



TAGEM
R&D AND INNOVATION



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



USV 1842



Funded by the
European Union



VPLIV PODNEBNIH SPREMENB NA LASTNOSTI TAL

Dr. Erdinç UYSAL

Podnebné spremembe in tla

- ☐ Tla nastajajo pod vplivom številnih dejavnikov in na podlagi številnih procesov.
- ☐ Za oceani, so tla drugi največji ponor ogljika in pomemben dejavnik uravnavanja podnebnih sprememb.
- ☐ Če s tlemi ne ravnamo pravilno, nanje ne vplivajo le podnebne spremembe, temveč lahko tudi sama tla postanejo vir toplogrednih plinov in s tem prispevajo k podnebnim spremembam.
- ☐ Učinki podnebnih sprememb se stopnjujejo in neizbežno je, da bodo le ti čedalje bolj vplivali na tla.



Vir: 123RF/SARAYUTSY

Učinki podnebnih sprememb na vlažnost tal

- ❑ Zaradi podnebnih sprememb se pričakuje, da bo prihajalo do sprememb v vlažnosti tal.
- ❑ Pogoji, ki jih povzročajo podnebne spremembe, kot so npr. obilne padavine v kratkem času ter večje izhlapevanje oz. transpiracija zaradi visokih temperatur, lahko povzročajo nihanja vode v tleh.



Vir: Oyvind Martinsen Documentary Collection / Alamy Stock Photo

Učinki podnebnih sprememb na vlažnost tal

□ Potencialni učinki štirih možnih scenarijev podnebnih sprememb na vlažnost tal so povzeti v spodnji tabeli.

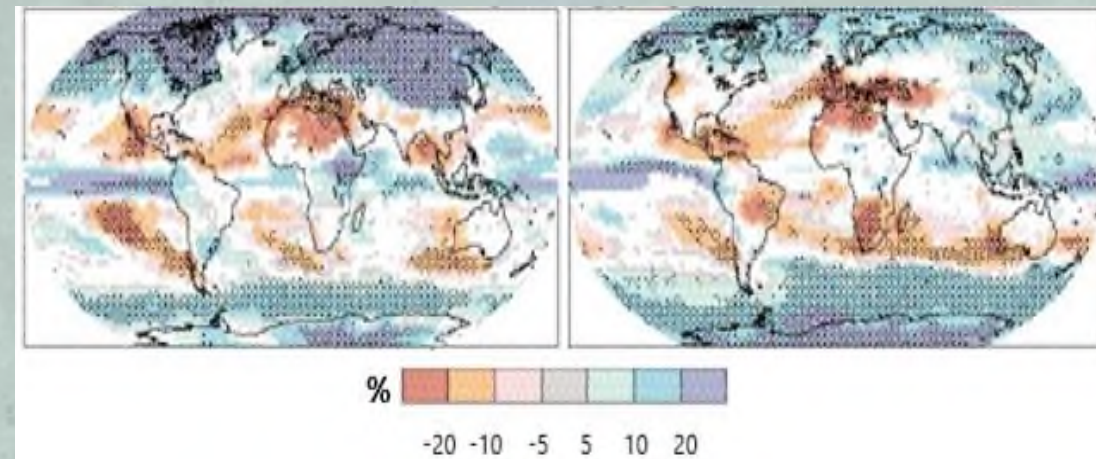
Faktorji	Hladno, vlažno	Hladno, suho	Vroče, vlažno	Vroče, suho
P	I	D	I	D
R	I	d, D	I	D
G	i	d	i	D
I	I	d	I	D
i	i	D	i	D
S	I	d	I	D
E	D	E	E	I
T	D	E	i	I
F	-	-	-	-
G _r	i	-	I	-
G _s	-	I	-	I

P: Padavine
R: Površinski odtok
F: Filtracija v nenasičenem območju
G: Tok podtalnice
Gr: Dvig gladine vode
Gs: Znižanje gladine vode
I: Infiltracija v tla
i: Pronicanje v podtalnico
S: Skladiščenje v tleh
T: Transpiracija
E: Izhlapevanje

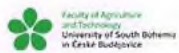
Komponente poljske vodne bilance in režima vlažnosti tal ter vpliv štirih možnih podnebnih scenarijev na te dejavnike: i in I: rahlo in veliko povečanje, d in D: rahlo in močno zmanjšanje, E: brez sprememb.

Učinki podnebnih sprememb na vlažnost tal

☐ Spremembe vlažnosti tal so tesno povezane s spremembo količine padavin. Nedavne raziskave predvidevajo, da se lahko zaradi podnebnih sprememb zmanjša ali poveša količina padavin v različnih delih sveta.



Sorazmerne spremembe padavin (za obdobje 2090 – 2099 glede na 1980 -1999). Vrednosti so povprečja večih modelov, ki temeljijo na scenariju SRES A1B za december-februar (levo) in junij-avgust (desno) (IPCC,2007).



Funded by the
European Union



Podnebné spremembe in vplivi spremenjjanja padavinskih režimov na zakisanost tal

- ❑ Pričakuje se, da bo prišlo do sprememb v mineralni razgradnji tal in v reakciji tal. Spremembe so povezane s faktorji, kot npr. naraščajoča temperatura in intenzivnost padavin zaradi podnebnih sprememb.
- ❑ **Povečanje zakisanosti tal** se lahko pojavi, kot posledica proizvodnje več biomase zaradi povišanih temperatur in povečanja parcialnega tlaka CO₂.
- ❑ Če rastlinski material razpade na mestu, se alkalnost, nakopičena v tem materialu vrne v tla in **nevtralizira kislost**.
- ❑ V primerih, ko pridelano biomaso požanjemo in odstranimo s poja, **kislosti ni mogoče nevtralizirati in ostane v tleh**.



Vir: 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



Podnebné snrememba in vnlivi snreminjanja padavinskih režimov na zakisanost tal

- ❑ Tla z visoko vsebnostjo gline in organske snovi so bolj odporna na zvišanje ali znižanje pH vrednosti, medtem ko so peščena tla bolj občutljiva na zakisanost.
- ❑ Čeprav na vsebnost gline v tleh ni mogoče vplivati, bi bilo primerno sprejeti ukrepe za povečanje vsebnosti organske snovi.



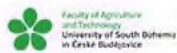
Vir: C. Kosmas

I Iřinki podnebnih sprememb na slanost in alkalnost tal

■ S podnebnimi spremembami bodo morebitne višje temperature ter občasna deževna in sušna obdobja pospešila razgradnjo geoloških sedimentov, ki so glavne komponente soli. Povečala se bosta njihovo raztapljanje in transport.

■ Sčasoma bo prišlo do tvorbe in kopičenja topnih soli v raztopini tal.





USV 1842



Funded by the
European Union



1.1 Iřinki podnebnih sprememb na slanost in alkalnost tal

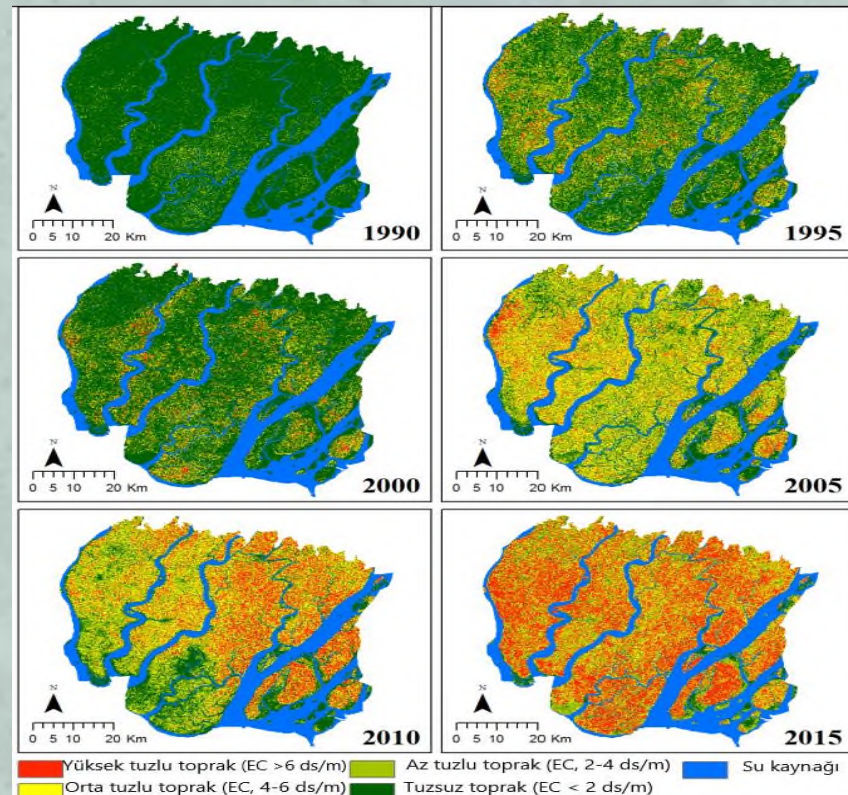
- ❑ Prevec ali premaro padavin lahko pomembno vpliva na slanost tal v koreninskem območju.
- ❑ Podtalnica se dviguje zaradi čezmernih padavin. Če višina podtalnice pade po dva metra, bo gibanje vode proti površju potekalo kapilarno. Če ni dovolj padavin, da bi se raztopljene soli izpirale iz območja korenin, se v sušnih časih na površini tal pojavijo usedline soli. Podobno je pa na območjih s sušo, kjer se pojavlja kopičenje soli s kapilarnim gibanjem vode.
- ❑ Drug primer sušnih pogojev, ki povzroča kopičenje slanosti v območju korenin, je vdor vode iz vodonosnika s slano vodo v bližnji regiji zaradi prekomernega črpanja iz vodnjakov sladke vode.



Vir: Getty Images

Ihřinki noddnebnih sprememb na slanost in alkalnost tal

- Narascanje gladine oceanov zaradi taljenja ledenikov, ki je posledica globalnega segrevanja, lahko povzroči večji vdor morske vode.
- Zlasti pri neposrednem vdoru slane vode lahko opazimo velike spremembe vrednosti slanosti tal v zelo kratkem času.
- Razlike v spremembah vrednosti soli tal na obali Bangladeša v 25-letnem časovnem obdobju, zaradi dviga morske gladine so prikazane na zemljevidu.



Zemljevid slanosti tal, pridobljen v različnih letih z daljinskim zaznavanjem [Rahman ve ark., 2018]

Podnebne spremembe in struktura tal

☐ Delci v tleh, ki se združujejo in tvorijo skupke, tvorijo strukturo tal. Struktura tal velja za eno od pomembnih fizičnih lastnosti tal zaradi njenega vpliva na gibanje vode in plinov.



☐ Struktura tal, ki ni statična, ampak dinamična, se lahko spreminja glede na lastnosti tal.

Podnebne spremembe in struktura tal

- Možno je, da bodo tla včasih izpostavljene suši, drugič pa intenzivnejšim padavinam in nalivom zaradi sprememb v podnebnih razmerah. V takih pogojih postanejo tla bolj dovzetna za strukturno poslabšanje.



- Pričakuje se, da bo struktura tal zaradi obdelave tal v preveč vlažnih ali preveč suhih razmerah postopoma propadala.

Vnlivi podnebnih sprememb na talno floro in favno

■ Talna flora in favna, ki sta zastopani v zelo velikem številu že na zelo majhnem območju, predstavljata eno najosnovnejših sestavin tal, ki je življenjskega pomena za mnoge dejavnosti v tleh. Tla so dom številnim bakterijam, glivam, živalskim vrstam ter mnogim rastlinam. Ker je glavna funkcija teh organizmov recikliranje organske snovi v tleh, so nujno potrebni za delovanje kopenskih ekosistemov.



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

■ Pričakuje se, da bodo spremembe, ki se bodo zgodile v habitatu tal zaradi podnebnih sprememb, prav tako vplivale na talno bioto.



USV 1842



Funded by the
European Union

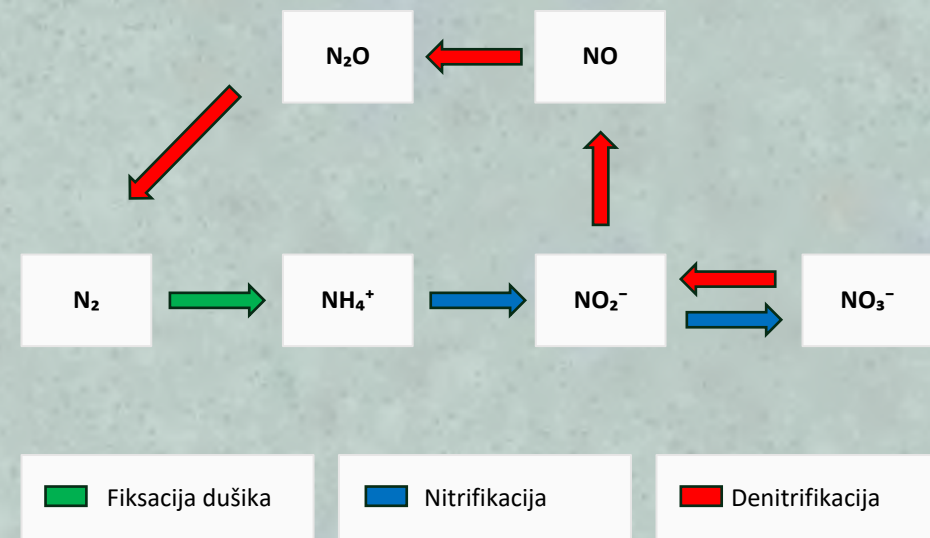


Vnlivi podnebnih sprememb na talno floro in favno

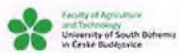
- ☐ v sušnih razmerah nastane manj mikrobne biomase in pride do manj mikrobne aktivnosti. Poleg tega lahko ekstremna suša povzroči tudi smrt nekaterih večjih talnih organizmov.
- ☐ Kjer podnebne spremembe povečajo občutljivost tal za erozijo, lahko erozija vpliva na talne organizme.
- ☐ Ob prisotnosti visokih koncentracij CO₂, pride do večje rasti rastlin zaradi povečane fotosinteze, kar vodi v večji vnos ogljika v tla, močno spremenjajočo aktivnost in gostoto talnih organizmov.
- ☐ Znano je, da se je glivična biomasa v tleh povečala z naraščajočimi padavinami.
- ☐ Ko se CO₂ koncentracije v ozračju povečajo, se poveča tudi stopnja uporabe ogljika pri rastlinah, vendar bo situacija omejena z vodo in hranili, ki jih rastline lahko dobijo iz tal.

Vnlivi podnebnih sprememb na mineralizacijo dušika, nitrifikacijo in denitrifikacijo

- ❑ Pretvorba dušika v organski obliki v anorganske oblike dušika v tleh je opredeljena kot **mineralizacija**.
- ❑ Pretvorba amonija v nitratne ione s strani nekaterih mikroorganizmov v tleh je znana kot **nitrifikacija** in poteka v prisotnosti kisika.



- ❑ **Denitrifikacija** je redukcija nitratov v prost dušikov plin (N_2) po različnih procesih. Gre za proces, ki poteka v prisotnosti anaerobnih organizmov.



USV 1842

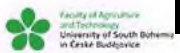


Funded by the
European Union



Vplivi podnebnih sprememb na mineralizacijo dušika, nitrifikacijo in denitrifikacijo

- ☐ Podnebno povezani okoljski dejavniki imajo pomembne učinke na mineralizacijo dušika, nitrifikacijo in denitrifikacijo.
- ☐ Stopnja mineralizacije, ki pozimi ostaja nizka, ko temperatura pade pod 4°C, se v velikih količinah pojavi v pozni pomladi in poletju.
- ☐ Višja mineralizacija in denitrifikacija zaradi povečane temperature pod vplivom podnebnih sprememb lahko privedeta do večjih emisij N₂O iz tal v ozračje.
- ☐ Zaradi podnebnih sprememb v prihodnosti se bo verjetno povečala količina in pogostost padavin v nekaterih regijah, kar bo povečalo denitrifikacijo in posledično tok N₂O iz tal.



USV 1842



Funded by the
European Union

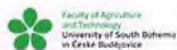


Podnebne spremembe in organska snov v tleh

Organska snov v tleh, ki uravnava fizične, kemične in biološke lastnosti tal, je glavni vir energije za tla in eden najpomembnejših elementov za ohranjanje rodovitnosti tal.



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



Podnebné spremembe in organska snov v tleh

- Poročajo, da pri visokih koncentracijah CO_2 , še posebej v prisotnosti vode in dušika v tleh, rastline C_3 izvajajo fotosintezo pri povečanih stopnjah in proizvajajo več biomase.
- Dodatno oskrbovanje z dušikom morda ne bo le povečalo učinka visoke koncentracije CO_2 na organski ogljik v tleh, temveč lahko tudi upočasni hitrost razgradnje organske snovi v nekaterih ekosistemih.
- Na splošno prisotnost vode v tleh skupaj z večanjem padavin, še posebej na območjih, kjer je voda omejena, bolj prispeva k kopičenju organskega ogljika v tleh, kot pa recimo temperatura. V študiji podnebnih sprememb, izvedeni na tem področju, kjer so kot dejavnike uporabili ogljikov dioksid, vlažnost tal in temperaturo, so poročali, da ima vlažnost tal bolj pomemben vpliv na zaloge organskega ogljika v tleh kot visok CO_2 in temperatura.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



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



USV 1842



Funded by the
European Union



PRORAČI IN OGI IKA NA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČIH

Dr. Erdinç UYSAL

Proračun ogljika v kmetijskih tleh

□ Stopnja toplogrednih plinov v ozračju se je začela povečevati s pričetkom industrijske revolucije, ki se je začela v sredini 18. stoletja in danes dosega vrednosti, ki se približujejo 400 delcem na milijon (ppm).

