



Podvodne prsti Krajinskega parka Strunjan

IZVLEČEK

V Sloveniji je področje podvodnih prsti zelo slabo raziskano, zato jih v tem prispevku želimo podrobneje predstaviti. V Krajinskem parku Strunjan smo na podlagi terenskega in laboratorijskega dela opisali tri izbrane lokacije podvodnih prsti. Podrobneje so opisani pedogenetski dejavniki in procesi, ki so bili pomembni pri nastanku in razvoju prsti, hkrati pa smo prsti poimenovali na podlagi ameriške Soil Taxonomy in mednarodne WRB klasifikacije.

Ključne besede: pedogeografija, podvodne prsti, Strunjan.

ABSTRACT

Subaqueous soils in the Landscape park Strunjan

There aren't many research of subaqueous soils in Slovenia, so we want to present them in more detail in this article. In the Landscape park Strunjan we described three selected locations of subaqueous soil, based on field and laboratory work. We took a closer look on soil formation factors and processes that were important in the formation and development of soils. Samples of soils were classified using American Soil Taxonomy and international WRB classification.

Key words: pedogeography, subaqueous soils, Strunjan.

Prst je preperel del Zemljine skorje, ki nastaja in se spreminja zaradi vplivov matične podlage, podnebja, reliefa, vode, časa, delovanja organizmov in človeka, in je naravno okolje za uspevanje rastlin (Kladnik s sodelavci 2005).

Področje podvodnih prsti je tako po svetu kot tudi v Sloveniji zelo slabo preučeno. V Sloveniji je o njih pisal že Franc Lovrenčak. Opiše jih kot prsti, ki nastajajo pod vodo v plitvih jezerih, močvirjih in priobalnem pasu v morju, kjer se procesi pedogeneze mešajo s procesi sedimentacije (Lovrenčak 1976).

Podvodne prsti so občasno ali stalno v stiku z vodo. Pojavljajo se v plitvih sladkovodnih in morskih okoljih, kot so ribniki, jezera, območja estuarjev, delt, in na območjih plimovanja. Opredeljene so do globine 2,5 m. Globlje je sončna svetloba običajno preveč oslABLJena, kar zavira pedogenetske procese. Najdejo se tudi izjeme, zlasti v čistih morjih, kjer svetloba pride do precej večjih globin, tudi do 5 m. Podvodne prsti se razvijajo tudi na območjih, kjer se pojavlja ekstremna bibavica (Stolt, Turenne in Payne 2018).

Tovrstne prsti se pojavljajo po vsem svetu, razen na sušnih celinskih območjih, kjer se voda v rekah in jezerih ne zadržuje stalno. V obalnih pokrajinah zavzemajo tudi obsežnejša območja (Stolt, Turenne in Payne 2018).



Pedogenetski dejavniki podvodnih prsti

Pedogenetski dejavniki vplivajo na nastanek, razvoj in lastnosti prsti ter istočasno na njihovo razširjenost (Lovrenčak 1994).

Na podvodne prsti vplivajo naslednji dejavniki: (C) – podnebje, (O) – organizmi, (B) – relief/globina, (F) – značilnost vodnega toka, (P) – matična polaga, (T) – čas, (W) – kemične značilnosti vode, (E) – izredni dogodki (Demas in Rabenhorst 2001). Pri naši raziskavi bi modelu lahko dodali tudi vpliv človeka (A), saj je območje v Krajinskem parku Strunjan tudi pod stalnim vplivom človeka. Enačbo lahko v izvorni obliki zapišemo:

$$Ss = f(C, O, B, F, P, T, W, E) + A$$

Podnebna dejavnika pri podvodnih prsteh sta temperatura in Sončevo obsevanje. Oba dejavnika neposredno vplivata na hitrost kemijskih reakcij ter prisotnost favne in flore (Balduff 2007). Vpliv temperature v podvodnih okoljih v prsti je viden pri pedogenetskih procesih sulfidizacije in razgradnji organskih snovi (Demas in Rabenhorst 2001).

