

VEGETACIJA PONIKAVA

Prilog biljnoj geografiji krša*

IVO HORVAT

Uvod — Vegetacija u ponikvama (vrtačama) i dolinama našega Krša privukla je rano pažnju istraživača. Već početkom prošlog stoljeća spominje Kitaibel (1802.) u svom putnom dnevniku »Diarium itineris croatici«, da se u nekim dolinama Velebita (Vagan) nalazi ispod pojasa visoke šume bukve klekovina bora. Kerner (1876.) ističe, da je vegetacija u dnu ponikava uvjetovana nižom temperaturom u vezi s kraćim trajanjem insolacije i hladnom strujom zraka, što se spušta u doline. Guttenberg (1882.) prikazuje značajno raspoređenje šumske vegetacije u ponikvama slovenskog Krša, a Pospichal (1897.) kaže, da se bukva u Trnovskom gozdu penje do 1.400 m, jela se gubi već kod 1.300 m, »dok je smreka pretežno naseljena u hladnim uvalama i pojedinačno na dnu zaleđenih ponikava. Ove ljevkašte udubine, koje su značajne za Krš, pokazuju paradoksnu pojavu, po kojoj je općenito pravilo visinskog raščlanjenja vegetacije doslovno postavljeno na glavu: ono nalikuje naime brdu, koje je s vrhom okrenuto u nutrinu Zemlje, pošto na njegovoj najnižoj točki leži goli kamen, led i snijeg, povrhu njega klekovina, dalje gore smreke i jele i najzad na rubu bjelogorica«.

Malo zatim obradio je vrlo iscrpljivo ovu pojavu Beck-Mannagetta (1906.) također pod imenom obrata visinskih pojasa. On opisuje velike ponikve Smrekova Draga i Lepo Brdo (Paradana) pod Goljakom u Trnovskom gozdu. U tim se ponikvama nalazi u pojasu bukve i jele šuma smreke i klekovina bora s mnogim planinskim vrstama. Beck ističe, da je ovo raspoređenje vegetacije u vezi s lokalnom klimom u ponikvi: temperatura pada vrlo naglo od oboda prema dnu ponikve, gdje se približuje temperaturi, kod koje se još može zadržati trajni snijeg. Pad temperature prema dnu ponikve iznosi u svibnju prosječno 0.4°C na 1 m. Iako su u ljetu razlike u temperaturi znatno manje, ipak smatra Beck, da je dugo trajanje snijega s pojačanim ohlađivanjem i navlaživanjem atmosferskog zraka u ponikvi razlog ovim značajnim vegetacijskim pojavama.

U novije doba prikazao je Schmidt (1930.) mikroklimatske prilike velike ponikve Gtstetteralm kod Lunza u Austriji u kojoj su zabilježene najniže zimske temperature u Srednjoj Evropi (-51°C), a i ljetne temperature se kreću često oko ledišta. Temperatura u ponikvi mijenja se prema dubljini i gradi ponikve. 21. 1. 1930. iznosila je temperatura u dnu -28.8°C , u visini od 30 m -15.6°C , u vis. od 50 m -9.4°C , a iznad 80 m oko -1.8°C . S tim u skladu nalazi se u

* Rad je priopćen u svibnju 1952. na sastanku Biološke sekcije Hrvatskog prirodoslovnog društva u Zagrebu.

dnu ponikve borealno-arktička vegetacija, dok obod ponikve nastava srednjoevropska šumska vegetacija. «Obrat normalnog temperaturnog slojanja pod utjecajem pritjecanja hladnog zraka odrazuje se dakle i u naopakom slojanju biljaka. Dok inače šuma prestaje kad se penjemo u visinu, završava se ovdje, kad silazimo u dubljinu ponikve» (Geiger, 1950.).

Vegetaciji ponikava obraćeno je u zadnjim decenijima mnogo pažnje kod nas i u stranom svijetu (upor. Beck-Mannagetta, 1906., Adamović, 1909., Horvat, 1930., 1938., 1949., Aichinger, 1932., 1933., Degen, 1936., Braun-Blanquet i Susplugas, 1937., Regel, 1942., Geiger, 1950. i dr.). Naročito iscrpljivo proučeno je raširenje smreke na mrazištima, jer ono ima i veliko praktično značenje za šumarstvo. Ipak je pitanje vegetacije ponikve kao cjeline bilo smetnuto s vida i nije dosad iscrpljivo obrađeno, pa su i u spomenutom djelu Geigera, koji je detaljno prikazao mikroklimatske odnose različitih staništa, dodirnuti nadasve značajna pitanja vegetacije ponikava samo usput, i to uvijek s gledišta obrata visinskih pojasa. Obrat visinskih pojasa je značajna biljnogeografska pojava, ali nije vezana isključivo na ponikve, iako se često nalazi u njima. Obrat je uvjetovan uglavnom hladnijom klimom, koju imaju i izloženi grebeni i sjeverne padine. Naročito lijepi primjer obrata visinskih pojasa nalazimo u Bakarskom zaljevu, koji leži u području hrasta medunca i bijeloga graba (*Carpinetum orientalis croaticum*) i termofilnih submediteranskih kamenjara. Na sjevernim obroncima zaljeva, koji su izloženi jakoj buri, nalazi se tik uz more, ispod pruge lijepa šuma crnoga graba (*Seslerieto-Ostryetum*) s hrastom kitnjakom, koji je u Hrv. Primorju raširen tek iznad pojasa bijeloga graba i hrasta medunca.

Prigodom mojih vegetacijskih istraživanja nastojao sam već godinama obraditi vegetaciju našega Krša, te obuhvatiti i sam problem odnosa biljnog svijeta i ponikve, ali su mi nedostajali važni kartografski podaci. Tek sustavno proučavanje i kartiranje vrlo raskidanog planinskog područja Risnjaka i Snježnika s bezbrojnim ponikvama i provalijama, dovelo me najzad do spoznaje, da se vegetacija ponikava ne može smatrati samo obratom visinskih pojasa, jer ima dublji razlog u životnim prilikama, koje pruža vegetaciji ponikva kao cjelina. Razvitak naročite vegetacije u ponikvama moramo shvatiti kao osebujnu biljnogeografsku pojavu, posebni reljefni fenomen, koji ćemo nazvati vegetacijskim fenomenom ponikava. Taj je fenomen raširen u različnim nadmorskim visinama i različnim geografskim područjima Zemlje i nema samo naš lokalni, nego opći značaj.

Morfologija ponikava — Među najznačajnije pojave Krša ubrajamo ponikve ili vrtče. Njihova morfološka građa i postanak obrađeni su iscrpljivo u domaćoj i stranoj literaturi, pa ćemo se tim pitanjem pozabaviti samo ukratko, tek koliko je potrebno za razumijevanje naših izvoda (upor. Cvijić, 1893., Degen, 1936.).

Ponikve se razvijaju najčešće na krednim i jurskim vapnencima, koji su tektonskim silama raskidani i podvrgnuti trošenju atmosferskih voda. Većina istraživača drži, da glavni udio u njihovu razvitku imaju atmosferske vode zasićene s CO₂, koje otapaju vapnenac i to najjače odozgo, a sve slabije prema dolje. Tako nastaju ljevkaste tvorevine, koje mogu dosegnuti goleme razmjere. Drugi dio istraživača drži, da u razvitku ponikava ima najveće značenje urušavanje površinskih slojeva u šuplje prostore ispod površine. Promatranje građe i razvitka ponikava upućuje nas, da u njihovu razvitku djeluju oba faktora, erozijski i tektonski, pa kod jednih ima veći udio urušavanje, a kod drugih površinska erozija. Zato s pravom ističe Poljak (1929.), da su vrtče ili ponikve ljevkaste.

udubine u površini vapnenaca ili dolomita, koje su nastale urušivanjem vapnenačkih slojeva uz pripomoć djelovanja zračnih vodae.

Za nas je važnija morfološka građa ponikve od njezina postanka. Ponikve se razlikuju po položaju, obliku, dubljini, širini, građi pristranaka, dnu i t. d. One su često nepravilno poredane po nekoj površi ili su povezane u pravilne nizove i upućuju na zajednički postanak. Ponikve su okrugle, ovalne ili drugog oblika, a njihove su strane strme ili blago nagnute. U biljno-geografskom pogledu je najvažnija dubljina ponikve u odnosu prema širini. Široke i plitke ponikve mogu biti geomorfološki vrlo tipično graderc, ali često gube svoj biljno-geografski (ekološki) značaj, jer u njima djeluje jače općenita klima, nego klima ponikve. Naprotiv nalazimo i u malenim, uskim i dubokim ponikvama najznačajnije osobine omeđenog prostora, koji se odlikuje naročitim klimatskim prilikama i proizvodi veliki utjecaj na biljni i životinjski svijet.

Posebno značenje za razvitak vegetacije ima strmina strane (pristranka): strme padine razlikuju se po vegetaciji od položitih. Na strmim, kamenitim stranama razvijena je na pr. u pretplaninskom području šuma milave i jele (*Calamagrosteto-Abietum*), a na blažim nagibima šuma bukve (*Fagetum croaticum*). Uz strminu ima veliko značenje i dubljina tla. Neke su ponikve kamenite, na strmim obroncima gotovo nema tla, a i dno im je kamenito. One dokazuju, da eksogene i endogene sile još živo djeluju. Kod drugih ponikava su strane pokrivene dubljom ili plićom naslagom tla i obrasle bujnom vegetacijom šuma ili livada, a dno im je ili kamenito ili je i ono pokriveno debelom naslagom tla. Ta naslaga često posve ispunja dno i omogućuje razvitak vlažnih livada, a katkad i trajno zadržavanje vode. Često su ponikve ispunjene zemljom gotovo do vrha. U takvim zasutim ponikvama nalazimo naročitu vegetaciju, koja se nalazi doduše i na slobodnom prostoru, ali je na raskidanom Kršu gotovo vezana na duboka tla ispunjenih ponikava. Na dubokoj podlozi ispiru se baze i zakiseljuje se tlo, pa se na njima razvija acidofilna livada trave tvrdače (*Nardetum*), a na plitkim obroncima nalaze se bazofilne gorske livade ili planinske rudine. Ako je u ponikvama razvijena nepropusna naslaga, zadržava se u njoj trajno voda i nastaju lokve i jezera s naročitom vegetacijom.

Poredba ponikava s poljima i krškim dolinama pokazuje mnoge zajedničke crte, pa i ove, ukoliko su okružene višim vrhovima, imaju bitne osobine ograđenog prostora s vegetacijom, koja se razlikuje od vegetacije slobodnog obronka.

Od posebnog je značenja za razvitak vegetacije položaj ponikve, polja i krške doline prema vrhovima. Ako se nalaze neposredno podno vrhova, izloženi su utjecaju hladnog zraka, koji s obronka struji i u njima se dugo zadržava. Tako nastaju mjesta stalnih pozeba (mrazišta). U ponikvama na otvorenim terenima najčešće nema tolikog pritjecanja hladnog zraka, pa im je i vegetacija različita.

Ponikva kao vegetacijska sredina — Ponikve se odlikuju mnogim značajnim osobinama važnim za razvitak biljnog i životinjskog svijeta. Njihove su životne prilike različite od životnih prilika otvorenog obronka, pa nije čudo, da se u njima nalazi i naročiti biljni svijet. Ponikva je zasebna cjelina unutar određenog klimatskog područja. Ona je po obliku ograđeni prostor, koji je više ili manje odijeljen od okoline, iako je s tom okolinom mnogostruko vezan. Što je taj prostor više omeđen, što je uži i dublji, to se jače ističe njegova osebnost, a što je širi i plići, proizvode na nj jači utjecaj faktori općenite klime.

Ponikva ima klimu različnu od slobodnog obronka (klima ponikve), ali ta klima zavisi o općenitoj klimi, ona je tek modificirana, preinačena općenita klima s osobinama, koje joj daje omeđeni prostor (mezoklima). Zato se razlikuju po životnim prilikama na pr. ponikve sredozemnog i polusredozemnog područja od ponikava u pojasu bukve i jele, a ove od ponikava u planinskom pojasu i imaju različitu vegetaciju*.

Prvi je znatno modificirani ekološki faktor u ponikvama svijetlo. Iako se svijetlo već na otvorenom obronku razlikuje prema ekspoziciji, ipak su razlike u ponikvi kudikamo veće. Već južni i jugozapadni sunčani obronci u ponikvi dobivaju znatno manje svijetla nego na otvorenom obronku, jer obod ponikve sprečava dopiranje sunčanih zraka u nutrinu, napose za niskog položaja sunca; sjeverni položaji dobivaju uglavnom samo difuzno svijetlo, a tek su ujutro i pred večer obasjani suncem. Odatle sjenoviti značaj mnogih zajednica, koje su lijepo razvijene u ponikvama, a na otvorenom obronku ih ili nema ili se javljaju samo na sjevernom položaju pod visokim stijenama. Takvim skionofilnim zajednicama pripadaju na pr. naša pretplaninska šuma smreke (*Piceetum croaticum subalpinum*) i neke zajednice visokih zeleni, koje sežu i u najtamnije kutove ponikve.

