

plinom. Na kraju se vrši kratkotrajno termičko završno sušenje. Dodatni učinak je dobivanje drvnih sokova. I. J.

Čišćenje filtara

Kod filtracije plinova kod većih opterećenja plinom postavljaju se površinski filtri. Njihovo čišćenje se provodi povratnim udarima.

Kod krutih filtracijskih medija se, međutim, s konvencionalnim metodama s mlaznim udarima postižu samo ograničene kvalitete čišćenja. Novi sustav za čišćenje, postupak s povezanim tlačnim pulsevima, sustav CPP (Coupled Pressure Pulse), veže sustav za čišćenje izravno na stranu čistog plina filtorelementa. Sustav CPP u usporedbi s konvencionalnim sustavom pokazuje značajno poboljšanje kvalitete čišćenja. I. J.

zaštita okoliša

Uređuje: Vjeročka Vojvodić

Ugljik oslobođen iz tla

U članku autora E. Deflet Schulze i Annette Freibauer u časopisu *Nature* 437, od 8. rujna 2005. navedeno je da su dugoročne klimatske promjene i način iskorištavanja tla glavni čimbenici koji utječu na gubitak ugljika iz tla u Engleskoj i Welsu u proteklih 25 godina te se zaključuje da to isto vjerojatno vrijedi i za druga područja.

Tla imaju glavnu ulogu u globalnom ciklusu ugljika. U zemlji je uskladišteno oko 300 puta više ugljika od količine koja se tijekom jedne godine otpušta u atmosferu izgaranjem fosilnih goriva. Općenito je prihvaćeno da je većina ugljika vezana u tlu inertna, ali je u članku autora P. H. Bellamyja i suradnika u istom broju časopisa, koji se komentira u ovom prikazu pokazano da je ugljik u tlu osjetljiviji na promjene klime i način iskorištavanja zemlje nego se očekivalo.

Ugljik o kojem se u članku govori poznat je kao organski ugljik u zemlji (engl., soil organic carbon: SOC). Bellamy i suradnici opisali su kako su u Engleskoj i Welsu određivali promjene zaliha organskog ugljika u površinskom sloju zemlje od 15 cm u razdoblju od 25 godina. Njihove procjene temeljile su se na uzorku od 6 000 pregledanih lokacija s različitim načinima iskorištavanja tla. Pronašli su da je gubitak organskog ugljika iz tla zabrinjavajući. Ekstrapolacijom na cjelu Veliku Britaniju, autori su izračunali da je godišnji gubitak ugljika iz tla 13 milijuna tona. To je ekvivalentno 8 % godišnje emisije CO₂ u 1990., i više je od cjelokupnog smanjenja emisije CO₂ u Velikoj Britaniji postignutog u razdoblju 1990.–2002. (12,7 milijuna tona ugljika u godini).

Na taj način navedeni gubitak u cijelosti nadoknađuje prethodne tehnološke uspjehe u smanjenju emisije CO₂ bacajući drugačije svjetlo na uspjehe Velike Britanije u smanjenju emisije stakleničkih plinova. Međutim, zemlje potpisnice Protokola iz Kiota nisu obavezne uračunati promjene i gubitak organskog ugljika i iz tla. Zbog toga će politika koja se bavi problemima promjene klime trebati sveobuhvatniji pristup koji uključuje sve glavne izvore ugljika kao i nestajanje u biosferi, s posebnim naglaskom na zaštitu postojećih zaliha ugljika uskladištenog u tlu.

Rezultati Bellamyja i suradnika vrlo su značajni i mogu se svrstati u četiri kategorije. Prva, u kojoj se neprekidno gubitak organskog ugljika iz tla događa nezavisno od svojstava tla, što predstavlja izazov za bolje poznavanje stabilnosti organske tvari u tlu. Nove hipoteze upućuju na to da stabilnost ugljika u zemlji ovisi o raznolikosti i aktivnosti mikroorganizama. Kada mikroorganizmi imaju odgovarajuće izvore energije, tada mogu razgraditi svaku organsku strukturu neovisno o njezinoj fizikalno-kemijskoj stabilnosti.

Drugo, gubitak je proporcionalan koncentraciji ugljika u tlu, što ukazuje na raspad homogene organske tvari prvog reda. To je u suprotnosti s mišljenjem da je u tlu bogatijem ugljikom zastupljenija frakcija sa stabilnim ugljikom od one u tlu siromašnijem ugljikom. Ipak je ostalo nejasno iz koje frakcije potječe izgubljeni ugljik.

Treće, gubitak organskog ugljika javlja se u svim uzorcima s različitim načinima iskorištavanja tla i ne postoji drugi jasan i očigledan čimbenik koji može utjecati na razgradnju nepoljoprivrednog tla osim promjene klime.

Četvrto, nalazi su u suprotnosti s mišljenjem da je tlo konačan veliki stacionarni bazen ugljika.

