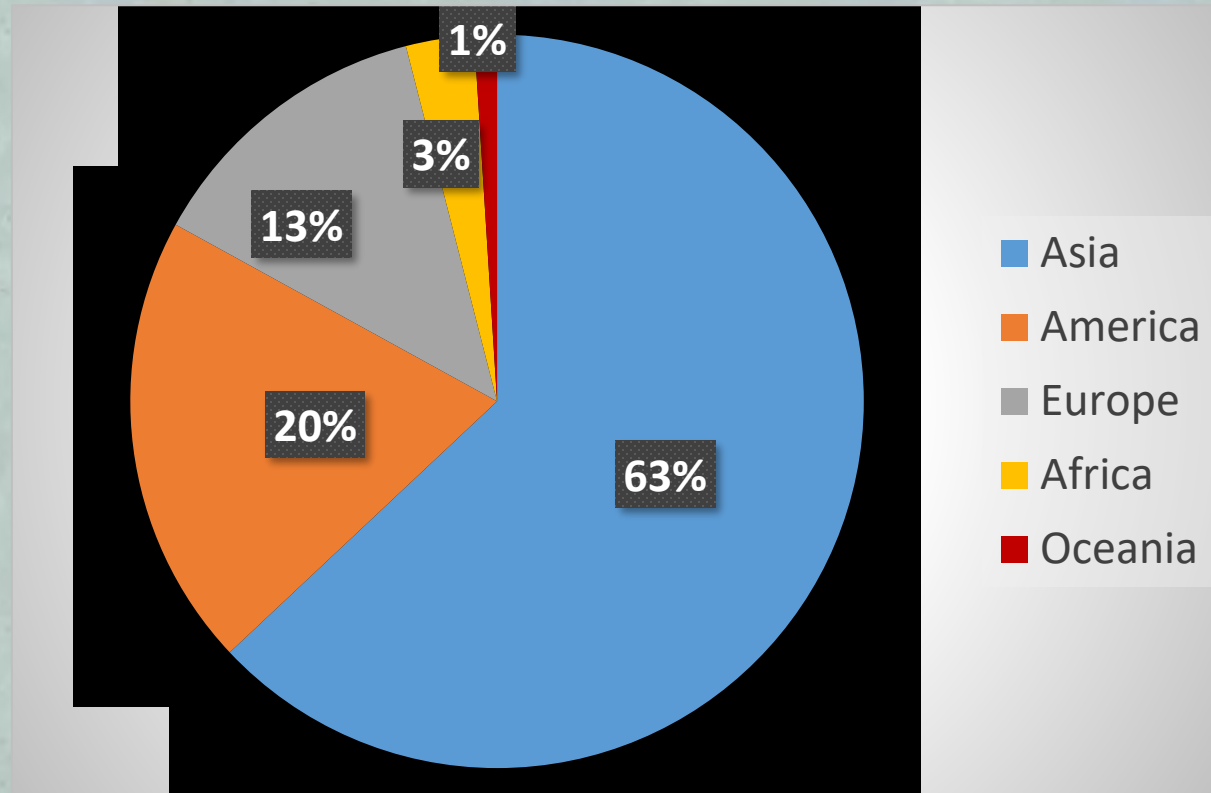
Emise skleníkových plynů z dusíkatých syntetických hnojiv

První metodou používanou ke zvýšení efektivity v rostlinné výrobě je hnojení. Dusíkatá hnojiva patří mezi nejpoužívanější hnojiva na světě. Roční produkce dusíkatých hnojiv se v celosvětovém měřítku odhaduje na přibližně 100 Tg N.

Dusíkatá hnojiva však mohou způsobit vážné ekologické problémy, pokud se nepoužívají opatrně. Jedním z těchto problémů je znečištění podzemních vod dusičnany. Dalším důležitým problémem je, že se mění na plynný N_2O a po aplikaci se uvolňuje do atmosféry.

Přestože se jedná o velmi malé množství emisí, jeho účinek je velmi silný díky vysokému potenciálu globálního oteplování a skutečnosti, že může zůstat v atmosféře po dlouhou dobu. Při hodnocení z hlediska potenciálu globálního oteplování je každý 1 kg vstupu N aplikovaný do půdy považován za průměrně 4,65 kg CO_2 .

Od roku 1961, pro který máme přístup ke globálním údajům, se emise skleníkových plynů v důsledku používání syntetických hnojiv zvýšily přibližně 10krát.



N₂O ze syntetických hnojiv v období 2001-2011 podle kontinentů

Emise skleníkových plynů ze syntetických hnojiv tvoří přibližně 11 % celkových emisí ze zemědělství. Značné množství těchto emisí pochází z asijského kontinentu.



USV 1842



Funded by the
European Union



Některé faktory životního prostředí ovlivňující emise skleníkových plynů z hnojiv

Tvorbu oxidu dusného v půdách ovlivňují různé faktory prostředí.

Množství vytvořeného N_2O závisí na množství kyslíku v půdních dutinách a směr reakce závisí na teplotě. Zatímco přeměna dusíkatých složek se v podmínkách nízké teploty zpomaluje, rychlost přeměny se zvyšuje s rostoucí teplotou.

Dalším faktorem ovlivňujícím uvolňování N_2O ze zemědělských půd je množství amonia (NH_4^+), které lze použít k nitrifikaci, a koncentrace dusitanů (NO_2^-), které lze při denitrifikaci použít.

Navíc v půdách se světlou texturou, neutrálních nebo mírně kyselých půdách se uvolňování N_2O zvyšuje s přítomností NO_3 v prostředí.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Ířínkv hnořiv se zvýšenou účinností na snižování emisí

Zvyšování účinnosti hnojiv, minimalizace možných ztrát v půdě a zajištění většího užitku rostlin z živin, které obsahují, se v posledních letech stalo široce preferovanou metodou. Tato hnojiva, obecně nazývaná hnojiva se zvýšenou účinností, jsou definována jako „**hnojivé produkty s vlastnostmi, které zvyšují příjem rostlinami a snižují ztráty živin**“.



různé metody, jako je **obalování, zapouzdření a** přidávání inhibitorů, jejichž cílem je zvýšit účinnost dusíkatých hnojiv. Tímto způsobem je možné rozložit emise dusíku do širokého období a ztráty jsou minimalizovány.



Hnojiva a hnojiva s pomalým a řízeným uvolňováním s inhibitory mají nejen vyšší účinnost využití dusíku, ale mají také potenciál snížit emise N_2O vznikající při hnojení.

Podle výsledků studie provedené v podmínkách zavlažovaného zemědělství a pěstování kukuřice v různých časech:

Močovina potažená polymerem s řízeným uvolňováním snížila emise N_2O o 42 % ve srovnání s močovinou a o 14 % ve srovnání s močovinovým hnojivem na bázi dusičnanu amonného (UAN) v prostředí bez orby a minimální orby.

Aplikace inhibičního močovinového hnojiva snížila hodnotu emisí N_2O o 46 % ve srovnání s normální močovinou a o 21 % ve srovnání s močovinou dusičnanem amonným.



USV 1842



Funded by the
European Union



Emise skleníkových plynů při výrobě hnojiv

Haber-Boschova technika získávání amoniaku (NH_3) z dusíku (N) a vodíku (H) je primární metodou výroby dusíkatých hnojiv ve světě a tato metoda vyžaduje vysoké teploty a vysokou energii.

Odhaduje se, že přibližně 1,2 % světové energie se spotřebuje při výrobě hnojiv a stejné množství emisí skleníkových plynů je vypuštěno.





Funded by the
European Union



Hlavními skleníkovými plyny uvolňovanými při výrobě dusíkatých hnojiv jsou CO_2 , který vzniká spalováním zemního plynu používaného při syntéze amoniaku, a N_2O , který se uvolňuje při výrobě kyseliny dusičné.

Při výrobě čpavku je potřeba cca 1250 m^3 zemního plynu na 1 metrickou tunu bezvodého čpavku.

Množství skleníkových plynů uvolněných do atmosféry při celosvětové produkci hnojiv v roce 2020 bylo hlášeno jako 389 142 kilotun ekvivalentu CO_2 .

CO_2 uvolněný v důsledku používání fosilních paliv při výrobě fosforečných hnojiv a CO_2 uvolněný při přepravě surovin.



