

UDK 561:581.331.2:551.332:551.793(497.12)=863

Pelod v kvartarnih sedimentih Soške doline

Pollen in Quaternary sediments from the Soča Valley

Alojz Šercelj

Biološki inštitut Jovana Hadžija SAZU, 61000 Ljubljana, Novi trg 3

Kratka vsebina

Kvartarni sedimenti v zgornjem delu Soške doline so bolj nakopičeni po debelini kot po širini. Večidel so glacialnega in fluvioglacialnega izvora. Pri Solkanu se Soška dolina razširi v Goriško polje in se združi z Vipavsko dolino; s tem se poveča sedimentacijski prostor v spodnjem delu Soške doline in so zato sedimenti bolj razširjeni v horizontali. Pelod, določen v vzorcih iz desetih najdišč v severnem delu Soške doline in iz osmih v njenem južnem delu, kaže, da so sedimenti nastali v stadialnih dobah od riške poledenitve do konca würmske. Le golica jezerske krede na hribu Radovlje izvira iz zgodnjega würmskega interstadiala ali interglaciala.

Abstract

Quaternary deposits confined to the Upper Soča Valley are much more accumulated in the vertical than in the horizontal section. They are mainly of glacial and fluvioglacial origin. At Solkan the Soča river enters the Gorica field coming together with the Vipava Valley. There, the fluvioglacial deposits are spread far and wide in the Lower Soča Valley. An attempt was made to date and correlate the sediment samples taken from ten locations in the Upper Soča Valley and from eight sections in its lower part. By the pollen contents of the examined samples stadial periods from the Riss glaciation up to the end of Würm glaciation are indicated.

Uvod

Kvartarni zasip Soške doline in njegovo podlago so najprej preučevali predvsem z glaciogeološkega vidika, ko pa je Soča postala zanimiva za elektrogospodarstvo, so ga natančno raziskali z vidika hidrotehnike. Omembe vredni so rezultati vrtnja pri Srpenici, Boki in Suhem potoku, ki so opozorili na veliko debelino površinskega proda, jezerske krede in grušča pod njo; pri Suhem potoku leži podlaga zasipa 280 m globoko, pri Srpenici pa celo 322 m (D. Kuščer in sodel., 1974). Palinološke metode so prišle na vrsto sorazmerno pozno, a se vedno bolj uveljavljajo zlasti v kronostratigrafskih določitvah usedlin, kjer manjkajo drugi fosili ter v študiju paleoekoloških razmer.

Zgornje Posočje

Vzorci jezerske krede, morene, gline ter drugih pleistocenskih usedlin in naplavin, določeni po njihovi pelodni vsebini, izvirajo iz naslednjih lokacij Zgornjega Posočja:

- Lepena v dolini Lepenjice, levega pritoka Soče
- Struga hudournika zahodno od Bovca
- Vrtina Bovec-76
- Pobočje hriba Radovlje zahodno od Bovca
- Usek ceste pri naselju Sedlo pred Breginjem
- Odkop jezerske krede v Srpenici (Brezovo)
- Okolica Kobarida
- Levi breg Soče pod vasjo Volarje med Kobaridom in Tolminom
- Okolica Tolmina, cesta Most na Soči—Tolmin, Modrejce, Zatoľmin
- Cestni ovinek pred kamnolomom anhovske cementarne
- Deskle.

Lepena. Malo pred izlivom potoka Lepenjice v Sočo je ob desnem pobočju doline ohranjen manjši erozijski ostanek peščene jezerske krede, odkladnine zaježitvenega jezera, ki je bilo nastalo ob boku fluvioglacialnega gruča v dolini Soče. Kreda kaže delno znake, da je nastala v delti; ponekod je nagnjena proti dolini. Lahko pa je poševna lega plasti posledica polzenja še mehkega sedimenta od obrobja proti sredini. Kreda je prvotno pokrivala celotno dolino spodnje Lepenjice, ko pa je v postglacialu Soča odnesla večji del svojih naplavin, je tudi Lepenjica odplavila svojo kredno odkladnino.

Za pelodne analize smo v dostopnem profilu vzeli šest vzorcev. Detritični jezerski sedimentacijski material se odlaga dokaj hitro; zato sklepamo, da se je celotna kredna plast, debela 150 cm, usedla v kratkem časovnem intervalu.

Tabela 1 pelodnih analiz kaže, da je bila vegetacija ob času usedanja najglobljšega dela jezerske krede izrazito hladnodobna. V vegetacijski sliki docela

Tabela 1. Pelodne analize jezerske krede iz Lepene

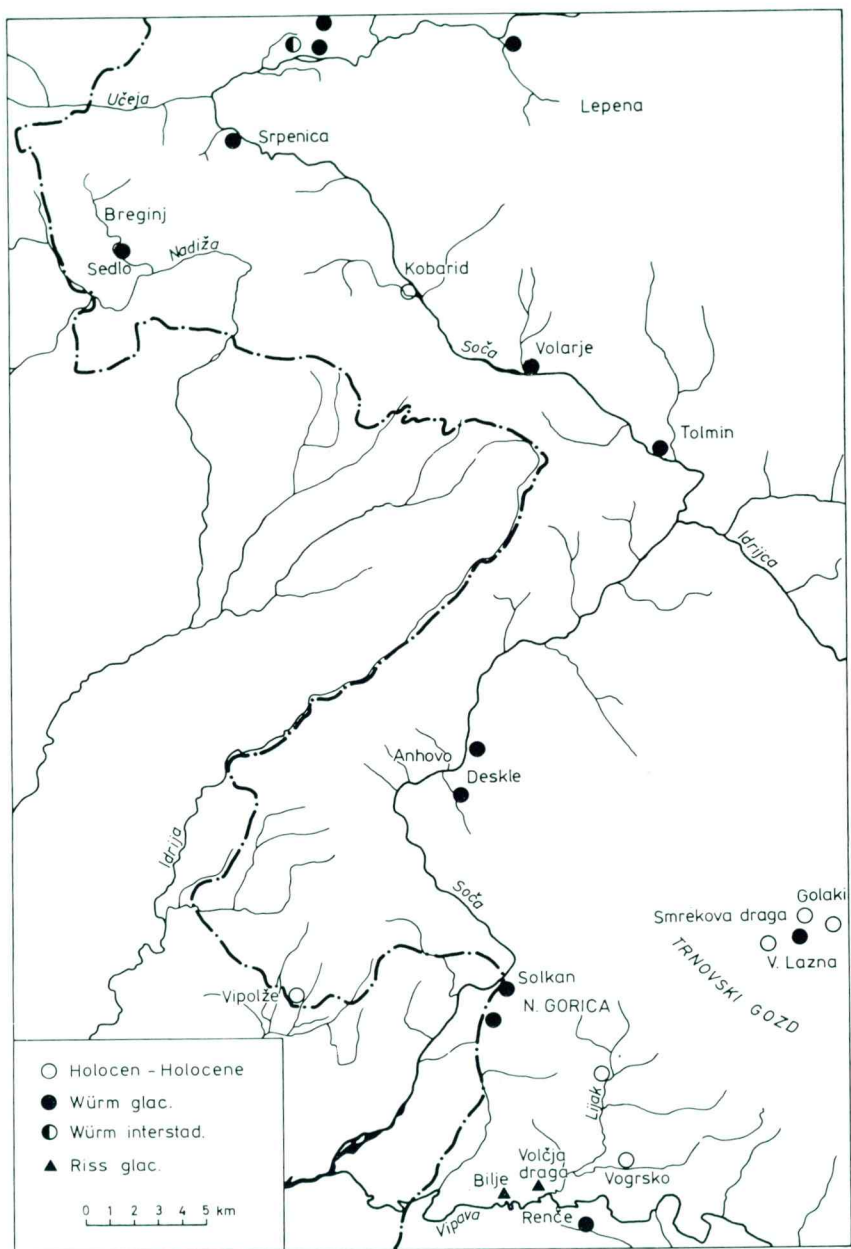
Table 1. Pollen analyses of lacustrine silt and clay from Lepena

