



Erozija prsti – prezrt okoljski problem

IZVLEČEK

Erozija prsti je odstranjevanje delcev prsti in preperine z naravnimi dejavniki, marsikje pospešeno zaradi delovanja človeka. Danes predstavlja globalen okoljski problem, ki je pogosto prezrt. Ocenjujejo, da erozija prsti, ki presega 1 t/ha na leto, ni več trajnostna, saj presega zmožnost nastajanja prsti. Povprečne letne vrednosti erozije prsti v Evropski uniji so okrog 2,5 t/ha, škodo, povezano z njo, pa ocenjujejo na prek 40 milijard evrov letno. Globalno je povprečna erozija prsti 30 t/ha letno. Poleg same izgube naravnega vira pomeni tudi problem za varno preskrbo s hrano. V Sloveniji ji ne posvečamo posebne pozornosti, kar se kaže v redkih raziskavah in posledično njenem slabem poznavanju.

Ključne besede: geomorfni procesi, erozija, erozija prsti, degradacija zemljišč.

ABSTRACT

Soil erosion – overlooked environmental problem

Soil erosion is the removal of soil particles and regolith by natural factors, in many cases accelerated due to human activities. Today a global environmental problem is often overlooked. It is estimated that soil erosion that is higher than one t/ha per year is no longer sustainable, since it exceeds the ability of soil formation. Average annual values of soil erosion in the European Union are around 2.5 t/ha; the costs connected with it are estimated at over 40 billion EUR per year. Globally, the average soil erosion amounts 30 t/ha per year. In addition to the loss of a natural resource, it also means the problem of food security. In Slovenia not much attention is devoted to it, which is reflected in very few studies and consequently in poor knowledge.

Keywords: geomorphic processes, erosion, soil erosion, land degradation.

Erozija je dolbenje, razjedanje ter odnašanje kamnine in preperine zaradi delovanja različnih dejavnikov (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005, 94; preglednica 1). Mednjo uvrščamo tudi erozijo **prsti**. Erozija prsti (pri nekaterih drugih vedah erozija tal) je odstranjevanje delcev prsti in preperine z naravnimi dejavniki, marsikje pospešeno zaradi delovanja človeka (goloseki, čezmerna paša, nadelava, gradnja poti) in živali, ki je intenzivnejše od nastajanja prsti (Zorn 2008a, 26). Zlasti človek je tisti, ki ruši ravnovesja med naravnimi procesi. Ko se takšno ravnovesje poruši, pride do pospešene erozije, ki vodi v degradacijo zemljišč (Zorn in Komac 2013a). Do degradacije pride, ko je presežena sprejemljiva izguba prsti. To pomeni, da intenzivnost erozije presega zmožnost nastajanja prsti. Za Evropo ocenjujejo, da letno nastane od 0,3 do 1,4 t/ha prsti in poudarjajo, da erozija, ki presega 1 t/ha na leto, ni več trajnostna. Vedeti pa moramo, da je erozija na obdelovalnih zemljiščih tudi tri do štiridesetkrat večja (Verheijen s sodelavci 2009, 23, 29).

Erozija prsti je posledica »dinamične interakcije« med **erozivnostjo dejavnikov**, ki jo povzročajo, **erodibilnostjo prsti** same ter vloge rastlinstva (preglednica 2; Zorn in Komac 2013b, 288).

V okviru izrazov, povezanih z erozijo, je treba razlikovati med **sproščanjem gradiva** in odplavljanjem gradiva. Pri sproščanju gradiva mislimo na vse gradivo, ki se je premaknilo na obravnavanem območju v določenem času. Ugotavljamo ga na pobočjih. Pri **odplavljanju gradiva** pa mislimo na tisto gradivo, ki je bilo odneseno/odplavljeno z obravnavanega območja v določenem času in ga spremljamo v vodotokih. Pri tem se moramo zavedati, da polovica do tri petine sproščene gradiva zastaja že na samih pobočjih, meliščih in vřajih ter v erozijskih in hudourniških grapah. Od gradiva, ki doseže vodotoke, pa se ga približno četrtina zaustavlja že v povirjih (Zorn 2008b, 92). V članku govorimo predvsem o eroziji (prsti) na pobočjih, odplavlja (Bezjak, Šraj in Mikoš 2013) pa je omenjeno predvsem kot dober pokazatelj erozije (sliki 1 in 2).

Avtor besedila:

MATIJA ZORN, dr. geogr.

Geografski inštitut Antona Melika

Znanstvenoraziskovalni
center Slovenske akademije
znanosti in umetnosti

Gospodarska ulica 13, 1000 Ljubljana

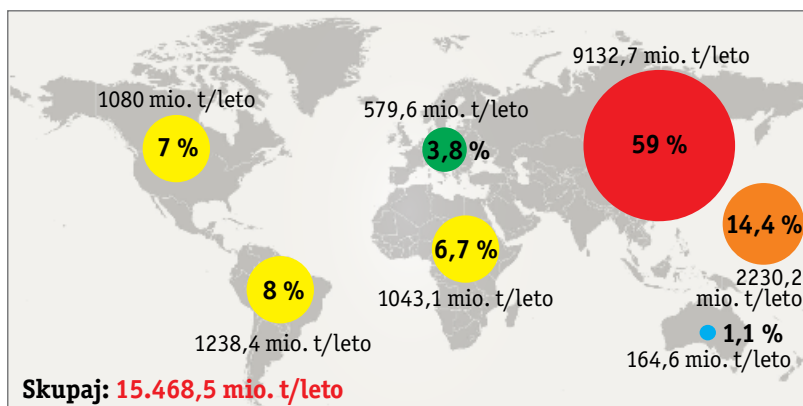
E-pošta: matija.zorn@zrc-sazu.si

Avtorja fotografij:

MATIJA ZORN, ANDREJA ŠKVARČ

COBISS 1.02 pregledni znanstveni članek

Slika 1: Globalno odplavljanje suspendiranega gradiva v svetovna morja po Dedkovu in Gusarovu (2006, 6).



