



HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT

CROATIAN FOREST RESEARCH INSTITUTE – CROATISHE INSTITUT FÜR
FORSTWISSENSCHAFT

Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, HRVATSKA/CROATIA



ISTRAŽIVANJE TIPOVA TALA PODRUČJA PARK ŠUME MARJAN

Jastrebarsko, svibanj 2013

SADRŽAJ

- 1. Općenito**
- 2. Litološke karakteristike**
- 3. Pedološke karakteristike**
- 4. Vrste tala**
- 5. Opis pedokartografskih jedinica**
- 6. Geografija tla**
- 7. Produktivnost tala**
- 8. Pedološka karta park šume Marjan**

1. Općenito

Park-šuma Marjan, površine 300.29 ha, od čega je 196.24 ha pod vegetacijom, smještena je na marjanskom poluotoku, krajnje zapadnom dijelu splitskog poluotoka. Geografski faktor konfiguracije i položaj marjanskog poluotoka oblikovao je dvije izrazite ekspozicije, sjevernu i južnu, koje utječu na razvitak tipova vegetacije i na raspored određenih biljnih vrsta. Ovaj, relativno mali geografski prostor (dužine 3.5 km i širine od 1 do 1.5 km), značajan je kako po različitostima biljnih vrsta tako i po njihovu broju i rasporedu. Južnu stranu Marjana čine lapor i fliš koji se lako razgrađuju. Počeci obnove šume započeli su 1852. godine sadnjom borova na predjelu Židovskog groblja. Pošumljavanje je nastavljeno 1882. godine, zalaganjem prof. Jurja Kolombatovića koji je samoinicijativno sa svojim đacima i još nekim građanima krenuo u akciju sadnje. Od 1884. godine Marjan se sustavno pošumljava, te je godine 1903. završeno pokrivanje njegovog istočnog dijela (sa Židovskim grobljem), do prvog vrha. Te 1903. godine osnovano je Društvo „Marjan. Tragom povijesnih dokumenata, može se pretpostaviti da se u dalekoj prošlosti zbog utjecaja klimatskog faktora i geografske konfiguracije, u harmoničnim biocenotičkim odnosima razvijala na ovom području zajednica šume i makije česmине ili crnike značajne za asocijaciju *Orno-Quercetum ilicis* (Horvatić 1963). Česmina, crni jasen, crni grab, planika, lopočika, tršljika, šparožina, vrisovi i divlje ruže dominirali su ovim područjem. Destruktivnim djelovanjem antropogenog karaktera ova zajednica degradira i ustupa mjesto nižim vegetacijskim tipovima kao što su makija, garizi (niske, prorijeđene, heliofilne šikare), travnjaci i kamenjare. Na flornom fundusu tipa vegetacije makije niknula je šuma alepskog bora (*Pinus halepensis*), te je sjeverna strana Marjana zasađena tom monokulturom. Monotoniju monosastojine alepskog bora ugodno remeti pojava čempresa (*Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis*, *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*). Osim ovih biljnih vrsta, sađen je još u manjim grupama ili kao soliter: - pinjol – *Pinus pinea*- primorski bor – *Pinus pinaster*- dalmatinski crni bor- *Pinus maritima dalmatica*- brucijski bor – *Pinus brutia*- himalajski cedar – *Cedrus deodara*- libanonski cedar – *Cedrus libani*. Na ovom malom, ali interesantnom fitocenološkom području kompleksnim djelovanjem abiotskih i biotskih faktora te vrlo značajnim i aktivnim utjecajem čovjeka nastao je današnji tip vegetacije na Marjanu

Pedološko kartiranje park šume Marjan obavljeno je tijekom mjeseca travnja 2013. godine. Kartiranje je rađeno u intezitetu 1:10 000 a prikazano je na karti mjerila 1:25000. Ukupno je iskopano 12 glavnih pedoloških profila.

U laboratoriju Šumarskog instituta urađene su sljedeće analize:

-reakcija tla elektrometrijski u H₂O i M-KCl

-kvantitativni sadržaj karbonata Scheiblerovim kalcimetrom u slučaju kada je pH u H₂O bio veći od 7

-sadržaj humusa određen je metodom Tjurina

-ukupni dušik određen je metodom po Kjeldahu

-sadržaj fiziološki aktivnog fosfora i biljkama pristupačnog kalija određen je po metodi Al, tj. ekstrakcijom amonij-laktat-octenom kiselinom

-mehanička analiza pipet-metodom; priprema u Na-pirofosfatu

-sadržaj teških metala određen je na atomsko apsorpcijskom spektrofotometru AAS Perkin Elmer 3110, metodom Brune-Ellinghaus (1981), ekstrakcijom sa 2N HCl. Teški metali utvrđivali su se u površinskom horizontu tla na 11 lokaliteta.

Čimbenici tvorbe tala na području PŠ Marjan

Klima

Osnovni čimbenik pedogeneze koji usmjerava razvoj tala na području park šume Marjan predstavljaju klimatske značajke sredozemne klime za koju su karakteristična dva razdoblja, kišno razdoblje u zimsko-proljetnom razdoblju s niskim temperaturama i sušno razdoblje tijekom ljetnog razdoblja s visokim temperaturama. Procesi formiranje te raspadanje i razgradnje tala u sredozemnoj klimi najaktivniji su tijekom zimskog kišnog razdoblja sa smanjenom evapotranspiracijom kada nastupaju povoljni uvjeti za otapanje i ispiranje kalcij-karbonata i ostalih lako topivih elemenata kao i uvjeti za migraciju glinenih čestica u tlu. Tijekom vrućeg i sušnog ljeta tlo se isušuje što uzrokuje razvoj crvenih dehidriranih oksidiranih željeznih spojeva (hematit, magnetit itd.) u profilu. U tlima koja su razvijena na karbonatnim supstratima uslijed raspadanja, otapanja i ispiranja dolazi do smanjenja ili do potpunog uklanjanja CaCO_3 iz tla te smanjenja pH i desaturacije kompleksa izmjene katjona. Na nekarbonatnim i kiselim supstratima (granit, pješčenjak gnajs) prirodno ispiranje potpomognuto unosom kiselina sa strane biljaka intenzivira procese zakiseljavanja i desaturacije tijekom zimskog razdoblja. Zbog razlika u procesima u tlu vezane uz kišno i sušno razdoblje, moguća je značajna pojava unutar sezonskih razlika u pH u iznosu od jedne veličine. Kao posljedicu prisutnih procesa u tlima u tim uvjetima dolazi do nastanka crvene boje matriksa tla kao posljedice oksidiranja željeznih oksida i hidroksida. Konačni razvojni stadij pedogeneze na karbonatnim supstratima u navedenim uvjetima predstavljaju tla kao Terra Rossa.

Matična podloga

Matična podloga utječe na razvoj tala kroz mineraloški sastav, čvrstoću i propusnost za vodu. Kod karbonatne podloge otapanje kalcij karbonata nastaje zbog perkoliranja oborinske vode u tlo, posebno vode obogaćene s CO_2 i kiselina iz biljne produkcije. Kod silikatne podloge dolazi do migracije i/ili precipitacije silikata u obliku agregata ili kore s vrijednostima pH i saturacije koji se povećavaju s dubinom tla. O mineraloškom sastavu matične podloge ovise teksturne značajke tla odnosno mehanički sastav. Supstrati s većim udjelom kvarca stvaraju grublju pjeskovitu teksturu, dok finija glinena frakcija (npr. kod Granita) dolazi od feldspara i mika. Kod karbonatnih tala tekstura tla nakon raspadanja ovisi o kiselom netopivom ostatku kod kojeg u većini slučajeva dominira glinovita frakcija.

Čvrstoća i tvrdoća mineraloškog sastava određuju način i brzinu raspadanja matične podloge. Mekani supstrati kao što su npr. meki vapnenci se lako raspadaju, a kao produkt raspadanja nastaje grublji materijal po teksturi odražava mineraloški sastav. Zemljišta na tim supstratima su vrlo često erodirana, a tla se održavaju u inicijalnoj fazi razvoja te često vrlo skeletna. Na tvrdim vapnenačkim supstratima fizička dezintegracija stijena je sporija i usporedno s fizičkim raspadanjem nastupa i kemijsko raspadanje. Što je vapnenac tvrdi i kompaktniji teže i polaganije ide njegovo raspadanje. Volumen netopivog ostatka je relativno mali ali ostatak je bio podvrgnut relativno važnim fiziokemijskim i mineraloškim transformacijama.

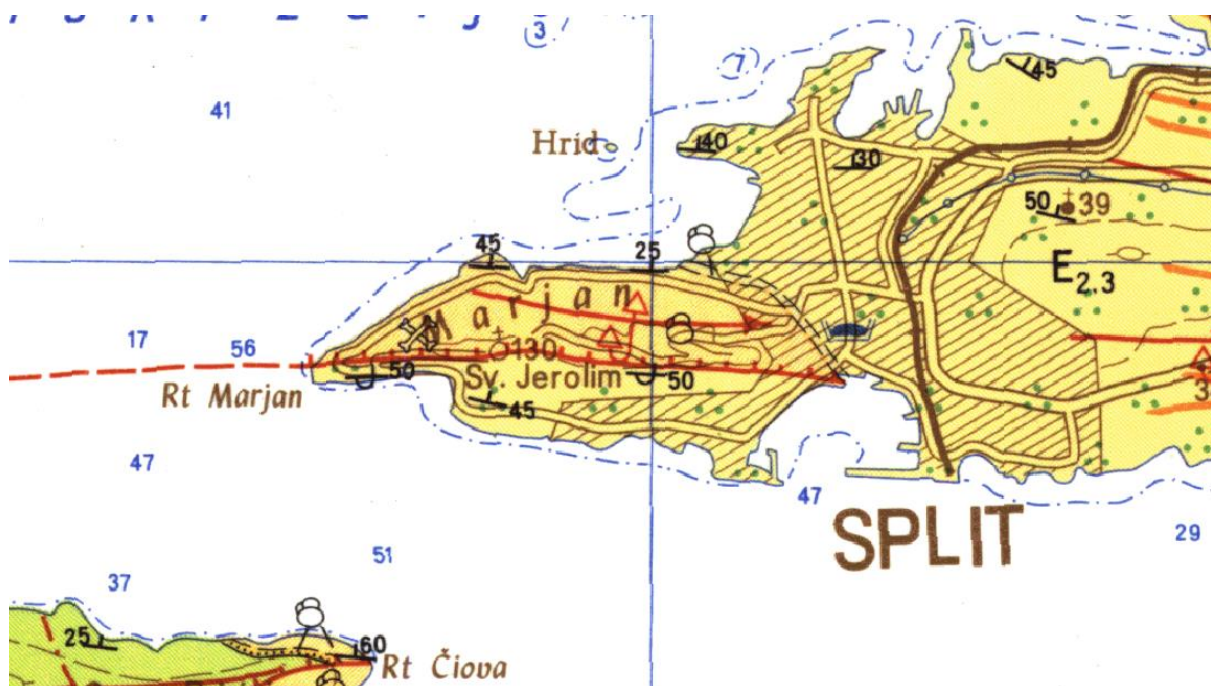
Vodopropusnost podloge određuje koliko vode i pri kojoj brzini perkolira kroz profil i utječe na intenzitet kemijskih reakcija te ispiranje. Intenzitet ispiranja tvari iz tla ovisi o količini vode (režimu oborina) i vodopropusnosti podloge. Mekci vapnenci te lapori ponašaju se sasvim suprotno s obzirom na vodopropusnost i infiltraciju vode od tvrdih vapnenaca. Oni se već kod prvih kiša zasićuju s vodom i ostaju skoro nepropusni tijekom cijele sezone. Vertikalna perkolacija vode i ispiranje u tim tlima je stoga izrazito smanjeno te zbog toga dolazi do značajnog površinskog otjecanja i površinske erozije. Na zaravnjenim terenima s takvim supstratima često dolazi do dugotrajnijeg zasićenja s vodom i stvaranja hidromorfnihi svojstava. Kod tvrdih vapnenaca vladaju ponešto drugačije prilike zbog toga što uslijed pojave čestih pukotina i pora dolazi do jače infiltracije vode, a samim time i do evakuacije lako topivih spojeva kao što su kalcijski i magnezijski karbonati iz profila. Pedogeneza tla na tvrdim vapnencima je stoga okarakterizirana jačim stupnjem raspadanja i transformacije u odnosu na manje propusne karbonatne supstrate.