USV 1842



Funded by the
European Union



Organická hnojiva produkují velké množství emisí, zejména při dlouhodobém skladování.

Bylo konstatováno, že zatímco emise CH_4 při skladování kapalných organických odpadů nebo hnojiv klesají, emise N_2O rostou.

Uvádí se, že emise vznikající při skladování syntetických hnojiv téměř neexistují.



USV 1842



Funded by the
European Union



Emise skleníkových plynů z hnoje zvířat

Zvířecí mrva má významný podíl na emisích skleníkových plynů ze zemědělství. Nakládání se zvířecím hnojem, zvířecím hnojem ponechaným na pastvinách a zvířecím hnojem aplikovaným do půdy způsobují celkem přibližně 22 % emisí skleníkových plynů ze zemědělství. Emisemi ze zvířecího hnoje pocházejícími z činností hospodářských zvířat jsou plyny metan (CH_4) a oxid dusný (N_2O).





Skleníkové plyny uvolňované prostřednictvím zvířecího hnoje se značně liší v závislosti na mnoha faktorech.

Na základě „Národní zprávy o inventarizaci emisí skleníkových plynů“ IPCC a na základě průměrné roční teploty 20 °C pro různá zvířata jsou faktory emisí plynů CH₄ uvedeny v tabulce níže.

F rameno A nimal	Emisní faktor (kg CH ₄ Hlava zvířete ⁻¹ rok ⁻¹)
D vzdušný dobytek	27
Nebo dobytek	13
Prase	5
Prase B reeding	8
Buvol	11
Ovce	0,28
Koza	0,20
Velbloud	2.37
Kůň	2.34
osel a mezek	1.10
Kuře	0,02
Turecko	0,09
Kachna	0,03



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



VLIV APLIKACE VÁPNA V ZEMĚDĚLSKÝCH PŮDÁCH NA EMISE SPLEKU



USV 1842



Funded by the
European Union



Materiály pro úpravu půdy jsou ve světě široce používány ke zvýšení efektivity zemědělské výroby v kyselých půdách. Hlavním cílem použití těchto materiálů je zvýšit dostupnost živin pro rostliny snížením kyselosti půdy.



<https://thatsfarming.com/>

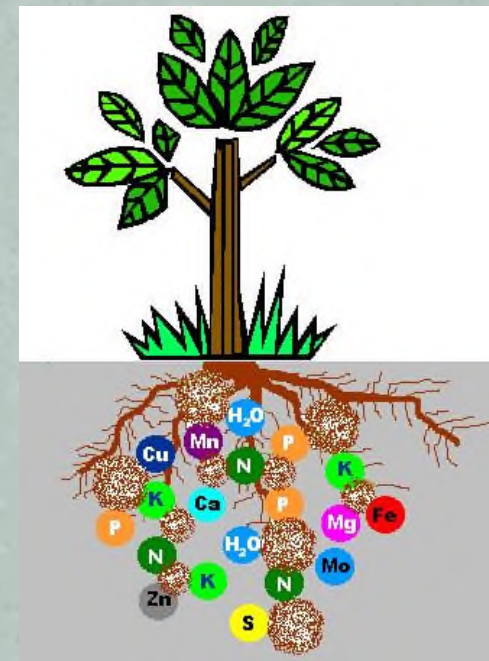
Tímto způsobem se zvyšuje úrodnost půdy a v důsledku toho se zlepšuje výnos a kvalita produktu. Nejpreferovanější metodou pro tento účel na celém světě je vápnění zemědělských půd.

Vliv půdní reakce na vývoj rostlin

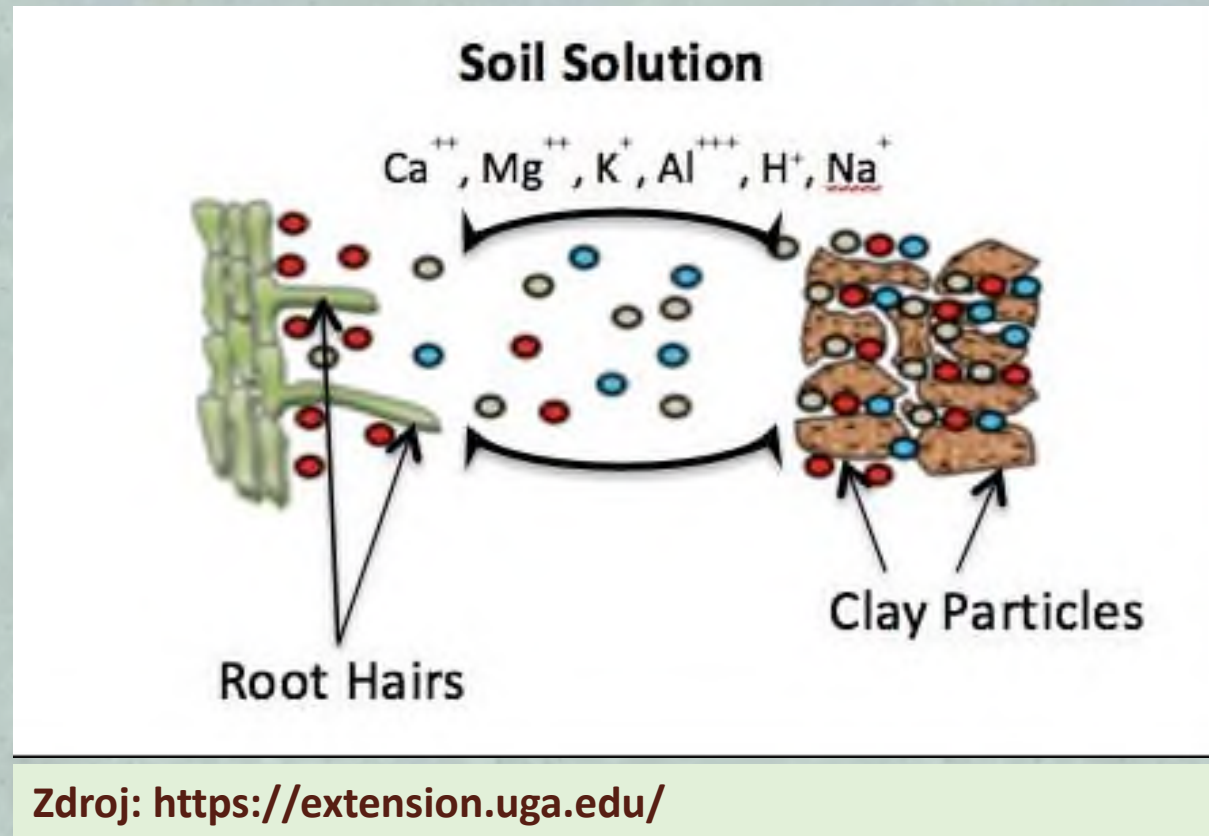
Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují příjem rostlinných živin v půdě rostlinami. Mezi těmito faktory je jedním z nejdůležitějších půdní reakce.

Rostliny mohou obecně těžit z rostlinných živin na optimální úrovni, pokud je pH půdy blízké neutrální reakci.

Zvýšení kyselého nebo zásaditého pH v půdním roztoku však významně snižuje rozpustnost některých rostlinných živin.



Kyselost půdy je termín používaný k vyjádření množství vodíkových (H) a hliníkových (Al) iontů v půdě. Zvýšení množství vodíkových nebo hliníkových iontů znamená okyselení půdy a negativně nabitá katexová kapacita (CEC) půdy je omezena.



Zdroj: <https://extension.uga.edu/>

To je nepříznivá situace pro růst kořenů a normální vývoj rostlin.



USV 1842



Funded by the
European Union



Kyselost půdy může mít negativní vliv na vývoj rostlin různými způsoby.

Za nejdůležitější problém lze považovat snížení příjmu některých rostlinných živin v důsledku zvýšení kyselosti nebo účinků toxických iontů.

V kyselých půdách je pozorován nedostatek některých živin, jako je **fosfor**, **molybden** a **vápník**, v důsledku snížení jejich rozpustnosti, zatímco ionty jako **hliník**, **mangan** a **vodík** se mohou zvýšit na úrovně, které mohou způsobit toxicitu.

Kyselost je důležitým faktorem omezujícím výnos plodin v půdě a přibližně **čtyři miliardy hektarů** půdy na světě jsou kyselé.