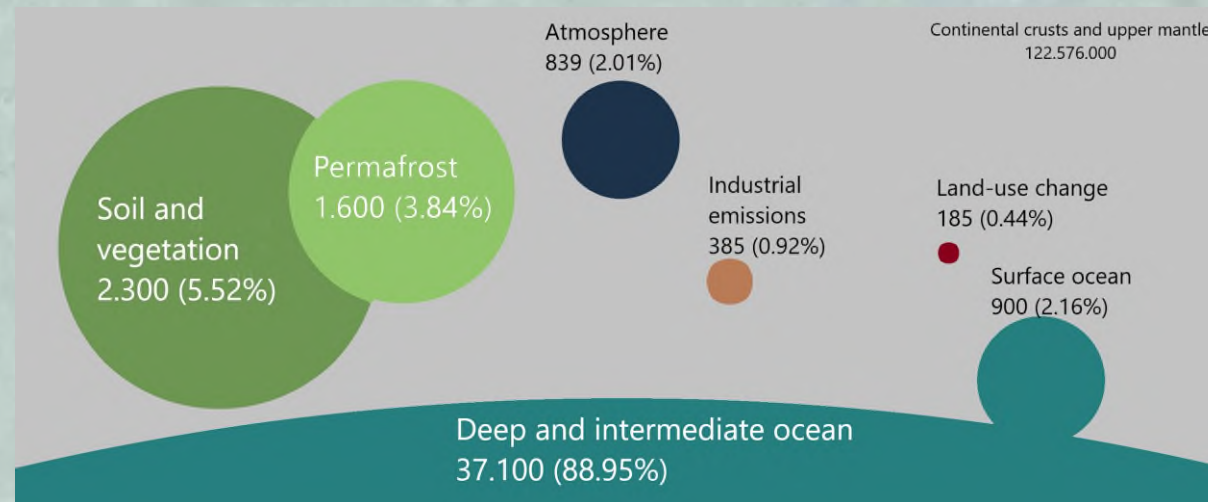
□ Povečanje ogljikovega dioksida je v veliki meri posledica **uporabe fosilnih goriv**. Še en pomemben dejavnik pri tem povečanju je **sprememba rabe tal**, še posebej **krčenje gozdov**.



Spremembe količine atmosferskega CO₂ skozi leta

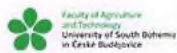
Globalr ogljičr cikel

□ Gibanje ogljika v anorganskih in organskih oblikah med ozračjem, biosfero, hidrosfero in pedosfero se imenuje **ogljčni cikel**. Ogljični cikel je sistem, ki podpira vse življenje.



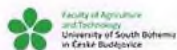
*Zaloge ogljika na Zemlji - gigatone
(adapted from Janowiak et al., 2017)*

□ Ogljik je shranjen na različne načine in v različnih območjih. Največje zaloge so na svetovnih kontinentalnih ploščah in zgornjem plašču. Nahaja se tudi v oceanih. Ocenjuje se, da tla hranijo približno 3.500 gigaton ogljika (Gt).



Organski ogljik v tleh

- ❑ **Organski ogljik** v tleh je del, ki ostane v tleh po delni razgradnji odpadkov živih organizmov. Organski ogljik v tleh je glavna sestavina talne organske snovi in predstavlja energetski vir za tla.
- ❑ Kopenski ekosistemi so po oceanih drugi največji skladiščniki ogljika na Zemlji.
- ❑ Ogljik ni shranjen samo v rastlinah na kopnem, temveč v veliko večjih količinah tudi v **tleh**. Zato lahko že majhne spremembe v masi organskega ogljika v tleh močno vplivajo na koncentracijo CO₂ v ozračju in s tem na podnebne spremembe.



Ornienana zaloga ogljika v kopenskih ekosistemih na Zemlji

EKOSISTEM	Globalne zaloge ogljika (Pg C)		
	Rastline	Zemlja	Skupaj
Tropski gozd	212	216	428
Gozdovi v zmernem podnebjju	59	100	159
Gozdovi v borealnih območjih	88	471	559
Tropske prerije in travniki	66	264	330
Travniki in grmišča v zmernih območjih	9	295	304
Puščave in polpuščave	8	191	199
Tundre	6	121	127
Agrikolturna območja	3	128	131
Močvirja	15	225	240
Skupaj	466	2011	2477

[Janzen, 2004]

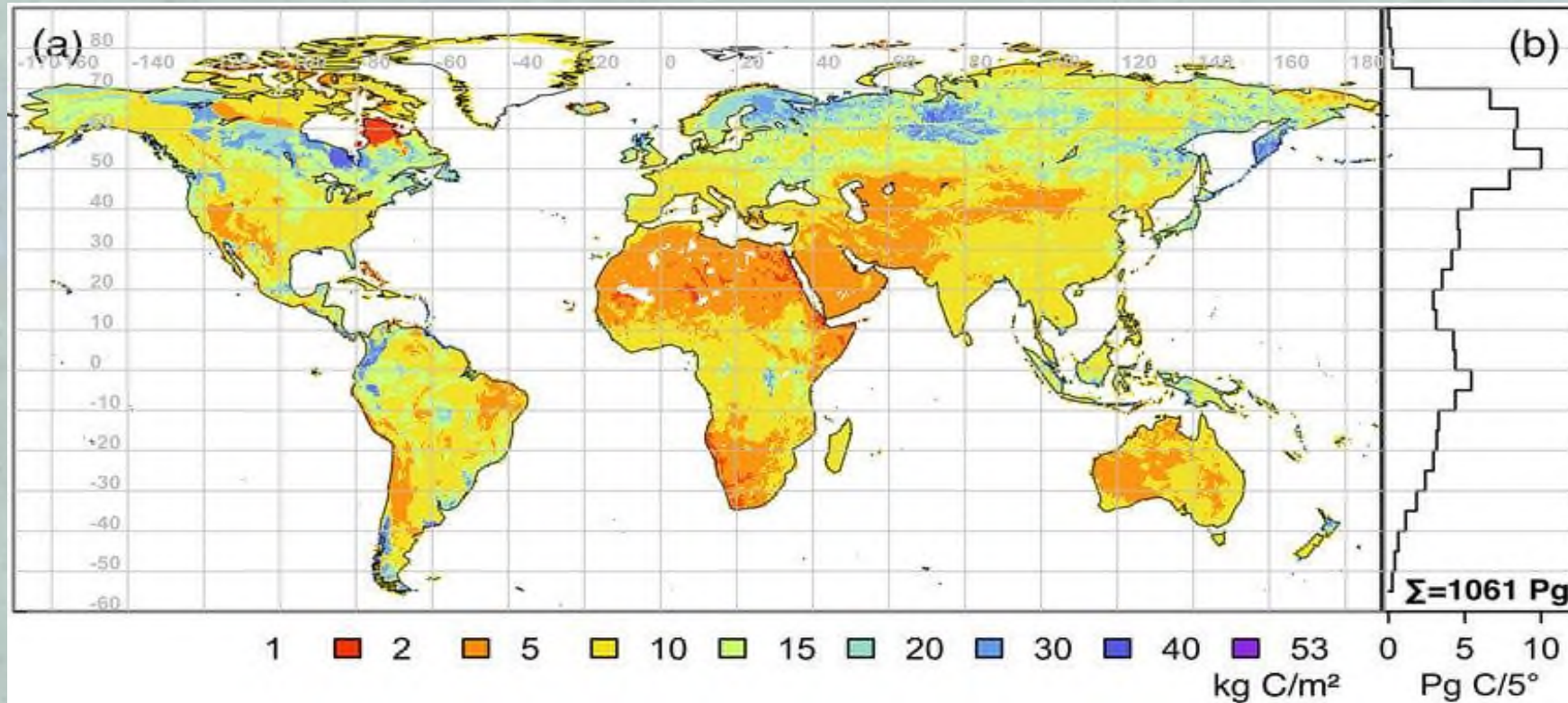
Globalna zaloga ogljika

- ❑ Količina ogljika v različnih globinah tal se prav tako razlikuje. Ker so glavni vir talne organske mase snovi umrlih živih bitij, so **zgornje plasti tal** večinoma bogate s organskim ogljikom, ki se z globino tal zmanjšuje.



- ❑ Največja količina organskega ogljika v tleh je shranjena v območjih, ki sestojijo predvsem iz šotnih tal na severnih geografskih širinah in sicer približno 190 Pg ogljika.

Globalna zaloga ogljika



(a) Globalne zaloge organskega ogljika v zgornjem 1 metru talnega reza, izračunane preko HWSD v.1.1, znašajo približno 1555 milijard metričnih ton ogljika. (b) Masa organskega ogljika na 50. geografski širini v istem razdelku [Köchy et al., 2014]



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Spremembe v zalogah ogljika

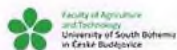
- ☐ Količina ogljika, shranjenega v ozračju Zemlje, je manjša v primerjavi z oceanom in kopnim.
- ☐ Tako količina kot smer premikanja ogljika med različnimi ogljičnimi bazeni lahko močno vplivata na podnebne spremembe.
- ☐ Pretok ogljika v ozračje zaradi porabe fosilnih goriv velja za glavni vzrok podnebnih sprememb.



USV 1842



Funded by the
European Union



USV 1842

Funded by the
European Union

Globalní odličník proračunů za různá časovná období ($G C_{leto}^{-1}$)

	1980s	1990s	2000–2005	1980–2005
Atmosfersko naraščanje	3.3±0.1	3.2±0.1	4.1±0.1	3.5±0.1
Industrijske emisije	5.4±0.3	6.3±0.3	7.2±0.3	6.2±0.3
Neto pretok iz oceana v ozračje	-1.8±0.8	-2.2±0.4	-2.2±0.5	-2.0±0.5
Neto tok ogljika iz kopnega v ozračje	-0.3±0.9	-0.1±0.6	-0.9±0.6	-0.7±0.6
Tok zaradi sprememb rabe zemljišč	1.4 (0.4-2.3)	1.6 (0.5-2.7)	1.5	1.5 (0.5 - 2.5)
Količina, ki ostane v terestričnih bazenih	-1.7 (-3.4 - 0.2)	-2.6 (-4.3 - -0.9)	-2.4,	-2.2 (-3.8 - -0.6)

Številke v oklepajih odražajo ocenjene razpone.
[Denman et al., 2007]

Globalr ogljičr proračun

- ❑ Na območjih, ki so bila spremenjena iz gozdnih v kmetijska zemljišča, prihaja do zmanjšanja organskega ogljika v tleh.
- ❑ Razkroj organske snovi se pospeši s kmetijsko obdelavo tal in postane dovzeten za transport zaradi erozije.
- ❑ Izginotje gozdnih območij pomeni, da ta območja, ki delujejo kot ogljični ponor, postanejo vir ogljika.



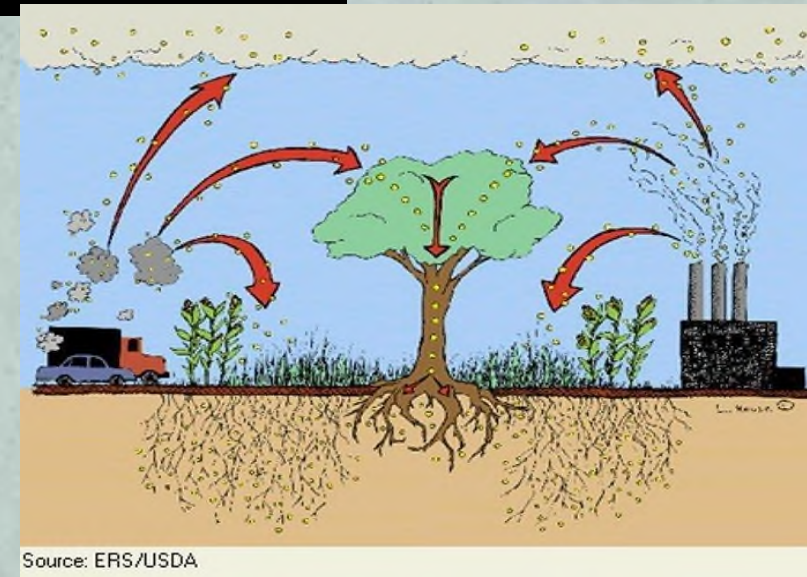
Globalr ogljičr proračun

- ❑ Degradacija tal, ki je hkrati vzrok in posledica podnebnih sprememb, je opredeljena kot dolgoročno zmanjšanje in izguba vrednosti tal ter biološke produktivnosti. Po ocenah je bila svetovna površina tal degradirana za 7-40% zaradi človeških dejavnikov.
- ❑ Zaradi naraščajoče urbanizacije opazimo spremembe v rastlinski prekrivnosti, medtem ko se zmanjšuje biotska raznovrstnost in povečuje degradacija tal. Posledično prihaja do izgube biomase in shranjevanja ogljika.



Pomembnost vezave ogljika v tleh

- ❑ **Zadrževanje ogljika CO₂** v ozračju je proces prenosa, pri katerem ogljika ne moremo hitro sprostiti nazaj v ozračje, ampak ga lahko dolgo časa shranimo v bazenih organskega ogljika v tleh.
- ❑ Pojav, ki je v zadnjem času privabil veliko pozornosti, je zmanjšanje emisij CO₂ v ozračje, v namen manjše prizadetosti zaradi negativnih učinkov podnebnih sprememb.



- ❑ Ocenjuje se, da se lahko letno veže med 0,90 in 1,85 petagrama (Pg) ogljika na obdelovalnih območjih po vsem svetu.

Mehanizem vezave ogljika

- ❑ Organski ogljik v tleh predstavlja organsko snov, ki se v tla vmešava skozi razgradnjo odmrle vegetacije.
- ❑ Organske snovi v tej plasti organskega materiala se lahko razgrajujejo in se vračajo v ozračje v obliki CO₂ ter se tudi v veliki meri mešajo z zemljo.





Oksidacija in humifikacija

- ☐ Razgradnja odmrlih rastlin poteka skozi dva procesa, imenovana **oksidacija** in **humifikacija**.
- ☐ Če so pogoji primerni, odmrle rastline oksidirajo in se mineralizirajo. Hkrati se sprostijo tudi hranilni elementi rastlin, ki se nahajajo v organski snovi.
- ☐ **Humifikacija** poteka počasneje in zagotavlja razgradnjo organske snovi.



USV 1842

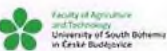


Funded by the
European Union



Huminske snovi

- ☐ Del, ki nastane kot posledica razgradnje, izgubi svojo teksturno strukturo in postane humus z **amorfno in koloidno strukturo**, pri čemer ni jasno, kateremu delu rastline pripada.
- ☐ Kot posledica napredne razgradnje se v tleh pojavijo **huminske snovi**.
- ☐ Nekatere spojine, kot so aminokisline, ogljikovi hidrati in nekatere organske kisline, ki se nahajajo v strukturi organske snovi, se imenujejo **nehuminske snovi**.



USV 1842

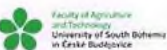


Funded by the
European Union



Organski ogljik v tleh

- ❑ Razvrstitev organske snovi v tleh na huminsko in nehuminsko je povezana z stabilnostjo ali nestabilnostjo ogljika, ki tvori osnovo za organsko snov v tleh.
- ❑ **Nestabilni organski ogljik** je del organske snovi, ki se razgradi v kratkem času, medtem ko se razgradnja stabilnega organskega ogljika lahko razteza več tisoč let.
- ❑ **Prenos CO₂ med tlemi in atmosfero je posledica oksidacije labilnega organskega ogljika v tleh.**

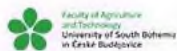


Sprememba rabe zemljišč in vezava ogljika

❑ Vrsta rabe zemljišča je ključnega pomena za zadrževanje ogljika v tleh. **Travniki, pašniki in gozdovi običajno zadržujejo ogljik v višji meri kot obdelovalna kmetijska območja.**

❑ Ko se gozdovi, travniki ali drugi lokalni ekosistemi spremenijo v obdelovalna kmetijska zemljišča, se običajno zmanjša vsebnost organskega ogljika v tleh. Nasprotno pa v primeru obratnega procesa opazimo povečanje organskega ogljika v tleh.

Razpoložljiv Nov	Travnik - pašnik	Gozd	Kmetijska zemljišča
Travnik - pašnik		Brez efekta	Izguba C
Gozd	Brez efekta		Izguba C
Kmetijsko zemljišče	Prirastek C	Prirastek C	



USV 1842



Funded by the
European Union



Povečevanje vezave ogljika na kmetijskih poljih

- Glavna strategija za boj proti podnebnim spremembam je povečanje koncentracije organskega ogljika v tleh, izboljšanje globinske distribucije ogljika in stabilizacija ogljika.
- V tem kontekstu je pravilno upravljanje kmetijskih ekosistemov pomembna strategija za povečanje vezave organskega ogljika v tleh.



Vezava organskega ogljika v tleh

- Primerjava tradicionalnih praks in priporočenih kmetijskih praks glede vezave organskega ogljika v tleh

Tradicionalna praksa	Priporočena kmetijska praksa
Zažiganje biomase in odlaganje odpadkov	Recikliranje odpadkov z uporabo mulčenja
Konvencionalna obdelava tal	Ohranjevalna obdelava tal ali praksa brez oranja
Puščanje neobdelanih zemljišč	Uporaba pokrovnih posevkov izven sezone
Monokulturne prakse	Velika raznolikost kolobarjenja
Intenzivna uporaba kemičnih gnojil	Kompost, organska gnojila in cikel hranil, prakse natančnega kmetijstva
Intenzivna pridelava	Povezovanje rastlinske in živalske pridelave
Površinsko namakanje	Uporaba sodobnih namakalnih sistemov pod pritiskom
Intenzivna uporaba pesticidov	Integrirana uporaba
Obdelovanje obrobni zemljišč	Program ohranjanja, obnova degradiranih zemljišč s spremembo rabe prostora



Organski ogljik v tleh

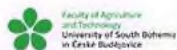
- ☐ V skladu z opisanimi praksami, če se odpravijo motnje v tleh, ki jih povzroča obdelava tal, zmanjšajo izgube zaradi erozije in se velike količine koreninske in nadzemne biomase vrnejo v tla, bo v tla vstopilo več ogljika.
- ☐ Te prakse ohranjajo vodo v tleh, izboljšujejo kakovost tal, povečujejo rodovitnost in povečujejo zalogo organskega ogljika v tleh.
- ☐ S transportom organskega ogljika v podtalje se podaljša čas zadrževanja ogljika v tleh.



USV 1842



Funded by the
European Union



Funded by the
European Union



Potencial zemeljskih tal z sekvestracijo ogljika

- Globalno je **več kot 130 Pg** ogljika shranjenih v zgornjih 30 cm tal na kmetijskih zemljiščih
- Regije Severne Amerike, Evrazije (Rusije) in Evrope predstavljajo **več kot 50 % vseh zalog** organskega ogljika na obdelovalnih površinah na svetu. Rusija ima največjo zalogo ogljika na svetu, z 21,9 Pg C na obdelovalnih površinah, s stopnjo 17 %. Sledijo ZDA, Kitajska in Indija.
- Tla po vsem svetu lahko zadržijo več ogljika od trenutnih zalog, in to je pomembna strategija za boj proti globalnemu segrevanju.



