

Univ. prof. Dr. IVAN RAKOVEC, Ljubljana

H geologiji in morfologiji Tuhinjske doline

Pri preučevanju morfološkega razvoja posavskih gub sem ugotovil, da je proti koncu miocena sočasno z umikanjem morja proti vzhodu nastajala v okopneli severni kadunji reka s svojimi pritoki, ki je bila tudi usmerjena proti vzhodu, saj se je izlivala v umikajoči se morski zaliv. Pozneje se je zaradi močnejšega dviganja v sredi posavskih gub sprva enotna reka razdvojila. Od novo nastalega razvodja teče proti vzhodu samo še ostanek nekdanje reke, Motnišnica, zahodno od razvodja se je pa razvilo porečje Nevljice, ki je tekla in še teče po približno enaki poti, le da v nasprotno smer (1951, p. 61).

V naslednjem skušam odgovoriti na vprašanje, kdaj je nastala ta razdvojitvev in kako je nastala ter se razvijala od tedaj dalje Tuhinjska dolina.¹⁾

Nevljica, ki izvira pod Kozjakom (667 m) in se izliva pri Kamniku v Kamniško Bistrico, je skoraj v vsem svojem teku vezana na kamniško-motniško ali bolje rečeno tuhinjsko terciarno sinklinalo. Prvotno izrazito sinklinalna reka je danes potisnjena na skrajni južni rob sinklinalne zone, tako da teče večinoma ob miocensko-triadni meji, ponekod pa tudi že po triadnem ozemlju.

Da bomo lažje razumeli in zasledovali razvoj Tuhinjske doline, si moramo predvsem ogledati potek tektonskih procesov v tem območju. Gubanje, ki je dalo posavskim gubam osnovno obliko (dve sinklinali in dve antiklinali), katero so v glavnem še do danes obdržale, se je vršilo morda že proti koncu krede, a najpozneje pred srednjim eocenom. V dobi med srednjim eocenom in zgornjim oligocenom so bile posavske gube potisnjene proti severu in pri tem narinjene na psevdosziljske sklade, ki so tvorili vmesno zono med posavskimi gubami in Savinjskimi Alpami. V tem razdobju so bile pa tudi Savinjske Alpe potisnjene proti jugu. S tem se je vmesna zona med Savinjskimi Alpami in posavskimi gubami izdatno skrčila. Nekako na meji med oligocenom in miocenom se je vršilo razmeroma šibko gubanje, ki ni pustilo mnogo sledov. Pač pa je bilo mnogo intenzivnejše naslednje gubanje, ki se je vršilo med sarmatom in panonom. S tem gubanjem je bilo ponekod (na severnem robu tuhinjske sinklinalne in na severnem robu ter v notranjosti laške sinklinalne) v zvezi naluskanje; na severu pa so bile pri tem Savinjske Alpe potisnjene nad miocen tuhinjske sinklinalne (K o s s m a t, 1915, pp. 68—73; K ü h n e l, 1935, pp. 100—102; P e t r a s c h e c k, 1927, pp. 350—354; W i n k l e r, 1924, pp. 159, 202—216; 1936, pp. 240—241, 244—246).

Tuhinjska terciarna sinklinala je bila torej zaradi neposredne bližine Savinjskih Alp dosti bolj izpostavljena pritisku, ki so ga izvajale tektonske sile v raznih geoloških dobah, kakor njena južna vzporednica, laška sinklinala. V svojem zahodnem delu je sinklinala vsaj v stratigrafskem smislu še kolikor toliko ohranjena, za kar govori dejstvo, da leže najmlajše (sarmatske) plasti

¹⁾ Pod imenom Tuhinjska dolina ali, kakor je navadno imenujejo, Tuhinj pojmem v tej razpravi vso dolino od Kamnika navzgor. Domačini pa imenujejo spodnji del doline, ki leži niže od Vrhpolj. Log, medtem ko štejejo k Tuhinju le dolino od Kavrana navzgor.

v sredi terciarnega pasu, najstarejše (akvitanke, oziroma kjer teh ni, burdigalske) pa ob obeh straneh. Ker je bil pritisk od zahoda proti vzhodu čedalje močnejši, ni čudno, da so bili v vzhodnejšem delu sinklinale posamezni miocenski skladi prevrženi tako, da so prekrili vse ostale. Tu stopa zato z malimi izjemami do površja edinole še burdigal, ki pa tudi že izgine v bližini Motnika. Hkratu se pokaže tudi oligocen (soteški skladi), vendar le sporadično. Šele na vzhodni strani Savinje se pojavi miocen v večjem obsegu.

