

## Nove časovne in genetske opredelitve nekaterih mlajšekvartarnih sedimentov in kamnin v Bovški kotlini in njeni bližnji okolici

### New temporal, and genetic determinations of some late Quaternary sediments in the Bovec Basin and its surroundings (NW Slovenia)

Miloš BAVEC

Geološki zavod Slovenije, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija

*Ključne besede:* kvartar, absolutne datacije, diamikt, Bovec

*Key words:* Quaternary, absolute dating, diamict, Bovec, Slovenia

#### Kratka vsebina

Z geološkim kartiranjem, analizami sedimentov in absolutnimi datacijami ( $^{14}\text{C}$ , U/Th in infrardeče stimulirano luminescenco – IRSL) je bilo zbranih nekaj novih informacij o razvoju mlajšekvartarne pokrajine v Bovški kotlini in njeni bližnji okolici. V Bovški kotlini sta bila določena dva kompleksa pretežno paraglacialnih sedimentov. Sestavljena sta iz zaporedja diamiktov ter jezerskih in fluvialnih sedimentov, med seboj pa se ločita po starosti, geografskem položaju, ohranjenosti in litificiranosti. Glavnini obeh sedimentnih kompleksov sta bili odloženi v času prehodov maksimalnih ohladitev v interglaciale; starejšega na prehodu kisikove izotopske stopnje MIS 6 v MIS 5, mlajšega pa med MIS 2 in MIS 1.

#### Abstract

Late Quaternary sediments of the Bovec Basin have been analyzed using a combination of geological mapping, sedimentary analyses and sediment dating (radiocarbon, U/Th series and Infrared Stimulated Luminescence – IRSL). Within the Basin two Late Quaternary sedimentary assemblages were recognized, which consist of the same facies associations of diamictos, laminated lacustrine deposits and sorted fluvial sediments. Sediments were deposited during the Late-Quaternary predominantly in paraglacial environment. Dating of selected samples indicate that both assemblages were deposited during transitions from full-glacial to interglacial conditions (i.e. Marine isotope stage (MIS) 6–5 and MIS 2–1, respectively).

#### Uvod

Razvoj nekaterih analitičnih sedimentoloških metod je odprl nove možnosti za reevaluacijo kvartarnih paleoekoloških rekonstrukcij. Z novimi raziskavami kvartarnih sedimentov v Zgornjem Posočju smo v preteklih letih mnogim obstoječim podatkom dodali nove informacije o zgradbi, sestavi in starosti sedimentov. V tem delu predstav-

ljam predvsem podatke o starosti, natančnejše genetske (re)interpretacije pa bodo predstavljene v prihodnosti.

#### Metodologija

Temelj raziskav je predstavljalo detajlno geološko kartiranje Bovške kotline in izbranih lokacij v Zgornjem Posočju v merilu

1:10.000. Metodologija opisovanja kvartarnih sedimentov je bila povzeta po: Eyles *et al.* (1983), Dowdeswell *et al.*, (1985), Dreimanis & Schlüchter (1985) in Menzies (1996). Zaobljenost klastov sem določeval na terenu na podlagi štiristopenjske lestvice: zaobljeni, polzaobljeni, pologlati in oglati. Na terenu je bila ocenjena tudi velikost klastov ter razmerja med osnovo/cementom in klasti. V diamiktih sem meril usmerjenost podolgovatih (a:b>3:2) klastov velikih med 2 in 20 cm. S programom StereoNett (Duyster, 1998) sem izračunal statistične parametre o značilnostih usmerjenosti. S pomočjo empiričnega diagrama  $S_1/S_3$  (razmerje med lastnimi vrednostmi matrike usmerjenosti oziroma med osmi elipsoida usmerjenosti) sem ocenil nega od podatkov o načinu odlaganja diamiktov in smeri zadnjega transporta (povzeto po: Dowdeswell *et al.*, 1985; Dowdeswell & Sharp, 1986; Benn, 1994; Benn & Evans, 1996). Metodologija in podatki o usmerjenosti so natančneje opisani v: Bavec, 2000 in Bavec, 2001.

Dva vzorca lesa, izkopana iz profila jezerskih sedimentov v Srpenici na globini 60 cm in 34 m, sta bila datirana s  $^{14}\text{C}$  v *The Laboratory of Isotope Geochemistry, University of Arizona*. Podatki o radiokarbonski starosti so bili na podlagi korekcije z atmosferskimi podatki (Stuiver *et al.*, 1998) prevedeni v koledarsko starost s programom OxCal (Ramsey, 2000).

