

PRISPEVEK H GLACIALNI GEOLOGIJI RADOVLJIŠKE KOTLINE

Dušan Kuščer

Z 2 kartama in s 4 profili v prilogi

Uvod

Geološke preiskave pred projektiranjem in med gradnjo HE Moste v letih 1946—1953 ter preiskave za projekt HE Radovljica so dale vrsto novih podatkov o pleistocenski geologiji radovljiške kotline. Sledeči tabelarni pregled nam shematsko podaja vrstni red geoloških dogodkov v tej kotlini, kot se nam pokaže po ureditvi novih opazovanj:

Pregled razvoja radovljiške kotline v pleistocenu

Erozija predglacialnega reliefa.

Nasipavanje I. terase.

Stara poledenitev.

Erozija globoko pod dno I. terase.

Nasipavanje II. terase.

Predzadnja ledeniška faza.

Ojezeritev v južnem delu radovljiške kotline in pri Zasipu.

Začetek epigenije pri Mostah.

Zasipavanje jezera s III. teraso, delta pri Radovljici in pri Mlinem.

Zadnja ledeniška faza in nastanek IV. terase.

Umikanje ledenika v treh stadijih in nastanek V. terase.

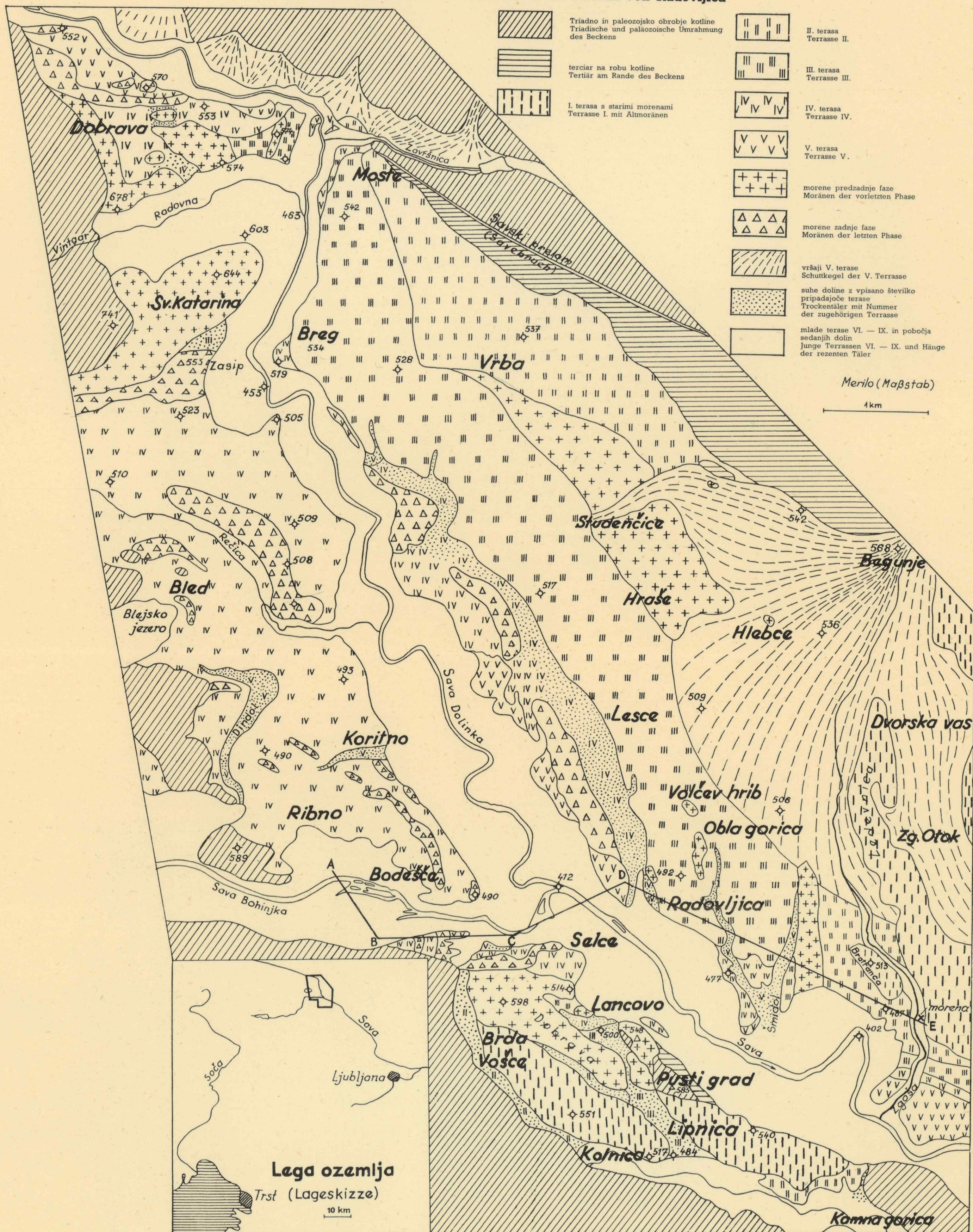
Nasipavanje vršajev Zgoše in na vznožju Karavank.

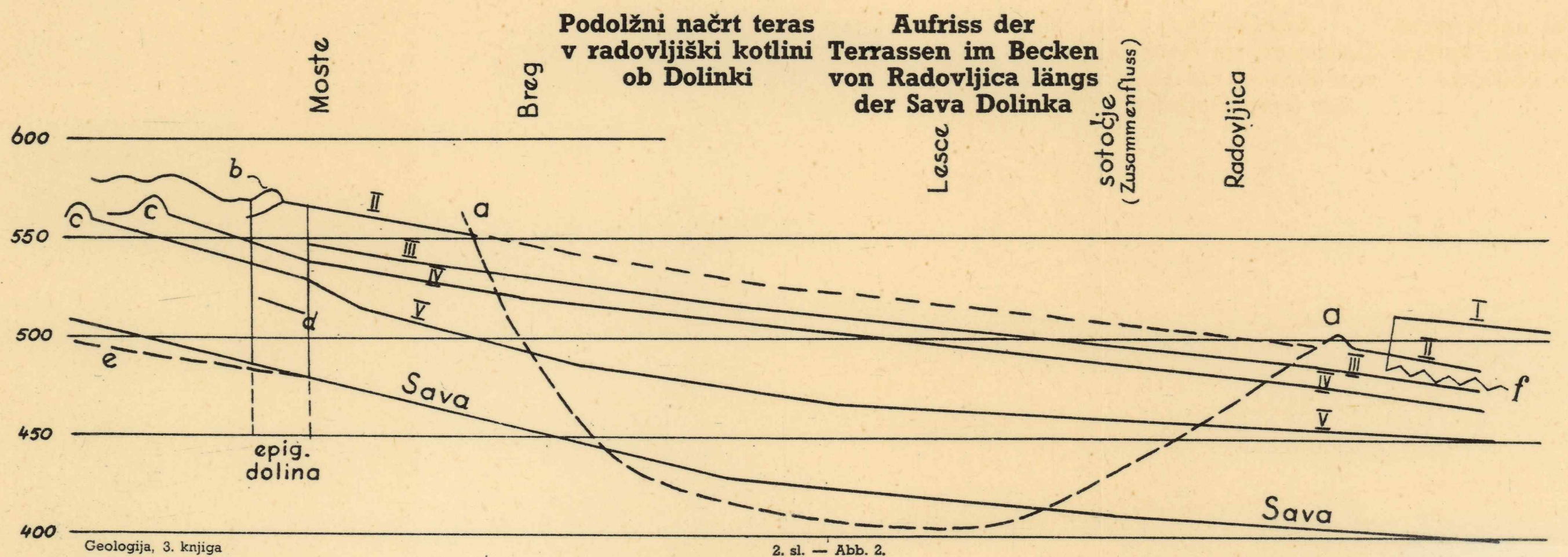
Dokončen umik ledenika, nastanek današnjega Blejskega jezera in jezera pri Bodeščah, erozija današnjih dolin.

Penck in Brückner sta v svojem velikem delu skušala dokazati za vse območje Alp štiri ledene in tri toplejše medledene dobe. (Penck & Brückner, 1909.) Pokazala sta, da so v večini alpskih dolin terase štirih prodnatih zasipov. Vsak zasip naj bi nastal v eni od ledenih dob. Zasipte sta imenovala starejši krovni prod, mlajši krovni prod, visoka terasa in nizka terasa. Nastali naj bi po vrsti v gүнški, mindelski, riški in würmski ledeni dobi.

