

UTJECAJ ODVODNJE MOČVARNIH EKOSUSTAVA NA
SMANJIVANJE BIOLOŠKE RAZNOVRNOSTI I KRAJOLIK

INFLUENCE OF DRAINAGE IN THE MARSHY ECOSYSTEMS ON
LOSS OF BIODIVERSITY AND LANDSCAPE CHANGE

V. Ivanek, Nada Dadaček, Marijana Ivanek Martinčić

SAŽETAK

Na području Kalničkog prigorja (Križevci, Vrbovec) obavljena su, u razdoblju 1954-1960., vegetacijska i pedološka kartiranja. Šezdesetih i sedamdesetih godina na površinama nekih močvarnih livada i nizinskih šuma provedena je detaljna odvodnja i regulacija meandriranih vodotoka. Ovo zadiranje u prirodu bilo je dio političkog uplitanja s namjerom širenja društvenog poljoprivrednog sektora.

Ponovnim pregledom tih melioriranih i reguliranih staništa početkom devedesetih, utvrđeno je veliko osiromašenje biološke raznovrsnosti na bivšim staništima močvarnih zajednica, osobito na reguliranim vodotocima. Isto tako je utvrđeno da se mnogi blokovi nakon melioracija za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju više ne iskorištavaju.

Nestali su ekosustavi zajednice visokih šaševa (*Magnocaricion* Koch.) u Poljanskom Lugu, zajednice vodene pirovine (*Glyceria aquatica* L.) s površinskim horizontom treseta, zajednica jezernice (*Heleocharis palustris* L.), kod Bađinca, te staništa malih tresetišta s vunastom suhoperkom (*Eriophorum vaginatum* L.) Nestaju također zajednice livadnog šaša (*Caricetum tricostatae-vulpinae* H-ić 1930.). Oštećene su i šume crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt) i poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), staništa vodenjara itd.

Rad je iznesen na IX kongresu Hrvatskog tloznanstvenog društva na Brijunima 3. do 7. srpnja 2001. godine.

Posebno osiromašenje biološke raznovrsnosti izazvale su regulacije vodotoka i pri tome uništavanja akumulacija vode oko nekadašnjih vodenica, te sječa drvoreda i šumaraka prilikom regulacije meandriranih vodotoka.

Regulacije vodotoka su izvedene tako da nova korita odvedu vodu u potpunosti, jer su im dna s jednakim padom bez mjestimičnih udubljenja s akumulacijama vode. Ovakva odvodnja ne ostavlja mogućnost preživljavanja biljnog, a osobito životinjskog svijeta u doba suše. Meandrirani vodotoci imali su različite dubine tla u kojima se zadržavala voda u vrijeme suše. To su nekada bila staništa rakova, riba, žaba, a osobito ptica i drugih životinja. Nakon regulacije ta biološka raznovrsnost se znatno smanjila.

Ove su melioracije i regulacije utjecale ne samo na osiromašenje biološke raznovrsnosti već i na promjenu nekadašnje slike krajolika.

Ekološka znanost, Ministarstvo za zaštitu okoliša i prostornog planiranja, Hrvatske šume, a osobito Hrvatske vode kao i ostali čimbenici trebali bi o ovom zadiranju u prirodu voditi više računa i po mogućnosti izvesti melioracijske ispravke, a nove melioracijske zahvate uskladiti s ekološkim konvencijama.

Ključne riječi: močvarno tlo, odvodnja, biološka raznovrsnost, krajolik

ABSTRACT

Vegetational and pedological mapping was performed in the Kalnik piedmont region (Kalnik, Vrbovec) in the period of 1954 – 1960. Detailed drainage was carried out on some marshy meadows and lowland forests, in the sixties and seventies, aiming at extending socialist agricultural sector. Later surveys of the same region at the beginning of the nineties, showed a great decrease of biodiversity. They also showed that many of the previously reclaimed blocks were not used for agricultural production any more.

A lot of plant associations disappeared, e.g. association of high sedges (*Magnocaricion* Koch.) in Poljanski Lug, association of Red sweet grass (*Glyceria aquatica* L.) with surface peat horizon, association of Aglet-headed-rush (*Heleocharis palustris* L.) near Bađinci, association of meadow sedges (*Caricetum tricostatae-vulpinae* H-ić.) and habitat of little peats with Mountain cotton grass (*Eriophorum vaginatum* L.). The forests of Black alder (*Alnus glutinosa* Gärnt) and Narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) were also damaged.

Great loss of biodiversity was caused by watercourse regulation, which destroyed water accumulation around the old water mills. Biodiversity reduction was also influenced through cutting of small forests and tree lines growing along river banks also influenced. The new waterbeds flow away all water without any accumulation, because their bottoms have the same waterfall all the way. Former accumulations had had different bottom depths, which had retained water in dry periods and enabled many animal species to survive. These accumulations used to be the habitat for crabs, fish, frogs, water birds etc.

Soil reclaiming and watercourse regulation caused not only loss of biodiversity, but also landscape change.

Ministry of environmental protection and regional planning, Croatian Forests, Croatian Waters etc. should, in this impact on nature, pay more attention to the consequences, and if possible, make reclaim corrections. New reclaim measures should be matched with ecological demands.

Key words: drainage, loss of biodiversity, landscape change, marshy soils

UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Intrazonalni ekosustavi dolinskih i močvarnih livada i nizinskih šuma koji su se razvili na hidromorfim tlima na području Kalničkog prigorja zauzimaju oko 35% ukupne površine. Najveće su im površine u jugozapadnom dijelu Prigorja koje se ljevkasto sužavaju u doline prema sjevernom Kalničkom gorju. Obično sredinom nizina i dolina protječu vodotoci Lonja, Glogovnica, Česma i njihovi pritoci.

Prestankom ledenjačkog doba pleistocena, odnosno njegovog glacijala virna (prije 10 000-12 000 godina) pa sve do danas, takvo nizinsko-dolinsko područje bilo je izvrgnuto stalnim ekološkim promjenama. Na prirodnu sukcesiju u 19. a osobito u 20. stoljeću, nastavio se sve intenzivniji antropogeni utjecaj širenja poljoprivrednog prostora, osobito ekosustava prirodnih livada.