GLOBALNA DEPTH	PINUS	PICEA	EPHEDRA	ARTEMISIA	CHENOPODIACEAE	GRAMINEAE
0	100	-	-	-	0.9	-
30	-	-	-	-	-	-
60	99.2	0.8	-	0.5	0.5	-
100	100	-	-	1.5	-	-
120	100	-	-	-	-	3.3
150	99.3	-	0.7	0.7	0.7	-

Tabela 2. Pelodne analize jezerske krede iz vrtine Bovec-76

Table 2. Pollen analyses of lacustrine silt and clay from the borehole Bovec-76

Globina (m) Depth (m)	Pelod Pollen
49.5	Pinus 2
70.3	-
72.2	Pinus 34
84.0	-
88.5	Pinus 1
130.0	Pinus 5
135.0	-
137.8	-



Sl. 1. Položajna karta preiskanih palinoloških profilov

Fig. 1. Location map of the sites sampled for the palynological purpose

prevladuje borovec, le nekaj smreke je še morda rastlo tod okoli. Pelod kosi-ternice (*Ephedra*) je najbrž nalet od daleč, kot povsod po Evropi proti koncu würmske dobe. Tudi zeliščna vegetacija, ki v periglacialnih območjih v fazah umikanja ledenikov takoj prekrije od ledenika zapuščene površine, je zelo siromašna (tabela 1). Iz tega sklepamo, da se je ta kreda usedala še v zelo hladnem obdobju, ki ni dopuščalo vegetacijskih sprememb. To pa je bil najverjetneje čas po maksimumu zadnje faze würmske ohladitve W III, takoj ko se je začel led tajati in ledenik umikati.

A. Winkler (1926) je pripisal tej kredi postglacialno starost, kar prav gotovo ne drži, saj ni sledov o kakršnikoli otoplitvi. V postglacialu pa se je kreda že začela odplavljati.

Bovec. Ob zahodnem robu kraja Bovec je bil v strugi hudornika razgaljen profil morene in proda z vložkom temne karbonatne gline. Pelodne analize so pokazale palinofloro hladnega pleistocenskega obdobja: *Pinus* 89,4 %, *Pinus* (hapl.) 7,3 %, *Juniperus* 0,4 %, *Betula* 1,6 %, *Alnus* 0,4 %, *Ephedra* 0,8 %. NAP (nedrevesni pelod): *Artemisia* 6,5 %, *Chenopodiaceae* 1,6 %, *Compositae* 1,6 %, *Cyperaceae* 3,3 %, *Gramineae* 1,6 %, *Rubiaceae* 0,4 %, *Thalictrum* 1,2 %, *Selaginella selaginoides* 0,4 %, *Lycopodium* 0,4 %.

Pelodna slika predstavlja skoraj izključno iglavsko vegetacijo odprtega tipa s stepskimi in tundrskimi elementi. S tem se glinasti vložek skupaj z moreno in prodrom uvršča v pleistocen, najverjetneje na konec würmske ledene dobe, oziroma v pozni glacial. Glina se je verjetno odložila po kratkotrajni zaježitvi s fluvioiglacialnim materialom, ki je bil pozneje erodiran vse do sedanje struge Soče.

Vrtina Bovec-76. V profilu vrtine, izvrtane jugozahodno od Bovca ob sedanji strugi Soče, se do globine 140 m menjava glinasta in peščena jezerska kreda s prodrom. Preiskali smo osem vzorcev krede, ki so vsebovali le malo izključno borovčevega peloda (tabela 2). To je »pionirski« pelod iz časa, ko zaradi hladnega podnebja tu še ni uspevalo drugo rastlinje kot bor. Gre torej prav tako za obdobje takoj po umiku ledenika, ko je zaradi zaježitve nastalo v bovški kotlini jezero in se naglo polnilo z detritičnimi sedimenti. Po debelini varvnih pasov v kredi in drobirja sklepamo, da je to jezero lahko trajalo kvečjemu nekaj tisoč let ali manj.

Kako visoko je segala jezerska gladina, za sedaj ne vemo. Omenimo naj le profil glin v grušču na zahodnem obrobju Bovca, ki bi lahko predstavljal vrhnji, obrobni del izliva ledeniških voda v jezero. Seveda bi za neposredno zvezo med obema sedimentoma morali najti trdnejših dokazov. Manj verjetno izvirajo usedline v spodnjem delu vrtine iz starejšega interstadialnega jezera, ki je nedvomno segalo do kote 445 m, torej še nad sredino današnjega Bovca. Verjetno bi bila diageneza materiala iz vrtine tako zaradi starosti kot zaradi pritiska ledenika v mlajšem würmu veliko močnejša. Pa tudi vegetacija je bila v starejšem würmu še precej pestra, v mlajšem pa izrazito siromašna in enostranska. Zato je bolj verjetno, da gre za usedlino mladowürmskega kasnoglacialnega jezera.

Bovec—Radovlje. Na pobočju hriba Radovlje na nadmorski višini 440—445 m, zahodno od Bovca, je J. Kunaver (1972, 1975) našel majhen erozijski ostanek močno strjene jezerske krede. Profil je visok le 180 cm, kar je za kredo zelo malo. Material je zaradi diageneze prešel že skoraj v skrilavec, saj se

precej dobro kolje, in to ne le po lezikah in varvah, temveč tudi v diagonalnih smereh kot posledica galciotektonskih pritiskov. To dokazuje, da je bila kreda vsaj enkrat v pleistocenu pod ledenikom, v holocenu pa jo je Soča ob poglobljanju struge odnesla; ta majhen ostanek je obtičal 100 m nad sedanjim dolinskim dnom Soče.

Neposredna podlaga krede je skoraj črna fosilna zemlja, debela približno 50 cm; v njej so ohranjeni kremenovi prodniki, kar je dokaz, da so tla preperina starejšega proda ali konglomerata. V tej prsti je ležalo od pritiska precej sploščeno deblo jelke z vejami. Določitev ogljika-14 v Groningenu kaže na starost lesa več kot 51 000 let, kar pomeni, da je podlaga tega profila starejša od srednjega würma. Lahko bi bila iz interglaciala R/W ali iz prvega interstadiala. Toda tudi na tej sprstenini ležeči jezerski sediment ne more biti veliko mlajši, vsekakor pa je iz istega toplega obdobja. Tedaj se je jezerska gladina nenadoma dvignila, da je voda preplavila gozdno območje in odložila kredo.

Pelodni diagram (A. Šercelj, 1970) kaže toplodobno vegetacijo, ki je nekakšna vmesna oblika vegetacije zadnjega, riško-würmskega interglaciala (Querco-Carpinetuma) in že interstadialnega, oziroma postglacialnega Fagetuma. Bukev namreč tu dosega nenavadno visoke vrednosti, ki smo jih vajeni le v holocenski vegetaciji, in doslej še nikjer v riško-würmski.

Izjema je bil le profil skrilavega premoga pri kraju Nieselach v Ziljski dolini. Ta vložek premoga so starejši avtorji uvrščali v interglacial R/W. A. Fritz (1970) je določil pelod iz treh golic tega profila. Rezultati so podobni našim na Radovljji predvsem po visokih odstotkih bukovega peloda, kakršnih v interglacialu R/W ne poznamo. Določitev ogljika-14 so protislovne in ne dopuščajo kronološke uvrstitve v interglacial: v profilu I naj bi imela spodnja (to je starejša) plast $23\,520 \pm 235$ let, zgornja (mlajša) pa naj bi bila stara $38\,640 \pm 1700$ let; v profilu II je razlika sicer 2000 let, pri čemer je prav tako spodnja plast mlajša, v profilu III pa naj bi bila spodnja plast stara okrog 29 100 in zgornja 31 630 let. Napake gredo očitno na račun kontaminacije. Pred 30 000 leti je sicer bila šibkejša paudorfska toplotna oscilacija, ki pa je komaj dopuščala neznatno razširjenje bukve tik pred nastopom najmočnejše ohlavitve (W III). Vendar je te rezultate laboratorij korigiral in ocenil starost na 44 000 in več let. Pa tudi takšna ocena pomeni šele srednjewürmsko starost, daleč od interglacialne. Šele s starostjo 60 000 do 70 000 let bi se približali zgodnjewürmskemu, brörupskemu interstadialu, kar je domnevna starost bovškega profila. Do tu pa ogljik-14 ne seže. Bukev se je namreč v Sloveniji pojavila, dasi z zelo nizkimi vrednostmi, šele proti koncu interglaciala R/W. To dokazuje pelodni profil vrtine B II na Ljubljanskem barju (A. Šercelj, 1966). V istem pelodnem diagramu z Ljubljanskega barja pa je v plasteh, ki jih pripisujemo prvemu interstadialu (W I/W II), bukev zastopana že z 10 odstotki. Visoka odstotna udeležba bukve v profilu Bovec z 10 do 40 % govori torej prej za manjšo kot za večjo starost, torej prej za prvi, brörupski interstadial kot za interglacial R/W. Nasprotno pa je postavil tudi Lona (1963) v würmski, tedaj še »göttweiški« interstadial jezersko kredo v kraju Calprino pri Luganu (bogato z bukovim pelodom).