Preglednica 1: Erozijsko delimo glede na dejavnike, ki jo povzročajo (Zorn 2008a, 26).

dejavnik	vrsta erozije	delovanje
voda	rečna (fluvialna) erozija	Linijsko dolbenje površja in odnašanje gradiva s tekočo vodo.
sneg	snežna (nivalna) erozija	Odnašanje gradiva zaradi erozijskega delovanja snega.
led	ledeniška (glacialna) erozija	Odnašanje gradiva zaradi erozijskega delovanja ledenikov.
veter	vetrna (eolska) erozija	Odnašanje gradiva zaradi erozijskega delovanja vetra.
morje/jezero	morska/jezerska erozija ali abrazija	Odnašanje gradiva zaradi erozijskega delovanja valov.
zgoraj navedeni naravni dejavniki ter človek in živali	erozija prsti	<p>Vsako odstranjevanje delcev prsti in preperine z naravnimi dejavniki, marsikje pospešeno zaradi delovanja človeka in živali, ki je intenzivnejše od nastajanja prsti.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Površinsko spiranje (medžlebična erozija), ki deluje ploskovno, preden se voda združi v curke in deluje globinsko. 2. Žlebična erozija je globinska erozija, pri kateri voda, združena v curke, vrezuje erozijske žlebiče (do 30 cm globoke in več metrov dolge vdolbine v pobočju) (slika 3). 3. Jarkovna erozija je globinska erozija, pri kateri z združevanjem erozijskih žlebičev nastajajo več metrov globoki in več deset metrov dolgi erozijski jarki (slika 4). 4. Cevčenje nastane zaradi tokov vode v preperini, ki so vzporedni s pobočjem.

Slika 2: Ob poplavih septembra 2010 so reke iz flišnega zaledja v Tržaški zaliv prinesle veliko erodiranega gradiva (21. 9. 2010; vir: NASA Landsat TM5).



Vodna erozija prsti

Vodna erozija prsti nastane (preglednica 2), ko intenzivnost padavin preseže infiltracijsko sposobnost (zmožnost vpivanja vode) prsti in nastane površinski odtok. Običajno poteka v treh stopnjah. Najprej se delci prsti zaradi kinetične energije dežnih kapljic ločijo od podlage (tako imenovana dežna erozija), nato jih voda prenese v drugotno lego, kjer se po zmanjšanju nosilne moči vode odložijo (Zorn 2008a, 124).

Vetrna erozija prsti

Vetrna erozija prsti nastane na suhi prsti (Skidmore 1994, 265), na primer tam, kjer so vetru izpostavljena večja gola zemljišča po oranju. Nanjo vplivajo isti dejavniki kot pri vodni eroziji prsti, na primer lastnosti prsti (zlasti tekstura, vlažnost in



Slika 3: Ob močnih padavinah na nezaščitenih kmetijskih zemljiščih nastane žlebična erozija prsti (zgoraj). Erodirano gradivo se odlaga na vznožju obdelovanih zemljišč (spodaj). Vodna erozija v oljčniku v slovenski Istri (foto: Matija Zorn).

struktura), podnebne razmere, izoblikovanost površja, rastlinstvo in raba tal (Lovrenčak 1994, 165). Glavna razlika med vodno in vetrno erozijo je, da so pri vodni smeri odtoka in meje erodiranega območja znane, pri vetrni pa območje izvora gradiva težje določimo, saj se lahko smer vetra spreminja (Stroosnijder 2005, 164).

Vetrni eroziji (slika 5) so podvržene predvsem prsti z veliko meljastih in drobnih peščenih delcev. Grobi peščeni delci so pretežki in jih veter težje ali sploh ne odnaša, glinasti delci pa so kohezijsko povezani in zato odpornejši proti odnašanju. Dovzetnost zanjo je povezana tudi z deležem vlage v prsti – vlažne prsti veter ne odnaša – pa

Preglednica 2: Dejavniki, ki vplivajo na vodno erozijo prsti (Zorn 2008a, 124).

dejavnik	opis
erozivnost padavin/ površinskega odtoka	Erozivnost padavin ni odvisna od celotne količine padavin, pač pa od njihove intenzitete; pomembna sta tudi hitrost in velikost dežnih kapljic – močnejši kot je naliv, večje so dežne kapljice in trganje prstenih delcev od podlage je izdatnejše. Dalj kot traja močno deževje, manjša je zmožnost vpijanja vode in zato se izdatnost površinskega spiranja povečuje. Erozivnost površinskega odtoka je funkcija hitrosti odtoka in naklona pobočij. Hitrost se pogosto zelo spreminja zaradi mikoreliefnih oblik, rastlinstva, rabe tal in pretekle erozije. Ovire na pobočjih pogosto kanalizirajo tok in s tem pospešujejo odtok na določenih mestih, kjer površinsko spiranje preide v žlebično/jarkovno erozijo.
erodibilnost prsti	Erodibilnost prsti lahko opredelimo s stopnjo njene erodiranosti glede na druge prsti pri enakih drugih dejavnikih erozije. Odvisna je od odpornosti delcev proti trganju in zmožnosti vpijanja deževnice (poroznosti). Odpornost proti ločevanju delcev je odvisna od mehanske sestave in strukture prsti. Tako so na primer humusne prsti z obstoječimi strukturnimi skupki bolj odporne kot strukturne prsti z velikim deležem peščenih delcev. Bolj odporne so tudi skeletne prsti, ker površinski odtok težje odnaša večje delce. Pomembno vlogo ima vlažnost, ki povečuje odpornost proti odnašanju prsti.
naklon in dolžina pobočij	Naklon vpliva na hitrost odtekanja vode; na strmejšem zemljišču je odtekanje hitrejšo in zato je izdatnejše odnašanje delcev. Erozija se povečuje tudi z dolžino pobočij. Pomemben je mikorelief, saj več konkavnih oblik zadrži več vode, večja je infiltracija, manj vode teče po pobočjih in zato je erozija manjša.
rastlinstvo	Nadzemni deli rastlin varujejo prst pred neposrednim delovanjem dežnih kapljic (zmanjšajo erozivnost padavin). Podobno vlogo ima tudi stelja iz odmrlih delov rastlin. Gostejše kot je rastlinje, več padavin prestreže. Na obdelovalnih zemljiščih je zlasti po spravi pridelka zaščita zelo slaba, eroziji najbolj izpostavljena pa so gola zemljišča.
način obdelovanja	Zaradi kmetovanja je človek odstranil naravno rastlinstvo in z njim najboljšo zaščito pred erozijo. Človek z obdelovanjem erozijo tudi pospešuje (na primer z razbijanjem strukturnih skupkov). Oranje v smeri naklona zemljišča povzroča skoraj 40 % več erozije prsti kot oranje v smeri plastnic. Popolno zatavljanje zemljišč erozijo močno zmanjša.