Regionalni skupni organski ogljik v tleh

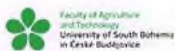
Območje	Obdelovalna površina (km ²)	Trenutno stanje C (Pg)	20 let kasneje - srednje (C-Pg)	Po 20 letih – visoko (C-Pg)
Australija	659,834	3.75	4.50	5.29
Osrednja Amerika	139,742	1.22	1.37	1.52
Osrednja Azija	369,061	5.01	5.40	5.81
Vzhodna Azija	1,262,134	9.14	10.52	11.97
Vzhodna and južna Afrika	1,055,461	5.64	6.80	8.02
Evropa	1,995,564	21.05	23.26	25.60
Severna Afrika	258,602	1.51	1.83	2.17
Severna Amerika	1,260,786	28.07	31.52	35.16
Rusija	1,235,827	21.94	23.19	24.52
Južna Amerika	1,753,039	9.42	10.72	12.09
Južna Azija	852,619	7.68	9.87	12.18
Jugovzhod Azija	1,307,174	8.15	9.06	10.03
Zahodna in Srednja Afrika	891,532	4.83	6.35	7.95
Zahodna Azija	2,893,928	4.38	5.44	6.57
SFERIČNO	15,935,304	131.81	149.84	168.87





Regionalni skupni organski ogljik v tleh

- ☐ Glede na predvidene scenarije je razvidno, da obstaja globalni potencial skladiščenja **0,90** in **1,85 Pg C** na leto.
- ☐ Severna Amerika je pokazala največji skupni potencial za shranjevanje ogljika na svetu, z vrednostmi od **0,17** do **0,35 Pg C** na leto.
- ☐ **Severna Afrika** ima zelo malo obdelovalne zemlje in ima zato najmanjši potencial za popolno sekvestracijo ogljika.



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



VPLIV SPREMEMB RABE ZEMLJIŠČ NA VSEBNOST OGLJIKA V TLEH



USV 1842



Funded by the
European Union



Za oceani so kopenski ekosistemi največje območje za shranjevanje ogljika.

Prst je največja zaloga ogljika v kopenski biosferi in shrani trikrat več ogljika kot atmosferski ogljik.



Tudi najmanjša sprememba ogljika v tleh vpliva na atmosferski ogljik, ker obstaja stalen tok med atmosfero in ogljikom v tleh.

Zaloge ogljika v tleh se spreminjajo tudi glede na rabo tal. Ko je smer spremembe iz tal v ozračje, se poveča količina atmosferskih toplogrednih plinov.



Spremembe v rabi tal in pokrovnosti tal lahko prispevajo k podnebnim spremembam tako, da vplivajo na svetovno energetska bilanco, nanje pa lahko vplivajo tudi podnebne spremembe



USV 1842

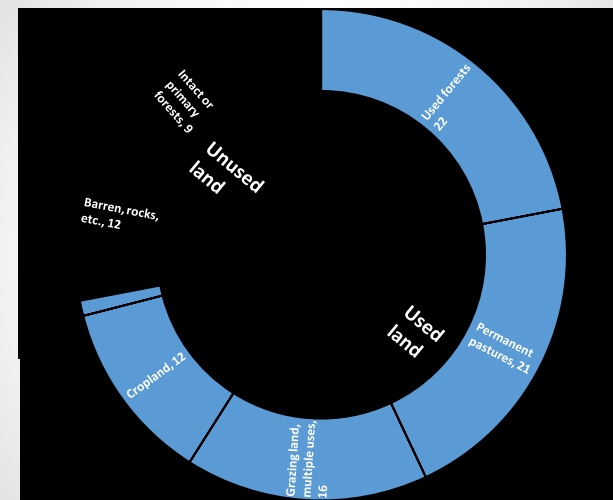


Funded by the European Union



İlçinki različnih rabe kopenskih območij na sekvestraciji ogljika

Obstaja negotovost glede tega, kako natančno se uporablja svetovna zemlja oz. njene površine. Po drugi strani pa je znano dejstvo, da se raba zemljišč nenehno spreminja.



Ocena globalne rabe neledeniškega zemljišča (prirejeno po Breewood in Garnett 2020)

Po vsem svetu je 13 milijard hektarjev neledeniških površin, od tega tretjino (4,3 milijarde hektarov) sestavljajo trajni pašniki in kmetijska zemljišča.



USV 1842



Funded by the
European Union



Prehod iz enega ekosistema v drugega se lahko zgodi spontano v naravi, pogosto pa je posledica človekove dejavnosti.

Vsaka prst ima sposobnost prenašanja ogljika in uravnoteženo vsebnost ogljika, odvisno od vrste rastlin na njej in podnebnih značilnosti regije.

Spremembe rabe zemljišč ustvarjajo razlike v vnosu in izločanju ogljika v tla, kar poruši ravnovesje. Na koncu procesa se bodo zaloge C v tleh spremenile v vir ogljika ali ponor ogljika.



Funded by the
European Union



Učinki sprememb rabe zemljišč na zadrževanje tal [Deng et al., 2016]

Spremembe rabe zemljišč	Sekvestracija ogljika v tleh (Mg C ha ⁻¹ leto ⁻¹)
Iz kmetije v travnik	+0.30
Iz gozda v travnik	+0.68
Iz travnika v kmetijsko zemljišče	-0.89
Iz gozda v kmetijsko zemljišče	-1.74
Iz gozda v gozd	-0.63
Iz kmetijskega zemljišča v gozd	No difference
Iz travnika v gozd	No difference
Povsem	-0.39



USV 1842



Funded by the
European Union



Gozdovi in travniki so ključnega pomena za shranjevanje ogljika. Glede na površino, ki jo zasedajo na Zemlji, igrajo pomembno vlogo pri zmanjševanju emisij s sekvestracijo ogljika v globalnem ciklu ogljika.





USV 1842



Funded by the
European Union



I lřinki snrememb rabe tal na travniřkih pařnikih

Travniřko-pařne povrřine so zaradi svoje biotske raznovrstnosti in sposobnosti preprečevanja erozije bistvenega pomena za svet. Poleg tega so med najpomembnejřimi kopenskimi ponori ogljika.



Travniřko-pařne povrřine so eden glavnih elementov svetovnega cikla ogljika in čeprav obstaja negotovost glede njihove učinkovitosti in časov cikla, lahko rečemo, da zadržijo približno 0,5 Pg CO₂ letno.



Funded by the
European Union



Spreminjanje travniških pašnikov v kmetijska zemljišča je ena največjih sprememb v rabi zemljišč in pospešuje tako erozijo tal kot izgubo organskega ogljika v tleh.

Pašniki, ki so bili spremenjeni v obdelovalne površine, povzročajo povečanje atmosferskega ogljika.

Vendar pa obstaja veliko spremenljivk, ki vplivajo na izgubo organskega ogljika pri takih transformacijah.



Funded by the
European Union



Poleg neposredne izgube pašnikov je izguba produktivnosti zemlje zaradi nepravilnih praks zelo pogosta situacija v svetu. Na ta način se zaloge ogljika v tleh na poškodovanih območjih naravno zmanjšajo.

Največ škode pri tem povzroča nepravilna paša.

Mongolija je ena od držav z največjimi travišči na svetu. Po opazovanjih, opravljenih v 21-letnem obdobju v Mongoliji, je bilo približno 60 % zmanjšanja biomase na travnikih povezano z manjšo količino padavin in višjo temperaturo, povečano prirejo koz in posledično čezmerno pašo.



Funded by the
European Union



Na teh območjih bo možno povečati produktivnost s pravilnim upravljanjem pašnikov za zaščito in izboljšanje pašnikov.

Navedeno je bilo, da je bilo povečanje C v razponu od 0,105 do več kot 1 Mg na hektar letno doseženo s sanacijskimi praksami, kot so izboljšano upravljanje paše, **gnojenje na travniških pašnikih, obogatitev pašnikov z vrstami metuljnic** in namakanje.



Funded by the
European Union



Vnliv razlik v rahi zemliičř v gozdnatih območjih na zaloge ogljika

ponorov ogljika med kopenskimi ekosistemi. Medtem ko se približno polovica ogljika, ki se globalno zaseže na kopnem, nahaja v gozdovih (1146 x 1015 g), se približno 2/3 te količine zadrži v bazenih prsti. Ker količina ogljika, ki letno vstopi v tla z razgradnjo, presega količino, ki se sprosti z dihanjem, tla prispevajo k neto sekvestraciji ogljika v svetovnem merilu.





Izginjanje gozdnih površin povzroči, da se te površine, ki služijo kot ponor ogljika, spremenijo v vir ogljika.

2,1 milijarde ton emisij CO₂ na leto nastane zaradi degradacije tropskih gozdov. Trdi se, da je 53 % tega posledica proizvodnje lesa, 30 % lesa za kurjavo in 17 % gozdnih požarov.



Funded by the
European Union



V študiji, izvedeni za merjenje neto letnih sprememb nadzemne gostote ogljika žive vegetacije v tropskih gozdovih po svetu, so bili uporabljeni 12-letni satelitski podatki in navedeno je bilo, da so svetovni tropski gozdovi vir ogljika z letnim neto ogljikom sproščanje $425,2 \pm 92,0$ Tg.

Regije	Izguba	Zaloga	Neto
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
Azija	140.7 ± 17.9	112.4 ± 10.3	28.2 ± 21.5
SKUPNO	861.7 ± 80.2	436.5 ± 31.0	425.2 ± 92.0



USV 1842



Funded by the
European Union



Zaradi sprememb v rabi tal je neizogibna sprememba organskega ogljika v tleh na gozdnih območjih, na to spremembo pa vpliva veliko dejavnikov.

Na primer, v študiji, ki je preučevala učinke preoblikovanja iz gozda v nasade, so poročali, da je prišlo do zelo majhne spremembe zalog ogljika v tleh v gozdu s širokolistnimi vrstami, medtem ko je zmanjšanje zalog ogljika doseglo 15 % v območje, spremenjeno iz vrst iglavcev.

Na ogljik v tleh je vplivala intenzivnost padavin, izgube pa so dosegle 56 % na območjih s padavinami nad 1500 mm.



USV 1842



Funded by the
European Union



Ugotovljeno je bilo, da je izguba organskega ogljika v tleh na zemljiščih, spremenjenih iz gozda v kmetijska zemljišča, 42 % in to se zgodi v prvih 60 cm globine tal.

V drugi študiji, ki je preučevala učinek preoblikovanja kmetijskih zemljišč v gozdna območja, so postavili nasade *Pinus radiata* in preučevali rezultate shranjevanja ogljika v tleh. Pri pogoždovanju je bila letna akumulacija ogljika na kvadratni meter na območjih, kjer je bila v preteklosti pridelana vinska trta, 19 g, na območjih, kjer so pridelovali žita, pa 41 g.



USV 1842



Funded by the
European Union



Območja mangrov, ki jih sestavljajo drevesa in grmičevje na obalnih območjih, so pomembni ponori ogljika za svet s potencialom za shranjevanje do 25,5 milijona ton ogljika na leto, se prav tako nenehno zmanjšujejo. Ocenjuje se, da se vsako leto sprosti od **0,15 do 1,02 milijarde ton ogljika** zaradi degradacije mangrov, močvirij in morskih trav.

Spremembe zalog ogljika zaradi urbanizacije

Zaradi naraščajoče urbanizacije opazimo spremembe v pokrovnosti tal, posledično pa pride do znatnih izgub kopenskih zalog ogljika.



Izgube habitatov dosegaajo višje stopnje, zlasti na območjih, ki jih širitev mest manj prizadene. Jasno je, da je v zadnjih letih prišlo do hitre urbanizacije v svetovnem merilu.



USV 1842



Funded by the
European Union



V 63 letih od 1945 do 2007 so izračunali, da je bil izpust ogljika v ozračje zaradi urbanizacije 0,21 Pg.

Raziskovalci ocenjujejo, da se stopnja sekvestracije ogljika v urbanem ekosistemu sčasoma zmanjšuje in po dveh stoletjih skoraj izgine.



Funded by the
European Union



V drugi študiji, ki je poskušala ugotoviti vpliv hitre urbanizacije na kopenske vire ogljika, je bil analiziran vpliv sprememb rabe zemljišč na ponore ogljika in emisije v mestu Guangzhou na Kitajskem od leta 2000 do 2012.

V obdobju študije se je urbanizacija v mestu Guangzhou povečala za 119 %, emisije ogljika pa so znatno presegle zmogljivosti ponora ogljika. Medtem ko je bilo zmanjšanje celotnega ponora ogljika 30 %, so se skupne emisije ogljika povečale s $13,73 \times 10^6$ ton na $39,67 \times 10^6$ ton.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842

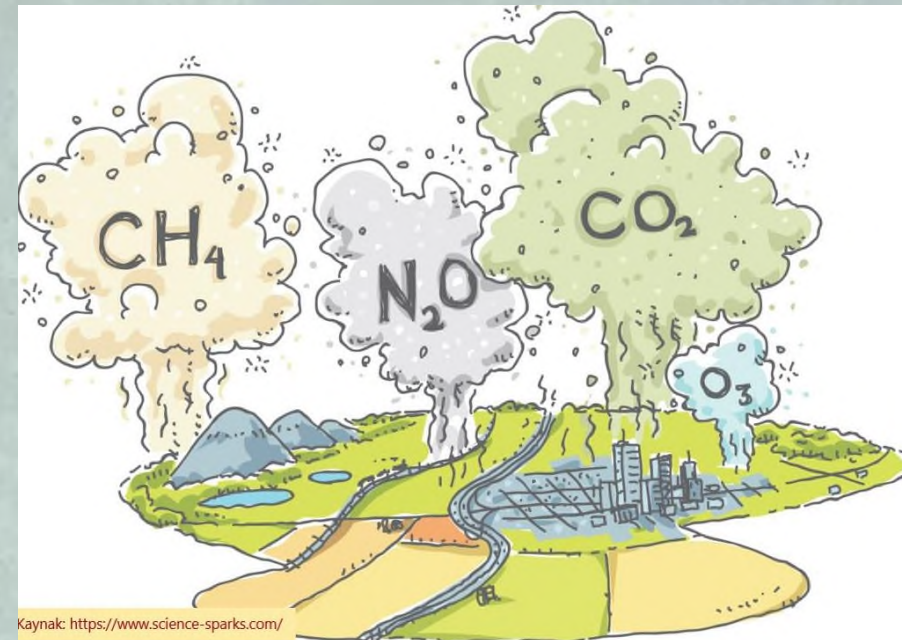


Funded by the
European Union



VPLIV LASTNOSTI TLA NA EMISIJE TGP

Čeprav je povečanje stopenj toplogrednih plinov v svetovnem ozračju v veliki meri posledica dejavnosti v energetskega sektorju, obstajajo tudi znatne količine izpustov v ozračje, povezanih s kmetijstvom, gozdarstvom in rabo zemljišč.



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

Po prehodu na naseljenost in začetku kmetijstva so kmetijska zemljišča postala eden glavnih virov toplogrednih plinov v ozračje. Ocenjuje se, da je emisija toplogrednih plinov iz tal v ozračje od industrijske revolucije $78 \pm 12 \text{ Pg CO}_2\text{-C}$.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Vendar pa so kopenski ekosistemi zbiralnik ogljika, saj se ogljik lahko zadrži tako v biomasi kot neposredno v tleh.

Na emisije iz tal v ozračje ter zadrževanje ogljika v tleh in biomasi lahko vplivajo nekatere lastnosti tal.



USV 1842



Funded by the
European Union



Emisiije toplnotrednih nlinov zaradi vsebnosti organskega ogljika v tleh

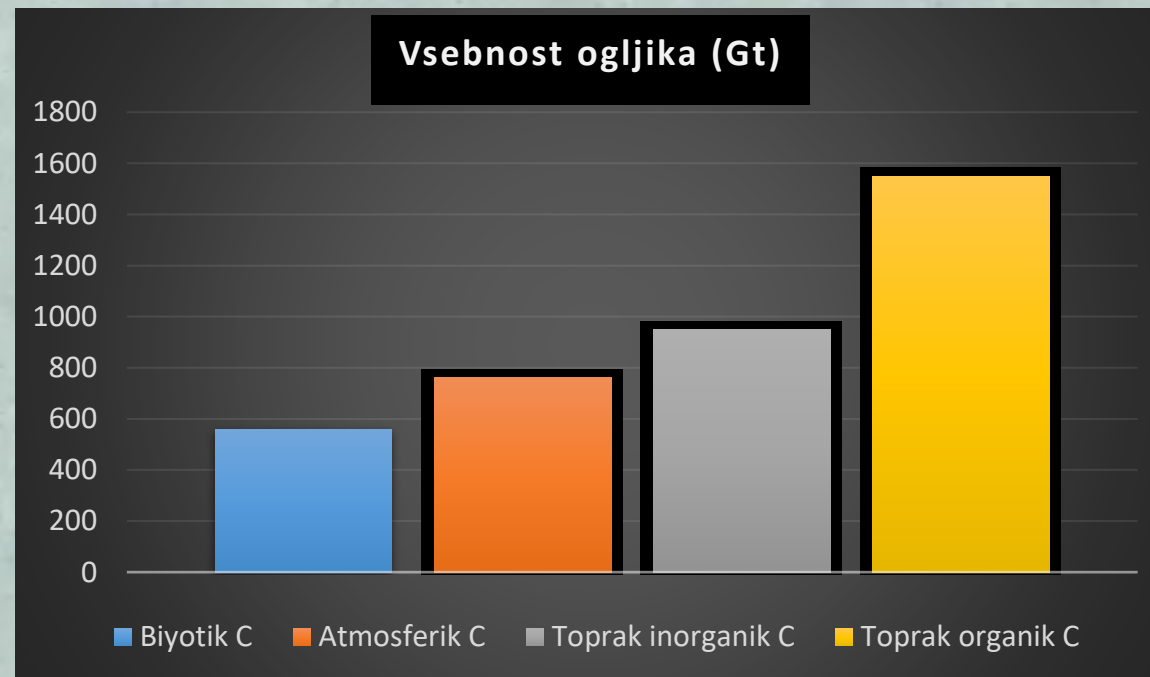
Dodajanje različnih organskih materialov v tla in ponovno pridobivanje izgubljenega ogljika je ena od priporočenih praks za izboljšanje lastnosti tal in celo boj proti podnebnim spremembam. Vendar lahko dodajanje teh materialov v tla olajša sproščanje CO_2 .