Le v primeru, da se pridružimo mnenju B. Frenzela (1972) o enovitosti würma, bi oba profila — bovškega in ziljskega — uvrščali v interglacial.

spektra nekaj desetisočletij, lahko tudi nekaj tisočletij starejša od preiskanega dela profila v odkopu. Če bi bila med obema spektroma sedimentacijska vrzel, bi uvrščali spodnji horizont v čas okrog poudorfskega interstadiala, to je manjše otoplitve pred okrog 30 000 leti. Če pa znakov prekinitve (tudi erozijske) ni, potem je celotno zaporedje plasti najverjetneje sediment kasnoglacialnega jezera. Spodnji spekter bi se morda celo ujemal s profilom v Anhovem, ko je tam rasla smreka pred $18\,970 \pm 300$ leti. Četudi je debelina krede zelo velika, to še ne pomeni, da je sediment starejši, saj so varve precej široke, tudi do enega cm, kar kaže na hitro sedimentacijo in bi v 1000 letih pri enakomerni sedimentaciji dobili 100 m krede. Največja doslej znana debelina krede pri Srpenici (Žaga) znaša celo 200 m. (M. Iskra, A. Grimšičar, 1977).

Kobarid. Vzorec sive peščene karbonatne glinice iz okolice Kobarida je vseboval pelod naslednjih vrst: *Pinus* 7 zrn, *Picea* 31, *Abies* 38, *Alnus* 9, *Carpinus* 2, *Quercus* 4, *Fagus* 11. NAP: *Plantago* 2, Rosaceae 2, Chenopodiaceae 2, Cyperaceae 3, monoletne spore 2.

Prevladujejo drevesne vrste jelka, smreka in bukev. Ta pelodna cenoza predstavlja holocensko vegetacijo. Ni pa mogoče brez poznavanja sukcesij reči, ali je to še primarni Abieti-Fagetum, ki je dosegel končno razvojno stopnjo v prvi polovici postglaciala. V sorazmerno visoki vrednosti smreke in bora se odraža subalpski smrekov gozd, ki ga je že močno izpodrival Abieti-Fagetum, bukov-jelov gozd; mogoče je tudi, da sta se smreka in bor širila v nižje predele kot pionirja na antropogeno ali zoogeno degradiranih površinah. To bi bilo možno pod vplivom zelo močne populacije železnodobne naselbine v okolici Tolmina in Mosta na Soči. Vendar direktnih indikacij človekovega vpliva nimamo. Tudi ne vemo, ali gre za del večjega kompleksa jezerske krede, ali le za usedlino ob kratkotrajni zaježitvi Soče.

Volarje. Jezerska kreda ob bregu Soče pod vasjo Volarje pri Tolminu vsebuje veliko rastlinskega drobirja, v glavnem koščkov lesa (*Pinus*), listov (*Salix*), mahov in iglic bora. Na tem drobirju so se že nabrale družice železovega sulfida, kar pomeni anaerobno okolje in gnitje ob sproščanju H_2S . V vzorcu se dobijo tudi značilni listni trihomi rakitovca (*Hippophaë*); to heliofilno drevesce je raslo torej tudi na peščinah ob Soči.

Vzorci je nabral v vrhnjem delu jezerske krede dr. L. Žlebnik. Na kredi leži apneni pesek, ki kaže značilno deltasto plastovitost, in na pesku soški prod. Zanimivo je primerjati to zaporedje kamenin s profilom vrtine, ki so jo vrtali leta 1978 za pregrado Kamno v zvezi s projektiranjem HE Kobarid. Od Volarij je vrtina oddaljena tri kilometre proti Kobaridu in je šla skozi naslednje plasti: 32 m soškega proda, tri in pol metra apnenega peska z deltasto plastovitostjo in 15 in pol metra jezerske krede. Ker je bilo vrtanje v kredi prekinjeno, njena debelina ni bila točno določena; po geoelektričnih meritvah pa sega 150 m pod površje (L. Žlebnik, neobjavljeno poročilo, 1978). Profila na Volarijih in na Kamnem se torej ujemata.

Pelod enega vzorca kaže takole vegetacijsko sliko: *Pinus* 114 zrn, *Pinus* typ *haplostele* 2, *Picea* 4, *Ephedra* 1, *Larix* 1, *Betula* 53, *Alnus* 1, *Quercus* 1, *Salix* 34, *Hippophaë* 2; NAP: *Artemisia* 3, Chenopodiaceae 1, Gramineae 18, Cyperaceae 10, *Rumex* 5, *Plantago* 2, Umbelliferae 2, Ranunculaceae 1, Compositae 1, *Potamogeton* 1.

Takšna vegetacija je pleistocenska, najverjetneje würmska, vendar ne iz pretirano hladnega obdobja, temveč iz nekega šibkega interstadiala. Ogljik-14 (Z-645) kaže na starost $12\,560 \pm 220$ let, kar pomeni, da je ta vegetacija rasla v začetku allerödskega interstadiala, in da je skoraj sočasna z vegetacijo v Srpenci (A. Šercelj, 1970).

Tolmin. Pelodna vsebina dveh vzorcev svetlo sive in svetlo rjave jezerske krede izpod morene v Tolminu je zelo pičla in enostranska: le 18 zrn borovca (*Pinus*) in eno smreke (*Picea*) ter obilica drobirja surovega humusa. Sediment je bil najverjetneje odložen v erodirano starejšo würmsko moreno in prekrit z mlajšo, torej iz začetka ali konca šibkega presledka v višku W III, vendar v periglacialnih razmerah.

Würmski ledenik je po A. Winklerju (1926) le enkrat segel do Tolmina. Ker Winkler ni našel sledov predwürmskega nasipanja v Tolminskem kotu, je mislil, da je vse starejše usedline pobrala würmska ledeniška erozija. M. Šifrer (1964/65, neobjavljeno poročilo) pa je trdil nasprotno, da so bile posledice eksarativnega delovanja v würmu minimalne. Verjetno je torej predwürmske nasipe pobrala interglacialna erozija, kar velja tudi za Goriško polje in spodnjo Vipavsko dolino.

O würmskih ozejeritvah v Tolminski kotlini je bil A. Winkler mnenja, da je bilo tu dvoje jezer. Toda po neenotni pelodni vsebini posameznih sedimentnih kompleksov na različnih koncih Tolminske ravnice bi lahko sklepali, da jih je bilo še več, posebno še, če je nastanek nekaterih manjših jezer v zvezi z različno hitrim taljenjem pokopanega ledu. M. Šifrer (1964/65) je našel v velikem številu golic tudi pravo jezersko glino in je na tej podlagi razčlenil posamezne ozejeritve. Toda tu se moremo spuščati v problematiko ozejeritev le toliko, kolikor je k njihovi razjasnitvi prispevala pelodna analiza.

Glina ob cesti iz Mosta na Soči proti Tolminu je brez peloda. Enako velja za mastno ilovico pri mlinu v Modrejcah. V profilu svetlo sive ilovice pri Modrejcah je pelod sicer zelo skromen (morda zaradi hitre sedimentacije), vendar kaže značilno stadialno, ne preveč hladnodobno vegetacijo odprtega tipa: *Pinus* 9 zrn, *Hippophaë* 2, *Artemisia* 3, Gramineae 3. Morda je ta profil sočasen s profilom pri Volarjih.