U prirodnoj sukcesiji najveću su ulogu imale poplavne vode vodotoka i obronačne vode susjednih obronaka. One su u svojim talozima prenosile geološku podlogu za tvorbu tla, formirale reljef, mikroreljef i meandre, te utjecale na razinu podzemne vode i trajanje poplava. Sve to bilo je praćeno ekološkim vegetacijskim slijedom koji se, kao i njihovo stanište, razvijao na

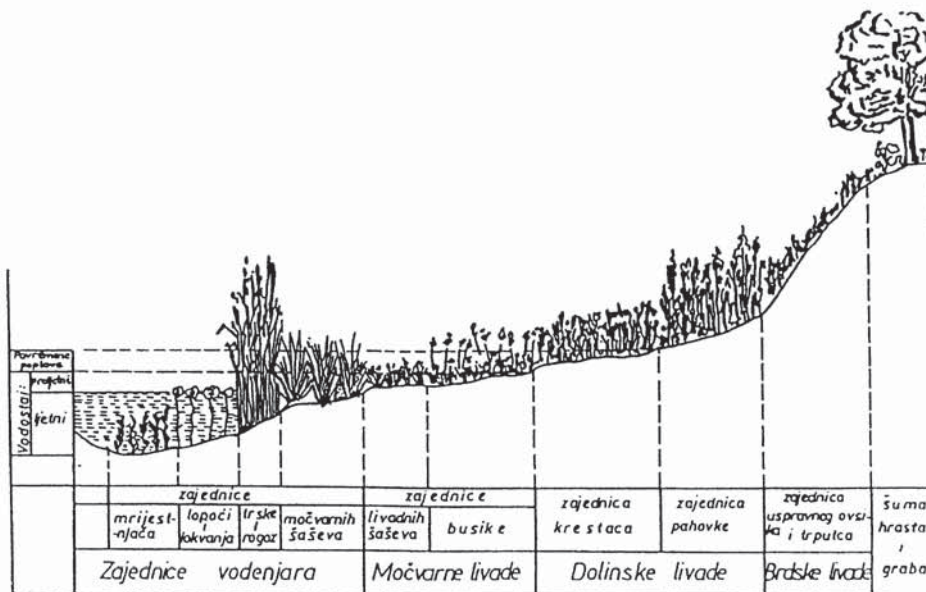
ekološkim principima. Na najnižim dijelovima reljefa gdje je najduže stagnirala voda, razvile su se biljne zajednice vodenjara, koju čine lopoči, lokvanji, trske i rogozi. U daljnoj sukcesiji slijede zajednice sveze močvarnih šaševa (*Magnocaricion* W. Koch.) koje prema Horvatu (1942.) još uvijek pripadaju završnoj sukcesiji vodenog raslinstva i u sjeverozapadnim dijelovima Republike Hrvatske povezuju ekosustave vodenjara i močvarnih livada.

Budući da su ekosustavi zajednice trske i močvarnih šaševa zauzimale velike površine, evidentirane su na katastarskim i zemljopisnim kartama M 1:50 000 iz 19. i 20. stoljeća pod nazivom Trstenik, Čret, Berek i slično. Ta su staništa imala visoku razinu podzemne vode a povremeno su plavljena vodama susjednih vodotoka.

U daljnoj sukcesiji ta staništa su se razvijala u dva smjera: u smjeru spontanog razvitka ekosustava šuma i u smjeru razvoja močvarnih livada. Na najnižim staništima spontano su se razvijala staništa šume crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt), poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.), vrbe (*Salix* sp.) i njihovih mješavina, dok su se na nešto manje plavljenim i prirodno bolje dreniranim staništima razvijale šume tipa hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). Pod antropogenim utjecajem (površinska odvodnja plitkim kanalima, košnja i napasivanje), ekosustav zajednice trske i močvarnih visokih šaševa razvijao se u močvarne livade. Širenje ovih ekosustava obavljala su seljačka gospodarstva početkom 20. stoljeća za potrebe stočarstva. Šume poljskog jasena zbog rijetke krošnje, kasnijeg proljetnog listanja i ranijeg jesenskog otpadanja listova imaju u prizemnom sloju prilično razvijen travnjački floristički sastav. Sjećom tih šuma nastajale su močvarne livade koje i danas nose nazive Jasenovac, Jalševlje, Jasik i slične nazive po prethodnoj šumi.

Osim spomenutih zajednica sveze visokih šaševa (*Magnocaricion* W. K. Koch) i zajednica močvarne livade, livadnog šaša (*Caricetum tricostato – vulpinae* H-ić 1930) i oštre busike (*Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930), na području Kalničkog prigorja razvile su se i zajednice dolinske livade. To su zajednice krestaca (*Bromo-Cynosuretum cristati* H-ić 1930) i rane pahovke (*Arrhenateretum elatioris* Br. Bl. 1919). Od zajednica brdskih livada na Kalničkom prigorju zastupljena je samo zajednica uspravne stoklase i širokolisnog trputca (*Bromo-Plantaginetum mediae* H-ć. 1931). Utjecaj poplava i reljefa na zonaciju vegetacije prema Horvatiću, prikazuje slika 1.

Slika 1. Utjecaj poplave i reljefa na zonaciju vegetacije (prema Horvatiću)
 Picture 1. Influence of flood and relief on zone vegetation (Horvatić)



U pedološkom pogledu močvarne livade kao i njihova prethodna staništa uglavnom su se razvijale na različitim tipovima hidromorfni tala, a njihova se staništa u odnosu na dolinske i brdske livade, najviše razlikuju u visini podzemne vode, trajanju poplave, te po sadržaju gline i humusa. Dolinske livade i pašnjake pretežno nalazimo na pseudoglejnim, a brdske na karbonatnim tlima.

Prirodne livade i pašnjaci bili su glavni izvor krme, naročito zimi. Močvarne livade koristile su se u 1-2 otkosa a davale su najlošiju kvalitetu sjena, te su u poljoprivrednom pogledu bile površine marginalne proizvodnje. Ali, u ekološkom i biološkom smislu upravo je to intrazonalno područje Kalničkog prigorja odražavalo najveću raznolikost.