Med organizme štejemo pripadnike vseh rastlinskih in živalskih vrst v prsteh. Razlikujemo jih po velikosti in stopnji razvoja. Tako poznamo mikrofloro in mikrofavno (mikroskopsko majhne rastline in živali), ter makrofloro in makrofavno (večje rastline in živali) (Lovrenčak 1994). Makroflora (makroalge) pove-

Avtorja besedila in fotografij:

TINA PAVLIN, univerzitetna

diplomirana geografinja

E-pošta: tinkara.pavlin@gmail.com

BLAŽ REPE, doc. dr.

Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani,

Aškerčeva cesta 2, 1000 Ljubljana

E-pošta: blaz.repe@ff.uni-lj.si

COBISS 1.04 strokovni članek



Slika 1: Stjuža (foto: Tina Pavlin).

čuje delež organske snovi v podvodnih prsteh. Z njihovo rastjo in poznejšo razgradnjo organska snov preide v prsti. Makroflora je hrana za mikrobe, ki so pomembni za biokemične procese (kroženje hranil). Rastline s svojo prisotnostjo v podvodnem okolju lahko spreminjajo tudi kemijsko zgradbo prsti. Prisotnost makroflora utrjuje površje, z upočasnjevanjem vodnih tokov pa preprečuje erozijo. Vse to je odvisno od gostote rastlin. Poleg makroflora je pomembna tudi makrofauna (školjke, črvi in raki), ki povzročajo

bioturbacijo (mešanje sedimentnega substrata), oksidacijo in razgradnjo organske snovi (Balduff 2007).

Relief nima neposrednega vpliva na podvodne prsti. Pri kopenskih prsteh vpliva na razvoj rečnega omrežja, medtem ko je pri podvodnih prsteh ravno obratno. Hidrološki režim je namreč pomemben dejavnik pri oblikovanju reliefnih oblik v podvodnem okolju (Demas in Rabenhorst 2001). V podvodnem okolju nadmorsko višino zamenja globina (Balduff 2007).

Določimo jo lahko z ročnim merjenjem, globinomerom, ultrazvočnim globinomerom, georadarjem (GPR) in GNSS tehnologijo (Erich in Drohan 2012). Na izoblikovanost podvodnega okolja imajo pomemben vpliv valovi (Balduff 2007).

Tokovni režim je parameter, ki vključuje hitrost vode in smer gibanja, s čimer prispeva k oblikovanju podvodnega površja. Parametri so odvisni od jakosti plimovanja, globine in tipa obale (Balduff 2007). Vzroki za različno intenzivnost delovanja vode so povezani s tokovi in plimovanjem. Tokovni režim vpliva na procese suspenzije, transporta in odlaganja delcev, kar je posledica valov in tokov (Demas in Rabenhorst 2001).

Kemične značilnosti vode opisujejo slanost, alkalnost, odstotek nasičenosti s kisikom, vsebnost sulfatov v vodi. Podvodne prsti, ki so nastale v sladkovodnih okoljih (jezera, mlake), so lahko bistveno drugačne od tistih, ki so nastale v slanem okolju. Razlike se kažejo v deležih sulfatnih, natrijevih in ostalih raztopljenih snovi (Demas in Rabenhorst 2001).

Izredni dogodki se nanašajo na različne dogodke, kot so orkani, nevihte, cunamiji ter skalni in zemeljski potrdi na obali. Ti vplivajo na stabilnost tamkajšnje pokrajine. V nekaterih primerih je to vidno kot erozija ali odlaganje (Balduff 2007). Izredni dogodki s svojo izredno veliko energijo povzročijo spremembe globin podvodnih prsti, kar posledično vpliva na njihove lastnosti (Demas in Rabenhorst 2001).

Pedogenetski procesi v podvodnih prsteh

Pedogenetski procesi vključujejo različne fizikalne, kemične in biološke procese, ki potekajo v prsteh. Zaradi njihovega delovanja nastajajo različne prsti z drugačnimi lastnosti in sestavo (Lovrenčak 1994).

