

Subakvalne prsti

v zalivu Sveti Jernej

IZVLEČEK

Prispevek govori o značilnostih subakvalnih prsti, pedogenetskih dejavnikov, ki delujejo nanje, in procesih, ki potekajo v njih. Članek predstavlja tudi rezultate terenskega dela, ki je bilo opravljeno v zalivu Sveti Jernej, kjer so bili vzeti trije profili prsti. Na podlagi rezultatov laboratorijskih analiz so bile ugotovljene povezave med subakvalnimi prstmi, rastlinstvom ter ostalimi naravnimi dejavniki v zalivu.

Ključne besede: fizična geografija, pedogeografija, subakvalne prsti, zaliv Sv. Jernej.

ABSTRACT

Subaqueous soils at San Bartolomeo Bay
This article presents characteristics of subaqueous soils, factors that influence subaqueous soil formation and pedogenic processes in them. It also presents the results of a field work, which was carried out at San Bartolomeo Bay, where three soil profiles were taken to be laboratory studied in detail. On the basis of the research results, connections between subaqueous soils, vegetation and other natural factors in the Bay were established.

Key words: physical geography, soil geography, subaqueous soils, San Bartolomeo Bay.

Avtorica besedila:

ALJA PRISTOVŠEK, študentka geografije
Drešinja vas 55, SI-3301 Petrovče, Slovenija
e-pošta: alja.pristovsek@gmail.com

Avtorja fotografij:

ALJA PRISTOVŠEK, BLAŽ REPE

COBISS I.04 strokovni članek

V ečino površja našega planeta prekriva tanka plast prsti. Prsti se nahajajo na kopnem in v plitvih vodah. Slednje imenujemo podvodne ali subakvalne prsti. Te nastajajo pod vodno gladino, zlasti na dnu plitvih stoječih voda, na primer v barjih, močvirjih, jezerskih in morskih plitvinah (11).

Proučevanje subakvalnih prsti je relativno novo področje tako v geografiji kot v pedologiji. V definicijo prsti, zapisano v Soil taxonomy, so bile subakvalne prsti uradno vključene šele leta 1999. V slovenščini dostopna literatura o teh prsteh je skromna, saj obstajajo le krajše definicije. Članek skuša podati geografski prispevek k poznavanju te teme, poleg tega pa predstavlja rezultate terenskega dela in laboratorijskih analiz subakvalnih prsti v zalivu Sveti Jernej.

Subakvalne prsti in njihove značilnosti

Prst je preperel in spremenjen del zemeljske skorje, kombinacija mineralnih in organskih sestavin v trdnem, tekočem in plinastem stanju. Oblikuje se kot posledica kompleksne soodvisnosti in povratnih



učinkov med litosfero, hidrosfero, atmosfero in biosfero (14, 20). Prst ima kakovostno lastnost – rodovitnost, to je sposobnost oskrbe rastlin z vodo, mineralnimi hranili in kisikom ter obenem nudenje opore za rast in razvoj rastlin (20). Prst ima eno ali obe izmed navedenih značilnosti: prisotnost horizontov, ki so posledica pedogenetskih procesov, in/ali sposobnost omogočati rast rastlinam v naravnem okolju (9).

Čeprav so nekateri znanstveniki, na primer Kubična (1953), Goldschmidt (1958) in Muckenhausen (1965), že prej predlagali, da bi se sedimenti v plitvih vodah obravnavali kot prsti, ideja ni bila nikoli zares sprejeta vse do raziskave sedimentov na območju Marylanda, ki jo je sredi 90. let 20. stoletja vodil George Demas (17). Ta je potrdila domneve, da so sedimenti v plitvih podvodnih okoljih prsti. Demas je tako pomembno prispeval k oblikovanju popolnejše opredelitve prsti, ki je bila leta 1999 objavljena v Soil taxonomy (9).



Slika 1: Delci školjk v profilih prsti prispevajo k dvigu vsebnosti kalcijevega karbonata (foto: Alja Pristovšek).