Proučavajući dostupnu literaturu dosadašnjih istraživanja te korištenjem literaturnih podataka Osnovne geološke karte mjerila 1:100.000, list Split možemo utvrditi kronostratigrafske jedinice, litostratigrafske članove i njihov odnos, tektoniku područja i osnovne inženjerskegeološke karakteristike stijena istraživanog područja. Dio istraživanog područja pripada Adriatiku ili Jadranskoj karbonatnoj platformi koja je u vrijeme laramijske faze bila destruktuirana, izdignuta usljed snažnih tektonskih deformacija uzrokovanih tangencijalnim stresom koji je daljnjim jačanjem uzrokovao regionalnu kompresiju prostora. Nakon toga slijedi transgresivna sedimentacija naslaga uz postupno prevladavanje marinske nad slatkovodnom. Najprije se talože paleogeni foraminiferski vapnenci i zatim fliš.

Prema radovima MARINČIĆ et al. (1971) i MAGAŠ et al. (1973) Marjan izgrađuju foraminiferski vapnenci donjeg do srednjeg eocena ($E_{1,2}$), glaukonitni vapnenci srednjeg eocena (E_2), te flišni sedimenti srednjeg i gornjeg eocena ($E_{2,3}$) zastupljeni izmjenom lapora i pješčenjaka s lećama vapnenačkih breča (ŠESTANOVIĆ & SAKAČ 2000). Sjeverna padina Marjana je blago nagnuta u skladu s nagibom foraminiferskih vapnenaca, dok je južna padina vrlo strma i terasasto formirana što se može povezati s nagibom slojeva u flišu. Na strmim padinama formiranim abrazivnim djelovanjem mora u flišnim naslagama primjetna je selektivna erozija koja je, razarajući lapore, ostavila slojeve pješčenjaka koji strše u padinama (MAGDALENIĆ et al., 1980). Masivni foraminiferski vapnenci ($E_{1,2}$) predstavljaju najstariji dio naslaga u građi Marjana. Najzastupljenija je *Alveolina oblonga*. Kronostratigrafski slijede dobro slojeviti vapnenci s numulitidima. Prevladavaju *Numulites perforatus* i *Orbitolites complanatus*. Granica numulitnih vapnenaca s najmlađim flišnim sedimentima obilježena je glinovitim glaukonitnim tankoslojevitim vapnencima („prijelaznim naslagama“) debljine do 40 m u uvali Spinut na sjeveroistočnoj padini Marjana (ŠESTANOVIĆ & SAKAČ 2000). Flišni sedimenti ($E_{2,3}$) su različitih debljina slojeva i sastoje se od izmjena krupno zrnatih (brečokonglomerati, breče i pješčenjaci) i sitno zrnatih (pješčenjaci, laporoviti vapnenci i lapori) materijala. U slijedu naslaga determinirane su različite sedimentne strukture: kosa i konvolutna laminacija, tragovi tečenja, otiranja, slampa itd. Prema tim strukturama i slijedu slojeva klastita, od početnih gruboklastičnih breča preko pješčenjaka i detritičnih vapnenaca do lapora, zaključuje se o normalnom ili inverznom položaju naslaga (ŠESTANOVIĆ & SAKAČ 2000). Laporu su zastupljeni različitim sadržajem CaCO_3 komponente. U onima s manjim postotkom karbonatne komponente je izrazito zastupljeno kemijsko raspadanje uslijed kojeg nastaju glinovito-prašinate naslage (eluvij). Flišne su naslage u gornjem dijelu

prekrivene eluvijem različitih debljina dok se na strmim padinama ne formira zbog izraženog procesa ispiranja.

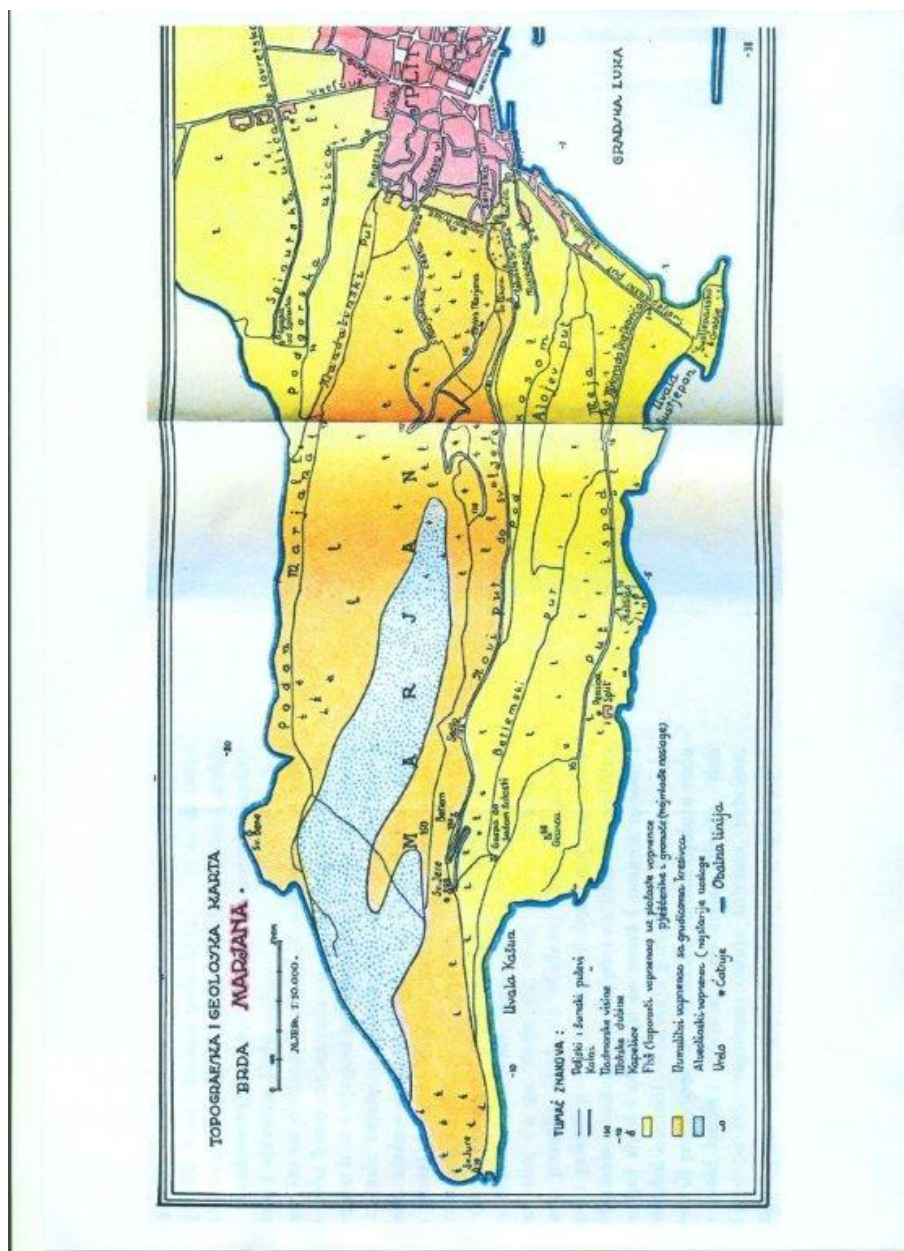
Reversni rasjed markiran visokom stijenom numulitnog vapnenca i strmim padinama na južnoj strani pod kojima se nalaze tektonski deformirane flišne naslage je najistaknutija tektonska struktura na Marjanu. U tom području flišni su sedimenti podvučeni pod numulitne, odnosno foraminiferske vapnence, a uzrok tomu je subduciranje Jadranske mikroploče pod Adriatik (PRELOGOVIĆ et al., 1999). Cijelo područje istraživanja je okarakterizirano visokim stupnjem tektonske poremećenosti i vrlo složenim tektonskim odnosima.



Slika 1. Detalj geološke karte park šume Marjan u mjerilu 1:100000

S obzirom na tip matične podloge postoje razlike u razvoju tala i pedogenezi na tvrdim vapnencima te na mekim vapnencima i flišu. Na tvrdim vapnencima karakteristično svojstvo predstavlja prisustvo CaCO_3 i u manjoj mjeri MgCO_3 . Prvi korak u pedogenezi stoga predstavlja otapanje i ispiranje CaCO_3 iz soluma tla i to intenzitetom koji ovisi o brzini otapanja karbonatne frakcije, količini oborina koja se infiltrira u tlo, inicijalnom sadržaju CaCO_3 u tlu odnosno matičnoj podlozi. Između progresivne dekalifikacije tla i boje matriksa postoji neposredna povezanost. Što je tlo više izvrgnuto dekalifikaciji odnosno starije boja matriksa je izraženije crvene boje. Postoje također i prijelazni stadiji od inicijalne žuto-bijele faze, preko smeđe do faze sazrijevanja koja je izražene crvene boje.

Na mekim vapnencima i flišu razlaganje je ubrzano tako da je žuto-bijeli litomorfološki A-C ili A-R profil na površini rezultat brze mehaničke dezintegracije supstrata. Kemijsko trošenje i ostali procesi tvorbe tla nisu toliko aktivni što se odražava na ujednačenost CaCO_3 po horizontima i slabije povećanje Fe_2O_3 . U ovakvim uvjetima u tlu se mogu izdvojiti zone u kojima je došlo do migracije odnosno nakupljanja i rekristalizacije kalcita uz makropore i to najčešće u obliku lublinita, a do koje dolazi u blago kiselim tlima.