Iz tega razloga je pomembno poznati pričakovani učinek organskega materiala, dodanega tlom, poznati sposobnost zadrževanja ogljika v tleh in poznati stanje ravnovesja ogljika v tleh, ki se bo zgodilo kratkoročno in dolgoročno po uporabi. . Zato bi moral biti cilj dolgoročno povečati biološko stabilizirano organsko snov v tleh na način, ki je združljiv z okoljskimi pogoji.



Organski ogljik v tleh je pomemben sestavni del globalnega cikla ogljika in njegova prisotnost v tleh bo pomembno vplivala na globalno podnebje, s katerim bo v prihodnosti sodeloval.



Vsebnost ogljika v tleh, ozračju in živih organizmih (prirejeno po Lal, 2004)



USV 1842



Funded by the
European Union



Vpliv organskega ogljika v tleh na podnebje je zapleten in se lahko razlikuje glede na lastnosti tal.

Na primer, ker bo mikrobna aktivnost večja v tleh z visokimi temperaturami, se bo pospešila razgradnja organske snovi, kar bo povzročilo povečanje izpusta CO_2 in CH_4 v ozračje.

Po drugi strani pa lahko povečana sekvestracija ogljika spodbudi več rastlinske vegetacije.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Obstajata dva osnovna pristopa, ki se široko uporabljata za zmanjšanje količine CO₂ v ozračju. Prvi je zmanjšanje emisij, drugi pa skladiščenje ogljika.

Tla imajo v obeh primerih pomembno vlogo. Sekvestracija ogljika pomeni, da rastline s fotosintezo sprejmejo CO

Vsebnost organske snovi v tleh lahko povečamo z mešanjem rastlinskih ostankov v tla. Povečanje zalog ogljika v tleh pomeni podpiranje procesov, ki tvorijo stabilizirane organske spojine. Če želimo zmanjšati vpliv globalnega segrevanja, bo nedvomno pomembna strategija podpiranje sekvestracije ogljika v tleh, ki so največji kopenski bazen ogljika.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Zmogljivost tal za shranjevanje ogljika ni neomejena in se lahko razlikuje glede na vrsto tal. Čeprav v mineralnih tleh prisotnost delcev gline in melja poveča stabilnost organskega ogljika v tleh z adsorpcijo, znesek je omejen.



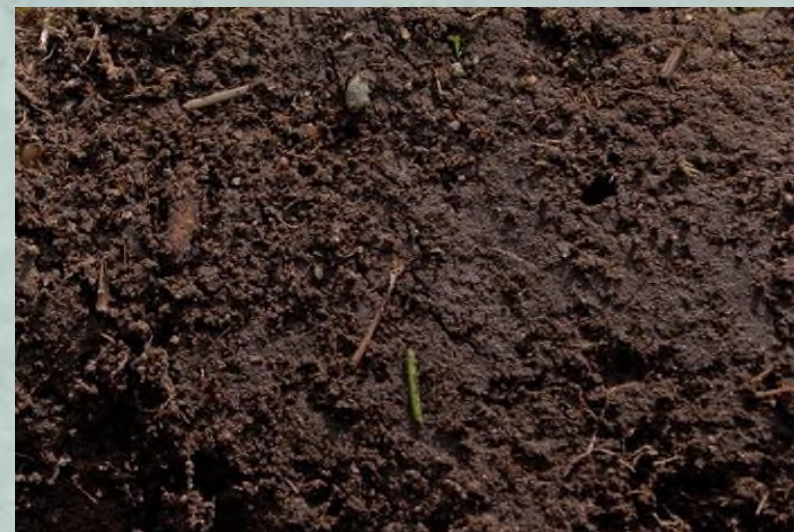
Funded by the
European Union



agregat tal na emisije toplogrednih plinov

Razlike so vidne pri transportu plina in emisijah glede na velikost agregata v tleh.

V študiji, izvedeni v ta namen, so primerjali učinek velikosti talnih agregatov na emisije toplogrednih plinov v dveh tleh s teksturo peščene ilovice in ilovnate ilovice.



Glede na dobljene rezultate je velikost por pomembno vplivala na sproščanje CO_2 in CH_4 iz tal, na sproščanje N_2O



USV 1842



Funded by the
European Union



Največja emisija CO_2 je bila v ilovnato ilovnati zemlji z najmanjšo velikostjo agregata.

V tleh s peščeno ilovnato strukturo so bile največje emisije CO_2 v tleh z največjo velikostjo agregata. Študija je poročala o povečanih tokovih CH_4 v tleh z majhnimi agregati.

Kot rezultat njihove študije so raziskovalci navedli, da lahko prakse obdelave tal, ki močno vplivajo na lastnosti por tal, neposredno vplivajo na emisije toplogrednih plinov.



USV 1842



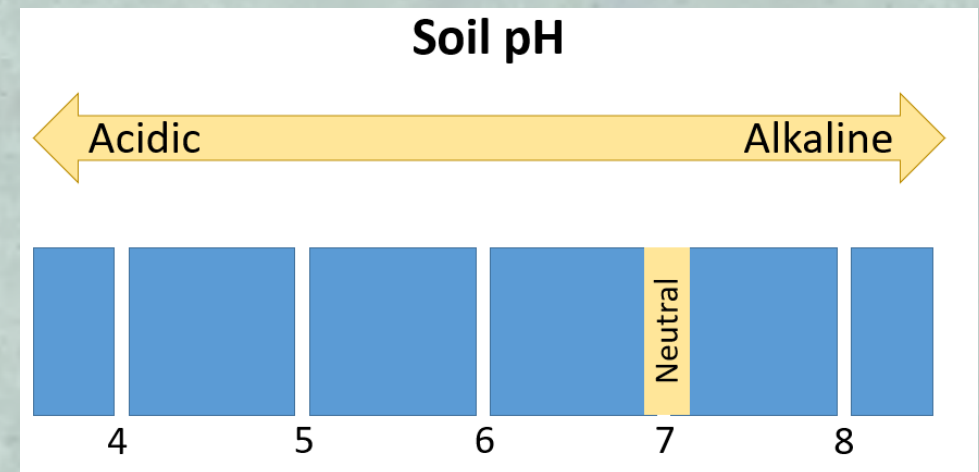
Funded by the
European Union



Učinki pH tal na emisije toplogrednih plinov

pH tal je izraz, ki predstavlja količino H^+ ionov v raztopini tal, ki so v dinamičnem ravnovesju z negativno nabito trdno fazo.

Ioni H^+ , ki jih močno privlačijo negativno nabite trdne površine, lahko nadomestijo druge tam prisotne katione.





Funded by the
European Union



Mnenja o vplivu pH tal na emisije toplogrednih plinov so različna.

pH, ki pomembno vpliva na fizikalne, kemijske in biološke lastnosti tal, neizogibno vpliva na pretok ogljika v tleh.

Alkalna tla imajo znatno višjo vsebnost CO_2 in organski ogljik v teh tleh ni zelo kemično stabilen za mineralizacijo.

Dodajanje kalcijevih sredstev v tla lahko spremeni koncentracije topnega organskega ogljika in spodbudi, čeprav omejeno, mineralizacijo organskega ogljika v tleh.



USV 1842



Funded by the
European Union



V študiji, ki je preučevala vplive pH tal na dolgoročne emisije CO₂, so bile meritve emisij opravljene v tleh s pH vrednostmi 3,65, 5,00, 6,90 in 8,55.

Glede na pridobljene rezultate je bilo razvidno, da gnojenje z amonijem in nitratom ni vplivalo na emisije CO₂ pri različnih pH vrednostih tal.

Kot so poročali raziskovalci, sta zvišanje pH in gnojenje z dušikom občutno povečala emisije CO₂, heterotrofno mikrobno dihanje v tleh pa je imelo prevladujočo vlogo pri emisijah CO₂.



Funded by the
European Union



Vlaga v tleh in emisije toplogrednih plinov iz tal

Medtem ko je razvoj rastlin na nenamakanih površinah omejen z razpoložljivo vlago v tleh, se z namakanjem povečata nadzemni del in razvoj korenin rastlin. To stanje tudi poveča vnos ogljika v tla.

Vnos ogljika v tla povečamo z gnojenjem in namakanjem na obdelovalnih površinah in pašnikih. S povečanjem vlažnosti tal se poveča tudi mikrobna aktivnost.

Tako zaradi povečanja biomase kot posledično povečanega vnosa ogljika in pospeševanja razgradnje organskega ogljika zaradi povečane mikrobne aktivnosti se poveča tudi sproščanje CO₂ iz tal.





USV 1842



Funded by the
European Union



V študiji, ki je preučevala učinke omejenih namakalnih praks na emisije toplogrednih plinov pri kapljičnem namakanju, so bile najvišje vrednosti emisij CO_2 v preteklih letih dosežene na območju, kjer je bilo opravljeno največ namakanja, in navedeno je bilo, da so vrednosti emisij izmerjene po namakanju so bile višje od vrednosti, izmerjenih pred namakanjem.

Podobni rezultati so bili pridobljeni tudi pri vrednostih emisij N_2O , izmerjenih v študiji, najvišje vrednosti emisij pa so bile dosežene na območju z največ namakanja.

Kot rezultat študije so raziskovalci **izjavili, da namakalne prakse znatno povečajo emisije toplogrednih plinov**.

Vendar pa je bilo navedeno, da so manjše emisije CO_2 pri omejenih namakanjih posledica upočasnitve aktivnosti mikroorganizmov.



USV 1842



Funded by the
European Union



Temperatura tal in emisije toplogrednih plinov iz tal

Temperatura tal je skupaj z vlažnostjo lahko učinkovita pri sproščanju toplogrednih plinov zaradi vpliva na mikrobnost aktivnost. Pri ustreznih temperaturnih pogojih tal se emisije CO_2 povečajo zaradi oksidacije organske snovi. Povišanje temperature tal pospeši razgradnjo organske snovi, povzroči povečano mikrobnost aktivnost in razvoj korenin, posledično pospeši proces mineralizacije ogljika in poveča emisije CO_2 .





USV 1842



Funded by the
European Union



Glede na rezultate raziskave o vplivu temperature in vlage tal na koncentracije N_2O in CO_2 je koncentracija N_2O naraščala vzporedno z naraščanjem vlažnosti tal v globini 10-30 cm. Z zviševanjem temperature tal se je povečevala tudi koncentracija CO_2 v tleh.

V drugi študiji je bilo podobno ugotovljeno, da so se emisije CO_2 povečale s povišanjem temperature tal in da je stopnja povečanja dosegla 59 %.

ni vedno mogoče doseči



USV 1842



Funded by the
European Union



Sprememba emisii toplogrednih plinov v odvisnosti od praks obdelave tal

Zaradi obdelovanja tal lahko pride do znatnih sprememb v prenosu toplogrednih plinov med ozračjem in tlemi.



Emisije toplogrednih plinov, ki so posledica obdelovanja tal, lahko nastanejo neposredno zaradi uporabe fosilnih goriv, ki jih porabijo uporabljena vozila, ali pa se lahko pojavijo zaradi učinkov, ki jih ima na lastnosti tal.



USV 1842



Funded by the
European Union



Obdelovanje tal lahko vpliva na porazdelitev in preoblikovanje vsebnosti ogljika v tleh z odpiranjem ali zapiranjem novih prenosnih kanalov med površino tal in ozračjem.

Poleg tega lahko spremembe nekaterih lastnosti tal, kot so stabilnost agregata, sposobnost zadrževanja vode in temperatura zaradi obdelave tal, spremenijo dinamiko razgradnje organske snovi.



Funded by the
European Union



V študiji, namenjeni ugotavljanju možnih učinkov zmanjšane obdelave tal na emisije CO₂ iz tal, so primerjali štiri različne prakse.

Ti nanosi so 12 cm obdelava tal z dletom, 5 cm obdelava tal z dletom, mulčenje slame na površini in neobdelane zemlje, pokrite s strniščem.

Obdelava tal na globini 10-12 cm poleti je v primerjavi z drugimi praksami povečala emisije CO₂ za približno 2-krat. Sledila je plitva obdelava tal, mulčenje in brez oranja.



USV 1842



Funded by the
European Union



V študiji, v kateri so primerjali učinke tradicionalne obdelave tal in neposredne setve na emisije CO₂, so sojo gojili ob obdelavi tal z dletom, kolutno brano in kultivatorjem, pri drugi uporabi pa z direktno setvijo . Emisije CO₂ iz tal smo merili 55 dni.

Kot rezultat študije je bilo ugotovljeno, da je najmanjša emisija nastala pri uporabi neposredne setve.



USV 1842



Funded by the
European Union



Mulčenje je ena izmed učinkovitih praks pri sekvestraciji ogljika in ta učinek se lahko razlikuje glede na lastnosti tal in čas nanašanja na material za zastirko.

Mulčenje pomaga zmanjšati negativne učinke podnebnih sprememb z izravnavo emisij toplogrednih plinov in povečanjem sekvestracije organskega ogljika v tleh.

Vendar pa lahko dolgoročno dodajanje ostankov pripelje tla do ravni nasičenosti z ogljikom, kar povzroči situacijo, ko emisije toplogrednih plinov iz tal presežejo količino sekvestracije ogljika.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



EMISIJE TOPLOGREDNIH PLINOV IZ UPORABE GNOJIL



Emisije toplogrednih plinov iz kmetijstva so večinoma sestavljene iz metana (CH_4) in dušikovega oksida (N_2O). Najvišje emisije toplogrednih plinov med kmetijskimi dejavnostmi so črevesne. Nastanejo s fermentacijo in njena stopnja je blizu 48 %.

Vir emisije	količino sproščanja (kiloton ekvivalenta CO_2)	%
Enterična fermentacija	2849716	47,60
Živalski gnoj, ki ostane na pašnikih	772541	12.91
Dodatno kmetovanje	686111	11.46
S sintetična gnojila	625107	10.44
Uporaba in ravnanje z živalskim gnojem	399815	6.68
B goreče savane	211921	3.54
Ostanki izdelkov	191540	3.20
Živalski gnoj, ki se nanese na tla	165093	2.76
Obdelana organska tla	46996	0,79
Ostanki zgorelih izdelkov	37387	0,62
SKUPAJ	5986227	100

Eden najpomembnejših kmetijskih vložkov v rastlinsko pridelavo so gnojila, zaradi gnojil pa se v ozračje sproščajo znatni izpusti toplogrednih plinov. 10 % plinov, izpuščenih v ozračje zaradi kmetijskih dejavnosti, je bilo leta 2020 realiziranih s sintetičnimi gnojili.



Poleg kemičnih gnojil, ki se uporabljajo v kmetijstvu, imajo pomemben delež kot vir emisij tudi živalski gnoj .

Na splošno se izpusti toplogrednih plinov v ozračje z leti povečujejo. To velja tudi za emisije toplogrednih plinov iz kmetijstva , povečanje emisij iz kmetijstva zaradi uporabe kemičnih gnojil pa je doseglo veliko višje stopnje.

Vir emisije	Količina emisij (ekvivalent kiloton CO							Stopnja spre mbe (%)*
	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020	
Enterična fermentacija	1829661	2069925	2320767	2493671	2473802	2654500	2849716	56
Paddy kmetovanje	487941	560752	609831	620854	653281	682752	686111	41
Živalski gnoj	109013	122615	144580	156499	145270	156386	165093	51
S sintetična gnojila	63209	174069	334374	425288	446178	559822	625107	889



USV 1842



Funded by the
European Union

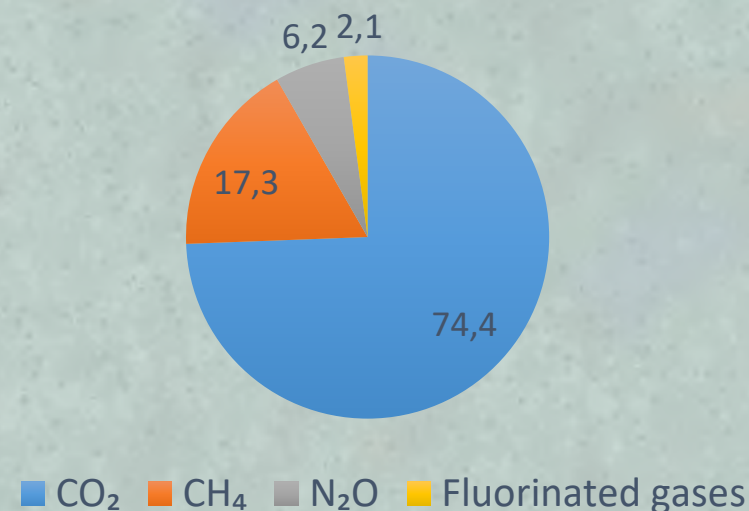


Mehanizem iznista toplogrednih plinov v ozračje prek gnojil

Emisije toplogrednih plinov iz kmetijstva so v veliki meri sestavljene iz dušikovega oksida (N_2O), ki nastane pri gnojenju, in plina metana (CH_4), ki nastane pri govedoreji. Plina N_2O in CH_4 sta plina z večjim potencialom globalnega segrevanja kot plin CO_2 . V Svetu za globalne podnebne spremembe je bilo navedeno, da imata enoti mase plinov CH_4 in N_2O 25 oziroma 298-krat večji potencial globalnega segrevanja kot plin CO_2 .

Če ne bomo sprejeli nobenih previdnostnih ukrepov, se predvideva, da se bo količina N_2O v ozračju do leta 2030 povečala za 35-60 %, količina CH_4 v ozračju pa za 60 %.