Drobnozrnata frakcija iz konglomerata in diamiktita (Ravni Laz) ter starejšega jezerskega sedimenta (Radulje) je bila datirana z infrardeče stimulirano luminescence (IRSL) v *Luminescence Dating Laboratories, USGS, Denver*. Kocki diamiktita in konglomerata (10x10 cm) sta bili izrezani iz blokov velikosti pribl. 30x30 cm v zatemnjenem laboratoriju. Enako veliko kocko starejšega jezerskega sedimenta sem izkopal v globini 70 cm in 15 cm za navpičnim čelom izdanka in sicer ponoči, da sem se izognil osvetlitvi vzorca. Kozmična ožarčenost vzorcev je bila izračunana glede na geografsko višino in širino ter globino odvzema vzorca po postopku Prescottta in Huttona (1988). Izračunana starost sedimenta je odvisna od ocene vlažnosti vzorca v času od odložitve do danes. Ocenjujem, da je bila povprečna vlažnost omenjenih sedimentov na polovici med nasičeno in terensko vsebnostjo vode.

Mikritno – sparitni cement iz konglomerata (Ravni Laz) je bil datiran z metodo U/Th na termičnem masnem spektrometru (TIMS) v laboratoriju *University of California, Santa Cruz*.

## Opis sedimentov

### Diamikt

Diamikt je negenetski termin, ki opisuje nesortiran ali slabo sortiran terigeni sediment oz. sedimentno kamnino s širokim granulometričnim razponom (sprijet – diamiktit, nesprijet – diamikton).

*Diamiktit*. V Bovški kotlini najdemo diamiktit na petih lokacijah na Stržišču, Ravnem Lazu ter pri Jablenci in Kalu-Koritnici (sl.1). Masivna ali redko slabo opazno gradirana litološka enota je debela do 20 m. Klasti plavajo v mikritno – sparitnem cementu, ki predstavlja do 60 % kamnine. Velikost večine klastov se giblje med 3 in 20 cm, posamezni bloki dosežejo premer do 3 m. Prevladujejo pologlati do zaobljeni klasti, do 10 % je nazaobljenih. Klasti mezozojskih karbonatnih kamnin močno prevladujejo nad kamninami flišnega nastanka, ki jih je praviloma manj kot 10 %. Ledeniško preoblikovanih klastov je po terenski oceni manj kot 1 %. Na dveh lokacijah je diamiktitni facies prekrit s konglomeratom, na eni z laminiranim meljevcem in glinovcem, na dveh lokacijah pa ni pokrit. Na Ravnem Lazu in na Stržišču je kontakt med diamiktitom in konglomeratom zaznamovan z erozijskimi kanali globokimi do 0.5 in širokimi do 2 m. Terenska vlažnost vzorca za IRSL na Ravnem Lazu (sl. 2) je bila 1 %, nasičena pa 15 %. Vsebnosti radioaktivnih izotopov so bile: K: 0.09 ppm, U: 0.61 ppm in Th: 0.53 ppm, kar da naslednje doze na časovno enoto ( $D_r$ ):  $D_r(1\% \text{ H}_2\text{O})=0.63\pm 0.04$  gray/ka,  $D_r(8\% \text{ H}_2\text{O})=0.59\pm 0.04$  gray/ka and  $D_r(15\% \text{ H}_2\text{O})=0.55\pm 0.39$  gray/ka. Za povprečno ekvivalentno dozo  $D_E = 90.52$  gray dajo te količine naslednje starostne ocene: 144.38±20.69 ka (1 % H<sub>2</sub>O), 164.59±24.64 ka (15 % H<sub>2</sub>O) in za srednjo vsebnost vode (8 %), ki je bila izbrana kot najboljša ocena povprečne vlažnosti: 154.74 ±22.88 ka. Pri tej dataciji velja opozorilo, da je bila vsebnost radioaktivnih izotopov v diamiktitu zelo majhna, kar pomeni, da je zato možnost napake sorazmerno večja.