USV 1842



Funded by the
European Union



Aplikace vápnění v zemědělských půdách

V kyselých půdách je vápnění nejčastěji používanou metodou k neutralizaci půdy. Materiály na vápnění běžně používané k odstranění kyselosti jsou sloučeniny vápníku, jako je vápenec, hašené a nehašené vápno a dolomit.

Zatímco vápník nemůže zvýšit pH půdy, pokud se používá samostatně, bazické kationty ve vápněných materiálech mohou být neutralizovány vodíkovými ionty v kyselých půdách.





USV 1842



Funded by the
European Union



Vápnění, pokud se provádí správně, poskytuje významné výhody v produkci plodin, některé z těchto výhod jsou následující:

*Při vápnění v kyselých půdách vykazují rostliny lepší vývoj kořenů, protože budou vystaveny menší toxicitě hliníku.

*V závislosti na materiálu použitém při vápnění se do půdy přidávají rostlinné živiny, jako je vápník a hořčík.

*S rostoucí rozpustností živin v důsledku zvýšení pH půdy se zvyšuje příjem živin kořeny rostlin.



Funded by the
European Union



*Vápněním se zvyšuje kationtová výměnná kapacita (CCC) půdy, což zabraňuje ztrátě esenciálních kationtů, zejména draslíku, vyplavováním.

*Vzhledem k tomu, že u luštěnin bude podporována tvorba uzlů, dojde ke zvýšení biologické fixace dusíku.

*Protože některé herbicidy se při optimálním pH půdy snadněji rozloží, zabrání se poškození rostlin během střídání plodin. Některé nematocidy působí účinněji v oblastech, kde bylo provedeno vápnění.

Při vápnění je třeba kromě vlastností půdy znát i optimální požadavek na pH pěstované rostliny. Vždy je možné zaznamenat různé nutriční problémy, pokud je aplikováno příliš mnoho vápna.

Optimální požadavky na pH některých rostlin jsou uvedeny na straně.

Rostlina	pH
Kukuřice cukrová	6.0
Sója	6.0
Bavlna	6.2
Chřest	6.5
Fazole	6.0
Rajčata	6.5
Jetel	6.5
Jablko	6.5
Jahoda	6.0
Jedle	5.5
Borůvky	4.5



USV 1842



Funded by the
European Union



Obecně vápnění materiálů přijít ve dvou různých typy :

The první skupina , tzv kalcitový vápenec , vč vápník uhličitán (CaCO_3) ,
vápník hydroxid [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] nebo vápník kysličník (CaO) .

dolomitické vápenec [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] , který obsahuje významný množství
hořčíku podél s vápník , je klasifikován jako druhý typ .



USV 1842

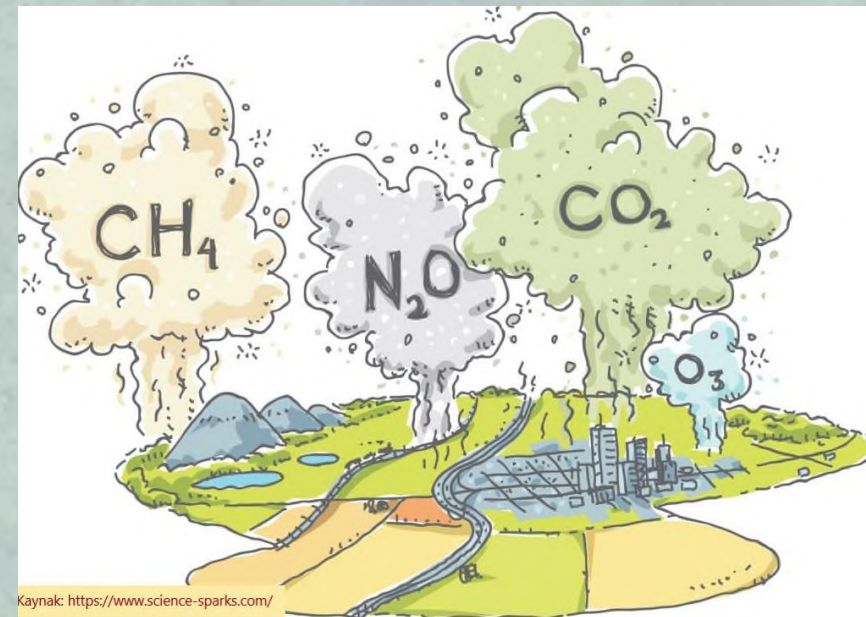


Funded by the
European Union



Vliv aplikace vápna v půdě na emise skleníkových plynů

Aplikace vápnění na půdu k zajištění neutralizace v kyselých půdách má také určité environmentální účinky. Tyto účinky se mohou lišit v závislosti na mnoha proměnných. Plyny CO_2 a N_2O , což jsou skleníkové plyny způsobující globální oteplování, jsou více ovlivněny aplikací vápnění než plyn



Kaynak: <https://www.science-sparks.com/>



Funded by the
European Union



Ířínkv vánnění na ivolňování oxidu uhličitého v půdách

Zvýšení množství atmosférického CO₂ lze pozorovat v důsledku aplikace vápna na kyselé půdy. Tuto situaci se snažíme vysvětlit pomocí níže uvedené rovnice:





Funded by the
European Union



- Po rozpuštění vápna v půdní vlhkosti se zvýší koncentrace vápenatých (Ca^{2+}) a hydrogenuhličitanových (HCO_3^-) iontů ve výměnném komplexu.
- V důsledku toho jsou ionty Al^{3+} nahrazeny ionty Ca^{2+} a díky poklesu kyselé hydrolýzy hliníku se zvyšuje pH půdy.
- Když hydrogenuhličitanové (HCO_3^-) ionty vzniklé během této reakce reagují s H^+ ionty přítomnými v půdě, uvolňuje se oxid uhličitý (CO_2) a voda (H_2O).
- V důsledku těchto procesů klesá koncentrace H^+ , která způsobuje kyselost v půdě, zatímco podmínky, které brání rozvoji rostlin, jako je toxicita způsobená ionty Al^{3+} a nedostatek Ca^{2+} , jsou částečně eliminovány.



Uvádí se, že CO_2 uvolněný do atmosféry v důsledku aplikací kalcitu a dolomitu v USA tvoří 1,7 % celkových zemědělských emisí skleníkových plynů a 0,13 % celkových emisí skleníkových plynů.

Ve studii provedené za účelem výpočtu emisí CO_2 v důsledku vápnění zemědělské půdy v Brazílii bylo uvedeno, že průměrné množství emisí bylo 7,2 Tg za rok v období mezi lety 1990 a 2000.



Funded by the
European Union



Účinky vápnění na uvolňování oxidu dusného v kyselých půdách

Vápnění zvyšuje pH půdy a tím zvyšuje úrodnost půdy. Kromě toho také ovlivňuje emise skleníkových plynů v závislosti na obsahu uhlíku v půdě a koloběhu prvků.

Na rozdíl od nárůstu emisí CO_2 do atmosféry v důsledku vápnění mnohé studie zdůrazňují pokles emisí N_2O v důsledku hnojení dusíkem.



USV 1842



Funded by the
European Union



- Ve studii zkoumající ztráty dusíku vápněním půd bylo konstatováno, že ztráty dusíku mytím vápněním a emise N_2O do atmosféry se snížily, ale přímé emise CO_2 vápněním vzrostly. Ve studii byly emise skleníkových plynů způsobené vápněním přibližně čtyřikrát vyšší než množství ušetřené snížením emisí N_2O . Bylo uvedeno, že .
- Ve studii zkoumající účinky vápnění byly zkoumány možné účinky čtyř různých materiálů pro vápnění na uvolňování N_2O v půdě s pH 5,35. Ve studii byly jako vápenaté materiály použity dolomit- $CaMg (CO_3)_2$, kalsit- $CaCO_3$, hydroxid vápenatý- $Ca(OH)_2$ a oxid vápenatý- CaO a bylo pozorováno snížení uvolňování N_2O z půdy. jako výsledek všech aplikací. V porovnání s ostatními aplikacemi bylo nejvyššího snížení uvolňování N_2O dosaženo u aplikace $Ca(OH)_2$ a s tím bylo spojeno další zvýšení pH.