Enako kot pri kopenskih prsteh so tudi pri podvodnih prisotni pedogenetski procesi. Razvrščeni so v štiri skupine: pedogenetski prilivi, pedogenetski odlivi, premeščanje in procesi preoblikovanja (Demas in Rabenhorst 1999).

Pedogenetski prilivi so mineralne in biogene snovi v podvodnih prsteh. Med prilive biogenih snovi spadajo drobni delci školjk, ki prispevajo k večjemu deležu kalcijevega karbonata (CaCO_3). Najizrazitejši priliv v podvodnih prsteh je organska snov, ki povzroča povečano raven organskega

ogljika v površinskih horizontih. Stalni prilivi mineralnih snovi vplivajo na raznolikost horizontov. Prihaja do prekrivanja površinskih horizontov, s čimer je povezano tudi večanje deleža organskega ogljika z globino (Demas in Rabenhorst 1999).

Pedogenetski odlivi so povezani z erozijo, ki jo lahko povzročajo valovanje, nevihte, plimovanje in delovanje človeka. Tako kot na kopnem tudi v podvodnem okolju rastlinstvo preprečuje erozijo. Drugi pomemben odliv v podvodnih prsteh je razgradnja organskih snovi. V prsti pride do bakterijske razgradnje ter odliva ogljika in drugih hranil iz prsti (Demas in Rabenhorst 1999).

Premeščanje je pedogenetski proces, ki vključuje difuzijo (samodejno prodiranje neke snovi v drugo, pronicanje, na primer kisika v prst), bioturbacijo in eluviacijo (premeščanje

delcev snovi, na primer glinastih, v suspenziji ali raztopini iz enega horizonta v profilu prsti v drugega). Difuzija je prenos snovi iz območja z višjo koncentracijo snovi v območje z nižjo. V podvodnih prsteh se ta pojav opazi v površinskih horizontih, zaradi prehajanja kisika v prst na stiku vode in prsti. S tem pride do oksidacije in pojava svetlorjavih odtenkov. Razširjenost pojava je odvisna od količine bentičnih mikroorganizmov, ki porabljajo kisik v času razgradnje organske snovi in difuzije kisika. Če je v prsti prisotno manjše število mikroorganizmov, imamo posledično tudi manjšo debelino svetlorjavih odtenkov v površinskih horizontih. Poleg difuzije je lahko prisotna tudi bioturbacija. Pri tem prihaja do pospešene oksidacije s strani bentoških organizmov. Oksidirane površine so debele od 10 do 20 cm (Demas in Rabenhorst 1999).

K procesom preoblikovanja spada sulfidizacija. Gre za proces, kjer pride do mineralne pretvorbe sulfidov, prevladujoč končni produkt je najpogosteje pirit (FeS_2). Proces se pogosto pojavlja na območju plimovanja in v plitvih vodah. Ključne pri sulfidizaciji so bakterije, ki reducirajo sulfate, organska snov kot mikrobiološki substrat in anaerobne razmere. Sulfidi se pogosto pojavljajo v sedimentu, kjer se skupaj z železovimi ioni vežejo v spojine. V prsteh zato pride do povečane ravni pirit in drugih železovo-sulfidnih spojin (FeS , Fe_3S_4 , FeS_2) (Demas in Rabenhorst 1999). Te se lahko sproščajo v obliki plina, ki ga prepoznamo kot vonj po gnilih jajcih (Stolt in Rabenhorst 2011). Sulfidiza-

Slika 2: Navpični rov, delo rakca *Upogebia littoralis* – škaradobola (foto: Tina Pavlin).





Slika 3: Lokacije vzorcev prsti (Geopedia 2019).

cijo lahko povzroči tudi človek s poglobljanjem morskega dna ali z gradbenim posegom na morskem dnu. Pri tem pride do oksidacije sulfidov, kjer se tvori žveplova kislina, ki posledično zmanjšuje pH prsti, obenem pa pride do spremembe vodnega ekosistema (Payne in Stolt 2017). Sledi sulfidizacije lahko zasledimo tudi v nižjih horizontih (Demas in Rabenhorst 1999).