Svršetkom drugog svjetskog rata započele su u nas velike društvene i političke promjene. Stvaranjem seljačkih radnih zadruga, ograničavanjem seljačkog posjeda na 10 ha, te stvaranjem društvenog sektora u poljoprivredi, provodi se stalni politički i privredni pritisak na seljački posjed. Posljedice takve agrarne politike očitovale su se u masovnom odlasku pretežno mladih ljudi u gradove i inozemstvo, smanjivanju broja stoke, osobito konja i goveda,

i postepenom sužavanju cjelokupne poljoprivredne proizvodnje. Marginalne seljačke površine, odnosno površine nizinskih močvarnih livada postale su predmet prodaje i napuštanja, te je tako društveni sektor dobio mogućnost proširenja svojih poljoprivrednih površina upravo na staništima močvarnih travnjaka. Razumljivo da su na takvim površinama bili potrebni različiti melioracijski zahvati kojima su se ili stvarale kvalitetnije livade ili su se travnjačka staništa detaljnom odvodnjom prevodila u oranice. To je bilo snažno zadiranje čovjeka u prirodu posljedice čega su brzo nestajanje nekih biljnih vrsta, facijesa i zajednica, a osobito životinjskih vrsta u i oko vodotoka.

Stoga je i cilj ovoga rada da se na primjeru melioracijske odvodnje travnjačke močvarne nizine Čret kod Bađinca i travnjačke močvarne nizine Lomnica kod Poljanskog luga, koje fitocenološki pripadaju zajednicama sveze visokih šaševa (*Magnocaricion* W. K. Koch) prikaže utjecaj odvodnje na fitocenološku sukcesiju i promjene pedoloških svojstava tla, odnosno na smanjenje biološke raznovrsnosti i sliku krajolika.

METODE ISTRAŽIVANJA

Terenska ekološka istraživanja nizine Čret kod Bađinca (Dubrava) obavljena su 1955. godine, a nizine Lomnica kod Poljanskog luga 1956. godine. Ekološka istraživanja na ovim površinama ponovljena su 1993. i 1994. godine, gotovo dvadesetak godina nakon odvodnje. Nizina Čret kod Bađinca nalazi se između reljefno povišenog naselja Bađinec na zapadnoj strani i vodotoka Česme na istoku. Nizina Lomnica nalazi se istočno od ušća vodotoka Dulepska u Lonju, između nizinskih šuma. Istočno od te nizine na malo povišenijoj terasi smjestilo se naselje Poljanski lug. Obje površine nalaze se na nadmorskoj visini od 105 do 106 metara, a svaka od njih je veličine 200 ha.

Po metodama ekoloških istraživanja (Ivanek, 1996.), terenskim fitocenološkim istraživanjima utvrđena je pripadnost biljnoj zajednici (asocijaciji) dominantnih biljnih vrsta, a po istim metodama uzeti su uzorci tla za pedološke analize.

Pedološke analize obavljene su uobičajenim metodama. Tako je mehanički sastav tla utvrđen pipet metodom po Gračaninu (1950), humus po metodi Tjurina, a reakcija tla (pH u H₂O i 1MKCl-u) elektrometrijski sa staklenom elektrodom. U ponovljenim ekološkim istraživanjima 1993 i 1994. g. mehanički

sastav utvrđen je pipet metodom s natrijevim pirofosfatom, a fiziološki aktivni fosfor i kalij utvrđeni su AL- metodom po Egner- Riehm- Domingu.

REZULTATI I RASPRAVA

A) Rezultati istraživanja u 1955. i 1956. godini – prije melioracija

A₁) Močvarno travnjačka nizina Čret kod Bađinca

Geološku podlogu ove nizine čine aluvijalno praškasto pjeskoviti nanosi rijeke Česme i obronačni (deluvijalni) nanosi sa susjednih poljoprivrednih površina oko naselja Bađinac i Podlužani.

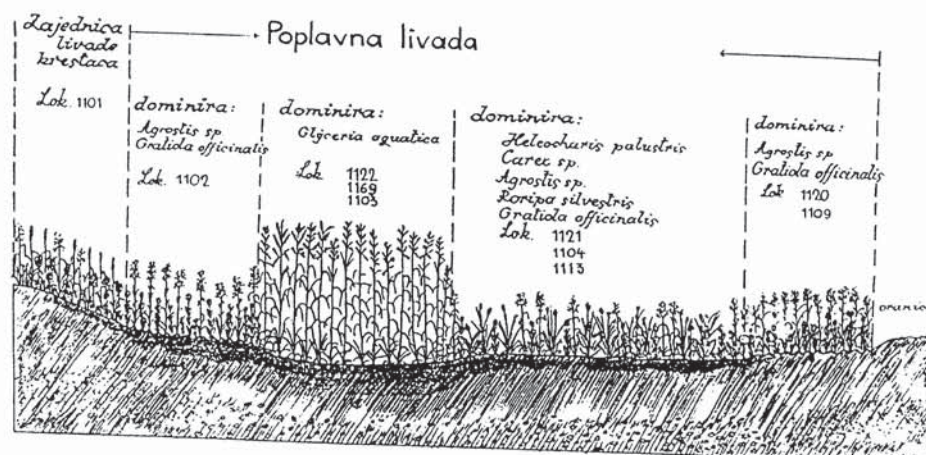
Fitocenološke karakteristike travnjačko biljnog pokrova i raspored njihovih zajednica prikazuje slika 2. u prilogu. Fitocenološki, to područje je vrlo različito. Naime, na oko ravnoj površini fitocenološki sastav bio je vrlo različit. Floristički najinteresantniji dio nizine činilo je stanište i biljni pokrov vodene pirevine ili bijelog šaša (*Glyceria aquatica* L.) koja sa svojom visinom od preko 2 metra predstavlja značajnu biljnu vrstu. Stanište joj je najvlažnije, s najplićom razinom podzemne vode, prekriveno biljnim organskim tresetnim ostacima koji ga čine spužvastim. Po našem saznanju to su ostaci nadzemne mase kada se, zbog velike vlažnost, nije obavljala košnja. Po svom flornom sastavu i ekološkim prilikama to je jedino stanište vodene pirevine ili bijelog šaša (*Glyceria aquatica* L.) na području Kalničkog prigorja. Istočno od ovog staništa nastavlja se stanište jezernice (*Heleocharis palustris* L.) koje ima nešto dublji nivo podzemne vode, a zbog pjeskovite podloge je i nešto suše.