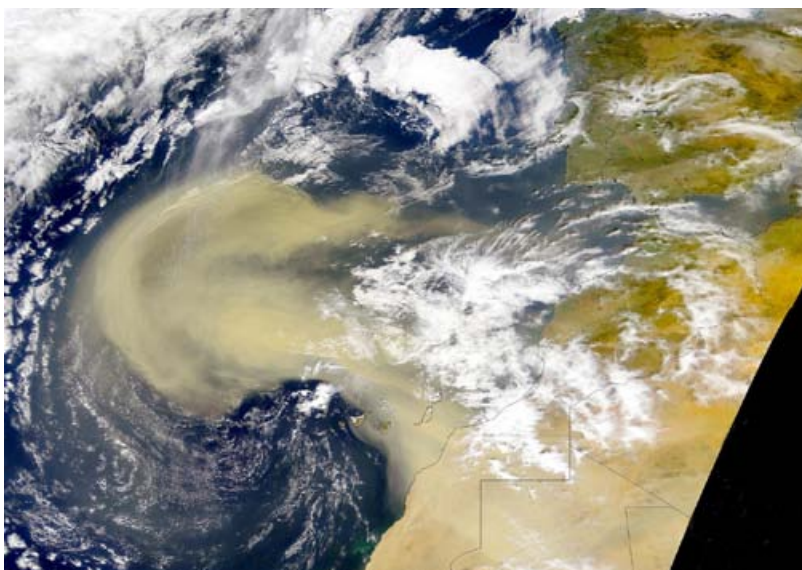
Slika 4: Erozijski žlebiči in jarki na novo urejenem smučišču Konjanik na Stari Planini v Srbiji (foto: Matija Zorn).

tudi z velikostjo strukturnih skupkov; (Lovrenčak 1994 164–165).

večji strukturni skupki so bolj odpor-
ni na vetrno erozijo. Delež vlage v pr-
sti se na primer zmanjšuje, če pihajo
suhi vetrovi, kakršen je pri nas burja

Pomembna je zlasti hitrost vetra.
Lovrenčak (1994, 165) kot najniž-
jo hitrost, pri kateri se začne vetrna

Slika 5: Peščeni viharji iz severne Afrike globalno prenesejo največ delcev (vir: NASA Visible Earth). Sahara je vir med 130 in 760 milijonov ton odpihnjene gradiva, globalno pa je takšnega gradiva med 1000 in 3000 milijonov ton na leto. V Evropo iz Sahare letno prileti od 80 do 120 milijonov ton gradiva (Verheijen in ostali 2009, 28).



erozija, navaja vrednost med 10 in 15 km/h (15 cm nad tlemi). Bistveno jo lahko zmanjšata drobna reliefna razčlenjenost in rastlinska odeja. Skoraj popolno zaščito zagotavlja gozd, kmetijsko obdelovanje pa lahko možnosti zanjo močno poveča, zlasti v obdobju, ko kulturne rastline ne rastejo. Lep tovrsten primer smo imeli pozimi leta 2012 v Vipavski dolini (sliki 9 in 10).

Verjetno najbolj znan primer vetrne erozije so peščeni viharji (tako imenovani *dust bowl*), ki so v osrednjem delu Združenih držav Amerike puštošili v tridesetih letih 20. stoletja. Vetrna erozija se je razbohotila zaradi odstranitve naravnega rastlinja, neprimerne načina obdelovanja zemljišč in dolgotrajne suše (Goudie in Boardman 2010, 182).

Posledice

Posledice erozije prsti delimo na **neposredne**, ki nastanejo na območju sproščanja in premeščanja prsti, ter **posredne**, ki nastanejo na mestih odlaganja erodirane prsti (slika 6) in v vodotokih (preglednica 3). S posledicami so povezani tudi stroški oziroma škoda. Njene ocene so različne. Za Evropsko unijo se pojavlja podatek več kot 40 milijard evrov na leto, za Združene države Amerike pa približno 44 milijard dolarjev na leto; všteti so posredni in neposredni stroški (Santos Telles s sodelavci 2011, 291). Gre torej za precej visoke številke, ob dejstvu, da so naravne nesreče (brez erozije prsti) v zadnjem desetletju globalno povprečno povzročile za okrog 170 milijard evrov škode na leto (Zorn in Ciglič 2015).