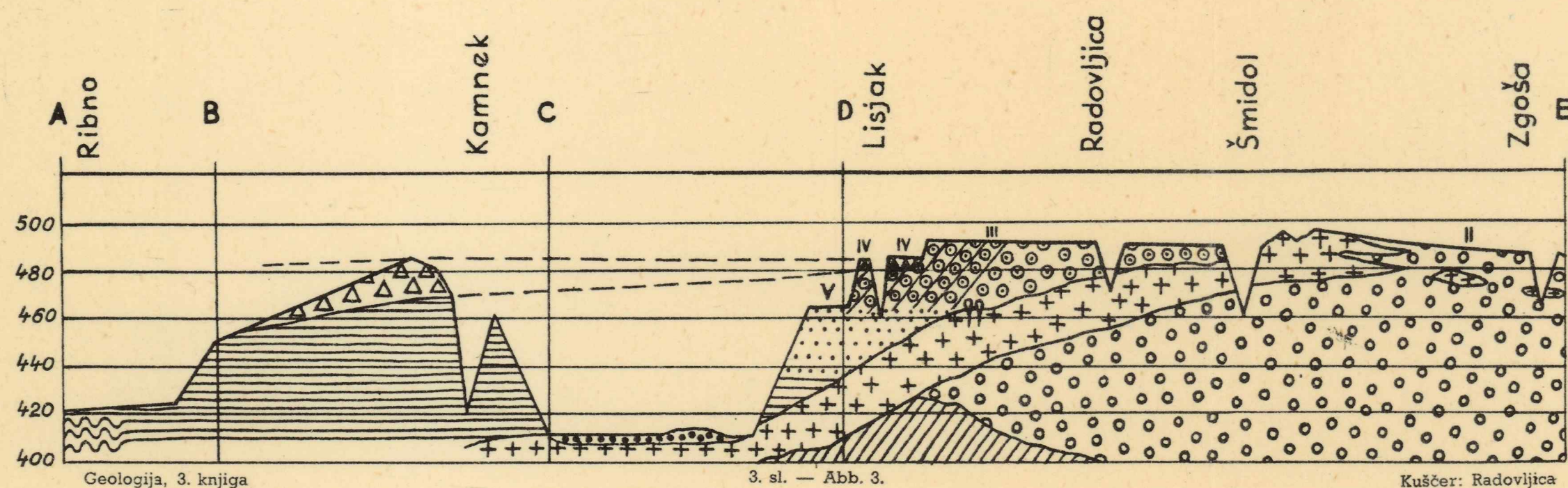
Würmsko poledenitev delijo večinoma po Eberlu (1930) na tri stadije: würm I, würm II in würm III. Vedno več pa je preiskav, ki

Geomorfološka karta pleistocena v radovljiški kotlini
Geomorphologische Karte des Pleistocäns im Becken von Radovljica

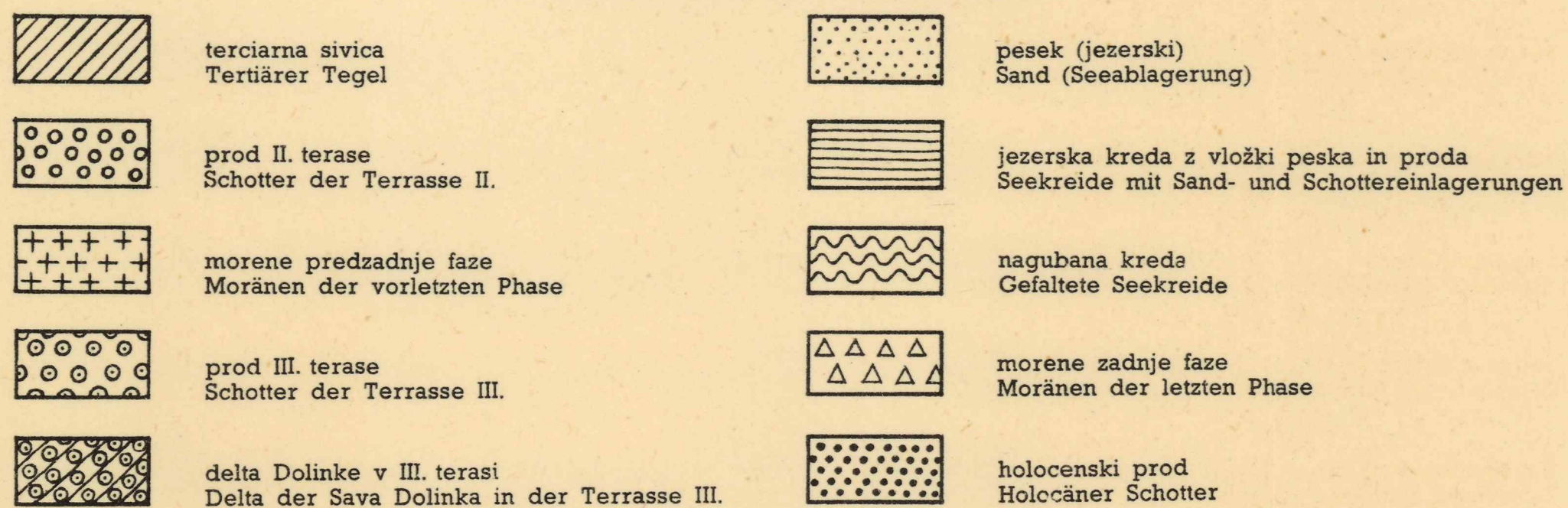




a — a čelna kotanja bohinjkega ledenika ob predzadnji fazi Zungenbecken des Gletschers der Sava Bohinjka während der vorletzten Phase b čelne morene predzadnje faze dolinskega ledenika Endmoräne des Gletschers der Sava Dolinka in der vorletzten Phase c čelne morene zadnje faze dolinskega ledenika Endmoräne des Gletschers der Sava Dolinka in der letzten Phase d dno zasipa V. terase Unterseite des Schotters der Terrasse V. e dno zasipa II. terase Unterseite des Schotters der Terrasse II. f približna lega dna starejšega zasipa Ungefähre Höhenlage der Unterseite des Konglomerates der Terrasse I.



Profil Ribno — Zgoša v južnem delu radovljiške kotline (A—B—C—D—E na 1. sl.)
Profil von Ribno bis zur Zgoša im südlichen Teil des Beckens von Radovljica
(A—B—C—D—E auf Abb. 1.)



skušajo to delitev ovreči. Spreitzer (1953, pp. 61—63) je ugotovil v porečju Mure in Drave le dva würmska stadija, ki sta ločena z dolgo erozijsko fazo. Schaefer in Graul sta prišla pri raziskovanju teras doline reke Iller do različnih zaključkov (Graul & Schaefer, 1952). Schaefer razlaga nastanek nekaterih teras z dvema würmskima stadijema, dočim trdi Graul za iste terase, da so tvorbe enega samega in edinega würmskega stadija.

Pri tako nezanesljivi korelaciji, kot jo daje gola morfološka analiza, je zelo verjetno, da imenujejo raziskovalci na različnih ozemljih z enakimi imeni — würm I in würm II — tvorbe, ki si časovno ne ustrezajo. Možno je celo, da označujejo neke glacialne tvorbe kot würm I in würm II, njihove ekvivalente na drugem mestu pa kot ris in würm.

Po drugi strani pa je morfološka analiza teras in morenskih nasipov dragocen pripomoček, s katerim lahko ugotavljamo v območju nekega ledenika vrstni red geoloških dogodkov v pleistocenu.

Žal so redki profili, v katerih lahko stratigrafsko dokažemo več poledenitev z ustreznimi medledenimi dobami. Toda še pri teh se je pogosto težko odločiti, ali so plasti proda in jezerskih sedimentov, ki se nahajajo med dvema talnima morenama, interstadialne ali interglacialne. Tako je imel Ampferer jezerske gline med talnima morenama v terasah inske doline za interglacialne (Ampferer, 1908, p. 88). Kasneje pa pri preiskavah cvetnega prahu iz teh glin niso mogli dokazati njihove interglacialne starosti (Sarnthein, 1937). Prav tako je mogoče, da so gline le interstadialne in pripadata obe talni moreni würmski poledenitvi. Podobne jezerske gline, ki jih postavljajo enkrat v interglacial, enkrat pa v interstadial, so opisali v dolini reke Drac južno od Grenobla (Gignoux, 1950, p. 705). Zaradi številnih podobnih dognanj je postala razdelitev pleistocena v zadnjem času zopet zelo negotova. Zato bom uporabljal za posamezne ledeniške faze, ki jih je mogoče tu ugotoviti, nedoločne izraze: zadnja faza, predzadnja faza in stara poledenitev. Šele v zaključkih jih bom poskušal primerjati z obstoječo razdelitvijo.

Prvič je pregledno opisal poledenitev radovljiške kotline E. Brückner (1909, pp. 1044—1062). Skušal je uvrstiti vse terase v klasično Penckovo shemo: starejši in mlajši krovni prod, visoka in nizka terasa. Po njegovem mnenju so ohranjene samo würmske morene. Pri največjem obsegu naj bi imela dolinski in bohinjski ledenik skupno čelo, ki naj bi segalo od Roden preko Šmidola vzhodno od Radovljice do Pustega gradu in Lancovega na južni strani Save. Terasa, na kateri ležijo te morene, naj bi bila nizka terasa. Višje terase se pojavljajo šele vzhodno in južno od teh morenskih nasipov. Vse so sestavljene iz trdnega konglomerata. Brückner je mislil, da lahko loči tu tri nivoje: visoko teraso, mlajši in starejši krovni prod.

Ampferer in za njim vsi kasnejši avtorji so imeli vse tri zgornje Brücknerjeve terase za enotno tvorbo in so ločili samo dva zasipa: mlajši zasip, ki ustreza Brücknerjevi nizki terasi, in starejši zasip, ki ustreza vsem ostalim trem terasam (Ampferer, 1918, p. 408). Nadalje je našel Ampferer v profilih teras pri Bodeščah pod zgornjo talno moreno jezerske sedimente in pod temi še eno starejšo talno moreno.