V ilovici pri ZatoTolminu, na meji med jezerskimi in deltastimi sedimenti, ni peloda.

Pri vasi Selo je nastalo jezero na robu čelne kotanje ob umiku ledenika. V njem se je odložila karbonatna glina, ki vsebuje pelod hladnodobne vegetacije: *Pinus* 4 zrnca, Compositae 1.

Južno od Tolmina, pod spomenikom padlim v drugi vojni je v strugi Soče razkrita svetlo siva ilovica s pelodno vsebino stadialne vegetacije: *Pinus* 15 zrn, *Artemisia* 1, Polypodiaceae 1. Tej ilovici ustreza po mnenju M. Šifrerja ilovica ob potoku pod Poljubinjem, v kateri pa je bilo le osem pelodnih zrn bora, *Pinus*.

V vzorcih gline iz opekarniškega kopa pri križišču glavne ceste proti Tolminu in odcepa proti Mostu na Soči ni bilo peloda.

Vidimo torej, da niso vsi glinasti sedimenti pelodonosni, kar je najbrž v zvezi tudi z njihovo genezo. Vendar so večidel, ob sicer precej skromni pelodni vsebini, dovolj indikativni in dopuščajo pomembne sklepe. Vsi pelodonosni sedimenti brez izjeme vsebujejo pelod stadialnega tipa vegetacije,

tu bolj, tam manj izrazito hladnodobne. Pelodne analize torej potrjujejo Šifrerjevo trditev, da so vsa ta jezera nastala in minila v stadialnih würmskih obdobjih. Pelodne analize pa tudi kažejo, da jezera niso sočasna.

Anhovo. Na ovinku ceste, ki pelje v kamnolom apnenca za cementarno Anhovo, leži v bočni zajedi konglomerata visoke terase peščena karbonatna glina, debela 10 m in mestoma podobna jezerski kredi. Toda tanke cementirane plasti peščene gline v različnih nivojih pričajo, da sedimentacija ni bila neprekinjena in zato tudi ne moremo govoriti o jezerski kredi niti o pravi ojezeritvi. Glina vsebuje tu pa tam drevesne veje, pod vrhom smo našli celo tanjšo deblo smreke.

Glina ni bila odložena neposredno v korito, vrezano v konglomerat, temveč leži na en meter debeli preperini konglomerata, to je na fosilni zemlji. Soča je torej v toplem presledku vrezala in poglobila svojo strugo v starejši konglomerirani prod. Na njenih terasnih bregovih se je naselila gozdna vegetacija in ustvarila kar debelo plast zemlje. V hladni dobi (W III) je Soča zopet naplavljal material in zasula strugo do te višine. Prej izglodani zaliv v konglomeratu je ostal nezasut in ga je napolnila voda ter vanj odlagala blatni drobir skoraj do višine prejšnje konglomeratne terase. Končno je glino, ki postaja navzgor vedno bolj peščena in je v posameznih intervalih zlepljena v plošče, prekril rečni prod, ki je ostal nezlepljen in je delno že odstranjen.

Na ta profil karbonatne gline, ki leži 50 do 60 m nad sedanjo strugo Soče, je opozoril ing. Fajgelj, geolog pri cementarni. Vzorci, vzeti na vsak meter, so pokazali na enotno in precej siromašno vegetacijo.

Profil karbonatne gline na visoki soški terasi pri Anhovem:

7,9—10,0 m peščena glina s karbonatnim vezivom, zgoraj nevezan prod brez peloda

7,9 m siva karbonatna glina z debelcem smreke
6,9—7,9 m pasovita siva glina z veliko drobcov surovega humusa
5,4—6,9 m siva karbonatna glina z drobci grušča in proda
1,4—5,4 m siva karbonatna glina, pasovita, toda ne varvasta
1,0—1,4 m temno siva karbonatna glina, razvija H_2S
0,0—1,0 m črna fosilna zemlja z nepreperelimi ostanki silikatnih kamenin in kremenca brez peloda.

Pelodne analize vzorcev karbonatne gline pri Anhovem:

7,9 m: *Pinus* 10 zrn, *Helianthemum* 1; *Picea*, les; C-14 = $18\,970 \pm 300$ let (Z 543).

7,8 m: *Pinus* 27, *Picea* 1

6,9 m: *Pinus* 8

5,4 m: *Pinus* 95, *Rhamnaceae* 1

3,4 m: *Pinus* 35

1,4 m: *Pinus* 6

1,0 m: *Pinus* 6.

Čeprav je pelod siromašen, je tako tipično stadialen, da sem profil že po vegetaciji uvrstil na konec würma (W III). Kasneje je določitev ogljika-14 iz smrekovega debla potrdila starost $18\,970 \pm 300$ let, praktično 19 000 let, kar je še vedno višek zadnjega würmskega hladnega sunka. Celotni profil se je torej usedal v času okrog 20 000 let pred sedanjostjo.

Na Madžarskem so po ogljiku-14 določili, da je podobna poznawürmska oscilacija stara $18\,000 \pm 150$ do $17\,400 \pm 100$ let (V. G á b o r i - C z á n k , 1978). Ta klimatološka določitev se ujema z literaturnimi podatki in hkratnimi simulacijskimi transpozicijami (G. M. P e t e r s o n , T. W e b b III et al., 1979).

Deskle. Med tem ko je Soča v zavarovanem in mirnem anhovskem zalivu odlagala glino, je v bolj odprti in širši zajedi pri Desklah očitno razdejala starejši konglomerat in na novo odložila prod. Novo odloženi material sestoji v glavnem iz nezlepljenega proda in peska, ki je ponekod zlepljen v lečaste bloke, vmes pa so tu in tam vloženi tanki pasovi gline, ki ne vsebuje peloda. Vendar se zdi, da bi ta prod, v katerem so bogate gramoznice, lahko vzporejali s profilom nad Anhovim. Izviral bi torej s konca würma, torej iz časa, še preden je Soča začela prazniti dolino in odnašati lastne naplavine.

Spodnje Posočje

Kvartarni sedimenti spodnjega Posočja so fluvioglacialnega nastanka in so zaradi oblikovitosti terena veliko bolj razprostranjeni. Zato je tudi njihov kronološki razpon veliko večji, saj imamo tu sedimente riške, würmske in postglacialne starosti. Vendar bomo glede na zaokroženost pelodnih analiz razdelili to območje na tri skupine: 1. Goriško polje, 2. Spodnjo Vipavsko dolino in 3. Trnovski gozd (gozdna tla).

Goriško polje. Ko Soča zapusti ozko sotesko med Skalnico in Sabotinom, teče po široki ravnici, ki jo imenujejo Goriško polje. Na jugoslovanski strani meje je ostal le del njegovega vzhodnega obrobja, ki nudi bolj malo možnosti za palinološka raziskovanja.

V glavnem gre na Goriškem polju za würmski zasip. V njem se je v nekatereh usedlinah ohranil pelod, ki nam posreduje sliko tedanjih vegetacijskih razmer in omogoča kronostratigrafske opredelitve. Vzorci izvirajo iz lokacij Solkan, Nova Gorica in Vipolže.

Solkan. Pri Medveščkovi hiši v Solkanu so pri kopanju gradbene jame za vodni zbiralnik našli tudi drobce oglja in odbitke roženca ter en artefakt — zanesljive sledove paleolitskega človeka na tem prostoru. Roženčevi odbitki so bili v temno rjavi zemlji skupaj z drobci preperelega roženca in ploščic fliša. Dr. M. Brodar je za pelodno analizo vzel večjo množino te zemlje, ki so najbrž fosilna gozdna tla, delno soliflukcijsko premaknjena.

Pelodna vsebina je sicer siromašna, vendar značilno pleistocenska: *Pinus* 11 zrn, *Betula* 4, *Alnus* 2, *Cornus* 1, *Quercus* 1, *Artemisia* 1, *Gramineae* 1, *Thalictrum* 1, *Filipendula* 1, *Osmunda* (fragmenti).