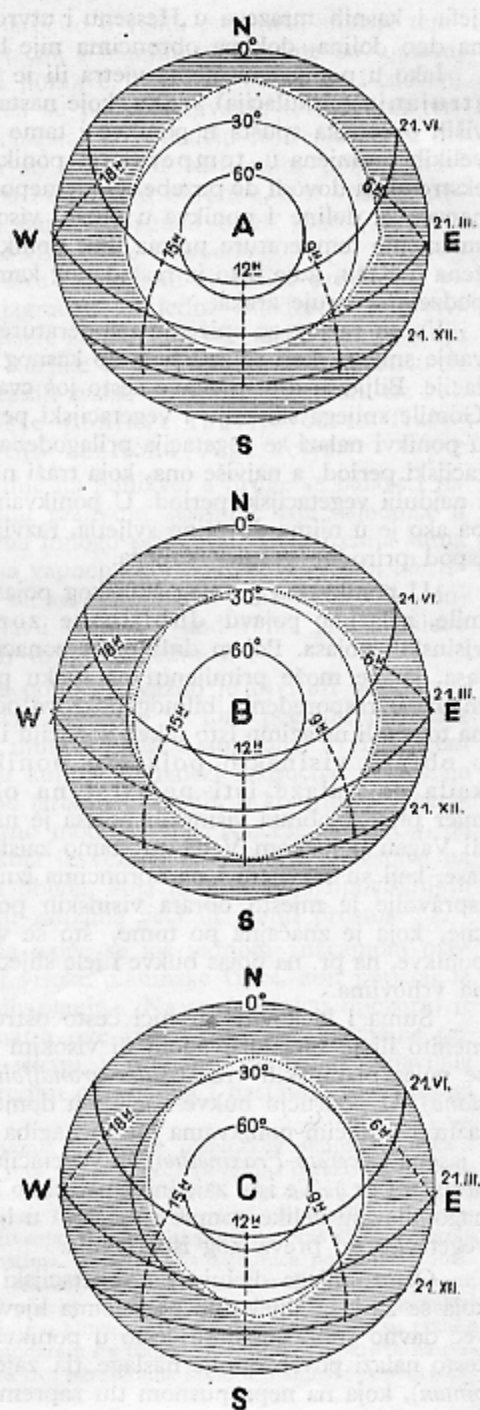
Na slici 1. prikazane su razlike u osvjetljenju u različitim zajednicama Viljske Ponikve na Risnjaku, koje su po uzoru na Lauschera (1934., cit. po Geigeru, 1950.) teoretski izračunali prof. dr. N. Neidhardt i asistent ing. Z. Tomašegović prema profilu na sl. 6. Slika 1 A prikazuje osvjetljenje u klekovini bora, slika 1 B u subalpskoj bukvi, a slika 1 C u zajednici vrbe u dnu ponikve. Tamno je označen zasjenjeni prostor. Vide se očite razlike u trajanju godišnjeg i dnevnog osvjetljenja u pojedinim zajednicama. Klekovina ne dobiva — bez obzira na to, što prima uglavnom samo difuzno svijetlo — zimsko svijetlo, a tek maleni dio proljetnog. Naprotiv je osvjetljena bukva direktnim svijetlom cijele godine, izuzev tek zimsko doba, kad joj je svijetlo nepotrebno. Najmanje svijetla prima dno ponikve sa velelisnom vrbom.

Drugi je temeljni faktor, po kome se ponikva razlikuje od slobodnog obronka, zaštićenost od vjetrova. Ona je važan ekološki faktor, jer vjetar djeluje ne samo mehanički nego i fiziološki: on pospješuje isparivanje, a u ekstremima može zbog velikog gubitka vode proizvesti i znatne štete na biljnom pokrovu. Zaštićenost uvjetuje usto još cio niz drugih važnih ekoloških svojstava ponikve. Zatišje u ponikvi omogućuje stvaranje vlažnije atmosfere, obilne vodenim parama, jer se zrak ne mijenja tako brzo kao na otvorenom obronku. Skupljanje vodenih para u ponikvama djeluje na vegetaciju neposredno smanjivanjem isparivanja, ali proizvodi i cijeli niz posrednih utjecaja. Veća količina vlage uvjetuje mezofilniji karakter vegetacije. U ponikvama u području bijeloga i crnoga graba nalazimo, kako ćemo kasnije vidjeti, šume s običnim grabom; one sadrže brojne vrste umjereno vlažnih staništa. I naša pretplaninska šuma smreke u višim područjima Gorskog Kotara ima također vlažni značaj, koji se ističe naročito u obilju mahovina, među njima i maha tresetara (*Sphagnum*). Mah tresetar javlja

* Adamović (1909.) je bez sumnje dobro uočio, da se u ponikvama nalazi naročiti biljni svijet iako nije jasno shvatio njegove bitne osobine i zakonitosti iz koje proizlazi. On govori o posebnoj formaciji dolina i ističe, da se u ponikvama nalazi istodobno kserofilno i mezofilno bilje, koje je inače značajno za kamenjare odnosno za šume. Ti su elementi obično izmiješani s predalpskim biljkama, elementima gorskih livada i stanovnicima živica u značajni kompleks, koji čini s karakterističnim oblikom terena naročitu tvorevinu, koju nazivamo imenom dolina. »Sastav vegetacije dolina zavisi o njihovom obliku, veličini, dubljini i naročito o nadmorskoj visini, u kojoj se nalaze«. (str. 299—300.)

se na plitkoj naslazi humusa povrh kamenite vapnenačke podloge. Zanimljivo je, da se taj mah nalazi u ponikvama često i u sastojinama klekovine (*Pinetum mughi*), dok ga u toj zajednici na otvorenim obroncima nema. Koliki utjecaj ima na vegetaciju zračna vlaga, pokazuju istraživanja Szafera, Pawlowskog i Kulczyńskog (1923.), koji su proučavali deficit zasićenja vodenim parama na planinskim grebenima i kotlinama u Tatri i utvrdili zakonitost u raspoređenju vegetacije i stepenu zasićenosti vodenim parama.

Posredni utjecaj zatišja u ponikvama ističe se naročito u pozebama. Sredinom svibnja 1952. izbili su kod nas jaki mrazevi, koji su strahovito oštetili kulture, ali su se odrazili i na prirodnoj vegetaciji. U području vriština (bujadnica), koje zapremaju goleme prostore u Ogulinskom Zagorju i u Lici, pozebla je u svim ponikvama bujad (*Pteridium aquilinum*). Iako su ponikve često malene i katkad duboke tek 5—6 m, ipak je bujad u njima tako pozebla, da je stršila osušena i smeđa kao u jesen, a na obroncima povrh ponikve bila je bujna i svježije zelena. Istu sliku pozebe vidjelo se od ponikve do ponikve i od uvale do uvale: u dnu smeđa, mrazom opržena vegetacija, a povrh nje svježije zelenilo. Pozeba je bila tako vezana na reljef, da su se isticale i najmanje promjene u obličju krajine. Do sličnih rezultata o velikom utjecaju mikoreljefa na pozebu došao je nedavno i Knapp (1952.), koji je proučavao odnos re-



Sl. 1. Godišnje i dnevno osvjetljenje u tri različite zajednice u Viljskoj ponikvi pod Risnjakom.

Fig. 1. Jährliche und tägliche Belichtung in drei verschiedenen Pflanzengesellschaften der Viljska Ponikva im Risnjak-Massive.

A. *Pinetum mughi croaticum* (N. Exp.), B. *Fagetum croaticum subalpinum* (S. Exp.), C. *Salicetum grandifoliae* (Dolinen-Grund).

ljefta i kasnih mrazeva u Hessenu i utvrdio, da su pozebe bile vezane uglavnom na dno dolina, dok na obroncima nije bilo ni traga pozebi.

Iako u ponikvama nema vjetra ili je umjeren, ipak postoji zanimljivo lokalno strujanje (cirkulacija) zraka, koje nastaje najčešće zbog toga, što se hladni zrak viših obronaka spušta u ponikve i tamo se zadržava. Takvo strujanje dovodi do velikih promjena u temperaturi ponikve. Hladni zrak snižuje temperaturu i u ekstremima dovodi do pozebe. On je neposredni uzrok mrazištima, koja su značajna napose za doline i ponikve u blizini visokih vrhova. Degen (1936.) drži, da je smanjenje temperature prema dnu ponikve općenita pojava, koja je napose izražena u Kršu, gdje usto iz raskidanog kamenja često prodiru na površinu i hladne podzemne struje zraka.

Važan razlog za sniženje temperature u ponikvama viših pojasa je nagomilavanje snijega, koji se zadržava do kasnog ljeta i utječe na fenološki razvitak vegetacije. Biljke u dnu ponikve često još cvatu, dok su na obodu već odavno ocvale. Gomile snijega skraćuju i vegetacijski period, a razlogom su i zonaciji: najdublje u ponikvi nalazi se vegetacija prilagođena na najnižu temperaturu i najkraći vegetacijski period, a najviše ona, koja traži normalnu temperaturu slobodnog obronka i najdulji vegetacijski period. U ponikvama viših pojasa zadržava se trajno snijeg, pa ako je u njima dovoljno svijetla, razvija se naročita vegetacija snježišta duboko ispod prirodne granice snijega.

U ponikvama gornjeg šumskog pojasa, gdje se dugo zadržavaju sniježne gomile, nalazimo pojavu dubljske zonacije, koju smo dosad nazivali obratom visinskih pojasa. Pojam dubljske zonacije je širi od pojma obrata visinskih pojasa, jer se može primijeniti na svaku pojavu, kod koje nalazimo pravilne promjene u raspoređenju biljnog pokrova od oboda ponikve prema dnu, bez obzira na to, da li nalazimo isto takvu zonaciju i na susjednim vrhovima. Držim, da bi o obratu visinskih pojasa u ponikvama smjeli govoriti samo tada, kada se nalaze isti pojasi i na okolnim vrhovima. Najznačajniji primjer pravog obrata visinskih pojasa je na pr. Veliko Snježno u skupu Snježnika ili Vagan u južnom Velebitu; tamo zaista nalazimo prema dnu ponikve iste pojase, koji su razvijeni i na obroncima iznad ponikve. U svim drugim slučajevima ispravnije je mjesto obrata visinskih pojasa upotrijebiti izraz dubljske zonacije, koja je značajna po tome, što se vegetacija mijenja u zonama prema dnu ponikve, na pr. na pojas bukve i jele slijedi pojas smreke, iako pojasa smreke nema na vrhovima.

Šuma i klekovina graniči često oštro prema dnu ponikve: dno je golo, kamenito ili je zaraslo livadom ili visokim zelenima, a između šume i dna uklopio se pojas planinskih vrba (*Salix grandifolia*) ili pojas kozokrvine (*Lonicera Borbasiana*). U području bukve i jele i u donjem dijelu pretplaninske šume bukve nalazimo u plićim ponikvama blažih nagiba najčešće fragmente šume gorskog javora i jasena (*Acereto-Fraxinetum*) ili vegetaciju visokih zeleni (*Petasites*, *Telekia*, *Adenostyles* i dr.). Te iste zajednice nalazimo i u uvalama i žljebovima, gdje se također nagomilavaju velike gomile snijega, a u ljetu se stvara vlažna atmosfera, koja štiti vegetaciju od prevelikog isparivanja.

Osim snijega djeluju na vegetacijski pokrov ponikve i velike količine vode, koja se za kiša slijeva po obroncima lijevka. Dok su otvoreni obronci nakon kiše već davno suhi, cijedi se često u ponikvama još voda. Zato se na dnu ponikava često nalazi povrh dublje naslage tla zajednica alpske busike (*Deschampsietum alpinum*), koja na nepropusnom tlu zaprema i strme padine ponikve.

Dok se s jedne strane u ponikvama, naročito u višim pojasima, snizuje temperatura i u njima se nalazi najčešće vegetacija s manjim zahtjevima na toplinu, nalazimo često i obratnu pojavu. Obronci ponikve, zaštićeni od vjetrova i izloženi neposredno jakom zagrijavanju sunca, ističu se po pojavljivanju termofilnih vrsta i termofilnih zajednica nižih, toplih položaja. U području raširenja šume bijelog graba (*Carpinetum orientalis*) javlja se u toplim zaštićenim ponikvama i uvalama crnika (*Quercus ilex*) prije nego na otvorenom obronku, a u vrućim ponikvama diže se na obroncima izloženim najjačem suncu bijeli grab (*Carpinus orientalis*) visoko u područje crnoga graba (*Seslerieto-Ostryetum*).

Široke i plitke ponikve ističu se najčešće jednolikim životnim prilikama, pa se u njima nalazi jednoliki biljni svijet, izgrađen od jedne zajednice. Naprotiv stvaraju uske i duboke ponikve raznolike uvjete za razvitak vegetacije i omogućuju život različitim vegetacijskim jedinicama. Razlike u životnim prilikama ističu se naročito u nagibu, ekpoziciji, doseg sunčanih zraka, dubljini i karakteru tla i sl. One su razlogom, da se unutar iste ponikve razvija često fiziološki, ekološki i gospodarski bitno različita vegetacija.*

Mnoge zajednice vezane su više ili manje na ponikve, a druge se nalaze i na slobodnim obroncima, ali se u tom slučaju razlikuju sastojine iste zajednice u ponikvi i na otvorenu prostor. O tome ima mnogo primjera. Najraširenija šuma naših gorskih krajeva, šuma bukve i jele na vapnenačkoj podlozi (*Fagetum abietetosum*), razvijena je na različitom reljefu, ali se sastojine u ponikvama i na slobodnom prostoru očito razlikuju. Tu pojavu vidimo i kod šume jele i milave (*Calamagrosteto-Abietetum*), a i kod mnogih drugih zajednica.