Sveukupni neto-gubitak ugljika koji su identificirali Bellamy i suradnici nedvosmislen je. Međutim, autori mogu samo nagađati odakle ugljik odlazi. Gubitak organskog ugljika u površinskom sloju tla dubine 15 cm naznačen u radu odgovara srednjem gubitku od 125 g m⁻²god⁻¹ te se nalazi u rasponu vrijednosti od 66 g m⁻²god⁻¹ u tlu s ekstremno niskim sadržajem organskog ugljika do 550 g m⁻²god⁻¹ gubitka u tlu bogatom organskim ugljikom. Također, sadržaj organskog ugljika u slojevima tla može se mijenjati, što Bellamy i suradnici nisu istraživali. To može utjecati na veličinu sveukupnog gubitka organskog ugljika i ti se nalazi ne mogu zane-mariti. Ispiranje otopljenog organskog ugljika ne može objasniti više od 10 % gubitka i vjerojatno se većina preostalog ugljika može pretvoriti u CO₂.

Izravna mjerenja ugljika još ne omogućuju cjelokupnu sliku ciklusa ugljika u ekosustavima i bilanca mase iz rada Bellamyja i suradnika samo je jedan od dostupnih podataka o gubitku organskog ugljika iz tla. Razlozi gubitka organskog ugljika iz tla ostaju nejasni bez obzira na putove kojima se ugljik gubi.

Ponovnim pregledom rezultata Bellamyja i suradnika autori E. Deflet Schulze i Annette Freibauer smatraju da faktor načina iskorištavanja zemlje također igra važnu ulogu. Na primjer, samo promjene iskorištavanja tla i postupene promjene u upravljanju mogu objasniti zašto obrađene površine gube više ugljika nego druge površine. U svojoj studiji Bellamy i suradnici nisu se posebno osvrnuli na glavne promjene namjene tla, ponajprije uklanjanje šuma u područjima gdje je tlo bogato ugljikom.

Čini se da su klimatske oscilacije drugi važan čimbenik koji utječe na gubitak organskog ugljika iz tla. Modeliranjem je u studijama pokazano da bitne promjene organskog ugljika u tlu potječu od varijacija padalina i temperature tijekom desetak godina. Međutim, ti su zaključci izvedeni samo na temelju laboratorijskih ispiti-

vanja i u kratkim vremenskim razdobljima. Prema sadašnjem razumijevanju osjetljivosti respiracije tla na zagrijavanje, čini se da je sam porast temperature nedovoljno jak pokretač. Tlo bogato organskim ugljikom gubi najviše ugljika. U Velikoj Britaniji ta su tla često vrlo vlažna i promjenom režima padalina lako je na njih djelovati. O srodnim učincima i kombiniranim utjecajima porasta atmosferskog CO₂, zagrijavanja, odlaganja dušika i promijenjenog režima padalina još se raspravlja.

Rad Bellamyja i suradnika sigurno stimulira daljnja ispitivanja kako bi se razjasnile glavne nepoznanice gubitka organskog ugljika iz tla. Međunarodni istraživački projekti CarboEurope, Global Carbon Project i drugi već su na tom putu kako bi se postiglo bolje razumijevanje ravnoteže ugljika u biosferi, što nikako nije jednostavan posao.

Znanstvene i političke implikacije novih saznanja značajne su. Proces gubitka organskog ugljika iz tla najbolje je dokumentiran u Velikoj Britaniji na regionalnoj razini prema načinu iskorištavanja tla. Upozoravajući signali koji se odnose na pregled tla također vrijede za Kinu, Finsku i Flandriju. U tim je slučajevima gubitak organskog ugljika uglavnom povezan s iskorištavanjem tla te s načinom upravljanja. Nasuprot tome Bellamy je sa suradnicima iznio prve naznake da regionalne klimatske varijacije mogu doprinosti iznenađujuće obimnom otpuštanju CO₂ iz tla u atmosferu. Daljnja istraživanja ciklusa ugljika i smanjenja emisije CO₂ moraju u cijelosti računati na područja gdje su velike količine organskog ugljika ili pohranjene ili se gube i završavaju u atmosferi. Ukoliko se želi stabilizirati klima, ta područja treba znatno ozbiljnije razmatrati.

U radu se nalazi 14 citata i adresa autora:
Detlef.Schulze@gbc-jena.mpg.de

Kako na razinu mora utječe ledeni pokrov Antarktika

U časopisu Science, Vol. 308, br. 5730, 24. lipnja 2005. autor David G. Vaughan piše o promjenama razine mora i problemima koje uzrokuje ledeni pokrov Antarktika.

Najveća nesigurnost u predviđanju porasta razine mora u budućnosti uzrokovana je ulogom ledenog pokrova Antarktika. U prvom redu, godišnje snježne padaline na ledeni pokrov uravnotežene su gubitkom, otapanjem i kidanjem santa leda. Međutim, ekvivalent od više od 5 mm globalne razine mora prolazi u Antarktiku i izvan ledenog pokrova Antarktika svake godine, pa zato čak i mali poremećaj ravnoteže između ulaza i izlaza može imati bitan utjecaj na globalnu razinu mora. Promjene u površinskoj razini mora trenutno su najbolja indikacija poremećene ravnoteže ledenog pokrova. U članku autora Davisa i suradnika objavljenog u istom broju časopisa Science, (vol. 308, br. 5730, 24. lipanj 2005., str. 1989) opisana su ispitivanja izvedena pomoću satelita (European remote sensing-ERS) te su sastavljene najdulje serije podataka koje postoje o porastu razine mora nad Antarktikom dobivene mjerenjem tijekom 11 godina.