Nova opredelitev za zgornjo mejo prsti določa zrak, plitvo vodo, žive rastline ali rastlinsko gradivo, ki se še ni začelo razkrajati (2, 6). Spodnjo mejo prsti predstavlja trda, nepreperela kamnina, led ali globoka voda do globine 2,5 metra ali tudi globlje, vendar le do tam, kjer še uspevajo rastline, ki koreninijo v podlagi (2). Kjer ni rastlin, ki bi lahko koreninile pod vodo (ker je pregloboko ali ni svetlobe) in kjer so prisotne le plavajoče/lebdeče alge ali rastlinski plankton, se prsti ne nahajajo (22).

V subakvalnih prsteh lahko najdemo tako organske (O) kot tudi mineralne horizonte (A in C, redkeje B ali Bv). Prsti imajo večinoma slabo razvite profile zgradbe A-C ali (A)-C, lahko pa imajo prekrit A in O horizont, nekatere tudi B horizont. Pogosto imajo oksidiran horizont na površini, kažejo znake izpiranja ter oglejevanja (24).

Vpliv pedogenetskih dejavnikov na subakvalne prsti

Pedogenetski dejavniki vplivajo na nastanek, razvoj in lastnosti prsti ter istočasno na njihovo razširjenost. Najpomembnejši pedogenetski dejavniki, ki vplivajo na oblikovanje subakvalnih prsti, so podnebje, živi organizmi, matična podlaga, čas, voda, izredni dogodki in človek.

Na subakvalne prsti vplivajo naslednji pedogenetski dejavniki: podnebje (K), organizmi (O), matična podlaga (M), čas (Č), globina vode (B), značilnosti vodnega toka (F), kemične značilnosti vode (KZ), izredni dogodki (D) in človek (A). To lahko zapišemo v obliki enačbe (2):

$$p_s = f(K, O, M, \underline{\check{C}}, \underline{B}, \underline{F}, \underline{KZ}, \underline{D}) + A$$

Vpliv **podnebja** na subakvalne prsti se kaže preko temperatur ter sončnega obsevanja. Ti neposredno vplivajo na kemične in biološke procese v prsti ter bioturbacijo (mešanje prsti s pomočjo organizmov) in posredno na rastlinske in živalske vrste, ki so prisotne na območju (2). Vpliv podnebja je viden v procesih

sulfidizacije in razgradnje organskega gradiva, ki sta odvisna od temperature v podvodnem okolju. V podvodnih okoljih je vpliv padavin in vetrov nepomemben, razen če ti sprožijo erozijo prsti ali večje nanose kopenskega gradiva v plitvine (7).

Pod pojem **živi organizmi** kot pedogenetski dejavnik vključujemo vse rastlinske in živalske organizme v prsti. Ti se med seboj ločujejo po velikosti in stopnji razvoja. Največ jih živi v zgornjih delih profila prsti (14). Makroflora, kot so na primer makroalge, dajejo subakvalnim prstem organske snovi, živali pa opravijo prvo mehanično in biokemično razgrajevanje le-teh ter jih pripravljajo za nadaljnjo humifikacijo. Mikroorganizmi dokončno razgradijo organske snovi, sintetizirajo humus in ga nato mineralizirajo. Makroflora fizično stabilizira površje. Z upočasnitvijo vodnih tokov preprečuje erozijo prsti. Njena učinkovitost je odvisna od gostote rastlin (2, 7). Morske živali mešajo velike delce prsti, spreminjajo teksturo, izločajo sluzi, razkrajajo organsko snov, spreminjajo njeno kemično sestavo ter pripomorejo k nastanku humusa. Makrofavna (na primer školjke, črvi in rakci) povzročata bioturbacijo in pomaga pri oksidaciji zgornjega dela prsti z vključevanjem s kisikom nasičene vode (2). Z njihovimi iztrebki in odmiranjem se v prsti kopiči organski ogljik (3, 4). Povečane ravni kalcijevega karbonata v subakvalnih prsteh so povezane z biogeno proizvodnjo školjk in njihovo poznejšo vgradnjo v horizonte prsti (7).

Matična podlaga vpliva s svojo mineraloško in kemično sestavo na mineraloško in kemično sestavo prsti ter na morfološke in fizikalne lastnosti prsti, tudi na njeno globino. Kemična sestava kamnine pogojuje osnovno kemično sestavo prsti in s tem delež bazičnih kationov za rastline kot so kalcij, magnezij, natrij in kalij. Posledično ima vpliv na adsorpcijski kompleks in pedogenetske procese, vpliva pa tudi na hitrost in smer razvoja prsti (14).