Za razumijevanje fenomena vegetacije ponikava važno je utvrditi odnos vegetacije otvorenog obronka prema vegetaciji ponikve. U tom pogledu razlikuju se pojedine ponikve, a razlike proizlaze iz njihove građe i smještaja. Prvi ekstrem nalazimo kod dubljih i uskih ponikava, u kojima se nalazi isključivo vegetacija svojstvena ponikvama, a drugi ekstrem kod širokih i plitkih, u koje ulazi vegetacija slobodnog obronka, iako je često znatno modificirana. Najčešći je slučaj, da se u ponikvama uz posebnu vegetaciju, koja je vezana na ponikve i nastava na ekstremnim staništima, nalazi i vegetacija oboda, koja nastava na najpovoljnijim staništima ponikve i prema njezinu obliku zauzima veći ili manji prostor.

Vegetacija ponikava viših pojasa Krša ističe se još jednom značajnom osobinošću: u njoj se nalaze često elementi visoko-planinske flore, koji potječu iz Alpa, arktičkih krajeva ili visokih dinarskih planina. Na tu činjenicu upozorio je već Beck-Mannagetta (1906.). On smatra ove biljke ostacima glacijalne periode, kad su i obronci na obodu imali sličnu vegetaciju. Po izmaku glacijala izmijenile su se klimatske prilike na otvorenim obroncima i nastanila se današnja

* Prigodom tipološkog istraživanja i kartiranja vegetacije planinskog skupa Risnjaka i Snježnika god. 1949. provedena su pod vodstvom prof. B. Maksića povezana istraživanja odnosa vegetacije i klimatskih faktora. Tom prilikom obračena je naročita pažnja regionalnoj klimi i klimi u ponikvama. Kao polazna točka uzete su biljne zajednice kao najjasniji i najpouzdaniji indikatori životnih prilika staništa. Rezultati ovih istraživanja, koji će biti posebno objavljeni, pokazali su znatne klimatske razlike na malenim udaljenostima. Svaka biljna zajednica pokazuje s obzirom na položaj i prostor, koji zauzima u ponikvi zakonitost, odlikuje se naročito fotoklimom, vezana je na određenu temperaturu i nastava na posebnom tipu tla. Ponikva, u kojoj se nalazi veći broj biljnih zajednica, pokazuje diferencijaciju i u klimatskim prilikama. Naročito su razlike u temperaturi i količini svjetla, a ti se faktori podudaraju i s trajanjem sniježnog pokrova na početku vegetacijskog perioda. Nažalost provedena su ova istraživanja samo u planinskom području, a iz nižih pojasa nemamo podataka.

vegetacija, ali su se u dubokim i hladnim ponikvama, gdje se dugo ili trajno zadržava snijeg, sačuvali glacijalni relikti do današnjeg dana. Najljepši su primjeri takvih reliktnih nalazišta bez sumnje ponikve Lepo Brdo u Trnovskom gozdu i Cectlje u snježničkom skupu. Zato je poznavanje vegetacije ponikava naročito važno i za razumijevanje prošlosti i razvitka glacijalne flore.

Neki značajni tipovi vegetacije u ponikvama — Vegetacija ponikava razlikuje se, kako smo istaknuli, prema tome, gdje se ponikva nalazi. Ona pokazuje kao i vegetacija slobodnog obronka jasnu regionalnost, pa ćemo prikazati glavne tipove vegetacije ponikava u nekim našim područjima.

- 1.) Vegetacija ponikava u sredozemnom i polusredozemnom području — Na gornjoj granici Hrv. Primorja prema Gorskom Kotaru raširene su termofilne šume i šikare crnoga graba, koje sam s Horvatićem opisao pod imenom *Seslerieto-Ostryetum* (Horvat, 1950.). Naročito lijepe, često visoke sastojine ove zajednice, nalazimo između Škrljeva i Gornjeg Jelenja. Šumice su izgrađene od brojnih vrsta drveća i grmlja i vrlo obilnog prizemnog rašća. Od drveća ističe se crni grab (*Ostrya carpinifolia*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), maklen (*Acer monspessulanum*), hrast kitnjak i medunac (*Quercus sessiliflora* i *Qu. pubescens*), brekinja (*Sorbus torminalis*), lipa (*Tilia parvifolia*) i smrika (*Juniperus oxycedrus*). Od grmova javlja se obilno pasdrijen (*Rhamnus cathartica*), svib (*Cornus sanguinea*), bradavičava kurika (*Evonymus verrucosa*), rašeljka (*Prunus Mahaleb*), ruj (*Cotinus coggygria*), ruža (*Rosa* sp.) i dr. Vrlo obilno je prizemno rašće, a snažne, busenaste trave prekrivaju često površinu i sprečavaju i nakon sječe otplavlivanje tla. Najznačajnije su biljke prizemnog rašća jesenska šašika (*Sesleria autumnalis*), kostrika (*Brachypodium pinnatum* i *B. silvaticum*), ščir (*Mercurialis ovata*), crvena iglica (*Geranium sanguineum*), dlakavi oman (*Imula hirta*), grozdasta ivančica (*Chrysanthemum corymbosum*), dubaćac (*Teucrium chamaedrys*), rumena djetelina (*Trifolium rubens*), ptičje proso (*Lithospermum purpureo-coeruleum*), bijeli karamfilj (*Dianthus mosspessulanus*), pilica (*Serratula tinctoria*), pucalina (*Silene nemoralis*), bijeli petolist (*Potentilla alba*), Salamunov pečat (*Polygonatum officinale*) i dr.

Prema zahtjevima na toplinu možemo razlikovati tri subasocijacije: najhladniju u najvišim područjima s crnim grabom i jasenom bez hrastova (*S.-O. sorbetosum*), umjereno toplu u središnjem dijelu pojasa s kitnjakom (*S.-O. quercetosum sessiliflorae*) i najtopliju u najnižim dijelovima areala asocijacije s meduncem (*S.-O. quercetosum pubescentis*). Osim ovih triju subasocijacija, koje su razvijene na otvorenim obroncima, pod neposrednim utjecajem regionalne klime i koje jasno odražuju razlike u toplini između nižeg, srednjeg i najvišeg dijela pojasa, razvija se u ponikvama, uvalama i na poljima četvrta subasocijacija (*S.-O. carpinetosum betuli*), koja se razlikuje od prijašnjih po brojnim vrstama prilagođenim umjereno vlažnoj klimi. Najtopliji elementi asocijacije uzmiču, ali su ipak zastupane najznačajnije vrste drveća, grmlja i prizemnog rašća, a uz njih se javlja obični grab (*Carpinus betulus*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), mliječ (*Acer platanoides*), klen (*Acer campestre*), mukinja (*Sorbus aria*), a katkad i bukva (*Fagus sylvatica*). Od grmova ističe se naročito lijeska (*Corylus avellana*), širokolisna kurika (*Evonymus latifolius*), a od prizemnih biljaka mišjakinja (*Stellaria holostea*), zdravčica (*Sanicula europaea*), žuta šumarica (*Anemone ranunculoides*), velika mrtva kopriiva (*Lamium orvala*), mlječika (*Euphorbia amygdaloides*), a katkad i kopitnjak (*Asarum europaeum*) — dakle vrste mezofilnih šuma, uglavnom elementi aso-

cijacije kitnjaka i običnoga graba (*Querceto-Carpinetum croaticum*), koja je raširena u kopnenim dijelovima Hrvatske i Slovenije.

Subasocijacija s običnim grabom razvijena je najčešće kao visoka šuma, po izgledu različita od ostalih subasocijacija. U njoj je sve svježije zeleno, tlo je obraslo, tek pojedino kamenje proviruje na površinu, a cijeli zračni prostor ispunjen je zelenilom grmlja i granjem brojnog drveća. Čovjek se osjeća daleko od one kamernite pustoši, koju često nalazimo već desetak metara iznad dna ponikve ili uvala. U najljepšim sastojinama ove asocijacije ima do 15 vrsta lijepo razvijenih drveća, visokih do 18 m i debelih 50—60 cm.

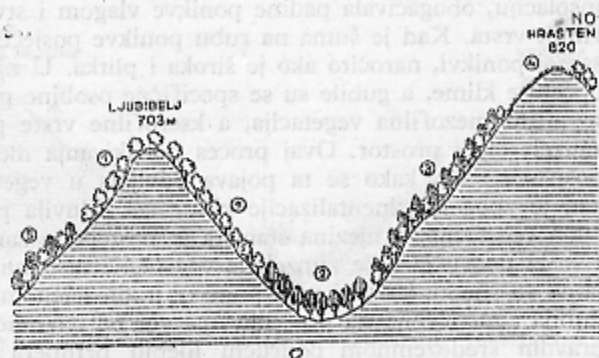
Šume crnoga graba s običnim grabom ujedinjuju u svome sastavu elemente submediteranskih šuma sa srednjoevropskim vrstama prilagođenim na dovoljnu vlagu i razlikuju se od ostalih subasocijacija, koje su razvijene na slobodnom obronku. Njezina ekologija je naročita. Kad puše strahovita bura, ne može se ni u šikari na otvorenom obronku izdržati. U sastojini šume crnoga graba s običnim grabom vlada istodobno gotovo mir, tek se lišće na vrhovima stabala pomalo njiše. Naročito lijepe

sastojine šume šašike i crnoga graba nalaze se na primorskim padinama ispod Gornjeg Jelenja. Tu su se prema visini i ekspoziciji razvile različite subasocijacije, a u ponikvama se nalaze prekrasne sastojine s običnim grabom. (Sl. 2.).

Horvatić (1939.) opisuje na otoku Krku iz kraja zvanog Ponikve (ime!) u području termofilne šume bijeloga graba (*Carpinetum orientalis*) zanimljive sastojine običnoga graba (*Carpinus betulus*) i lijeske — vrste dotad nepoznate na otoku — a uz njih i nekoliko biljaka prizemnog rašća, što potječu iz umjereno vlažnih šuma kopnenih krajeva. Horvatić smatra s pravom te sastojine posebnom subasocijacijom termofilne šume bijeloga graba (*Carpinetum orientalis carpinetosum betuli*), koja je vezana na dublja tla u ponikvama. Uz dubljinu tla uvjetuje sastav ove subasocijacije bez sumnje i mikroklima ponikve. Slične sastojine bjelograba nalazimo u Dragi iznad Sušaka i kod Križišća: na otvorenom obronku razvijena je tipična subasocijacija i na dubokim profilima tla, a u uvalama i ponikvama subasocijacija s običnim grabom.

I bukva seže često duboko u područje submediteranskih šuma (Rossi, 1930.). Jedlowski (1952.) opisuje iz dalmatinske Zagore sastojine bukve u području bijeloga graba. Te su sastojine očito vezane na reljef; one se nalaze u dubokoj uvali izložene na sjever i zaštićene od toplih južnih utjecaja.

U ponikvama, dolinama i uvalama našeg submediteranskog područja razvile su se dakle naročite šumske zajednice, različite od onih na otvorenom obronku. Te šume ne predstavljaju neki



Sl. 2. Hrvatsko Primorje: Vegetacija ponikava u području crnoga graba.

Fig. 2. Dolinen-Vegetation in Hopfenbuche-Gebiete.

1. *Seslerieto-Ostryetum quercetosum sessiliflorae*; 2. *S.-O. carpinetosum betuli*; 3. *S.-O. quercetosum pubescentis*; 4. *Cari-ceto-Centaureetum rupestris*.

obrat visinskih pojasa, nego su neposredni izraz naročitih životnih prilika u ponikvama; one su vezane na reljef ponikava i polja i uvjetovane su njihovom naročitom klimom.

U velikim ponikvama primorskog Krša, koje su danas ispunjene kulturama kamenjarama ili kserofilnim šikarama nalazile su se nekoć sastojine mezofilnih šuma, kakve nalazimo danas u pošumljenim predjelima. To nam svjedoče ostaci šumske vegetacije, koje susrećemo još danas na sjevernim padinama i u vlažnijim jarugama ponikve. Visoka šuma, koja je štitila rubove ponikve, umanjivala je insolaciju, obogaćivala padine ponikve vlagom i stvarala uvjete za razvitak mezofilnih vrsta. Kad je šuma na rubu ponikve posječena, izmijenile su se prilike i u samoj ponikvi, naročito ako je široka i plitka. U nju su sve više prodirali utjecaji općenite klime, a gubile su se specifične osobine ponikve. S tim u vezi počela je uzmicati mezofilna vegetacija, a kserofilne vrste prodrle su u ponikvu i najzad zauzele cijeli prostor. Ovaj proces potiskivanja mezofilne vegetacije u malenom, pokazuje nam, kako se ta pojava odvijala u vegetacijskoj slici cijelih područja, kad je zbog kontinentalizacije klime iza diluvija počela uzmicati šarolika mezofilna vegetacija, a njezina staništa je postepeno zauzimala kserofilna.

Iz područja naše zimzelene vegetacije nisu mi poznati slični primjeri, vjerojatno su rijetki, jer su i veće ponikve u zimzelenom području rijetke, a usto je sva dublja i zaštićenija tla u ponikvama već od davnine zauzela kultura. Ipak ima i u pravom sredozemnom području lijepih primjera posebne vegetacije ponikava. Braun-Blanquet i Susplugas (1937.) opisuju iz ponikava unutar zimzelenih šuma crnike u istočnim Pirinejima zanimljivu listopadnu vegetaciju: na zimzeleni šume crnike nadovezuju se prema dnu ponikve najprije pojas hrasta medunca, a ispod njega nalazi se šuma bukve srednjoevropskog karaktera. I Regel (1942.) opisuje slične pojave iz Krete pod imenom obrata visinskih pojasa. Značajna vegetacija ponikava i polja raširena je dakle i u zimzelenom području, te joj treba obratiti još naročitu pažnju. «Jedan od najveličanstvenijih primjera za obrat visinskih pojasa u nizini» — kako naziva ovu pojavu Braun-Blanquet — pruža dolina Ebra između Saragose i Leride. U dolini, u zamskom spremištu studeni održaje se iznad dosega vode temeljnice od drveća samo sjevernoafrička visokoplaninska borovica (*Juniperus thurifera*), dok su okolni brežuljci zarasli alepskim borom (*Pinus halepensis*), koji je osjetljiv na mraz» (Braun-Blanquet, 1951.).