Pedološka svojstva tla različitih biljnih zajednica (slika 2) prikazuje tablica 1. Najveće su razlike u glinovitosti površinskog horizonta. Najmanju glinovitost pokazuje lokalitet 1101 pod travnom zajednicom krestaca. Reakcija tla u vodi (pH u H₂O) kreće se između 5.1 i 5.6, te je slična reakciji oborinske vode. Dubinom profila tla reakcija se mijenja prema neutralnoj i rezultat je ranijih poplava vodotoka. Površinski horizonti imaju znatno više humusa, što je karakteristika intrazonalnih močvarnih i šumskih ekosustava i njihovih hidromorfni tala. Postotak humusa i glinastih čestica najvažniji su pokazatelji paralelnih procesa oglinjavanja i humizacije. Sadržaj humusa u površinskom horizontu na staništu vodene pirevine je 10.18%, dok na staništu krestaca, zbog redovitog korištenja košnjom i ispašom, iznosi samo 2.75%.

V. Ivanek et al.: Utjecaj odvodnje močvarnih ekosustava na smanjivanje biološke raznovrsnosti i krajolik

Slika 2. Poprečni presjek tla i vegetacije močvarno-travnjačke nizine Čret kod sela Badinca (1955.)

Picture 2. Cross-section of soil and vegetation in the marshy grassland valley Čret near village Badinac in 1954.



Tablica 1. Pedološka svojstva tla u poprečnom presjeku travnjačke nizine Čret (Badinec) u 1955. godini – prije odvodnje

Tab. 1 Pedological soil properties in cross-section of the valley «Čret» (Badinec) in 1955, before drainage

| Dubina tla u cm | Mikroreljef 1-10 | % čestica tla (θ u mm) % of soil particles (θ u mm) | | | | pH u pH in | | % karbonata | Humus u % |
|---------------------------|------------------|--|------------|--------|--------|---------------------|-------|-----------------|------------|
| Depth of soil in cm | Microrelief 1-10 | 2,00-0,05 | 0,05-0,001 | <0,002 | < 0,01 | H ₂ O | 1MKCl | Carbonates in % | Humus in % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. Lokalitet 1001 Badinec | | inklinacija (i) = 2 | | | | ekspozicija (e) = E | | | |
| 0-15 | 1-2 | - | - | 5,7 | 39,3 | 5,1 | 3,7 | - | 2,75 |
| 100-110 | | - | - | 11,1 | 42,7 | - | - | - | - |
| 150-160 | | - | - | 7,1 | 18,6 | - | - | - | - |
| 2. Lokalitet 1102 Badinec | | inklinacija (i) = 0 | | | | ekspozicija (e) = O | | | |
| 0-15 | 2-3 | - | - | 23,2 | 69,5 | 5,5 | 4,12 | - | 5,70 |
| 70-85 | | - | - | 0,4 | 10,7 | - | - | - | - |

V. Ivanek et al.: Utjecaj odvodnje močvarnih ekosustava na smanjivanje biološke raznovrsnosti i krajolik

| Dubina tla u cm | Mikroreljef 1-10 | % čestica tla (θ u mm) % of soil particles (θ u mm) | | | | pH u pH in | | % karbonata | Humus u % |
|--|------------------|--|------------|--------|--------|------------------|-------|-----------------|--------------|
| Depth of soil in cm | Microrelief 1-10 | 2,00-0,05 | 0,05-0,001 | <0,002 | < 0,01 | H ₂ O | 1MKCl | Carbonates in % | Humus in % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3. Lokalitet 1169 Bađinec Površinu tla prekriva humusno-tresetni horizont debljine oko 10 cm | | | | | | | | | |
| 3. Lok. 1169 Bađinec Soil surface is covered with humus-peat horizon about 10 cm deep | | | | | | | | | |
| 0-15 | 1 | 7,6 | 22,2 | 35,9 | 70,2 | 5,45 | 4,43 | - | 10,18 |
| 18-22 | | 2,3 | 18,0 | 45,1 | 79,7 | 5,95 | 4,53 | - | 5,37 |
| 25-30 | | 1,5 | 21,8 | 44,1 | 76,7 | 6,15 | 4,93 | - | 3,45 |
| 45-50 | | 2,7 | 27,2 | 37,6 | 70,1 | 6,95 | 5,49 | 0,06 | 1,07 |
| 70-75 | | 4,5 | 40,9 | 19,8 | 54,6 | 7,50 | 6,25 | 0,08 | 0,26 |
| 4. Lokalitet 1113 Bađinec | | | | | | | | | |
| 0-20 | 2-3 | 6,1 | 21,9 | 28,9 | 72,0 | - | - | - | 9,26 |
| 10-15 | | 4,4 | 26,0 | 35,1 | 69,6 | 5,6 | 4,5 | - | - |
| 20-25 | | 3,9 | 19,9 | 39,2 | 76,2 | 5,6 | 4,5 | - | - |
| 30-35 | | 6,2 | 25,8 | 38,1 | 68,0 | 6,6 | 5,4 | - | 2,42 |
| 40-45 | | 3,1 | 28,2 | 32,0 | 68,7 | 7,3 | 6,0 | - | - |
| 50-55 | | - | - | 15,9 | 63,6 | - | - | - | - |
| 60-65 | | 2,0 | 46,2 | 12,6 | 51,8 | 7,4 | 5,7 | - | - |
| 70-75 | | 2,8 | 54,1 | 9,2 | 43,1 | 7,6 | 6,5 | - | 0,59 |
| 80-85 | | - | - | 7,3 | 39,1 | - | - | - | - |
| 90-95 | | 3,3 | 59,0 | 30,6 | 37,7 | - | - | - | - |
| 100-105 | | 6,2 | 58,7 | 5,7 | 35,1 | 7,4 | 6,5 | - | - |
| 120-125 | | - | - | 0,5 | 28,2 | 7,9 | 7,0 | - | - |
| 200-205 | | 60,5 | 16,8 | 6,8 | 22,7 | 7,7 | 7,0 | - | - |
| 5. Lokalitet 1120 Bađinec | | | | | | | | | |
| 0-15 | 4 | 6,3 | 19,5 | 17,3 | 74,2 | 5,5 | 4,3 | - | 4,52 |
| 40-50 | | 5,8 | 23,3 | 19,3 | 70,9 | 7,1 | 6,0 | - | 1,81 |
| 70-75 | | 4,8 | 56,4 | 8,1 | 38,8 | 8,0 | 7,0 | - | 0,42 |
| 100-105 | | 4,3 | 65,8 | 1,8 | 29,9 | 8,1 | 7,2 | - | - |
| 135-140 | | 7,3 | 63,2 | 1,4 | 29,5 | - | - | - | - |

