

UTJECAJ POSOLICE NA ŠUMSKO TLO I VEGETACIJU OTOKA KORČULE

SALINISATION INFLUENCE ON VEGETATION AND FOREST SOILS OF ISLAND KORČULA

Boris VRBEK¹

SAŽETAK: *Praćenjem je obuhvaćeno šumsko tlo na dvije plohe u zajednici alepskog bora i crnike (Quercus ilicis-Pinetum halepensis/Lasiel 1971) na otoku Korčuli. Od taložnih tvari analizirani su: Cl, SO₄²⁻-S, NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺. Uzorkovanje se obavljalo pomoću lijevaka površine otvora od 314 cm², a količina padalina mjerila se plastičnim kišomjerom površine otvora 60 cm². Kišomjeri i lijevci postavljeni su u dijagonalnom rasporedu po 6–9 komada svaki na plohi veličine 30 X 30 m. Na kontrolnom mjestu bez utjecaja vegetacije postavljena su po tri lijevka i kišomjera. Za sakupljanje procjedne tekućine postavio se plastični protočni lizimetar u tlo na dubini od 10 cm (ispod površinskog horizonta). Lizimetar je sakupljao perkolat u tlu. Uzorkovanje se obavljalo nekoliko puta od lipnja do studenoga tijekom jedne godine. Prosječne količine tvari nađenih u kišomjerima pod zastorom krošnja i u lizimetrijskim vodama redovito su imale veće vrijednosti taložnih tvari u mg/dm³ ili kg/ha nego na kontrolnim mjestima bez utjecaja vegetacije. Na obje plohe na otoku Korčuli prisutna je posolica utjecajem jakih vjetrova koji pušu s mora, te su nađene mnogo veće vrijednosti za klor i natrij u uzorcima ispod krošnja drveća te kod otopine tla iz lizimetrijskih uzoraka. Povećanje kalcija i natrija u lizimetrijskim vodama ukazuje nam na povećani transport tih tvari kroz tlo te neprekidna alkalizacija tala. Šuma je ovdje odigrala ulogu filtracije u primanju glavnog udara depozicije koja se taloži na iglice krošnje, a zatim se ispire u tlo.*

Ključne riječi: Zasoljavanje, šumsko tlo, alepski bor, lizimetri, depozicija

UVOD

Padaline na površinu tla dolaze kao otopina različitih plinova, soli i raznih tvari koje voda prikuplja i otapa prolazeći kroz atmosferu. Prolazeći kroz tlo, voda ulazi u reakcije s plinovitom i krutom fazom tla, obogaćujući se dalje tvarima iz tla. U tlu, prema tomu, postoji otopina različitih koncentracija koja predstavlja vrlo aktivnu i dinamičnu komponentu tla. Otopina tla glavni je nositelj hranjivih tvari koje su najlakše dostupne biljkama za njihov rast i razvoj. Postoji nekoliko kategorija tekuće faze u tlu, a čije granice nisu

oštro podijeljene, već postupno jedna kategorija prelazi u drugu. Svaka kategorija ima svoju ekološku važnost. Otopinu tla (kompleks) tvore molekularne jedinice kao što su ioni. To je središnja grupa koja tvori bliske veze s ostalim atomima ili molekulama (chelati- i ligandi). Oko jedne polovice do dvije trećine volumena tla građeno je od krute materije, a ostalo otpada na tekuću fazu tla. Kroz cijeli profil (okomito i vodoravno) otopina tla pokazuje veliku varijabilnost, podliježe sezonskim promjenama, a isto tako i mikrobiološkoj i ljudskoj aktivnosti. Normalna otopina tla sadrži 100–200 različitih topivih kompleksa, mnogi od njih sadrže metalne katione i organske tvari. Lizimetrijska voda u ovom slučaju predstavlja otopinu tla koja je pod utje-