Vegetacija ponikava u području bukve i jele i u području pretplaninskih šuma i klekovine — Fenomen vegetacije ponikava razvijen je najljepše u višim dijelovima Krša, jer je konfiguracija tla tamo znatno bolje izražena nego u nižim, a i klimatski ekstremi su znatno pojačani. U razvitku vegetacije ponikava djelovali su različiti klimatski i orografski faktori, pa je razumljivo, da postoji nekoliko nekoliko različitih tipova vegetacije ponikava.

Vegetacija ponikava u području bukve i jele — U širokom pojasa, koji izgrađuje u našim planinama bukva i jela, nalazimo tri različita tipa vegetacije ponikava: a) u ponikvama nalazi se šuma bukve i jele, slična onoj na otvorenom obronku, ali ipak nešto vlažnijeg značaja, b) u ponikvi ili na polju nalazi se gorska šuma smreke, a obronke pokriva bukva i jela i c) u ponikvi nalazi se pretplaninska šuma bukve ili klekovina bukve i bora, a na obronku šuma bukve i jele. Ta tri tipa vegetacije u ponikvama uvjetovana su različitim reljefnim i mikroklimatskim prilikama, a imaju i različito šumsko-uzgojno značenje.

U ponikvama, krškim poljima i uvalama u području bukve i jele (*Fagetum abietetosum*) nalazimo najčešće prekrasne šume ovih vrsta, koje dosežu znatne

visine i debljine. Šume se razvijaju u vrlo povoljnim prilikama: zaštićene su od vjetrova, s dovoljnom količinom zračne vlage, i nalaze se najčešće na dubljim profilima tla, pa je razumljivo, da su im visinski i debljinski prirasti najpovoljniji i nadmašuju visine stabala ovih drveća na otvorenom obronku. »Bujnija vegetacija, naročito snažni rast drveća u takvim dolinama nije samo posljedica povoljnih toplinskih prilika ili obilnijih oborina, nego također većeg zatišja i manjeg isparivanja nego u ravnicima« (Hann-Knoch, 1932.). Uvjet je dakako, da u tim ponikvama i uvalama nema pozebe i da nanosi snijega nisu preveliki, niti da snijeg predugo traje. Ovome tipu pripadaju brojne »drage«, »uvale« i »dulibe« hrvatskog i bosanskog Krša poznate po divovskim jelama od 50—64 m visine. Leska ispod Risnjaka, Lomska i Krasanska duliba u Velebitu, Duge Luke, Trolokica i Sakrivenka u Plješevici i t. d. — su klasični primjeri najpovoljnijeg razvitka bukve i jele u zaštićenim depresijama Krša.

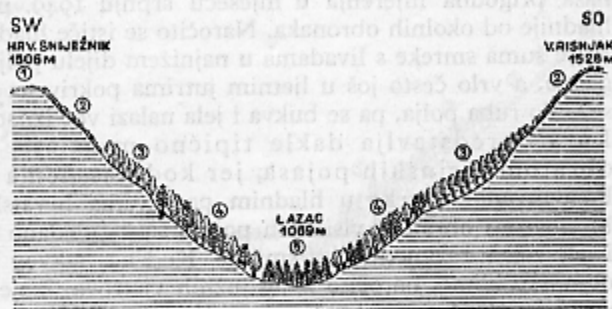
Drugom tipu vegetacije ponikava i polja pripadaju gorske šume smreke (*Piceetum croaticum montanum*), što se razvijaju na mrazištima unutar pojasa bukve i jele.

Različito od Alpa i Karpata, gdje smreka izgrađuje snažni visinski pojas iznad bukve i jele, nastava kod nas uglavnom hladne doline i kotline u području bukve i jele i u području pretplaninske bukve.

Šuma smreke naših gorskih krajeva pripada posebnoj asocijaciji gorske šume smreke (*Piceetum croaticum montanum* = *Arenomieto-Piceetum* p.p.), koja je vrlo lijepo razvijena u Gorskom Kotaru i vezana je na hladne doline, uvale i polja, što su se smjestila među višim vrhovima i ističu se po ekstremno niskim temperaturama i čestim pozebama. Gorska šuma smreke raširena je na sličnim staništima i u ostalim dijelovima hrvatskog i crnogorskog Krša. Velike i lijepe sastojine nalaze se u Štirovači na Velebitu, na Ličkoj Plješevici, Osječenici, Bjelašnici i na Durmitoru, a Aichinger (1933.) opisuje slične šume i u hladnim kotlinama Karavanke.

Uz cestu, što prolazi između Risnjaka i Snježnika, nalazi se prekrasno polje Lazac; ono je pokriveno uglavnom livadama, a šuma zaprema tek obronke i rubove polja. Od livada nalazi se na plitkoj vapnenačkoj podlozi *Brometo-Plantaginatum*, ekstremno bazifilna gorska livada ovsika, a na dubljoj, ispranoj podlozi ekstremno acidofilni *Nardetum*, livada tvrdače. Pod utjecajem kulture razvila se još dolinska livada žučkaste zobice *Trisetetum*, koja daje znatne količine sijena. Slično raspoređenje vegetacije nalazimo na Lividragi i na Šeginama, ali je tamo šuma još više potisnuta i zauzima tek najuži rub polja.

Raspoređenje šuma na Lazcu zavisi o konfiguraciji polja i o njegovim klimatskim prilikama. (Sl. 3.). Najniži dio polja zapremila je šuma smreke s visokim



Sl. 3. Vegetacijski profil između Hrvatskog Snježnika i Risnjaka.

Fig. 3. Vegetationsprofil in der Doline zwischen Hrvatski Snježnik und Risnjak.

1. *Caricetum firmae croaticum*, 2. *Pinetum mughi croaticum*,
3. *Fagetum croaticum subalpinum*, 4. *F. c. abietetosum*, 5. *Piceetum croaticum montanum*.

stablina i dobrim prirastima smreke. U sastojini nalazi se po koja kržljava bukva; ona je mnogo obilnije raširena na obronku iznad polja i pokazuje, da su joj životne prilike u šumi smreke nepovoljne. Tek kojih desetak metara iznad najniže razine Lazca razvila se prekrasna šuma bukve i jele bitno različitog sastava. U šumi smreke rastu obilno borovnica i brusnica (*Vaccinium myrtillus* i *V. vitis-idaea*), različite bekice (*Luzula luzulina*, *L. silvatica*, *L. nemorosa*) i brojni mahovi. Profil tla je razmjerno dubok, podzolastog značaja.

Iako nema detaljnih klimatskih istraživanja iz područja Lazca, ipak su već naša prigodna mjerenja u mjesecu srpnju 1949. pokazala, da je Lazačko polje hladnije od okolnih obronaka. Naročito se ističe hladnom klimom najniži dio polja, pa je šuma smreke s livadama u najnižem dijelu polja noću redovno obavijena maglama, a vrlo često još u ljetnim jutrima pokrivena mrazom. Pojas magle i mraza seže do ruba polja, pa se bukva i jela nalazi već iznad dosega najnižih temperatura. Lazac predstavlja dakle tipično mrazište, ali se ne može smatrati obratom visinskih pojasa, jer kod nas nema posebnog pojasa smreke. Pojavljivanje smreke u hladnim ponikvama hrvatskog i slovenskog Krša mogli bi smatrati obratom visinskih pojasa samo gledano iz Alpa, gdje je površ bukve i jele zaista razvijen pojas smreke. Kod nas takvog pojasa nema, jer smreka zbog oceanske klime, naročito zbog južnih vjetrova, izbjegava otvorene obronke i raširena je uglavnom na hladnim staništima u ponikvama i dolinama. Tek na najizloženijim kamenitim grebenima nalazi se smreka s jelom i na otvorenim obroncima. Prema tome pojavljivanje smreke na poljima i u ponikvama proizlazi iz vezanosti smreke na hladna staništa, koja se kod nas nalaze uglavnom u dubokim dolinama i poljima. Smreka nastava u našim krajevima najčešće na mrazištima, koja su uvjetovana konfiguracijom krškog terena.

Sličnu pojavu opisuje Aichinger (1933.) u Karavankama. On razlikuje četiri tipična staništa smreke, dva su od njih vezana na hladne kotline i ponikve. Prvom tipu pripadaju prirodne šume smreke u hladnim kotlinama nižih područja, a drugom šume smreke u ponikvama viših područja. Napose je značajno raširenje smreke u kotlovima, što ih zatvaraju glacijalne morene oko Ljubeljske previje. U tim se kotlovima »skuplja hladni zrak, koji ne može otjecati. Zbog toga nastaje jezero studeni, koje sprečava život bukvi i zaustavlja razvitak vegetacije, pa se šuma smreke zadržava kao trajna zajednica uvjetovana klimom» (Aichinger, 1932. i 1933.).

Trećem tipu vegetacije ponikva u pojasu bukve i jele pripadaju subalpske šume bukve i klekovina bukve i bora. Oni se razvijaju najčešće u dubljim ponikvama ili u dubljim krškim poljima i predstavljaju najtipičniji obrat visinskih pojasa. Zajednice viših pojasa (pretplaninska šuma bukve, klekovina bora i planinske rudine) javljaju se u depresijama unutar šume bukve i jele. Najznačajniji primjer obrata visinskih pojasa je bez sumnje Veliko Snježno. Ono leži na zapadnim padinama Guslica i Planine (Sl. 4.) u skupu Hrv. Snježnika. Gornji rub doline nalazi se u visini od 1200 m, a dno se spušta do 1061 m. Donji dio polja obrašten je livadama, a gornji dio i rub pokriven je šumom. Livada je nastala utjecajem čovjeka, koji je iskrčio klekovinu, ali su manje površine polja bez sumnje bile zarasle livadama i prije uništenja klekovine.

Livade na Velikom Snježnu pripadaju različitim asocijacijama, koje upućuju na mnogolikost životnih prilika. Na dubljoj podlozi u dnu doline nalaze se velike jednolike sastojine acidofilne livade tvrdače (*Nardetum*), a obronci su obrašteni

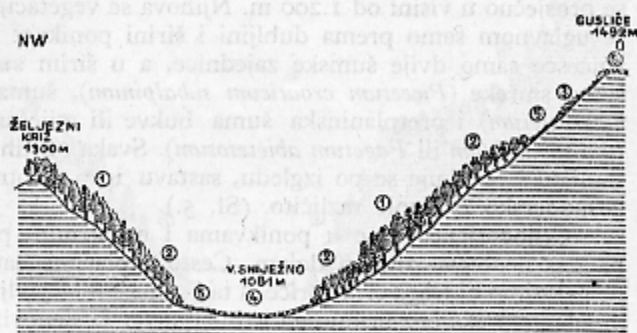
bazofilnim livadama. Najpliće, najtoplije i najsušne padine zauzela je brdska livada *Brometo-Plantaginetum*, a dublja tla dolinska livada *Trisetetum*, koja je nastala zbog stalnog pritjecanja hranjivih tvari s viših obronaka. Osim ovih brdskih i dolinskih livada, koje zauzimaju najveći dio polja, nalazimo na hladnim, sjeveroistočnim padinama i dvije planinske zajednice, livadu oštne vlasulje (*Festucetum pungentis*) i livadu sive vlasulje (*Festucetum amethystinae*), koje su razvijene i na vrhovima Snježnika. Ove planinske zajednice vezane su na Velikom Snježnu očito na hladnije položaje.

Naročito je zanimljivo raspoređenje šuma. Danas nema na Velikom Snježnu klekovine, ali je ona bila bez sumnje prije obilno raširena i zapremala je dno polja. To dokazuje ne samo konfiguracija krajine, nego i ostaci klekovine na bližim poljima, koja su čak toplija od Velikog Snježnog, ali se s njim podudaraju u bitnim osobinama raspoređenja vegetacije. Čovjek je potisnuo klekovinu bora, da stvori što veće površine livada, pa se danas uz rub livade nalazi samo niska klekovina bu-

kve, visoka do 0,5 m, a u krajnjem, jugozapadnom kutu doline — izloženom na sjeveroistok — sačuvala se zajednica velelisne vrbe (*Salicetum grandifoliae*). Bukva je na rubu polja teško oštećena pozebama, najveći dio grana je suh, između njih tjeraju nove, ali i one ne mogu doseći veće visine, jer ih stalne smrzavice oštećuju. Ovakva niska, klekasta bukva izgrađuje tek uski rub i prelazi već nakon nekoliko metara postepeno u pretplaninsku šumu bukve niskih stabala i slabih prirasta. U toj šumi nalazi se po koja slaba jela, a uz rub se javlja i smreka. Pretplaninska šuma bukve prelazi s usponom na obodu ponikve u visoku šumu bukve i jele, koja se penje prema vrhu Guslica i Planine, ali se jela u visini od 1.240 m ponovno gubi, stabla bukve postaju niska i na njih se nadovezuje uski rub klekaste bukve, a površ nje se nalazi još klekovina bora i velike površine planinskih rudina. Profil ponikve Veliko Snježno predstavlja dakle tipični obrat visinskih pojasa kakav nalazimo često i na Velebitu, s tom razlikom, da se ovdje klekovina bora spušta znatno dublje u područje bukve i jele.