Po njegovem mnenju pripadata talni moreni dvema ledenima dobama. Zaradi prej omenjene negotovosti v razdelitvi pleistocena obema talnima morenoma ne bomo pripisovali nobene določene starosti, temveč bomo govorili pri spodnjih morenah o predzadnji fazi, pri zgornjih morenah pa o zadnji fazi.

Kasneje sta Brücknerjeve in Ampfererjeve ugotovitve dopolnila še Rakovec (1928) in Melik (1930) s podrobnim opisom morenskih nasipov. Melik je pokazal, da Brücknerjeva trditev o skupnem jeziku obeh savskih ledenikov ni točna (Melik, 1930, p. 16.). Čeli ledenikov sta bili ločeni, bohinjski ledenik je zavzemal večji del radovljiške kotline, dolinski ledenik pa ni segal preko vzhodnega konca dobavške planote.

Ilešič je izpopolnil morfološki opis radovljiške kotline s podrobnim opisom teras (Ilešič, 1935). Označil jih je z rimskimi številkami I do IX, ki jih bomo tudi tu rabili (glej 1. sl.). I. teraso tvori površina Ampfererjevega starejšega zasipa. Najvišja terasa mlajšega zasipa je II. terasa. Sledita še dve široki terasi III in IV, ki tvorita skupno z II. teraso ravninski del radovljiške kotline (würmska ravnina po Ilešiču). Nižje terase so le ozke in so ohranjene samo v pomolih ob recentni savski dolini. Nastale so deloma še ob umikanju ledenika v poznem pleistocenu, večina pa je postglacialna.

Območje bohinjskega ledenika

I. terasa (Ampfererjev starejši zasip) je ohranjena samo vzhodno in južno od Radovljice (Ledevnica, Bratranca, Zg. Lipnica, Brdska planota). Njena površina je v višini 510 do 520 m. Pri Zg. Lipnici in na Brdski planoti pa lahko ločimo še en višji nivo z višino okrog 540 m. Kjer niso ob I. teraso prislone mlajše terase, je razgaljena terciarna,¹ pri Kolnici pa tudi triadna podlaga že 10 do 30 m pod površino terase. Ta zasip v radovljiški kotlini torej ni dosegel debeline 200 m, kot omenjata Ampferer (1918, p. 408) in Rakovec (1928 b, p. 12). Proti vzhodu debelina tega zasipa narašča. Terciarna podlaga pada hitreje kot površina terase in nasproti železniške postaje Šentjošt izgine pod današnje dolinsko dno. Na tem mestu znaša debelina starejšega zasipa okrog 80 m.

Skoraj povsod v bližini Radovljice leži na konglomeratu I. terase močno ilovnat grušč z mnogimi porfirirnimi bloki (Melik, 1929—30, p. 9). Ta grušč je tako močno preperel, da mora biti znatno starejši od morenskih nasipov zahodno od tod. Poleg tega leži tudi na višji terasi kot ti morenski nasipi. Zato ga moramo imeti za **starejšo moreno**. Pri Lipnici ima tudi značilno rdečkasto barvo starih feretiziranih moren (Grimšičar, 1953, p. 301). Morfološko so nasipi teh starih moren prav dobro vidni v zahodnem delu lipniške terase, še bolje pa na južni polovici brdske planote (kota 551 m).

¹ Skoraj povsod je to homogena, neplastovita sivica, le pri Radovljici so v sivici in pod njo tudi plasti peščenjaka in konglomerata z veliko množino porfirirnih prodnikov. Sivico so do sedaj imeli vedno za miocensko. Po dosedanjih mikropaleontoloških preiskavah pa spada v oligocen.

II. terasa. Po akumulaciji I. terase je sledila dolga erozijska doba, v kateri je Sava prerezala ves starejši, že v konglomerat sprijeti zasip, in se zarezala še okrog 80 m globoko v terciarno podlago. V te globoke erozijske žlebove je bil odložen prod do vrha II. terase v debelini okrog 100 m. Zaradi tega ga lahko primerjamo s prodom visoke terase v nekaterih zahodnoalpskih dolinah, ki ima posebno ime »Rinnenschotter«, ker leži v globokih erozijskih žlebovih.

II. terasa nastopa samo na zunanji strani čelnih moren bohinjskega ledenika, ki se vrste od Sv. Katarine, preko Vrbe, Studenčic, Hraš, šmidolskih moren vzhodno od Radovljice, zahodnega dela pustograjskega hrbta do brdskih moren. Današnja struga Dolinke tvori od Brega do Radovljice tetivo na tem loku. Ker je Dolinka po umiku bohinjskega ledenika prodrla v njegovo čelno kotanjo, je zabrisala medsebojno razmerje med terasami in morenami (2. sl.). Terasa, ki leže na zunanji strani čelnih moren, nastopajo v normalnih dolinah šele od teh čelnih moren navzdol v smeri toka. Ob Savi pa srečamo II. teraso dvakrat, prvič od šmidolskih moren navzdol, drugič pa ob Dolinki pri Mostah. To je verjetno privedlo Ampfererja do napačne trditve, da so terase popolnoma neodvisne od moren (Ampferer, 1918, p. 407). Ampferer trdi nadalje, da so bile te morene odložene v globoke erozijske žlebove v mlajšem zasipu, ker je našel spodnje talne morene globoko pod površino teras (Ampferer, 1918, p. 433). Videli bomo, da lahko nadaljevanje Ampfererjeve spodnje talne morene, t. j. morene predzadnje faze, zasledujemo v vrsti golic proti vzhodu. Čim dalje proti vzhodu gremo, tem više se nahaja talna morena in se končno veže na šmidolske morenske nasipe (3. sl.). Ti so torej tudi nastali v predzadnji fazi poledenitve. Pod šmidolskimi morenami in na mnogih mestih tudi pod pripadajočimi talnimi morenami leži prod mlajšega zasipa. Na mnogih mestih v šmidolskih morenah dobimo tipične prodnike, ki so pa oraženi. Ledenik je torej predelal prod mlajšega zasipa v moreno. Prod je starejši od šmidolskih moren. Njegovo nasipavanje se je nadaljevalo verjetno do poledenitve, ker ni mogoče nikjer dokazati erozijskih žlebov, v katere bi bile vložene morene. Čelne morene predzadnje faze leže povsod na vrhu II. terase. Postopno padanje talne morene od vzhoda proti zahodu in globoka lega spodnje talne morene pod blejsko teraso, kot jo je opazoval Ampferer, je posledica ledeniške erozije v predzadnji fazi, pri kateri si je ledenik izdolbel globoko čelno kotanjo. Ta je bila kasneje zasuta z mlajšima terasama III in IV.

Morenski nasipi te faze dosežejo največjo širino pri Hrašah. Skrajni morenski nasip sta Brückner in Melik opisala pri Rodnah kot zelo izrazit morenski nasip (Penck & Brückner, 1909, p. 1048, Melik, 1929—30, p. 12). Vendar je najvišji del tega nasipa erozijski ostanek terciarnega vulkanskega tufa, ki so ga kljub slabi kvaliteti dalj časa odkopavali za gradnjo hiš v Rodnah. Le vzhodni del in severno pobočje grebena pokriva prod in morenski material.

Med Studenčicami in Vrbo je v ježi II. terase vrsta golic, v katerih je razgaljena morena. Površina pa je le lahno valovita, kot je opazil že Brückner (1909, p. 1048) in prehaja proti severu v II. teraso. Moren-

ske nasipe je tu uničila Dolinka, ki je v tej fazi tekla tik ob čelu bohinj-skega ledenika in verjetno sproti odnašala morenski material.

Šmidolske morene so znatno ožje. Vendar je našel Grimšičar še okrog 1 km dalje proti vzhodu v grapi Zgoše razgaljeno tipično moreno z oraženci (Grimšičar, 1953, p. 300). Tudi tu je Dolinka večji del nasipov uničila.

Morenski nasipi te faze so dobro ohranjeni tudi na južni strani Save. Ampferer je imel tudi Pusti grad za morenski nasip (Ampferer, 1918, p. 427). Melik pa je našel na južni strani gradu in na zahodni strani kote 548 triadni apnenec in je s tem dokazal, da pustograjski hrbet ni v celoti iz morenskega gradiva (Melik, 1930, p. 9).

Severovzhodno pobočje pustograjskega hrbita je iz terciarnega konglomerata. Najlepše je razgaljen v ovinku Save NE od kote 548 v profilu predvidene pregrade, kjer si je Sava zarežala epigenetsko dolino v svoj prejšnji desni breg. Konglomerat je sestavljen pretežno iz prodnikov in blokov zelenega porfirita in le v manjši meri iz apnenca. Bloki dosežejo tu velikost do 2 m. Še večji apnenčevi bloki se nahajajo severno od Pustega gradu v višini okrog 480 m. To niso eratični bloki, temveč sestavni del terciarnega konglomerata.

Preperino tega terciarnega konglomerata je težko ločiti od preperine moren. Pri obeh dobimo na površini večje bloke porfirita in apnenca, v prsti pa le drobce porfirita, ker so bili manjši drobcji apnenca že raztopljeni. Zaradi tega na pustograjskem hrbitu pri kartiranju ni mogoče ugotoviti meje med terciarjem in moreno, vendar je velik del zahodne polovice tega grebena gotovo prevlečen z moreno.