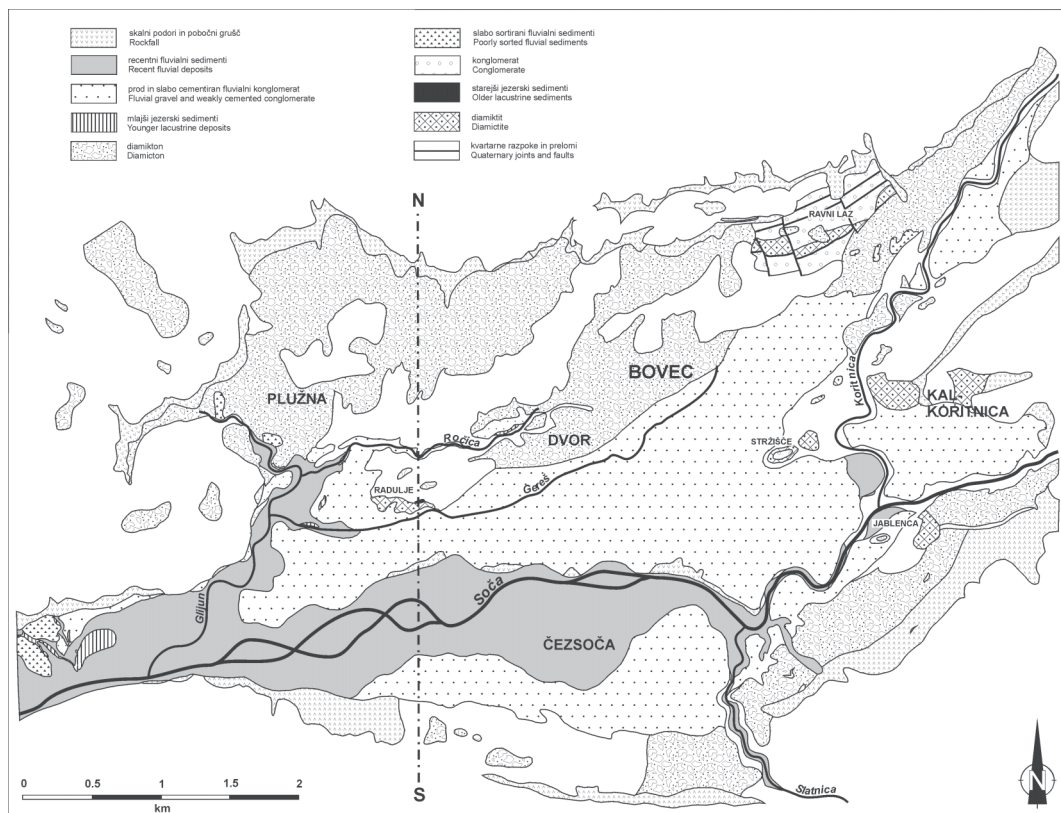
**Diamikton.** V severozahodnem delu Bovške kotline (sl. 1) leži neposredno na flišni podlagi masiven homogen diamikton s temnosivo (5 Y 4/1) glinasto meljasto osnovo (70 %). Večina klastov je polzaobljenih do zaobljenih, redkejši so pologlati. Srednja in prevladujoča velikost klastov je pribl. 5 cm, redki bloki dosežejo tudi velikosti do 2 m. Debelina faciesa doseže ob Glijunu 15 m.

Drugod v Bovški kotlini je diamikton svetlejšje barve (osnova 10 YR 8/2) in zelo nehomogen. V diamiktonu se pojavljajo vložki grušča brez osnove, ponekod pa tudi redki vložki laminiranega peska in melja. Granulometrični razpon je širok, prevladujoče velikosti klastov ni, največji dosegajo premer več metrov. Tudi osnova je raznolika; razpon je od gline do peska in drobnega grušča. Močno prevladujejo klasti mezozojskih karbonatnih kamnin, manj je krednih klastov flišnega izvora, najdemo pa tudi redke klaste diamiktita.

### Laminirana glina, melj in pesek

Laminirano glino, melj in pesek delimo v Bovški kotlini in njeni neposredni okolici na podlagi datacij in geografskega položaja na dve enoti: starejšo in mlajšo.

*Starejša enota laminirane gline, melja in peska* je ohranjena samo kot 2 m debel erozijski ostanek na Raduljah (Radulja, Radeljc) pri Dvoru. V rumenkasto rjavem sedimentu so lamine debele 2 mm do 2 cm. Na tej lokaciji je Šer celj (1970, 1981) določil hladnodobno pelodno vsebino in z datacijo v sediment ujetega debela jelke ugotovil, da je sediment starejši od dosega metode radiokarbonske datacije (> ca. 50 ka). V sedimentu sicer močno prevladuje karbonatna komponente, kljub temu pa vsebuje zadosti glinencev, da ga je mogoče datirati z IRSL. Terenska vlažnost vzorca za IRSL na Raduljah (sl. 2) je bila 17 %, nasičena 55 %, srednja vrednost pa 36 %. Vsebnosti radioaktivnih izotopov so bile: K: 0.33±0.004 %, U:



Sl. 1. Karta kvartarnih sedimentov in kamnin v Bovški kotlini z označenim profilom N-S (sl. 2).

1.02±0.04 ppm in Th: 1.74±0.10 ppm, kar da naslednje doze na časovno enoto:  $D_r(17\% \text{ H}_2\text{O})=1.17\pm0.03$  gray/ka,  $D_r(36\% \text{ H}_2\text{O})=1.00\pm0.03$  gray/ka in  $D_r(55\% \text{ H}_2\text{O})=0.89\pm0.03$  gray/ka. Za povprečno ekvivalentno dozo  $D_E=129.93\pm6.3$  gray dajo te količine naslednje starostne ocene: 111.05±6.31 ka (17 %  $\text{H}_2\text{O}$ ), 146.48±9.19 ka (55 %  $\text{H}_2\text{O}$ ) in za srednjo vsebnost vode (36 %), ki je bila izbrana kot najboljša ocena povprečne vlažnosti: 129.93±7.90 ka.