Glede na bližnji profil v Anhovem, ki je tako po vegetacijskih razmerah kot po določitvi ogljika-14 ($18\,970 \pm 300$ let) zanesljivo poznawürmske starosti, kaže pelodna vsebina solkanskega profila ne povsem pleniglacialne razmere, najverjetneje iz časa, ko se je würm III prevesil v kasni glacial. Izključiti pa tudi ne smemo srednewürmske starosti, ko je bila vegetacija bolj pestra kot konec würma.

Nova Gorica. Med načrtovanjem novogoriških zgradb so izvrtali več vrtin za njihovo temeljenje. Palinološko smo preiskali šest vzorcev iz dveh sond. Temno siva glina iz globine 14 m sonde S-1 je vsebovala naslednji pelod:

Pinus 24 zrn, *Picea* 2. Gotovo gre za pleistocensko, najbrž würmsko usedlino. V vzorcu temno zelene gline iz globine 19 m smo določili le dve spori *Lycopodium*.

Iz sonde S-8 imamo štiri vzorce iz globin (tabela 4):

2 m sivkasto rjavo-zelena, zaglejena glina

5 m zelena glina z vložki zelenega peščenjaka in surovim humus

12 m zelenkasto siva karbonatna glina s surovim humusom

18 m zelenkasto siva karbonatna glina s surovim humusom.

Zelenkasto siva karbonatna glina iz globine 18 m je vsebovala naslednji pelod: *Pinus diplostele* 48, *Pinus haplostele* 2, *Picea* 7, *Betula* 9, *Salix* 1, *Hippophaë* 3; NAP: *Artemisia* 11, Gramineae 16, Chenopodiaceae 1, *Gentiana* 1, Cyperaceae 1, Compositae 2, *Centaurea* 5, *Plantago* 1, *Polygonum* 1, *Filipendula* 1.

Tudi ta profil, ki se sicer tako sedimentološko kot po pelodni vsebini razlikuje od S-1, je pleistocenski. Zanj sta značilna *Hippophaë* in precej breze, torej heliofilni elementi, manjka pa *Selaginella*. Morda bi ga lahko uvrstili v srednji würm, pred W III, ko posledice ohladitve še niso bile tako katastrofalne za vegetacijo, lahko pa tudi v kasni glacial, kot Volarje.

Vipolže. Na ravnici pod Vipolžami smo tik ob državni meji pod cesto proti Medani napravili nekaj poskusnih ročnih vrtin med potokoma Birska in Oblenč. Zaglejena glina iz večine vrtin je bila pelodno sterilna. Le v enem primeru smo naleteli na rjavkasto sivo karbonatno glino s pičlim, vendar dovolj značilnim pelodom: *Pinus* 2, *Picea* 4, *Fagus* 1.

Poleg karbonatne primesi v glini na flišnem ozemlju kaže za naravno holocensko vegetacijo neobičajna sestava, da gre za pleistocenski sediment, vendar ne iz stadialnega, ampak iz interstadialnega obdobja (*Fagus*!), morda tudi s konca kasnega glaciala, ko je Soča že močno narasla in se razlila čez Goriško polje vse tja do zaliva pod Vipolžami, a še ni začela odnašati materiala in poglabljati struge.

Spodnja Vipavska dolina. Tudi v spodnjem delu Vipavske doline je ob boku vsakokratne soške prodne akumulacije nastalo jezero ali vsaj zamočvirjena ravan. Pelodne analize, ki naj bi dale sliko pleistocenske vegetacije tega ob-

Tabela 4. Pelodne analize vzorcev jeder iz vrtine S-8 v Novi Gorici
Table 4. Pollen analyses of the core samples from the borehole S-8 at Nova Gorica

GLOBINA DEPTH	PINUS dipl.	PINUS hepl.	PICEA	BETULA	QUERCUS	SALIX	RHAMNUS	HIPPOPHAE	ARTEMISIA	CHENOPODIAC.	GRAMINEAE	COMPOSITAE	CYPERACEAE	CENTAUREA	PLANTAGO	POLYGONUM	UMBELLIFERAE	FILIPENDULA	CARYOPHYLLAC.	LYCOPodium
2	8	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	72.8	9.1	3.9	9.1	1.3	-	1.3	5.2	19.5	3.9	19.5	-	-	-	-	-	2.6	1.3	7.8	1.3
18	68.6	2.9	10.0	13.0	-	1.4	-	4.3	15.7	1.4	22.9	2.9	1.4	7.1	1.4	1.4	-	1.4	-	-

močja in hkrati tudi zanesljivo kronostratigrafijo, so potekale v časovnih presledkih, kakor in kjer so se pač odpirali profili glinokopov. Z novimi podatki se je stalno izpopolnjevala slika geoloških dogajanj. Predvsem se je pokazalo, da se po pelodni vsebini in sedimentološko ujemata profila novega biljenskega in odkopanega bukoviškega glinokopa (A. Šercelj, 1963). Ta dva profila sta le neznatni erozijski ostanek terase ob pobočju griča med Biljami in Bukovico ter ležita le 2 do 4 m višje od renških glinokopov. Renški profil je palinološko siromašnejši od prejšnjih dveh in se od njiju razlikuje tudi sedimentološko. Zato sklepamo, da imamo v Spodnji Vipavski dolini vsaj dve različni akumulaciji, riško in würmsko. Riška je bila skoraj v celoti odnesena, podobno kot sočasna soška akumulacija; njena skromna ostanka sta konglomerata pri Šentmavru ter peščena glina pri Biljah in Bukovici. Würmska akumulacija pa se je ohranila v Renčah.

Bilje. Novi opekarniški glinokop vzhodno od vasi Bilje je že v celoti izčrpan, saj je bil le terasasti erozijski ostanek starejših jezerskih usedlin.

Glinaste plasti so ležale horizontalno prav do pobočja flišnega griča in vendar ni bilo nikjer v profilu mogoče zaslediti flišnega vršaja. Takšne razmere dovoljujejo sklep, da glina ni bila nanescena s fliša, ampak od drugod. Vse glinaste plasti v odprtem profilu so vsebovale karbonat in prav tako v vrtini, globoki skoraj štiri metre. Zato sklepamo, da je večji del te gline nanescila Soča, ko je v hladnem obdobju zasipala svojo strugo in se razlivala bočno v stransko dolino in tam odlagala drobnejši material.