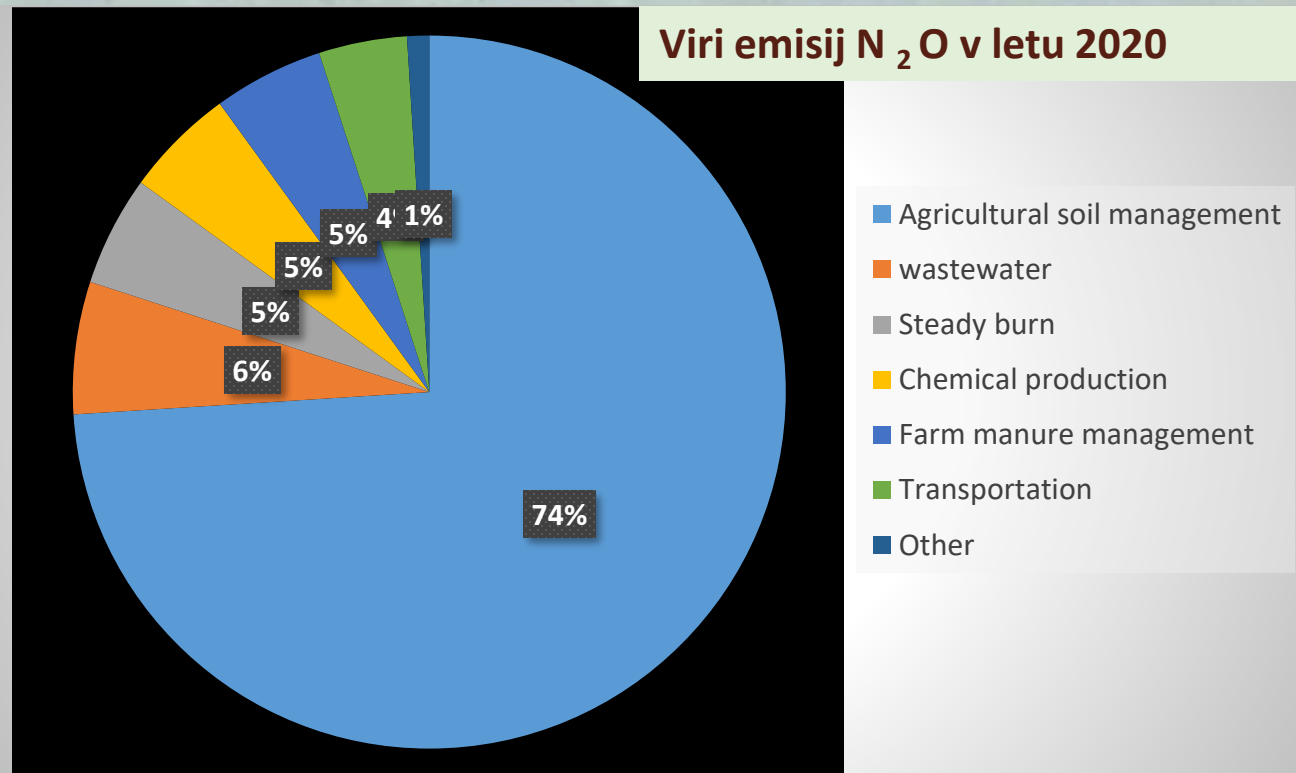
Plin emisije



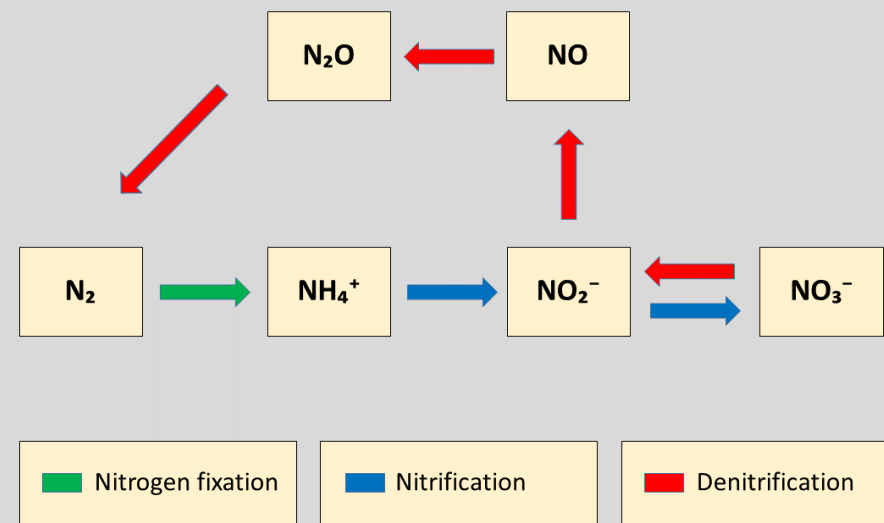
Molekule dušikovega oksida lahko v ozračju ostanejo v povprečju 114 let.

Čeprav na svetovni ravni večina emisij N_2O pride v ozračje naravno, jih približno 40 % povzročijo človeške dejavnosti.

N_2O , ki jih povzroči človek, se v ozračje večinoma sproščajo zaradi kmetijskih dejavnosti. Uporaba dušikovih gnojil v kmetijskih dejavnostih močno vpliva na emisije N_2O .



Shematski prikaz kroženja dušika



Dva glavna načina nastajanja N_2O v kmetijskih tleh sta nitrifikacija in denitrifikacija. Pretvorba amonija v nitratne ione s strani nekaterih mikroorganizmov v tleh je opredeljena kot nitrifikacija.

Nitrifikacija poteka v prisotnosti kisika. Denitrifikacija je postopek redukcije nitrata v prosti plinast dušik (N_2) po različnih postopkih. Čeprav je med tem procesom pretvorba nitrata v plin N_2 na splošno končana, se v ozračje sprosti majhna in spremenljiva količina dušika v obliki plina N_2O .



USV 1842



Funded by the
European Union



Za razliko od drugih dušikovih gnojil se pri vnosu gnojila s sečnino v tla sprosti CO_2 , dodan med industrijskim proizvodnim procesom.

Sečnina ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) se v prisotnosti vode in encimov ureaze spremeni v amonijeve (NH_4^+), hidroksilne (OH^-) in bikarbonatne (HCO_3^-) ione. HCO_3^- , ki nastane kot rezultat reakcije, se po dodatku apna loči na sestavni del

Na ta način se sproščanje CO_2 iz tal pojavi na nižjih ravneh v primerjavi s sproščanjem N_2O pri uporabi dušikovih gnojil.





USV 1842



Funded by the
European Union



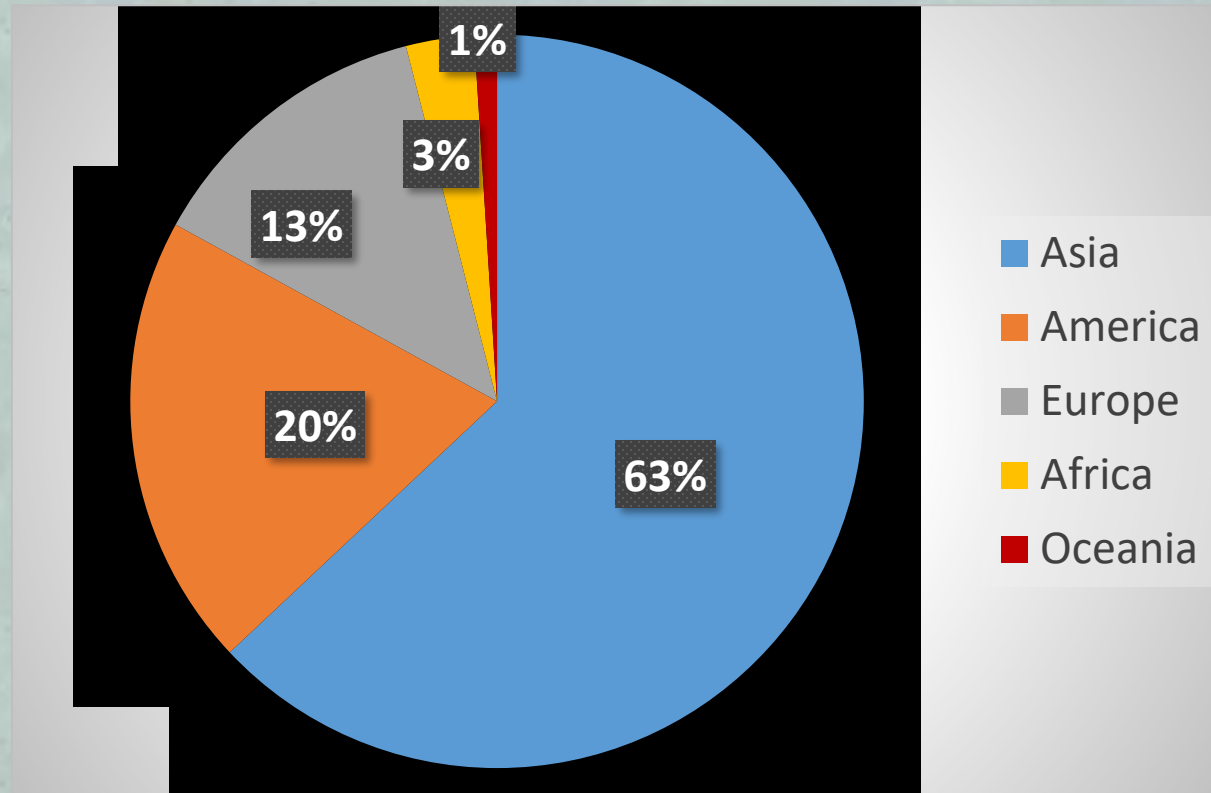
Emisije toplinotvornih plinov iz dušikovih sintetičnih gnojil

Prva metoda za povečanje učinkovitosti rastlinske pridelave je gnojenje. Dušikova gnojila so med najbolj uporabljanimi gnojili na svetu. Letna proizvodnja dušikovih gnojil je ocenjena na približno 100 Tg N v svetovnem merilu.

Vendar pa lahko dušikova gnojila povzročijo resne okoljske težave, če se ne uporabljajo previdno. Onesnaženje podzemne vode z nitrati je eden od teh problemov. Druga pomembna težava je, da se spremeni v plin N_2O in se po uporabi sprosti v ozračje.

Čeprav gre za zelo majhno količino izpustov, je njegov učinek zelo močan zaradi velikega potenciala globalnega segrevanja in dejstva, da lahko ostane v ozračju dalj časa. Pri vrednotenju z vidika potenciala globalnega segrevanja velja, da vsak 1 kg N, vnesenega v tla, predstavlja povprečno 4,65 kg CO_2 .

Od leta 1961, za katerega imamo dostop do globalnih podatkov, so se izpusti toplogrednih plinov zaradi uporabe sintetičnih gnojil povečali približno 10-krat.



N₂O iz sintetičnih gnojil v obdobju 2001-2011 po celinah

Emisije toplogrednih plinov iz sintetičnih gnojil predstavljajo približno 11 % vseh emisij iz kmetijstva. Znatna količina teh emisij prihaja iz azijske celine.



Funded by the
European Union



Nekateri okoliski dejavniki ki vplivajo na emisije toplogrednih plinov iz gnojil

Na nastanek dušikovega oksida v tleh vplivajo različni okoljski dejavniki.

Količina nastalega N_2O je odvisna od količine kisika v prazninah tal, smer reakcije pa od temperature. Medtem ko se pretvorba dušikovih komponent upočasni pri nizkih temperaturah, stopnja pretvorbe narašča z naraščajočo temperaturo.

Drugi dejavnik, ki vpliva na sproščanje N_2O iz kmetijskih tal, je količina amonija (NH_4^+), ki se lahko uporabi za nitrifikacijo, in koncentracija nitrita (NO_2^-), ki se uporablja za denitrifikacijo.

Poleg tega se v lahkih, nevtralnih ali rahlo kislih tleh sproščanje N_2O poveča s prisotnostjo NO_3 v okolju.



USV 1842



Funded by the European Union

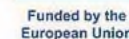


Išinki gnojil s povečano učinkovitostjo na zmanjšanje emisij

Povečanje učinkovitosti gnojil, zmanjševanje morebitnih izgub v tleh in zagotavljanje, da imajo rastline več koristi od hranil, ki jih vsebujejo, je v zadnjih letih postala zelo priljubljena metoda. Ta gnojila, ki se na splošno imenujejo gnojila s povečano učinkovitostjo, so opredeljena kot " **izdelki gnojil z lastnostmi, ki povečajo absorpcijo rastlin in zmanjšajo izgubo hranil** " .



različne metode, kot so **premazovanje, inkapsulacija** in dodajanje inhibitorjev, katerih namen je povečati učinkovitost dušikovih gnojil. Na ta način je mogoče emisije dušika porazdeliti na široko obdobje, izgube pa so čim manjše.



Gnojila in gnojila s počasnim in nadzorovanim sproščanjem z Inhibitorji ne samo, da imajo večjo učinkovitost pri uporabi dušika, ampak imajo tudi potencial za zmanjšanje emisij N_2O , ki so posledica gnojenja.

Glede na rezultate študije, ki je bila izvedena v pogojih namakanega kmetovanja in gojenja koruze v različnih obdobjih:

Polimerno prevlečena sečnina s kontroliranim sproščanjem je zmanjšala emisije N_2O za 42 % v primerjavi s sečnino in za 14 % v primerjavi z gnojilom iz amonijevega nitrata (UAN) v okoljih no-till in minimalne obdelave tal.

Uporaba inhibitornega gnojila s sečnino je zmanjšala vrednost emisije N_2O za 46 % v primerjavi z običajno sečnino in za 21 % v primerjavi s sečnino amonijevim nitratom.



USV 1842



Funded by the
European Union



Emisije toplogrednih plinov med proizvodnjo gnojil

Haber-Boscheva tehnika za pridobivanje amoniaka (NH_3) iz dušika (N) in vodika (H) je primarna metoda proizvodnje dušikovih gnojil v svetu, ta metoda pa zahteva visoke temperature in veliko energije.

Ocenjuje se, da se med proizvodnjo gnojil porabi približno 1,2 % svetovne energije in da se izpusti enako količino toplogrednih plinov.





Funded by the
European Union



Glavna toplogredna plina, ki se sproščata pri proizvodnji dušikovih gnojil, sta CO_2 , ki nastane pri sežiganju zemeljskega plina, ki se uporablja pri sintezi amoniaka, in N_2O , ki se sprošča pri proizvodnji dušikove kisline.

Pri proizvodnji amoniaka je za 1 metrično tono brezvodnega amoniaka potrebno približno 1250 m

Količina toplogrednih plinov, izpuščenih v ozračje med svetovno proizvodnjo gnojil leta 2020, je bila po poročanju 389142 kiloton ekvivalenta CO_2 .

CO_2 , ki se sprošča zaradi uporabe fosilnih goriv med proizvodnjo fosforjevih gnojil, in CO_2 , ki se sprošča med prevozom surovin, sta postala glavna toplogredna plina v proizvodnji.



USV 1842



Funded by the
European Union



Organska gnojila povzročajo velike količine emisij, zlasti pri dolgotrajnem skladiščenju.

Ugotovljeno je bilo, da medtem ko se emisije CH_4 zmanjšajo med skladiščenjem tekočih organskih odpadkov ali gnojil, se emisije N_2O povečajo.

Poroča se, da emisij, ki so posledica skladiščenja sintetičnih gnojil, skoraj ni.



USV 1842



Funded by the
European Union



Emisije toplogrednih plinov iz živalskih gnojil

Živalski gnoj ima velik delež v emisijah toplogrednih plinov v kmetijstvu. Ravnanje z živalskimi gnojili, živalski gnoj, ki ostane na pašnikih, in živalski gnoj, uporabljen v tleh, povzročijo približno 22 % vseh emisij toplogrednih plinov iz kmetijstva. Emisije iz živalskega gnoja, ki nastanejo pri živinoreji, so plini metan (CH_4) in dušikov oksid (N_2O).





Toplogredni plini, ki se sproščajo z živalskim gnojem, se zelo razlikujejo glede na številne dejavnike.

Na podlagi "Nacionalnega poročila o popisu emisij toplogrednih plinov" IPCC in na podlagi povprečne letne temperature 20 °C za različne živali so faktorji emisije plina CH₄ podani v spodnji tabeli.

F roka A žival	Emisijski faktor (kg CH ₄ Glava živali ⁻¹ leto ⁻¹)
D zračno govedo	27
Drugo govedo	13
prašič	5
Prašič B reeding	8
Bivol	11
ovce	0,28
Koza	0,20
kamela	2.37
Konj	2.34
osel in mula	1.10
piščanec	0,02
Turčija	0,09
Raca	0,03



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



UČINKI UPORABE APNENA V KMETIJSKIH TLAH NA EMISIJE TGP



USV 1842



Funded by the
European Union



Materiali za izboljšanje tal se v svetu pogosto uporabljajo za povečanje učinkovitosti kmetijske proizvodnje v kislih tleh. Glavni cilj uporabe teh materialov je povečati razpoložljivost rastlinskih hranil z zmanjšanjem kislosti tal.



<https://thatsfarming.com/>

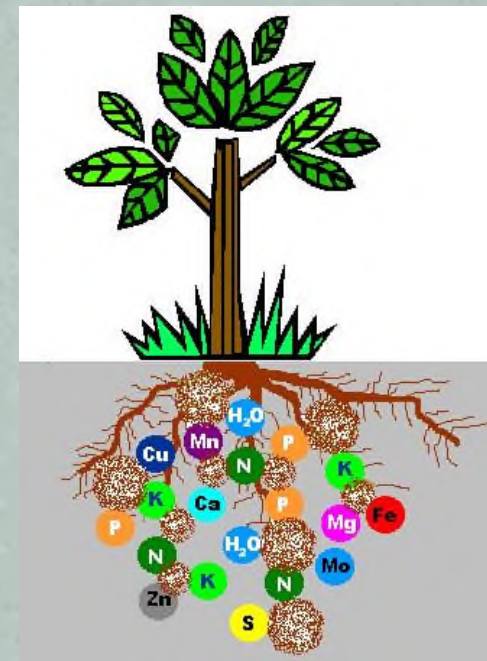
Na ta način se poveča rodovitnost tal in posledično izboljšata pridelek in kakovost proizvoda. Najprimernejša metoda za ta namen po vsem svetu je apnenje kmetijskih tal.