Slika 2. Detaljna razdioba geoloških jedinica na području Marjana

Na tvrdim i kompaktnim vapnencima otapanje karbonata je znatno sporije i količina kiselog netopivog ostatka je manja. Smeđa faza razvoja korespondira sa uznapređovalim stadijem evolucije raspadnutog materijala. S obzirom na intenzitet ispiranja CaCO_3 može se izdvojiti nekoliko faza.

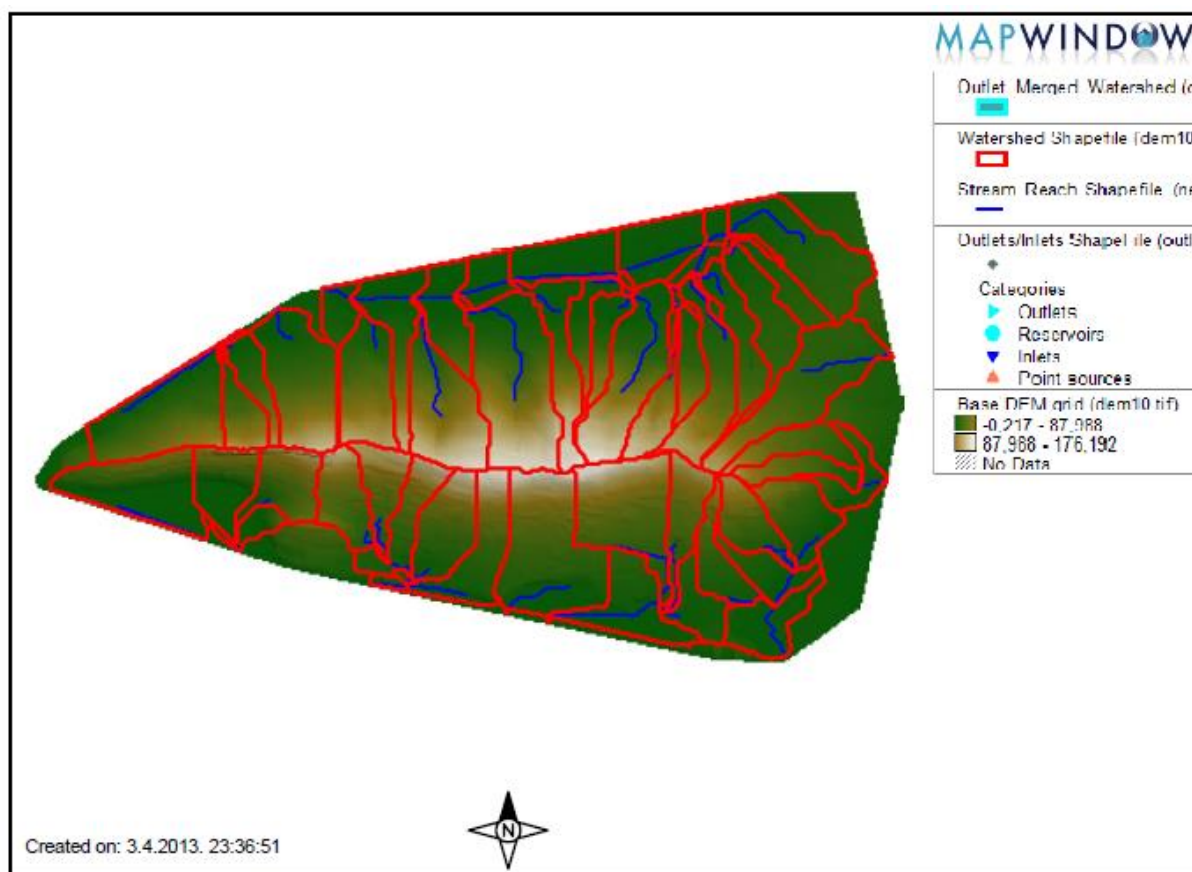
Na nekarbonatnim supstratima kao što su fliš i pješčenjak inicijalna tvorba vezana je uz pojavu plitkog skeletnog tla u kojem dominiraju fragmenti kao produkti fizičkog raspadanja supstrata. Boja tla ovisna je o boji matične podloge; tamna boja tla vezana je uz bazaltnu podlogu, žuta boja na laporu, a žuto-bijela na granitu i na gnajsu. U uznapređovaloj fazi transformacije dolazi do pojave teksturno izdiferenciranog B horizonta koji je nešto povećane kiselosti, velike zasićenosti bazama i malog kapaciteta adsorpcije katjona.

Vrijeme

Tla predstavljaju prirodne i povijesne tvorevine. Njihov razvoj određen je vremenom odnosno dugotrajnim kombiniranim procesima kao što su klima, matična podloga i ljudska aktivnost. S obzirom na vrijeme nastanka tala na području Mediterana postoje dvije oprečne teorije. Po jednoj teoriji tla tipa Terra Rosa predstavljaju reliktnne tvorevine koje su se formirale u znatno vlažnijim uvjetima koji su vladali pod znatno vlažnijim uvjetima tropske i subtropske klime kasnog Tercijara i ranog Pleistocena. Pojedina novija istraživanja potvrdila su kako je pedogeneza tih tala aktivna i u današnje vrijeme što predstavlja odmak od prve teorije.

Reljef

Za razliku od prethodnih čimbenika, reljef predstavlja pasivni čimbenik tvorbe jer djeluje na modifikaciju ostalih aktivnih čimbenika. Ekspozicija i nagib utječe djeluju na različiti prihvati sunčeve radijacije te na različitu razdiobu oborina. Na strmim nagibima česta je pojava površinskog bočnog otjecanja i erozije dok je na zaravnjenim terenima bočno otjecanje smanjeno te dolazi do povećane infiltracije vode ili do njene stagnacije unutar profila.



Slika 3. Razdoba mikro slivova i pravci otjecanja na području pš Marjan

Biološka aktivnost i utjecaj čovjeka

Na razmatranom prostoru kroz povijest je bio prisutan značajan antropogeni utjecaj koji je pašarenjem, sječom i na druge načine utjecao na devastaciju prirodnog pokrova i ogoljavanje površina što je za krajnju posljedicu imalo degradaciju tla uslijed pojave erozijskih procesa. Područje pš Marjan kroz povijest je bilo izloženo značajnim antropogenim djelovanjem tako da je potkraj 19. stoljeća Marjan bio bez šumske vegetacije što je vidljivo iz prikazanih povijesnih fotografija na slici 1.

Zaštita Marjana datira već od 14. stoljeća, o čemu svjedoči Splitski statut iz 1312. Godine. Godine 1339. zaključeno je da se izaberu dva plemića između članova Velikog vijeća koji će položiti zakletvu da će prijaviti one koje zateknu kako pasu životinje na brdu Marjanu ili kako sijeku drva. Time su najviše bili pogođeni najsiromašniji građani koji su svoje konje, goveda i ovce napasali na Marjanu i koji su u više navrata tražili ukidanje ili ublažavanje tih odredbi, no u tome nisu uspjeli. Veliko je vijeće odlukom iz 1358. uvelo stalne čuvare. Svakoga dana bila su određivana dvojica stražara za čuvanje Marjana. Njihova plaća dolazila je od posjednika oranica na Marjanu i polovice ubranih globa.

No usprkos ovim mjerama, uništavanje marjanske šume nastavilo se širenjem naselja, sječom, ispašom, ratovima i paležom, tako da je u 17. stoljeću Marjan bio već posve opustošen i sveden na ogoljeli krš, a jedina vegetacija postojala je na malim gospodarskim dobrima smještenima na terasastim parcelama okruženima suhozidovima na južnim padinama.

U 19. stoljeću započinje pošumljavanje Marjana i njegovo postupno pretvaranje u jedinstvenu rekreacijsku zonu unutar urbaniziranog područja grada Splita. Društvo za unaprijeđenje poljoprivrede Societa agronomica, imalo je kao jedan od ciljeva pošumljavanje Marjana. Tadašnji predsjednik Društva Šimun de Michieli Vitturi izradio je projekt i uputio ga Dalmatinskoj vladi u Zadru. Iz Ministarstva poljoprivrede u Beču tada je projekt proslijeđen šumaru Josipu Karglu koji je izradio elaborat, s prijedlogom sadnje autohtonog raslinja i alepskog bora. Taj je projekt proveden u djelo 1852. na području Židovskog groblja, uz dopuštenje i na trošak Židovske općine Split.

Sustavno pošumljavanje počinje oko 1882. godine na poticaj profesora Jurja Kolumbatovića. Tada počinje i uređivanje puteva i vidikovaca, a 1909. Općina je imenovala i posebnog šumara za Marjan.

Poluotok Marjan sa Sustjepanom proglašen je rezervatom prirodnog predjela /park-šuma/ 16. prosinca 1964. s površinom od 347 ha i upisan u Registar zaštićenih objekata prirode pri Zavodu za zaštitu prirode. Površina pod zaštitom je 1988. smanjena na 300.29 ha (Službeni glasnik općine Split 35/88).

Prema Zakonu o zaštiti prirode (NN 70/05 i 139/08) park-šuma je kategorija zaštite kojoj je namjena očuvanje prirodne ili sađene šume veće krajobrazne vrijednosti, odmor i rekreacija.

dzzp



• Istočna strana još nepošumljenog Marjana s križem na najvišem vrhu. Snimljeno oko 1870. godine.