Nekoč in danes

Erozija prsti je človeku povzročala probleme že v preteklosti. Bila naj bi usodna celo za propad nekaterih starih civilizacij. Bennett (1926) je predstavil teorijo, da je prav erozija prsti poglavitni vzrok za propad majevske civilizacije v Srednji Ameriki. Četudi obstajajo še druge domneve, ni dvoma, da je izsekavanje tropskega gozda povzročilo močno erozijo, saj so v času majevske civilizacije odkrili vsaj tri obdobja pospešene erozije (Beach s sodelavci 2006, 166, 176). Podobna argumentiranja najdemo pri različnih avtorjih tudi za nekatere druge stare civilizacije (na primer Diamond (2009) za prebivalstvo Velikonočnega otoka). Montgomery (2007, 13268) pa opozarja, da večina avtorjev pripisuje obdobja pospešene erozije deforestaciji, premalo pa se poudarja vloga kmetijstva.

Močna erozija je bila v preteklosti tudi v Sredozemlju. Platon za atensko



Slika 6: Vodna erozija prsti iz neterasiranega sadovnjaka v španski pokrajini Valencia. Erodirano gradivo je skoraj povsem zasulo železniški podvoz (foto: Matija Zorn).

akropolo pravi: »... del okrog akropole tedaj ni bil tak, kakršen je zdaj. Tedaj pa je le ena izredno deževna noč okrog akropole raztopila zemljo in jo razgalila ...« (Platon 2004, 1319).

Pred letom 1930 so o eroziji prsti obstajale redke študije. Kot pišejo Santos Telles in sodelavci (2011, 289), so bili takrat tako kmetje kot strokovnjaki do nje večinoma indiferentni. V naslednjih desetletjih so sledile številne raziskave (slika 7) in zdaj imajo erozijo prsti za globalni problem, tako velik kot segrevanje ozračja (Randorf 2004). Čeprav je v današnjem času ena od najpomembnejših okoljskih problemov, je verjetno najmanj splošno poznana (Soil ... 2005). Da gre za »največji globalen okoljski problem«, so mnenja tudi pri Mednarodnem združenju za ohranitev prsti (Soil erosion ... 2002). Kljub temu je pogosto spregledana, saj kot pišejo Mutchler, Murphree in McGregor (1988), izgube prsti od 20 do 40 t/ha na leto težko opazimo tudi s šolanim očesom. Pri takšni eroziji prsti je zagotovo prisotna tudi žlebična erozija, a kmetje erozij-ske žlebiče sproti odstranjujejo z ora-

Preglednica 3: Nekatere posledice erozije prsti (Kisić s sodelavci 2005, 25; Santos Telles s sodelavci 2011, 291).

neposredne posledice	<ul style="list-style-type: none"> • izguba prsti, • izguba hranilnih snovi, • manjša kakovost prsti, • manjša infiltracijska sposobnost prsti, • spremembe strukture prsti, • manjša biotska raznovrstnost, • manjša rodovitnost, • manjši pridelek, • manjši zaslužek, • izguba/zmanjšanje razpoložljivih obdelovalnih zemljišč;
posredne posledice	<ul style="list-style-type: none"> • večja količina sedimentov v vodotokih, • zaplavljanje pregrad na vodotokih zaradi večje količine sedimentov, • poškodbe (zasutje) prometnic in infrastrukture, • prenos kmetijskih onesnažil v vodotoke, • onesnaženje pitne vode, • poplave dolvodno zaradi manjše infiltracijske sposobnosti erodirane prsti in s tem večjega površinskega odtoka, • slabša preskrba s hrano, • višje cene hrane, • omejitve dejavnosti na vodotokih.

njem, tako da, če njiv ne opazujemo stalno, odnašanja sploh ne opazimo (Komac in Zorn 2005, 83).

Tudi, če se z zgornjimi trditvami ne strinjamo povsem, je dejstvo, da je erozija prsti globalen okoljski problem, katerega največja »nevarnost« je po Richterju (1998, 231) prav njegova »nespektakularnost«, zaradi katere je pogosto prezrta, čeprav povzroča ogromno škodo. V reviji Science so pred dvajsetimi leti zapisali (Pimentel in ostali 1995): »Erozija prsti predstavlja veliko okoljsko nevarnost vzdržnosti in proizvodni zmognosti kmetijstva. V zadnjih štiridesetih letih smo na globalni ravni zaradi erozije izgubili skoraj tretjino obdelovalnih zemljišč; trend se nadaljuje s hitrostjo prek 10 milijonov hallete ...«.

Erozijo so uvrstili med osem glavnih degradacijskih procesov, ki ogrožajo prst v Evropski uniji (Predlog Direktive ... 2006, 2, 10). V Uradnem listu Evropske unije beremo (Kmetijstvo ... 2009, II/218): »... V Evropi sta propad in erozija tal verjetno najpomembnejši okoljski težavi, ki ju povzročata konvencionalno kmetijstvo; prizadetih je približno 157 milijonov hektarjev (16 % Evrope) ... V sredozemskih regijah je erozija tal zelo močna in lahko prizadene do 50–70 % kmetijskih zemljišč. ... Erozija ima pomemben gospodarski vpliv na kmetijska zemljišča, vendar tudi na javno lokalno infrastrukturo zaradi stroškov vzdrževanja omrežij in ravnjanja z vodo.« Po tem dokumentu je povprečna erozija prsti v Evropi 17 t/ha na leto. Takšno erozijo navajajo tudi Pimentel in sodelavci (1995). Drugi avtorji navajajo nižje vrednosti:



Slika 7: Merilna polja za preučevanje erozije prsti Inštituta za geografijo Poljske akademije znanosti v Szymbarku (foto: Matija Zorn).

Cerdan in sodelavci (2006, 508) navajajo za srednjo letno medžlebično in žlebično erozijo vrednost okrog 1 t/ha na leto, v nekoliko novešem delu (Cerdan s sodelavci 2010, 167) pa 1,2 t/ha na leto oziroma 3,6 t/ha na leto na obdelovalnih zemljiščih, Skupni raziskovalni center Evropske komisije za Evropsko unijo navaja vrednost 2,46 t/ha letno (Agri-environmental ... 2015). Po slednjem viru je v Evropski uniji okrog 11,4 % ozemlja izpostavljenega zmerni do močni (do 5 t/ha na leto) (slika 8), 0,4 % pa zelo močni eroziji prsti (do 50 t/ha na leto).