Kratek oris območja raziskave

Krajinski park Strunjan meri 428,6 ha in zajema 4 km obrežja Tržaškega zaliva. Vključuje Strunjanski polotok od Simonovega zaliva do izliva Strunjanske reke – Roje z 200-metrskim pasom morja in notranjim delom Strunjanskega zaliva. Sestavljajo ga tri ožja zavarovana območja: Naravni rezervat Strunjan, Naravni rezervat Strunjan Stjuža in Naravni spomenik Pinijev drevored (medmrežje 3).

Strunjanski polotok je del Koprškega primorja. Velik del Strunjanskega zaliva zavzemajo soline, ki se nadaljujejo v Strunjansko dolino (Hoyer s sodelavci 1986).

Geomorfološko izoblikovanost Strunjanskega polotoka v veliki meri pogojujejo geološke značilnosti. V celoti ga sestavlja fliš eocenske starosti, za katerega so značilne izmenjujoče plasti laporja in peščenjaka. Zaradi neodpornosti kamnine je poudarjeno mehansko in kemično preperevanje (Hoyer s sodelavci 1986). Iz izmenjujočih se plasti laporja, peščenjaka in apnenca so tudi Strunjanski klifi, ki na nekaterih mestih dosežejo višino do 80 m (Natek, Repe in Stepičnik 2012).

Pomembna sestavina parka je umetna Stjuža, edina laguna na slovenski obali. Pred več kot 200 leti je bila odprt

zaliv, ki so ga nato zaprli z nasipom. S tem so prekinili neposredno povezavo z morjem. Sedaj povezava do morja poteka samo še po kanalu (medmrežje 1). Razdeljena je na Veliko laguno in Prehodno laguno (medmrežje 2). Iz zaprtosti izhaja tudi ime Stjuža, ki je popačenka italijanske besede *chiusa* v pomenu 'zaprta'. Gibanje vode je odvisno od plime in oseke, pri čemer valov in morskih tokov v laguni ni (medmrežje 1).

V laguni najdemo slanoljubno (halofitno) rastlinstvo, ki se je na muljasti podlagi razvilo predvsem zaradi slanosti, razpoložljivosti vode, vrste tal in mikrotopografije. Tovrstni ekosistemi zaradi različnih antropogenih vplivov (turistične dejavnosti, kmetijstvo in ribogojstvo) spadajo med najbolj ogrožene. Halofitno in brakično rastlinstvo se je začelo razvijati, ko so z nasipi zaprli zaliv in s tem ustvarili



Slika 4: Priprava vzorcev za laboratorijske analize (foto: Tina Pavlin).

laguno. Zaradi spremenjene hidrološke dinamike, odlaganja usedlin in antropogenih vplivov se je rastlinski pokrov razširil po celotnem območju (Šajna in Kaligarič 2005). Večji del dna Stjuže pokriva morska trava vrste kolenčasta cimodoceja (*Cymodocea nodosa*), nekaj pa je tudi velike zostere (*Zostera marina*) (Lipej 2004).

V vodah Stjuže najdemo številne živalske vrste, prevladujejo kozice. To so plavajoče vrste rakov desetersonožcev, ki imajo zelo pomembno vlogo v prehranjevalnem spletu lagunskega ekosistema. V mulju pa je ena najpogostejših vrst *Upogebia littoralis*, ki ji strunjanski solinarji pravijo škardobola. Ta rakec živi v majhnih navpičnih rovih v muljnatem dnu (Lipej 2004).

Vzorčenje prsti

V raziskavi smo za potrebe vzorčenja izbrali tri različne lokacije v Krajinskem parku Strunjan. Prvi vzorec prsti smo vzeli v laguni Stjuža, drugega v prehodnem delu – kanalu med Stjužo

in morsko obalo, tretjega pa na morški obali.