Slika 1. Povijesne fotografije ogoljele park šume Marjan

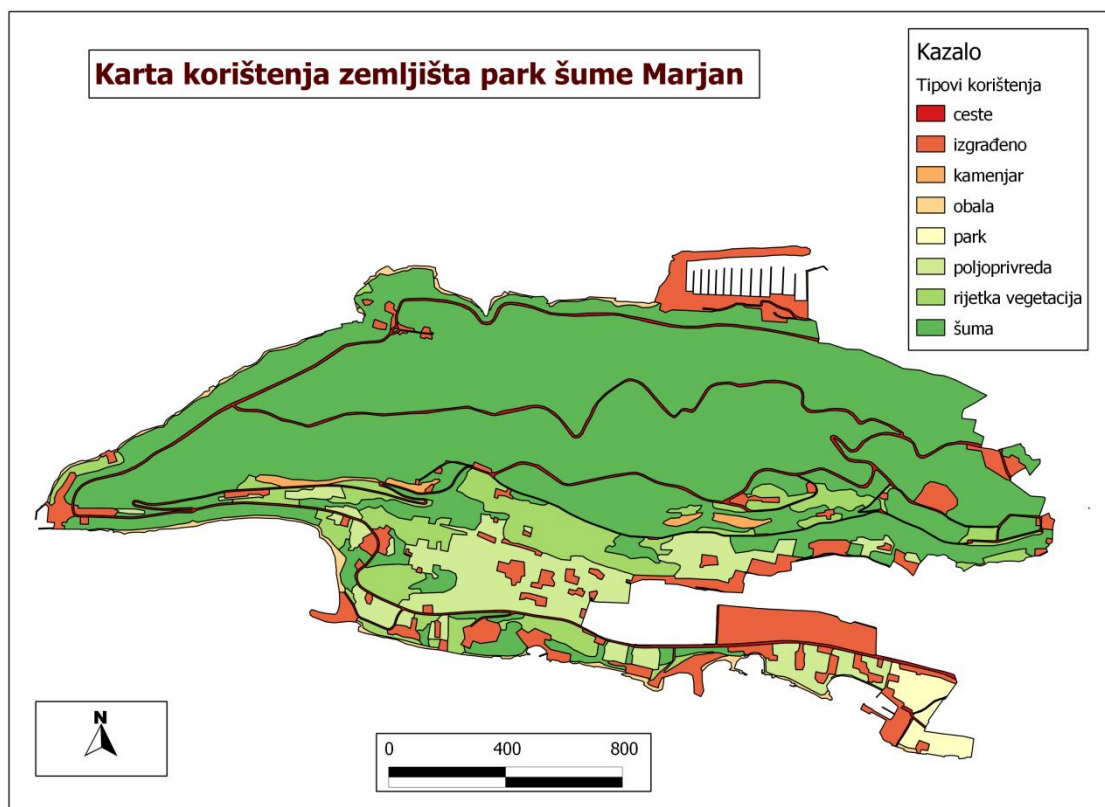
Namjena i korištenje prostora PŠ Marjan

Analiza sastava zemljišnog pokrova na području PŠ Marjan (tablica 1) napravljena je na osnovu orto foto podloge područja. Ukupno je na području PŠ Marjan izdvojeno 8 zemljišnih kategorija od kojih dominiraju površine pod šumom sa 189,13ha (64,11%), neprivredne, izgrađene površine sa 30,80ha (10,44%), ceste (3,82%), obala sa 4,55 ha (1,54%), park sa 4,16ha (1,41%), poljoprivredne čestice sa 27,25ha (9,24%) te površine pod prirodnom vegetacijom sa 25,86ha (8,77%), kamenjara 1,98ha (0,67%).

Na područjima s plitkim tlima razvijenim iznad vapnenačke podloge u prošlosti je uglavnom sađen alepski bor (*Pinus halepensis*), a često i čempres (*Cupressus sempervirens*, *Cupressus horizontalis*). Osim ovih biljnih vrsta još su sađeni, u manjim grupama ili pojedinačno: pinija (*Pinus pinea*), primorski bor (*Pinus pinaster*), dalmatinski crni bor (*Pinus nigra ssp. dalmatica*), brucijski bor (*Pinus brutia*), himalajski cedar (*Cedrus deodara*) i libanonski cedar (*Cedrus libani*). Većina navedenih vrsta se zadržala do današnjih dana, ali se u sloju grmlja postupno razvija autohtona vegetacija u kojoj dominira crnika (*Quercus ilex*) i crni jasen (*Fraxinus ornus*).

Tablica Namjena i korištenje prostora na području PŠ Marjan

Kategorija korištenja prostora	Površina (ha)	Površina (%)
ceste	11,25	3,82
izgrađeno	30,80	10,44
kamenjar	1,98	0,67
obala	4,55	1,54
park	4,16	1,41
poljoprivreda	27,25	9,24
rijetka vegetacija	25,86	8,77
šuma	189,13	64,11
Ukupni zbroj	294,99	100,00



Slika 3. Karta korištenja zemljišta park šume Marjan

3. Pedološke karakteristike

Pedološka karta je izrađena na temelju terenskog kartiranja tipova tala uz korištenje Osnovne geološke karte 1:100.000 sekcije Split te podacima iz Osnovnih pedoloških karata 1:50 000 sekcija Split.

4. Vrste tala

Utvrđeno je 8 glavnih tipova tala sa svojim podtipovima, varijetetima i formama. Pedosistematska pripadnost utvrđena je prema važećoj klasifikaciji (Škorić i dr. 1985, Martinović (2000)). Popis pedosistematskih jedinica prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Popis utvrđenih tipova tla

Tip	Podtip	<i>Varijetet</i>	<i>Forma</i>
Kamenjara	Na vapnencu	kameniti	Plitki
Sirozem (Regosol)	Karbonatni	Na flišu	Ilovasti Glinasti
Koluvij	Eutrični Karbonatni	S prevagom detritusa stijena S prevagom sitnice tla	Prema mehaničkom sastavu
Rendzina	Na laporu i flišu	Karbonatna Posmeđena	Ilovasta Glinasta
Crnica na vapnencu (Kalkomelanosol)	Organomineralna	Litična Skeletno koluvijalna	Moder
Eutrično smeđe tlo	Na koluviju	Tipično Lesivirano	Ilovasto
Smeđe tlo na vapnencu (Kalkokambisol)	Tipično	Na vapnencu	Plitko Srednje duboko
Antropogeno tlo	Tla vrtova Tla vinograda		

Kamenjar (litosol: lithos = kamen, sol=tlo) - **(K)**

(WRB-Leptosol [lithic, hyperskeletal, dystic, eutric]) – **(LP)**

Sklop profila **(A)-R**. Tlo se stvara na stijenama koje u mehaničkom raspadanju daju kameniti detritus (detritus=rastrošene stijene, kamenje). Dominacija kamena i krupnog šljunka u tlu temeljno je fizikalno obilježje litosola. Oni se odlikuju ekstremnom propustljivošću za vodu i gotovo potpunom nesposobnošću zadržavanja vode. Zbog male adsorpcijske površine i reducirane tekućine faze litosoli su siromašni rastopljivim oblicima biljnih hranjiva. Litosole slijedi osebujna vegetacija kamenjara i točila. Zbog minimalne plodnosti, ta tla nemaju gospodarsku važnost, ali su važna zbog zaštite prirode (vezivanje siparišta, ozelenjivanje krajolika). Karakteristike litosola u pedogenetskom pogledu su te da u inicijalnom horizontu (A) debljine nekoliko centimetara, organska je tvar (humus) je raspršena između mineralnih čestica tla. Litosol kao prvi stadij evolucije tla još nema humusno-mineralnih tvorevina karakterističnih za humusno-akumulativni horizont tla.



Sl 2: Kamenjara

Sirozem (Regosol) (regolit=trošina, sol=tlo) - **(S)**

(WRB-Regosol [leptic, gleyic, arenic, calcaric, anthropic, skeletal, dystic, eutric]) - **(RG)**

Sklop profila **(A)-C**. nastaje na stijenama koje raspadanjem daju regolit finijeg mehaničkog sastava (pješčenjaci, lapori, i sl.). Veliki je utjecaj vegetacije na tvorbu ovih tala. Svojim korijenjem pospješuje mehaničko raspadanje stijena, a akumulacijom humusa postupno ih prevodi u viši razvojni stadij. Klima utječe posredno, uzrokujući eroziju, uvjetuje nastanak tih rala u našim uvjetima. Tipski je proces karakteriziran humizacijom površinskog dijela tla i usitnjavanjem

rastresitog matičnog supstrata (argilifikacija), te procesima dealkalizacije. Pojava inicijalnog (A) horizonta moguća je ako je matični supstrat lako podložan mehaničkom raspadanju pa je stvaranje rastresitog produkta raspadanja znatno intenzivnije nego akumulacija humusa. Tamo gdje nadvladava proces humizacije nalazimo A-C tla. Svojstva sirozema pokazuju dobro razvijen (do 20 cm) inicijalni humusni horizont. Sitnica tla je pjeskovita ilovača, sadrži prosječno oko 50 % čestica gline i praha i oko 50 % pijeska što se može ocijeniti kao ekološki (edafski) povoljno. Prema prosječnoj pH vrijednosti proučavani sirozemi pripadaju u osrednje alkalična tla. Važan pedogenetski čimbenik nastanka ovog tipa tla je reljef s obzirom da sirozem nastaje samo na „valovitim“ i brežuljkasto brdovitim terenima, odnosno na padinama s nagibom većim već od 8%. Na zaravnjenim dijelovima terena se sirozem zbog nemogućnosti razvoja erozijskih procesa ne javlja. Klimu na prostorima nastanka i javljanja sirozema karakteriziraju pored ostalog i oborine koje se češće javljaju u velikom intenzitetu, te erozije. Pored navedenog, sirozemi mogu nastati i iz humusno akumulativnih tala. Naime, obradom tla ili golom sječom šuma na nagnutim terenima, provociraju se erozijski procesi prilikom čega dolazi do odnošenja humusno akumulativnog horizonta te vraćanja razvoja humusno akumulativnih tala ponovno na inicijalni stadij ili stadij nerazvijenih tala. Svrstavaju se u grupu toplih i suhih tala. Od pojedinih podtipova, najzastupljeniji su sirozemi na laporu i flišu.



Sl.3: Sirozem (Regosol) na flišu

Koluvijalno tlo (Koluvium) (coluo=spiranje) – (KO)

(WRB-Regosol [anthropic, leptic, gleyic, arenic, calcaric, anthropic, skeletic, dystric, eutric, arenic, urbic, humic]) - **(RG)**

U starijim literalnim podacima tlo se nazivalo deluvij. Sklop profila **(A)-C**. Tvorba koluvijalnog tla nastaje u podnožju padina gdje se nakupljaju čestice tla i stijena nanese iz gornjih dijelova padine. Transport tvari vrši se pretežno bujičnim tokovima koji imaju veliku snagu premještanja. U nanosu su izmiješane sitnije čestice (sitnica tla) s česticama šljunka i kamena. Čimbenici koji utječu na tvorbu koluvijalnog tla su uništavanje prirodne vegetacije, erozijski učinak kiše i neodgovarajuće gospodarenje. Reljef karakterističan za koluvijalno tlo predstavljaju zaravnjeni tereni ili ravnice koje naliježu na područja padina. Koluvijalni nanos nastaje ispiranjem sitnice i skeleta na padinama s nagibom uglavnom $>8\%$, i njihovim nakupljanjem u podnožju padina, odnosno na zaravnjenijim dijelovima terena. Koluvijacija je proces kada stalno pritjecanje svježeg nanosa nadvladava pedogenetske procese i ocrta razvoj tla u početnom stadiju s (A)-C profilom. Mnogo je više nalaza kod kojih je na koluvijalnom nanosu već stvoren progresivniji razvojni stadij kao što su rendzina i posmeđena rendzina.



Sl. 4: Koluvij karbonatni s pretežno kamenim skeletom

Rendzina (Rendzina) – (R)

(WRB-Leptosol [rendzic, hyperskeletic, calcaric]) – (LP)

Sklop profila **Amo-AC-C-R**. Rendzine nastaju u različitim bioklimatskim uvjetima, na supstratima koji sadrže više od 10 % CaCO_3 i koji mehaničkim raspadanjem daju karbonatni regolit. Ovaj tip tla ima veliki broj nižih pedosistematskih jedinica. Najzastupljenije su na flišnim serijama i saharoidnim dolomitima. U A horizontu ističe se zrnata i stabilna struktura, pjeskovito ilovast do ilovasti mehanički sastav, visoka poroznost s malim kapacitetom zadržavanja vode i izraženom vodopropusnošću. Rendzine imaju vrlo različit sadržaj karbonata (CaCO_3 od 10-50 %), sadrže 3-20 % humusa i 0,2-0,8 % ukupnog dušika. Reakcija je neutralna do slabo alkalna (pH 7,0-8,0). Koncentracija rastopljivog P_2O i K_2O je najčešće srednje visoka. U ovom tipu tla, najkrupnije edafske razlike uvjetovane su prirodom matičnog supstrata. Posebnu šumsko-gospodarsku važnost ima rastresiti dio matičnog supstrata (C horizont). Ukupni proizvodni potencijal stajbine jako ovisi o režimu oborina.