¹ Dr. sc. Boris Vrbeč, Šumarski institut, Jastrebarsko, odjel za ekologiju i uzgajanje šuma
e-mail: borisv@sumins.hr

cajem gravitacije te prolazi kroz horizonte tla od površine do podzemnih voda, a to znači cijedna voda koja se u tlu slobodno kreće ovisno o propusnosti tla za vodu i nije vezana kapilarnim silama. Procjedna voda se kroz tlo kreće makroporama pod utjecajem sile teže. Važan je čimbenik procesa geneze ispiranja, dealkalizacije, acidifikacije, lesivaže, pseudooglejavanja itd. Kod protočnih lizimetara uslijed gravitacije (zovu se još i gravitacijski lizimetri) tekućina se cijedi kroz pro-

fil tla i sakuplja u posebne kadice ili lijevke koji mogu biti različitih površina. Pogodni su u uvjetima gdje se voda brže procjeđuje kroz tlo te u uvjetima visoke godišnje količine padalina. Gravitacijski lizimetri prikupljaju tekućinu iz otopine tla kada je u tlu zasićenje iznad poljskog vodnog kapaciteta. Takav lizimetar drenira sve makropore. On je vrlo pogodan za prikupljanje tekućine ispod humusnog horizonta.

METODE ISTRAŽIVANJA

Na prirodnom staništu šume hrasta crnike (*Quercus ilicis* H-ić) na dvije pokusne plohe veličine 0,5 ha u predjelu Šaknja rat i Pupnat na otoku Korčuli (tablica 1), istraživanja su obuhvatila analizu padalina i otopine tla u smislu utjecaja i posljedice zasoljavanja putem

zraka i taloženja na raslinstvo i na tlo. Pod alepskim borom javlju se mlađa stabla crnike te je prema sadašnjem stanju ovo zajednica alepskog bora i crnike (*Quercus ilicis-Pinetum halepensis*/Lasiel 1971) (R a u š i dr 1992.).

Tablica 1. Osnovni podaci istraživanih ploha
Table 1 General data of research plots

Broj plohe Plot number	Odjel Management unit	Nadm. visina Sea level	Nagib u stup. Inclination	Izloženost Exposition	Matični supstrat Parent material	Tip tla Soil type	Šumska zajednica Forest community
100	36a	70 m	6	NW	Vapnenac Limestone	Crvenica plitka Chromic Cambisol	<i>Quercus ilicis-Pinetum halepensis</i>
106	18a	345 m	14	E	Dolomitizirani vapnenac Dolomitic limestone	Smeđe tlo na dolomit. vapnencu Calcaric Cambisol	<i>Quercus ilicis-Pinetum halepensis</i>

Pokusne plohe opremljene su kišomjerima za mjerenje količine padalina te lijevcima (throughfall) za uzorkovanje tekućine (taloženje suhe i mokre depozicije). Površina otvora kišomjera iznosi 60 cm², a površina otvora lijevka 314 cm². Na svakoj se plohi postavljalo 6–9 plastičnih kišomjera i 6–9 plastičnih lijevaka ispod krošanja stabala, u slučajnom poretku (Slika 1).



Slika 1. Ploha br. 100 na području Šaknja rat na Korčuli s mjernim instrumentima

Photo 1 Research plot No 100 in Šaknja rat area of Korčula island with measuring instruments

Takav broj kišomjera i lijevaka potreban je kako bi se uzorak u ljetno vrijeme mogao sakupiti ako ima malo padalina, a kišomjeri ispod krošanja izmjerili prosječnu količinu padalina u šumskoj sastojini. Poznato je kako prokapavanje kroz krošnju drveća nije svugdje jednakog intenziteta, a kako bi se izbjegla velika varijabilnost treba veći broj mjernih instrumenata. Po 3 kišomjera i lijevka (bulk) postavljaju se i na kontrolnim mjestima izvan utjecaja vegetacije, tj. na otvorenom prostoru.

Plastični lizimetri čine sustav za praćenje procjedne vode (perkolata) u tlu. Tekućina koja se procjeđuje kroz tlo sakuplja se na dnu u plastične posude u obliku pravokutnika (dimenzije 46.5 X 23.5 cm, s visinama stranica 10 cm) te odvodi u posudu ispod sakupljača (posuda od 25 do 30 l). Iz posude se kod uzorkovanja tekućina crpi posebnom crpkom i sprema u PVC bočice za analize. Površina sakupljača kod ovakvog tipa lizimetra iznosi 1093 cm². Sakupljač je napunjen 96 % čistim kvarcnim pijeskom i zajedno s posebnim filterima odvaja perkolat od čestica tla. Lizimetri su postavljeni ispod površinskog horizonta na dubini od 10 cm. (Slika 2. i 3.).