Pri vzorčenju smo si pomagali z meter dolgimi kanalizacijskimi cevmi s premerom 16 cm. Na vrhu smo naredili luknje, v katere smo vstavili kovinsko palico in s tem omogočili lažje vrtenje v prst. Vse tri odvzete vzorce (izvrtke) smo počasi dvigovali iz vode in pazili, da nam prst ni spolzela iz cevi. Te smo neprodušno zaprli z vrečami, vezicami in lepilnim trakom. Vzorcji so se sušili en mesec in zatem še v laboratoriju en teden pri sobni temperaturi. Pozneje smo vzorce potisnili iz cevi, jih vzdol-

žno prerezali in za vsakega določili horizonte. Ob tem se je sproščal neprijeten vonj po gnilih jajcih. Vonj je bil najintenzivnejši pri prvem vzorcu, pri drugem je bil slabo zaznaven, tretji vzorec pa ni imel neprijetnega vonja. Posušene vzorce vsakega horizonta smo nato zdrobili in presejali ter jih pripravili za laboratorijske analize.

Opravili smo naslednje analize: določili smo barvo mokrega in suhega vzorca po Munsellovem barvnem atlasu, delež školjk, izvedli mehansko analizo, določili reakcijo prsti – pH-vrednost, delež organske snovi, delež CaCO_3 , izmerili električno prevodnost ter kationsko izmenjalno kapaciteto, hidrolitično kislost in vsoto sorbiranih baznih kationov v prsti.

Lastnosti podvodnih prsti Krajinskega parka Strunjan

Po opravljenih terenskih meritvah in laboratorijskih analizah smo dobili tri vzorce prsti različnih debelin. Prvi vzorec (lokacija 1) je značilen za srednje globoke prsti (50 cm), drugi vzorec (lokacija 2) za plitve prsti (35 cm) in tretji (lokacija 3) za zelo plitve prsti (14 cm). Pri vseh vzorcih je bila reakcija nevtralna oziroma alkalna.

Preglednica 1: Rezultati laboratorijskih analiz.

globina	50, 35 in 14 cm
pH	6,89 do 8,07
delež organske snovi	11,56 do 22,01 %
delež CaCO_3	27,33 do 75,37 %
Ece (električna prevodnost)	$8,23 \times 10^{-3}$ do 28,6 dS m ⁻¹
KIK	50,65 do 51,95 mekv/100 g prsti
S (vsota baz)	50 mekv
V (nasičenost z bazami)	96,25 do 98,72 %

Po Munsellovem barvnem atlasu je prevladovala siva barva in njeni različni odtenki, od sivoolivne do sivo-rumenorjave barve. Pri vseh vzorcih so bili prisotni rjavi odtenki, ki so se pojavljali zgolj v zgornjih horizontih. Rjave lise so bile posledica oksidacije. Pri vzorcih se pojavljajo visoki deleži CaCO_3 in organske snovi. CaCO_3 je povečan zaradi karbonatne matične podlage, delež je verjetno povečan tudi zaradi prisotnosti školjk. Na visoke vrednosti organske snovi lahko vplivajo različni dejavniki: količina razkrojanih in preoblikovanih odmrlih ostankov, živih organizmov (gostota rastlinstva), koncentracija sulfidnih snovi, ki pospešujejo sulfizacijo oziroma pedogenetske prilive.

Z mehansko analizo smo ugotovili, da imata vzorca prsti na lokacijah 1 in 2 podobno teksturo. Največji delež zavzema melj, sledijo peščeni delci, najmanj pa je gline. Vzorec prsti na lokaciji 3 ima sipko strukturo, saj v njem močno prevladuje pesek, ki ga je v vseh horizontih okrog 90 %.

Slika 5: Vzorec prsti na lokaciji 1 (foto: Tina Pavlin).



Klasifikacija podvodnih prsti v Krajinskem parku Strunjan

Na podlagi dobljenih rezultatov smo vse tri vzorce uvrstili v dve klasifikaciji prsti: ameriško Soil Taxonomy in mednarodno WRB klasifikacijo.

1. Soil Taxonomy

Vse tri vzorce smo umestili v razred Wassets. Nato smo jih na podlagi njihovih značilnosti uvrstili še v dve skupini tega razreda, vzorca 1 in 2 v skupino Hidrowassets in vzorec 3 v skupino Psamowassets (Key to Soil Taxonomy 2014).