Sl. 5: Rendzina na flišu

Vapnenačko-dolomitna crnica (kalkomelanosol) (calcomelanosol: calx=vapno, melas=taman, sol=tlo) - (C)

(WRB-Leptosol [lithic, hyperskeletic, molic, humic]) – (LP)

Sklop profila **Amo-R**. Crnica se stvara na tvrdim vapnencima i dolomitima koji imaju više od 98 % CaCO_3 . Crnica je primarni razvojni stadij na vapnencu: javlja se u različitim klimatskim uvjetima, najčešće na strmim gorskim i preplaninskim predjelima. Tipiski pedogenetski procesi u razvoju

vapnenačko-dolomitne crnice su akumulacija humusa i gline. Inicijalni razvojni stadiji imaju visoki sadržaj humusa i pripadaju podtipu organogene crnice. Dugotrajnom evolucijom povećava se nakupljanje gline a smanjuje akumulacija humusa pa organogena crnica prelazi u podtip organomineralne crnice a daljnjom evolucijom i u podtip posmeđene crnice. Poseban podtip vapnenačko-dolomitne crnice je crnica ocrveničena koja nastaje u našem mediteranskom području procesom humizacije ostataka jako erodiranih crvenica. Dominantan je organomineralni podtip i to najčešće u kombinaciji s kalkokambisolom. Struktura tla je sitno mrvičasta. Mehanički sastav ilovasta glina do glina. Tlo ima visoku poroznost (oko 60 %), nizak kapacitet zadržavanja vode, jako promjenjivu propusnost. Crnice pod šumskom vegetacijom sadrže humusa 10-40 % i ukupnog dušika 0,3 do 1,3 %. Crnica je slabo opskrbljena rastopljivim fosforom, a osrednje rastopljivim kalijem. Ima srednji do visoki kapacitet adsorpcije zasićen bazama u rasponu od 50-80 %. Reakcija je neutralna do kisela. tla su nepogodna za poljodjelstvo, a marginalno pogodna za ekonomsku šumu.



Sl. 6: Crnica na vapnencu

Eutrično smeđe tlo (Eutrični kambisol) (Eutric cambisol. eu=povoljno, dobro) – **(ES)**

(WRB-Cambisol [leptic, fluvic, hyperskeletic, gleyic, skeletic, eutric]) – **(CM)**

Sklop profila **A-(B)v-R** i **A-(B)v-C-R**. Dominantan je pedogenetski proces argilosinteza, pretežno se formiraju troslojni minerali gline, ugljični dioksid je glavni agens raspadanja primarnih minerala. Prema M. Gračaninu (1977) uz argilosintezu bitni su još i ovi elementarni procesi braunizacije: slabo alkalična do neutralna eluvijacija, dekarbonitizacija i umjerena humizacija A horizonta i karbonatizacija (B) horizonta. Eutrični kambisoli većinom su ilovasti s nešto povećanim

sadržajem gline u (B) v horizontu tlo ima dobru dreniranost, osrednji vodni kapacitet i povoljan zračni režim. Kemijske su osobine eutričnog kambisola na ilovastim supstratima također vrlo povoljne: slabo kisela do neutralna reakcija (pH oko 6,5), šumska tla sadrže 4-7 % humusa (odnos huminskih i fulvokiselina oko 1,0). Sadržaj bioelemenata dosta ovisi o matičnom supstratu. Karakterističnim obilježjem može se smatrati smanjena količina rastopljivog P_2O_5 . Eutrično smeđe tlo ima automorfni način vlaženja, odnosno vlaženje isključivo padalinama, koje se kod većine nižih jedinica od tipa, slobodno procjeđuje kroz solum tla. Dio ovih tala nalazi se i na nagnutim terenima, gdje dio padalinske vode otječe i po površini, tako da se prekomjerno vlaženje stagnirajućom vodom (ne ona koja dolazi padalinama) javlja ni kod tala glinastog teksturnog sastava. Samo u slučaju zaravnjenog terena i težeg mehaničkog sastava moguća je pojava kratkotrajnog stagniranja padalinske vode.



Sl. 7: Eutrično smeđe na flišu

Smeđe tlo na vapnencu i dolomitu (Kalkokambisol), (calx=vapno, cambio=promjena) – **(SV)**, **(SD)**

(WRB-Cambisol [leptic, hyperskeletal, gleyic, skeletal, dystic, humic]) – **(CM)**

Sklop profila **Aoh-(B)rz-R**. Kalkokambisol nastaje isključivo na tvrdim i čistim vapnencima ili dolomitima koji imaju manje od 1 % nerastvorenog ostatka. Kao izvor mineralnog dijela tla lokalno se javlja i praškasti materijal eolskog podrijetla. O genezi tla na čistim i tvrdim vapnencima i dolomitima i njihovu mineralnom podrijetlu ima više teorija od kojih se najviše uvažava ona o rezidualnom (netopljivom) ostatku iz matične stijene (Ćirić et. al. 1988.). Najzastupljeniji je varijetet plitkog tla (25-

35 cm). U području rasprostranjenosti kalkokambisola, stjenovitost je značajna (30-50 %). U humusno-akumulativnom horizontu, struktura je mrvičasta do graškasta, a u (B)rz horizontu poliedrična do orašasta. Po teksturi, tlo pripada ilovastim glinama i glinama. Ukupni porozitet iznosi 45-65 %. Kapacitet biljkama pristupačne vode kreće se u rasponu od 50-150 mm, pa je režim padalina odlučan za stanje opskrbljenosti tla vodom. Sadržaj humusa i ukupnog dušika varira u širokim granicama (5-20 % i 0,1 do 1 %). Tlo je u pravilu slabo opskrbljeno rastopljivim fosforom (oko 1 mg/100 g tla), a srednje rastopljivim kalijem (10-20 mg/100 g tla). Zasićenost bazama u adsorpcijskom kompleksu u pravilu je viša od 50 %. to je najrasprostranjenije šumsko tlo u Hrvatskoj. Kalkokambisol antropogenizirani ima vrlo malu rasprostranjenost i to isključivo u mediteranskom području. Na području nastanka ovog tla klima je dominantno humidna, premda se na pojedinim prostorima Hrvatske manifestiraju određene specifičnosti te klime, kao što je npr. prostor Dalmacije, koji karakteriziraju relativno suha ljeta i vlažna zimska razdoblja, ili područja gorskog i planinskog reljefa, gdje nagibi padina jako modificiraju klimu utječući na intenzitet površinskog otjecanja. Otapanje vapnenca događa se uz prisutnost ugljične kiseline (H_2CO_3), čime dolazi do ispiranja kalcija u obliku bikarbonata. Otapanje rezultira zaostajanjem netopivog ostatka, kojeg u tim stijenama ima vrlo malo. Naime, da bi se akumulirao samo 1 cm tog ostatka, trebao bi se otopiti sloj stijene debljine 5 m, a za što je potrebno vrijeme oko 10.000-15.000 godina. Stoga se s pravom smatra da su tla kod kojih je kambični horizont formirani kroz nakupljanje netopivog ostatka reliktna, odnosno da se je nastanak i razvoj rezidualnog horizonta odvijao u drugačijim bioklimatskim uvjetima (prije svega u uvjetima paleoklime) od onih koji su prisutni danas u Hrvatskoj. Uslijed eolske sedimentacije (nanašanje lesolikog materijala) često imamo dvoslojne građe profila na



Sl. 8: Smeđe na vapnencu tipično



Sl. 9: Smeđe na vapnencu humusno

Antropogeno tlo

(WRB - Anthrosol)

Antropogena tla nastaju djelovanjem ljudi. Miješanjem prirodnih genetskih horizonata ili pak deponiranje materijala kada nastaju tzv. Deposoli zauvijek se gube prirodna svojstva tala. Antropogenizacija je također i oštećivanje tala raznim zagađivalima, gradnja prometnica, raznih iskopa, zgrada, kanala i td.



Sl.10: Antropogena tla pod flišnim nanosima na južnom dijelu Marjana

Produktivnost tala

Najpouzdanija mjera proizvodne sposobnosti nekog šumskog tla, kada se govori konkretno u šumarstvu, je veličina prinosa šumskog drveća. On je ovisan od klimatskih uvjeta, biološkog potencijala vrste drveća i antropogenog djelovanja. U ukupnoj produktivnosti staništa, šumsko tlo sudjeluje različito. Produktivnost nekog tla je veličina udjela tla u produktivnosti šumskog staništa. uspoređujući razne tipove tala međusobno možemo utvrditi koje je tlo manje ili više produktivnije ako uspoređujemo određene vrste drveća u jednakim klimatskim, reljefnim i sastojinskim uvjetima. U takvim uvjetima jedno tlo je produktivnije od drugog i tada govorimo o plodnosti tala. Prema tome, plodnost tala je važna i ona se razlikuje od pojma produktivnosti. plodnost tala je njihova sposobnost snabdijevanja biljaka vodom, mineralnim materijama, kisikom.

Mjerenje produktivnosti šumskih tala je dugotrajan proces. U poljoprivredi mjerenje se može obavljati svake godine i korigirati prinose. U šumskim ekosustavima prirast drvene mase se ostvaruje u jednom dugom vremenskom periodu i to s promjenljivom dinamikom i u različitom sastojinskom sklopu. Indikator prinosa u šumarstvu je najčešće visina stabala na osnovu koje se izračunava bonitet sastojine.

Kada govorimo o procjeni tala na kojem nema vegetacije, najtočnije je neposredno mjerenje vode (vlage), hranjiva, i ostalih komponenata koje tlo pruža biljkama. Često je nemoguće te faktore mjeriti jer iziskuju mnogo vremena i istraživačkog rada u pedologiji pa se pristupilo posrednim metodama. Određujemo ona mjerljiva svojstva tala za koje znamo kako stoje u korelaciji ili direktno određuju količinu vode, pristupačnih hranjiva, mehaničkog sastava i sl. Procjena plodnosti tala određuje se na temelju njegovih pojedinačnih svojstava, kao što su granulometrijski sastav, struktura, dubina tala, sadržaj N, P, K i humusa, stjenovitost, kamenitost itd. Procjena proizvodnog potencijala tala i svojstava taksonomskih jedinica vrši se bodovanjem. Ukupan broj bodova je relativni kvantitativni pokazatelj potencijalne plodnosti tala.