Slika 2. Crvenica s ugrađenim protočnim lizimetrom
Photo 2 Chromic Cambisol with zero tension lysimeter

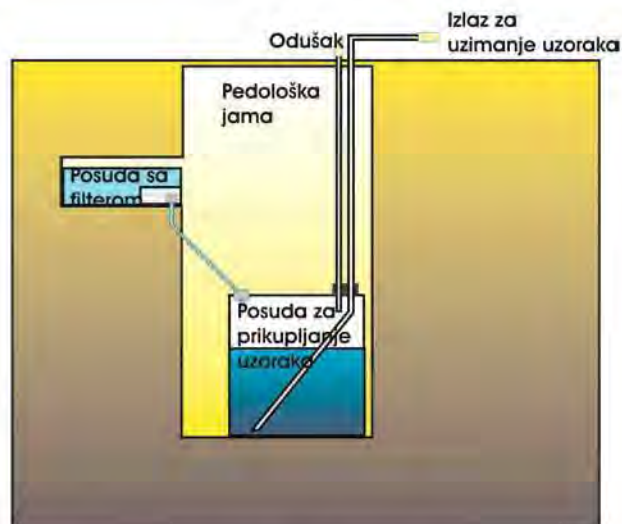
Kod skeletnih tala i kod nagiba tla vodila se posebna briga pri zatrpavanju lizimetra. Pazilo se kako se ne bi pomiješali genetski horizonti tla. U skeletnim tlima (tj. tlima koja sadrže veći postotak kamenja) naime, nije moguće iskopati horizontalni rov kako bi se kadića ugurala i pravilno namjestila.

Tablica 2. Neke kemijske i fizikalna svojstva tala na području istraživanja
Table 2 Some chemical and physical properties of soils on researched area

Tip tla Soil type	Horizont Layer	CaCO ₃	pH u H ₂ O	pH u Mn-KCl	P ₂ O ₅ mg/100 gr	K ₂ O	C %	Ukup. N% Total N%	% gline Clay %	Tekstur. oznaka Texture
Crvenica plitka Ploha 100, profil 31/97 Chromic cambisol Plot 100, profile 31/97	1–3	2,54	6,1	6,1	3,0	31,6	20,52	0,78	-	Laka glina Easy clay
	4–10	1,68	7,7	7,6	2,8	22,4	1,45	0,15	26,8	Teška glina Heavy clay
	10–20	27,89	7,7	6,6	1,4	16,7	1,40	0,12	58,7	Teška glina Heavy clay
Smeđe tlo, pliko Ploha 106, profil 106/97 Calcaric Cambisol, shallow, Plot 106, profile 106/97	1–2	-	7,3	6,6	47,3	46,5	31,44	1,43	-	Teška glina Heavy clay
	5–15	3,84	7,5	6,9	1,0	52,5	2,81	0,18	55,4	Praš. Glin. ilovača
	20–35	1,87	8,1	7,8	3,9	6,4	0,72	0,09	17,6	

natrag. Uzorci tekućine za analizu uzimaju se nakon stabiliziranja tla iznad lizimetra, tj. nakon 1–2 godine.

Na svakoj plohi se iskopao pedološki profil iz kojega su se uzimali uzorci tla po genetskim horizontima.



Slika 3. Shema malog plastičnog lizimetra
Photo 3 Scheme of small plastic zero tension lysimeter

Metode lizimetrijske pedologije u istraživanjima šumskih ekosustava kod nas su primijenili Vranković i dr. (1991) i Vrbek (1992, 1993, 2002). Ta su istraživanja potvrdila kako postoji unos tvari iz atmosfere u tekuću fazu tla (perkolat) naših šumskih ekosustava.

Pomoću lizimetarske pedologije možemo ustanoviti kvalitetu i količinu perkolata u tlu. Prema Lutz i Chandler (1962) prvi je lizimetre koji mjere tekućinu što prolazi kroz neporemećeno tlo upotrijebio Ebermayer (1879). Nakon njega taj je način mjerenja perkolata u tlu primijenio Joffe (1929). Značajna su istraživanja na tom polju Šilova (1955) i Angelova (1973).