Šumska vegetacija u ponikvama pretplaninskog pojasa — U ponikvama viših pojasa hrvatskog i slovenskog Krša razvijena je naročita vegetacija pretplaninskih šuma smreke, koja se bitno razlikuje od okolne vegetacije.

Gledamo li s Risnjaka prema istoku ili sjeveru, prostiru se pred nama ispod klekovine goleme površine pretplaninskih šuma bukve u kojima nema primjese crnogorice. Tu jednoliku sliku listopadnih šuma mijenjaju pojedini veći ili manji skupovi čiste crnogorice, koja se javlja na kamenitim obroncima i grebenima i



Sl. 4. Veliko Snježno u skupu Snježnika, tipičan primjer obrata visinskih pojasa zapadne Hrvatske.

Fig. 4. Veliko Snježno, ein typisches Beispiel der Stufenumkehr in Westkroatien.

1. *Fagetum croaticum abietetosum*, 2. *Fagetum croaticum subalpinum*, 3. *Pinetum mughi croaticum*, 4. *Nardetum*, 5. *Festucetum pungentis*, 6. *Caricetum firmae croaticum*.

u dubokim vrtačama. To su pretplaninske crnogorične šume, koje ne izgrađuju kod nas posebni visinski pojas, nego zauzimaju staništa, na kojima se bukva nije mogla razviti. Najljepše, najveće i najtipičnije sastojine crnogoričnih šuma nalazimo na raskidanom krškom platou istočno od glavnog grebena Risnjaka, u Bijelim Stijenama kod Jasenka i u sjevernom Velebitu. U svim tim planinama izraženi su savršeno oblici Krša, pa je veza vegetacije s obličjem krajine tako jasna i očita, da je moramo na prvi pogled uočiti.

Veliki skup ponikava u šumskom području Smrekovca ispod Risnjaka nalazi se prosječno u visini od 1.200 m. Njihova se vegetacija u biti podudara, a razlikuje se uglavnom samo prema dubljini i širini ponikve: u užim ponikvama nalazimo najčešće samo dvije šumske zajednice, a u širim su razvijene tri: pretplaninska šuma smreke (*Piceetum croaticum subalpinum*), šuma jele i milave (*Abieto-Calamagrostetum*) i pretplaninska šuma bukve ili miješana šuma bukve i jele (*Fagetum subalpinum* ili *Fagetum abietetosum*). Svaka od tih šuma nastava na određenom staništu i razlikuje se po izgledu, sastavu i po životnim prilikama, a i njihovo je gospodarsko značenje različito. (Sl. 5.).

Crnogorične šume u ponikvama i na strmim padinama Risnjaka proizvode na nas neobično snažan dojam. Često prolazimo satima čistom šumom bukve i ne nalazimo ni traga crnogorice, a tad se najednoć javlja u čistim sastojinama smreka ili jela i smreka bez primjese i jedne bukve. U sjenovitoj šumi nalaze se u prizemnom sloju nove biljke. Sve je zeleno od mahovina i od borovnice i brusnice, tek pojedino veće kamenje proviruje među svježim zelenilom šume. I na protivnoj, sunčanoj strani obronka nalazi se također crnogorična šuma; ona je sastavljena uglavnom od jele, ali se u njoj javlja novo prizemno rašće, u biti različito i od šume smreke i od šume bukve.

Uz planinarsku stazu na Smrekovcu, prije stare lovačke kuće, nalazi se velika ponikva zaraslom šumom. Najveće površine u njoj zaprema šuma bukve i jele. Iako je podloga kamenita, ipak se šuma nalazi uglavnom na dubljem tlu smeđe boje. U šumi preteže bukva, što je osobina zajednice bukve u višim pojasima, ali je jela dobro zastupana i lijepo razvijena. Uz bukvu i jelu ističe se gorski javor, od grmova raširena je obilno *Lonicera alpigena*, a rjeđi su grmovi *Rhamnus fallax*, *Daphne mezereum*, *Sorbus aucuparia* i *Rubus idaeus*. U prizemnom sloju nalazi se obilno *Omphalodes verna*, *Asperula odorata*, *Salvia glutinosa*, *Mercurialis perennis*, *Carex silvatica*, *Dentaria enneaphyllos*, *Calamintha grandiflora*, *Anemone nemorosa*, *Aspidium aculeatum*, *Arenonia agrimonoides*, *Hacquetia epipactis*, *Sanicula europaea*, *Paris quadrifolia*, *Lilium Martagon* i dr., dakle najtipičniji predstavnici bukovih šuma. Od acidofilnih vrsta javlja se vrlo rijetko *Vaccinium myrtillus* i *Blechnum spicant*; ove acidofilne vrste pokazuju, da se vegetacija i tlo razvija u smjeru acidofilnih zajednica.

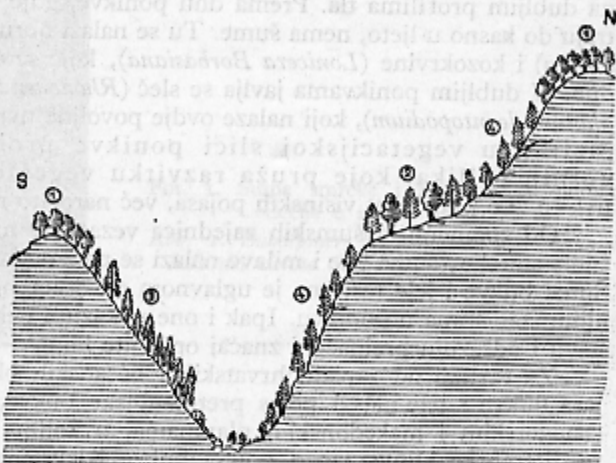
Drukčiju sliku nalazimo na strmom, sjevernom grebenu ponikve, koji je izložen na jug. Na toploj jugozapadnoj ekpoziciji, na kamenitoj, vrlo raskidanoj padini, nagnutoj preko 32°, razvila se čista crnogorična šuma sastavljena od jele i smreke. Stabla dosežu visinu 20 do 25 m, sklop je raskidan, sloj drveća zastire oko 60%, grmlje je slabo razvijeno, ali je prizemno rašće veoma bujno i šaroliko. U tim sastojinama nema ni jedne bukve, a i na samom rubu nalaze se još samo kržljava stabla, iako je malo dalje na obronku razvijena lijepa šuma bukve. Od grmova su najčešći *Juniperus intermedia*, *Rosa pendulina* i *Atragene alpina*, a u sloju prizemnog rašća ističe se naročito *Calamagrostis arundinacea*, *Adenostyles glabra*, *Mercurialis perennis*, *Solidago alpestris*, *Valeriana tripteris*, *Homogyne silvestris*, *Laserpitium mar-*

ginatum, *Phyteuma spicatum*, *Dentaria enneaphyllos*, *Cyclamen europaeum*, *Polygonatum verticillatum*, *Aspidium lonchitis*, *Lycopodium selago*, *Melica nutans*, *Carex ornithopoda*, *Melittis albida*, *Asplenium trichomanes*, *Goodyera repens* i dr. Naročito su brojne mahovine, iako im je pokrovnost malena, te svagdje proviruje goli kamen. Najčešće su mahovine *Hypnum molluscum*, *Dicranum scoparium*, *Leucobryum glaucum*, *Hylocomium triquetrum*, *H. splendens* i dr. Tlo je grubo skeletno, crnosmede boje i nalazi se tek u pukotinama stijena.

Treći tip šume u istoj ponikvi nalazi se na protivnoj strani, na sjeveroistočnoj ekspoziciji i strmom nagibu od 30°. Tu je također razvijena crnogorična šuma; ona je sastavljena uglavnom od smreke, ali ima u njoj i jele. Sklop je raskidan, vitalnost drveća je znatno bolja, a i prirodno pomlađivanje je povoljnije. Od grmlja nalazi se

Rosa pendulina, *Lonicera Borbasiana*, *L. nigra* i *Salix grandifolia*. Prizemni sloj je vrlo bujno razvijen i pokriva 90% plohe. U niskom rašću ističe se naročito borovnica (*Vaccinium myrtillus*) s brojnim mahovinama. Najznačajnije biljke prizemnog rašća su brusnica (*V. vitis idaea*), *Homogyne silvestris*, *Calamagrostis arundinacea*, *Lycopodium annotinum*, *L. selago*, *Listera cordata*, *Veronica urticaefolia*, *Gentiana asclepiadea*, *Anemone nemorosa*, *Rubus saxatilis*, *Orchis maculata*, *Hieracium murorum*, *Aspidium dilatatum* i dr. Od mahovina su najobilnije zastupane vrste *Hylocomium loreum*, *H. splendens*, *Dicranum scoparium*, *Plagiothecium undulatum*, *Sphagnum sp.* i mnoge dr. Podloga je ove crnogorične šume kamenita, ali se površ velikih trupaca i stijena postepeno razvija sloj tamnog humusa, koji omogućuje razvitak ekstremno acidofilnih vrsta smrekove šume.

Promatrajući sastav i raspoređenje ovih šuma u ponikvama pitamo se, koji su razlozi, da se u istoj ponikvi, u neposrednoj blizini, na jednakoj vapnenačkoj ili dolomitnoj podlozi razvijaju tri bitno različite zajednice i nastaju različiti tipovi tla? Odgovor na to pitanje daju nam mikroklimatska istraživanja, koja pokazuju goleme razlike u mikroklimi ovih zajednica. Razlike se očituju u trajanju snježnog pokrivača, u temperaturi, vlazi, osvjetljenju i t. d. Zajednica subalpske smreke pokrivena je najdulje snijegom. Kad su već obronci u ostalim šumama okopnjeli i kad se nalaze u punom razvitku, u smrekovoj šumi još leže hrpe snijega. Temperatura je znatno niža nego u drugim zajednicama, pa su razlike u temperaturi tla 10 cm ispod površine još u srpnju niže od temperature u susjednoj šumi jele i milave (*Abieto-Calamagrostetum*) za 6–9°C. Količina svjetla, koju dobiva ova



Sl. 5. Vegetacija u ponikvama subalpskog pojasa na Risnjaku
Fig. 5. Die Dolinen-Vegetation der subalpinen Stufe im Risnjak-Massive.

1. *Fagetum croaticum subalpinum*, 2. *F. c. abietetosum*, 3. *Piceetum croaticum subalpinum*, 4. *Calamagrosteto-Abietum*.

asocijacija je znatno manja od količine svjetla ostalih zajednica. Razlog je sjeverni položaj, što ga zauzima zajednica smreke u ponikvi.

Najhladnija, najvlažnija i zasjenjena staništa zauzela je dakle pretplaninska šuma smreke, najsušna i najtoplija šuma jele i milave, a u sredini između ta dva ekstrema nalazi se šuma bukve i jele ili pretplaninska šuma bukve, koja nastava na dubljim profilima tla. Prema dnu ponikve, gdje leže najveće količine snijega i traju do kasno u ljeto, nema šume. Tu se nalazi obrub planinskih vrba (*Salix grandifolia*) i kozokrvine (*Lonicera Borbasiana*), koje se često nadovezuju na kamenito dno. U dubljim ponikvama javlja se sleč (*Rhododendron hirsutum*) i bjelolist (*Gnaphalium leontopodium*), koji nalaze ovdje povoljne uvjete za razvitak. Ove goleme razlike u vegetacijskoj slici ponikve proizlaze iz osebnosti životnih prilika, koje pruža razvitku vegetacije omeđeni prostor ponikve. To nije obrat visinskih pojasa, već naročito reljefni fenomen ponikve.

Od spomenutih šumskih zajednica vezana je na ponikve samo pretplaninska šuma smreke; šuma jele i milave nalazi se na kamenitim terenima i izvan ponikve. Šuma bukve i jele raširena je uglavnom na otvorenom i silazi samo na najpovoljnijim staništima u ponikvu. Ipak i one pokazuju neke promjene u florističkom sastavu i odražuju preinačeni značaj općenite klime.

Za razliku od zapadnohrvatskih i bosanskih planina na kojima se iznad pojasa bukve i jele nalazi pojas pretplaninske bukve, razvijen je u hercegovačkim, crnogorskim i makedonskim planinama, u kojima su jače izraženi utjecaji submediteranske klime, iznad pojasa bukve i jele pojas munjike (*Pinus Heldreichii*). Taj je pojas munjike djelovanjem čovjeka vrlo često raskidan i na mnogim mjestima potpuno uništen. Ipak se najčešće mogu još danas utvrditi njegove značajne osobine.

Munjika se nalazi na Prenju, Čvršnjaci i na Orjenu na otvorenim položajima, a čim je razvijena i malena ponikva, maleno udubljenje terena, nalazi se u njem pretplaninska šuma bukve, koja je u zapadnim hrvatskim planinama razvijena na otvorenim položajima. Na Borovniku i drugim vrhovima u orjenskom skupu nalaze se u visini od 1.540 m u ponikvama (rupama i kablovima) često veće sastojine čiste šume bukve. Otvorene obronke zauzela je munjika, pa se bukva iz daljine najčešće ne vidi. Ona je skrivena u rupi, zaštićena od vjetrova i jakog zagrijavanja, a pogoduje joj naročito vlažna atmosfera i dulje trajanje snijega. Vegetacija ponikava pokazuje i ovdje svoje osebnosti.