Klasifikacija tipova šuma je podjela koja pruža široku osnovu za kompleksno planiranje u šumarstvu. Pokraj ovako kompleksne ekološko-proizvodne klasifikacije bonitiranje tala je jedna uža klasifikacija koja spada u specijalne proizvodne klasifikacije tala. Ta klasifikacija nastaje komparativnom kvantitativnom ocjenom plodnosti pojedinih tala, koje se najčešće izražava ukupnim brojem bodova i iz koje je vidljivo koliko je neko tlo manje ili

više plodno (proizvodno) od drugog tla pri jednakim uvjetima sredine i istom stupnju gospodarenja.. U klasifikacijama tala prema bonitetu najplodnija tla se ocjenjuju sa najvećim brojem bodova, do 100 bodova, a najmanje plodno tlo sadrži oko 10 bodova. Između je širok raspon bodovanja u koje se može smjestiti svako tlo.

Na temelju prosječnih vrijednosti svojstava tala (mehanički sastav, struktura tla, propusnost za vodu, dubina tla, sadržaj humusa i hranjiva) u Tablici 4. su iskazani bonitetni brojevi tala i ocjena u bodovima. Ovaj model je jednostavan za uporabu. Potrebno je samo raspolagati s podacima o svojstvima tala naprijed navedenim.

Tablica 3. Sustav za utvrđivanje bonitetnog broja plodnosti tla

Podaci o tlu	Karakteristike tala	Bodovi
1. Mehanički sastav	pijesak, glina, pjeskovita i praškasta glina	0–5
	ilovast pijesak, glinasta ilovača	6–10
	pjeskovita ilovača, praškasta ilovača, ilovača	11-15
2. Struktura tla	bezstrukturno	0-5
	poliedrična struktura ($\varnothing$ 1-5 mm)	6-10
	poliedrična i graškasta	11-15
3. propusnost	ekstremno propustljivo	0-5
	jako propustljivo	6-10
	normalno propustljivo	11-15
	slabo usporeno	6-10
	jako usporeno i nepropustljivo	0-5
4. Dubina tla	plitko (0-30 cm)	0-5
	srednje duboko (30-40 cm)	6-10
	srednje duboko (40-70 cm)	11-20
	duboko (> 70 cm)	21-25
5. Humus	dubina humusnog horizonta < 10 cm	0-5
	dubina humusnog horizonta 11-20 cm	6-10
	dubina humusnog horizonta 21-40 cm	11-15
6. Hraniva (NPK)	slaba opskrbljenost	0-5
	srednja opskrbljenost	6-10
	dobra opskrbljenost	11-15

(Izvor podataka: Martinović i Čolak 1979)

Tablica 4. Redosljed tipova i podtipova tala prema produktivnosti

Tip tla	Podtip	M	S	P	D	Hu	Hr	UBB
Kamenjara	Na vapnencu	2	0	0	2	1	1	6
Sirozem (Regosol)	Na flišu	4	0	0	3	2	2	11
Rendzina	Na flišu	10	6	9	6	6	6	43
Crnica	Na vapnencu	6	10	5	4	8	6	39
Smeđe na vapnencu	plitko	7	8	6	8	8	6	43
Smeđe na vapnencu	Srednje duboko	7	8	8	15	7	6	51
Koluvij		10	6	12	20	5	7	60
Eutrično smeđe		11	9	13	20	6	5	62

(Prema Martinović 1997) (Oznaka simbola u tablici: **M** (mehanički sastav tla), **S** (struktura tla), **P** (propusnost za vodu), **D** (dubina tla), **Hu** (debljina humusa), **Hr** (opskrbljenost hranivima), **UBB** (ukupni broj bodova))

Bonitetni broj tala je izraz za procjenu proizvodnih svojstava tla i kreće se teoretski u rasponu od 0-100 bodova. Na temelju ocjene bonitetnog broja svrstavaju se tipovi tala u bonitetne razrede. Kartografske jedinice imaju bonitetne brojeve (kao i sve druge attribute) izračunate prema postotnom učešću pedosistematskih jedinica tj. tipova i podtipova tala.

Bonitet kartografskih jedinica mogao bi se najpouzdanije utvrditi na osnovu podataka iz uređajnog elaborata. Međutim, korištenje tih podataka je ograničeno, jer su boniteti glavnih

vrsta drveća (bukva, jela, smreka) iskazani kao prosjek za cijeli o djel ili odsjek koji nisu uvijek pedološki homogeni. Zato pri procjeni tih podataka bonitet treba procijeniti.

U modernom gospodarenju i upravljanjem prostorom i zaštiti okoliša, sve veće značenje imaju višestruke funkcije šumskih ekosustava. S obzirom kako se se sve korisne funkcije šuma ostvaruju u čvrstoj ovisnosti od pedoloških uvjeta (kakvoće tala), potrebno je utvrditi prioritete pogodnosti šumskih tala u odnosu na funkcije šuma i šumskih ekosustava. Prema Martinoviću (1997) razlikujemo više namjenskih vrsta šume (prema prvenstvu funkcije šume) od kojih su s tloznanstvenog gledišta važne:

- proizvodna (ekonomska) šuma

- konzervacijska šuma (hidrološka i protuerozijska) funkcija šume

- zaštitne šume

- turističko-rekreacijske šume

- šume višestruke namjene

Geografija tla i značajke kartografskih pedosistematskih jedinica

Pedokartografske jedinice na istraživanom području obuhvaćaju u pravilu 2 pedosistematske jedinice. Kamenitost i stjenovitost površine karakteristična je na sjevernom dijelu područja na vrhovima i grebenima te na strmim padinama.

Prirodne granice kartografskih jedinica najčešće su određene svojstvima matičnog supstrata i reljefa. S obzirom na glavne faktore diferencijacije pedohora oni na istraživanom području pripadaju uglavnom tipu toposekvenci i litosekvenci, a nisu rijetki nalazi pedohora koji se od drugih razlikuju po antropogenim promjenama. Za razumijevanje utvrđene građe (sastava) pedohora treba stalno imati na umu činjenicu o velikom procesu translokacije zemljišnog materijala i procesa erozije u dugoj evoluciji tala.

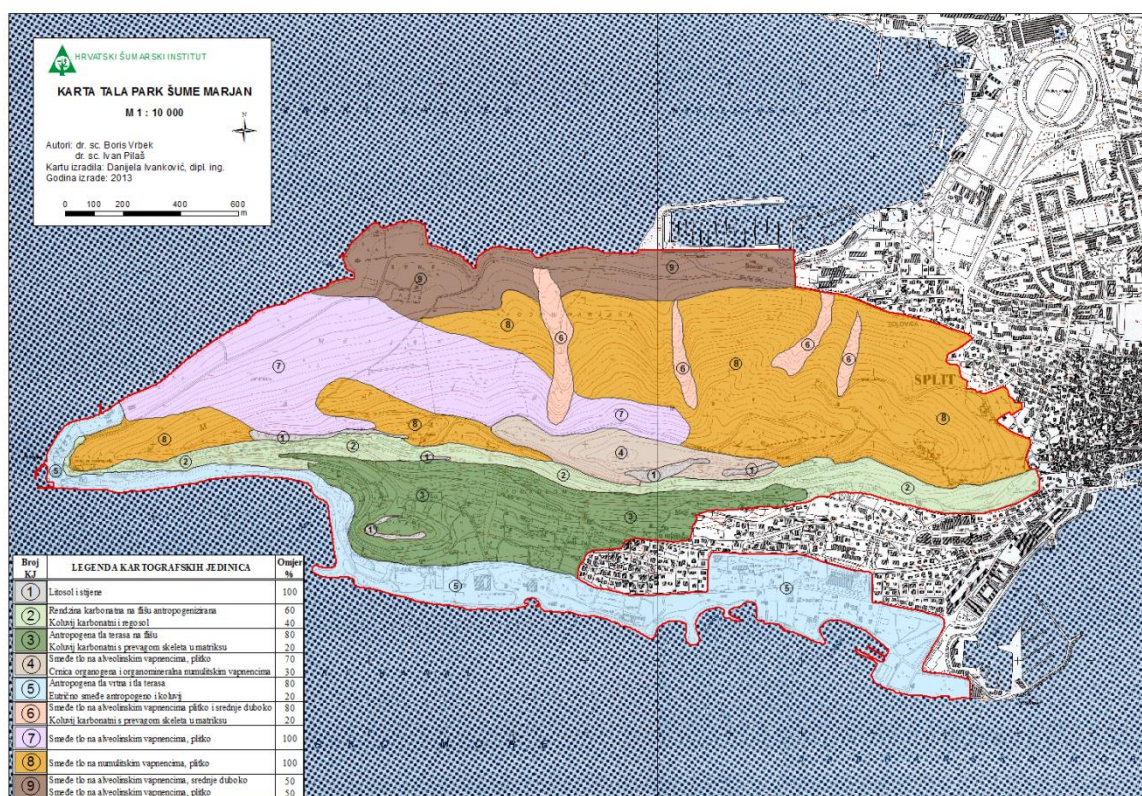
Na području park šume Marjan evidentno je kako je razvoj tala bio u dva smjera. Tla na vapnencima koja su raspoređena na vrhovima i sjevernim obroncima Marjana i tla flišu u većini slučajeva antropogenizirana, rasprostranjena su u južnom dijelu Marjana.

Na području park šume Marjan utvrđeno je ukupno 9 kartografskih pedosistematskih jedinica. Ukupno su utvrđena četiri osnovna tipa tla: kamenjar (litosol), koluvijalno tlo (koluvium), vapnenačko-dolomitna crnica, rendzina, smeđe tlo na vapnencu i eutrično smeđe tlo. Kamenjar (litosol) i koluvij spadaju u klasu nerazvijenih tala (A)-C ili (A)-R profila. Vapnenačko-dolomitna crnica i rendzina spadaju u klasu humusno akumulativnih tala A-R ili A-C-R strukture profila dok eutrično smeđe tlo i smeđe tlo na vapnencu i dolomitu spadaju u klasu kambičnih tala. Detaljna karta pedosistematskih jedinica data je u prilogu ove studije.