USV 1842



Funded by the
European Union



- Ve studii provedené s cílem odhalit účinky emisí skleníkových plynů v oblastech, kde se neprovozuje zemědělství a kde se používá vápno, byly pozorovány emise N_2O a CH_4 z kyselé půdy s nedostatečným odvodněním.
- Podle výsledků studie byly emise N_2O sníženy o 61 % vápněním v oblastech, kde byly aplikovány konvenční zemědělské postupy, zatímco v oblastech, kde se zemědělství provádělo bez orby, nebyl pozorován žádný efekt.
- Výzkumníci podle svých výsledků zdůraznili, že bezorebné zemědělství je důležitým nástrojem ke zlepšení fyzikálních vlastností půdy a zároveň ke snížení emisí N_2O a CH_4 .



USV 1842



Funded by the
European Union



Vliv aplikací biouhlu na emise skleníkových plynů

Organické sloučeniny, které jsou bohaté na uhlík, odolné proti rozkladu a mají porézní strukturu, získané termochemickou přeměnou biomasy za vysoké teploty, bez kyslíku nebo s omezeným množstvím kyslíku, jsou definovány jako biouhel.



Skutečnost, že vyrobené biouhly jsou z velké části **zásadité**, způsobila, že většina dosavadní práce se odehrává v kyselých půdách. Bylo předmětem mnoha studií, protože zvyšuje dostupnost živin zvýšením pH půdy při aplikaci jako při vápnění.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Je možné najít mnoho studií zkoumajících účinky aplikací biouhlu na toky skleníkových plynů v půdě.

se pokusily vyhodnotit účinky aplikací biouhlu na toky CO_2 , CH_4 a N_2O .

Podle výsledků studie bylo hlášeno, že toky CO_2 v půdě vzrostly o 22 % v důsledku aplikace biouhlu, zatímco toky N_2O se snížily o 31 %. Aplikace biouhlu však neprokázaly žádný vliv na tok CH_4 v půdě.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



UDRŽITELNĚJŠÍ HNOJENÍ V KONTEXTU ZMĚNY KLIMATU



USV 1842



Funded by the
European Union



Hlavním cílem těch, kteří v dnešním světě vyrábějí bylinné produkty, je získat co nejvyšší množství a kvalitu produktů, které si mohou dovolit. K dosažení tohoto cíle jsou hnojiva jedním z nejdůležitějších vstupů používaných v zemědělství. Množství základních hnojiv používaných v zemědělské výrobě po celém světě v posledních letech se uvádí v tunách.

let	dusíkaté hnojivo (N)	Fosforové hnojivo (P_2O_5)	Draselné hnojivo (K_2O)
2018	108,795,192	44,456,769	38,961,263
2019	105,111,079	44.119.119	36,995,315
2020	110,541,659	48,364,923	39,024,540
2021	108,688,168	46,269,708	40,128,174

Kromě chemických hnojiv jsou v rostlinné výrobě důležité také aplikace organických hnojiv. Podle údajů z roku 2020 bylo celosvětově použito téměř **28 miliard tun** zvířecího hnoje.



USV 1842



Funded by the
European Union



- Přestože se hnojení rychle zvyšuje, existují velmi důležité problémy týkající se efektivního používání hnojiv.
- Je známou skutečností, že účinnost používání hnojiv zůstává v mnoha studiích prováděných po celém světě na velmi nízké úrovni.
- Úspěšné hnojení by mělo být měřeno zajištěním nezbytných nutričních potřeb rostlin během jejich vývojových období a také tím, že je možné to udělat způsobem, který způsobí minimální škody na životním prostředí.
- Ve skutečnosti se dnes ve světě potýkáme s vážnými ekologickými problémy, zejména kvůli nesprávnému a nadměrnému používání hnojiv.



USV 1842



Funded by the
European Union



- Významná část skleníkových plynů, které způsobují globální oteplování, se uvolňuje do atmosféry v důsledku zemědělské činnosti.
- Emise skleníkových plynů ze zemědělství sestávají převážně z **metanu** (CH_4) a **oxidu dusného** (N_2O) .
- Podle údajů z roku 2020 bylo 13 % plynů uvolňovaných do atmosféry v důsledku zemědělské činnosti způsobeno syntetickými hnojivy a živočišným hnojem aplikovaným do půdy.



Níže uvedený graf ukazuje změnu emisí skleníkových plynů ze syntetických hnojiv v průběhu let.

Za posledních 60 let se nárůst množství emisí způsobených syntetickými hnojivy přiblížil 10násobku.

Změny v hnojivu - Související emise skleníkových plynů v průběhu let

Zdroj emisí	Množství emisí (ekvivalent kiloton CO ₂)							rychlost změny (%)
	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020	
Syntetická hnojiva	63209	174069	334374	425288	446178	559822	625107	889



USV 1842



Funded by the
European Union



Environmentální účinky používání hnojiv

Negativní účinky hnojiv na životní prostředí se neomezuji pouze na jejich příspěvek k emisím skleníkových plynů. Mohou také způsobit různé ekologické problémy, zejména kvůli nadměrnému používání. Některé z důležitých zde budou zmíněny.



USV 1842



Funded by the
European Union



Znečištění podzemních vod dusičnany

- ☐ Podzemní voda se používá jako zdroj pitné vody v mnoha částech světa. Nejvýznamnějšími faktory, které ohrožují lidské zdraví v pitné vodě, jsou mikrobiologické znečištění a znečištění dusičnany.
- ☐ Hnojiva jsou dnes jedním z hlavních faktorů způsobujících znečištění podzemních vod dusičnany. Dusík aplikovaný do půdy a nevyužitý rostlinami není půdou zadržován a pohybuje se s vodou, zejména poté, co se změní na dusičnany. To je hlavní faktor kontaminace podzemních vod dusičnany.
- ☐ Uvádí se, že 2-10 % dusíkatého hnojiva aplikovaného do půdy se mísí s povrchovou nebo podzemní vodou.

Akumulace dusičnanů v rostlinách

- Stejně jako jsou dusičnany problémem v povrchových a podzemních vodách, mohou někdy způsobit problémy tím, že v rostlinách překročí určitou úroveň. Dusík je jedním z prvků nejvíce odstraňovaných z půdy rostlinami a přirozeně obsahují velké množství dusíku.

Někdy se v důsledku nadměrné spotřeby dusíkatých hnojiv zvyšuje hladina dusíku absorbovaného rostlinami a může dojít k akumulaci dusičnanů v rostlinách. Tato situace je problémem zejména u druhů zeleniny, jejichž listy jsou jedlé.



Dusičnany přijímané pitnou vodou a potravou se v živých věcech nejprve mění na dusitany a poté tvoří nitrosaminové sloučeniny. Tyto sloučeniny jsou také považovány za toxické, mutagenní a karcinogenní.

Tvorba salinity v půdách

Salinita půdy je hromadění ve vodě rozpustných solí v půdě v různých formách. Může se vyskytovat přirozeně i uměle.

Slanost vytvořená v půdě umělými prostředky je většinou způsobena zavlažováním a hnojením. Zejména v oblastech, kde je pěstování intenzivní, se množství zasolení v půdě během mnoha let zvyšuje v důsledku používání velkého množství hnojiv.



Eutrofizace

Eutrofizaci lze definovat jako nárůst vodního života ve vodách v důsledku nárůstu některých živinových prvků rostlin, z toho vyplývajícího snížení kvality vody a zhoršení stavu vodních biotopů.

Hnojiva používaná v zemědělské výrobě, zejména ta obsahující dusík a fosfor, jsou nejvýznamnější znečišťující látky způsobující eutrofizaci.

Ačkoli eutrofizace je většinou pozorována v oblastech, jako jsou jezera a rybníky, někdy ji lze pozorovat také v řekách a mořích.





USV 1842



Funded by the
European Union



Zvýšení účinnosti používání hnojiv a prevence zbytečného používání hnojiv

Hnojiva, jeden z nejdůležitějších vstupů zemědělství, mají omezenou účinnost kvůli nesprávnému použití.

Účinnost používání hnojiv lze definovat jako schopnost rostlin využívat živiny, které potřebují pro zdravý vývoj na optimální úrovni nebo vytvářet části rostlin na maximální úrovni.

Nejdůležitější podmínkou úspěšného hnojení je uspokojit nutriční potřeby rostliny po celou dobu jejího vývoje, a to s minimálním poškozením ekosystému.