Cijelo se tlo mora izvaditi iz pedološke jame, horizont po horizont i isto tako ponovno po redu vratiti

Na plohi br 100 u Šaknja ratu utvrđena je crvenica plitka (Slika 2), a na plohi u Pupnatskoj luci na plohi br 106 utvrđeno je smeđe tlo na dolomitiziranome vapnencu. U tablici 2 prikazane su neke kemijske i fizikal-

ne analize analiziranih pedoloških uzoraka tla iz pedoloških jama.

Uzorkovanje tekućina obavljano je jednom u ljetno-jezenskoj sezoni. Uzorci su uzimani u pripremljene PVC reagens bočice s dvostrukim poklopcem, te isti dan odaslani u laboratorij na analizu ili su zamrzavani do analize (Vrbeč 2002). Reakcija otopine i vodljivost mjereni su izravno na terenu, odmah nakon uzorkovanja. Kemijski sastav tekućina određivan je u Državnom hidrometeorološkom zavodu. Određivali su se ioni Cl^- , SO_4^{2-} -S, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+} . Upotrebljene su analitičke metode koje su standardne

ili uobičajene za određivanje malih količina tvari u vodama i padalinama: spektrofotometrijskom (spektrofotometar Perkin Elmer Lambda-I) su metodom određivani SO_4^{2-} - ioni, NO_3^- - ioni, metodom insektivnih elektroda (ORION – Microprocesor ionanalyser, model 901) NH_4^+ -ion i Cl^- -ion, a metalni ioni (natrij i kalij – alkalni, kalcij i magnezij – zemnoalkalni) određivani su atomskom apsorpcijom spektrofotometrijom (Atomski asp. spekt. Perkin Elmer, model 603). Na terenu su se mjerili pH i vodljivost u mS. Metode su opisane u WMO (1974), Standard Methods, (1975), Mohler i dr. (1975).

RASPRAVA I REZULTATI

Ova metoda praćenja unosa tvari u šumske ekosustave slična je u nekim segmentima s metodama opisanim u radovima Laflame i dr. (1990), Lindberg i dr. (1988), Jocheim (1985). Privremene prve kemijske analize procjedne tekućine (perkolata) i padalina koje se hvataju pod krošnjama stabala te na kontroli bez utjecaja vegetacije odnose se na jednogodišnje praćenje između mjeseca srpnja do studenog. Postoji povećan unos tvari iz atmosfere u šumski ekosustav na području otoka Korčule u predjelima Šakanj rat i Pupnat. U uzorcima tekućina sakupljenih u navedenom razdoblju određivali su se taložne tvari: Cl^- , SO_4^{2-} -S, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+} . Prosječna količina tvari nađena u kišomjerima pod zastorom krošanja i u lizimetrijskim vodama redovito ima veće vrijednosti taložnih tvari u mg/dm^3 i kg/ha nego na kontrolnim mjestima bez utjecaja vegetacije. U tablicama 3, 5 i 7 prikazane su vrijednosti analiziranih tvari u mg/dm^3 dok u tablicama 4, 6 i 8 te vrijednosti su preračunate pomoću podataka mjerenja padalina i lizimetrijske vode u kg na površinu od 1 hektara (kg/ha^{-1}). Postoje relativne razlike u količini tvari na području Pupnata u odnosu na Šaknja rat. Naravno uslijed samih položaja ploha i vrste tala na njima mogu se razlike pojaviti, a isto tako kratkoća mjerenja može utjecati na rezultate. Ovi prvi rezultati uopće u lizimetrijskim istraživanjima u području dalmacije i krša mogu nam trasirati put kojim smjerom trebamo poći kako bi rezultati mjerenja bili što bolji. Naravno kod toga se misli na vrstu opreme kojom se prate taložne tvari, kao i na intenzitet motrenja i uzorkovanja. Najveće količine taložnih tvari u obliku aerosola dospjele su s morske površine zračnim strujama. Kod toga se ponajprije misli na kloride i sadržaj natrija u tom transportu. Povećanje kalcija u lizimetrima je proces eluvijacije i lesivaže u tlima koja je uvijek prisutna u tlima posebno karbonatnim. Na uzorcima koji su sakupljeni u bulkovima (lijevcima) na otvorenom prostoru bez utjecaja vegetacije, evidentno je kako imaju višestruko smanjene količine taložnih tvari (posebno klorida i natrija), a to se jedino može protumačiti kako je na krošnjama došlo do višednevnog suhog taloženja tih tvari i višekratno ispiranje s krošanja

na površinu tla i dalje. Kao dokaz su povećane vrijednosti u uzorcima iz lijevaka ispod krošanja stabala (troughfall).