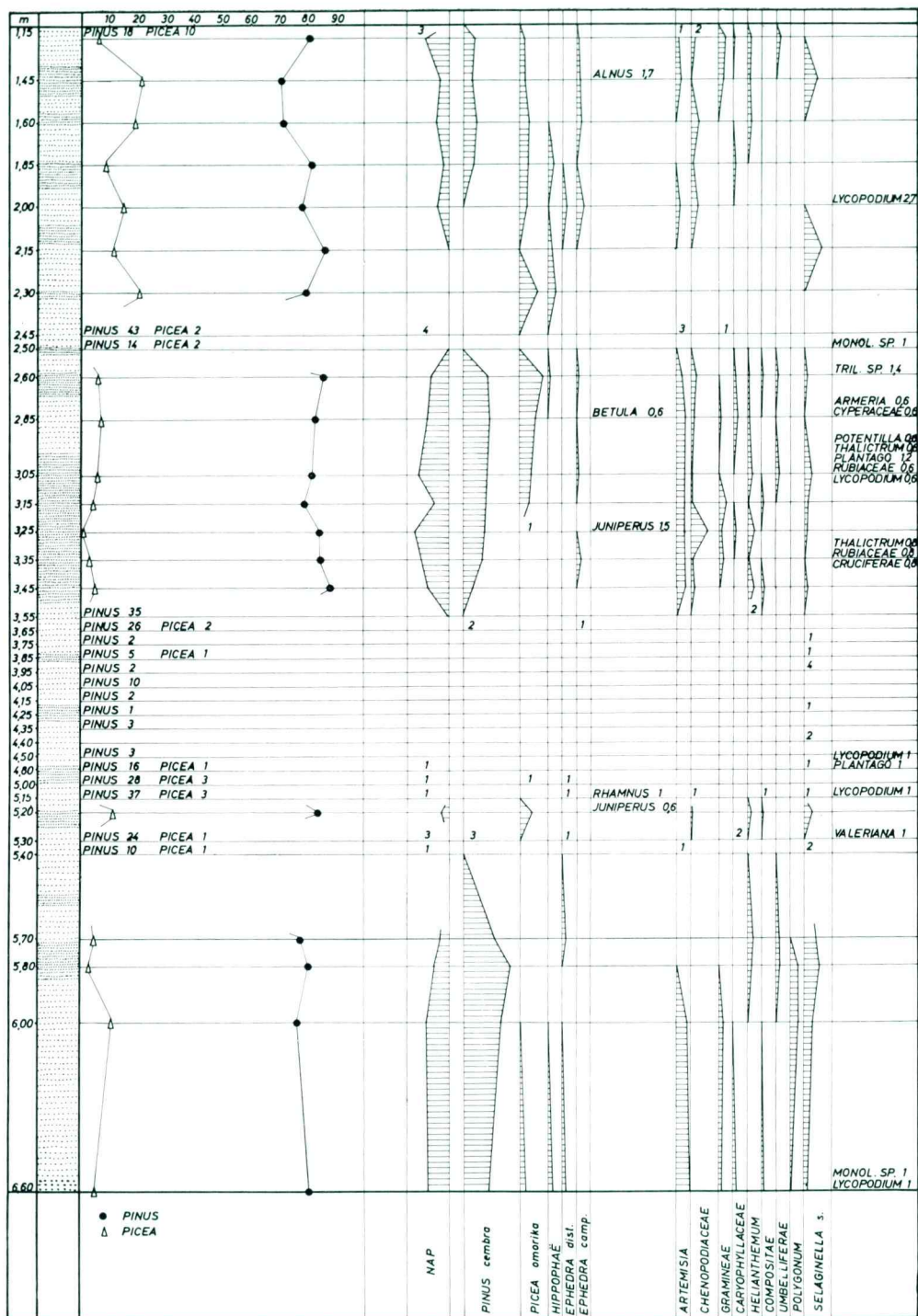
Vzorke za pelodne analize smo vzeli najprej v odprtem profilu, visokem približno 2,50 m. Za analizo so bile uporabne le plasti od 120 cm navzdol, vrhnje so preperle in je pelod v njih uničen. Zato smo kasneje na istem mestu še ročno vrtali do dna glinokopa in tako dosegli skupno globino 640 cm.

Globinski profil je naslednji:

- 0—130 cm preperela peščena glina s cevastimi konkrecijami vzdolž odmrlih korenin močvirskega rastlinja
- 130—250 cm horizontalno plastovita glina, siva in zelenkasto siva, z vložki finega peska. Tik pri dnu odkopa je bila plast temno sive gline z obilico naplavljenega rastlinskega drobirja, predvsem vejevja, pa tudi storžkov smreke, omorike, rušja, jelše, itd.
- 250—640 cm menjavanje sive in zelenkaste gline s karbonatno primesjo, v globini 390 cm razpuščena mivka v podtalnici.

Iz tega profila je bilo analiziranih 38 vzorcev. Njihova pelodna gostota je zelo različna. Ponekod je množina peloda normalna, vsaj za stadialne razmere, drugod smo našli le posamezna zrnca (sl. 2).

Celotni profil je usedlina spremenljivega stadialnega obdobja; zdaj je prevladovalo ostro hladno podnebje, zdaj se je spet omililo in dopuščalo življenje tudi bolj občutljivim rastlinam. Vseskozi sicer prevladujejo iglavci, predvsem borovci, in sicer tipa *diplostele*, med katere uvrščamo rdeči bor, *Pinus sylvestris*, in rušje, *P. mugo* (storžki), ter tip *haplostele*, verjetno cemprin, *P. cembra*. Tudi smreka je zastopana po dveh pelodnih tipih, in sicer navadna smreka, *Picea abies*, manjši pelod pa je gotovo omorika, *Picea omorika*, zastopana tudi s storžki. Ta tip smreke je danes relik, ki raste le še ob srednjem toku Drine v Bosni in Srbiji, v zadnjem interglacialu pa je bila razširjena po vsej Evropi



Sl. 2. Pelodni diagram glinokopa v Biljah
Fig. 2. Pollen diagram of the clay pit at Bilje

do Severnega morja. S v. T h. A n d e r s e n (1961, 1965) jo označuje *Picea omorikoides*.

Druge drevesne vrste, oziroma lesnate rastline, so zastopane z nižjimi vrednostmi, tako na primer brinje (*Juniperus*), rakitovec (*Hippophaë*), breza (*Betula*) in jelša (*Alnus*).

Zeliščna vegetacija je izredno skromna. Z nizkimi vrednostmi nastopajo stepski elementi: *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae*, *Helianthemum*. Druge vrste so bolj ali manj sporadične. To pomeni, da so bila tla slabo pokrita z zeliščno vegetacijo, bodisi zaradi sorazmerno dobre pokrovnosti gozda, ali tudi zaradi drugih ekoloških faktorjev.

V o l č j a D r a g a. Vzorce za preiskavo smo vzeli v glinokopu opuščene opekarne Bukovica. To je bila povečini siva in sivkasto rjava peščena glina s karbonatno primesjo, ki je ležala pod drobnim prodrom, najbrž soške akumulacije. Danes je jama že zasuta in teren zazidan s tovarniškimi zgradbami. Tabela analiz je bila že objavljena (A. Š e r c e l j, 1963). Profil Volčje drage smo takrat uvrstili v würmsko akumulacijo. To interpretacijo moramo sedaj popraviti na podlagi biljenskih vzorcev. Pelodni vsebini obeh profilov sta si zelo podobni zlasti po prisotnosti omorike v njih. Oba skupaj pa se močno ločita od profila v Renčah. Zato bo treba Volčjo drago najbrž uvrstiti v riško ledeno dobo, ne pa v würmsko.

R e n č e. Začetni del opekarniškega profila pri Renčah je bil prvič preiskan hkrati z bukoviškimi vzorci (A. Š e r c e l j, 1963). Takratne pelodne analize so pokazale pleistocensko hladnodobno vegetacijo, vendar še bolj siromašno kot v Bukovici, in še omorike ni bilo v nobenem vzorcu. Zato smo ta profil uvrstili v würmsko stadialno obdobje.

Glinokop se je zelo hitro širil na vse strani; zato smo kasneje še večkrat vzeli vzorce in jih palinološko preiskali. Našli smo skoraj izključno pelod borovca, sončeca (*Helianthemum*) in alpske drežice (*Selaginella*).

Leta 1978 so v vzhodnem delu glinokopov pod vasjo Mrljaki rešili izpod bagra nekaj fosilnih konjskih kosti, in sicer parni kosti tibija, od katerih je bager eno že strl, ter eno metakarpalno kost. Ivan Turk, strokovni sodelavec Inštituta za arheologijo je po izredni robustnosti kosti določil vrsto *Equus germanicus*, ki je po B. K u r t é n u (1968) živel v Evropi od mindelsko-riškega interglaciala do konca würma, ko je izumrl.

Glina, ki se je držala kosti, je vsebovala zgolj pelod *Pinus*, kar nedvomno kaže na hladne razmere.

V istem delu glinokopa smo vzeli leta 1977 nekaj vzorcev gline in v temno sivi glini s sulfidi iz globine približno šest metrov dobili takole pelodno vsebino: *Pinus* 41 zrn, *Helianthemum* 1, *Selaginella selaginoides* 40 spor. Takšna vegetacijska slika kaže na izrazito arktične razmere, najostreje prav ob koncu würma, W III.

Vsi vzorci gline iz različnih delov glinokopa vsebujejo sledove vegetacije ekstremnih in tudi malo milejših, toda še vedno stadialnih razmer. To pomeni, da se je glina usedala v hladnih obdobjih, ko je Soča z nasipanjem proda zajezila odtok Vipavi. Morda bi s sistematičnimi preiskavami kje našli ostanke starejših ekvivalentov biljenskega in bukoviškega profila. V ta namen bi morali stalno spremljati odpiranje novih profilov.