Čas kot pedogenetski dejavnik vpliva na nastanek, razvoj in lastnosti prsti preko trajanja in intenzivnosti delovanja ostalih pedogenetskih dejavnikov (14). Čas delovanja pedogenetskih dejavnikov je težko določiti. Stopnja bioturbacije je na primer povezana s časom, v katerem so v prsti delovali organizmi. Od razpoložljivega časa za aktivne procese so odvisne podvodne oblike površja. Večina subakvalnih prsti je relativno mladih, zato so podobne mladim aluvialnim prstem na poplavnih ravninah (7).



Slika 2: Živali v prsti povzročajo bioturbacijo (foto: Alja Pristovšek).

Relief nima neposrednega vpliva na podvodna okolja in s tem na subakvalne prsti. Na kopnem relief določa lokalno hidrologijo, v podvodnih okoljih pa se lahko zgodi ravno obratno: hidrološki pogoji (vodni režim) postanejo odločilni dejavnik pri oblikovanju podvodnih reliefnih oblik. Nadmorsko višino v podvodnih okoljih zamenja globina. Ta vpliva na razvoj profilov subakvalnih prsti in omogoča razlago učinkov notranjih/internih valov (ti nastanejo na interfazi dveh različno gostih vodnih mas, največkrat zaradi izrazitega plimovanja) in valov povzročenih zaradi vetra (7, 23). Izoblikovanost podvodne pokrajine in z njo povezane hidrološke značilnosti imajo pomemben vpliv na morfološke, fizikalne in kemične lastnosti subakvalnih prsti (5).

Značilnosti vodnega toka vključujejo hitrost vode, smer njegovega gibanja ter valovanje. Ti parametri so odvisni od lege v zalivu, oddaljenosti od zaliva, moči plimovanja in globine (2). Značilnosti vodnega toka vplivajo na procese suspenzije, transporta in odlaganja delcev, ki so rezultat notranjih valov, valov povzročenih zaradi vetra in tokov, sodelujejo pa tudi pri oblikovanju podvodnega površja. Globina in značilnosti vodnega toka igrata enako razvojno vlogo, kot jo igra relief na kopnem (7). Tudi temperatura izvira podzemne vode lahko lokalno vpliva na lastnosti prsti (10).

Med **kemične značilnosti vode** prištevamo slanost, alkalnost, odstotek nasičenosti s kisikom in vsebnost nitratov. Ti parametri vplivajo na izločanje delcev iz koloidne raztopine, stopnjo oksidacije ter na

oblikovanje vodikovo-sulfidnega plina, ki je lahko strupen za nekatere bentične vrste in je vključen v oblikovanje sulfidnih mineralov (2).

Izredni dogodki predstavljajo še nedoločene dejavnike, ki vplivajo na nastanek prsti, na primer nevihte, ki potencialno lahko vplivajo na stabilnost podvodnega površja in v nekaterih primerih pomembno vplivajo na erozijo ali odlaganje (2).

Človek posredno ali neposredno povzroča hitre in močne spremembe v prsti ter v celotnem ekosistemu (14). Z neposrednimi posegi, na primer z gradnjo (nasipov, dokov), spreminja zgradbo profilov subakvalnih prsti, njihovo strukturo in prekine kapilarni sistem. Lahko jih tudi popolnoma uniči. Izrazite in hitre spremembe lastnosti prsti nastanejo tudi pri njihovem osuševanju. Človek posredno vpliva na subakvalne prsti s spremembami ostalih pedogenetskih dejavnikov: s spreminjanjem podvodnega reliefa (spremenijo se fizikalne in kemične lastnosti prsti ter procesi v njih), s spreminjanjem naravne vegetacije (prst izgubi zaščito, kar lahko sproži erozijo prsti, spreminijo se količina in lastnosti humusa ter mikroklimatske razmere, ki vplivajo na procese), z onesnaževanjem in uporabo pesticidov.

Pedogenetski procesi v subakvalnih prsteh

Pedogenetski procesi, ki potekajo v subakvalnih prsteh, so podobni tistim v kopenskih (9).