Prema Filipan i dr (1996) maksimalne dozvoljene koncentracije sulfata u emisiji su $3 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$. Prirodno taloženje dušika iznosi oko $1\text{--}2 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$. dok klora $1\text{--}3 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$. U najugroženijima dijelovima Europe količina sumpora iznosi i do $100 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$, a količina dušika $3\text{--}15 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$. Iz rezultata na ploha (Tablice 1–6) vidljivo je kako na nekim lokalitetima za ovo kratko razdoblje mjerenja postoji povećan unos kationa i aniona, a isto tako povećane su količine i u perkolatu iz lizimetara. Poznato je kako dolazi do većeg taloženja sumpora i drugih sastojaka u šumi nego na otvorenom prostoru. Prema Simončić (1996) jednogodišnje taloženje sumpora na otvorenome iznosi od $13 \text{ kg}/\text{ha}$, u sastojini bukve $22 \text{ kg}/\text{ha}$, a u kulturi smreke $33 \text{ kg}/\text{ha}$. U Lividragi je Komlenović i dr (1997) ustanovio taloženje sumpora $23,77 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$, NO_3 $9,24 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$. $\text{NH}_4\text{-N}$ $14,98 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$. Cl $32,63 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$ i Ca $75,65 \text{ kg}/\text{ha}/\text{god}$. Prema navedenim autorima suvišak dušika predstavlja veću opasnost za šumske ekosustave nego sumpor. Dušik utječe na zakiseljavanje tla, a što je najbitnije dovodi do poremećaja u prehrani i slabi otpornost drveća na utjecaj nepovoljnih čimbenika abiotičkih (suša, niske temperature i vjetrovi) i biotičkih čimbenika (biljne bolesti, i kukci).

Ovdje je prisutna posolica utjecajem jakih vjetrova koji pušu iz smjera mora te su nađene relativno povišene vrijednosti za klor i natrij bile za očekivati. Povećanje klorida i natrija u lizimetrijskim vodama ukazuje nam na povećani transport tih tvari kroz tlo te konstantna alkalizacija tala. Velika je uloga šume u filtraciji i primanju glavnog udara depozicije koja se taloži na krošnje, a zatim ispire u tlo i dalje transportira kroz tlo. Ovisno o pufernoj sposobnosti tla mogu nastati manja ili veća oštećenja na vegetaciji, a to se zatim očituje i na prirastu drvne mase. Posebno su ti podaci važni kod pošumljavanja određenim šumskim vrstama. One koje ne podnašaju veliku posolicu ne bi trebalo uzeti u obzir za pošumljavanje.

Tablica 3. Kemijske komponente iz uzoraka lizimetra
 Table 3 Chemical components from lysimeter samples

Oznaka plohe Plot mark	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	pH u H ₂ O pH in H ₂ O	Vodljivost Conductivity
	mg/dm ³								pH	mS
PI-102	38,1	5,04	1,41	0,10	4,42	28,25	6,41	20,85	6,98	199,0
PI-105	61,7	4,57	4,10	0,13	7,68	17,84	12,32	42,25	6,33	292,0

Tablica 4. Količina tvari u perkolatu lizimetara
 Table 4 Matter amount in lysimeters percolate

Oznaka plohe Plot mark	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Perkolat Percolate
	kg/ha-1								mm
PI-100	23,05	3,05	0,87	0,06	2,61	17,09	3,88	12,61	60,5
PI-106	38,43	2,85	2,55	0,08	4,78	11,11	7,68	26,32	62,3

Tablica 5. Kemijske komponente iz uzoraka padalina pod krošnjama drveća
 Table 5 Chemical components from throughfall samples

Oznaka plohe Plot mark	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	pH u H ₂ O pH in H ₂ O	Vodljivost Conductivity
	mg/dm ³								pH	mS
PI-100	31,0	4,21	1,85	0,07	3,28	19,50	5,56	8,11	5,92	137,8
PI-106	37,3	4,41	2,60	0,09	5,26	20,00	8,13	12,35	6,31	272,0