*Mlajša enota laminirane gline, melja in peska* zapolnjuje obširno depresijo s površino cca. 7 km<sup>2</sup> med Čezsočo in hribom Kuntri pri Srpenici. Geofizikalni podatki in podatki iz vrtin kažejo, da ta facies nalega na predkvartarno podlago in diamikt, da je maksimalna debelina vsaj 197 m ter da je sediment v osrednjem delu depresije bolje laminiran kot na obrobju (Kuščer & Nosan, 1962; Kuščer et al., 1974). Lamine so horizontalne, razen na mestih kjer so sin- ali postsedimentacijsko deformirane (*slumping* in seizmiške teksture; npr. Marjanac et al., 2001). V eni od vrtin na območju Suhega potoka je bilo ugotovljeno sistematsko povečevanje naklona lamin za približno 0.5° na meter globine, kar je na dnu vrtime pomenilo naklon 70° (Grad, 1964). V krovlini je plastnat prod in konglomerat Bovške terase (glej nadaljevanje) in recentni fluvialni sedimenti. V čelu opuščena izkopa pri Srpenici sem za radiokarbonsko datacijo odvzel dva vzorca lesa, ujetega v sediment; prvega 60 cm pod najvišjim vidnim delom paketa sedimentov, drugega pa na globini 34 m (sl. 2). Zgornji vzorec je pokazal starost 5,885 ± 60 <sup>14</sup>C let pred sedanjostjo (b.p.) (6590 – 6910 kalendarjskih let b.p. za verjetnost 2σ), spodnji pa 12790±85 <sup>14</sup>C let b.p. (14400 – 15900 kalendarjskih let b.p. za verjetnost 2σ). Izračunan povprečni letni prirast (kompaktiranega) sedimenta je torej med 3.7 in 4.5 mm.

### Plastnat konglomerat ter prod, pesek in slabo cementiran konglomerat

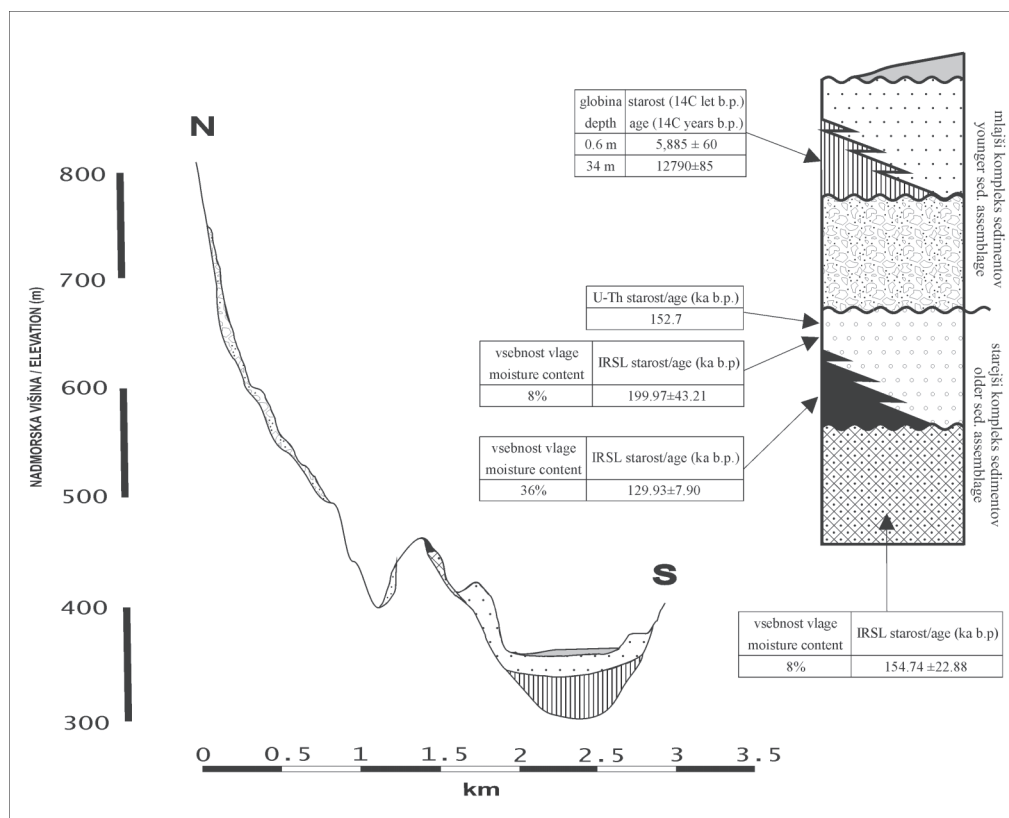
*Facies plastnatega konglomerata* prekriva z vmesno erozijsko diskordanco diamikt in sicer na Stržišču in Ravnem Lazu. Največjo debelino doseže konglomerat na Ravnem Lazu, vendar ne presega 30 m. Tam je na bazi faciesa ponekod do 2 m dobro sortiranega