2. WRB klasifikacija

Vse tri vzorce smo na podlagi diagnostičnih horizontov, lastnosti in gradiva uvrstili v ustrezno skupino, vzorca 1 in 2 v skupino Gleysol, vzorec 3 pa v skupino Leptosol (WRB 2015).

Gleysols so z vodo zasičene prsti. V njih prevladujejo procesi, ki so posledica slabe prepustnosti in anaerobnih razmer. V spodnjem delu profila se pojavlja stalna ali občasna zasičenost z vodo. Prisotni so redukcijski procesi, za katere je značilna siva barva z odtenki modre, zelene ali črne. Prst ima pogosto povečan delež gline. Velika vlažnost ovira rast korenin, mikroorganizmov je zelo malo, zato organska snov razpada počasi in se kopiči (Repe 2006). Gleysols so nastali iz rečnih, jezerskih in morskih sedimentov, na območjih z visoko gladino podtalnice, območjih plimovanja, v plitvih jezerih in na morskih obalah. Na območjih plimovanja je v prsti povečana koncentracija soli, zato jih porašča halofitno rastlinstvo (WRB 2015).



Slika 6: Vzorec prsti na lokaciji 2 (foto: Tina Pavlin).

Leptosols so razmeroma razvite, vendar plitve prsti. V profilu je le en temen, humusno aktiven horizont. Razvoj prsti omejujeta trda ali grobo skeletna podlaga in erozija, ki stalno odnaša prsteni material. Fizikalne, kemične in biološke lastnosti so odvisne od matične podlage (Repe 2006).

Sklep

V Sloveniji je področje podvodnih prsti zelo slabo raziskano. S to raziskavo smo želeli preučiti značilnosti prsti na


Slika 7: Vzorec prsti na lokaciji 3 (foto: Tina Pavlin).



območju Krajinskega parka Strunjan. Raziskali smo lastnosti prsti na treh skrbno izbranih lokacijah, v laguni Stjuža, v kanalu, ki povezuje laguno in zaliv, ter v Strunjanskem zalivu.

Pri nastanku in razvoju prsti na vseh treh lokacijah imajo pomembno vlogo pedogenetski dejavniki in procesi. Kot glavne pedogenetske dejavnike lahko izpostavimo matično podlago, organizme, relief/globino, tokovni režim in čas. Pri pedogenetskih procesih smo zaznali vse štiri skupine procesov, ki pa so se v posameznih vzorcih razlikovali po intenzivnosti.

Geomorfološka izoblikovanost Krajinskega parka je v veliki meri pogojena z neodpornim karbonatnim sedimentom – flišem. Ta zaradi slabe odpornosti mehansko in kemično hitro prepereva, kar vpliva tudi na sestavo in značilnosti prsti. Pomemben element v Krajinskem parku je laguna Stjuža, ki je umetno nastala pred več kot 200 leti. Razvoj podvodnih prsti na območju sedanjega Krajinskega parka Strunjan se je s tem bistveno spremenil, saj so bili prekinjeni tokovi in valovanje morja. Laguna je pester življenjski prostor številnih živalskih in rastlinskih vrst. Zaradi svojih ži-

vljenjskih razmer, kot so stalna prisotnost vode, skromna razpoložljivost kisika, slanost in velika koncentracija ionov, se je na tem območju razvilo halofitno rastlinstvo. Nekatere rastline, na primer navadni osočnik (*Salicornia europaea*) uspevajo v neposredni bližini vode, kot tudi v vodi sami, kar ima pomembno vlogo pri razvoju podvodnih prsti, saj se z njihovim razpadanjem v prsti povečuje delež organske snovi. Rastlinstvo povzroča tudi difuzijo kisika v zgornjih horizontih, zaradi česar pride do oksidacije in pojava rjavkastih lis. Poleg difuzije kisika do oksidacije pride tudi z bioturbacijo. 