A₂) Močvarno-travnjačka nizina Lomnica (Poljanski Lug)

Geološku podlogu čine aluvijalni nanosi rijeke Lonje i potoka Dulepska. Čini se da je to područje predstavljalo najniži akumulacijski bazen okružen šumskim kompleksom crne johe (*Alnus glutinosa* Gärnt), poljskog jasena

V. Ivanek et al.: Utjecaj odvodnje močvarnih ekosustava na smanjivanje biološke raznovrsnosti i krajolik

(*Fraxinus angustifolia* Vahl.) i vrbe (*Salix* sp.). Floristički, travnjačka nizina Lomnica je jednoličnija od travnjačke nizine Čret. Čine ga šaševi koji se ističu svojim izdignutim busenima. To su uglavnom kruti šaš (*Carex elata* All.), mjehurasti šaš (*Carex vesicaria* L.) i nježni šaš (*Carex gracilis* Curt.). Po ekološkoj sukcesiji to stanište povezuje vodenjare i močvarne livade. Pedološka svojstva 2 lokaliteta u dolini Lomnice u 1955. godini prikazuje tablica 2.

Tablica 2. Pedološka svojstva tla zajednica visokih šaševa (Magnocaricion W.Koch) Poljanski lug u 1955. godini – prije odvodnje

Tab. 2 Pedological soil properties in the association of high sedges (Magnocaricion W.Koch) Poljanski lug, in 1955, before drainage

| Dubina tla u cm | Mikroreljef 1-10 | % čestica tla (θ u mm) % of soil particles (θ u mm) | | | | pH u pH in | | % karbonata | Humus u % |
|--|------------------|--|------------|--------|-------|------------------|-------|-----------------|--------------|
| Depth of soil in cm | Microrelief 1-10 | 2,00-0,05 | 0,05-0,001 | <0,002 | <0,01 | H ₂ O | 1MKCl | Carbonates in % | Humus in % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. lok. 1156 Polj. lug Površinu tla prekriva humusno-tresetni horizont debljine do 10 cm | | | | | | | | | |
| 1. lok. 1156 Polj. lug Soil surface is covered with humus –peat horizon about 10 cm deep | | | | | | | | | |
| 0-15 | 4 | 3,2 | 19,3 | 34,0 | 77,5 | 5,44 | 4,80 | - | 9,90 |
| 18-22 | | 1,8 | 18,8 | 36,8 | 79,4 | 5,54 | 4,49 | - | 5,28 |
| 25-30 | | 2,2 | 19,0 | 38,7 | 78,8 | 5,64 | 4,70 | - | 5,38 |
| 45-50 | | 4,0 | 26,1 | 37,7 | 69,9 | 6,22 | 5,20 | - | 1,72 |
| 70-75 | | 1,8 | 33,7 | 12,4 | 64,5 | 7,02 | 5,79 | - | 1,05 |
| 100-105 | | 3,6 | 57,2 | 0,4 | 39,2 | 7,42 | 6,50 | - | - |
| 120-125 | | - | - | 0,1 | 27,0 | 8,03 | 7,06 | 0,42 | - |
| 150-155 | | - | - | 0,5 | 17,8 | 8,03 | 7,06 | 0,57 | - |
| 2. lok. 1157 Polj. lug Površinu tla prekriva humusno-tresetni horizont debljine do 10 cm | | | | | | | | | |
| 2. lok. 1157 Polj. lug Soil surface is covered with humus –peat horizon about 10 cm deep | | | | | | | | | |
| 0-15 | 4 | 2,4 | 22,8 | 31,1 | 75,1 | 5,32 | 4,77 | - | 8,69 |
| 18-22 | | 6,4 | 48,4 | 35,9 | 75,2 | 5,62 | 4,88 | - | 4,69 |
| 25-30 | | 2,0 | 17,0 | 48,8 | 79,6 | 5,92 | 5,08 | - | 5,30 |
| 45-50 | | 4,0 | 32,8 | 30,6 | 62,4 | 6,92 | 6,04 | - | 1,56 |
| 70-75 | | 2,6 | 40,1 | 23,0 | 57,3 | 7,27 | 6,50 | - | 0,77 |
| 100-105 | | 3,8 | 45,4 | 18,1 | 50,8 | 7,32 | 6,40 | - | - |
| 120-125 | | 4,5 | 52,2 | 7,7 | 43,3 | 7,32 | 6,30 | - | - |

Od ne pokošene nadzemne organske mase formirao se humusno-tresetni horizont. Naime, ovi su se šaševi povremeno kosili, najčešće jedanput godišnje, a njihovo sijeno koristilo se uglavnom za stelju. Ispod humusno-tresetnog površinskog horizonta je, do dubine od 75 cm, glinasti horizont koji je nastao na aluvijalnim i površinskim sedimentima. Nastao je pod utjecajem procesa hidrogenizacije, koji je tipičan za močvarne ekosustave. Reakcija tla u vodi (pH u H₂O) kreće se u površinskom sloju tla 0-15 cm od 5,34 do 5,44 i slična je reakciji oborinske vode. Sadržaj humusa tipičan je za močvarno stanište i najčešće je u pozitivnoj korelaciji s postotkom glinastih čestica. To pokazuje da procesi oglinjavanja na močvarnim travnjačkim staništima teku usporedno s razvojem vegetacije, odnosno razvojem određenog biljnog pokrova.