Vpliv reakcije tal na razvoj rastlin

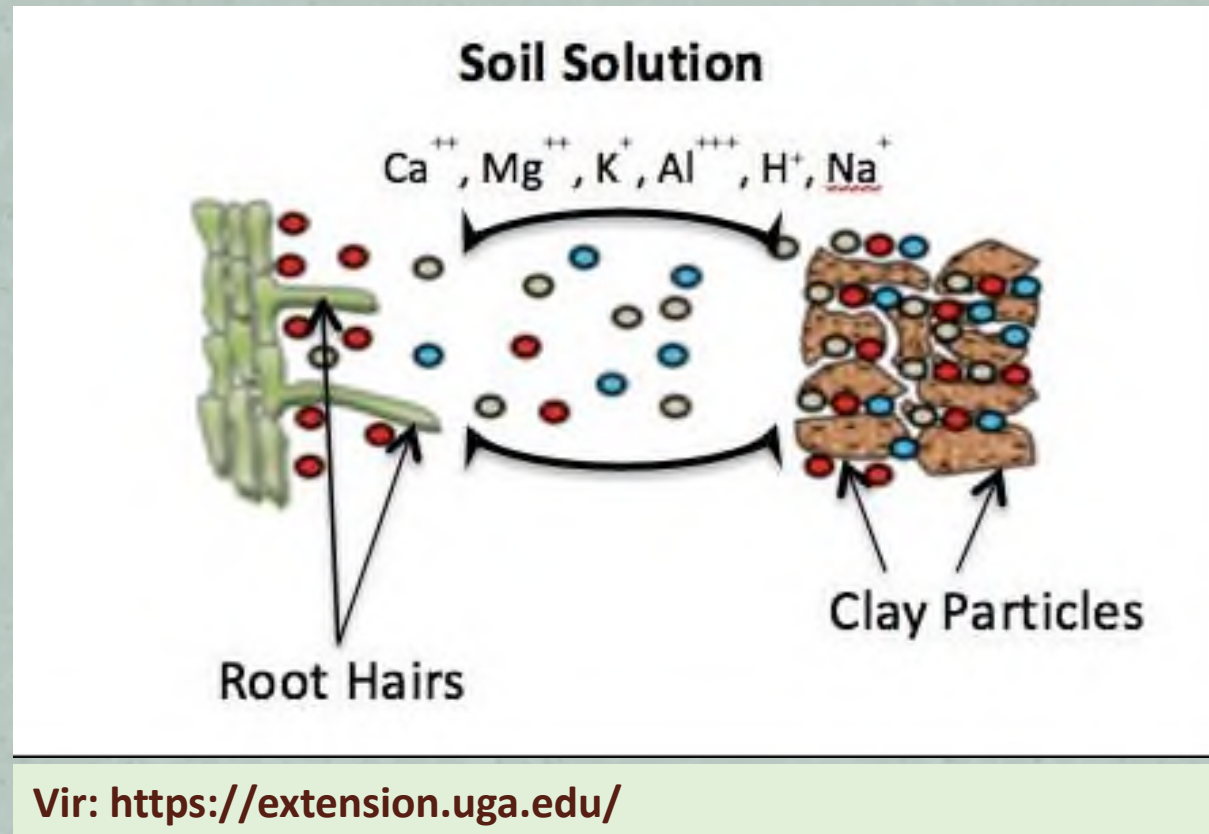
Obstaja veliko dejavnikov, ki vplivajo na absorpcijo rastlinskih hranil v tleh s strani rastlin. Med temi dejavniki je reakcija tal eden najpomembnejših.

Rastline lahko na splošno izkoristijo rastlinska hranila na optimalni ravni, če je pH tal blizu nevtralne reakcije.

Vendar pa povečanje kislega ali bazičnega pH v raztopini tal znatno zmanjša topnost nekaterih rastlinskih hranil.



Kislost tal je izraz, ki se uporablja za izražanje količine vodikovih (H) in aluminijevih (Al) ionov v tleh. Povečanje količine vodikovih ali aluminijevih ionov pomeni zakisanost tal in negativno nabito kationsko izmenjevalno sposobnost (CEC) tal je omejena.



To je škodljivo stanje za rast korenin in normalen razvoj rastlin.



USV 1842



Funded by the
European Union



Kislost tal lahko negativno vpliva na razvoj rastlin na različne načine.

Zmanjšanje vnosa nekaterih rastlinskih hranil zaradi povečanja kislosti ali učinkov toksičnih ionov se lahko šteje za najpomembnejši problem.

V kislih tleh so opažena pomanjkanja nekaterih hranil, kot so **fosfor, molibden in kalcij**, zaradi zmanjšanja njihove topnosti, medtem ko se lahko ioni, kot so **aluminij, mangan in vodik**, povečajo do ravni, ki lahko povzročijo toksičnost.

Kislost je pomemben dejavnik, ki omejuje pridelek v tleh, približno **štiri milijarde hektarjev** zemlje na svetu pa je kislih.



Uporaba apnenja v kmetijskih tleh

V kislih tleh je apnenje najpogosteje uporabljena metoda za nevtralizacijo tal. Materiali za apnenje, ki se običajno uporabljajo za odpravo kislosti, so kalcijeve spojine, kot so apnenec, gašeno in živo apno ter dolomit.

Medtem ko kalcij ne more povečati pH tal, če se uporablja sam, lahko bazične katione v materialih za apnenje nevtralizirajo vodikovi ioni v kislih tleh.





USV 1842



Funded by the
European Union



Če je apnenje opravljeno pravilno, zagotavlja znatne koristi pri pridelavi pridelka, nekatere od teh prednosti so naslednje:

*Z apnenjem v kislih tleh rastline bolje razvijejo korenine, saj bodo manj izpostavljene toksičnosti aluminija.

*Odvisno od materiala, uporabljenega pri apnenju, se zemlji dodajo rastlinska hranila, kot sta kalcij in magnezij.

*Ker se poveča topnost hranil zaradi povečanja pH tal, se poveča vnos hranil skozi rastlinske korenine.



Funded by the
European Union



*Z apnenjem se poveča sposobnost kationske izmenjave (CCC) tal, kar preprečuje izgubo bistvenih kationov, zlasti kalija, z izpiranjem.

*Ker bo nastajanje nodulov podprto v stročnicah, se bo povečala biološka fiksacija dušika.

*Ker se bodo nekateri herbicidi lažje razgradili v optimalnem pH tal, so med kolobarjenjem preprečene poškodbe rastlin. Nekateri nematicidi delujejo bolj učinkovito na območjih, kjer je bilo opravljeno apnjenje.

Pri apnenju je treba poleg značilnosti tal poznati tudi optimalno pH-vrednost gojene rastline. Vedno se lahko pojavijo različne prehranske težave, če nanesemo preveč apna.

Optimalne zahteve glede pH nekaterih rastlin so prikazane ob strani.

Rastlina	pH
sladka koruza	6.0
Soja	6.0
Bombaž	6.2
Šparglji	6.5
fižol	6.0
Paradižniki	6.5
Deteljica	6.5
Apple	6.5
Jagoda	6.0
Jelka	5.5
Borovnice	4.5



USV 1842



Funded by the
European Union



Na splošno apnenje materialov prihajajo v dveh različnih vrste :

The prvi skupina , imenovana kalcitični apnenec , vključuje kalcij karbonat (**CaCO_3**) , kalcij hidroksid [**$\text{Ca}(\text{OH})_2$**] oz kalcij oksid (**CaO**) .

dolomitsko apnenec [**$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$**] , ki vsebuje pomemben količino magnezija skupaj z kalcija , je razvrščen kot drugo tip .



USV 1842

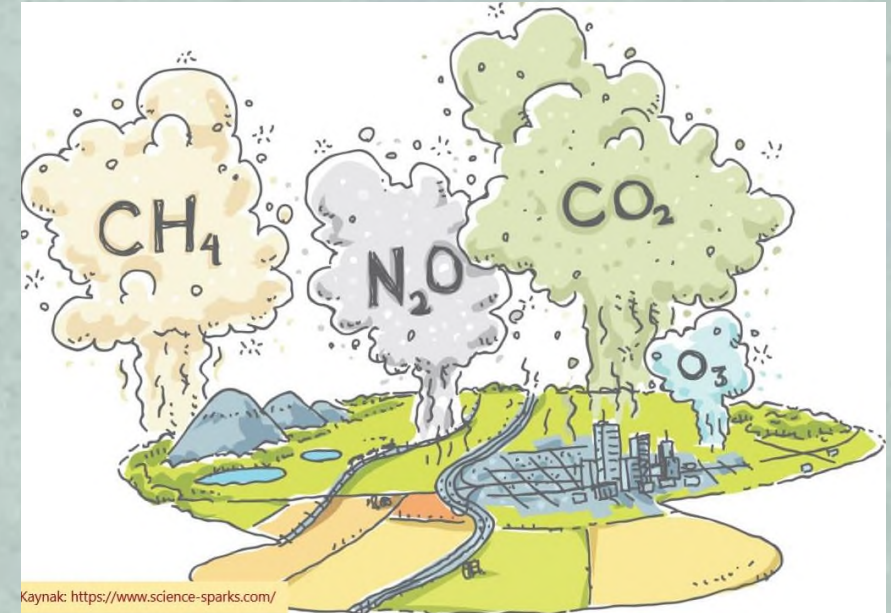


Funded by the
European Union



Vnliv uporabe apna v tleh na emisije toplogrednih plinov

Nanašanje materialov za apnenje v tla za zagotovitev nevtralizacije v kisljih tleh ima tudi nekatere okoljske učinke. Ti učinki se lahko razlikujejo glede na številne spremenljivke. Na plina CO_2 in N_2O , ki sta toplogredna plina, ki povzročata globalno segrevanje, uporaba apnenca vpliva bolj kot na plin CH_4 .



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



Funded by the
European Union



İlçinki annenia na sproščanje ogljikovega dioksida v tleh

Zaradi nanašanja apna na kislila tla lahko opazimo povečanje količine CO₂ v atmosferi. To situacijo poskušamo razložiti s spodnjo enačbo:





USV 1842



Funded by the
European Union



- Ko se apno raztopi v talni vlagi, se koncentracije kalcijevih (Ca^{2+}) in bikarbonatnih (HCO_3^-) ionov v izmenjevalnem kompleksu povečajo.
- Posledično se ioni Al^{3+} nadomestijo z ioni Ca^{2+} in pH tal se poveča zaradi zmanjšanja kisle hidrolize aluminijskega hidroksida.
- Ko bikarbonatni (HCO_3^-) ioni, ki nastanejo med to reakcijo, reagirajo z ioni H^+ , prisotnimi v tleh, se sprostita ogljikov dioksid (CO_2) in voda (H_2O).
- Zaradi teh procesov se zmanjša koncentracija H^+ , ki povzroča kislost v tleh, hkrati pa se delno odpravijo pogoji, ki ovirajo razvoj rastlin, kot sta toksičnost, ki jo povzročajo ioni Al^{3+} in pomanjkanje Ca^{2+} .



USV 1842



Funded by the
European Union



Navedeno je, da CO_2 sproščen v ozračje zaradi uporabe kalcita in dolomita v ZDA, predstavlja 1,7 % skupnih emisij toplogrednih plinov v kmetijstvu in 0,13 % skupnih emisij toplogrednih plinov.

V študiji, izvedeni za izračun emisij CO_2 zaradi apnenja kmetijskih tal v Braziliji, so poročali, da je bila povprečna količina emisij 7,2 Tg na leto v obdobju med letoma 1990 in 2000.



USV 1842



Funded by the
European Union



İlçinki apnenia na sproščanje dušikovega oksida v kislih tleh

Apnenje poveča pH tal in s tem poveča rodovitnost tal. Poleg tega vpliva tudi na emisije toplogrednih plinov glede na vsebnost ogljika v tleh in cikel elementov.

V nasprotju s povečanjem emisij CO_2 v ozračje zaradi apnenja so številne študije poudarile zmanjšanje emisij N_2O zaradi gnojenja z dušikom.



USV 1842



Funded by the
European Union



- V študiji, ki je preučevala izgube dušika zaradi apnenja tal, je bilo ugotovljeno, da so se izgube dušika pri izpiranju z apnenjem in emisije N_2O v ozračje zmanjšale, povečale pa so se neposredne emisije CO_2 zaradi apnenja. V študiji so bile emisije toplogrednih plinov, ki so posledica apnenja, približno štirikrat večje od količine, prihranjene z zmanjšanjem emisij N_2O . Navedeno je bilo, da.

- V študiji, ki je preučevala učinke apnenja, so preučevali možne učinke štirih različnih materialov za apnenje na sproščanje N_2O v tleh s pH 5,35. V študiji so bili kot materiali za apnenje uporabljeni dolomit- $CaMg(CO_3)_2$, kalsit- $CaCO_3$, kalcijev hidroksid- $Ca(OH)_2$ in kalcijev oksid- CaO , opaženo pa je bilo zmanjšanje sproščanja N_2O iz tal kot rezultat vseh prijav. V primerjavi z drugimi aplikacijami je bilo največje zmanjšanje sproščanja N_2O doseženo pri aplikaciji $Ca(OH)_2$, kar je bilo povezano z nadaljnjim dvigom pH.



USV 1842



Funded by the
European Union



- V študiji, ki je bila izvedena za razkrivanje učinkov emisij toplogrednih plinov na območjih, kjer se izvaja poljedelstvo brez obdelave tal in se uporablja apno, so bile opažene emisije N_2O in CH_4 iz kislih tal z nezadostno drenažo.
- Po rezultatih raziskave so se emisije N_2O z apnenjem zmanjšale za 61 % na območjih, kjer so uporabljali konvencionalne kmetijske prakse, medtem ko na območjih, kjer se je poljedelovanje izvajalo brez obdelave, učinka ni bilo.
- Glede na svoje rezultate so raziskovalci poudarili, da je poljedelstvo brez oranja pomembno orodje za izboljšanje fizikalnih lastnosti tal in hkrati zmanjšanje emisij N_2O in CH_4 .



USV 1842



Funded by the
European Union



1 Etkinlik uporabe bioogljja na emisije toplogrednih plinov

Kot biooglje so opredeljene organske spojine, ki so bogate z ogljikom, odporne proti razgradnji in imajo porozno strukturo, pridobljene s termokemično transformacijo biomase v pogojih visoke temperature, brez kisika ali z omejeno vsebnostjo kisika.



Dejstvo, da je proizvedeno biooglje večinoma **alkalno**, je povzročilo, da je bila večina doslej opravljenega dela v kislih tleh. Bil je predmet številnih raziskav, ker povečuje razpoložljivost hranil s povečanjem pH tal, ko ga uporabljamo kot pri apnenju.



Najti je mogoče veliko študij, ki preučujejo učinke uporabe biooglja na tokove toplogrednih plinov v tleh.

so poskušali ovrednotiti učinke uporabe biooglja na tokove CO_2 , CH_4 in N_2O .

Glede na rezultate študije so poročali, da so se tokovi CO_2 v tleh povečali za 22 % zaradi uporabe biooglja, medtem ko so se tokovi N_2O zmanjšali za 31 %. Vendar uporaba biooglja ni pokazala vpliva na pretok CH_4 v tleh.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



BOLJ TRAJNOST GNOJENJA V KONTEKSTU PODNEBNIH SPREMEMB



Funded by the
European Union



Glavni cilj proizvajalcev zeliščnih izdelkov v današnjem svetu je pridobiti največjo količino in kakovost izdelkov, ki si jih lahko privoščijo. Za doseganje tega cilja so gnojila eden najpomembnejših vložkov v kmetijstvu. Količine osnovnih gnojil, porabljenih v kmetijski proizvodnji po svetu v zadnjih letih, so prikazane v tonah.

leta	Dušikovo gnojilo (N)	Fosforno gnojilo (P_2O_5)	Kalijevo gnojilo (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

Poleg kemičnih gnojil je v rastlinski pridelavi pomembna tudi uporaba organskih gnojil. Po podatkih iz leta 2020 je bilo po vsem svetu porabljenih skoraj **28 milijard ton** živalskega gnoja.



USV 1842



Funded by the
European Union



- Čeprav gnojenje hitro narašča, obstajajo zelo pomembni problemi glede učinkovite uporabe gnojil.
- Znano je dejstvo, da je učinkovitost uporabe gnojil v številnih študijah, izvedenih po vsem svetu, zelo nizka.
- Uspešno gnojenje je treba meriti z zagotavljanjem potrebnih prehranskih potreb rastlin skozi njihova razvojna obdobja, kot tudi z možnostjo tega na način, ki povzroča minimalno škodo okolju.
- Pravzaprav se danes v svetu soočamo z resnimi okoljskimi problemi, predvsem zaradi nepravilne in prekomerne uporabe gnojil.



Funded by the
European Union



- Velik del toplogrednih plinov, ki povzročajo globalno segrevanje, se sprosti v ozračje zaradi kmetijskih dejavnosti.
- Emisije toplogrednih plinov iz kmetijstva so večinoma sestavljene iz **metana (CH_4) in dušikovega oksida (N_2O)**.
- Po podatkih iz leta 2020 je bilo 13 % plinov, izpuščenih v ozračje kot posledica kmetijskih dejavnosti, posledica sintetičnih gnojil in živalskih gnojil, uporabljenih v tleh.



Spodnja tabela prikazuje spremembe v emisijah toplogrednih plinov zaradi sintetičnih gnojil skozi leta.

V zadnjih 60 letih se je povečanje količine izpustov, ki jih povzročajo sintetična gnojila, približalo 10-kratniku.

Spremembe v gnojilih - Povezane emisije toplogrednih plinov v preteklih letih

Vir emisije	Količina emisij (ekvivalent kiloton CO							Stopnja spreme mbe (%)
	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020	
S sintetična gnojila	63209	174069	334374	425288	446178	559822	625107	889



USV 1842



Funded by the
European Union



Učinki uporabe gnojil na okolje

Negativni učinki gnojil na okolje niso omejeni na njihov prispevek k emisijam toplogrednih plinov. Povzročajo lahko tudi različne okoljske težave, zlasti zaradi prekomerne uporabe. Tukaj bodo omenjeni nekateri pomembni.



USV 1842



Funded by the
European Union



Onesnaženje podzemne vode z nitrati

- ☐ Podtalnica se uporablja kot vir pitne vode v mnogih delih sveta. Najpomembnejša dejavnika, ki ogrožata zdravje ljudi v pitni vodi, sta mikrobiološka onesnaženost in onesnaženost z nitrati.
- ☐ Gnojila so danes eden glavnih dejavnikov, ki povzročajo onesnaženje podzemne vode z nitrati. Dušik, ki se vnese v tla in ga rastline ne uporabijo, se v tleh ne zadrži in se premika z vodo, zlasti potem, ko se spremeni v nitrat. To je glavni dejavnik onesnaženja podzemne vode z nitrati.
- ☐ Navedeno je, da se 2–10 % dušikovega gnojila, vnesenega v tla, zmeša s površinsko vodo ali podtalnico.