Tablica 6. Količina tvari prokapavanjem kroz krošnje stabala
 Table 6 Matter amount in throughfall samples

Oznaka plohe Plot mark	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Procjeđivanje Throughfall
	kg/ha-1								mm
PI-100	23,924	3,25	1,43	0,05	2,531	15,05	4,29	6,26	77.175
PI-106	25,66	3,03	1,7	0,06	3,62	13,7	5,59	8,49	62.840

Tablica 7. Kemijske komponente iz uzoraka padalina na kontrolnim mjestima
 Table 7 Chemical components from control samples

Oznaka plohe Plot mark	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	pH u H ₂ O pH in H ₂ O	Vodljivost Conductivity
	mg/dm ³								pH	mS
PI-100	5,90	1,58	1,35	0,12	0,64	2,70	2,03	3,64	6,39	42,0
PI-106	6,29	1,28	1,50	0,05	0,92	2,90	0,68	4,08	6,90	40,7

Tablica 8. Unos tvari na kontrolnim mjestima
 Table 8 Matter input on control places

Oznaka plohe Plot mark	Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -N	SO ₄ ²⁻ -S	NH ₄ ⁺ -N	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Padaline Rainfall
	kg/ha ⁻¹								mm
PI-100	4,68	1,25	0,09	0,09	0,50	2,14	1,61	2,84	71,40
PI-106	5,13	1,04	1,22	0,04	0,75	2,36	0,55	3,33	81,70

Alkalizacija tala na području Dalmacije i dalmatinskih otoka može otežati uvjete za pošumljavanje krša šumskim sadnicama. Ranija istraživanja Mayera (1979) također je ustanovljena alkalizacija tala te utjecaj tla na rast borovih kultura na kod Rapca. Isto tako

potrebno je voditi računa i o pedološkom pokrovu, stjenovitosti, kamenitosti, dubini tla te i o važnim ekološkim čimbenicima kao što su izloženost, nadmorska visina terena, položenost matičnog supstrata (okomiti, kosi ili vodoravni slojevi stijena). U tu svrhu mogu nam

pomoći smjernice za procjenu opće pogodnosti tala za pošumljavanje. Ponajprije za pošumljavanje na kršu treba izraditi prioritete te izraditi smjernice za procjenu

općepogodnosti tala za pošumljavanje. Izrada smjernica oslanja se na Odjel za šumarstvo organizacije FAO uz uvažavanje specifičnosti našeg litoralnog krša.

ZAKLJUČCI

Postoji povećani unos taložnih tvari na području Korčule na dvije istraživane plohe. Glavni razlog za višestruko povećanje klora i natrija posolica koja vjetrovima (jugo i bura) dopijeva na krošnje drveća te se ispire na tlo i prolazi dalje kroz humusni horizont tla. Na kontrolnim mjestima izvan utjecaja vegetacije te su vrijednosti redovito niže.

Praćenje ovom metodom trebalo bi proširiti na ostale važnije šumske zajednice u Hrvatskoj kako bi se dobio što bolji uvid u utjecaj vrste šumskog pokrova na suho i mokro taloženje.