Zahodno nadaljevanje pustograjskih moren je Dobrava pri Brdih. Od Pustega gradu jo loči suha lancovška dolina, ki jo omenjata že Rakovec in Melik (Rakovec, 1927, p. 6, Melik, 1929—30, p. 8). Pri Zadružnem domu je v tej dolini ohranjen nizek, a izrazit morenski nasip. Dolina je torej nastala že pred odložitvijo teh moren in bila vrezana v konglomerat starejšega zasipa med brdsko in lipniško planoto.

Južno od Dobrave leže na brdski planoti nadaljnji morenski nasipi, ki jih Melik prišteva k isti fazi kot Dobravo (Melik, 1929—30, p. 8). Ker so močnejše prepereli in leže na konglomeratu I. terase, jih moramo imeti za enako stare s starejšimi morenami pri Lipnici (glej str. 138).

Med Dobravo in temi starimi morenami poteka v vzhodnem delu brdske planote suha dolina, ki se konča nekaj metrov nad dnom lancovške suhe doline. Tretja suha dolina se prične tik nad dolino Bohinjke zahodno od Brd in poteka mimo Vošč in Kolnice do Sp. Lancovega. Po vseh treh so tekli ledeniški potoki, ki so izvirali iz ledeniškega čela med Jelovico in Pustim gradom. Ker so te doline nastale ob čelnih morenah predzadnje faze, sklepamo, da je nastalo dno teh dolin v istem času kot II. terasa, le lancovška suha dolina je zarežana še nekoliko globlje in je današnje dno nastalo v času III. terase.

III. terasa se razprostira od Most preko Lesc do Radovljice v širini okrog 1 km. Povsod je to ravna rečna terasa, le pri Radovljici mole iz njene površine trije morenski nasipi: Volčev hrib, Obla gorica in nizka vzpetina z bunkerjem na zahodnem robu terase.

Na pobočju III. terase proti Savi lahko zasledujemo talno moreno od šmidolskih moren proti zahodu (3. sl.). Do Radovljice leži plitvo pod površino (okrog 10 do 20 m). Omenjeni trije morenski nasipi pri Radovljici so verjetno vzpetine te talne morene, ki mole nad površino terase. Nastale so pri umikanju ledenika.

Zahodno od radovljiške železniške postaje se morena spušča bolj strmo. Nad njo se pojavi vrsta močnih izvirov ob cesti Radovljica—Lancovo. Prodnati zasip III. terase je tu močnejši in deloma naložen v poševnih deltastih plasteh. Po umiku ledenika je bilo tu torej jezero, ki ga bomo lahko zasledovali naprej proti zahodu pod IV. teraso. Površina III. terase je zahodno od Radovljice površina delte Dolinke, ki se je tu izlivala v jezero.

Na južni strani Save so le majhni ostanki III. terase. Sem moramo prištevati dno suhe lancovške doline, kot je to storil že Ilešič (1935, p. 136) in površino ob južni strani morenskega nasipa z lancovško cerkvijo (kota 514). Lancovski morenski nasip je verjetno ekvivalent radovljiških morenskih nasipov. V tem ledeniškem stadiju je še tekla voda po sedaj suhi lancovski dolini proti Kamni gorici. Kasneje se je ta ledeniški potok pretočil v današnjo savsko dolino, ki je postajala vedno globlja. Dokaz te piraterije je majhna, danes suha dolina, ki prekinja zvezo med lancovskim morenskim nasipom in lancovsko suho dolino.

Da je III. terasa v lancovski suhi dolini višja kot pri Radovljici, je razumljivo, ker je takrat ledenik še popolnoma ločil lancovski ledeniški potok in Savo.

IV. terasa. K IV. terasi pripada skoraj vsa ravnina vzhodno in severno od Bleda do današnje savske doline. Višine terase med Zasipom in Rečico popolnoma ustrezajo višinam IV. terase in je zato treba ta del prištevati k tej terasi in ne k III. terasi, kot je to storil Ilešič (1935, p. 135). Na vzhodni strani Save pa nastopa IV. terasa le v ozkem pasu med III. teraso in današnjo savsko dolino.

Morensko plast pod delto III. terase pri Radovljici zasledujemo dalje proti zahodu pod IV. teraso. Tudi tu se nahajajo nad moreno jezerski sedimenti. Ker je bilo jezero tu že globlje, so nastali na tem mestu že drobnozrnati sedimenti. Nad talno moreno nastopata najprej glina in pesek, nad tema pa v grapi Lisjak lepo razgaljena delta, ki je nadaljevanje delte pod III. teraso. Jezersko kredo zasledujemo mimo Bodešč in Ribnega do Bohinjske Bele in Obrn. Jezero, ki je nastalo po umiku ledenika s šmidolskih moren v južnem delu radovljiške kotline, je bilo torej okrog 10 km dolgo. Proti severu dobimo jezerske gline do Koritnega in Lesc. Jezero je bilo torej široko na tem mestu le okrog 2 km. Njegova gladina je bila, kot lahko sklepamo po vrhu delte, v višini 480 do 485 metrov. Najnižja točka, kjer je mogoče videti jezersko glino, leži nad sotočjem obeh Sav v višini okrog 415 m. Jezero je bilo torej vsaj 65 do 70 m globoko.

Že Grimšičar omenja, da je glina, ki nastopa ob velikem ovinku Save pod Bledom, tipična jezerska kreda in ne terciarna sivica (Grimšičar, 1953, p. 300). Ampferer jo je opisal kot »Tegel«, vendar

izrecno poudarja, da v njej ni našel foraminifer in je stratigrafsko ni uvrstil v nobeno formacijo (Ampferer, 1918, p. 416). Kasneje so povsod citirali to glino kot miocensko sivico. Konglomerat, ki se nahaja pri Mlinem na južni strani Blejskega jezera nad to jezersko glino, seveda ne more biti starejši zasip, kot sta trdila Ampferer in Rakovec (Ampferer, 1918, p. 416, Rakovec, 1928, p. 2 in 14). Konglomerat je naložen v poševnih plasteh in je zelo verjetno ekvivalent delte Dolinke pri Radovljici, kateri tudi po višini ustreza (III. terasa). To je bila torej delta Bohinjke v istem velikem jezeru.

Današnja kotanja Blejskega jezera je nastala v zadnji ledeniški fazi, v kateri je ledenik izdolbel razmeroma mehke morene in jezerske gline. Te tvorijo verjetno še danes nepropustno dno Blejskega jezera.

Nad jezersko glino in peskom leži skoraj v vsem območju IV. terase morena zadnje faze. Ledenik se je torej po daljšem času zopet vrnil v radovljiško kotlino, izstružil nove kotanje in pri Ribnem ter Lescah nagubal pod seboj ležeče sedimente (Ampferer, 1918, p. 407). Poleg teh zgornjih moren je opisal Grimšičar še srednje morene (1953, p. 300). Te so najlepše razgaljene v grapi Kamnek jugovzhodno od Bodešč. Ker jih loči od zgornjih moren le razmeroma tanka glinasta plast, sodimo, da so nastale v isti ledeniški fazi. Vmesna glinasta plast pa je verjetno nastala pri manjšem umiku ledenika.

Skrajni morenski nasip teh zgornjih moren se začne na jugu pri Selcah. Proti severu se nadaljuje v nizkem nasipu na IV. terasi vzhodno od Save. Šele severno od ceste Lesce—Bled postane ta nasip bolj izrazit. Material tega nasipa je le deloma značilna morena, deloma pa prod, ki ga je ledenik, podobno kot na šmidolskih morenah, nakopičil v nasipe. Suha dolina, ki poteka v vsej dolžini ob vzhodnem robu IV. terase, je struga Dolinke, ki se je morala umikati napredujočemu ledeniku ob njegovem čelu in je pri tem zarezala ježo v III. teraso.

Severni konec tega loka morenskih nasipov tvori morena pri Zasipu. Tudi tu leži morena na jezerski glini, vendar je to usedlina drugega jezera, ki je bilo ločeno od radovljiško-blejskega jezera in je imelo znatno višjo gladino — okrog 540 m. V tej višini so namreč jezerske gline pri izviru severozahodno od Zasipa. Pri kopanju dovodnega rova za HE Zasip so zadeli v višini okrog 500 m neposredno nad terciarno sivico na pasovite gline. Pasovi so nagnjeni položno proti jugu, t. j. proti radovljiški kotlini.¹ Spodnjih moren na tem mestu ni. Verjetno so bile odstranjene že pred odložitvijo jezerskih glin, ker je površina sivice strmo nagnjena proti jugu in so morene zdrsele takoj po umiku ledenika proti dnu kotanje.

Vzporedno s skrajnim morenskim nasipom zadnje faze potekata v notranjosti kotanje še dva vzporedna pasova morenskih nasipov, prvi so Brda med Rečico in Zasipom, drugega pa tvorijo morene ob vzhodni strani Blejskega jezera. Pri teh manjših stadijih so grbine na južni strani Blejskega jezera razdelile jezik ledenika na dva dela (Melik, 1930, p. 4). Severni je ustvaril blejsko kotanjo, južni pa ribensko kotanjo.

¹ Za te podatke se zahvaljujem ing. Mateju Kleindienstu.