Pedogenetski procesi so skupek različnih fizikalnih, bioloških in kemičnih procesov, ki potekajo v prsti in povzročajo svojsko sestavo ter lastnosti prstene mase.

Pedogenetski procesi se delijo v 4 sklope:

1. procesi prilivov;
2. procesi odlivov;
3. procesi premeščanja;
4. procesi preperevanja in preoblikovanja.

Pedogenetski prilivi v subakvalnih prsteh vključujejo prilive mineralnih snovi z aluvialnimi nanosi, prilive bioloških snovi in prilive antropogenih snovi (24).

Posledice prilivov mineralnih snovi subakvalnim prstem se v posameznih primerih kažejo kot pojav nezveznosti v prsteh, podobno kot se le-te pojavljajo v kopenskih aluvialnih prsteh. Slednje kažejo veliko število diskontinuitet in prekrite površinske horizonte. S prekritjem površinskega horizonta je povezan porast vsebnosti organskega ogljika z globino. Tako je prekritje starejših površinskih horizontov zaradi dodajanja mineralnega gradiva k profilu prsti podobno kopenskim procesom sedimentacije na poplavnih ravninah (6).

Bentična favna, vegetativni drobci ter ostala organska snov predstavljajo prilive bioloških snovi. Delci školjk v profilih prsti prispevajo k dvigu vsebnosti kalcijevega karbonata (6).

Pedogenetski odlivi v subakvalnih prsteh vključujejo erozijo, katero povzročajo valovi, nevihte in plimovanje, ter razgradnjo organskega gradiva (6, 24). V kopenskih prsteh potekajo procesi odlivov preko izpiranja, pronicanja vode skozi profil prsti, erozije ali razgradnje organskih snovi. V prsteh plitvih voda procesa izpiranja in pronicanja nista tako pomembna zaradi nizkega hidravličnega gradienta, ki je značilen za stalno poplavljenost okolja. Erozija se pojavlja pogosteje, vendar jo je težko natančno opredeliti, saj je ne moremo zajeti in izmeriti, kot je to mogoče na kopnem. Erozijo povzročajo nevihte, plimovanje, notranje valovanje, valovanje povzročeno z vetrom, pa tudi čolnarjenje (6). Erozijo v podvodnih okoljih preprečuje vegetacija. Proces odlivov v subakvalnih prsteh potekajo tudi z razgradnjo organskega gradiva. Rezultat bakterijske razgradnje je odliv ogljika in hranil iz prsti (1, 8).

Pedogenetski procesi premeščanja v subakvalnih prsteh vključujejo difuzijo kisika, bioturbacijske procese in izpiranje baz (3, 6). Difuzija v prsteh se pojavi, ko se raztopljeni ioni ali molekule prestavijo iz območja z višjo koncentracijo v območje z nižjo koncentracijo, kar povzroči kopičenje snovi v določenem delu prsti (6). Svetlo rjavi odtenki, značilni za mnoge zgornje dele profilov subakvalnih prsti, so znak širjenja kisika. Kisik pronica v prst ravno na stiku vode in prsti, posledica pa so rjavi barvni odtenki. Sam proces širjenja ima precej omejen obseg pri oblikovanju horizontov prsti. Toda bioturbacija, običajno mišljena kot proces, ki nasprotuje oblikovanju horizontov, skupaj s procesi difuzije deluje v smeri pospeševanja diferenciacije horizontov, saj pospešuje nastanek oksidiranih površinskih plasti (1, 6). V prsteh plitkih voda dejavnosti živalskih organizmov lahko povzročijo oblikovanje

oksidiranega površinskega horizonta debeline od 10 do 20 centimetrov. To je rezultat neposrednega prenosa kisika, ki ga omogočajo organizmi, ter porasta difuzije kisika zaradi intenzivnega biogenega mešanja in izpiranja kanalov v prsti, saj se voda lažje in hitreje premika po kanalih (6).

Pedogenetski procesi preoblikovanja v subakvalnih prsteh vključujejo humifikacijo in sulfidizacijo (3, 6).