blokovnega konglomerata brez osnove z oglatimi in pologlatimi bloki velikimi od 15 do 40 cm. Razen tega bazalnega faciesa je konglomerat dobro plastnat, plasti so debele do 0.5 m, redko tudi do 1.5 m. Vsebnost delno cementirane (sparit) peščeno – meljaste, pretežno karbonatne osnove se giblje od 30 do 50 %. Prevladujejo prodniki mezozojskih karbonatnih kamnin veliki 2 do 5 cm, nekateri dosežejo do 50 cm. Prodniki (iz) krednih klastitov so redki. Za IRSL datacijo smo uporabili osnovo sedimenta. Terenska vlažnost vzorca za IRSL na Ravnem Lazu (sl. 2) je bila 1 %, nasičena 15 %, srednja vrednost pa 8 %. Vsebnosti radioaktivnih izotopov so bile: K: K: 0.14 %, U: 0.83 ppm in Th: 1.21 ppm, kar da naslednje doze na časovno enoto:  $D_R(1\% \text{ H}_2\text{O})=0.95\pm0.04$  gray/ka,  $D_r(8\% \text{ H}_2\text{O})=0.88\pm0.04$  gray/ka in  $D_r(18\% \text{ H}_2\text{O})=0.83\pm0.04$  gray/ka. Za povprečno ekvivalentno dozo  $D_E=176.38\pm17.47$  gray dajo te količine naslednje starostne ocene: 186.25±39.95 ka (1 %  $\text{H}_2\text{O}$ ), 213.02±46.20 ka (15 %  $\text{H}_2\text{O}$ ) in za srednjo vsebnost vode (8 %), ki je bila izbrana kot najboljša ocena povprečne vlažnosti: 199.97±43.21 ka.

*Facies proda, peska in slabo cementirane konglomerata* gradi Bovško teraso. V zahodnem delu kotline leži neposredno na datirani mlajši enoti laminirane gline, melja in peska, v vzhodnem pa na predkvartarni podlagi. Plastnati sedimenti Bovške terase so debeli do 40 m. Skladovnico gradi nesprijet in slabo sprijet zaobljen prod z vložki in lečami peska in melja. V plasteh proda in konglomerata je meljasto peščene osnove do 60 %. Plasti vpadajo 1° do 3° proti zahodu, v isti smeri se tanjšata tudi debelina plasti (od 50 – 100 cm na vzhodu kotline do 2 – 20 cm na zahodu) in povprečna velikost prodnikov (od 3 – 7 cm do 0.5 – 3 cm). V zahodnem delu Bovške terase je razvita navzkrižna plastnatost z vpadom plasti približno 20° proti zahodu.

### Interpretacija sedimentov

V Bovški kotlini so bili kvartarni sedimenti na podlagi medsebojnih odnosov, podobnosti in datacij združeni v dva kompleksa; starejšega in mlajšega. Oba sestavlja zaporedje diamiktov, debelejezrnatih sortiranih sedimentov fluvialnega nastanka ter drobnejezrnatih laminiranih sedimentov, odloženih v jezerskem okolju (sl. 2).



Sl. 2. Profil kvartarnih sedimentov v Bovški kotlini in shematski litološki stolpec. Položaj profila in legenda sta označena na sliki 1.

### Diamikt

Največjo spremembo v primerjavi z izsledki predhodnih raziskav (npr. Kunaver, 1975; Kunaver, 1981; Kuščer et al., 1974) predstavlja interpretacija nastanka nekaterih diamiktov. Da bi posamezen diamikt interpretiral kot talni til ali tilit (sediment oz. sedimentna kamnina, ki gradi talno moreno), bi moral zadostiti naslednjim kriterijem: 1) diamikt nima znakov postdepozicijske re-sedimentacije v neglacialnem okolju (zahteva po: Dreimanis & Schlüchter, 1985), 2) vertikalni profil je lahko debel največ nekaj metrov, 3) usmerjenost klastov mora biti vsaj približno podobna usmerjenosti v talnih tilih (Lawson, 1979; Dowdeswell et al., 1985; Bavec, 2000, 2001). Upošteval sem še obliko in granulometrični razpon klastov ter geomorfno izraženost sedimentnih teles. Značilnih in nedvoumnih glaciogenih geomorfnih oblik dolinskega Soškega ledenika (čelne, bočne morene) v Bovški kotlini nisem

ugotovil. Na podlagi naštetih kriterijev interpretiram vse diamikte kot sedimente oz. sedimentne kamnine, odložene iz masnih tokov. Podatki so zbrani v: Bavec, 2000, 2001. Diamiktite v Bovški kotlini uvrščam v okvir starejšega, diamiktone pa v okvir mlajšega kompleksa sedimentov (sl. 2).