B) Rezultati istraživanja u 1993. godini - dvadesetak godina nakon odvodnje

B₁) Močvarno travnjačka nizina Čret kod Bađinca

Odvodni kanal dubok 150 cm iskopan početkom sedamdesetih u pravcu sjever-jug između staništa vodene pirevine (*Glyceria aquatica* L.) i jezernice (*Eleocharis palustris* L.), odvodi močvarno-travnjačku nizinu Čret kod Bađinca.

Promjene florističkog sastava nakon odvodnje u zajednici vodene pirevine i jezernice (*Eleocharis palustris* L.) su u sukcesiji suhих staništa. Stanište na kojem je dominirala milica (*Gratiola officinalis* L.) razvijalo se u stanište oštre busike (*Deschampsia caespitosa* L.). Na staništu vodene pirevine ili bijelog šaša (*Glyceria aquatica* L.) njen se udio smanjio s 99% na 55%. Ostale su vrste pripadale zajednici visokog šaša i oštre busike (*Deschampsietum caespitosae* H-ić 1930), i vlažnom staništu livade krestaca. (*Bromo-Cynosuretum cristati* H-ić 1930). Floristički sastav nije konsolidiran već u procesu borbe biljaka za prostor i prilagođavanje. Bivše stanište jezernice (*Eleocharis palustris* L.) razvija jednoličniji floristički sastav vlažnih zajednica livada krestaca. Općenito, na tim se livadnim zajednicama pojavilo florističko šarenilo s blještacom na rubovima.

Pedološka svojstva tla, dvadesetak godina nakon odvodnje za stanište vodene pirevine u Čretu kod Bađinca (lok. 1169), prikazuje tablica 3.

Tablica 3. Pedološka svojstva tla na bivšem staništu vodene pirovine (*Glyceria aqatica* L.) i visokih šaševa (*Magnocaricion Koch*) u 1994. godini, 20 godina nakon provedene odvodnje

Tab. 3 Pedological soil properties in former habitat of Red sweet grass (*Glyceria aqatica* L.) and high sludges (*Magnocaricion Koch*) in 1994, about 20 years after drainage

| Dubina tla u cm Soil depth in cm | % čestica tla (θ u mm) ¹ % of soil particles (θ u mm) ¹ | | | | | pH u pH in | | Humus u % Humus in % | Ukupni N u % Total N in % | NO ₃ u mg/100 g tla NO ₃ in mg/100 soil | Mg/100g tla Mg/100g soil (Al metoda) P ₂ O ₅ K ₂ O | | |
|---|--|----------|------------|--------|------------------|---------------|-------|-------------------------------|------------------------------------|--|--|----|--|
| | 2-0.2 | 0.2-0.02 | 0.02-0.002 | <0.002 | H ₂ O | IMKCl | 10 | | | | 11 | 12 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| Zajednica vodene pirovine (<i>Glyceria aqatica</i>) kod Badinca, lok. 1169 | | | | | | | | | | | | | |
| 0-15 | 0,98 | 24,67 | 19,00 | 55,35 | 5,06 | 4,10 | 17,71 | 0,82 | 3,95 | 3,1 | 21,8 | | |
| 18-22 | 0,57 | 18,08 | 18,30 | 63,05 | 5,24 | 4,33 | 11,92 | 0,64 | 4,65 | 0,9 | 16,8 | | |
| 25-30 | 0,12 | 13,78 | 18,75 | 67,35 | 5,43 | 4,14 | 9,59 | 0,46 | 5,42 | 1,7 | 15,5 | | |
| 45-50 | 0,04 | 28,36 | 25,85 | 45,75 | 6,49 | 5,13 | - | - | - | - | - | | |
| 70-75 | 0,02 | 40,53 | 32,95 | 26,50 | 7,65 | 5,86 | - | - | - | - | - | | |
| 100-105 | 0,03 | 48,07 | 33,40 | 18,50 | 7,68 | 6,35 | - | - | - | - | - | | |
| 120-125 | 0,65 | 44,00 | 34,95 | 20,40 | 8,34 | 6,80 | - | - | - | - | - | | |
| 145-150 | 0,35 | 50,15 | 33,90 | 15,60 | 8,31 | 6,83 | - | - | - | - | - | | |
| Zajednica visokih šaševa (<i>Magnocaricion elatiae</i>) kod Polj. Luga, lok. 1157 | | | | | | | | | | | | | |
| 0-15 | 0,87 | 19,58 | 22,95 | 56,60 | 5,54 | 4,72 | 14,79 | 0,78 | 1,55 | 3,6 | 18,4 | | |
| 18-22 | 0,60 | 20,45 | 20,85 | 58,10 | 5,68 | 4,77 | 12,26 | 0,74 | 1,16 | 2,4 | 23,7 | | |
| 25-30 | 0,19 | 20,66 | 17,25 | 61,90 | 5,83 | 5,08 | 7,71 | 0,58 | 1,16 | 2,4 | 10,6 | | |
| 45-50 | 0,02 | 38,18 | 27,45 | 34,35 | 7,09 | 5,79 | - | - | - | - | - | | |
| 70-75 | 0,10 | 41,90 | 29,50 | 28,50 | 7,75 | 6,20 | - | - | - | - | - | | |
| 100-105 | 0,24 | 47,86 | 26,80 | 26,10 | 7,69 | 6,19 | - | - | - | - | - | | |
| 120-125 | 0,03 | 49,22 | 28,50 | 22,25 | 7,38 | 6,30 | - | - | - | - | - | | |
| 145-150 | 0,05 | 44,15 | 33,20 | 22,60 | 7,92 | 6,34 | - | - | - | - | - | | |

¹ Na oba lokaliteta u 1974. godini nije bilo humusno-tresetnog horizonta na površini - On both localities in 1974, there were no humus-peat horizons on the surface

U usporedbi s tablicom 1 vidljivo je da je površinski tresetni horizont nestao, dok su ostala pedološka svojstva, ne računajući režim vode, slična. Utjecaj podzemne vode bio je umanjen. Glinasta komponenta u promjenjivim hidrološkim prilikama imala je i nadalje utjecaj na produktivnost ovih staništa, jer taj glinasti površinski horizont i nadalje smanjuje dreniranost i kapilarnost. Količina humusa nije umanjena, vjerojatno zbog razgradnje, odnosno humizacije organsko-tresetnog sloja.