Humifikacija je proces preobrazbe organskih snovi v humus in v večji ali manjši meri poteka v vseh prsteh. Humifikacija poteka samostojno ali skupaj z drugimi procesi. V subakvalnih prsteh se voda stalno zadržuje, zato so v njej prisotni anaerobni pogoji, ki omogočajo za podvodno okolje specifično humifikacijo (14). V z vodo zalitem okolju anaerobni pogoji precej upočasnijo razgradnjo organske snovi. To organsko gradivo se kopiči kot slabo ali nerazgrajeno gradivo oziroma kot fino organsko blato. Akumulacije organskega ogljika so lahko tudi pomemben ponor za atmosferski CO₂ in ostale z organskim ogljikom združljive elemente (kot je na primer živo srebro). Vsebnost organskega ogljika je v podvodnih prsteh višja v zgoraj ležečih horizontih ali v prekritih horizontih nekoč višje ležečih v profilu (9).

Sulfidizacija je proces nastanka sulfida (19). Običajno se vrši v prsteh na območju plimovanja in v plitvih vodah. Za njen potek so potrebni: bakterije, ki reducirajo sulfate, vir sulfatov, vir reaktivnega železa, organska snov kot mikrobiološki substrat in anaerobni pogoji. Med tem procesom se železovi oksidi v oksidiranem površinskem horizontu reducirajo na topne Fe²⁺. V istem času so reducirani tudi sulfati iz morske vode, katero pov-

zročijo mikrobi med oksidacijo organske snovi. Sulfidne formacije se v profilu prsti pojavijo med oksidiranim površinskim horizontom in anaerobnim horizontom pod njim. Sulfidizacija je tako pomemben proces, ki omogoča razlikovanje horizontov (1, 6).

Kako smo se lotili proučevanja subakvalnih prsti

Raziskavo smo opravili v zalivu Sveti Jernej, tik ob slovensko-italijanski meji.

Proučevano območje smo najprej fotografirali in s kartiranjem določili območja s posameznim rastlinstvom. Na nekoliko dvignjenih peščeno-mivkastih tleh se razrašča slanooljubno trstičje (*Phragmites australis*). Na vlažnem in peščenem obrežju, ki je pod neposrednim vplivom plimovanja, uspeva slanooljubni osočnik (*Salicornia europaea*). Ta oblikuje manjše sestoje pionirskih halofitnih združb. V še večjih globinah, ki so zaradi plimovanja izpostavljene zraku najkrajši čas, pa uspeva morska trava (*Zostera sp.*).

Lokacije profilov prsti so bile izbrane naključne, vendar smo pazili, da na vsaki izbrani lokaciji uspeva drugačna oblika rastlinstva.

Za jemanje profilov subakvalnih prsti obstajajo različni pripomočki (McCauleyev šotni sveder, batni vzorčevalnik, pedološki sveder, prozorne polikarbonatne cevi, vibracijska naprava). Pri naši raziskavi smo zaradi pomanjkanja ustrezne profesionalne



Slika 3: Lega raziskovalnega območja - zaliv Sveti Jernej.



Slika 4: Uporaba kanalizacijske cevi za jemanje profila subakvalne prsti (foto: Blaž Repe).

opreme uporabili kanalizacijske cevi premera 7,5 centimetra in višine 2 metra, katerim smo na vrhu naredili dve luknji, skozi kateri smo vstavili tanjšo železno palico. Ta nam je služila za lažje potiskanje cevi v prst. Ko je bila cev popolnoma v prsti, smo z motiko in lopato okoli cevi izkopalni luknjo in si s tem olajšali poteg cevi iz prsti, pridobili pa smo tudi višji profil prsti (prst namreč zaradi velike vsebnosti vode rada zdrsi iz cevi).

Po tem smo cev zaprli s čepom, odžagali njen višek in jo oštevilčili. Da se horizonti ne bi pomešali, smo profile prsti v navpični legi odpeljali v laboratorij. V laboratoriju smo opravili standardne laboratorijske analize: analizo mehanske sestave prsti, reakcijo in specifično

prevodnost prsti, odstotek kalcijevega karbonata in organske snovi, kationsko izmenjalno kapaciteto, vsoto baz in nasičenost sorptivnega dela prsti z bazami.