Pri interpretaciji diamiktov je potrebno opozoriti še na pomembno dejstvo, da samo z analizo lastnosti sedimentov v alpskem okolju ni mogoče ločevati tilov čelnih in bočnih moren od sedimentov masnih tokov. Tili bočnih in čelnih moren so namreč po načinu nastanka lahko sedimenti masnih tokov. V teh primerih smo pri interpretaciji odvisni od geomorfologije. Tako interpretiram diamiktone na severnih pobočjih Bovške kotline enako kot predhodni raziskovalci (npr. Kunaver, 1975) in sicer kot končne morene mlajšekvartarnih pobočnih ledenikov iz smeri Kaninsko – Rombonskega masiva.



### Laminirana glina, melj in pesek

Starejša in mlajša enota laminirane gline, melja in peska sta bili odloženi v mirnem jezerskem okolju. O ojezeritvi, v kateri se je odložila starejša enota, nimamo – razen starosti – nikakršnih podatkov, drugače pa je z ojezerivijo mlajšega, t.i. Srpeniškega jezera (ime po: Penck & Brückner, 1909), v kateri se je odložila mlajša enota. Zajezitev tega obsežnega jezera je doživela nekaj različnih interpretacij. Razlikovale so se predvsem po oceni pomena skalnih podorov pri Srpenici. Tako kot nekateri predhodni raziskovalci (npr. Melik, 1962) menim, da podori pri Srpenici sami niso mogli zajeziti jezera, v katerem se je odložilo (vsaj) 197 m sedimentov. Po mojem mnenju je bil glavni faktor zajezitve sinsedimentacijsko pogreznje jezerskega dna. Dokaza za to sta, razen velike debeline sedimentov, dva. Prvi je zvezno povečevanje naklona lamin na območju velikega skoka v podlagi pri Suhem potoku (glej opis sedimentov), ki ga lahko pojasnimo edino s sinsedimentacijskim deformiranjem podlage in posledično sedimenta. Deformiranje je najverjetneje spremljalo tudi plazenje sedimenta, ki pa samo po sebi ni moglo povzročiti tako sistematskega povečevanja naklona lamin. Drugi dokaz je dejstvo, da je predkvartarna podlaga nizvodno od jezera vsaj do 120 m višje kot na območju jezera (podatki iz vrtin). Skoraj zanesljivo je pri zajezitvi sodeloval tudi podorni material, ki je v velikih količina drsel v dolino s Polovnika in Breginjskega Stola in zapiral dolino Soče pri Srpenici, vendar ta material ni odigral ključne vloge.

Glede na pelodne analize so bili sedimenti ob Ročici pri Dvoru odloženi v istem času, kot sedimenti mlajše enote (najverjetneje WIII in postglacial: Šercelj, 1981).

### Plastnat konglomerat ter prod, pesek in slabo cementiran konglomerat

Faciесе, ki sem jih združil v to skupino, interpretiram – tako kot predhodni raziskovalci – kot fluvialne sedimente oz. sedimentne kamnine fluvialnega nastanka. Glede na stopnjo litificiranosti, geografski položaj in datacije delim faciесе na dve enoti: starejšo – konglomerat in mlajšo – prod, pesek in slabo cementiran konglomerat (sedimenti Bov-

ške terase). Starost starejše je definirana z datacijami z IRSL in U/Th na Ravnem Lazu, starost mlajše pa s stratigrafskim položajem. Mlajša enota namreč leži na sedimentih Srpeniškega jezera, kar pomeni, da je v večjem delu mlajša od najmlajših jezerskih sedimentov in je torej holocenske starosti. Pri datacijah konglomerata z Ravnega Laza zmoti visoka starost po dataciji z IRSL. Očitno je prišlo do napake pri datiranju, saj je ta starost večja od diamiktita v neposredni talnini in starejšega jezerskega sedimenta, ki ga po interpretaciji prav tako uvrščam pod konglomerat. Poleg tega je tudi U/Th datacija cementa pokazala mnogo manjšo starost. Sedimentološke značilnosti obeh enot kažejo, da so bile odložene v režimu prepletajoče reke (Cant, 1982). Od tega pravila odstopa bazalni del starejše enote, ki z velikostjo blokov, slabo zaobljenostjo in odsotnostjo osnove odraža kratek transport in odlaganje v visokoenergetskem vodnem toku. Najverjetneje gre v tem primeru za hudourniški sediment. Hitro tanjšanje plasti in zmanjševanje velikosti klastov mlajše enote v Bovški kotlini kaže na hiter padec transportne energije pri prehodu iz ozkih alpskih dolin v Bovško kotlino. Navzkrižna plastnatost, razvita v zahodnem delu Bovške terase, dokazuje deltni prehod med fluvialnimi sedimenti mlajše enote in sedimenti Srpeniškega jezera.