Erozija prsti je v Evropi največja na golih zemljiščih (23 t/ha na leto), vinogradnih (20 t/ha na leto) ter obdelovalnih zemljiščih s spomladanskimi posevki (10,6 t/ha na leto), manjša pa na travniščih, grmičevju in gozdu (< 0,5 t/ha na leto) (Cerdan s sodelavci 2006, 508). Številke se močno pove-

čajo na območjih z jarkovno erozijo (> 200 t/ha na leto), da o primerih, ko pride do popolne antropogene odstranitve prsti, niti ne govorimo (odstranitev enega metra debeline prsti pomeni izgubo 15.000 t/ha) (Boardman in Poesen 2006, 483–484).

Med slovenskimi geografi je Lojze Gosar (1957, 85) že pred šestimi desetletji zapisal, da je erozija prsti problem našega časa. »... Do nedavna [pred več kot šestdesetimi leti, op. a.] so mislili, da je erozija le pojav lokalnega pomena, ki uniči tu in tam nekaj polj ter tako onemogoči posamezne farme ... Sedaj pa smatramo erozijo za nalezljivo bolezen, ki pustoši na široko ...« in je znak, da se »... človeška družba slabo prilagaja okolju ...« (Gosar 1957, 85, 87).

Pri nas

Pri nas lahko rečemo, da je bila erozija prsti pogosto spregledana. To je lahko povezano s tem, da »... po

ocenah obsežnejšega pojava erozije na kmetijskih zemljiščih zaenkrat v Sloveniji ne beležimo ...» (Čarman, Mikoš in Pintar 2007, 47). Beremo lahko tudi, da »... v zadnjem času lahko govorimo celo o zmanjšanju nevarnosti za ta pojav ...« (Čarman, Mikoš in Pintar 2007, 47, po Suhadolc s sodelavci 2005). To naj bi bilo povezano z (Čarman, Mikoš in Pintar 2007, 47): (1) drobno parcelacijo zemljišč v Sloveniji – na majhnih zemljiščih se ne oblikuje večji površinski odtok, meji-ce pa preprečujejo odnašanje gradiva v nižje lege, (2) opuščanjem rabe in

posledičnim zaraščanjem ter (3) nekaterimi ukrepi, na primer ukrepi za zmanjšanje erozije v sadjarstvu in vinogradništvu, ki so potekali med letoma 2004 in 2009, nekatere zahteve v okviru obstoječih kmetijsko-okoljskih plačil (Kos 2012).

Spregledanost je lahko povezana tudi s tem, da jo na primer zamenjamo v krovnem zakonu o naravnih nesrečah (Zakon o varstvu ... 2006), v Zakonu o vodah (2002, 82. člen) pa je »skrita« pod »površinsko ... erozijo celinskih voda«. Prav tako je ne omenja Zakon

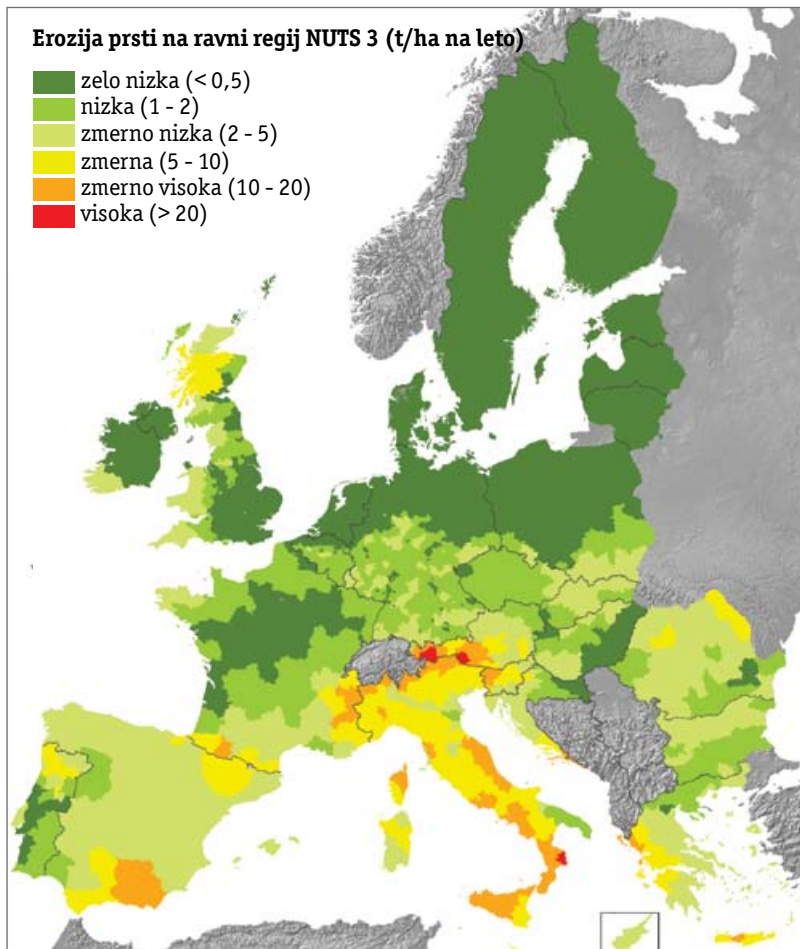
o kmetijstvu (2006). Erozijske procese pa najdemo v nekaterih drugih zakonodajnih dokumentih. V povezavi s trajno rodovitnostjo prsti je omenjena v Zakonu o kmetijskih zemljiščih (2011, 4. člen), erozijski procesi pa so v povezavi z ogolelimi zemljišči omenjeni tudi v Pravilniku o varstvu gozdov (2000, 29. člen).