Lastnosti subakvalnih prsti v zalivu Sveti Jernej

Terenske in laboratorijske analize so pokazale, da so se na vseh treh vzorčenih mestih razvile srednje globoke in relativno mlade prsti, s slabo razvitimi horizonti, ki so le krajši čas izpostavljene pedogenetskim dejavnikom in procesom. Zaradi slabše mehanske odpornosti substrata, ki hitreje prepereva, in dinamičnih geomorfni procesov na obali vsi trije profili



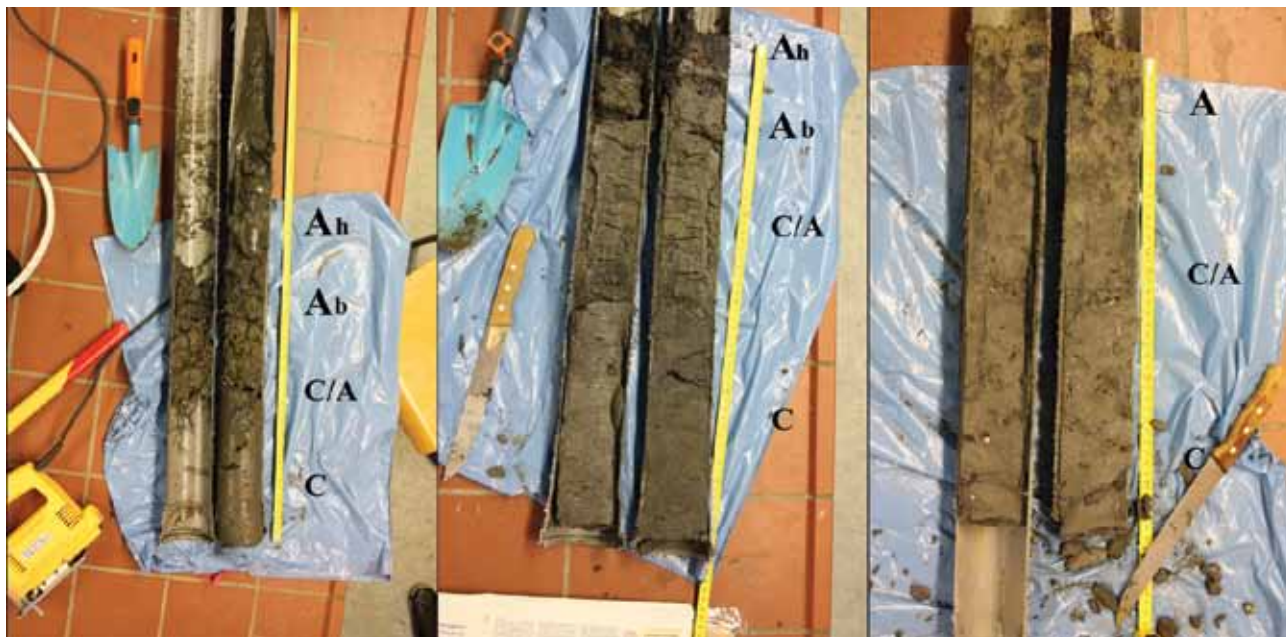
Kartografija: A. Pristovšek
Vir: Google Zemlja

- *Phragmites australis* (navadni trs)
- *Salicornia europaea* (navadni osočnik)
- *Zostera sp.* (morska trava)

Slika 5: Vegetacija v zalivu Sveti Jernej.



Slika 6: Lokacije profilov subakvalnih prsti.



Slika 7: Profili I, II in III (foto: Alja Pristovšek).

prsti vsebujejo precejšen delež skeleta. Prsti so slabo alkalne, nasičene z bazami, imajo srednjo do visoko kapaciteto adsorpcije, ki se z globino povečuje, ter visok delež kalcijevega karbonata. V profilih prsti z globino narašča slanost. Njene vrednosti so večje od 15 dS/m, kar jih uvršča med zelo slane prsti. Vzrok za naraščanje slanosti z globino je izpiranje natrija v nižje horizonte.