V tej je bilo nekaj časa postglacialno jezero, ki pa zaradi močnega pretoka vode in zarezavanja odtoka ni dolgo trajalo (Melik, 1930, p. 25).

V. terasa in vršaj Zgoše. Zgoša je nasula od svojega vstopa v radovljiško kotlino pri Begunjah velik vršaj proti Radovljici in Lescam. Ta je prekril zvezo morenskih nasipov med Hrašami in šmidolskimi morenami na razdaljo 3 km. Zasul je dolino vzhodno od Ledevnice. Vršaj prekriva tudi II. teraso in prehaja končno v III. teraso. Pri nasipavanju tega vršaja je Zgoša tekla nekaj časa celo proti Studenčicam in ustvarila danes skoraj suho dolino med hraškimi morenami in morenami pri Vrbi.

Vršaj je mlajši od III. terase, saj leži na njej in je verjetno nastal istočasno z velikimi vršaji v dolini Završnice pod Stolum (glej str. 145), ki spadajo v čas nastanka V. terase. To dokazuje tudi več suhih dolin na robu III. in IV. terase med Lescami in Šmidolom. Pri nasipavanju svojega vršaja je nihala Zgoša sem in tja. Voda je zastajala na površini III. terase, podobno kot še danes zastaja med Lescami in Hrašami. Nato se je prelivala preko roba III. terase na IV. teraso in naprej na V. teraso. Pri tem je ustvarila nekaj kratkih, danes suhih dolin, ki prerežejo robove teras. V rob III. terase so se zarezale tri suhe doline: prva 500 m SE od Lesc, druga je Radovljiški dol in tretja Šmidol. Prva med njimi je le kratka in sega samo z ene terase na drugo, vzhodni dve, to sta Radovljiški dol in Šmidol pa segata neprekinjeno od III. terase do V. terase. Od V. terase potekajo navzdol proti Savi plitve grape, po večini izmed njih teče še danes voda, ki izvira na jezerskih glinah in morenah. Vendar je že na prvi pogled videti, da so mlajše in da jih je ustvarila mnogo manjša količina vode kot gornje suhe doline.

Ob Bohinjki je V. terasa ohranjena samo v ozkem pasu zahodno od Selc. Proti zahodu sega do kamneških morenskih nasipov. Po tem sklepano, da je nastala v zvezi z drugim ali tretjim pasom mlajših morenskih nasipov. Tudi suhi dolini na blejski planoti — Dindol in koritenska suha dolina — sta nastali verjetno ob istem stadiju bohinjskega ledenika in pripada njuno dno V. terasi.

Območje dolinskega ledenika

II. terasa. Skrajni morenski nasip dolinskega ledenika leži blizu vzhodnega konca dobravske planote. Na zunanji strani morenskega nasipa leži II. terasa. Na levi strani Save je ohranjena ista terasa v majhnem ostanku v kotu med Završnico in Savo. Od Most navzdol se potem nadaljuje do Vrbe in Roden ob zunanji strani moren bohinjskega ledenika. Nikjer ob pobočju proti Savi, niti v preiskovalnih vodnjakih niti v dovodnem rovu HE Moste ni bilo mogoče ugotoviti v tej terasi moren niti med prodom niti pod njim. Terasa je torej prav tako kot vzhodno od Radovljice starejša od skrajnih morenskih nasipov. Morena, ki je označena ob vznožju žirovniških Peči na rokopišni geološki karti dunajskega Geološkega zavoda, lista Radovljica, ni morena, temveč samo grušč triadnega apnenca, ki izvira iz sten strmega grebena nad njim (Melik, 1930, p. 12). Tudi Brückner že izrecno poudarja, da v tem

delu ni moren (Brückner, 1909, p. 1047). Ta grušč polzi po podlagi terciarne sivice, ki sega na vznožju Peči precej visoko.

II. terasa je povečini iz sipkega proda, ki je ponekod sprijet v rahel ali celo trden konglomerat, n. pr. na levem pobočju nad Savo med izlivom Završnice in Bregom. Vendar so pri izkopu preiskovalnih vodnjakov in dovodnega rova ugotovili povsod pod konglomeratom še debelo plast sipkega proda. Konglomerat v tem delu torej nikjer ni ostanek starejšega zasipa. S tem je pojasnjeno Ilešičevo vprašanje o starosti tega konglomerata (Ilešič, 1935, p. 134).

Na vzhodnem pobočju dobravske planote je na koti 547 m stalen izvir. Pri zajetju so ugotovili, da se zbira voda na tanki ilovnati plasti, ki leži med prodom.

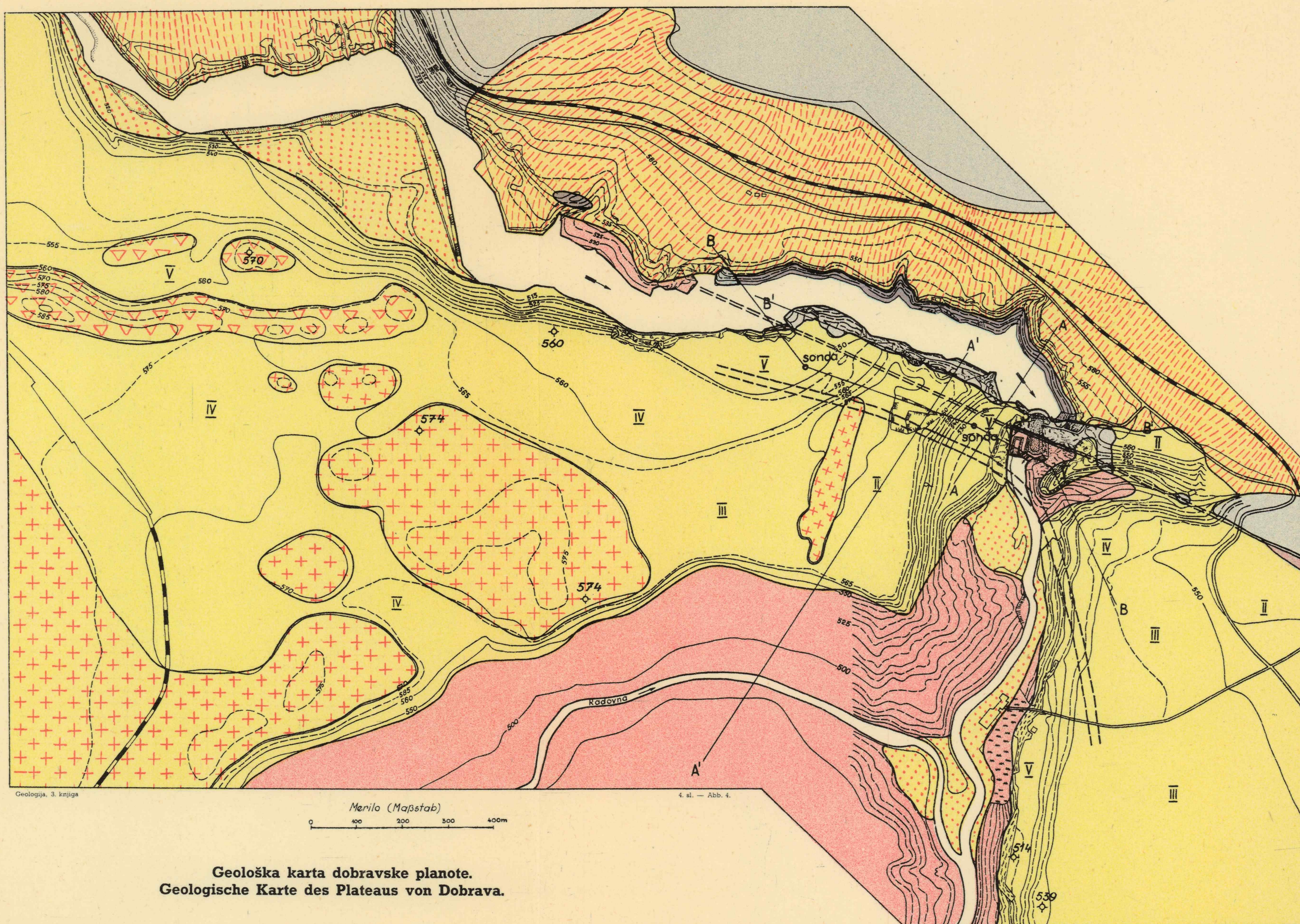
Na notranji strani prvega morenskega nasipa je površina nekoliko nižja. Tu je znatno drobnejši prod kot na zunanji strani, zato ta terasa ne more biti nadaljevanje II. terase na notranjo stran nasipa. Še dalje proti zahodu so kopaste morene. Njihova površina se dviga v splošnem proti jugu in doseže najvišje točke na robu doline Radovne (4. sl.).

Prod II. terase doseže tudi tu veliko debelino in leži večinoma na terciarni sivici, ponekod pa prekriva tudi triadne apnenice in dolomite.

Mejo med triado in terciarjem tvori savski prelom, ki poteka v ravni črti ob vznožju žirovniških Peči, potone pri Mostah pod terasni prod in poteka nato prekrit z mladimi naplavinami po dnu savske doline. Pod terasami je viden samo na dveh mestih. Vidimo ga pod vasjo Potoki, kjer prestopi Sava s terciarja na triado, drugič pa še lepše pri Mostah, kjer Sava prestopi zopet nazaj na terciar (Ampferrer, 1918, p. 419). Tu stoji v triadni soteski tik ob savskem prelomu pregrada HE Moste.