### Diskusija

V Bovški kotlini sta bila ločena dva kompleksa mlajšekvartarnih sedimentov. Oba sta sestavljena iz diamiktov, fluvialnih in jezerskih sedimentov (sl. 2). Datacije s IRSL, U/Th in  $^{14}\text{C}$  kažejo, da sta se kompleksa odlagala v času prehodov maksimalnih ohladitev v interglaciale (MIS 6 – 5 za starejši kompleks in MIS 2 – 1 za mlajšega). Veliko količino mlajšekvartarnih sedimentov v Bovški kotlini pripisujem odlaganju v t. i. paraglacialnem okolju, to je okolju, v katerem se pod vplivom bolj ali manj oddaljenega glacialnega okolja odvijajo neglacialni procesi (Church & Ryder, 1972). Po takšni interpretaciji so pravi glacialni sedimenti samo diamiktoni končnih moren pobočnih ledenikov na severnem obrobju kotline. Oba kompleksa sedimentov v Bovški kotlini sta po tej interpretaciji nastajala ne primerljiv način:

1) ledeniki so pokrivali višje dele pobočij in nekaterih doline (npr. pobočja Kanina in Rombona, Moznico, Bavšico, del Trente, Lepeno ...) in proizvajali glacialno preoblikovan material, 2) v nižjih delih pobočij in dolin so v tem času z intenzivnim mehanskim preperevanjem nastajale velike količine neglacigenega drobirja, 3) ob ogrevanju klime so se ledeniki umikali, velike količine močno omočenega glacialnega in neglacigenega materiala so zdrsnile v dolino v obliki masnih tokov in se pri tem premešale med seboj, 4) pogrezajočo se kotlino je zapolnjevalo jezero v katerem so se odlagali laminirani jezerski sedimenti, 5) jezerske sedimente je progradacijsko prekril fluvialni prod.

Takšna rekonstrukcija odstopa od doslej uveljavljene. Problematično je predvsem dejstvo da izključuje prisotnost velikega dolinskega ledenika v mlajšem kvartarju. Nekatere geomorfne tvorbe nizvodno od raziskanege ozemlja, ki so bile opisovane že od samega začetka raziskav kvartarnih pojavov na tem območju (npr. Penck & Brückner, 1909), namreč niso razložljive brez predpostavke o velikem soškem ledeniku. Po drugi strani se nova interpretacija sedimentov povsem ujema z modelom možnega obsega mlajšekkvartarnega ledenika (Bavec & Tulaczyk, 2002). Zato jo ponujam kot možno alternativo, medtem ko bo potrebno za izključitev ene ali druge interpretacije mrežo sedimentoloških opazovanj v Zgornjem Posočju močno razširiti.

### Zahvala

Prispevek je nastal kot povzetek dela doktorske disertacije, ki sem jo pripravil pod mentorstvom in s pomočjo prof. dr. Stanka Buserja z Univerze v Ljubljani in prof. dr. Slaweka Tulaczyka z University of California, Santa Cruz. Iskrena hvala obema. Hvala tudi Shanon Mahan (USGS, Denver), ki je z debelim znižanjem cen omogočila IRSL datacije in Gregu Stocku (UCSC), ki je opravil datacije z U/Th.

### Literatura

Bavec, M. 2000: Analiza usmerjenost klastov kot pomoč pri določanju in primerjavi geneze diamiktov in diamiktov v Bovški kotlini, Logu pod

Mangartom in na Stožah. – Rudarsko–metalurški zbornik, 47, 235 – 243, Ljubljana.

Bavec, M. 2001: Kvartarni sedimenti Zgornjega Posočja. – 131 str., doktorska disertacija, Oddelek za geologijo, NTF, Univerza Ljubljana, Ljubljana.

Bavec, M. & Tulaczyk, S. 2002: Matematični model kot pomoč pri oceni obsega mlajšepleistocenskega dolinskega ledenika v Zgornjem Posočju. – Geologija 45/1, 255 – 268, Ljubljana.

Benn, D.I. 1994: Fabric shape and the interpretation of sedimentary fabric data. – Journal of sedimentary research, A64/4, 910–916, Tulsa.

Benn, D.I. & Evans, D.J.A. 1998: Glaciers & glaciation. – Arnold, 734 pp., London.