Klekovina bora u ponikvama gornjeg šumskog pojasa — U nižim dijelovima pretplaninske šume bukve nalazimo na Risnjaku i Snježniku još tipično razvijene crnogorične šume. One sežu do visine od nekih 1300. m. S visinom mijenja se slika, bukva biva sve niža i prelazi u klekovinu bukve, a povrhnje razvijen je pojas klekovine bora. I u ponikvama se mijenja vegetacijska slika, pretplaninske crnogorične šume povlače se na povoljnija staništa ili posve nestaju, a klekovina se javlja kao tipični obrat visinskih pojasa. Ona silazi često vrlo nisko, najniža su nalazišta u Gorskom Kotaru na Pribinišu kod Platka i na Radeševu iznad Lazca.

Vrlo značajni primjer vegetacije ponikva je Viljska ponikva. (Tabl. 1. 2., sl. 1. i sl. 6.). Ona se nalazi između Viljskih Stijena, Čajtnika i južnog M. Risnjaka. Dno joj leži u visini 1.184 m, a obronci povrhnje viši su za 200 m. U ponikvi nalazi se nekoliko šumskih zajednica, koje pokazuju očitu zakonitost u raširenju. Najtoplija i najsvjetlija staništa zauzela je pretplaninska šuma bukve; ona okružuje cijeli obod ponikve, a na toplim, južnim padinama spušta se skoro do njezina dna.

TABLA I



Fot. 1. Šuma smreke i klekovine u ponikvi
Ceclje u skupu Snježnika

Abb. 1. Subalpiner Fichtenwald und Krummholz der doline Ceclje im Snježnik-Massive.

ISPRAVAK

Naslov fot. 2 na tabli I treba zamjeniti sa naslovom fot. 1 na tabli II.

AUSBESSERUNG

Die Anschrift des Photos 2 auf der Tafel I ist mit der Anschrift des Photos 1 auf der Tafel II zu verwechseln

Fot. 2. Viljska Ponikva ispod Risnjaka: klekovina bora i šuma smreke unutar pretplainske šume cukve

Abb. 2. Viljska Ponikva im Risnjak-Massive: das Krumholz und subalpiner Fichtenwald innerhalb des subalpinen Buchenwaldes.

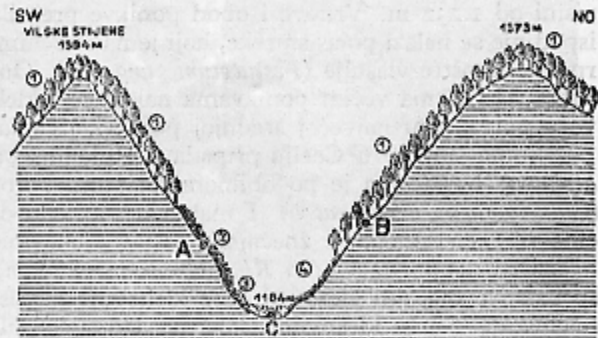


Nasuprot šumi bukve nalazi se velika sastojina klekovine bora, koja je zauzela hladne sjeverne padine, koje su najmanje obasjane suncem. S obje strane klekovine nalaze se sastojine subalpske šume smreke s obiljem borovnice, brusnice, crvotočina i mahovina. Tek na suhim, izloženim stijenama javlja se u manjim sastojinama i pretplaninska šuma jele i milave.

Osim ovih šumskih zajednica nalazi se pri samom dnu ponikve šikara vrbe (*Salicetum grandifoliae*), a ispod šume bukve malena livadica busike (*Deschampsietum alpinum*). Sastav i raspoređenje pojedinih zajednica pokazuje tijesnu povezanost s reljefom ponikve.

Klekovina zaprema u Viljskoj ponikvi zapravo veliko točilo, koje je povezala svojim dinamičkim djelovanjem ostavljajući prazne malene žljebove, po kojima se ruše sniježne sipine. Na tim otvorenim mjestima rastu mnoge planinske biljke na pr. *Salix arbuscula*, *Saussurea discolor* i dr. Sastav klekovine mijenja se prema dubljini tla: na plitkim, suhim staništima nalazi se u klekovini obilno *Rhododendron*, a nad ublijim vlažnim tlima javlja se u velikim jastucima mah tresetar (*Sphagnum*). Crveni jastuci maha tresetara dosežu visinu od 0,5 m, a veliki su često i do 2 m². Od višeg bilja nalazi se na njima stalno *Vaccinium vitis idaea* i *Salix arbuscula*. Između te dvije krajnosti nalazi se tipična klekovina; u njoj nalazimo od grmova velelisnu vrbu (*Salix grandifolia*), kozokrvinu (*Lonicera Borbasiana*) i ružu (*Rosa pendulina*), a stalno se nade i po koja kržljava jela i smreka. Od grmića su obilno zastupani *Rhododendron hirsutum*, *Salix arbuscula*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis idaea*, *Atragene alpina*, *Rubus saxatilis* i *Juniperus nana*, a od zeljastog bilja *Homogyne silvestris*, *Majanthemum bifolium*, *Lycopodium annotinum*, *L. selago*, *Carex digitata*, *C. atrata*, *C. tenuis*, *Aspidium dilatatum*, *Viola biflora*, *Heliosperma quadrifidum* i dr. Obilno se nalaze i mahovine, najčešće *Dicranum scoparium*, *Polytrichum alpinum*, *Hylocomium splendens*, *H. triquetrum* i *H. loreum*.

Razlike u florističkom sastavu pojedinih šumskih zajednica u ponikvi su veoma velike. Naročito se razlikuje subalpska šuma bukve i klekovine bora, koje se nalaze jedna nasuprot drugoj. Razlike su uvjetovane posebnom mikroklimom ponikve, koja omogućuje s jedne strane razvitak subalpske šume bukve, a s druge strane razvitak klekovine. Ove mikroklimatske razlike izražene su najjasnije u temperaturi, u količini i značaju sunčanog svjetla i u trajanju sniježnog pokriva. (Upor. sl. 1.).



Sl. 6. Vegetacija u Viljskoj Ponikvi pod Risnjakom.

Fig. 6. Die Vegetation der Viljska Ponikva im Risnjak-Massive.

1. *Fagetum croaticum subalpinum*, 2. *Pinetum mughi croaticum*, 3. *Salicetum grandifoliae*, 4. *Deschampsietum subalpinum*.

Za točke A, B i C izračunano je trajanje osvjetljenja na sl. 1.

Für die Punkte A, B und C ist die Belichtungsdauer in der Fig. 1 berechnet.

Velika ponikva između Viljskih stijena i južnog M. Risnjaka je značajan primjer o posebnim ekološkim prilikama, koje pruža vegetaciji ponikva kao sabiralište snijega, hladnih zračnih struja i zračne vlage, a ujedno i tipičan primjer o ekološkim razlikama unutar same ponikve.

Naročito značenje za razumijevanje ekologije i prošlosti vegetacije ponikava subalpskog područja ima ponikva Ceclje. Ona leži sjeverozapadno od Platka između vrhova Škurine (1.471 m) i grebena 1.459 m. Ceclje je zapravo veća ponikva u kojoj su se razvile tri manje; naokolo je obuhvata slojnica 1.330 m, a dno leži u visini od 1.232 m. Vrhove i obod ponikve prekrila je pretplaninska šuma bukve, ispod nje se nalazi pojas smreke, koji je na istočnim padinama raskidan planinskim rudinama oštre vlasulje (*Festucetum pungentis*). One su nastale nakon potiskivanja šume. U dvjema većim ponikvama nalazi se i klekovina bora, koja zaprema najveću površinu u najvećoj srednjoj ponikvi. (Tabla I. I. i II. 2.)

Šuma smreke u Ceclju pripada pretplaninskom tipu (*Piceetum croaticum subalpinum*) i značajna je po obilnom raširenju borovnice, brusnice i trave milave (*Calamagrostis arundinacea*). I mahovine su vrlo obilno zastupane, ali su crvotočine rijetke. Mnogo je značajniji sastav klekovine. Na plitkim, kamenitim tlima nalazi se u njoj uglavnom *Rhododendron hirsutum*, a na dubljim tlima razvili su se i drugi značajni elementi naše klekovine napose brusnica, borovnica i brojne mahovine. Na tu klekovinu, koja je vrlo slična klekovini obližnjih vrhova, naseljuje se mah tresetar (*Sphagnum*) čim se je razvila humozna naslaga od nekih 20 do 30 cm. Mah tresetar započinje izgrađivanjem treseta, koji unatoč strmini doseže debljinu od 60—75 cm. Na tresetnoj podlozi preteže najzad potpuno mah tresetar i potiskuje ostale biljke, a utječe i na sam borić. Osjetljive bazofilne vrste nestaju, a zadržava se samo brusnica, borovnica i crvotočina (*Lycopodium Selago*). Nastaje cretna klekovina slično kao na Pokljuci u Julskim Alpama, ali u njoj nema elemenata nadignutog creta (upor. Pevalak, 1924.).

Ovaj značajan razvitak klekovine, koji smo upoznali već u Viljskoj ponikvi, pokazuje kako su životne prilike u ponikvama različite nego na slobodnom obronku.

Ponikva Ceclje odlikuje se od ostalih ponikava hrvatskog Krša još u nazočnosti visokoplaninskih elemenata: *Dryas octopetala*, *Salix retusa*, *Carex capillaris*, *Crepis Kernerii*, *Campanula cochlearifolia* f. i ilirske planinske vrste *Arabis Scopulina*. *Dryas* osvaja točilo i izgrađuje u gornjem dijelu ponikve manje sastojine. Na njih se naseljuju *Pinus mughus*. U donjem dijelu ponikve, gdje se najdulje zadržavaju sniježne gomile, vrši tu zadaću *Salix retusa* obrašćujući velikom snagom točilo i gradeći manje sastojine na koje se također postepeno naseljuje krivulj.

Slični sastav vegetacije ima i poznata ponikva Lepo Brdo (Paradana) u Trnovskom gozdu (upor. Beck-Mannagetta, 1906.). Ove obje ponikve ističu se po glacialnim reliktima, te su važne za razumijevanje prošlosti naše vegetacije.

Visoke zeleni i vlažne livade u ponikvama — Na dnu ponikava gdje se skuplja hladni zrak i nagomilavaju se velike količine snijega, nalazimo već u pojasu bukve i jele najčešće prazan prostor, u kome nema šume, nego se razvija šarolika vegetacija visokih zeleni ili vlažnih livada. Vlažne livade nalaze se na nepropusnom tlu, a visoke zeleni na propusnim tlima. Vegetacija visokih zeleni razlikuje se prema nadmorskoj visini, trajanju snijega i obliku ponikve.

U velikim, dubokim ponikvama u pojasu bukve i jele nalazimo najčešće zajednicu bijelog lopuha (*Petasites albus*). Ona je jednoliko građena, a prodire često i u samu šumu, ako su padine ponikve blage i omogućuju dugo zadržavanje vlage. Druga je značajna zajednica visokih zeleni u području bukve i jele asocijacija vrste

TABLA II.



Fot. 1. Risnjak; planinske rudine na dnu velike ponikve u pojasu klekovine.
Abb. 1. Risnjak; die alpinen Rasengesellschaften am Grunde der grossen Doline innerhalb des Krummholzes.



Fot. 2. Klekovina u dnu ponikve Ceclje u skupu Hrvatskog Snježnika, na rubu smreke
Abb. 2. Ceclje im Snježnik-Massive, Krummholz in Dolinen-grunde, am Rande die Fichten.
Foto I. Horvat

Telekia speciosa, koja sa *Chrysanthemum macrophyllum* gradi krasne sastojine. One sežu i u pojas pretplaninske šume bukve. *Telekia* je raširena naročito uz rubove potoka, ali se u suhim krškim terenima javlja obilno u dnu ponikava i na vlažnim sječinama. Ponikva svojom posebnom klimom, a naročito dovoljnom količinom vlage stvara povoljne uvjete za razvitak ove značajne zajednice visokih zeleni.

Iako u dubokim ponikvama već u području bukve i jele najčešće nema šume, ipak se ta pojava ističe još više s usponom. U pojasu pretplaninske šume i klekovine razvijena je u ponikvama obilno vegetacija visokih zeleni ili vegetacija planinskih rudina. Visoke zeleni zauzimaju vlažnija, hladnija i humoznija staništa, a planinske rudine suša, najčešće kamenita i strma. Svaka veća ponikva u višim pojasi daje obilje primjera o mnogolikim ekološkim prilikama, koje u njoj vladaju. Na Bijelim Stijenama kod Jasenka poznata je naročito šarolika vegetacija visokih zeleni, koja se odlikuje tolikom bujnošću, da narod naziva ponikve planinskim vrtićima. Među raskidanim vrhovima ovih stijena razvijene su tri šumske zajednice: na blažim nagibima i dubljim profilima tla pretplaninska šuma bukve, na suhim, izloženim stijenama šuma jele i milave, a na zaštićenim, zasjenjenim položajima pretplaninska šuma smreke. Na mjestima, gdje se skupljaju najveće količine snijega, koje nanose vjetrovi u uske i duboke ponikve, nema šume, tek pojedino oštećeno drveće, najčešće gorski javor, upućuje na teške životne prilike za šumu. Ovdje je vegetacija izgrađena od visokih, trajnih zeleni, koje dosežu 1,5 do 2 m i odlikuju se neobičnom šarolikošću boja. Najznačajniji su predstavnici ove vegetacije vrste *Adenostyles alliariae*, *Mulgedium alpinum*, *Doronicum austriacum*, *Aspidium filix mas*, *Telekia speciosa*, *Scopolia carniolica*, *Poa hybrida* i dr.

Još mnogolikiju vegetaciju visokih zeleni nalazimo u ponikvama sjevernog Velebita između Gromovače i Kukova, na Rajincu, oko Kozjaka i drugdje. Ta je vegetacija strogo vezana na ponikve i zauzima u njima jasno određeno stanište.