Ker je erozija prsti spregledana, nam posledično manjkajo podatki o njej, kot smo lahko pred desetimi leti prebrali v Oceni izvajanja konvencije ZN o boju proti dezertifikaciji/degradaciji tal v Sloveniji (Suhadolc s sodelavci 2005, 19, 43). Tudi v zadnjih desetih letih ni bilo obsežnejših sistematičnih raziskav na tem področju (Zorn 2008a).

Tuji avtorji Sloveniji pripisujejo povprečno letno erozijo prsti 1,2 t/ha oziroma skupno 2,3 milijona ton, kar v evropskem merilu pomeni 0,4 % (Cerdan s sodelavci 2010, 173). Da ta pri nas ni zanemarljiva (predvsem v primerjavi z drugimi deli Evrope), opozarja tudi zemljevid vodne erozije prsti po evropskih NUTS 3 regijah (slika 8). Po domačih izračunih je letna erozija približno 3 t/ha, ob tem, da lahko na nezaščitenih zemljiščih (slika 3) dosega tudi vrednosti do 100 t/ha (Komac in Zorn 2007, 80, 82; Zorn 2008a).

Vrišer (1953/54, 105) je že pred več kot šestdesetimi leti glede poznavanja erozije prsti pri nas zapisal: »... moramo žal ugotoviti, da o njej še nimamo nobenih konkretnih navedb ...«. Pri tem je gotovo mislil na kvantitativne podatke, saj so se erozije prsti kot po-

Slika 8: Vodna erozija prsti po evropskih NUTS 3 regijah, ki ga je pripravil Skupni raziskovalni center Evropske komisije (Agri-environmental ... 2015).





Slika 9: Ob vetrni eroziji v Vipavski dolini februarja 2012 je bilo s koruznega polja odnesene med 3 in 10 cm prsti (foto: Matija Zorn).

java ljudje dobro zavedali. To vemo iz številnih poročil o prenašanju odplavljenih prsti iz spodnjih delov njiv nazaj v zgornje dele (Zorn 2008a, 72–73). Isti avtor je za Goriška brda zapisal (Vrišer 1953/54, 67), da niso redki primeri, da so domačini na spodnjem robu njiv izkopal jame, v katere je deževnica naplavljalna zemljo, ki so jo potem v koših odnašali nazaj na njive ali pa k posameznim trtam. Zavedanje ljudi je razvidno tudi iz leposlovne literature. Prežihov Voranc je v povesti Ljubezen na odoru (1969) zapisal: »... Nato je z rokama začela grebsti vlažno brazdo v jerbas, ga napolnila, zadela na glavo in počasi odnesla po strmini na vrh njive, kjer je spet počenila ter kleče izsula zemljo v odor zadnje brazde ...«. Navedbe najdemo tudi v zgodovinskih virih. Tako v opisih k jožefinskemu vojaškemu zemljevidu s konca 18. stoletja za porečji Drnice in Dragonje be-

remo: »... polja so večinoma le v bližini vasi, raztresenih po grebenih in ozkih dolinah. Vzrok je v tem, da je s pobočij ob močnih nalivih odplavilo rodovitno prst in poljščine ne morejo uspevati ...« (Rajšp in Trpin 1997, 200).

Poleg vodne pa je vsaj na Krasu preglavice povzročala tudi vetrna erozija. Na v preteklosti ogolelem Krasu (Zorn, Kumer in Ferk 2015), kjer je burja odnašala rodovitno prst, so suhi zidovi imeli več funkcij, med drugim so blažili erozijski učinek burje (Panjek 2015, 53). V pisnem delu franciscejskega katastra iz prve polovice 19. stoletja so za katastrsko občino Štorje zapisali: »... ne obstaja nobena njiva ali travnik, ki ne bi bil umetno zgrajen, in to izgradnjo je treba vsako četrto ali peto leto ponovno obnoviti, saj deževja in silna burja z obdelovalnih površin odnašajo zemljo. [...] Tako rekoč vsako

deževje prizadene ogromno škodo osmim desetinam njiv ..., spere prst ..., tako da je potrebno takoj po dežju zemljo, ki jo je odnesel dež, prenesti iz spodnjega roba nazaj na zgornji rob ...« (Panjek 2006, 43). Podoben zapis je tudi za zamejsko katastrsko občino Devin: »... Nalivi, ... burja močno poškodujejo večino zemljišč ..., ki odnašajo obdelovalno zemljo v jame in globeli, tako da po končani zimi morajo v takšnih okoliščinah njihovi gospodarji izvesti nov prevoz zemlje ...« (Panjek 2006, 44).

Vetrna erozija je danes omejena na jugozahodni del države, kjer piha burja, medtem ko se vodna erozija pojavlja povsod. Vetrna erozija je najmočnejša v Vipavski dolini, kjer so v osemdesetih letih 20. stoletja izvedli obsežne melioracije. Odstranili so pasove grmovja in žive meje med zemljišči ter tako še pospešili vetrno erozijo.

Erozija je bila najizrazitejša v letu po obsežnih osuševalnih delih, ko so čez zimo veliko preoranih zemljišč pustili golih (Čarman, Mikoš in Pintar 2007, 45; Zorn 2008a, 272–273).