Tektonska dogajanja, ki so se vršila v postpanonski dobi v delu, kjer se stikajo posavske gube in Savinjske Alpe, in ki se stratigrafsko ne dajo več zasledovati, naj nam pojasnijo naslednji morfološki izsledki.

Najstarejše površje, ki ga še zasledimo na južni strani Tuhinjske doline, je ob povirju Nevljice ohranjeno v Šipku (956 m) v višini 900—920 m. Proti vzhodu se nivo polagoma zniža na 880 m, nad zaselkom Lipovec pa na 845 m. Zahodno od Šipka leži nivo nad Polhovcem v višini 910 m. Dalje proti zahodu najdemo nadaljevanje tega nivoja nad Rakitovcem v planoti, ki leži 880—900 m visoko, med Malo in Veliko Lašno pa v površju vrha z višinsko koto 810 m. V sosednjem vrhu Kremena doseže nivo višino 787 m. Proti severozahodu je na severni strani Spodnjih Palovič in Vranje peči dobro ohranjena planota na Volinjku v višini 730—760 m. Planota je močno nagnjena proti severu in severovzhodu, kjer se zniža na višino 710 m. Proti zahodu se nadaljuje omenjeni nivo v grebenu nad Zgornjimi Palovičami, visokem približno 740 m, in v Tolsti gori z višino 730 m (cf. R a k o v e c, 1931, p. 26).

Na severni strani Tuhinjske doline leži enako staro površje mnogo višje. Menina planina doseže v osrednjem delu povprečno višino 1450 m, proti jugu se zniža na 1350—1320 m oziroma celo na 1300 m, proti zahodu pa celo na 1250 m. V smeri proti zahodu najdemo nadaljevanje istega nivoja na zahodni strani Javorščka (1344 m) v višini ca. 1320 m, okrog Ostrega vrha se pa zniža na 1200—1180 m. Južno odtod najdemo ostanke nekdanjega površja v Slevcu (1070 m) in sosednjih planotastih vrhovih. Zahodno od prej omenjenega Ostrega vrha ga zasledimo v planotastem slemenu, ki se vleče nad Tomanovo planino v višini 1160—1190 m. To sleme se zniža nad Črnelcem (902 m) na 1000 m. Še dalje proti zahodu je ohranjen ta nivo le še v posameznih planotastih vrhovih Grebena (952 m), Gozda (906 m), nad Zabrezovjem v višini 906 m in končno v 941 m visokem Vovarju (R a k o v e c, 1934, p. 125).

Na južni strani doline se najstarejše površje zniža od povirja do izliva Nevljice v Bistrico za 180—200 m, na severni strani doline pa na enako razdaljo za približno 500—550 m. Poleg tega opazimo, da so razsežnejše planote na severni strani Tuhinjske doline nagnjene proti jugu oziroma jugozahodu, na južni strani doline pa proti severu.

Naslednji nižji nivo leži na Polhovcu in v njegovi bližini 880 m visoko, zahodno odtod pri Rakitovcu pa v višini 820 m, ki se dalje proti zahodu zniža na 790—800 m. Nadaljevanje tega nivoja opazimo med Malo in Veliko Lašno v višini 720—740 m. Vranja peč leži na 660 m visoki planoti. Tudi na severni in severovzhodni strani Volinjka so številne terase v višini 640—660 m. Na severnem pobočju Tolste gore leži terasa 650 m visoko. Temu nivoju pripada končno tudi še najvišja planota nad Starim gradom v višini 640—650 m.

Na desni strani Tuhinjske doline najdemo odgovarjajoč nivo pod robom Menine planine v višini 1050—1070 m. Med Lomom in Slevcem leži ta nivo

940—960 m visoko. Še dalje proti zahodu se pojavljajo ostanki istega nivoja v višini 860 m, proti jugu nad vasjo Prapreče pa se znižajo na 810—820 m. Proti zahodu najdemo nadaljevanje nivoja v višini 830 m, ki se polagoma zniža na 800 m. Temu nivoju pripada tudi suha dolina, ki poteka od Gozda proti jugovzhodu sprva v višini 790 m, potem pa se zniža na 760 m. Še dalje proti zahodu se znižajo ostanki tega nivoja na 700 m in končno na 650 m.