Značajan primjer mnogolikosti vegetacije u ponikvama viših područja nalazimo u velikoj ponikvi usred Risnjaka. Ispod strmih, sjevernih stijena Risnjaka ruši se, okružena naokolo grebenima, velika duboka ponikva (Tabla 1. 2.). Ona leži u području klekovine, a zaštićena je naročito s juga i omogućuje svojim oblikom nagomilavanje velikih količina snijega. Grebeni i padine, ukoliko nisu odviše stjenoviti, prekriveni su klekovinom, koja je raskidana prema dnu jame, u koju se ruše gomile kamenja. Dno ponikve je kamenito, a iznad njega nalazi se obrub planinskih rudina. Prema dubljini tla, strmini obronka, ekspoziciji i trajanju snijega razvija se različita vegetacija. Već sama klekovina pokazuje znatne razlike u vezi s reljefom i dubljinom ponikve. Na plicim, izloženim stijenama nalazi se niska klekovina do 50 cm i u njoj obilno islandski lišaj (*Cetraria islandica*). Na zaštićenijim mjestima zaprema velike površine znatno viša klekovina sastavljena od brojnih grmića, crvotočina i mahovina. U njoj su naročito obilne vrste iz porodice vriješova (*Ericaceae*). Naprotiv nestaju ovi elementi iz klekovine na položitim, vlažnim staništima i pojavljuju se sve obilnije biljke iz zajednica visokih zeleni.

Drugo mjesto po prostranstvu zapremaju u ponikvi pretplaninske rudine, koje su zastupane s dvije asocijacije: na sušim, strmijim i toplijim staništima razvila se zajednica oštre vlasulje (*Festucetum pungentis*), a na položitim, vlažnijim i hladnijim zajednica kosmate zečine (*Calamagrosteto-Centaureetum*). Naprotiv prave planinske zajednice zapremaju izložene grebene. U ponikvi sred Risnjaka razvijena je vegetacija visokih zeleni, ali zbog konfiguracije terena i kamenite podloge ne zaprema veće površine.

Naročita je vegetacijska pojava u ponikvama unutar pretplaninske šume bukve i klekovine livada busike (*Deschampsietum alpinum*). Ona zauzima dublja, nepropusna tla, na kojima se u zimi skupljaju velike količine snijega, a u ljetu se zadržava kišnica, što se slijeva iz susjednih obronaka. Zajednica planinske busike je vrlo jednolika i sastavljena iz malenog broja vrsta. Ona se često izmijenjuje s vegetacijom visokih zeleni i s vegetacijom planinskih rudina.

Ima ponikava na Risnjaku, Snježniku i u Velebitu, gdje je ova livada zauzela ne samo dno, nego i strme obronke.

Vegetacija snježišta u ponikvama pretplaninskih šuma i klekovine — Najznačajnija pojava u ponikvama visokih dinarskih planina je bez sumnje vegetacija snježišta: ona je sastavljena od biljaka prilagođenih dugom trajanju snijega i natapanju snježnicom, što se cijedi ispod snježnog brda. Vegetacija snježanika, razvijena je najljepše u najvišim pojasima, iznad klekovine i zaprema često znatne površine na vlažnim točilima ispod stijena. Ona se odlikuje brojnim biljkama, koje su prilagođene kratkotrajnom vegetacijskom periodu i ne nalaze se nikada u drugim zajednicama. Vegetacija snježišta silazi u ponikvama duboko ispod svoje prirodne granice, pa se nalazi u pojasu klekovine i u pojasu pretplaninskih šuma. Jame snježnice susrećemo doduše i u nižim područjima, ali one nisu povoljne za razvitak vegetacije snježišta, jer u njima nema dovoljno svjetla. Te su jame ponajčešće uske, strmih stijena i zasjenjene, pa u mnogim snježnicama ne nalazimo uopće vegetaciju snježišta, nego samo brojne mahovine i neke cvjetnjače vlažnijih staništa.

Vegetacija snježišta javlja se u ponikvama u Velebitu već u pojasu pretplaninskih šuma, gdje se skupljaju velike količine snijega i zadržavaju se gotovo cijelo ljetu. U Kukovima, u sjev. Velebitu, nalazimo u tim dubokim ponikvama najčešće tri različite vegetacijske jedinice: na toplim položajima planinske rudine, uglavnom *Festucetum pungentis*, na vlažnim i hladnim staništima vegetaciju visokih zeleni (*Adenostylion*), a u samom dnu ili kutu ponikve, uz snijeg, vegetaciju snježišta. Ta je vegetacija sastavljena od malenog broja biljaka, uglavnom od endemične prenjške kamenike (*Saxifraga prenja*).

Zajednica prenjške kamenike (*Saxifragetum prenjae*) razvijena je mnogo ljepše u području klekovine naših viših planina, ali se i ovdje nalazi isključivo u ponikvama. Na zapadnim obroncima Bjelašnice, ispod glavnog vrha razvijen je niz malenih ponikava, koje su s dvije strane zaštićene planinskim grebenima. U njima se zadržavaju u ljetu dugo krpe snijega, koje vjetar snosi s vrhova. Na plitkoj kamenitoj podlozi, na umirenom vapnenačkom točilu, razvijena je ovdje zajednica prenjške kamenike.

Vrlo značajna vegetacija snježišta nalazi se u malenim, dosta plitkim ponikvama najviših pojasa dinarskih planina, u kojima se dugo zadržavaju sniježne gomile. Na dubljoj naslazi tla naselila se niska vegetacija biljaka, prilagođenih kratkom vegetacijskom periodu. U zajednici dominira *Plantago montana*; od ostalih vrsta ističu se *Sagina Linnaei*, *Arenaria biflora*, *Poa alpina* i brojne mahovine. Naprotiv nalazimo na kamenitim blokovima i na umirenim točilima najviših vrhova zajednicu vrste *Salix retusa*. Fragmenti ove zajednice razvijeni su, kako smo vidjeli, i u nekim ponikvama u šumskom području našega Krša i imaju izrazito reliktni značaj.

Pojavljivanje vegetacije snježišta u ponikvama nižih područja izrazuje u najjasnijem obliku fenomen vegetacije ponikava. Ponikva omogućuje svojom gradom

nagomilavanje i zadržavanje snijega, a stvara i ostale uvjete potrebne za razvitak ove visokoplaninske vegetacije, često duboko u šumskom području. U najvišim pojasima planina postaju ponikve isključivim staništem vegetacije snježišta.

Kulture u ponikvama — Ponikve nižih područja zauzele su od najstarijih vremena poljoprivredne kulture. Na dubokim, prirodnim ili nanesenim tlima uzgajaju se u ponikvama različite kulture, koje uspijevaju ovdje često mnogo povoljnije nego na otvorenim obroncima. U ponikvama nije tlo izvrgnuto tolikom otplavlivanju, kulture su zaštićene od vjetra, lakše se čuvaju od životinja, pa su već od davnine potisnule prirodnu vegetaciju. Zato je u velikom dijelu našeg sredozemnog područja često teško utvrditi, kakva je bila prirodna vegetacija u ponikvama.

Kulture u ponikvama sežu i iznad hrastovog područja; u nekim primorskim planinama nalaze se sve do pretplaninskog pojasa. Na Biokovu nalazimo na pr. u zaštićenim ponikvama njive s ječmom i krumpirom još u području pretplaninske šume bukve, dok na otvorenom obronku u toj visini ne uspijevaju. Bit će stoga zanimljivo pitanje proučiti raširenje poljoprivrednih kultura u ponikvama u odnosu prema prirodnoj vegetaciji.

Zaglavak — Među najznačajnije pojave Krša ubrajamo ponikve ili vrtče, koje se razlikuju po položaju, obliku, širini i dubljini, strmini obronka, naslazi tla i sl. One se ističu kao cjelina mnogim važnim ekološkim osobinama. Ponikva je jasno ograđen prostor, omeđena cjelina, u kojoj se bitno mijenjaju elementi općenite klime. U ponikvama smanjuje se količina svijetla, pod utjecajem zaštite od vjetra stvara se atmosfera zasićena vodenim parama, snizuje se temperatura, a u višim pojasima skupljaju se gomile snijega, koje se dugo zadržavaju i skraćuju vegetacijski period. U ponikvama razvija se stoga najčešće vegetacija prilagođena većoj količini vlage i nižoj temperaturi od vegetacije otvorenog obronka. Zato se u ponikvama nalaze često biljne zajednice viših pojasa ispod svoje prirodne granice: u području zimzelene vegetacije javljaju se u ponikvama listopadne šume, u području kserofilnih hrastovih šuma mezofilne šume običnoga graba i bukve, u pojasi bukve i jele pretplaninske crnogorične šume, u području ovih klekovina, a u klekovini planinska vegetacija. To je dovelo do mišljenja, da se vegetacija u ponikvama ima shvatiti kao obrat visinskih pojasa. Točnije promatranje raspoređenja i grade vegetacije ponikava pokazuje ipak tolike značajke, da se ona ne može svesti jedino na pojavu obrata visinskih pojasa.

Ponikva se odlikuje naročitim životnim prilikama, koje proizlaze iz karaktera općenite klime i njezine geomorfološke grade kao omeđenog prostora, koji stvara posebne životne uvjete za razvitak vegetacije. Ponikva stvara svoju naročitu klimu, koja se razlikuje od klime slobodnog obronka, pa se s tim u vezi razvija u njoj i naročita vegetacija. Unutar većih i dubljih ponikava možemo što više razlikovati nekoliko jasno izraženih biljnih zajednica, koje nas upućuju na to, da se i klima tih ponikava može raščlaniti na niže jedinice.

Kao što se vegetacija vrhova odlikuje cijelim nizom osobina, koje proizlaze iz različitih faktora (fenomen vegetacije vrhova), tako se i vegetacija ponikava odlikuje posebnim osobinama, koje uvjetuje njihova geomorfološka grade, pa se ima smatrati posebnim reljefnim fenomenom, koji smo nazvali fenomen vegetacije ponikava.

Vegetacija ponikava nema, kako smo istaknuli u uvodu, samo naš lokalni značaj; ona je općenita biljno-geografska pojava, koja se javlja u svim krajevima

Zemlje gdje su geomorfološke prilike za to povoljne. Bit će stoga zahvalna zadaća, da se ta pojava svestrano prouči, jer nam pruža zanimljivi uvid u odnose biljnog svijeta i reljefa, a ima usto i praktično značenje za šumarstvo.

LITERATURA

- Adamović L.*: Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. Leipzig 1909.
- Aichinger E.*: Höhenstufenumkehr der Vegetation durch Frostlöcher in der montanen Stufe den Karawanken. Forstarchiv 1932.
- Aichinger E.*: Vegetationskunde der Karawanken. Jena 1933.
- Beck-Mannagetta G.*: Die Umkehrung der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. Sitzb. Akad. Wiss. Wien CXV. 1906.
- Braun-Blanquet J.*: Pflanzensoziologie. II. Auf. Wien 1952.
- Braun-Blanquet J. et Susplugas J.*: Reconnaissance phytogéographique dans les Corbières. Comm. S. I. G. M. A. 61. 1937.
- Cvijić J.*: Das Karstphänomen. Wien 1893.
- Degen. A.*: Flora velebitica. I. Budapest 1936.
- Guttenberg H.*: Die forstlichen Verhältnisse des Karstes. Triest 1882.
- Hann J. — Knoch K.*: Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1932.
- Geiger R.*: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 3. izd. Braunschweig 1950.
- Horvat I.*: Vegetacijske studije o hrvatskim planinama I. Rad Akad. 238. Zagreb 1930.
- Horvat I.*: Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse 6. Zagreb 1938.
- Horvat I.*: Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb 1949.
- Horvat I.*: Šumske zajednice Jugoslavije. Zagreb 1950.
- Horvatić S.*: Nastavak istraživanja vegetacije otoka Krka. Ljet. Akad. 51. Zagreb 1939.
- Jedlovski D.*: Prilog poznavanju areala bukve u Dalmaciji. Šumar. list. Zagreb 1952.
- Kerner A.*: Die Entstehung relativ hoher Lufttemperaturen in der Mittelhöhe der Talbecken der Alpen. Zeit. öster. Gesell. Meteor. XI. 1876.
- Kitaić P.*: Diarium itineris croatici 1902. (15 sv.) (cit. Degen: Flora velebitica I. str. 389.).
- Knapp G. u R.*: Beobachtungen über Mikroklima und Spätfrosterscheinungen im nordöstlichen Vogelsberg. Wetter u. Leben, 4, 1952.
- Lauscher F.*: Grundlagen d. Strahlklimas d. Lunzerkleinklimastation. Beih. Jahrb. Zentralanst. Met. 1931. Wien 1937. (cit. po Geigeru).
- Pevalšek I.*: Geobotanička i algološka istraživanja cretova u Hrvatskoj i Sloveniji. Rad akad. 230. Zagreb 1924.
- Poljak J.*: Planinarski vodič po Velebitu. Zagreb 1929.
- Pospichal E.*: Flora des oesterreichischen Küstenlandes. Leipzig—Wien 1897.
- Regel C.*: Über die Umkehrung der Vegetationsstufen in Griechenland. Ber. Schw. Ges. 52. 1942.
- Rossi L.*: Pregled flore Hrvatskog Primorja. Prir. istr. akad. 17. Zagreb 1930.
- Schmidt W.*: Die tiefsten Minimumtemperaturen in Mitteleuropa. Naturwiss. 18. 1930.
- Szafer W., Pawłowski B. et Kulczyński S.*: Die Pflanzenassoziationen des Tatragebirges. I. Bull. inter. Acad. Polon. Krakow 1923.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Vegetation der Karstdolinen

Ein Beitrag zur Pflanzengeographie des Karstes

I. Horvat

In dieser Abhandlung wird das Vegetationsphänomen der Karstdolinen besprochen, welches gewöhnlich als die Umkehr der Vegetationszonen behandelt worden ist. Die nähere Betrachtung zeigt jedoch, dass die Umkehr der Zonen einerseits nicht auf die Dolinen gebunden ist, und andererseits dass sie nur einen, zwar sehr bemerkenswerten Teil dieses interessanten Phänomens darstellt. Die Vegetation der Dolinen hat einen tieferen Grund in den eigenartigen Lebensverhältnissen, welche die Doline als Ganzes den Lebewesen bietet.