Kopičenje nitratov v rastlinah

- Tako kot je nitrat problem v površinski in podtalnici, lahko včasih povzroči težave, če se v rastlinah dvigne nad določeno raven. Dušik je eden izmed elementov, ki ga rastline največ odstranijo iz tal, in naravno vsebujejo velike količine dušika.

Včasih se zaradi prekomerne porabe dušikovih gnojil raven dušika, ki ga absorbirajo rastline, poveča in lahko pride do kopičenja nitratov v rastlinah. To stanje je še posebej problem pri vrstah vrtnin, katerih listi so užitni.



Nitrat, zaužit s pitno vodo in hrano, se v živih bitjih najprej spremeni v nitrit in nato tvori nitrozaminske spojine. Te spojine veljajo tudi za strupene, mutagene in rakotvorne.

Nastajanje slanosti v tleh

Slanost tal je kopičenje vodotopnih soli v tleh v različnih oblikah. Lahko se pojavi naravno in umetno.

Slanost, ustvarjena v tleh z umetnimi sredstvi, je večinoma posledica namakanja in gnojenja. Zlasti na območjih, kjer je pridelava intenzivna, se zaradi uporabe velikih količin gnojil količina slanosti v tleh skozi leta povečuje.



Evtrofikacija

Evtrofikacijo lahko opredelimo kot povečanje vodnega življenja v vodah zaradi povečanja nekaterih rastlinskih hranilnih elementov, posledično zmanjšanja kakovosti vode in poslabšanja vodnih habitatov.

Gnojila, ki se uporabljajo v kmetijski pridelavi, zlasti tista, ki vsebujejo dušik in fosfor, so najpomembnejša onesnaževala, ki povzročajo evtrofikacijo.

Čeprav je evtrofikacija večinoma opažena na območjih, kot so jezera in ribniki, jo je včasih mogoče opaziti tudi v rekah in morjih.





USV 1842



Funded by the
European Union



Povečanje učinkovitosti uporabe gnojil in preprečevanje nepotrebne uporabe gnojil

Gnojila, eden najpomembnejših vložkov v kmetijstvu, imajo omejeno učinkovitost zaradi napačne uporabe.

Učinkovitost uporabe gnojil lahko definiramo kot sposobnost rastlin, da optimalno uporabijo hranila, ki jih potrebujejo za zdrav razvoj, ali da ustvarijo dele rastline na največji ravni.

Najpomembnejši pogoj za uspešno oploditev je zadovoljevanje prehranskih potreb rastline v celotnem razvojnem obdobju in pri tem minimalno škodo za ekosistem.



Nekateri dejavniki, ki zmanjšujejo učinkovitost uporabe gnojil

Čeprav se učinkovitost uporabe dušika razlikuje glede na aplikacije in okoljske dejavnike, je po vsem svetu približno 25-40 %.

Nekateri dejavniki, ki zmanjšujejo učinkovitost uporabe gnojil, in stopnje njihovega zmanjšanja so prikazani v tabeli.

Dejavniki	Stopnja zmanjšanja (%)
neprimerno setveno ležišče	10-20
Neprimerna rastlinska sorta	20-40
pozna setev sajenje	20-40
nezadostno zalivanje	10-25
bolezni	15-20
škodljivci	5-50
Nezavestno nanašanje gnojil	20-50



Funded by the
European Union



Prijavljanje pravilnih oplodite programi

Za pravilno gnojenje je zelo pomembno poznati potrebe rastline po hranilih. Pri izdelavi prehranjevalnih programov za rastline pa je treba poznati lastnosti tal.

Izgube pridelka nastanejo zaradi uporabe gnojila, ki je manjše od potreb rastline. Poleg tega pretirana uporaba gnojil ne samo poslabša produktivnost in kakovost, ampak tudi škoduje okolju.

Edini način za natančno določitev količine in vrste gnojila, ki ga je treba uporabiti, je analiza tal in listov.





TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Pri gnojenju z dušikom je treba gnojilo razdeliti na odmerke ob upoštevanju razvojnih obdobj rastline, načrte gnojenja pa podpreti z ustreznim namakanjem.

Ostanek uporabljenega dušikovega gnojila na površini tal ali globoka infiltracija zaradi namakanja zmanjšuje učinkovitost uporabe gnojila in povzroča znatne okoljske težave.



Povečanje vsebnosti organske snovi v tleh

Pravilno upravljanje s prehrano rastlin na kmetijskih območjih je treba upoštevati skupaj z zadrževanjem organskega ogljika v tleh. Na splošno bo uporaba organskih gnojil in komposta bolj izboljšala zalogo organskega ogljika v tleh kot uporaba anorganskih gnojil.

Ko je količina organske snovi v tleh nizka, to negativno vpliva na zdravje tal in produktivnost se zmanjša. Po drugi strani pa je povečanje količine organskega ogljika v tleh tudi način za povečanje sekvestracije ogljika, saj poveča sposobnost kmetijskih ekosistemov, da absorbirajo atmosferski CO₂ in ga shranijo v tleh.



USV 1842



Funded by the European Union



USV 1842



Funded by the
European Union



Sežiganje ostankov pridelka po žetvi in pretirana uporaba kemičnih gnojil vodita do zmanjšanja bioloških virov, kar slabi potencialno zmogljivost kmetijskega ekosistema kot ponora ogljika in lahko povzroči tudi povečanje emisij, ki jih povzroča gnojenje.

Povečanje vsebnosti organske snovi v tleh

Gnojila s povečano učinkovitostjo so opredeljena kot "izdelki gnojil z lastnostmi, ki povečajo absorpcijo rastlin in zmanjšajo izgubo hranil."

V teh izdelkih se uporabljajo različne metode, kot so prevleka, inkapsulacija in dodajanje inhibitorjev.

Gnojila s počasnim in nadzorovanim sproščanjem ter gnojila z zaviralci nimajo le večje učinkovitosti pri uporabi dušika, ampak imajo tudi potencial za zmanjšanje emisij N₂O, ki so posledica gnojenja.

Vključitev takšnih gnojil v programe prehrane rastlin je pomembna za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov.





USV 1842

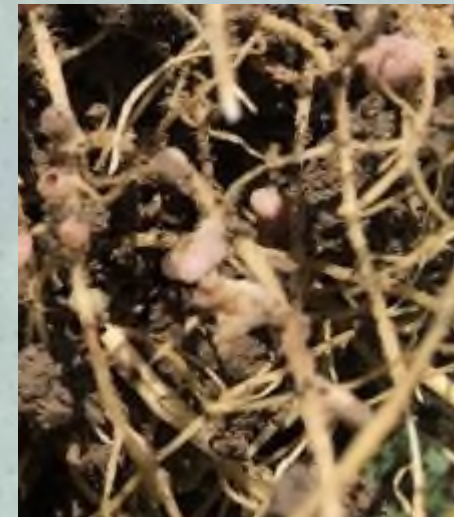


Funded by the
European Union



Uporaba mikrobo gnojila

Ko ga nanesemo na semena ali tla, veže atmosferski dušik, poveča razpoložljivost rastlinskih hranil ali spodbuja vegetativno rast s proizvodnjo sekundarnih metabolitov; Material, sestavljen iz živih mikroorganizmov, ki lahko kolonizirajo rizosfero ali vstopijo v rastlinska tkiva, se imenuje biološko gnojilo.



V to skupino gnojil, ki jo večinoma sestavljajo bakterije, ki vežejo atmosferski dušik, so tudi bakterije, ki topijo fosfate in proizvajajo hormone.

Bakterije, ki se uporabljajo kot biološko gnojilo, se običajno imenujejo rizobakterije, ki spodbujajo rast rastlin (PGPR).



USV 1842



Funded by the
European Union



Doslej opravljene študije so pokazale, da vrste, ki pripadajo vrstam *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bacillus* in *Paenibacillus* rodovi izstopajo kot PGPR.

Čeprav sama pogosto ne zadoščajo, je morda mogoče zmanjšati uporabo intenzivnih sintetičnih gnojil z uporabo mikrobnih gnojil.

Na splošno se lahko aktivne bakterije, izolirane iz zemlje, uspešno uporabljajo glede na njihovo učinkovitost in prilagodljivost okolju, v katerem se uporabljajo.



USV 1842



Funded by the
European Union



Izkoriščanje prednosti tehnologii natančnega kmetijstva pri gnojenju

Ena od aplikacij, ki v zadnjih letih postaja vse bolj razširjena v kmetijstvu, so tehnike natančnega kmetovanja. Precizno kmetijstvo, ki je nastalo kot rezultat povezovanja inovacij v tehnologiji s kmetijstvom, sprejme metodo, ki temelji na spremenljivi stopnji uporabe na območjih z različnimi lastnostmi, namesto uporabe iste aplikacije na celotnem območju, kjer se obdeluje.



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



Funded by the
European Union



Uporaba gnojil s spremenljivo količino je ena od aplikacij v preciznem kmetijstvu in je v zadnjih letih postala pogosto prednostna metoda, zlasti pri uporabi dušikovih gnojil. Pri vnosu gnojil s spremenljivo količino se v bistvu uporabljata dve metodi:

- Eden od teh je **aplikacija s spremenljivo hitrostjo, ki temelji na zemljevidu** in uporablja zemljevide, pridobljene iz parametrov, izmerjenih na terenu.
- Druga metoda je **aplikacija s spremenljivo hitrostjo na osnovi senzorjev**. V aplikaciji, ki temelji na senzorjih, ni kartiranja, ampak se meritve izvajajo sproti s pomočjo senzorjev v realnem času na podlagi značilnosti tal ali rastlin.

Glavni namen obeh metod je prilagoditi količino gnojenja glede na ugotovljene razlike v tleh ali rastlinah, namesto da bi uporabili fiksno in enako količino gnojila na celotnem polju.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



BOJ PROTI KRČENJU GOZDOV. DEZERTIFIKACIJI IN EROZIJI

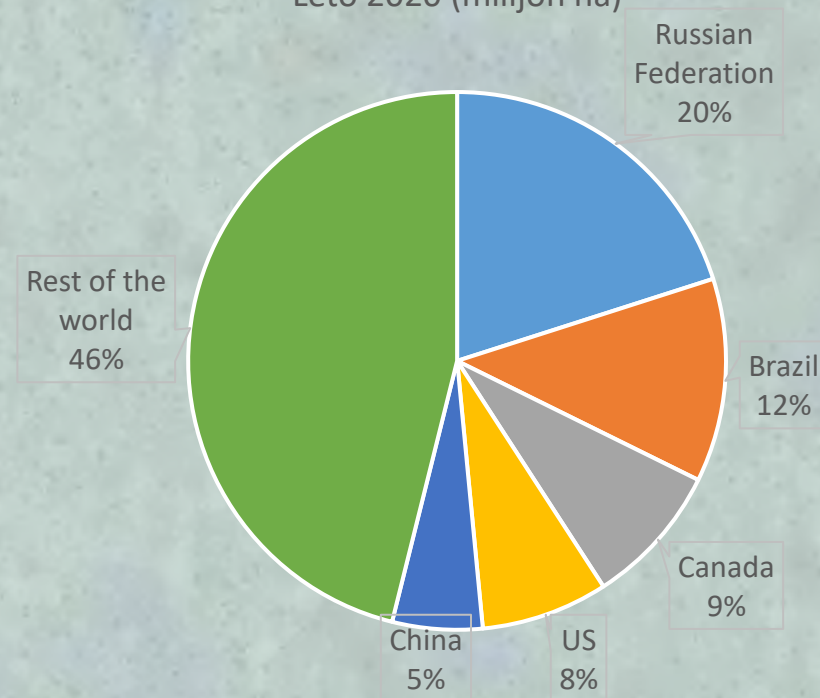


Krčenje gozdov, dezertifikacija in erozija so med najpomembnejšimi okoljskimi problemi, s katerimi se soočamo danes. Ti imajo lastnosti, ki vplivajo na podnebne spremembe in se medsebojno sprožajo. Čeprav se razsežnosti teh problemov povečujejo zaradi učinkov podnebnih sprememb, je za preprečitev podnebnih sprememb bistveno preprečiti krčenje gozdov, dezertifikacijo in erozijo.

krčenje gozdov

Glede na poročilo, ki ga je leta 2020 pripravila in objavila FAO, je skupna površina gozdov po vsem svetu 4,06 milijarde hektarjev. To ustreza tretjini celotne površine zemlje. 20 % svetovnih gozdov se nahaja v Ruski federaciji, sledijo Brazilija, Kanada, ZDA in Kitajska.

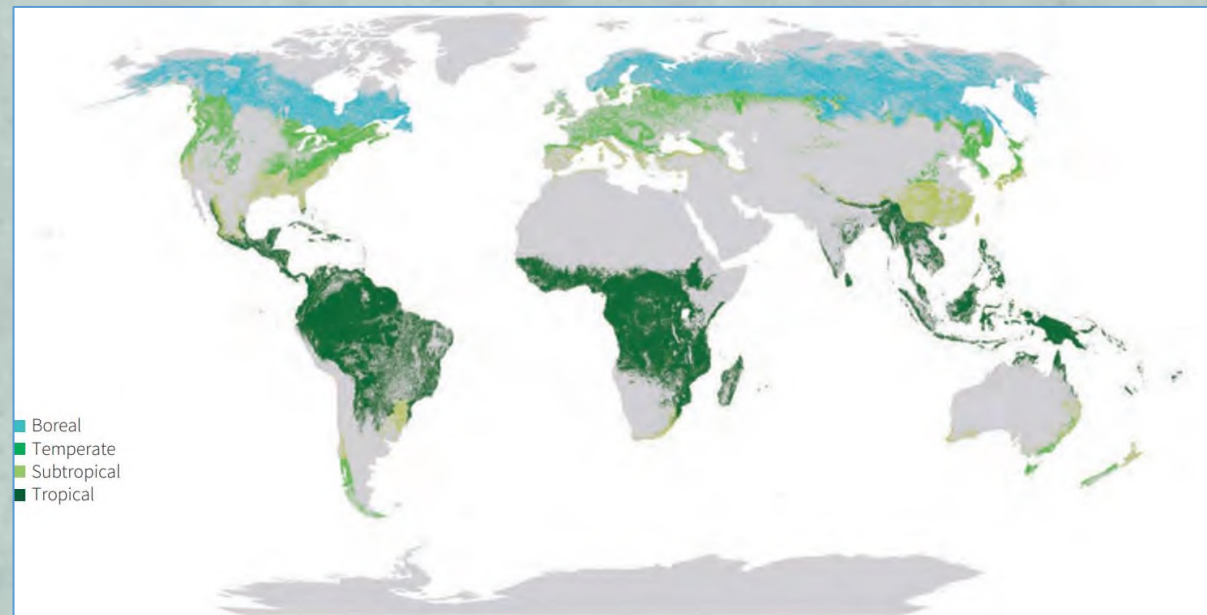
Leto 2020 (milijon ha)



Gozd področja avtor država

Čeprav gozdna površina na prebivalca na svetu znaša 0,52 ha, gozdovi niso enakomerno porazdeljeni po svetu.

Največji delež predstavljajo gozdovi, ki se nahajajo v tropskih regijah, s stopnjo 45%.



Razporeditev gozdov glede na podnebne pasove (prirejeno po FAO)

Sledijo borealni gozdovi s 27 %, gozdovi v zmernih regijah s 17 % in subtropski gozdovi z 11 %.



Funded by the
European Union



Ko so se ljudje ustalili, se gozdne površine po vsem svetu nenehno zmanjšujejo. Ocenjuje se, da je bilo pred 10 tisoč leti po vsem svetu 6 milijard hektarjev gozdnih površin.

Zmanjšanje gozdov v bližnji preteklosti je še večje. Ta situacija je privedla do pojava koncepta, ki se danes imenuje krčenje gozdov.

Po FAO se **krčenje gozdov** obravnava kot pretvorba gozda v druge namene (kmetijska zemljišča, pašniki, naselja itd.).



USV 1842

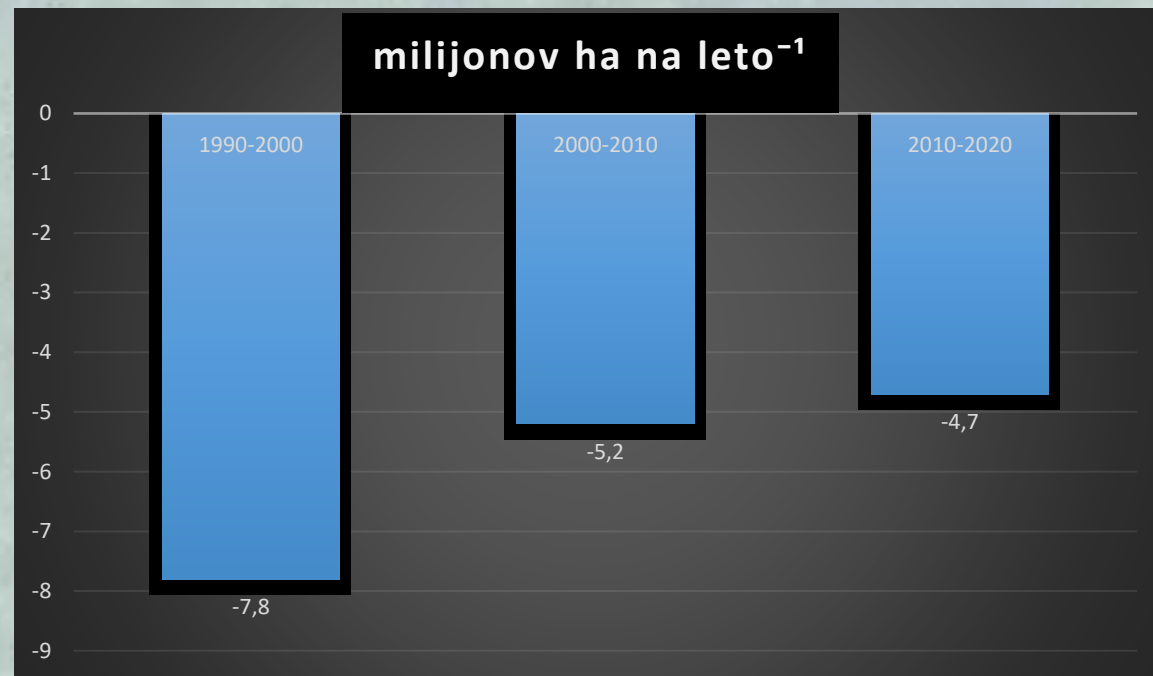


Funded by the
European Union



Neto količina gozda, izgubljenega po vsem svetu v zadnjih tridesetih letih, je znašala 178 milijonov hektarjev.