V Sloveniji imamo le peščico kvantitativnih podatkov o vetrni eroziji. Februarja leta 1954 so erozijske učinke burje opazovali v zaledju Kopra. Burja z maksimalno hitrostjo 23,7 m/s je na nekaterih mestih odnesla tudi do 10 cm prsti. Prav zaradi močne vetrne erozije so bila po Malovrhu

(1955, 51–52, 55) nekdam obdelana predvsem zemljišča v zatišnih legah, na privetni strani pa so prevladovali pašniki. V zaledju Kopra so opazovali vetrno erozijo tudi novembra 2005. Ob maksimalni hitrosti vetra v Kopru 24 m/s in povprečni tedenski maksimalni hitrosti 13,5 m/s na isti postaji je v bilo pri Marezigah s kvadratnega metra v enem tednu odnesene okrog 64,28 g prsti. Na istem pobočju so podobno vrednost vodne erozije (površinskega spiranja) izmerili, ko je padlo 11 mm padavin ob maksimalnih

30-minutnih padavinah 2 mm (Zorn 2008a, 273).


Tudi v zadnjih letih je bila vetrni eroziji najbolj izpostavljena Vipavska dolina. Februarja 2012 je erozijsko delovanje burje prizadelo približno 1200 ha obdelovalnih zemljišč (sliki 9 in 10). Erodirane je bilo okrog 530 ton prsti na hektar oziroma skupno približno 600.000 ton. Ocenjujejo, da je bilo odnesene od 3 do 10 cm prsti (slika 10). Škodo, ki je nastala samo zaradi izgube prsti, ocenjujemo na 300 do 3000 €/ha. V tem primeru je šlo za večji erozijski dogodek. Na podlagi modeliranja naj bi bila letna vetrna erozija prsti v Vipavski dolini okrog 830 kg/ha (Pliberšek 2014, 21).

Slika 10: Ena od posledic vetrne erozije v Vipavski dolini februarja 2012 so bili zasuti melioracijski jarki (foto: Andreja Škvarč).



Sklep

Erozija prsti ne pomeni le izgube naravnega vira, ki omogoča celo vrsto ekosistemskih storitev (Ecosystem ... 2015), pač pa tudi problem varne preskrbe s hrano. Globalno vsako leto izgubimo 75 milijard ton rodovitne prsti, saj je za kar 80 % kmetijskih zemljišč značilna zmerna do močna erozija prsti. Njeno globalno povprečje je s 30 t/ha letno močno nad evropskim (Pimentel in Burgess 2013, 447–448).

Zaradi večje erozivnosti padavin kot posledice podnebnih sprememb lahko v prihodnje pričakujemo še bolj pospešene erozijske procese (Nearing, Pruski in O'Neal 2004, 48). Tu je Slovenija v prednosti, saj velika gozdnatost in nadaljnje zaraščanje zemljišč preprečujeta močnejšo erozijo. To pa verjetno pomeni, da bo erozija prsti še naprej ostala prezrta. 