Die Dolinen (oder besser die Ponikven) sind meist trichterförmige Einsenkungen, welche durch die oberflächliche Erosion und tektonische Einschüttung der Steine in die leeren Luft-räume unter der Oberfläche entstanden sind, und ein eigentümliches geomorphologisches Gebilde darstellen, das namentlich im Karstgebiete entwickelt ist, aber auch in anderen Gegenden vorkommt. Sie unterscheiden sich in der Form, in der Grösse und Tiefe, im morphologischen Aufbau, in der Steilheit der Hänge, Mächtigkeit der Bodenschicht, in der Eigenart des Grundes (ob steinig oder mit Erde ausgefüllt), sie zeichnen sich aber noch durch eine Anzahl klimatischer Eigentümlichkeiten aus, welche auf die Vegetation grossen Einfluss ausüben, und welche noch einer sorgfältigen Analyse bedürfen. Die Doline ist ein mehr oder weniger umgrenzter Raum, ein eigenartiges System innerhalb bestimmten Klimagebietes, das von der Umgebung zwar abgetrennt, aber mit ihr dennoch vielfach verbunden ist. Je mehr dieser Raum umgrenzt ist und je tiefer und enger er ist, um so stärker kommt seine Eigenart zum Vorschein. In den seichten und breiten Dolinen dagegen herrscht das Allgemeinklima vor.

Das Dolinenklima ist eigenartig, die Elemente des Allgemeinklimas sind mehrfach umgestaltet, modifiziert. Die Lichtmenge ist, insbesondere bei niedriger Sonnenbahn, vermindert, die Nord-, Nordost- und Nordwesthänge bekommen nur schwaches Licht, sogar die sonnenexponierten Seiten der Doline werden früher als im Freien beschattet. Die Windeinwirkung und damit in Verbindung die Luftzirkulation ist stark herabgesetzt und dadurch die Anhäufung des Wasserdampfes ermöglicht. Davon reicht der schattigere und feuchtere Charakter der Vegetation aus: in den meisten Dolinen und Poljen ist eine feuchtigkeitsliebendere Vegetation als im Freien anzutreffen. So kommt z. B. in vielen Dolinen innerhalb trockenheitsliebender Wälder die Hainbuche oder sogar die Buche vor. In den Krummholzbeständen entwickelt sich oberhalb steiler Kalkunterlage eine dicke Torfschicht, welche in unserem Klima an offenem Hange kaum denkbar ist. In den Dolinen kommt es doch zu einer Luftzirkulation. Bei bestimmten geomorphologischen Verhältnissen fliesst nämlich die kalte Luft in die Tiefe, erniedrigt die Temperatur und führt in Extremen sogar zum Erfrieren: die Dolinen werden zu eigentlichen Frostlöchern. In den höheren Lagen ermöglicht die Form der Dolinen die Anhäufung grosser Schneemengen, die in feuchter, beschatteter Atmosphäre tief in den Sommer verbleiben und eine Erniedrigung der Temperatur und die Verkürzung der Vegetationsdauer ausüben. Das führt zu einer eigenartigen Tiefenzonation gegen den Grund der Doline: am Rande entwickelt sich z. B. der Buchenwald, unter diesem ein Fichtenwald, gegen den Grund das Krummholz und am tiefsten die Schneebodenvegetation. Diese Tiefenzonation bisher schlechthin als Umkehr der Vegetationszonen aufgefasst, darf aber nicht mit ihr identifiziert werden. Der Verfasser glaubt nämlich, dass man von einer Umkehr der Zonen nur dann sprechen kann, wenn die gleichen Zonen, welche gegen den Grund der Doline reichen, auch an nächsten Gipfeln vorkommen. Wenn sich aber in der Doline eine eigenartige, im Freien sogar nicht vorkommende Vegetation befindet ist besser von der Tiefenzonation zu sprechen. In den kroatischen Alpen haben wir z. B. keine Fichtenzone, auf dessen Stelle ist ein subalpiner Buchenwald vorhanden. Der Fichtenwald kommt nur an kalten Poljen und Karstdolinen vor, er darf also nicht als eine Umkehr der Zonen betrachtet werden. Wir haben doch in vielen Dolinen eine wirkliche Umkehr unserer Zonen: am tiefsten in der Doline befindet sich das Krummholz, dann kommt der subal-

pine Buchenwald, am freien Hange ist der Buchen-Tannenwald entwickelt, oberhalb desselben wieder der subalpine Buchenwald, nach welchen dann noch das Krummholz folgt (Fig. 4.). Das ist eine wirkliche Umkehr unserer Höhenzonen.

Im Gegensatz zu diesen kalten Dolinen, welche eine feuchtigkeits- und kälteliebende Vegetation höherer Stufen beherbergen, zeichnen sich die an die geschützten Hängen angelegten, der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzten Dolinen durch eine wärmeliebende Vegetation aus. Einige Arten und sogar ganze Pflanzengesellschaften erreichen in solchen geschützten Wärmekesseln die höchsten Höhengrenzen. Daraus sind wohl auch die meisten Kulturen der subalpinen Zone unseres Karstes zu verstehen.

In den Dolinen und Poljen ist je nach der geographischen Lage und Höhe eine recht verschiedene Vegetation vorhanden, welche doch immer ein mehr oder weniger klares Zeichen des Dolineneinflusses trägt.

Nachdem die allgemeinen Probleme der Dolinenvegetation besprochen worden sind, wird die Vegetation einiger typischen Dolinen des kroatischen Karstes geschildert und versucht die Gesetzmässigkeit ihrer Verbreitung zu erklären.

Das Phänomen der Dolinen ist schon im Bereiche der Mittelmeervegetation verbreitet. Aus unserem Gebiete sind uns zwar keine typischen Beispiele bekannt, es kann aber wohl das vom Braun-Blaunquet nachgewiesene Vorkommen der Buche in den Dolinen innerhalb der *Quercus ilex*-Wälder in den Pyrenäen als Vorbild dienen. Im Bereiche unserer submediterranen, trockenheitsliebenden Vegetation, welche in niedrigeren Stufen zum *Carpinetum orientalis*, in höheren Lagen dagegen zum *Seslerieto-Ostryetum* gehört, ist das Dolinenphänomen sehr schön ausgeprägt. Innerhalb dieser Wälder, welche dem xerophilen Verbands *Carpinion orientalis* angehören, sind in den Dolinen die mesophilen Subassoziationen erwähnter Assoziationen mit *Carpinus Betulus* entwickelt, in welchen sich die feuchtigkeitsliebenden Arten unserer kontinentalen Eichenwälder ansiedeln, vor allem *Carpinus Betulus*, *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, *Corylus avelana*, hier und da sogar *Fagus*. Von den Pflanzen der Krautschicht ist *Stellaria holostea*, *Sanicula europaea*, *Anemone ranunculoides*, *Lamium orvala* und *Asarum europaeum* anzutreffen. (Fig. 2.)

Noch viel stärker tritt die Eigenart der Dolinenvegetation in höheren Lagen, in der Stufe des Buchen-Tannen- und des subalpinen Buchenwaldes zum Vorschein. Dort ist einerseits das Karstphänomen noch prächtiger entwickelt — einzelne Dolinen erreichen nicht selten die Tiefe von 100—200 m — und andererseits sind die klimatischen Verhältnisse verschärft.

In der Buchen-Tannen Zone können wir drei Typen der Dolinenvegetation unterscheiden. Dem ersten Typus gehören die prächtigen Buchen-Tannenwälder an, welche sich von den ähnlichen, an freien Hängen entwickelten Wäldern durch die grössere Üppigkeit auszeichnen. Es sind dies die bekannten Urwälder, in welchen die Tanne eine Höhe von 50—64 m erreicht. Hier hat die Dolinenvegetation ohne jegliche Nachteile viele Vorteile gegen die Vegetation am freien Hange: grössere Feuchtigkeit, Windschutz, tieferen Boden u.s.w. Ganz anders bei dem zweiten und dritten Typus, wo die schädlichen Einflüsse der Dolinen zum Ausdruck kommen. Im ersten Falle ist an podzoligen Böden der seichten Karstpoljen, welche im Bereiche der starken Fröste liegen, der montane Fichtenwald (*Piceetum croaticum montanum*) entwickelt, Buche und Tanne besiedeln erst die Hänge, welche ausserhalb der Frosteinwirkung liegen. (Fig. 3.) Im zweiten Falle ist dagegen in tieferen, lange schneebedeckten Dolinen innerhalb des Buchen-Tannenwaldes der subalpine Buchenwald mit Krummholzbeständen und einigen alpinen Rasengesellschaften entwickelt. Wir haben die erwähnte Umkehr unserer Vegetationszonen vor uns.

An der oberen Grenze des Buchen-Tannenwaldes und in der Stufe des subalpinen Buchenwaldes ändert sich wieder das Bild der Dolinenvegetation. Im slowenischen und kroatischen Karste haben sich in solchen Dolinen prächtige subalpine Fichtenwälder entwickelt, welche sich von den Fichtenwäldern niedrigerer Lagen unterscheiden. Diese Wälder sind namentlich am Risnjak und Snježnik verbreitet und zeigen die Eigenart der Dolinenvegetation in voller Pracht. In grösseren Dolinen sind sogar auf derselben Kalkunterlage drei floristisch und ökologisch verschiedene Waldassoziationen verbreitet, welche sich unter gleichem Allgemeinklima entwickeln, aber drei verschiedene Bodentypen bewohnen. Die erste Assoziation ist der subal-

pine Buchenwald (*Fagetum croaticum subalpinum*), welcher von den Hängen an gegen die Doline reicht, und einen feuchteren Charakter als im Freien aufweist. Die zweite Assoziation, ein eigentlicher Tannenwald ohne Buche aber mit einzelnen Fichten (*Calamagrostet o-Abietum*), bewohnt die wärmsten Standorte der Doline an steiler, südlicher Exposition. Die dritte Assoziation, die eigentliche Dolinenbewohnerin, ist der subalpine Fichtenwald (*Piceetum croaticum subalpinum*), den wir bisher nur in den Dolinen angetroffen haben. Dieser Fichten-Wald bewohnt die schattigen, kühlen Hänge, welche lange mit Schnee bedeckt sind und noch in Sommermonaten in dem Boden einen Temperaturunterschied von 6—9°C gegen den gegenüberliegenden Tannenwald aufweisen. (Fig. 5.).

Sind die Dolinen im Bereiche des subalpinen Waldes noch tiefer, beherbergen sie auch die Krummholzvegetation und sogar die Fragmente der Schneebodengesellschaften. Diese Erscheinung erwähnt schon Beck-Mannagetta in der klassischen Doline Paradana am Trnovaner Walde. Wir haben es mehrfach angetroffen: die Doline Ceclje am kroatischen Snježnik und Viljska Ponikva am Risnjak sind prächtigste Beispiele dafür. In allen drei kommt es in den Krummholzbeständen zur Entwicklung einer dickeren Torfschicht, welche zur Verdrängung aller kalkliebenden Arten führt. Neben dem Krummholz sind die Fragmente einer relikten alpinen Vegetation vorhanden. *Dryas octopetala* und *Salix retusa* bilden sogar kleinere Bestände in welchen *Carex capillaris*, *Campanula cochlearifolia* f., *Crepis Kernerii*, *Polygonum viviparum* u.a. hochalpine Arten vertreten sind. Ihnen gesellen sich auch einige illyrische Hochgebirgsarten zu, z. B. *Arabis Scopoliana*.

Seichtere Dolinen in der Stufe des subalpinen Buchenwaldes und des Krummholzes zeichnen sich dagegen durch die reichliche Entwicklung der Hochstaudenfluren (*Adenostylien*) und durch das Auftreten der subalpinen Rasengesellschaften aus.

Von ganz besonderem Interesse für die Beurteilung des Dolinen-Phaenomens ist die Entwicklung der Schneebodenvegetation tief in der Stufe des subalpinen Waldes und des Krummholzes. Diese Vegetation ist in den kroatischen Alpen durch drei Assoziationen vertreten: an ausgesetzten Standorten kommt das *Salicetum retusae* vor, an geschützten, beruhigten Geröllhalden das *Saxifragetum prenjae* und an mässig dicker Bodenschicht kleiner, geschützter Dolinen die *Plantago montana*-Assoziation. Die Schneebodenvegetation der unteren, zum Teil aber auch der höheren Zonen ist streng an die Dolinen gebunden, sie verkörpert sogar den Begriff der Doline in sich.

Zusammenfassend wird die merkwürdige Dolinenvegetation, die eine weite Verbreitung auch ausserhalb des Karstes hat, als ein eigenartiges Reliefphaenomen gedeutet, welches neben dem theoretischen Interesse auch eine praktische Bedeutung für das Forstwesen hat.

(Übersetzt vom Autor).