Lijak pri Ajševici. Vzorci gline iz vrtin v dolini ob Lijaku so bili pelodno sterilni. Toda ob regulaciji potoka Lijak je bil odprt večji profil. Na dnu regulirane struge južno od glavne ceste Ajdovščina—Nova Gorica smo vzorčevali temno sivo glino. V vzorcu iz globine 150 cm, ki je vseboval tudi sulfide, je pelodna vsebina sicer skromna, vendar dovolj indikativna. V dveh preparatih je bilo peloda: *Pinus* 6 zrn, *Juniperus* 5, *Alnus* 5, *Carpinus* 3, *Betula* 2, *Corylus* 4, *Quercus* 13, *Fraxinus* 1, *Fagus* 7, *Juglans* 2, *Calluna* 1; NAP: *Cerealia* 1, *Plantago* 5, *Rumex* 2, *Sanguisorba* 1, *Cyperaceae* 7, *Ericaceae* 3, *Gramineae* 12, *Chenopodiaceae* 1, *Myriophyllum* 1, *Typha* 1, *Ranunculaceae* 3, *Umbelliferae* 1, *Compositae* 1, *Lycopodium* 1, monoletne spore 4.

Pelodna slika kaže, da je bila tedaj osnovna vegetacijska cenoza *Querco-Carpinetum*, hrastov-gabrov gozd, takšna kot je danes. Očitno gre torej za regresivni stadij, saj to potrjujeta tudi brinje (*Juniperus*) in leska (*Corylus*) kot indikatorja pašnih površin, brinje celo ovčje paše. Človekovo prisotnost dokazuje tudi pelod oreha (*Juglans*) in žita.

V tem spektru imamo dokaz, da so sedimenti ravnine ob Lijaku mladoholocenski in je bila pospešena akumulacija najbrž posledica erozije, ki jo je sprožilo sekanje gozdov na pobočjih okrog Lijaka.

Vog r s k o. V strugi potoka Vogršček pod vasjo Vogrsko so pri napeljavi plinovoda čez potok naleteli tudi na sivkasto zeleno glino s karbonatno primesjo. Vzorec iz približne globine dveh metrov vsebuje izključno pelod iglavskega mezofilnega gozda: *Pinus* 3, *Picea* 1, *Abies* 18. Tu gre vsekakor za holo-censko gozdno vegetacijo, ki je po močni, antropogeno povzročeni degradaciji naravnega gozda, v stadiju regenerativne iglavske faze s popolno dominacijo jelke.

Takšna gozdna faza za te kraje ni običajna in doslej ni bila znana; zato je časovno še ne moremo opredeliti. Lahko pa bi jo postavili v čas od hallstattske dobe naprej. Podobno vegetacijo z dominacijo jelke in drugih iglavcev smo določili tudi ob Krki pri Žužemberku, kjer je v okolici precej sledov halstattskih naselbin.

Vsekakor izvirata oba profila, na Lijaku in pri Vogrskem, iz časa človekovega intenzivnega vpliva na vegetacijo, sicer iz različnih period, vendar sta etnobotanično zelo zanimiva.

Trnovski gozd. Širše območje Trnovskega gozda sicer ni direktno v zvezi s fluvio-glacialnimi procesi v soški dolini, vendar gravitira v Posočje in je istočasno doživljalo tudi glacigene in kasnejše spremembe. Naj omenimo le debelo, najbrž glacigeno akumulacijo roženčeve preperine na Lazni in debele plasti pleistocenskega drobnega peska na dnu Smrekove drage, najbrž eolskega, vsekakor pa alohtonega.

Trnovski gozd je bil raziskan predvsem z vidika vegetacijske zgodovine. Pobudo sta dala raziskovalca gozdne vegetacije dr. M. Wraber in dr. ing. M. Zupančič. Za pravilno gozdnogojitveno politiko je namreč pomembno vedeti, kakšna je bila prvotna, ali kolikor toliko »naravi ustrezna« vegetacija.

Za raziskave smo jemali profile gozdnih tal v blokih, ki so obsegali prereze horizontov A do C, navadno do globine 40 cm. Kjer so bila tla globlja, smo tudi vrtali, na primer v pleistocenski pesek v Smrekovi dragi in na Lazni.

V pleistocenskih akumulacijah, bodisi v preperinskem reziduumu roženca ali v finem pesku, so redno zastopani arktični florni elementi (*Selaginella se-*

luginoides), kar pomeni, da je ta fosilni substrat za pedologa horizont C, in je torej le izhodiščni material današnjega pedona.

Večina teh profilov je bila že ovrednotena s fitocenološkega (Zupančič) ter flороgenetskega in kronostratigrafskega vidika (Šercelj). Rezultate teh raziskav je potrdila analiza ogljika-14 (D. Srdoč, A. Slepčević in sodel., 1977).

Palinološko je bilo raziskanih po več profilov v teh gozdnih lokacijah: Smrekova draga, Smrečje, Mala Lazna, Paradana, Golaki. Naj navedemo le sumarno glavne ugotovitve:

Pleistocenski glaciološki pojavi so tu izraženi v akumulaciji roženčeve preperine (Lazna) in ponekod v eolskem drobnem pesku tujega porekla (Smrekova draga). Daljših transportov ni bilo, saj je na mnogih krajih ostala roženčeva preperina »in situ« v globini približno 30 do 40 cm.

Gozdna vegetacija je bila ne le v predzgodovinskem času, ampak tudi v zgodovinskem času izpostavljena zdaj bolj, zdaj manj intenzivnemu človekovemu vplivu. Kdaj pa kdaj so bili ti gozdovi morda celo refugiji avtohtonemu prebivalstvu ob času vpadov tujih ljudstev (Smrekova draga?). Pelodne analize kažejo, da so ti gozdovi lokalno prešli že več regresivnih razvojnih ciklov, toda so se obrnili v progresivno smer, kakor hitro je človekov pritisk popustil. Zato je tudi tu, kot povsod drugod, gozd sestavljen iz mozaika različnih regenerativnih stadijev v smeri klimaksa, ki je bil tu očitno Abieti-Fagetum — z močno primesjo smreke.

Sklep

S palinološkimi raziskavami kvartarnih sedimentov iz Posočja smo dobili nekatere pomembne kronostratigrafske, paleofloristične, kvartarološke in paleoklimatološke podatke.

1. Večina pelodonosnih jezerskih sedimentov vsebuje pelod frigorifilne vegetacije, kar pomeni, da so se ti sedimenti odlagali v hladnih, to je stadialnih obdobjih v časovnem razponu od riške poledenitve do konca würmske. Edina izjema je toplodobni (interstadialni?) profil jezerske krede na pobočju Radovlje pri Bovcu. Profili pri Vipolžah, na Lijaku in pri Vogrskem pod strugo potoka Vogršček, so plavni sedimenti s toplodobno vegetacijo holocenskega tipa. Gozdni profili na Trnovskem gozdu predstavljajo delno kasnoglacialno vegetacijo, kolikor so to pedološko še nespremenjeni pleistocenski sedimenti. Vendar je večino teh profilov že predelala postglacialna gozdna vegetacija. Tako predstavljajo pleistocenski profili ponekod horizont C za današnje gozdne profile, ki jih po pelodni vsebini uvrščamo že v čas človekovega vpliva na vegetacijo. Ogljik-14, določen v šoti v Smrekovi dragi je dal starost 0 (recentna), v humusu ob robu pa 847 ± 70 let (Z-312).

Pregledna kronološka tabela (tabela 5) predstavlja poskus datacije in korelacije opisanih profilov in sedimentov na podlagi peloda in ogljika-14.

2. S pelodno analizo je dokazano, da ojezeritve v zgornjem Posočju niso bile postglacialne, kot je menil Winkler, temveč kasnoglacialne, nekatere morda še starejše; le tista na Radovlju je interstadialna. V hladnih dobah je torej v Posočju prevladovala akumulacija, v toplih pa erozija.