Viri in literatura

1. Agri-environmental indicator - soil erosion. Eurostat, 2015.
Medmrežje: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_soil_erosion (26. 8. 2015).
2. Beach, T., Dunning, N., Luzzadder-Beach, S., Cook, D. E., Lohse, J. 2006: Impacts of the ancient Maya on soils and soil erosion in the central Maya Lowlands. *Catena* 65-2. Amsterdam.
3. Bennett, H. H. 1926: Agriculture in Central America. *Annals of the Association of American Geographers* 16-2. Washington.
4. Bezak, N., Šraj, M., Mikoš, M. 2013: Pregled meritev vsebnosti suspendiranega materiala v Sloveniji in primer analize podatkov. *Gradbeni vestnik* 62. Ljubljana.
5. Boardman, J., Poesen, J. 2006: Soil erosion in Europe: Major processes, causes and consequences. *Soil Erosion in Europe*. Chichester.
6. Cerdan, O., Govers, G., Le Bissonnais, Y., Van Oost, K., Poesen, J., Saby, N., Gobin, A., Vacca, A., Quinton, J., Auerswald, K., Klik, A., Kwaad, F. J. P. M., Raclot, D., Ionita, I., Rejman, J., Rousseva, S., Muxart, T., Roxo, M. J., Dostal, T. 2010: Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: A study based on erosion plot data. *Geomorphology* 122, 1-2. Amsterdam.
7. Cerdan, O., Poesen, J., Govers, G., Saby, N., Le Bissonnais, Y., Gobin, A., Vacca, A., Quinton, J., Auerswald, K., Klik, A., Kwaad, F. F. P. M., Roxo, M. J. 2006: Sheet and rill erosion. *Soil Erosion in Europe*. Chichester.
8. Čarman, M., Mikoš, M., Pintar, M. 2007: Različni vidiki erozije tal v Sloveniji. *Strategija varovanja tal v Sloveniji*. Ljubljana.
9. Dedkov, A. P., Gusarov, A. V. 2006: Suspended sediment yield from continents into the World Ocean: spatial and temporal changeability. *Sediment Dynamics and the Hydromorphology of Fluvial Systems*. IAHS Publication 306. Dundee.
10. Diamond, J. M. 2009: Propad civilizacij: kako družbe izberejo pot do uspeha ali propada. Tržič.
11. Ecosystem Services Provided by Soil.
Medmrežje: http://www.organiclandcare.org/files/education/organic_landscape_management/Ecosystem%20Services.pdf (26. 8. 2015).
12. Gosar, L. 1957: Erozijski prsti – problem našega časa. *Geografski obzornik* 4-4. Ljubljana.
13. Goudie, A. S., Boardman, J. 2010: Soil erosion. *Geomorphological Hazards and Disaster Prevention*. Cambridge.
14. Kisić, I., Bašić, F., Butorac, A., Mesić, M., Nestroy, O., Sabolić, M. 2005: Erozijska tla vodom pri različnim načinima obrade. Zagreb.
15. Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.) 2005: *Geografski terminološki slovar*. Ljubljana.
16. Kmetijstvo in razvoj podeželja. Uradni list Evropske unije 52/L 69 (13. 3. 2009). Bruselj.
Medmrežje: <http://eur-x.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:069:0738:0744:SL:PDF> (26. 8. 2015).
17. Komac, B., Zorn, M. 2005: Soil erosion on agricultural land in Slovenia – measurements of rill erosion in the Besnica valley. *Acta geographica Slovenica* 45-1. Ljubljana.
18. Komac, B., Zorn, M. 2007: Meritve in modeliranje erozije v Slovenji. *Strategija varovanja tal v Sloveniji*. Ljubljana.
19. Kos, B. 2012: Možnosti za zmanjševanje nevarnosti za erozijo tal v okviru ukrepa kmetijsko okoljskih plačil. *Posvet Erozijska in kmetijstvu*. Ajdovščina.
Medmrežje: http://gjam.zrc-sazu.si/sites/default/files/kos_kmetijska_placila.pdf (26. 8. 2015).
20. Lovrenčak, F. 1994: *Pedogeografija*. Ljubljana.
21. Malovrh, V. 1955: Mikrometeorološka opazovanja vetra v Črnem Kalu. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1955. *Hidrometeorološki zavod LR Slovenije*. Ljubljana.
22. Montgomery, D. R. 2007: Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104-33.
23. Mutchler, C. K., Murphree, C. E., McGregor, K. C. 1988: Laboratory and field plots for soil erosion studies. *Soil Erosion Research Methods*. Delray Beach.
24. Nearing, M. A., Pruski, F. F., O'Neal, M. R. 2004: Expected climate change impacts on soil erosion rates: A review. *Journal of Soil and Water Conservation* 59. Ankeny.
25. Panjek, A. 2006: Človek, zemlja, kamen in burja: zgodovina kulturne krajine Krasa (oris od 16. do 20. stoletja). Koper.
26. Panjek, A. 2015: *Kulturna krajina in okolje Krasa: o rabi naravnih virov v novem veku*. Koper.
27. Pimentel, D., Burgess, M. 2013: Soil erosion threatens food production. *Agriculture* 3-3.
28. Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., Blair, R. 1995: Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267-5201.
29. Platon 2004: *Zbrana dela, I. Mohorjeva družba*. Celje.
30. Pliberšek, R. 2014: Ocena učinkov vetrne erozije prsti s pomočjo geoinformacijskih orodij na primeru Vipavske doline. *Zaključna seminarska naloga, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani*. Ljubljana.
31. *Pravilnik o varstvu gozdov*. Uradni list Republike Slovenije 92/2000. Ljubljana.
32. *Predlog Direktive Evropskega parlamenta in sveta o določitvi okvira za varstvo tal in spremembi Direktive 2004/35/ES*. Uradni list Evropske unije 2006/0086 (COD) (22. 9. 2006). Bruselj.
Medmrežje: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006PC0232&from=SL> (26. 8. 2015).
33. Rajšp, V., Trpin, D. (ur.) 1997: *Slovenija na vojaškem zemljevidu 1763–1787 (1804)*, 3. zvezek. Ljubljana.
34. Randorf, T. 2004: Soil erosion as big a problem as global warming, say scientists. *The Guardian International*, 14. 2. 2004.
Medmrežje: <http://www.guardian.co.uk/international/story/0,3604,1148009,00.html> (26. 8. 2015).
35. Richter, G. 1998: *Bodenerosion als Weltproblem*. Bodenerosion. Darmstadt.
36. Santos Telles, T., de Fátima Guimarães, M., Falci Dechen, S. C. 2011: The costs of soil erosion. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35.
37. Skidmore, E. L. 1994: *Wind erosion*. *Soil Erosion Research Methods*. Delray Beach.
38. *Soil Erosion Site*.
Medmrežje: <http://soilerosion.net/> (26. 8. 2015).
39. *Soil Erosion, Biggest Global Environmental Problem*. Peking, 2002.
Medmrežje: http://en.people.cn/200205/28/eng20020528_96615.shtml (26. 8. 2015).
40. Stroosnijder, L. 2005: Measurement of erosion: Is it possible. *Catena* 64, 2-3. Amsterdam.
41. Suhadolc, M., Lobnik, F., Turk, I. 2005: Ocena izvajanja konvencije ZN o boju proti dezertifikaciji/degradaciji tal v Sloveniji. Ljubljana.
42. Verheijen, F. G. A., Jones, R. J. A., Rickson, R. J., Smith, C. J. 2009: Tolerable versus actual soil erosion rates in Europe. *Earth-Science Reviews* 94, 1-4. Amsterdam.
43. Voranc, P. 1969: *Ljubzen na odoru*. Izbrano delo, III. Ljubljana.
44. Vrišer, I. 1953/54: *Erozijski prsti*. *Proteus* 16-3. Ljubljana.
45. *Zakon o kmetijskih zemljiščih*. Uradni list Republike Slovenije 71/2011. Ljubljana.
46. *Zakon o kmetijstvu*. Uradni list Republike Slovenije 45/2008. Ljubljana.
47. *Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami*. Uradni list Republike Slovenije 51/2006. Ljubljana.
48. *Zakon o vodah*. Uradni list Republike Slovenije 67/2002. Ljubljana.
49. Zorn, M. 2008a: *Erozijski procesi v slovenski Istri*. *Geografija Slovenije* 18. Ljubljana.
50. Zorn, M. 2008b: *Nekaj načinov preučevanja erozijskih procesov*. *Geografski vestnik* 80-1. Ljubljana.
51. Zorn, M., Ciglič, R. 2015: *Največje naravne nesreče po svetu v letih 2013 in 2014 glede na povzročeno škodo in žrtve*. *Ujma* 29. Ljubljana.
52. Zorn, M., Komac, B. 2013a: *Land degradation*. *Encyclopedia of Natural Hazards*. Dordrecht.
53. Zorn, M., Komac, B. 2013b: *Erosion*. *Encyclopedia of Natural Hazards*. Dordrecht.
54. Zorn, M., Kumer, P., Ferkl, M. 2015: *Od gozda do gozda ali kje je goli, kamniti Kras?* *Kronika* 63-3. Ljubljana.