V profilih I in II delež organske snovi z globino narašča, v profilu III pa upada. Vzrok za naraščanje organske snovi z globino je v prekritju starejših površinskih horizontov zaradi dodajanja mineralnega gradiva k profilu prsti; vzrok za upadanje organske snovi z globino je v količini odmrlih rastlinskih ostankov, ki se z oddaljenostjo profilov od obale zmanjšuje, kar pa je rezultat manjšanja in redčenja vegetacije z oddaljenostjo od obale. Procesi prilivov mineralnih in organskih snovi so manj izraziti na lokaciji profila III. Ta profil je najbolj oddaljen od obale, kjer se odlaga manj gradiva kot v višje ležečih delih obale.

Ker na prsti v zalivu delujejo enaki pedogenetski dejavniki (matična podlaga, relief, organizmi, kemične značilnosti vode in čas) in v njih potekajo enaki pedogenetski procesi, se je na vseh treh izbranih lokacijah razvil enak tip subakvalnih prsti. Po trenutno edini klasifikaciji, ki opredeljuje tudi serije znotraj subakvalnih prsti - Soil taxonomy (2011) - smo prsti v zalivu uvrstili med **psamovasentse**.

Različna vegetacija se je v zalivu razvila zaradi razlik v času zadrževanja morske vode v profilu prsti zaradi plimovanja. Življenjski pogoji za rast rastlin se z oddaljenostjo od obale slabšajo. Zadrževanje vode v profilu prsti upočasni procesa humifikacije in mineralizacije in posledično se delež organske snovi v profilu prsti z oddaljenostjo od obale manjša. Zaradi zadrževanja vode nad prstjo pa rastline dobijo tudi manj svetlobe. In temu so se primerno prilagodile tamkajšnje rastline.

Podobne prsti lahko pričakujemo tudi drugod ob slovenski obali, na primer v Strunjanskih solinah ali na školjčiču pri Ankaranu. Vendar pa bodo te domneve potrdila šele naša nadaljna proučevanja.

Preglednica 1: Rezultati laboratorijskih analiz.

globina	65 cm, 60 cm, 44 cm (srednje globoke)
tekstura	20-30 % skeleta velikosti 2-6 mm, velik % peska, majhen % gline (mlade prsti)
pH	7,39-7,99 (slabo alkalne)
ECe	> 21,95 dS/m (slane natrijeve prsti)
% organske snovi	1,24-10,84 %
% CaCO ₃	33,33-66,67 % (visok delež)
KIK/T	37,7-95,2 mekv/100g prsti (srednja do velika)
S (vsota baz)	> 37,6 mekv/100g prsti
V (nasič. z bazami)	> 97,8 % (nasičene)

Sklep

Estuariji in plitve obalne vode so najbolj produktivni habitati na svetu. Predstavljajo le 1-2 % oceanskih površin in podpirajo okoli 20 % oceanske primarne proizvodnje (16). Znanstvena spoznanja o subakvalnih prsteh so bistvenega pomena tako pri upravljanju obalnih dejavnosti (gradnja pristanišč, nabrežij, dokov in kopanju kanalov) kot tudi pri ohranjanju habitatov.

In zakaj se naše analiziranje in kartiranje prsti konča na robu voda? Je to posledica nevednosti vseh nas, da so tudi v plitkih vodah prsti? Ali preprosto v dejstvu, da smo do sedaj imeli na kopnem zadovoljivo količino in kakovost prsti? Kjerkoli že tiči odgovor, pomembno je, da se zavedamo, da so subakvalne prsti ravno tako pomembne kot kopenske in močvirske. Prsti so osnova za vse ekosisteme na Zemlji, ker nudijo vitalne funkcije za podporo vseh oblik življenja in jih je zato potrebno skrbno upravljati in nadzorovati.