3. Vegetacija v Posočju je zanesljiv kazalec klimatskih razmer. Pelodni spektri in profili s sliko hladnodobne vegetacije kažejo sicer različne stopnje ohladitev, vendar se v ničemer ne razločujejo od sočasne vegetacije v notranjo-

Tabela 5. Kronološka korelacija raziskanih pelodnih profilov
Table 5. Chronologic correlation of the pollen profiles examined

Kronologija Chronology	Nahajališča flor Palynological sites	Klima Climate
Holocen - Holocene antropog. - anthropic	Lijak, Vogrsko, Kobarid, Smrekova draga (C-14) Mala Lazna, Smrečje, Paradana, Vipolže (?)	toplo warm
Kasni glacial Late Glacial	Solkan (?) Srpenica (C-14), Volarje (C-14)	srednje hladno moderate cool
W III	Renče, Nova Gorica, Anhovo (C-14) Deskle, Lepena Srpenica, Bovec mesto - town Vrtina - Borehole Bovec-76	najhladnejše the coldest tundra, taiga
W II	Srpenica (?), Nova Gorica, Solkan (?)	hladno cold
W I/W II Brörup-Interstad.	Bovec-Radovlje, 1971 (C-14)	srednje toplo moderate warm
R/W	Erozijski ostanek konglomerata iz R I Erosion remnant of conglomerate from Riss I period	toplo warm
R II	Bilje, Volčja draga	hladno cold

sti Slovenije. To pomeni, da je tudi v Posočju, kjer so danes klimatske razmere precej ugodnejše kot v notranjosti, v stadialnih obdobjih vladalo arktično podnebje.

Te razmere so nam takoj razumljive, če vemo, da se je ob viških würmskih in najbrž tudi riških in še starejših glacialov morska gladina znatno znižala (tudi za 100 m). Zato se je morje vsakokrat umaknilo do srede današnjega Jadrana. S tem se je po eni strani toplotni vpliv morja izničil, hkrati pa so iz zaledja dotekale hladne zračne gmote iznad tolminskega in tilmentskega ledenika. Ohlajevalni učinek pa so poleg anticiklonskega hladnega zraka povečevale še ledeniške vode. Le ob upoštevanju takšnih okoliščin moremo razložiti ugotovitve, da celo v spodnjem delu Vipavske doline, v tem danes klimatsko zelo ugodnem območju, ni mogla v pleistocenskih stadialih uspevati druga vegetacija kot arktična, podobna današnji sibirski tajgi ali tundri.

Pollen in Quaternary sediments from the Soča Valley

Summary

Palynological investigations of Quaternary deposits occurring along the river Soča yielded some important chronostratigraphical, paleofloristic, and paleoclimatological information.

1. Most of pollen bearing lacustrine deposits contain pollen of frigidiphile vegetation, an indication that the sediments had been deposited during cold, i. e. stadial periods within the space of time from Riss glaciation up to the end of the Würm glaciation. The only exception is lacustrine silt and clay having

the appearance of chalk, which occurs on the slope of the hill "Radovlje" southwest of the town Bovec. This was deposited during the early Würm interstadial (or interglacial?) period, similar to that near Calprino (Lugano) (L o n a , 1963). The cores taken at Vipolže and Lijak, and the exposure in the bed of the brook Vogršček near the village Vogrsko are alluvial deposits containing pollen of a typical Holocene vegetation of different successional stages. Monoliths of the soils on the upland Trnovo Forest are partly of Late-Glacial age, as their pollen contents suggests, insofar as they remained pedologically unaltered. However most of them are now ripened forest soils of postglacial forest vegetation. Thus Pleistocene deposits in some localities represent pedological C-horizons for modern forest soils, which according to their pollen content should be put in younger periods of human impact on the vegetation. Radiocarbon measurement of the Sphagnum peat from the bottom of the large sink-hole Smrekova draga, famous for the temperature inversion phenomena, resulted in the age 0, which means that it is of recent growth. Meanwhile the humus soil at the border of the same sink-hole proved to be 847 ± 70 y. B. P. (Z-312).

The chronological correlation table (tab. 5) is an attempt to date and correlate the investigated profiles and sediments on the base of pollen and radiocarbon analyses.

2. By means of pollen analyses reliable evidence is provided that the lakes in the upper Soča valley have not persisted into postglacial times, as W i n k l e r supposed. Most of them are of Late-Glacial age with the exception of the exposure near Bovec, this being probably interstadial, equivalent to the Brörup-Interstadial. Thus clear evidence is provided that during cool periods accumulation prevailed along the Soča river and erosion took prevalence during warm periods.

L i t e r a t u r a

Andersen, Sv. Th. 1961, Vegetation and its Environment in Denmark in the Early Weichselian Glacial (Last Glacial). Danm. Geol. Unders. 2R, 75. København.

Frenzel, B. 1972, Forschungen über die pleistozäne Vegetationsgeschichte des deutschen Alpenvorlandes. Stratigraphie des süddeutschen Quartärs und der angrenzenden Gebiete.

Fritz, A. 1970, Das Interglazial von Nieselach, Kärnten (Eine pollenanalytische Untersuchung). Carinthia II, Sonderh. 28, Klagenfurt.

Gábori-Czánk, V. 1978, Une oscillation climatique à la fin du Würm en Hongrie. Acta Archaeologica Acad. Sci. Hung. T. XXX, 1—2, Budapest.

Iskra, M. & Grimšičar, A. 1977, Nahajališča glacialne jezerske krede v Sloveniji. I. Simpozij za polnila. Arandjelovac.

Kunaver, J. 1972, Prispevek k kvartarni morfologiji Zgornjega Posočja. Geogr. Inst. SAZU.

Kunaver, J. 1975, H geomorfološkemu razvoju Bovške kotline v pleistocenu. Geogr. vestnik 47, Ljubljana.

Kurten, B. 1968, Pleistocene Mammals of Europe. London.

Kuščer, D., Grad, K., Nosan, A. & Ogorelec, B. 1974, Geološke raziskave soške doline med Bovecem in Kobaridom (Geology of the Soča Valley between Bovec and Kobarid). Geologija 17, Ljubljana.

Lona, F. 1963, Würm interstadial deposits of Calprino (Lugano) indicating a striking Fagus diffusion. Ber. geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, 34, Zürich.

Peterson, G. M., Webb III, T., Kutzbach, J. E. & al. 1979, The Continental Record of Environmental Conditions at 18 000 yr. B. B.: An Initial Evaluation. *Quaternary Research* 12.

Srdoč, D., Sliepčević, A. & al. 1977, Rudjer Bošković Institute Measurements IV. Radiocarbon, Vol. 19, No. 3.

Sercelj, A. 1963, Razvoj würmske in holocenske gozdne vegetacije v Sloveniji. Die Entwicklung der Würm- und Holozän-Waldvegetation in Slowenien. *Razprave IV. razr. Slov. akad. znan. umetn.*, 7, Ljubljana.

Sercelj, A. 1966, Pelodne analize pleistocenskih in holocenskih sedimentov Ljubljanskega barja. Pollenanalytische Untersuchung der pleistozänen und holozänen Ablagerungen von Ljubljansko barje. *Razpr. IV. r. Slov. akad. znan. umetn.*, IX/9, Ljubljana.

Sercelj, A. 1970, Würmska vegetacija in klima v Sloveniji. Würmeiszeitliche Vegetation und Klima in Slowenien. *Razprave IV. r. Slov. akad. znan. umetn.* XIII/7, Ljubljana.

Šifrer, M. 1955, Dolina Tolminke in Zalošce v pleistocenu. *Geogr. zbornik*, III, Ljubljana.

Winkler, A. 1926, Zur Eiszeitgeschichte des Isonzotales. *Zeitschrift für Gletscherkunde* 15, Leipzig.

Winkler, A. 1931, Zur spät- und postglazialen Geschichte des Isonzotales. *Ztschr. f. Gletscherkunde* 19, Leipzig.

Zupančič, M. 1976, Smrekovi gozdovi v mraziščih Dinarskega gorstva Slovenije. Disertacija. Ljubljana.