Některé faktory, které snižují účinnost používání hnojiv

Ačkoli se účinnost využití dusíku liší v závislosti na aplikacích a faktorech prostředí, celosvětově je to přibližně 25–40 %.

V tabulce jsou uvedeny některé faktory, které snižují účinnost používání hnojiv a jejich snížení.

Faktory	Míra snížení (%)
nevhodné semenné lůžko	10-20
Nevhodná odrůda rostlin	20-40
pozdní setí výsadba	20-40
nedostatečné zalévání	10-25
nemocí	15-20
škůdci	5-50
Nevědomá aplikace hnojiva	20-50

Uplatňuje se opravi oplodněr programy

Pro správné hnojení je velmi důležité znát nároky pěstované rostliny na živiny. Při vytváření programů výživy pro rostliny je však nutné znát vlastnosti půdy.

Ke ztrátám na výnosu dochází v důsledku aplikace hnojiva pod požadavky rostlin. Nadměrná aplikace hnojiv navíc nejen zhoršuje produktivitu a kvalitu, ale také poškozují životní prostředí.

Jediný způsob, jak přesně určit množství a typ hnojiva, které se má použít, je využít analýzy půdy a listů.





USV 1842



Funded by the
European Union



Při aplikaci dusíkatého hnojení by hnojivo mělo být rozděleno do dávek s ohledem na vývojová období rostliny a plány hnojení by měly být podpořeny vhodným managementem závlahy.

Zůstávání aplikovaného dusíkatého hnojiva na povrchu půdy nebo hluboká infiltrace v důsledku zavlažování snižuje efektivitu použití hnojiva a způsobuje značné ekologické problémy.



Zvyšování obsahu organické hmoty v půdě

Správné řízení výživy rostlin v zemědělských oblastech by mělo být zváženo společně se zadržováním organického uhlíku v půdě. Obecně platí, že používání organických hnojiv a kompostu zlepší zásobu organického uhlíku v půdě více než použití anorganických hnojiv.

Když je množství organické hmoty v půdě nízké, zdraví půdy je negativně ovlivněno a produktivita klesá. Na druhou stranu je zvýšení množství organického uhlíku v půdě také cestou ke zvýšení sekvestrace uhlíku, protože zvyšuje kapacitu zemědělských ekosystémů absorbovat atmosférický CO₂ a ukládat ho do půdy.





USV 1842



Funded by the
European Union



Spalování rostlinných zbytků po sklizni a nadměrné používání chemických hnojiv vede k úbytku biologických zdrojů, což oslabuje potenciální kapacitu zemědělského ekosystému jako jímače uhlíku a může také vést ke zvýšení emisí způsobených hnojením.

Zvyšování obsahu organické hmoty v půdě

Hnojiva se zvýšenou účinností jsou dennována jako „hnojivé produkty s vlastnostmi, které zvyšují příjem rostlin a snižují ztráty živin“.

V těchto produktech se používají různé metody, jako je potahování, enkapsulace a přidávání inhibitorů.



Hnojiva s pomalým a řízeným uvolňováním a inhibiční hnojiva mají nejen vyšší účinnost využití dusíku, ale mají také potenciál snížit emise N₂O vyplývající z hnojení.

Zahrnutí takových hnojiv do programů výživy rostlin je důležité pro snížení emisí skleníkových plynů.



USV 1842

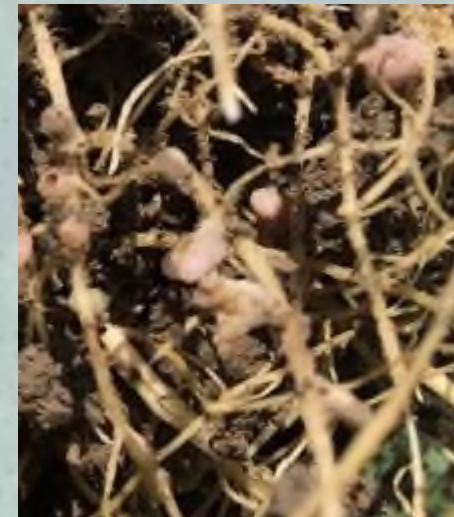


Funded by the
European Union



Pomoc mikrobiální hnojiva

Při aplikaci na semena nebo půdu fixuje vzdušný dusík, zvyšuje dostupnost živin pro rostliny nebo podporuje vegetativní růst produkcí sekundárních metabolitů; Materiál sestávající z živých mikroorganismů, které mohou kolonizovat rhizosféru nebo vstupovat do rostlinných tkání, se nazývá biologické hnojivo.



Do této skupiny hnojiv, která se většinou skládá z bakterií fixujících vzdušný dusík, patří také bakterie rozpouštějící fosfáty a bakterie produkující hormony.

Bakterie používané jako biologické hnojivo se obecně nazývají rhizobakterie podporující růst rostlin (PGPR).



Dosud provedené studie ukázaly, že druhy patřící k *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bacillus* a *Paenibacillus* rody vynikají jako PGPR.

Přestože samy o sobě často nestačí, je možné omezit používání intenzivních syntetických hnojiv pomocí mikrobiálních hnojiv.

Obecně platí, že aktivní bakterie izolované z půdy mohou být úspěšně aplikovány s ohledem na jejich účinnost a adaptabilitu na prostředí, ve kterém jsou aplikovány.



USV 1842



Funded by the
European Union



Využití technologií precizního zemědělství při hnojení

Jednou z aplikací, které v posledních letech v zemědělství stále více převládají, jsou techniky precizního zemědělství. Precizní zemědělství, které vzniklo jako výsledek integrace inovací v technologii se zemědělstvím, přijímá metodu založenou na aplikacích s proměnlivou úrovní na oblasti s různými charakteristikami, namísto aplikace stejné aplikace na celou oblast, ve které se pěstuje.



Zdroj: <https://kayseri.tarimorman.gov.tr/>



USV 1842



Funded by the
European Union



Aplikace hnojiv s proměnnou dávkou je jednou z aplikací v precizním zemědělství a v posledních letech se stala často preferovanou metodou, zejména při aplikaci dusíkatých hnojiv. V aplikaci hnojiv s proměnlivou dávkou se v zásadě používají dvě metody:

- Jednou z nich je **aplikace s proměnlivou rychlostí na základě mapy** a využívá mapy získané z parametrů měřených v terénu.
- Další metodou je **aplikace s proměnnou rychlostí na základě senzoru**. V aplikaci založené na senzorech neexistuje žádné mapování, ale měření jsou prováděna za pohybu pomocí senzorů v reálném čase na základě charakteristik půdy nebo rostlin.

Hlavním účelem obou metod je upravit množství hnojení podle zjištěných odchylek v půdě nebo rostlinách, spíše než aplikovat pevné a stejné množství hnojiva na celé pole.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



BOJUJTE PROTI ODLESŇOVÁNÍ, DEERTIFIKACI A EROZI



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



Funded by the
European Union

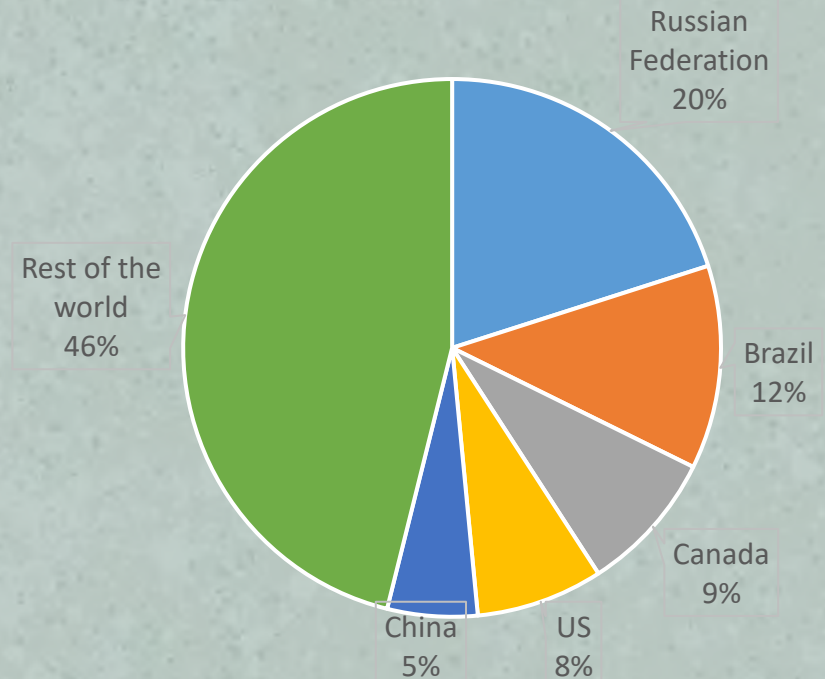


Odlesňování, desertifikace a eroze patří mezi nejdůležitější ekologické problémy, kterým dnes čelíme. Ty mají vlastnosti, které se ovlivňují se změnou klimatu a vzájemně se spouštějí. Ačkoli rozměry těchto problémů narůstají v důsledku dopadů změny klimatu, je životně důležité zabránit odlesňování, desertifikaci a erozi, aby se zabránilo změně klimatu.