Tablica 1. Pripadajuće pedosistematske jedinice na PŠ Marjan

Broj KJ	LEGENDA KARTOGRAFSKIH JEDINICA	Omjer%
1	Litosol i stijene	100
2	Rendzina karbonatna na flišu antropogenizirana Koluvij karbonatni i regosol	60 40
3	Antropogena tla terasa na flišu Koluvij karbonatni s prevagom skeleta u matriksu	80 20

4	Smeđe tlo na alveolinskim vapnencima, plitko Crnica organogena i organomineralna numulitskim vapnencima	70 30
5	Antropogena tla vrtna i tla terasa Eutrično smeđe antropogeno i koluvij	80 20
6	Smeđe tlo na alveolinskim vapnencima plitko i srednje duboko Koluvij karbonatni s prevagom skeleta u matriksu	80 20
7	Smeđe tlo na alveolinskim vapnencima, plitko	100
8	Smeđe tlo na numulitskim vapnencima, plitko	100
9	Smeđe tlo na alveolinskim vapnencima, srednje duboko Smeđe tlo na alveolinskim vapnencima, plitko	50 50



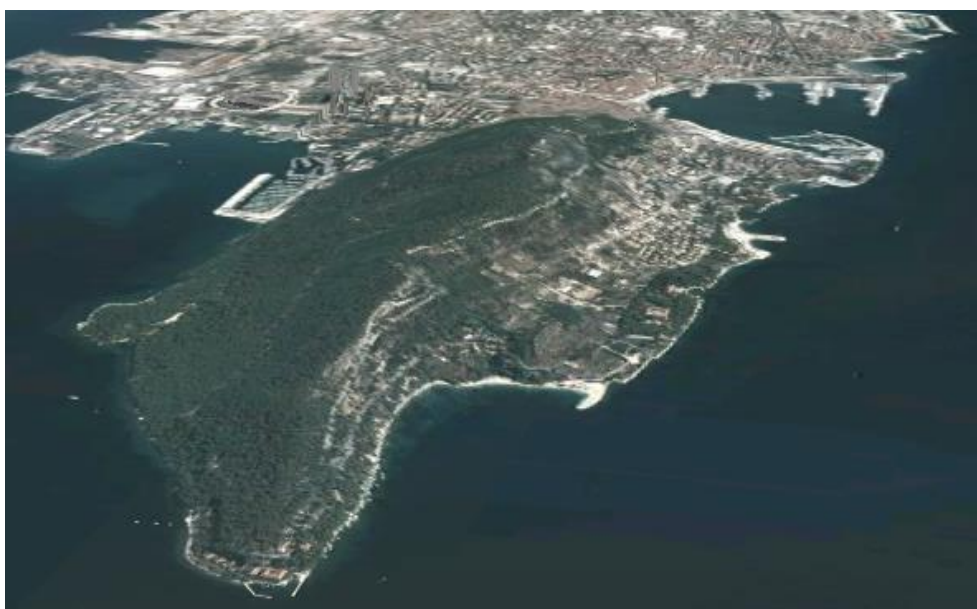
Slika 6. Prikaz pedosistematskih jedinica park šume Marjan

Dominantni tip tla na sjevernom (vapnenačkom) dijelu poluotoka čine smeđa tla na vapnencima (kambisol). Smeđa tla predstavljaju osrednje razvijene pedološke tvorevine koje karakterizira slabo do osrednje razloženi matični supstrat, primjetan izostanak akumuliranih nakupina gline. Kambisoli se razvijaju na osrednje do finije teksturiranom materijalu

nastalom iz različitih stijena. Varijeteti smeđih tala na vapnencu najčešće se izdvajaju prema tipu matične podloge tako da u sjeveroistočnom dijelu poluotoka (KJ8) dolaze smeđa tla na numulitskim vapnencima dok u sjeverozapadnom dijelu (KJ7) dominiraju smeđa tla na alveolinskim vapnencima. Mehanička razgradnja matične podloge kod obje grupe je znatno otežana stoga su se formirala izrazito plitka (< 35 cm) i skeletna tla. U vršnom grebenskom dijelu poluotoka, na najvišim nadmorskim visinama, pojavljuje se uz smeđa tla i crnica organogena i organomineralna na numulitskim vapnencima (KJ4). Za pojavu crnice vjerojatno je vezana uz erozijske procese (u vrijeme dok je Marjan bio ogoljen) koji su uzrokovali odnošenje matične podloge odnosno netopivog ostatka vapnenaca te dominirajući procesi akumulacije i transformacije organske tvari. S druge strane na sjevernim, zaravnjenijim dijelovima na koje je vjerojatno materijal nanašan s viših terena, uspjelo se mjestimično stvoriti nešto dublje tlo na alveolinskim vapnencima (KJ9) što je vjerojatno moguće objasniti i djelomičnim nakupljanjem, erozijskim tokovima translociranog, ostatka te dolazi do stvaranja srednje dubokog varijeteta smeđeg tla na alveolinskim vapnencima. Kao posljedica intenzivne erozije vodom, te donošanja materijala kroz privremene ili stalne bujične tokove, koji se jasno izdvajaju na topografiji izdvojena je jedinica sa smeđim tlom na alveolinskim vapnencima plitko i srednje duboko te koluvij karbonatni s prevagom skeleta u matriksu (KJ6). Na samim vrhovima Marjana prisutne su goleti odnosno kamenjara bez vegetacije na kojima je izdvojena jedinica (KJ1) sastavljena od stijena te njihovih razgrađenih fragmenata (litosol). Na južnoj, flišnoj strani Marjana, pojava znatno veće trošivosti matične podloge, uzrokovala je nastanak tala s dubljim profilom koja su u većoj mjeri iskorištena za poljoprivrednu proizvodnju. Tako da su poljoprivredne površine u kojima su tla izvrnuta većem stupnju antropogenizacije objedinjene unutar kartografske jedinice (KJ3) koja je sastavljena od antropogenih tala na flišu te, u manjoj mjeri, koluvija karbonatnog s prevagom skeleta (manje pogodna tla za poljoprivredu). Uz samu obalu izdvojena su antropogena vrtna tla i tla terasa te eutrično smeđe antropogeno i koluvij. Na strmim južnim obroncima Marjana izdvojena je jedinica (KJ2) s rendzinom karbonatnom na flišu te koluvij karbonatni s prevagom skeleta u matriksu.

Dugogodišnji meliorativni učinak šumskog pokrova na tlo Marjana

Detaljan uvid u stanje humizacije kao posljedice meliorativnog učinka šumskog pokrova na tlo izveden je na osnovu pet izabranih lokaliteta na području park šume. Organska prostirka odnosno humus analizirana je na pet izabranih



Slika Izgled poluotoka Marjan u prošlosti i danas



Slika 1. Ploha P6



Slika 2. Ploha P15



Slika 3. Ploha P22



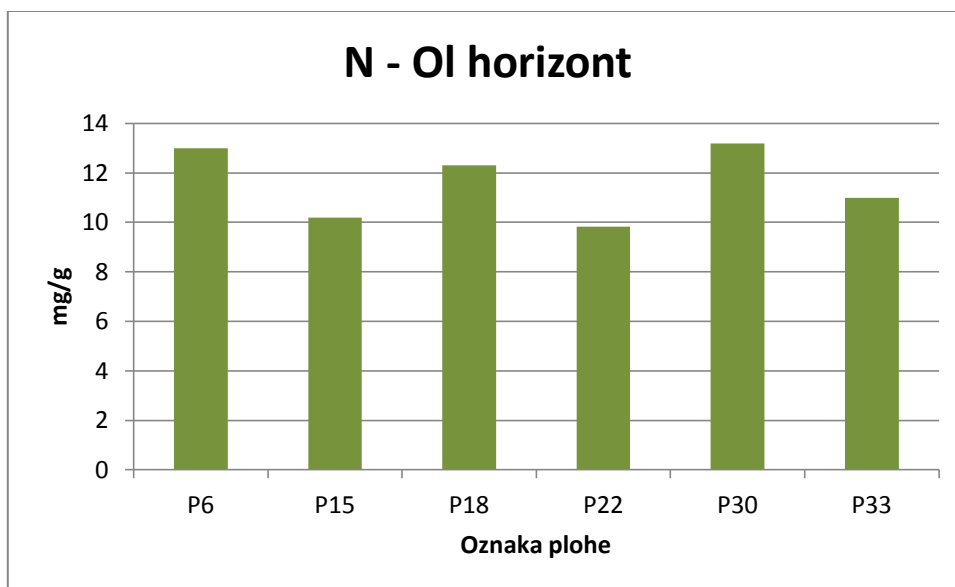
Slika 3. Ploha P30



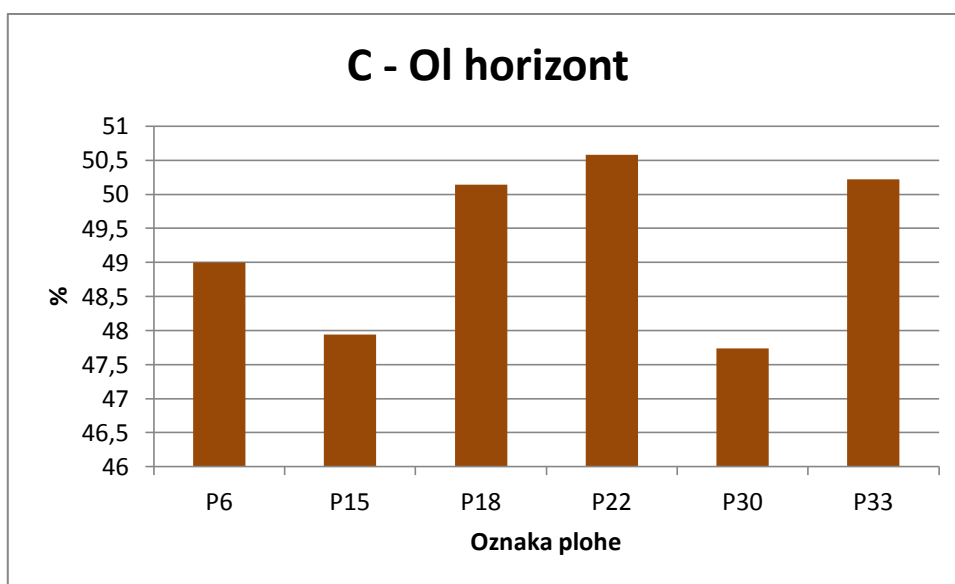
Slika 5. Ploha 33

Tablica 1. Sadržaj ugljika i dušika u šumskoj prostirci (slabo razloženi listinac – Ol horizont)

Oznaka plohe	Dubina (cm)	N (mg/g)	C (%)
P6	0-4	13	49
P15	0-4	10,2	47,94
P18	0-5	12,3	50,14
P22	0-2	9,82	50,58
P30	0-3	13,2	47,74
P33	0-2	11	50,22
Prosjek		11,33	49,42