B₂ Močvarno-travnjačka nizina Lomnica (Poljanski Lug)

Odvodni kanal dubok 4-5 m iskopan početkom sedamdesetih u pravcu sjever-jug odvodi travnjačko močvarnu nizinu Lomnica.

Florističke promjene bile su najizraženije u blizini kanala, gdje je utvrđena košnja močvarnih šaševa za stelju. Na pokošenom dijelu javljaju se novi floristički elementi, a uočen je i početak tvorbe mikroreljefa džombi. Očito je da se ovo stanište nakon odvodnje, uz primjenu košnje nadzemne mase, razvija u smjeru močvarnih livada zajednica šaša (*Caricetum tricostato-vulpinae H-ić 1930.*) i oštre busike (*Deschampsietum caespitosae H-ić 1930.*).

Na nepokošenom dijelu floristički sastav se nije mijenjao, samo je nadzemna masa smanjena. Posebno treba istaknuti da se na nepokošenom dijelu pojavljuju mladice poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia Vahl.*), koje ukazuju na mogućnost prirodnog vraćanja ovog staništa u šumu poljskog jasena. Dakle, ako se ova staništa ne iskorištavaju, njihova sukcesija ide u smjeru razvoja ekosustava šume poljskog jasena.

Pedološka svojstva tla, dvadesetak godina nakon odvodnje za stanište Lomnica kod Poljanskog Luga prikazuje tablica 3. Na području Lomnice nije se znatno mijenjao mehanički sastav, a i reakcija tla površinskog sloja 0-15 cm ostala je na nivou oborinske vode. Količina humusa je povećana humifikacijom humusno-tresetnog horizonta. Količina fiziološki aktivnog K₂O je znatno veća od količine fiziološki aktivnog P₂O₅.

Utjecaj regulacije vodotoka na biološku raznovrsnost i sliku krajolika

Na području Kalničkog prigorja regulacije pretežno meandriranih vodotoka najviše su utjecale na promjenu režima vode, biološku raznovrsnost, a u manjoj mjeri i na svojstva tla. Regulacijski pravci novih vodotoka redovito su izvedeni

na najnižim dijelovima nizine, na srednjim i donjim tokovima postojećih vodotoka, a profili novih vodotoka redovito su veći od profila starih vodotoka. Cilj regulacije bio je snižavanje razine podzemne vode i što brže otjecanje vode s melioriranih površina, što je omogućeno većim padom dna i većim profilom reguliranog vodotoka. Ovakva regulacija i zamjena prirodnog vodotoka ubrzala je ekološke promjene staništa i nestanak brojnih biljnih, ali i životinjskih vrsta i zajednica u okolišu novog vodotoka. Tako su nestali mali areali močvarnih ekosustava šaša, cretna staništa suhoperke (*Eriophorum vaginatum L.*) itd.

Otklanjanjem drveća i grmlja i eventualnim zatrpavanjem meandara, krajolik travnjačke nizine, odnosno doline, dobio je sliku pustoši. Pokazalo se vrlo brzo da u tijeku ljeta u mnogim reguliranim vodotocima nema dovoljno vode za održavanje kontinuiteta životinjskih vrsta koje su obitavale u prirodnom vodotoku. Tako su nestale žabe, vidre, rakovi i ribe. Posebno je osiromašen ptičji svijet i svijet drugih životinja koje su imale gnjezdišta i staništa na mjestima gdje je uvijek bilo vode. Naime, prirodni vodotok imao je različite dubine dna, najčešće zasjenjene drvećem, u kojima se zadržavao vodni i biološki kontinuitet raznovrsnosti i za vrijeme ljetnih suša.

ZAKLJUČCI

Istraživanja intrazonalnih ekosustava dolinskih i močvarnih livada i nizinskih šuma, razvijenih na 35% površina Kalničkog prigorja, neprekidno se provode od sredine pedesetih godina prošlog stoljeća a za potrebe prvih vegetacijskih kartiranja vrše se fitocenološka i pedološka istraživanja sve do danas, pa možemo zaključiti sljedeće:

1. U prirodnoj sukcesiji na nastanak ovih ekosustava najveću su ulogu imale poplavne i obronačne vode koje su premještale geološki supstrat za tvorbu tala, formirale reljef, mikroreljef i meandre, te utjecale na razinu podzemne vode i trajanje poplava. Sve to pratio je razvoj vegetacije, pa su se na najnižim dijelovima reljefa razvile močvarne zajednice vodenjara, a na nešto povišenijim staništima zajednice sveze močvarnih šaševa.

2. U daljnjoj sukcesiji, krajem 19. i početkom 20. stoljeća, pod antropogenim utjecajem zajednice vodenjara i močvarnih šaševa razvili su se

ovi ekosustavi u smjeru spontanog ekosustava šuma i močvarnih livada. I krčenjem šuma nastajale su močvarne livade koje su se koristile u 1-2 otkosa i predstavljale značajan izvor krme. Bilo je to čovjekovo uplitanje u prirodu, ali u skladu s prirodom.

3. Nakon 2. svjetskog rata te marginalne površine seljačkog posjeda, a zbog smanjenja broja stoke i ukupne proizvodnje, napuštaju se ili prodaju. Društveni sektor pak, na tim površinama vidi mogućnost svog proširenja. Početkom sedamdesetih, te površine se melioriraju, kako bi se stvorile ili kvalitetnije livade ili oranice. To čovjekovo zadiranje u prirodu više nije u skladu s prirodom, to je radikalni zahvat kojim se mijenja i ekosustav, i cjelokupna slika krajolika.