odlesňování

Podle zprávy, kterou připravila a zveřejnila FAO v roce 2020, je celková plocha lesů po celém světě 4,06 miliardy hektarů. To odpovídá jedné třetině celkové rozlohy pozemku. 20 % světových lesů se nachází v Ruské federaci, následuje Brazílie, Kanada, Spojené státy americké a Čína.

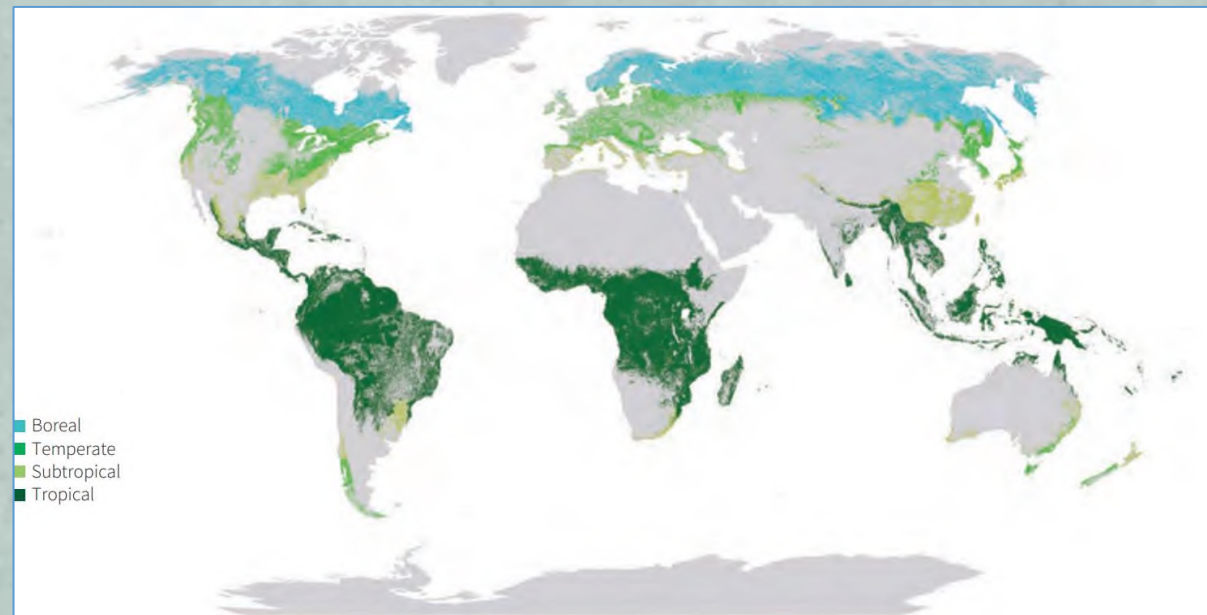
Rok 2020 (mil. ha)



Les oblasti podle země

Přestože plocha lesů na obyvatele ve světě činí 0,52 ha, nejsou lesy po celém světě rovnoměrně rozmístěny.

Největší podíl tvoří lesy nacházející se v tropických oblastech s podílem 45 %.



Rozdělení lesů podle klimatických pásem (převzato z FAO)

Následují boreální lesy s 27 %, lesy v mírných oblastech se 17 % a subtropické lesy s 11 %.



USV 1842



Funded by the
European Union



Poté, co se lidé usadili, trvale ubývá lesních ploch po celém světě. Odhaduje se, že před 10 tisíci lety bylo na celém světě 6 miliard hektarů lesní plochy.

Míra úbytku lesů v nedávné minulosti je ještě vyšší. Tato situace vedla ke vzniku konceptu, který se dnes nazývá odlesňování.

Podle FAO je **odlesňování** považováno za přeměnu lesa na jiné využití půdy (zemědělská půda, pastviny, osídlení atd.).



USV 1842

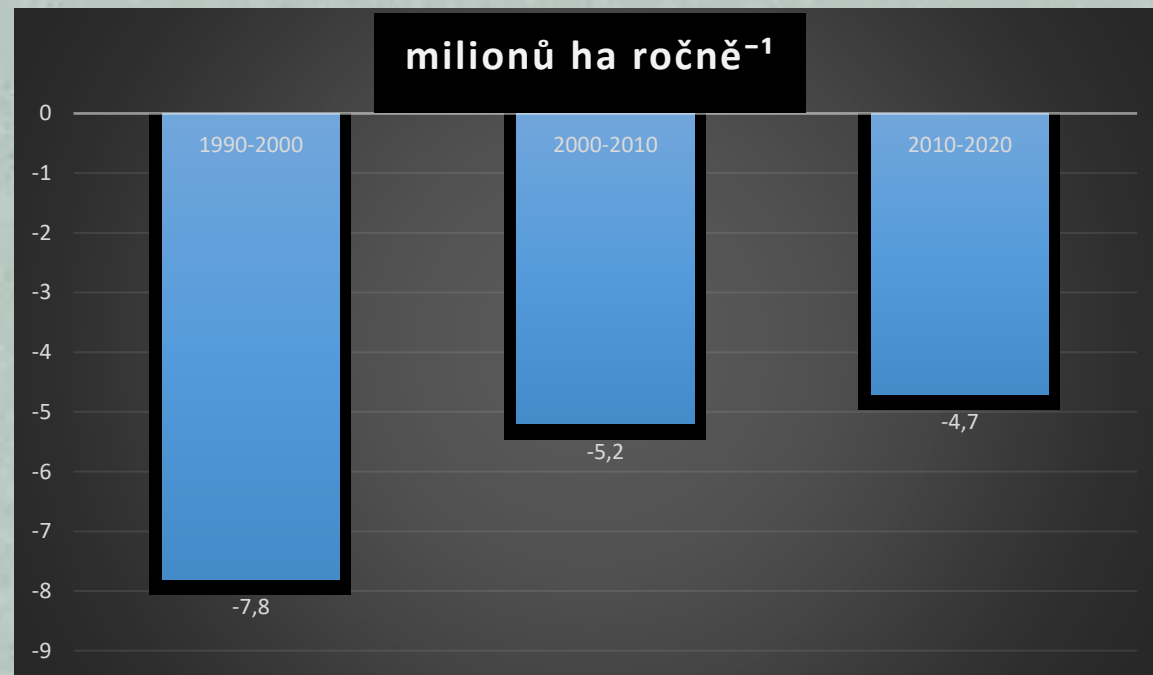


Funded by the
European Union



Čistý objem lesů ztracených na celém světě za posledních třicet let činil 178 milionů hektarů.