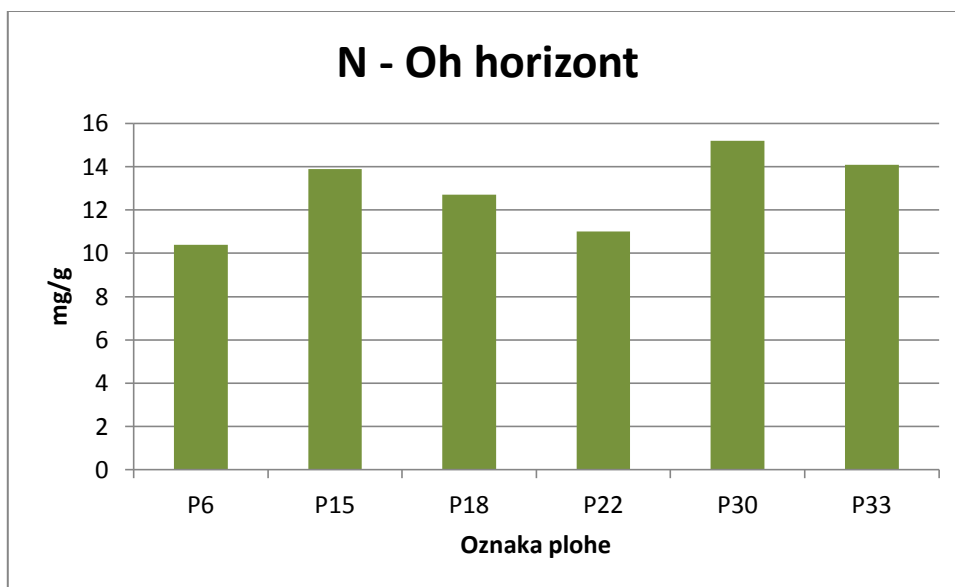
Slika 1. Sadržaj dušika u Ol horizontu



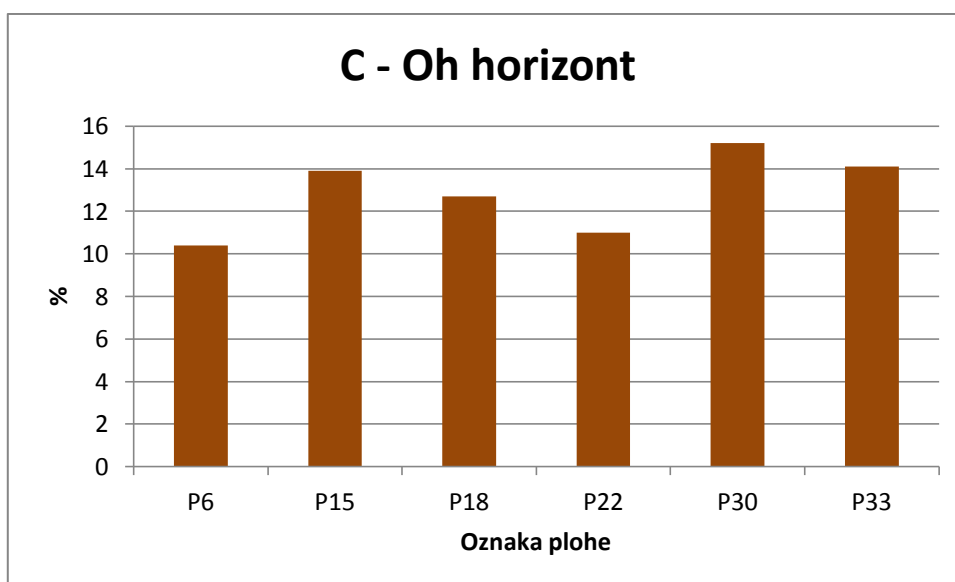
Slika 2. Sadržaj ugljika u Ol horizontu

Tablica 2. Sadržaj ugljika i dušika u šumskoj prostirci (jače razloženi listinac – Oh horizont)

Oznaka plohe	Dubina (cm)	N (mg/g)	C (%)
P6	4-6	10,4	44,74
P15	4-5	13,9	36,9
P18	5-7	12,7	35,66
P22	2-4	11	45,27
P30	3-5	15,2	45,53
P33	2-3	14,1	43,02
Prosjek		12,88	41,85



Slika 1. Sadržaj dušika u Ol horizontu



Slika 1. Sadržaj ugljika u Ol horizontu

Tablica 3. Kemijske značajke mineralnog dijela tla na istraživanim lokalitetima

Oznaka plohe	Dubina cm	pH		mg/ 100g tla		N	Humus	C	C/N	CaCO ₃
		H ₂ O	1M KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	%	%	%		%
P6	6-27	8,21	7,5	0,68	13,29	0,05	1,66	0,97	19,4	60,89
P15	5-26	7,71	6,96	3,17	72,8	0,45	10,61	6,17	13,71	1,67
P18	7-32	7,73	7,12	1,92	50,96	0,83	14,14	8,22	9,9	3,36
P22A	4-11	7,51	7,01	8,26	54,6	1,44	36,16	21,02	14,6	2,5
P22C	11-35	7,98	7,25	3,28	46,41	0,32	6,4	3,72	11,63	7,51
P30A	5-9	7,27	6,67	9,39	48,23	1,72	36,67	21,32	12,4	1,67
P30B	9-27	7,64	6,75	2,04	45,5	0,42	6,52	3,79	9,02	2,09
P33A	3-8	6,98	6,35	4,41	61,88	0,43	28,77	16,73	38,91	0,7
P33B	8-29	7,85	7,18	2,04	53,69	0,54	8,77	5,1	9,44	2,54

Značajke tla na prostoru botaničkog vrta Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Botanički vrt na Marjanu, koji se nalazi neposredno uz zgradu uprave na južnim obroncima park šume Marjan, osnovan je 1951. godine. Na površini od oko 2 ha, u vrtu su bile zasade brojne biljke tropskih i suptropskih područja, dok se u sjevernom dijelu nalazila se autohtona mediteranska flora. Botanički vrt nije bio samo pedagoška ustanova, već je promicao uzgoj i njegu biljaka i početkom šezdesetih godina prošlog stoljeća uspješno surađivao sa brojnim botaničkim ustanovama širom svijeta. Ovaj vrt je napredovao i funkcionirao do 1980-ih godina, kada počinje njegovo zapuštanje i propadanje. U novije vrijeme Odjel za biologiju PMF-a angažiran je na njegovoj obnovi. U novije vrijeme postoje tendencije ponovnog razvoja botaničkog vrta kako bi se doprinijelo poticanju i razvijanju kulture njege i zaštite prirode, te poticao edukativni i znanstveno-istraživačkom rad na području Marjana. Botanički vrt služit će za edukaciju studenata PMF-a i srodnih fakulteta, predškolske djece kao i učenika osnovnih i srednjih škola kroz održavanje radionica, terenske nastave, praktikuma.

S ciljem ponovne revalorizacije botaničkog vrta, u okviru ove studije napravljena je analiza tla na tim površinama, te su ispitana osnovna kemijska i fizikalna svojstva te stanje osnovnih hraniva u tlu (N,P,K). Istraživanje je provedeno na tri terase s time da je na prvoj iskopan pedološki profil, dok je na druge dvije terase uzet prosječni uzorak iz površinskog sloja od 0-25 cm dubine na transektu.

Karakteristike tala na južnoj strani poluotoka gdje je smješten botanički vrt, određuje prvenstveno lako trošiva flišna podloga koja je omogućila stvaranje tala s nešto dubljim ekološkim profilom. Sambotanički vrt smješten je na nekoliko usporednih terasa na kojima je izdvojeno antropogeno tlo na flišu (slika 3).





Slika

Pošto se radi o tlu koje je korišteno za poljoprivrednu proizvodnju i u kojem je površinski sloj od oko 25 cm dubine obrađivan karakteristična je pojava diskontinuiteta unutar sklopa profila koji je karakterističan za poljoprivredna antropogenizirana tla. Prema strukturnim osobinama u tlu nalazimo značajni udio skeleta koji je nastao mehaničkim raspadanjem flišnog supstrata. Porijeklo tog tla je vjerojatno antropogeno, moguće je da je materijal na tom dijelu i umjetno nanašan. Prema provedenim kemijskim analizama utvrđeno je kako je reakcija tla alkalična ($\text{pH n-KCl} > 7,2$) i to na obadviije razmatrane dubine, a tlo je izrazito karbonatno. S obzirom na sadržaj humusa postoje razlike u površinskom antropogeniziranom Ap horizontu koji je slabo humozan (1 – 3%) dok je donji C horizont vrlo slabo humozan (manje od 1% humusa).

Oznaka plohe	Dubina cm	pH		mg/ 100g tla		N	Humus	C	C/N	CaCO ₃
		H ₂ O	1M KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	%	%	%		%
P35	5-15	8,13	7,55	0,68	11,1	0,19	2,84	1,65	8,68	66,86
P35	30-40	8,27	7,65	1,02	9,46	0,07	0,42	0,24	3,43	73,77
P35	Terasa2	8,03	7,51	9,27	21,48	0,33	4,86	2,83	8,58	32,65
P35	Terasa3	7,97	7,49	12,44	27,76	0,35	6,23	3,62	10,34	15,53

Stanje



HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT
ODJEL ZA LABORATORIJSKA
ISPITIVANJA

OLFKI-10-02

**Izvješće broj:4B/13
za uzorke biljnog materijala**

Datum zaprimanja uzorka:11.03.2013.

Datum početka analiza:12.03.2013.

Datum završetka analiza:26.03.2013.

Redni broj uzorka: 87-100/13

Ime i prezime podnosica zahtjeva: Dr.sc.Ivan Pilaš

Adresa:Hrvatski šumarski institut

Cvjetno naselje 41

10450 Jastrebarsko

REZULTATI ANALIZA BILJNOG MATERIJALA

Tablica 1. Rezultati kemijske analize uzorka biljnog materijala (87-100/13)

Red. br.	Oznaka uzorka	msv. (g)	msu. (g)	N mg/g	P mg/g	S mg/g	C %
87/13	P6 Of	-	95,61	10,40	-	-	44,74
88/13	P6 Ol	-	100,88	13,00	-	-	49,00
89/13	P6 Of/A	-	113,60	10,20	-	-	38,79
90/13	P15 Of	-	407,30	13,90	-	-	36,90
91/13	P15 Ol	-	133,19	10,20	-	-	47,94
92/13	P30 Of	-	318,91	15,20	-	-	45,53
93/13	P30 Ol	-	75,40	13,20	-	-	47,74
94/13	P33 Of	-	144,92	14,10	-	-	43,02
95/13	P33 Ol	-	75,00	11,00	-	-	50,22
96/13	P18 Of	-	325,61	12,70	-	-	35,66
97/13	P18 Ol	-	128,50	12,30	-	-	50,14
98/13	P22 Of	-	196,97	11,00	-	-	45,27
99/13	MARJAN (MALČ)	-	175,40	13,90	-	-	41,55
100/13	P22 Ol	-	141,89	9,82	-	-	50,58

Kemijske analize uzoraka biljnog materijala (87-100/13) rađene su prema:

1. Određivanje mase lišća/iglica

(ICP Forests Manual: Sampling and Analyses of leaves and needles, 2000.)

2. Određivanje ukupnog dušika u uzorcima biljnog materijala na elementarnom

analizatoru CNS 2000

(LECO corporation USA : Organic application note form No. 203 –821 –172, Carbon, Nitrogen and Sulfur in Plant Tissue, 2000. i Leco corporation USA: CNS-2000 Instruction Manual, St. Joseph, 2002.)

3. Određivanje ukupnog ugljika u uzorcima biljnog materijala na elementarnom analizatoru

CNS 2000

(LECO corporation USA : Organic application note form No. 203 –821 –172, Carbon, Nitrogen and Sulfur in Plant Tissue, 2000. i Leco corporation USA: CNS-2000 Instruction Manual, St. Joseph, 2002.

Analize uzorka biljnog materijala **(87-100/13)** rađene su u Laboratoriju za fizikalno-kemijska ispitivanja Hrvatskog šumarskog instituta u Jastrebarskom.

Napomena: Rezultati se odnose isključivo na zaprimljeni uzorak.

Ovo izvješće ne smije se preslikavati, osim u cijelosti, bez pisanog odobrenja Laboratorija za fizikalno-kemijska ispitivanja.

Voditeljica laboratorija

Dr.sc.Tamara Jakovljević

U Jastrebarskom, 27.03.2013.