Viri in literatura

1. An introduction to subaqueous soils, 2010.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/2-Introduction_to_Subaqueous_Soils.pdf (citirano 21.10.2010).
2. Balduff, D. M. 2007: Pedogenesis, inventory, and utilization of subaqueous soils in Chincoteague Bay, Maryland.
Medmrežje: <http://drum.lib.umd.edu/bitstream/1903/7732/1/umi-umd-5011.pdf> (citirano 21.10.2010).
3. Bradley, M. P., Stolt, M. H. 2003: Subaqueous soil – landscape relationships in a Rhode Island estuary.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Bradley_Stolt_2003_Subaqueous%20Soil-Landscape%20Relationships%20i.pdf (citirano 21.10.2010).
4. Bradley, M. 2010: Introduction to subaqueous soils.
Medmrežje: <http://nesoil.com/sas/sasinfo.htm#mike> (citirano 20.10.2010).
5. Demas, G. P., Rabenhorst, M. C., Stevenson, J. C. 1996: Subaqueous soils: a pedological approach to the study of shallow-water habitats.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Demas_etal_1996_Subaqueous_soils_pedological_approach.pdf (citirano 21.10.2010).
6. Demas, G. P., Rabenhorst, M. C. 1999: Subaqueous soils: pedogenesis in a submersed environment.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Demas_Rabenhorst_1999_Pedogenesis_in_submerged_environment.pdf (citirano 21.10.2010).
7. Demas, G. P., Rabenhorst, M. C. 2001: Factors of subaqueous soil formation: a system of quantitative pedology for submersed environments.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Demas_Rabenhorst_2001_Factors_of_subaqueous_soil_formation.pdf (citirano 21.10.2010).
8. Ditzler, C. A., Ahrens, R. J., Rabenhorst, M. C., Stolt, M., Hipple, K., Turenne, J. 2010: Classification, mapping, and interpretation of subaqueous soils.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Ditzler_SubaqueousPaper_Draft.pdf (citirano 21.10.2010).
9. Erich, E., Drohan, P. J., Ellis, L. R., Collins, M. E., Payne, M., Surabian, D. 2010: Subaqueous soils: their genesis and importance in ecosystem management.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Erich_etal_2010.pdf (citirano 21.10.2010).
10. Factors of subaqueous soil formation, 2010.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/3-Factors_of_Subaqueous_Soil_Formation.pdf (citirano 21.10.2010).
11. Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.) 2005: Geografski terminološki slovar: Ljubljana, Založba ZRC SAZU.
12. Google Zemlja: karta zaliva Sv. Jermeja, 2011.
Medmrežje: <http://www.google.com/earth/index.html> (citirano 14.1.2011).
13. Jim's public gallery: Subaqueous soil images, 2011.
Medmrežje: <http://picasaweb.google.com/JimTurenne/SubaqueousSoilImages#> (citirano 14.1.2011).
14. Lovrenčak, F. 1994: Pedogeografija. Ljubljana, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo.
15. MapCoast: Habitat mapping, 2011.
Medmrežje: <http://www.ci.uri.edu/projects/mapcoast/HabitatMapping.html> (citirano 14.1.2011).
16. Methods for conducting a subaqueous soil survey: draft, 2010.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/SAS_methods.pdf (citirano 21.10.2010).
17. Payne, M. K., Turenne, J. 2009: Mapping the "New frontier" of soil survey: Rhode Island's MapCoast partnership.
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/SSH_Fall_09_MapCoast.pdf (citirano 21.10.2010).
18. PKD, 2011.
Medmrežje: <http://www.eijkelkamp.com/Portals/2/Eijkelkamp/Images/thumb/0109%20thumb%20piston%20sampler%20cutting%20ring%20+%20piston%20detail.jpg> (citirano 14.1.2011).
19. Beranek, M., Pobežin, G. (ur.) 2005: Priročni slovar tujk. Ljubljana, Cankarjeva založba.
20. Prus, T. 2000: Študijsko gradivo za cikel predavanj: interno gradivo.
Medmrežje: <http://stari.bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/KlasifikacijaTal.pdf> (citirano 23.6.2011).
21. Repe, B. 2009: Pedogenetski procesi.
Medmrežje: <http://e-ucenje.ff.uni-lj.si/course/view.php?id=564> (citirano 21.10.2010).
22. Soil taxonomy, 1975. Washington, Soil conservation service, U.S. department of agriculture.
Medmrežje: ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/keys/1975tax.pdf (citirano 21.10.2010).
23. Stopar, D. 2005: Vode.
Medmrežje: <http://web.bf.uni-lj.si/zt/mikro//homepage/vode.pdf> (citirano 24.2.2011).
24. Turenne, J. 2010: Subaqueous soils "A new frontier in soil survey".
Medmrežje: http://nesoil.com/sas/Intro_Subaqueous_Soil.pdf (citirano 21.10.2010).