Cant, D.J. 1982: Fluvial Facies Models and Their Application. – American Association of Petroleum Geologist Memoir, 31, 115 – 137, Tulsa.

Church, M., Ryder, J.M. 1972: Paraglacial sedimentation: A Consideration of Fluvial Processes Conditioned by Glaciation. – Geol. Soc. America Bulletin, 83, 3059 – 3072, Boulder.

Dowdeswell, J.A., Hambrey, M.J. & Wu, R. 1985: A comparison of clast fabric and shape in Late Precambrian and modern glacial sediments. – Journal of Sedimentary Geology, 55, 691 – 704, Tulsa.

Dowdeswell, J.A., Sharp, M.J. 1986: Characterization of pebble fabrics in modern terrestrial glacial sediments. – Sedimentology, 33, 699 – 710, Oxford.

Dreimanis, A. & Schlüchter, C. 1985: Field criteria for the recognition of till or tillite. – Paleogeography, Paloclimatology, Paleocology, 51, 7–14, Amsterdam.

Duyster, J. 1998: StereoNet 2.10 Shareware. <http://homepage.ruhr-uni-bochum.de/Johannes.P.Duyster/stereo/stereo1.htm>

Eyles, N., Eyles, C. H. & Miall, A. D. 1983: Lithofacies types and vertical profile models; an alternative approach to the description and environmental interpretation of glacial diamict and diamictite sequences. Sedimentology, 3, 393 – 410, Oxford.

Grad, K. 1964: Poročilo o regionalnih geoloških raziskavah za HE Trnovo. – 42 str., 8 prilog, Ljubljana. Tipkano poročilo. Arhiv Geološkega zavoda Slovenije, Ljubljana.

Kunaver, J. 1975: H geomorfološkem razvoju Bovške kotline v pleistocenu. – Geografski vestnik, 47, 11–39, Ljubljana.

Kunaver, J. 1980: Razvoj in sledovi zadnje stadialne poledenitve v Zgornjem Posočju (I). – Geografski vestnik, 52, 17 – 36, Ljubljana.

Kuščer, D., Grad, K., Nosan, A., Ogorelec, B. 1974: Geološke raziskave soške doline med Bovcem in Kobaridom. – Geologija, 17, 425 – 476, Ljubljana.

Kuščer, D. & Nosan, T. 1962: Poročilo o rezultatih geoloških raziskovalnih del za HE Trnovo. – 13 str., 29 prilog, Ljubljana. Tipkano poročilo. Arhiv Geološkega zavoda Slovenije, Ljubljana.

Lawson, D. E. 1979: Sedimentological analysis of the western terminus region of the Matanuska Glacier, Alaska. CRREL Report 79/9. – U.S. Army Corps of Engineers, 112 pp., Hanover.

Marjanac, T., Marjanac, L., Poljak, M., Živčič, M., Bavec, M. 2001: Srpenica seismites – indicators of paleoseismicity in the Upper Soča valley, NW Slovenia. – Geologija, 44, 341–350, Ljubljana.

Melik, A. 1962: Bovec in Bovško. Regionalno-geografska študija. – Geografski zbornik, 7, 307 – 387, Ljubljana.

Menzies, J. (ed.) 1996: Past glacial environments. Glacial environments 2. – Butterworth – Heinemann, 598 pp., Oxford.

Penck, A. & Brückner, E. 1909: Die Alpen in Eiszeitalter 3, 717 – 1199. – Chr. H. Tauchnitz, Leipzig.

Prescott, J. R., Hutton, J. T. 1988: Cosmic ray and gamma ray dosimetry for TL and ESR. In: Townsend, P. D., Randell, H. M., Aitken, M. J., Bailiff, I. K., Durrani, S. A., Fain, J., Gruen, R. Mangini, A, Mejdahl, V., Smith, B. W. (eds.), Thermoluminescence and electron-spin-resonance dating; Part 1, Methodology and

archeological implications. – Nuclear Tracks and Radiation Measurements, 14, 223 – 227, Oxford.

Ramsey, B.C. 2000: OxCal version 3.5. – <http://www.rlaha.ox.ac.uk/orau/index.htm>

Stuiver, M., Reimer, P. J., Bard, E., Beck, J. W., Burr, G.S., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormag, G., Van Der Plicht, J., and Spurk, M. 1998: INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000 – 0 cal BP. Radiocarbon, 40, 1041-1083, Ljubljana.

Šercelj, A. 1970: Würmska vegetacija in klima v Sloveniji. – Razprave IV. razreda SAZU, 13, 211 – 249, Ljubljana.

Šercelj, A. 1981: Pelod v kvartarnih sedimentih Soške doline. – Geologija, 24, 129 – 147, Ljubljana.