4. Na osnovi dosadašnjih propusta u regulaciji vodotoka Kalničkog prigorja, očito je da je potreban drugačiji, cjelovitiji pristup u projektiranju odvodnje. Kako bi se čuvala voda i život, potrebno je sačuvati prirodni, meandrirani tok s drvećem i grmljem te postojeća udubljenja dna. Ako takvih udubljenja nema, treba ih iskopati u sjeni drveća, što treba činiti i na reguliranom vodotoku. Odvodnju suvišne vode oko vodotoka izvesti plićim kanalima ili cijevnom drenažom. Umjesto nekadašnjih akumulacija mlinova-vodenica, uz vodotokove načiniti manje akumulacije vode koje bi služile za navodnjavanje i održavanje biološke raznovrsnosti i izvan vodotoka. U gornjim tokovima vodotoka kao i u manjim dolinama, na što više mjesta smanjivati brzinu otjecanja vode. Ove preporuke ne mogu i ne moraju biti šablone već poticaj da se hidrološke prilike određenog područja rješavaju na ekološkim principima, koji će omogućiti dugoročni razvoj i dovoljno pitke vode.

5. I na kraju, treba mijenjati i svjetonazor i stvarati pravilan odnosi između društveno-političkog, privrednog i ekološkog kompleksa koji sadrži pojam okoliš. Institucije prostornog planiranja kao i organizacije koje zadiru u prirodu trebaju djelovati sukladno s preuzetim ekološkim konvencijama. Posebno mjesto ima tlo kao stanište. Ne može se sačuvati biološka raznovrsnost kopna, ako se ne očuva tlo sa svim svojim svojstvima. Isto tako, ne možemo sačuvati tlo ako nema vegetacije. Odvojene mjere ne mogu biti djelotvorne niti provedive. To nam konačno pokazuje paralelizam u povijesti erozije tla i ljudske civilizacije na primjeru Bliskog istoka i Sredozemlja.

LITERATURA

- Horvatić, S., V. Ivanek** (1959.): Vegetacijske i agropedološke karte križevačkog područja (Omjer 1:50 000). Poljoprivredna stanica Križevci.
- Ivanek, V.** (1959.): Vegetacijske karte Vrbovečkog područja (Omjer 1:25 000 i 1: 50 000). Poljoprivredna stanica Križevci.
- Ivanek, V.** (1972.) Botanički sastav, kvaliteta, produktivnost i kvalitetni ekvivalent livada križevačkog područja. Doktorska disertacija.
- Ivanek, V.** (1974.): Botanički sastav sijena livadnih zajednica u području Križevaca i Vrbovca. Poljoprivredna znanstvena smotra. 32 (42). Zagreb.
- Ivanek, V.** (1977.): Kvaliteta prirodnih nizinskih livada i učinak gnojidbe. Poljoprivredna znanstvena smotra. Zagreb.
- Ivanek, V.** (1978.): Rasprostranjenost mikroreljefa džombi na staništima prirodnih livadnih zajednica. Poljoprivredna znanstvena smotra. 44 (54). Zagreb.
- Ivanek, V.** (1982.): Mikroreljef i mehanički sastav tla kao pokazatelj poljoprivredne vrijednosti močvarnih travnjačkih tala. Zemljište i biljka. Beograd.
- Ivanek, V.** (1983.): Kretanje broja stoke izraženog u uvjetnim grlima na području S.R. Hrvatske Agronomski glasnik. 1983/4. Zagreb.
- Ivanek, V.** (1984.): Organizacija ratarsko-stočarskih gospodarstava preduvjet bržem razvoju stočarstva i boljem iskorištavanju prirodnih resursa. Agronomski glasnikbr. 1-2/84. Zagreb.
- Ivanek, V.** (1984.): Poljoprivredne površine na području zajednice općine Bjelovar i njihova projekcija u 2000. godini. Agronomski glasnik br. 6/84. Zagreb.
- Ivanek, V.** (1984.): Zastupljenost uvjetnih grla stoke prema poljoprivrednoj površini na područjima zajednice općina Bjelovar i S.R. Hrvatske. Stočarstvo 1984 (7-8) 213-220. Zagreb
- Ivanek, V.** (1984.): Poljoprivredne površine s organiziranom i neorganiziranom proizvodnjom na području S.R. Hrvatske. Ekonomika poljoprivrede br.9/1984. Beograd.
- Ivanek, V.** (1986.): Analiza kretanja broja stoke na području pojedine općine u zajednici općina Bjelovar za razdoblje od 1967. do 1982. godine. Stočarstvo. 1986. 1-2. str49-64. Zagreb.

- Ivanek, V.** (1988.): Utjecaj mehaničkog sastava tla (teksture) na botanički sastav, kvalitetu i produktivnost livada. Poljoprivredna znanstvena smotra vol. 53. br.3-4. Zagreb.
- Ivanek, V.** (1990.): Utjecaj reakcije (pH) tla na botanički sastav, kvalitetu i produktivnost ekosustava nizinskih livada. Poljoprivredna znanstvena smotra. Vol. 15. br. 1-2. Zagreb.
- Ivanek, V.** (1995.): Metoda ekoloških istraživanja u spontanim i antropogenim ekosustavima. Agronomski glasnik. 1-2. Zagreb.
- Ivanek, V.** (1996.): Neka svojstva tla u sustavu nizinskih šuma i močvarnih travnjaka u križevačkom i vrbovečkom području. Šumarski list. Br 11-12/96. Zagreb.
- xxx Seljačke radne zadruge. Poljoprivredna enciklopedija 3. Leksikografski zavod. Zagreb.

Adresa autora - Author's address:

Prof.dr.sc. Vilim Ivanek.
Nada Dadaček, dipl.inž.,
Mr.sc. Marijana Ivanek Martinčić,
Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
48360 Križevci
M. Demerca 1