Savska epigenija pri Mostah. Podlaga proda je fosilni erozijski relief radovljiške kotline tik pred pričetkom nasipavanja II. terase. Ob dobravski planoti zasledujemo spodnjo mejo proda vzdolž njenega južnega, vzhodnega in dela severnega roba (4. sl.). Na jugu proti Radovni leži pod prodom sivica v višini okrog 540 do 550 m. Na vzhodni strani se nato precej strmo spusti do bližine savskega preloma na koto 479 m, ki je bila ugotovljena pri zajetju izvirov. Od tega mesta do savskega preloma se zopet dvigne do višine okrog 492 m, nato pa ob triadnem apnencu strmo skoraj do površine II. terase na višino 560 m (5. sl.). Ob severnem robu planote zasledujemo vrh apnenca tik pod površino terase, ob naslednjih nižjih terasah pa celo moli nad njihovo površino. Apnenec se konča na mestu, kjer savski prelom seka Savo pod Potoki (6. sl.). Naprej proti Javorniku je pod prodom zopet sivica, katere površina pada na desnem bregu proti zahodu od 515 na 502 m in nato izgine pod naplavine.

Neenakomerna višina podlage terasnega proda nam kaže, da je bil ta prod odložen v precej razgiban relief, vendar so njegove višinske razlike manjše od debeline zasipa II. terase, ki znaša tu 90 m. Tolikšna je višinska razlika med najnižjo točko podlage — 479 m — in vrhom II. terase — 565 do 570 m. Terciarna oziroma triadna podlaga se pokaže nad površino teras šele ob robu kotline, le v blejskem kotu mole triadne grbine tudi znotraj kotline nad terase.



Geologija, 3. knjiga

Merilo (Maßstab)

0 100 200 300 400m

4. sl. — Abb. 4.

Geološka karta dobravske planote.
Geologische Karte des Plateaus von Dobrava.

triadni apnenec
Triaskalk

triadni dolomit
Triasdolomit

terciarna sivica
Tertiärer Tegel

pleistocenski prod in konglomerat
Pleistocäner Schotter und Konglomerat

morenski nasipi predzadnje faze
Moränen der vorletzten Phase

morenski nasipi zadnje faze
Moränen der letzten Phase

vršaji V. terase
Schuttkegel der Terrasse V.

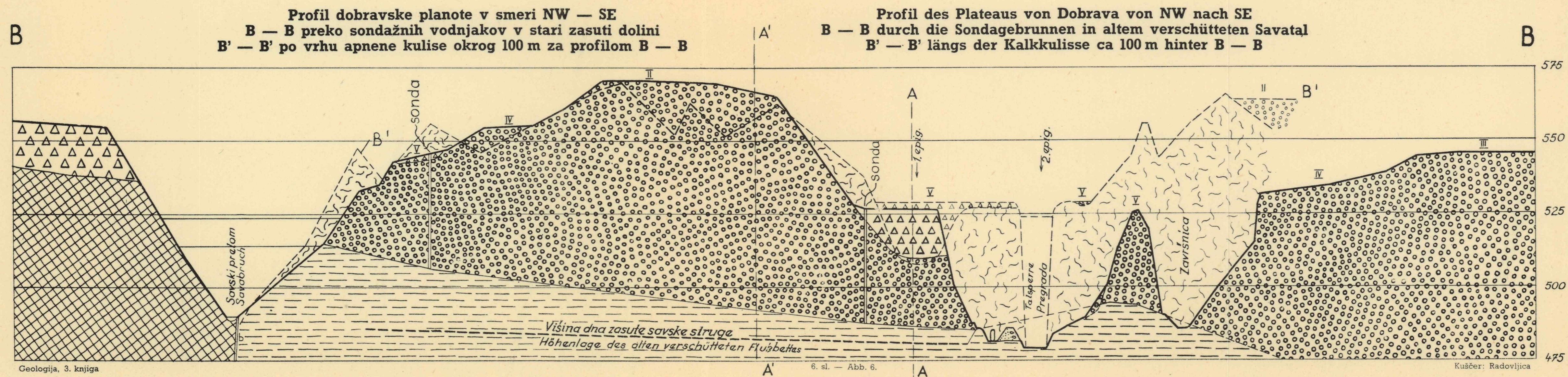
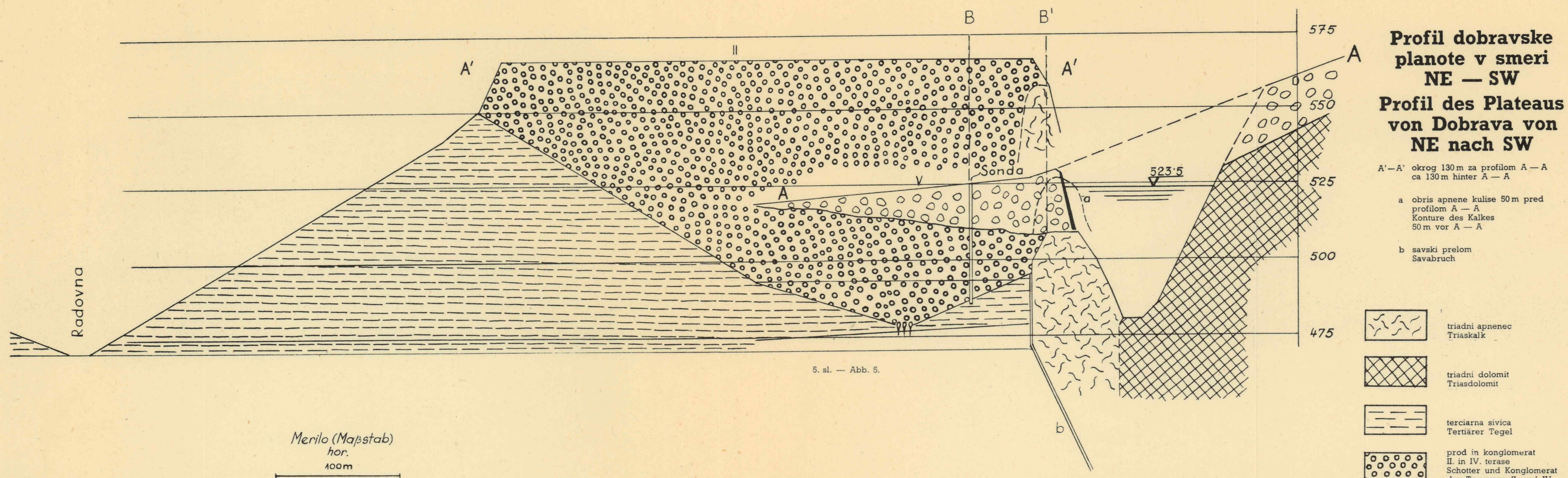
holocenski prod
Holozäner Schotter

zasuta savska struga
Altes Flussbett der Sava

savski prelom
Sava-Bruch

II. do V. so številke teras
II. bis V. sind Nummern der Terrassen

Kuščer: Radovljica



Najgloblja mesta v podlagi so stare rečne struge pred zasipom II. terase. Odseki današnjih dolin, v katerih se dvigne terciarna ali triadna podlaga višje od dna starih zasutih dolin, so epigenetski. Današnja savska soteska pri Mostah je epigenetsko zarezana v svoj nekdanji levi breg v dolžini preko 600 m. Stara zasuta savska dolina pod dobravsko planoto je dokazana tudi z dvema preiskovalnima vodnjakoma (4., 5. in 6. sl.). Oba sta dosegla sivico, ki je nagnjena proti jugu; dno zasute doline mora ležati torej nekoliko južneje od njih. Stara dolina Save je tekla ves čas v sivici in ne v triadi kot današnja. Epigenetska dolina se je zarezala severno od savskega preloma v triado več ali manj vzporedno s staro dolino okrog 300 m daleč od nje. Med recentno dolino in staro zasuto dolino je ostal le tanek, kulisi podoben apnen greben, ki je danes naraven oporni zid za prod dobravske planote.

Ta stara zasuta savska struga je pot, po kateri uhaja iz akumulacijskega jezera HE Moste znatna količina vode. Vsa voda izvira na majhnem prostoru južno od pregrade, kjer današnja savska dolina seče to zasuto dolino. Od tod se nadaljuje stara zasuta struga na nasprotni strani Save pod teraso pri Žirovnici.

Edina terasa, ki jo zasledujemo skozi ozko epigenetsko dolino, je terasa v višini 525 do 540 m, ki ustreza V. terasi v ostali radovljški kotlini (pri strojnici HE Moste 520 m, pri Bregu 485 m). Ohranjena je le v majhnih pomolih v apneni steni epigenetske soteske, večjo površino pa ima ob koncu epigenetske soteske nad desnim bocom pregrade.

Levi breg epigenetske doline je znatno nižji od desnega (II. terasa). Prekrivajo ga vršaji, ki se strmo spuščajo od vznožja Karavank proti Savi. Enaki vršaji se nahajajo vzhodno od tod v dolini Završnice. Petrografski sestav grušč a teh vršajev je popolnoma drugačen od savskega proda in moren dolinskega ledenika. V njem je mnogo drobcev in blokov karbonskih kremenovih konglomeratov, trbiške breče in drugih karavanskih kamenin (Melik, 1929—30, p. 24).