Viri in literatura

- Balduff, D. M. 2007: Pedogenesis, inventory, and utilization of subaqueous soils in Chincoteague Bay, Maryland. Medmrežje: <https://drum.lib.umd.edu/handle/1903/7732> (11. 1. 2019).
- Demas, G. P., Rabenhorst, M. C. 1999: Subaqueous Soils Pedogenesis in a Submersed Environment. Soil Science Society of America. Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Demas_Rabenhorst_1999_Pedogenesis_in_submerged_environment.pdf (14. 1. 2019).
- Demas, G. P., Rabenhorst, M. C. 2001: Factors of subaqueous soil formation: a system of quantitative pedology for submersed environments. Geoderma 102. Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Demas_Rabenhorst_2001_Factors_of_subaqueous_soil_formation.pdf (19. 11. 2018).
- Erich, E., Drohan, P. J. 2012: Genesis of freshwater subaqueous soils following flooding of a subaerial landscape. Geoderma 179-180. Medmrežje: <https://www.sciencedirect.com/nukweb.nuk.uni-lj.si/science/article/pii/S001670611200078X> (23. 1. 2019).
- Hoyer, S. A., Kržan, B., Ravnik, M., Tomšič, D. 1986: Strunjan – naravna in kulturna dediščina. Medobčinski zavod za spomeniško varstvo Piran. Piran.
- Key to Soil Taxonomy 2014: 12th ed. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Medmrežje: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/taxonomy?cid=nrsc142p2_053580 (28. 1. 2019).
- Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.). Geografski terminološki slovar. 2005. Založba ZRC SAZU. Ljubljana.
- Lipej, L. 2004: Življenje v lagunah. Slovenija svet: revija za Slovence po svetu 1-7.
- Lovrenčak, F. 1976: Raziskovalne metode. Nova klasifikacija prsti (Nekaj novosti iz pedogeografije). Geografski vestnik 48. Medmrežje: http://zgs.zrcsazu.si/Portals/8/Geografski_vestnik/2_Pred1999/GV_4801_181_190.pdf (19. 11. 2018).
- Lovrenčak, F. 1994: Pedogeografija. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Medmrežje 1: http://www.zrsv.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=63&cid_informacija=523 (29. 11. 2018).
- Medmrežje 2: Strunjanske soline. DOPPS, 2017. URL: <http://ptice.si/ptice-in-ljudje/opazovanjeptic/kam-na-izlet/strunjanske-soline/> (Citirano 11. 12. 2018).
- Medmrežje 3: <http://www.parkstrunjan.si/index.php?page=static&item=59> (22. 11. 2018).
- Natek, K., Repe, B., Stepišnik, U. 2012: Geomorfološke značilnosti morskega dna, obale in zaledja. Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva. Znanstvena založba Filozofske fakultete. Ljubljana.
- Payne, M. K., Stolt, M. H. 2017: Understanding sulfide distribution in subaqueous soil systems in southern New England, USA. Geoderma 308. Medmrežje: <https://www.sciencedirect.com/nukweb.nuk.unilj.si/science/article/pii/S001670611631014X> (15. 1. 2019).
- Repe, B. 2006: Svetovna klasifikacija prsti. Geografski obzornik 53-1. Medmrežje: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-AHVZWTZZ> (25. 2. 2019).
- Stolt, M. H., Rabenhorst, M. C. 2011: Introduction and Historical Development of Subaqueous Soil Concepts. Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes. Boca Raton.
- Stolt, M., Turenne, J., Payne, M. 2018: Subaqueous Soil Survey. Natural Resources Conservation Service Soil USDA. Medmrežje: <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref?cid=nrscpr1343022> (19. 11. 2018).
- Šajna, N., Kaligarič, M. 2005: Vegetation of the Stjuža coastal lagoon in Strunjan landscape park (Slovenia): a draft history, mapping and nature-conservancy evaluation. Annales, Series historia naturalis 15. Medmrežje: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-KFBGMG0A> (10. 12. 2018).
- World reference base for soil resources 2014, 2015: Medmrežje: <http://www.fao.org/3/i3794en/i3794en.pdf> (29. 1. 2019).