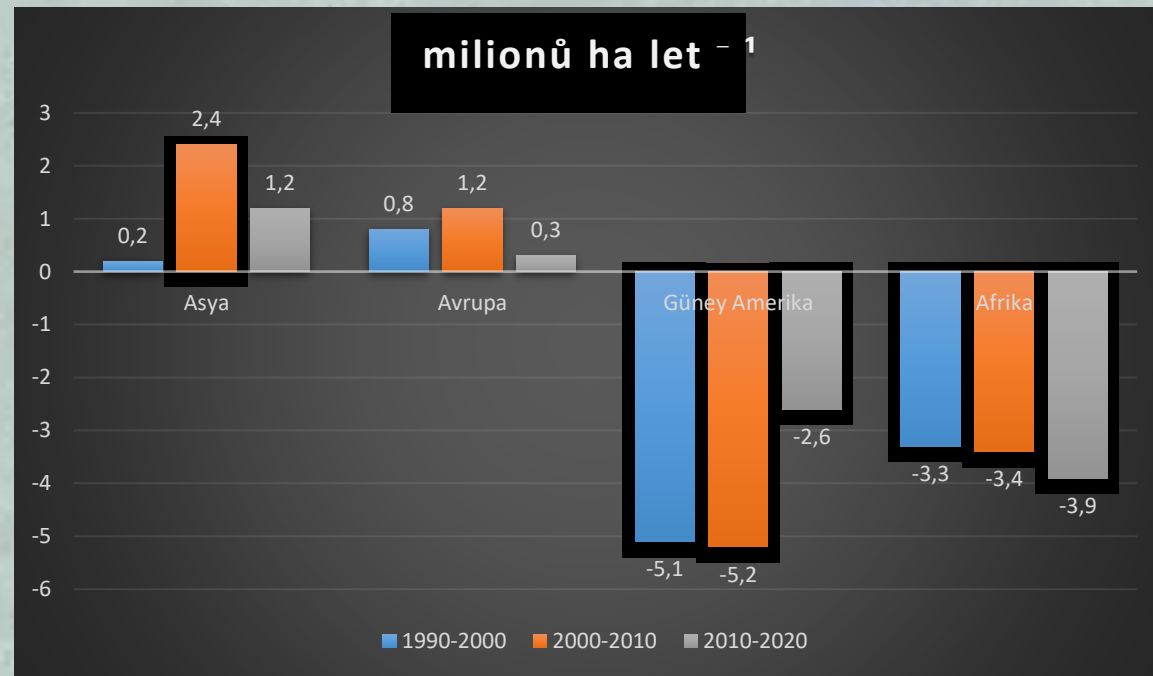
Zatímco v letech 1990 až 2000 činila tato ztráta 7,8 milionu hektarů ročně, v ostatních desetiletých obdobích se snížila na 5,2 milionu a 4,7 milionu hektarů.



Roční průměrná čistá změna lesních ploch za desetileté období mezi lety 1990 a 2020

Přestože zřetelné změny pozorované v lesních plochách jsou v některých regionech vnímány jako úbytek, existují oblasti, kde je pozorován nárůst v důsledku zalesňování a ochranných opatření.

Změna, která se projevila úbytkem v Africe a Jižní Americe, byla vnímána jako nárůst v Asii a Evropě.



Roční průměrná čistá změna lesních ploch podle krajů a období



USV 1842



Funded by the
European Union



Lesy, které jsou jedním z nejdůležitějších úložišť uhlíku v pozemském ekosystému, plní důležitý úkol tím, že odebírají oxid uhličitý z atmosféry a udržují ho v těchto úložištích.

Zásoby uhlíku v lesích podle kontinentů

ZEMĚ	Lesní zásoby uhlíku (miliony tun)			
	1990	2000	2010	2020
Afrika	94274	90137	85913	80886
Asie	77093	78564	81938	84733
Evropa	158744	162457	168069	172442
Amerika	304949	299048	293489	290964
O ceania	33338	33111	33077	33063
CELKOVÝ	668399	663316	662485	662088

Celková zásoba uhlíku v lesích v celosvětovém měřítku se odhaduje na 662 milionů tun.



USV 1842



Funded by the
European Union



Je zřejmé, že změna klimatu, ke které dochází v důsledku nárůstu skleníkových plynů v atmosféře, je jednou z největších hrozeb, kterým svět čelí.

Lesní ekosystémy jsou jedním z nejdůležitějších nástrojů pro snižování CO₂ v atmosféře s vysokým potenciálem ukládání uhlíku v půdě i biomase.



USV 1842



Funded by the
European Union



Zachycování stávajících skleníkových plynů a také snižování emisí skleníkových plynů do atmosféry je důležitým přístupem ke snížení dopadů změny klimatu. Protože;

- Přijmout opatření na ochranu lesního majetku v celosvětovém měřítku,
- Aby byly degradované lesní oblasti produktivní,
- Abyste zabránili pořezání při holení,
- zabránit výstavbě a otevírání zemědělských ploch v lesních pozemcích,
- Abyste zabránili škodám z nelegálních kácení a pastvy,
- Opatření, jako je zalesňování ve vhodných oblastech, jsou životně důležitá pro svět, ve kterém se dá žít.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Desertifikace

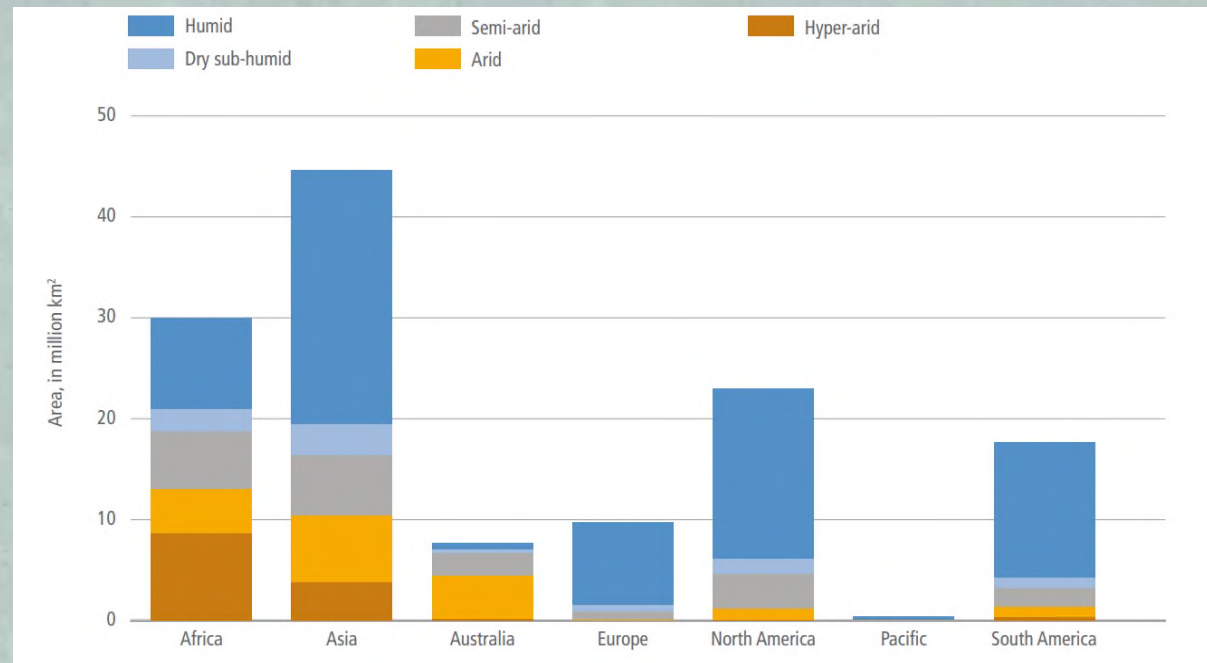
Sucho a desertifikace patří spolu se změnou klimatu mezi nejdůležitější ekologické problémy, kterým dnes čelíme.

Desertifikace je definována jako komplexní interakce mezi fyzickými, biologickými, politickými, sociálními, kulturními a ekonomickými faktory, včetně klimatických změn a lidských činností, v zemích postižených velkým suchem a/nebo desertifikací v Úmluvě OSN o boji proti desertifikaci, suchým, polosuchým -suché a suché-polovlhké. Je definována jako **degradace půdy**, kterou v oblastech vytváří.

V souladu s tím je degradace půdy, kterou lze vidět všude, považována za dezertifikaci, pokud k ní dochází v **suchých, polosuchých a suchých a polovlhkých** zemích.

Podle odhadů se podíl suchých oblastí v celosvětovém měřítku odhaduje na zhruba 46 %.

Dnes mnoho zemí světa čelí nebezpečí dezertifikace.



Kategorie suchých oblastí podle zeměpisných oblastí (1980–2015)

Program OSN pro životní prostředí (UNEP) odhaduje celosvětové náklady na desertifikaci na 42 miliard dolarů ročně. Asi 70 % světových suchých oblastí se nachází v Africe a Asii.



USV 1842



Funded by the
European Union



Vzájemné působení mezi změnou klimatu a degradací půdy a srážkami zůstává neoddělitelně spojeno.