LITERATURA

- Angelov, E. 1973: O sezonioi dinamike iononog sastava lizimetričkih vod v svetlo-seroi lesnoi počve, počvovedenie, No 12.
- Ebermayer, E. 1879: Wie kann man den Einfluss der Wälder auf den Quellenreichtum ermitteln? Forstw. Centralbl., 1: 77–81.
- Filipan, T, B. Prpić, N. Ružinski, 1996: Štetne posljedice viška N-spojiva u ekosustavu šuma i opskrba pitkom vodom, Šum. list 9–10: 411–418, Zagreb.
- Gersperger, P. L., N. Holowaychuk, 1971: Some effects stemflow from forest canopy trees on chemical properties of soil. Ecology 52: 591–702.
- Gersperger, P. L., N. Holowaychuk, 1979: Effects of stemflow water on Miami Soil under beech trees: Morphological and physical properties: Chemical properties. Soil science American Proc. 779–794.
- Jocheim, H. 1985: Der Einfluss des Stammablaufwassers auf den chemische Bodenzustand und die Vegetationsdecke in Altbuchenbeständen verschiedene Waldgesellschaften. Ber. der Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben, Göttingen, 13: 225 s.
- Joffe, J. S. 1929: A new type of lysimeter at the New Jersey Agricultural Experiment Station. Science, 70: 147–148.
- Komlenović, N., N. Matković, D. Moćan, P. Rastovski, 1997: Unos onečišćenja iz zraka u šumu bukve i jele (*Abieti-Fagetum* "Dinari-cum") u predjelu Lividrage u Zapadnoj Hrvatskoj, Šum. list 7–8: 353–360, Zagreb.
- Laflamme, D., G. Gosselin, J. Laflamme, 1990: The leaching of basic cations by atmospheric pollutants in a yellow birch-maple stand, summer 1988, IUFRO Congress, Montreal.
- Lindberg, S. E., R. R. Turner, 1988: Factors influencing in forested watersheds, Water, Air and Soil Pollution 39: 123–156.
- Lutz, H. J., R. F. Chandler, 1962: Forest soils.
- Mayer, B. 1979: Utjecaj kultura alepskog i brucij-skog bora na tlo primorskih kamenjara izloženih zasoljavanju kod Rapca, Zemljište i biljka 28 (1–2): 99–106, Beograd.
- Mohler, E. F., L. N. Jacob, 1975: Analytical chemistry 29, 1369.
- Rauš, Đ., I. Trinajstić, J. Vukelić, J. Medvedović, 1992: Monografija "Šume u Hrvatskoj", Zagreb.
- Simončić, P., 1996: Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislih odločin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* (L) Karst) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) v vplivnem območju TE Šoštanj. Doktorska disertacija, Ljubljana, BF, Odd. gozd.
- Standard Methods 1975: For the Examination of Water and Wastewater, 14th Edition Am. publ. Health Assoc., New York.
- Šilova, E. I. 1955: Metod polučenia počvenogo rastvora v prirodnih usloviah, Počvovedenie, No 11.
- Vranković, A., Martinović, J., N. Pernar, 1991: Neki pokazatelji ekoloških promjena tla u Nacionalnom parku Plitvička jezera. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, knjiga XCVIII, Odjeljenje prirodnih nauka, knjiga 15: 133–143, Sarajevo.
- Vrbeč, B. 1992: Metoda pedoloških istraživanja u projektu ekonomsko-ekološke valencije tipova šuma (EEVTŠ). Radovi, Šum. inst. Jastrebarsko, 27, (1): 65–75, Zagreb.
- Vrbeč, B. 1993: Praćenje depozicije taloženih tvari u zajednici hrasta lužnjaka i običnoga graba na području Uprave šuma Bjelovar, Radovi, Šum. inst. Vol 28, 1–2: 129–145, Jastrebarsko.

- Vrbeek, B. 2002: Utjecaj padalina na kemijski sastav tekuće faze tala šumske zajednice (*Carpino betuli-querquetum roboris*, Anić 1956 ex. Rauš 1969 u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet 1-272, Zagreb.
- WMO 1974: Operations manual for sampling and analysis techniques for chemical constituents in air and precipitation, Geneva.

SUMMARY: A method for monitoring the sedimentation of matter in forest ecosystems was established which has so far encompassed several forest communities in Croatia. On the Šaknja rat forest one plot is established and amount of dry and wet deposition have been monitored. The following sedimented substances have been monitored: Cl^- , SO_4^{2-} -S, NO_3^- -N, NH_4^+ -N, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+} . Sampling is performed by means of funnels with openings minimum of 314 cm^2 , and the amount of precipitation measured in a rain gauge with a surface opening of 60 cm^2 .

Funnels and rain gauges are placed under the cover of the tree crowns and in an open area on each plot. Plastic lysimeters are placed in the soil at a depth of 10 cm or beneath the organic horizon. They collect the seeped liquid (seepage) in the soil. Sampling is carried out once a month or once in three months.

According to the results of the monitoring our forest ecosystem in forest management unit Šaknja rat on the island of Korčula absorb more sediment particles (wet and dry sedimentation) compared to the control samples on the open area. On that area the salt is one of the main reasons for the increased content of sodium, calcium, potassium and magnesium in the samples beneath the tree crowns and in the lysimetric waters.

Key words: Aleppo pine, salinisation, forest soils, lysimeters, deposition