Prije lansiranja satelita ERS-1 1992. godine već je postojala hipoteza o neravnoteži ledenog pokrova Antarktika, ali se mjerenja nisu mogla provesti s tehnologijom koja je tada bila na raspolaganju. Kroz serije ispitivanja provedenih s povećanom preciznošću pomoću satelita ERS-2 i ERS-3 otkrivene su promjene na širokom području pokazujući vrijednost infrastrukture za mjerenje promjena u dugom vremenskom razdoblju. U tim novim ispitivanjima

Davis i suradnici pokazali su neravnotežu u nekoliko područja na ledenom pokrovu, ali su se usmjerili na nalaze na područje ledenog pokrova na Istočnom Antarktiku, gdje je otkriveno zgušćivanje. Zgušćivanje nije veliko i iznosi $1,8 \pm 0,3$ cm/godini, ali to je područje golemo, pa usporava porast razine mora za $0,12 \pm 0,02$ mm/godini.

Uzimajući rezultate iz meteoroloških klimatskih modela za isto razdoblje, Davis i suradnici pokazali su da je zgušćivanje vjerojatno rezultat porasta snježnih oborina. Možda je prerano predviđanje da će se ledeni pokrov istočnog Antarktika nastaviti zgušćivati, ali izmjerene su grube promjene koje se mogu očekivati kao prosječni odgovor na promjene klime koje su se dogodile u 20. stoljeću. Ako taj dio ledenog pokrova nastavi rasti, kao što opći cirkulacijski model predviđa, tada to zgušćivanje može postati velik negativni iznos u jednadžbi promjene razine mora.

Zgušćivanje kao posljedica povećanja snježnih padalina javlja se kao dominantan efekt u istočnom Antarktiku u sadašnje vrijeme, ali to nije i jedina promjena u ledenom pokrovu tog područja. Znatno dio zapadnog Antarktika stanjuje se zbog ubrzanja širenja ledenjaka koji otječu. Promjene ledenjaka bile su vjerojatno uzrokovane promjenom cirkulacije ili temperature okolne oceanske vode. Nova zemljopisna karta prikazana u Davisovom radu jasno je pokazala područja stanjivanja ledenog pokrova. Također je pokazano da se u drugom dijelu zapadnog Antarktika sadašnje stanjivanje podudara s onim izmjerenim u razdoblju stvaranja planina koje su se tek probijale kroz ledeni pokrov (~4 cm/godini u posljednjih 10 000 godina). Taj dio ledenog pokrova možda još nije završio započeto uzmicanje krajem zadnjeg ledenog doba.

Sateliti ERS ne bilježe uspješno strme dijelove ledenih površina. Zato nova zemljopisna karta ne pokazuje stanjivanje ledenog pokrova nađenog u obalnim područjima antarktičkog poluotoka nastalog kao rezultat novijeg regionalnog klimatskog zatopljenja i ubrzanja ledenjaka. Nadalje, rezultati dobiveni putem satelita ne protežu se južnije od 81,6 °S sprječavajući time mjerenja stanjivanja uzvodno od Kamb Ice Stream. Taj ledeni tok usporen prije oko 130 godina, danas gotovo sve nove snježne padaline zadržava u svom bazenu, gdje se troši iz godine u godinu.

Može se tražiti određivanje sveukupnog doprinosa ledenog pokrova Antarktika na promjenu razine mora u obliku jedne brojke i s jednom procjenom nesigurnosti. No takva bi brojka obavezno nastala iz mnogih različitih neravnoteža u ledenom pokrovu. Nadalje, buduća ispitivanja svih puteva promjena mogu biti vrlo različita; činjenica da je jedan doprinos veći nego drugi u nekom trenutku ne znači da će tako ostati i ubuduće. Na primjer, ako se snježne padaline vrte na razinu iz 1991. godine, zgušćivanje istočnog Antarktika može se odmah zaustaviti. S druge strane, ako se pronađeno stanjivanje u zapadnom dijelu Antarktika ubrza, kao što je jedna studija sugerirala, tada bi to moglo dominirati u procjeni. Vrednovanje i razumijevanje različitih puteva promjena prvi je stupanj prema stvaranju procjene za cijelo područje Antarktika.

Da bi mogli primjereno odgovoriti na opasnost zbog porasta razine mora, donositelji odluka što prije trebaju dobiti točna predviđanja porasta razine mora kao zbroja svih čimbenika koji na to utječu. Davis i suradnici osigurali su prve nalaze koji se temelje na ispitivanju jednog od vrlo važnih područja, ledeni pokrov istočnog Antarktika koji utječe na porast razine mora. To je znatan napredak, ali za veću sigurnost naših procjena nužan je obiman rad da bi se odredili temeljni uzroci, a vjerojatno i budućnost svakog od svih čimbenika, pozitivnih i negativnih, u Antarktiku i drugdje.