V. terasa nad desnim bocom pregrade je sestavljena iz enakega grušč a. Če si mislimo površino vršajev podaljšano preko savske struge, vidimo, da se nadaljuje na tej terasi (5. sl.). Vršaji na vznožju Karavank so torej nastali ob istem času kot V. terasa. Sava se je pri Mostah zarezala že čez 50 m globoko pod površino teh vršajev, kar je tudi dokaz za njihovo precejšnjo starost.

Hudourniški grušč V. terase leži v južnem delu na produ stare zasute doline, v severnem pa na triadni apneni kulisi (5., 6. sl.). Kuliso prekriva tik nad pregrado le 3 do 5 m debela plast tega grušč a, 60 m zahodno od pregrade pa zapolnjuje erozijski žleb, po katerem je tekla Sava pred nasipavanjem V. terase. Potem ko so vršaji zasuli to prvo sotesko okrog 20 m visoko in ustvarili V. teraso, se je Sava premaknila še 60 m dalje proti vzhodu in zarezala današnjo tesen Kavčke. Ta je torej epigenetska tesen prve epigenetske soteske. Prva epigenetska soteska je lepo razgaljena na desnem bregu Save nad pregrado. Obložena je sedaj do višine zajezone vode s tesnilnim zidom.

Mlajše terase dobravske planote. V. terasa je vez med terasami dobravske planote in terasami v spodnjem delu radovljške kotlin e. Prva

višja terasa na dobravski planoti leži okrog 10 m nad V. teraso in jo moramo uvrstiti k IV. terasi. III. terasa na dobravski planoti ni nikjer jasno ohranjena. Morda moremo sem prištevati površino za skrajnim morenskimi nasipom, ki pa je le 2 do 3 m nižja od II. terase.

Izraziti morenski nasip severno od postaje Vintgar je znatno bolj strm od nasipov južno in vzhodno od postaje, od katerih se loči tudi po tem, da mole iz njegove površine številni apnenčevi bloki. Vzhodni konec tega morenskega nasipa leži na IV. terasi. Tako tudi na dobravski terasi ločimo dve skupini morenskih nasipov, prvo, ki je nastala v zvezi z II. teraso in ustreza morenam predzadnje faze bohinjskega ledenika, ter drugo, ki je nastala v zvezi s IV. teraso in ustreza zadnji fazi bohinjskega ledenika. Med obema fazama poledenitve tu ni mogoče ugotoviti nobene ojezeritve.

Med skrajnim morenskimi nasipom zadnje faze in morenami predzadnje faze leži pri postaji Vintgar ravnina, ki jo je nasul ledeniški potok zadnje faze. Njegovi odtoki s te ravnine so erodirali danes suhe doline proti jugovzhodu do Radovne in proti vzhodu, kjer se doline iztekajo na IV. teraso. Zato spada tudi ravnina pri postaji Vintgar v IV. teraso.

Za prvim morenskimi nasipom zadnje faze je mogoče ugotoviti, podobno kot v okolici Bleda, še dva pasova morenskih nasipov, vendar so razdalje med njimi tu znatno manjše kot tam. Površina med temi zadnjimi morenskimi nasipi ustreza V. terasi.

Po umiku ledenika z zadnje čelne morene je bilo pri Javorniku jezero, kot dokazujejo jezerske glinice pri izlivu Koroške Beke.

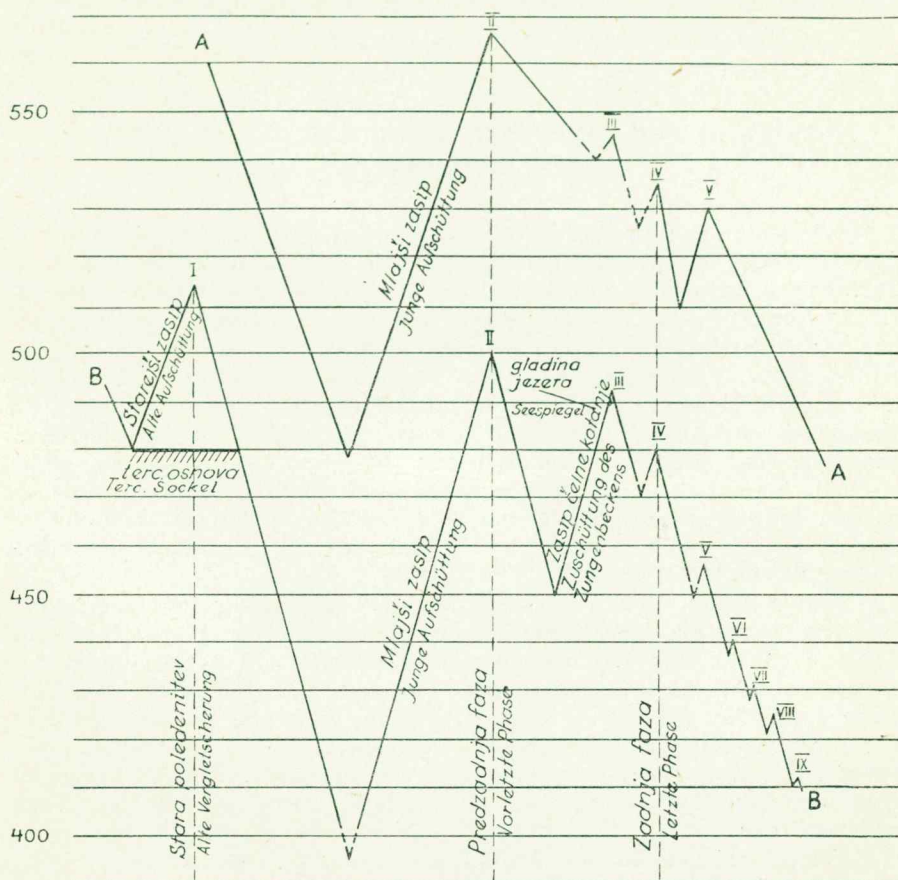
Zaključki

Potek akumulacije in erozije v radovljiški kotlini v pleistocenu naj prikazeta dva diagrama (7. slika). Višine teras oziroma savske struge so pri zgornjem diagramu (A) iz okolice Most, pri spodnjem (B) pa iz okolice Radovljice. Kjer ni bilo mogoče ugotoviti dna doline pred akumulacijo terase, je ustrezni del diagrama črtkan.

Z zasledovanjem talnih moren v profilih ob Savi pri Radovljici je bilo mogoče izvesti korelacijo med čelnimi morenami in talnima morenama, ki ju je odkril Ampferer. Spodnja talna morena je nastala v isti fazi kot morenski nasipi na II. in III. terasi, zgornja morena pa takrat, kot nasipi na IV. terasi. Med obema ledeniškima fazama je bila v kotanji bohinjskega ledenika daljša jezerska faza.

Če skušamo vzporejati te razmere z razmerami v drugih alpskih dolinah, se ujemajo dobro s Spreitzerjevimi ugotovitvami v dolini Mure in Drave na Koroškem. Spreitzer je tu ločil dva würmska stadija z dolgo vmesno erozijsko fazo. Morene stadija würm II leže v murski in dravski dolini okrog 2 km za morenami würm I. Starostno razliko med obema je opaziti v stopnji preperelosti obeh moren (Spreitzer, 1953, p. 61—63). Če prenesemo to razdelitev na radovljiško kotlino, potem ustreza predzadnja faza würmu I, zadnja würmu II, stare morene na I. terasi pa so riške.

Ni še jasno, kaj je dovedlo Spreitzerja, da je imel obe mlajši fazi poledenitve v dravski in murski dolini za würm I in II in ne za ris in würm. Če bi z Ampfererjem imeli obe plasti talne morene za tvorbo dveh ledenih dob, t. j. zgornjo za würmsko, spodnjo pa za riško, potem moramo razdeliti tudi mlajši zasip radovljiške kotline v würmski



7. sl. Erozijska in akumulacijska v radovljiški kotlini v pleistocenu, A pri Mostah, B pri sotočju obeh Sav

Abb. 7. Erosion und Akumulation im Becken von Radovljica während des Pleistocäns, A bei Moste, B beim Zusammenfluß beider Saven

in riški. II. terasa in z njo glavni del mlajšega zasipa je potem visoka terasa, IV. terasa je nizka terasa, III. terasa je srednja terasa, kot je imenoval Heim terase med visoko in nizko teraso (Heim 1919, 299). Trije pasovi morenskih nasipov na IV. terasi bi bili morda würm I, II in III. Starejši zasip (I. terasa) je pri tej razdelitvi že krovni prod in njegove morene mindelske. Ta ugotovitev se dobro ujema z Rakov-

čevo določitvijo losa z viškega Brda pri Ljubljani. Konglomerat, ki se nahaja pod plastmi gline z losom, ima Rakovec za ekvivalent starejšega zasipa (Rakovec 1932, p. 61) in po novi določitvi losa ne more biti mlajši od mindelske dobe (Rakovec 1955, p. 290).

Dokončno odločitev za eno ali drugo razlago dajo lahko le paleontološke najdbe v jezerskih glinah, predvsem analiza peloda.