Vodní zdroje ve světě se mění v závislosti na klimatu. Předpokládá se, že dostupnost vody se ve vysokých zeměpisných šířkách a některých vlhkých tropech zvýší o 10–40 %, zatímco ve středních zeměpisných šířkách a suchých tropech se sníží o 10–30 %.

Změny meteorologických jevů, jako je teplota, srážky a vítr, mohou zhoršit desertifikaci.



USV 1842



Funded by the
European Union



Nejdůležitější environmentální a sociologické dopady sucha a desertifikace, které mají mnoho negativních dopadů, lze uvést takto:

- Ztráta biologické produktivity v ekosystémech a pokles zemědělské produkce;
- Oslabování a mizení přirozené vegetace;
- Snížení biologické rozmanitosti;
- vytváření vhodných podmínek pro šíření cizorodých a invazních druhů rostlin;



USV 1842



Funded by the
European Union



- Posilování větrné eroze;
- Nedostatek vody, snižování hladiny podzemní vody;
- Chudoba a hlad mezi lidmi v postižené oblasti;
- Nárůst klimatických nebo desertifikačních nomádů;
- Přímé nebo nepřímé zhoršení kvality života v postižených oblastech.



USV 1842



Funded by the
European Union



Ačkoli se velmi liší v závislosti na geografii, některé důležité přímé a nepřímé příčiny desertifikace jsou následující:

- lesní požáry a odlesňování,
- Zemědělské činnosti, jako je nadměrné spásání, nepřetržité zpracování půdy, intenzivní používání pesticidů a hnojiv,
- Nadměrná spotřeba všech druhů vzácných zdrojů,
- Nevědomé využívání vodních zdrojů a chyby při řízení zavlažování,



USV 1842



Funded by the
European Union



- Výstavba velkých přehrad a staveb, změna a narušení směrů proudění říčních koryt a koryt, nadměrná spotřeba podzemní vody, odvodňování mokřadů,
- klimatické změny a proměnlivost, které způsobují sucha, povodně a záplavy,
- Problémy vzniklé tvrdou konkurencí a rozšířeným mezinárodním obchodním režimem v důsledku šíření globalizace a pravidel tržního hospodářství atd.



USV 1842



Funded by the
European Union



Eroze

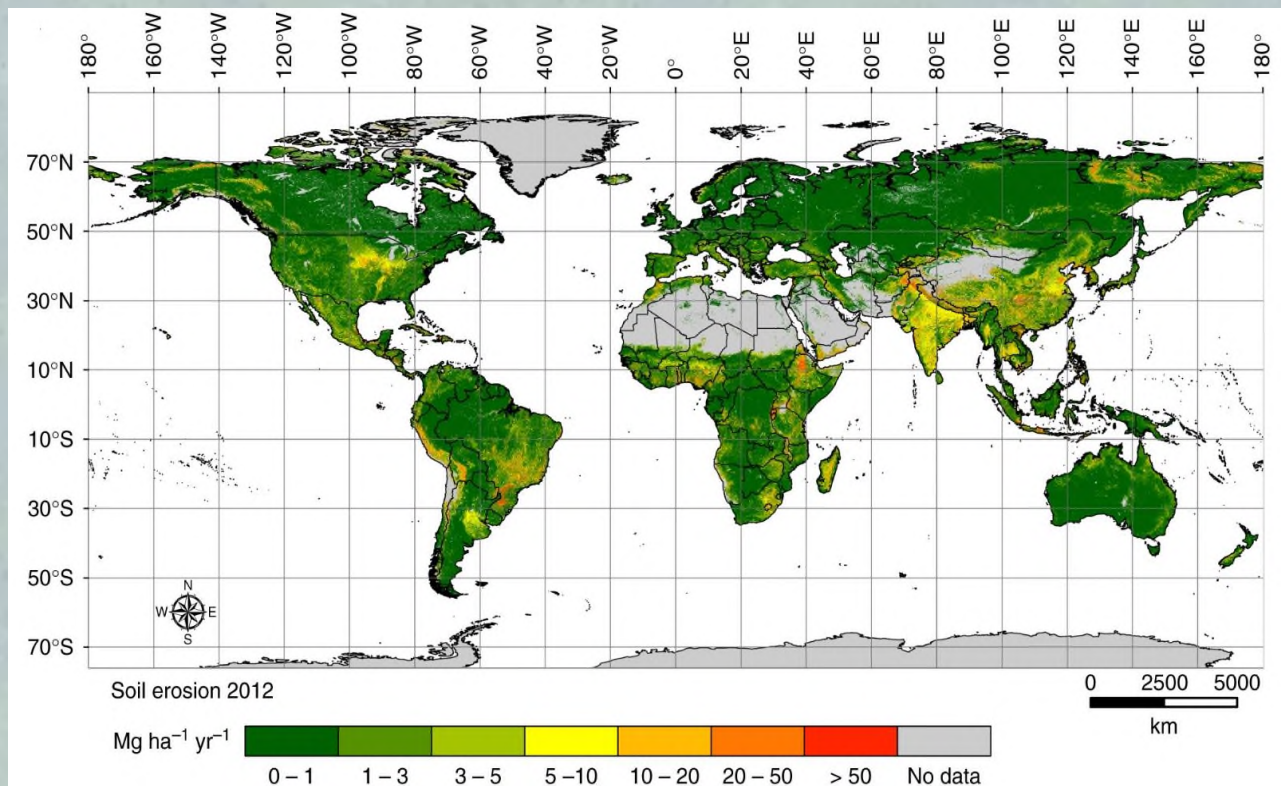
Erozi lze definovat jako úbytek půdy v důsledku působení různých sil, jako je voda, vítr a pohyby hmoty.

Hlavními faktory ovlivňujícími erozi půdy jsou množství a intenzita srážek, rychlost, směr a síla větru, změny ve využívání půdy, topografie a vlastnosti půdy.

Různé klimatické modely vytvořené v důsledku změny klimatu ukazují, že obecně rostoucí intenzita dešťových srážek a nárůst silných větrných jevů mohou způsobit zvýšení eroze půdy, zejména při zvýšeném suchu.

Míra, do jaké jsou půdy ovlivněny erozí po celém světě, se může lišit.

Zrychlená eroze představuje velkou hrozbu pro půdu na celém světě.



Míra vysídlení půdy v důsledku vodní eroze, 2012

Uvádí se, že 75 miliard tun (Pg) půdy je každoročně erozí z orných zemědělských oblastí erodováno na celém světě.



USV 1842



Funded by the
European Union



Půda je jedním z nejdůležitějších přírodních bohatství světa, jehož tvorba vyžaduje mnoho let. Další existence života na Zemi závisí na jeho existenci.

Ochrana půdních aktiv a jejich pokračování ve výrobě bude možné zaváděním environmentálních přístupů ve vztazích mezi člověkem a půdou bez ztráty času.



USV 1842



Funded by the
European Union



Některá opatření která lze přijmout ohledně eroze, jsou uvedena níže

- ☐ Musí být vytvořeny právní předpisy na ochranu půdy a vodních zdrojů a musí být revidovány a znovu uvedeny do praxe nedostatky a problémy stávajících předpisů.
- ☐ Půdy by měly být klasifikovány podle jejich vlastností a mělo by být provedeno územní plánování, aby bylo zajištěno, že půdy jsou využívány podle jejich možností.
- ☐ Ochranná opatření by měla být přijata v zemědělské výrobě, zejména v oblastech náchylných k erozi. Za tímto účelem by měly být zavedeny postupy bez orby nebo s omezením orby a případné ztráty půdy by měly být sníženy opatřeními, jako je strniště nebo používání krycích plodin.



USV 1842



Funded by the
European Union



Některá opatření která lze přijmout ohledně eroze, jsou uvedena níže

- ☐ Vzhledem k tomu, že povrchové toky a ztráty půdy budou v oblastech s vysokými svahy vysoké, měla by být zemědělská výroba prováděna po pásech, vrstevnicích atd., které jsou na takových místech aplikovány.
- ☐ V místech s problémy s erozí je třeba dbát na výběr pěstovaných produktů a místo pleček by se měly vyrábět rostliny, které vyžadují méně orby a pevněji sevrou půdu.
- ☐ Provést drenážní opatření, aby se zabránilo hromadění vody v půdě v problémových oblastech.