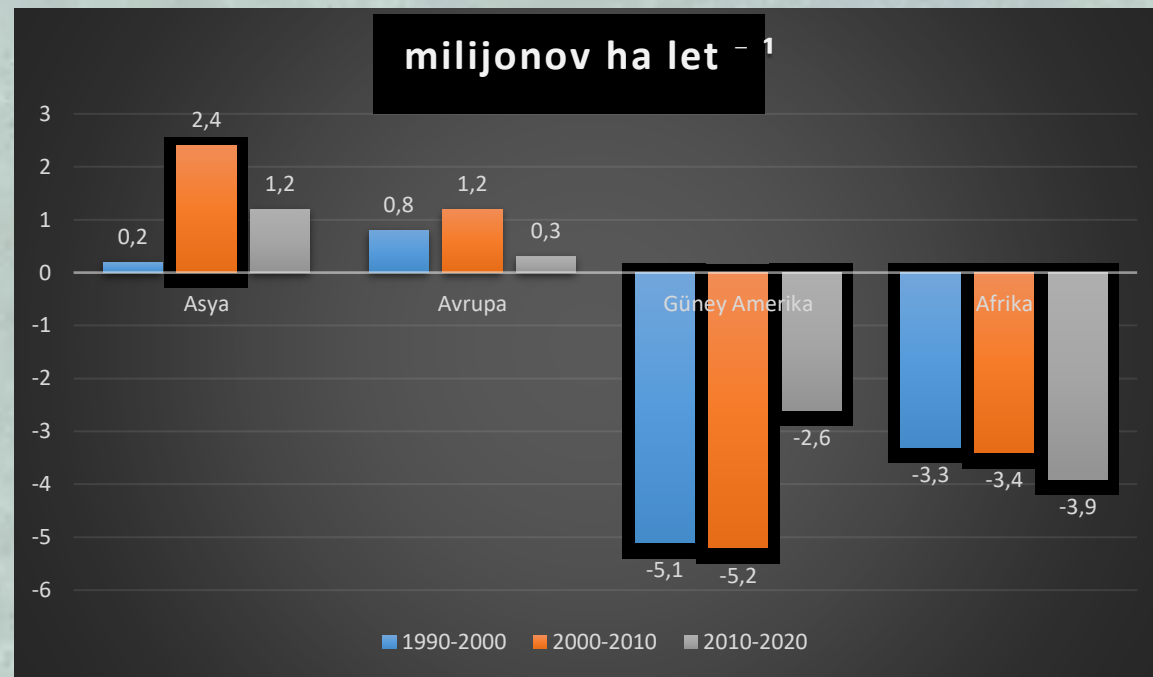
Medtem ko je ta stopnja izgube med letoma 1990 in 2000 znašala 7,8 milijona hektarjev letno, se je v drugih desetletnih obdobjih zmanjšala na 5,2 milijona oziroma 4,7 milijona hektarjev.



Letna povprečna neto sprememba gozdnih površin v desetletnem obdobju med letoma 1990 in 2020

Čeprav so jasne spremembe, ki jih opazimo na gozdnih površinah, v nekaterih regijah videti kot zmanjšanje, obstajajo območja, kjer je opaziti povečanje zaradi pogoždovanja in zaščitnih ukrepov.

Sprememba, ki se je pokazala kot zmanjšanje v Afriki in Južni Ameriki, je bila videti kot povečanje v Aziji in Evropi.



Povprečna letna neto sprememba gozdnih površin po regijah in obdobjih



Gozdovi, ki so eno najpomembnejših zalog ogljika v kopenskem ekosistemu, opravljajo pomembno nalogo, saj jemljejo ogljikov dioksid iz ozračja in ga zadržujejo v teh zalogah.

Zaloge ogljika v gozdovih po celinah

DRŽAVE	Gozdne zaloge ogljika (milijoni ton)			
	1990	2000	2010	2020
Afrika	94274	90137	85913	80886
Azija	77093	78564	81938	84733
Evropi	158744	162457	168069	172442
Amerika	304949	299048	293489	290964
O Ceania	33338	33111	33077	33063
SKUPAJ	668399	663316	662485	662088

Celotna zaloga gozdnega ogljika v svetovnem merilu je ocenjena na 662 milijonov ton.



USV 1842



Funded by the
European Union



Očitno je, da so podnebne spremembe, ki nastanejo zaradi povečanja toplogrednih plinov v ozračju, ena največjih groženj, s katerimi se sooča svet.

Gozdni ekosistemi so eno najpomembnejših orodij za zmanjševanje CO₂ v ozračju z velikim potencialom shranjevanja ogljika v tleh in biomasi.



USV 1842



Funded by the
European Union



Zajemanje obstoječih toplogrednih plinov in zmanjševanje emisij toplogrednih plinov v ozračje je pomemben pristop za zmanjšanje učinkov podnebnih sprememb. Ker;

- Sprejeti ukrepe za zaščito gozdnih dobrin na svetovni ravni,
- Da bi degradirana gozdna območja postala produktivna,
- Da preprečite ureznine ob britju,
- preprečiti gradnjo in odpiranje kmetijskih površin na gozdnih zemljiščih,
- Da bi preprečili škodo zaradi nezakonite sečnje in paše,
- Ukrepi, kot je pogozdovanje na primernih območjih, so ključnega pomena za bolj primeren svet.



Funded by the
European Union



I dezertifikacija

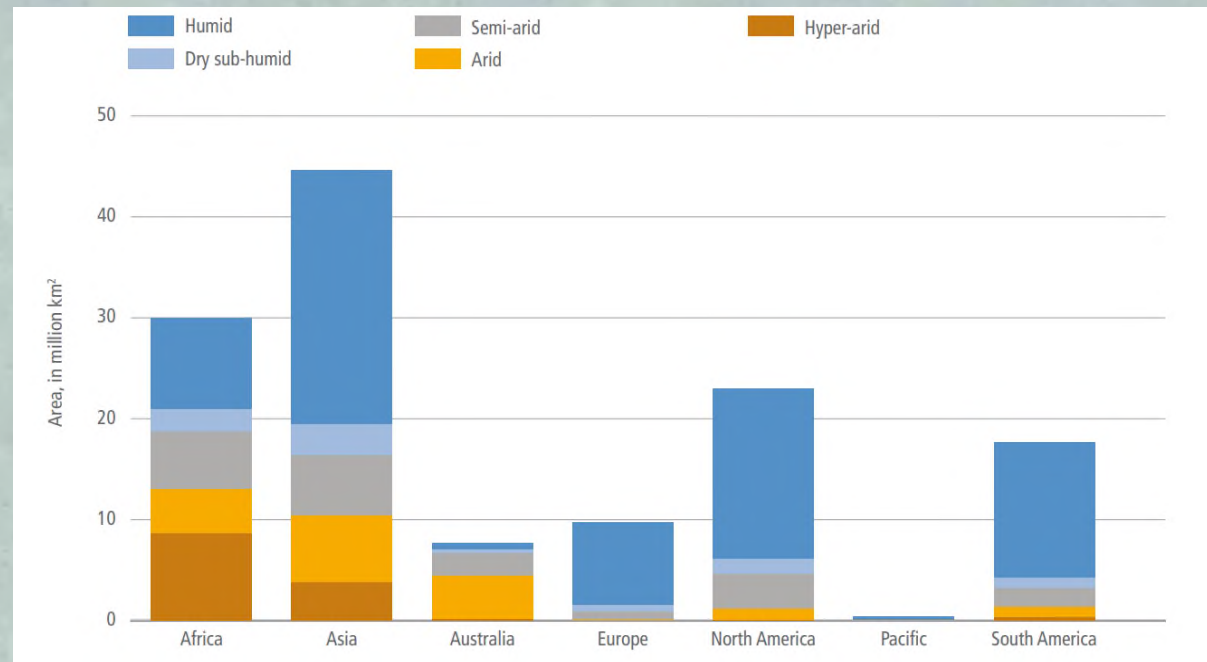
Suša in dezertifikacija sta poleg podnebnih sprememb med najpomembnejšimi okoljskimi problemi, s katerimi se soočamo danes.

Dezertifikacija je opredeljena kot kompleksna interakcija med fizičnimi, biološkimi, političnimi, socialnimi, kulturnimi in gospodarskimi dejavniki, vključno s podnebnimi spremembami in človeškimi dejavnostmi, v državah, ki jih je prizadela huda suša in/ali dezertifikacija v Konvenciji Združenih narodov o boju proti dezertifikaciji, sušnih, pol-sušno in suho-polvlažno. Opredeljena je kot **degradacija tal**, ki jo povzroča na območjih.

Zato se degradacija tal, ki jo lahko opazimo povsod, šteje za dezertifikacijo, če se pojavi v **sušnih, polsušnih in suhih-polvlažnih** deželah.

Po ocenah naj bi bil delež suhih območij v svetovnem merilu okoli 46 %.

Danes se številne države po svetu soočajo z nevarnostjo dezertifikacije.



Kategorije sušnih območij po geografskih regijah (1980-2015)

Program Združenih narodov za okolje (UNEP) ocenjuje svetovne stroške dezertifikacije na 42 milijard dolarjev letno. Približno 70 % svetovnega kopnega se nahaja v Afriki in Aziji.



USV 1842



Funded by the
European Union



Interakcije med podnebnimi spremembami ter degradacijo tal in padavinami ostajajo neločljivo povezane.

Vodni viri v svetu se spreminjajo glede na podnebje. Predvideva se, da se bo razpoložljivost vode povečala za 10–40 % v visokih zemljepisnih širinah in v nekaterih vlažnih tropih, medtem ko se bo zmanjšala za 10–30 % v srednjih zemljepisnih širinah in v suhih tropih.

Spremembe meteoroloških dogodkov, kot so temperatura, padavine in veter, lahko poslabšajo dezertifikacijo.



USV 1842



Funded by the
European Union



Najpomembnejše okoljske in sociološke učinke suše in dezertifikacije, ki imajo številne negativne učinke, lahko naštejemo takole:

- izguba biološke produktivnosti v ekosistemih in zmanjšanje kmetijske proizvodnje;
- Oslabitev in izginjanje naravne vegetacije;
- Zmanjšanje biotske raznovrstnosti;
- ustvarjanje ustreznih pogojev za širjenje tujerodnih in invazivnih rastlinskih vrst;



USV 1842



Funded by the
European Union



- Krepitev vetrne erozije;
- Pomanjkanje vode, znižanje nivoja podtalnice;
- Revščina in lakota med prebivalci prizadetega območja;
- Povečanje nomadov podnebja ali dezertifikacije;
- Neposredno ali posredno poslabšanje kakovosti življenja na prizadetih območjih.



Čeprav se zelo razlikujejo glede na geografijo, so nekateri pomembni neposredni in posredni vzroki za dezertifikacijo naslednji:

- Gozdni požari in krčenje gozdov,
- Kmetijske dejavnosti, kot so prekomerna paša, neprekinjeno obdelovanje tal, intenzivna uporaba pesticidov in gnojil,
- Prekomerna poraba vseh vrst redkih virov,
- Nezavestna raba vodnih virov in napake pri upravljanju namakanja,



USV 1842



Funded by the
European Union



- Gradnja velikih jezov in objektov, spreminjanje in motenje smeri toka rečnih kanalov in strug, prekomerna poraba podzemne vode, izsuševanje mokrišč,
- podnebne spremembe in spremenljivost, ki povzročajo suše, poplave in poplave,
- Težave, ki jih povzročata ostra konkurenca in razširjen mednarodni trgovinski režim zaradi širjenja globalizacije in pravil tržnega gospodarstva itd.



TAGEM
R&D AND INNOVATION



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology



USV 1842



Funded by the
European Union



Erozija

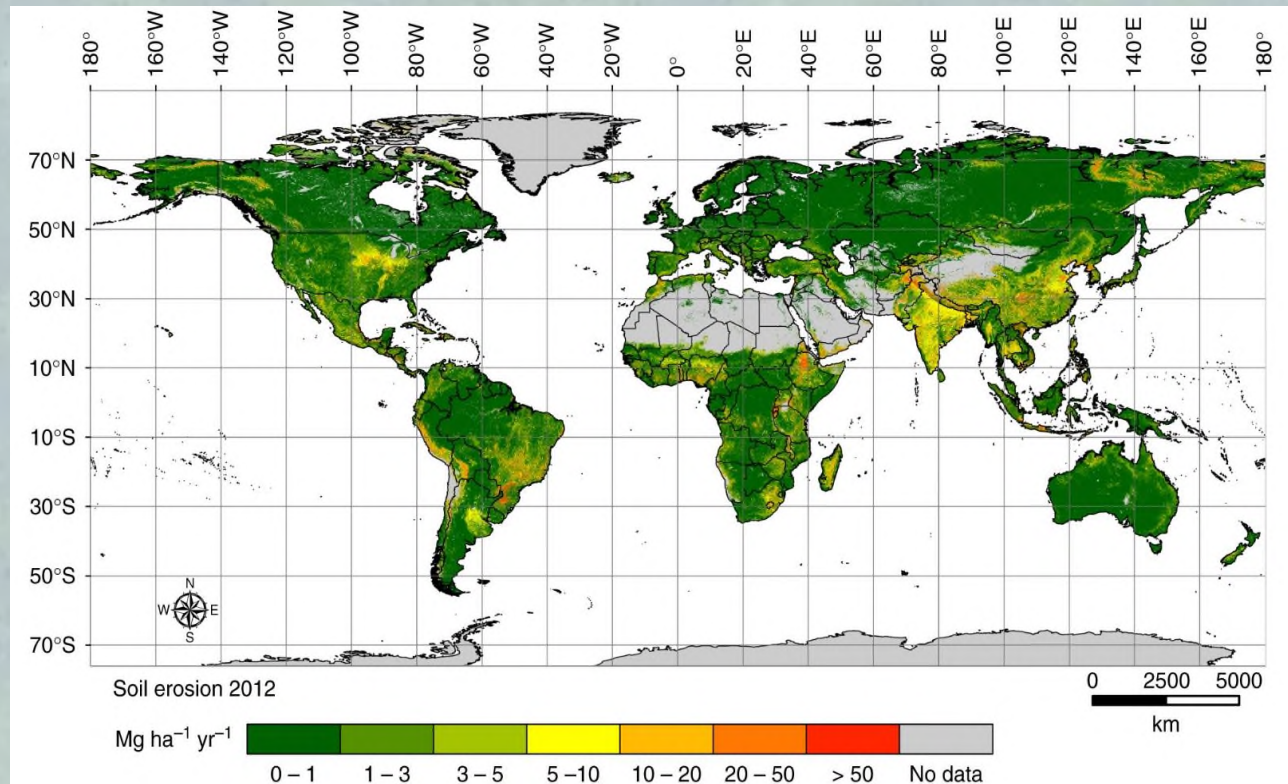
Erozijo lahko opredelimo kot izgubo prsti zaradi različnih sil, kot so voda, veter in gibanje mase.

Glavni dejavniki, ki vplivajo na erozijo tal, so količina in intenzivnost padavin, hitrost, smer in moč vetra, spremembe v rabi tal, topografija in lastnosti tal.

Različni podnebni modeli, ustvarjeni zaradi podnebnih sprememb, kažejo, da lahko na splošno naraščajoča intenzivnost padavin in močnejši vetrovi povzročijo povečanje erozije tal, zlasti s povečanimi sušnimi dogodki.

Stopnja, do katere je tla prizadeta zaradi erozije po svetu, se lahko razlikuje.

Pospešena erozija predstavlja veliko nevarnost za tla po vsem svetu.



Stopnje premikov tal zaradi vodne erozije, 2012

Navedeno je, da je 75 milijard ton (Pg) prsti vsako leto erodiranih zaradi erozije z obdelovalnih kmetijskih površin po vsem svetu.



Funded by the
European Union



Prst je ena najpomembnejših naravnih dobrin na svetu, ki potrebuje več let, da nastane. Od njegovega obstoja je odvisen nadaljnji obstoj življenja na Zemlji.

Zaščita talnih sredstev in nadaljnja njihova uporaba v proizvodnji bo mogoča z izvajanjem okoljsko temelječih pristopov v odnosih med človekom in tlemi brez izgube časa.



Nekateri varnostni ukrepi, ki jih je mogoče sprejeti v zvezi z erozijo, so navedeni spodaj

- ☐ Sprejeti je treba zakonske predpise za zaščito tal in vodnih virov, pomanjkljivosti in težave v obstoječih predpisih pa revidirati in ponovno uporabiti v praksi.
- ☐ Tla je treba razvrstiti glede na njihove lastnosti in načrtovati rabo zemljišč, da se zagotovi, da se tla uporabljajo v skladu z njihovimi zmožnostmi.
- ☐ V kmetijski pridelavi je treba izvajati zaščitne ukrepe, zlasti na območjih, ki so podvržena eroziji. V ta namen je treba izvajati prakso brez oranja ali zmanjšano obdelavo tal, morebitne izgube tal pa zmanjšati z ukrepi, kot je sajenje strnišč ali uporaba pokrovnih posevkov.



USV 1842



Funded by the
European Union



Nekateri varnostni ukrepi, ki jih je mogoče sprejeti v zvezi z erozijo, so navedeni spodaj

- ☐ Ker bodo površinski tokovi in izgube tal veliki na območjih z velikimi pobočji, je treba kmetijsko pridelavo izvajati potem, ko so na takih mestih izvedeni trakovi, obrisi itd.
- ☐ V območjih z erozijo je treba biti previden pri izbiri proizvodov za pridelavo in namesto motikov pridelovati rastline, ki zahtevajo manj obdelave in se tla bolj oprimejo.
- ☐ Urediti drenažo, da preprečite kopičenje vode v tleh na problematičnih območjih.