Sprejel uredniški odbor dne 17. novembra 1955.

BEITRAG ZUR PLEISTOZÄNGEOLOGIE DES BECKENS VON RADOVLJICA

Bei seinen grundlegenden Untersuchungen über die Vergletscherung des Savetales, meinte Brückner auch hier das System von vier Terrassen erkennen zu können (Penck & Brückner 1909, 1044 bis 1062). Ampferer verwarf Brückners Aufteilung der Terrassen in vier Aufschüttungen und vertrat die Ansicht von nur zwei Aufschüttungen. Ampferers jüngere Aufschüttung entspricht Brückners Niederterrasse, die ältere Aufschüttung sei nach Ampferer einheitlich und wurde von Brückner künstlich in Hochterrasse, jüngeren und älteren Deckenschotter aufgeteilt (Ampferer 1918, p. 408). Ampferer (1918) beschrieb auch mächtige Seekreideablagerungen südlich von Bled, die von Grundmoräne überlagert und unterlagert werden. Nach seiner Ansicht sind die zwei Grundmoränen Bildungen zweier Eiszeiten.

Später gaben Rakovec (1928) und Melik (1930) eine eingehende Beschreibung der Moränenwälle des Beckens von Radovljica und Ilešič (1935) eine Beschreibung der Terrassen. Wir bezeichnen die Terrassen nach Ilešič mit den Ziffern I bis IX (Fig. 1. 2.). Die Terrasse I ist Ampferers ältere Aufschüttung, alle übrigen gehören der jüngeren Aufschüttung an. Die Terrasse II, III und IV bilden den ebenen Teil des Beckens von Radovljica, die Terrassen V bis IX liegen im rezenten Savetal. Die Terrasse V entstand noch, wie gezeigt wird, während der letzten Stadien der Würmvereisung, alle übrigen sind postglazial und sind in den Abb. 1 und 2 nicht eingezeichnet.

Der grössere Teil des Beckens von Radovljica wurde vom Gletscher der Sava-Bohinjka eingenommen, die Gletscherzunge der Sava-Dolinka reichte nur bis zum Ende des Plateaus von Dobrava, wie schon Melik zeigte (Melik 1930, p. 16).

Die Umgebung von Radovljica bietet nun die seltene Gelegenheit, dass man die untere Grundmoräne Ampferers in einer Reihe von Aufschlüssen bis zum äussersten Moränenwall östlich von Radovljica verfolgen kann, dagegen hängen die oberen Grundmoränen mit den Moränenwällen der Terrasse IV zusammen. Damit ist eine Zweiteilung der bis jetzt nur als Rückzugsstände der letzten Vereisung aufgefassten Moränenwälle gegeben. Ob man die Moränen als Würm I und Würm II oder als Riss und Würm auffassen soll, kann nicht entschieden werden,

bis man nicht das interglaziale oder interstadiale Alter der Seeablagerungen beweisen kann.

Einerseits scheinen die Verhältnisse recht gut denen im Mur- und Drautal zu entsprechen, wo Spreitzer zwei Würmstadien beschrieb, die von einer langen Erosionszeit geschieden werden (Spreitzer, 1953, pp. 61—63).

Wenn man aber die beiden Grundmoränen als Bildungen zweier Eiszeiten auffasst, so müsste man im Sinne der klassischen Penck-schen Einteilung die Terrasse IV als Niederterrasse, die Terrasse II als Hochterrasse und die Terrasse III als Mittelterrasse betrachten.

Die Terrasse I ist nur östlich und südlich von Radovljica erhalten und besteht ausschliesslich aus festem Konglomerat. In der Umgebung von Radovljica liegt auf ihr stark verwitterter Schutt mit grossen Blöcken, den man nur als Altmoräne betrachten kann. Nach der oben angezeigten Auffassung des Penck-Brücknerschen Schemas, wäre die Terrasse I Deckenschotter.

Wo die Unterlage der Terrasse I nicht durch die jüngere Aufschüttung verhüllt ist, sieht man tertiären Untergrund in geringer Tiefe von 10 bis 30 m. Die ältere Aufschüttung erreicht hier nirgends so grosse Mächtigkeit, wie sie von Ampferer und Rakovec beschrieben wurde (Ampferer 1918, p. 408, Rakovec 1928, p. 12). Nach der beendeten Aufschüttung folgte eine lange Erosionsperiode, während der 80 bis 100 m tiefe Täler bis weit unter die Unterkante der älteren Aufschüttung gebildet wurden. Diese Täler wurden durch den Schotter der jüngeren Aufschüttung aufgefüllt. Nach der Lage in den tiefsten Talrinnen entspricht er dem Rinnenschotter, der nach Heim Hochterrassenschotter ist (Heim 1919, p. 295).

Den zeitlichen Ablauf der Erosion und Akumulation im Becken von Radovljica zeigen uns die tabelarische Übersicht und Abb. 7.

Im Zungenbecken der Sava-Dolinka herrschen ähnliche Verhältnisse. Auch hier kann man die Moränen in zwei Gruppen teilen. Es konnten zwischen ihnen keine Seeablagerungen nachgewiesen werden, doch liegen die Moränen südlich und östlich der Eisenbahnstation Vintgar auf der Terrasse II, die Moränen nördlich der Station aber auf der Terrasse IV.

Nach der Aufschüttung der Terrasse II entstand das epigenetische Tal bei Moste im Triaskalk und Dolomit in dem eine 50 m hohe Talsperre errichtet wurde. Vor der Aufschüttung der Terrasse II lag das Tal weiter südlich im tertiären Tegel (Abb. 5 und 6).

Das epigenetische Tal wurde während der Entstehung der Terrasse V nochmals aufgeschüttet und zwar durch Wildbachschutt der Karavankenbäche. Da die Terrasse V mit den jüngsten Endmoränen der Würmvereisung zusammenhängt, mussten auch die riesigen Schuttkegel am Fusse der Karavanken zur selben Zeit gebildet werden.

Der Schuttkegel der Zgoša nördlich von Radovljica wurde wahrscheinlich auch zur selben Zeit gebildet. Er verhüllt die Terrasse II und einen Teil der Terrasse III. Die zahlreichen kleinen Trockentäler am Rande der Terrassen III und IV wurden durch das Wasser der Zgoša

gebildet, das während der Entstehung des Schuttkegels auf verschiedenen Stellen über den Rand der Terrassen überlief. Sie reichen bis zur Terrasse V hinab.

Übersicht über die Entwicklung des Beckens von Radovljica während des Pleistozäns

Erosion des vorglazialen Reliefs
Aufschüttung der Terrasse I
Alte Vergletscherung
Erosion tief unter die Unterkante der Terrasse I
Aufschüttung der Terrasse II
Vorletzte Vergletscherungsphase
Seebildung im südlichen Teil des Beckens von Radovljica und bei Zasip. Entstehung des epigenetischen Tales bei Moste
Zuschüttung der Seen durch die Terrasse III. Delta bei Radovljica und Mlino
Letzte Vergletscherungsphase und Entstehung der Terrasse IV
Rückzug des Gletschers in drei Stadien und Entstehung der Terrasse V. Aufschüttung der Schuttkegel der Zgoša und am Fusse der Karavanken.
Entgültiger Rückzug der Gletscher, Entstehung des Sees von Bled und bei Bodešče, Erosion der rezenten Täler.

LITERATURA

- Ampferer, 1908, Über die Entstehung der Inntal-Terrassen. Verh. Geol. R. A. Wien.
Ampferer, 1918, Über die Saveterrassen in Oberkrain. Jahrb. Geol. R. A. 57, Wien 1917.
Eberl, B., 1930, Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg.
Gignoux, M., 1950, Géologie stratigraphique. Paris.
Graul, H. & Schaefer, I., 1953, Zur Gliederung der Würmszeit im Alpengebiet. Geologica Bavarica, 18.
Grimšičar, T., 1953, Obvestilo o raziskavanju pleistocena v radovljjski kotlini. Geologija 1, Ljubljana.
Heim, A., 1919, Geologie der Schweiz, I. Leipzig.
Ilešič, S., 1953, Terasa na gorenjski ravnini. Geogr. vest. XI, Ljubljana.
Melik, A., 1930, Bohinjski ledenik. Geogr. vest. V—VI, Ljubljana. 1929/30.
Penck, A. & Brückner, E., 1909, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig.
Rakovec, I., 1927, Doneski h geomorfologiji Ljubljanske kotline. Odlomki iz inavaturalne disertacije. Ljubljana.
Rakovec, I., 1928, Postglacialne terase Blejskega jezera v zvezi z njegovo morfogenezo. Geogr. vestnik IV, Ljubljana.
Rakovec, I., 1932, H geologiji Ljubljane in njene okolice. Geogr. vestnik VIII, Ljubljana.
Rakovec, I., 1954, Libralces aff. galicus Azzaroli z viškega Brda pri Ljubljani. Razprave Slovenske akademije znanosti in umetnosti, IV. razred. Ljubljana.
Sarntheim, R., 1937, Untersuchungen über den Pollengehalt einiger Moränen und Terrassensedimente des Inntales. Z. f. Glkde, 25.
Spreitzer, H., 1953, Gliederung und Rückgang der Würmvereisung an der Ostabdachung der Alpen. Kongressbericht Quartär 6.