Nadaljnji nižji nivo na južni strani doline leži pod Šipkom v višini 770 m, pod Rakitovcem v višini 730 m, zahodneje odtod pa ugotovimo v planoti, kjer leži vas Pišajnovica, višino 640—660 m. Severozahodno odtod se znižajo nadaljnji ostanki nivoja polagoma na 620 m. Na severovzhodnem pobočju Volinjka leže terase istega nivoja v višini 560 m, na severni strani Tolste gore prav tako v višini 560 m, na zahodni strani Starega gradu pa v višini 550 m.

Na severni strani Tuhinjske doline leži ta nivo v višini 820 m pod Menino planino in v približno enaki višini pod Lomom. Pri vasi Prapreče najdemo nadaljevanje istega nivoja v višini 750—770 m. Zahodno odtod nastopajo kot ostanki nivoja le še posamezni vrhovi v višini 750 m. Proti zahodu se zniža ta nivo polagoma na 720 m, 700 m in 660 m, potem na 640 m in končno na 620 m.

Naslednji nižji nivo na južni strani doline leži pod Polhovcem 680 m visoko, severovzhodno od Pišajnovice pa leži terasa istega nivoja le še 600 m visoko. Zahodno odtod so terase tega nivoja v višini 580 m in se proti zahodu znižajo polagoma na 540 m, 520 m in 500 m. Nad debrijo, imenovano Medgore, skozi katero teče Nevljica med Virom in Vrhpoljem, leže planote in terase v višini 480—510 m.

Na desni strani Tuhinjske doline najdemo odgovarjajoč nivo pod Menino planino v višini 680—700 m. Na tej terasi leži vas Češnjice. Nivo se dalje proti zahodu nadaljuje v približno enaki višini. Med stransko dolino, po kateri teče Nevljica, in glavno dolino, po kateri teče Češnjica, leže najvišji planotasti vrhovi, ki so prav tako ostanki tega nivoja, 635 m visoko. Severno odtod, to je že onstran glavne doline, se nivo polagoma zniža na 620 m, oziroma pri Zgornjem Tuhinju celo na 600 m. Še dalje proti zahodu se znižajo terase tega nivoja na 580 m in 540 m. Na severni strani Loga (domačini mu pravijo Voh), imamo končno nivo v višini 520 m. Ta se proti jugu zniža na 460 m oziroma celo na 450 m. V tem delu Tuhinjske doline je to najbolj razsežen nivo.

Onstran Bistrice se nam isti nivo pokaže na slemenih gričevja v višini 450—480 m.

Na severni strani Tuhinjske doline imamo drug nižji nivo v višini 620 m. Južno od Zgornjega Tuhinja se zniža na 550—560 m. Na slemenu, ki se vleče med Cirkušami in Smartnim, najdemo terase tega nivoja v enaki višini 550 do 560 m. Na severni strani Tuhinja odgovarjajo istemu nivoju terase v višini 540 m, ki se proti zahodu znižajo kmalu na 520 m, nato na 500 m, 480 m, 460 m, 440 m in 420 m. V zgornjem delu vasi Vrhpolje zapazimo na jugovzhodni strani teraso, ki leži približno 410 m visoko. Na bistriški strani pripada temu nivoju enako visoko ležeča terasa, na kateri leži zgornji del mekinjskega samostana. Pri Kamniku se nivo zniža na 400 m. V tej višini ležita kamniški Mali grad in žalska cerkev. Od Mekinj gledano leži sam Mali grad za spoznanje višje od žalske cerkve, pač pa stoji trojna kapelica v isti višini.

Poleg tega imamo, predvsem v Logu, ohranjene tudi še nižje terase. Takoj ko pridemo iz Kamnika po lesenem mostu čez Nevljico, opazimo na desni strani

4 m visoko teraso, ki leži približno v višini 380 m (po Ilešiču, 1935, p. 163, je visoka 385 m). Na vzhodni strani, to je v smeri proti Nevljam, zapazimo pod njo še nižjo teraso, ki je že zelo deformirana. Od Nevelj prihajajoča terasa ima sprva še kolikor toliko jasno ježo, v smeri proti zahodu pa postaja ježa vedno bolj zabrisana, tako da se terasa polagoma izravna z najnižjim nivojem. V najvišjem delu, to je ob cesti, ki pelje iz Nevelj v Mekinje, pa je terasa visoka 2—3 m.

Nad prej omenjeno teraso v višini 380 m leži zelo izrazita terasa na približno 388 m (Ilešič, l. c., p. 163, navaja višino 400 m, kar je pa previsoko cenjeno). Ježa te terase je na več mestih razgaljena. Povsod se dobro vidijo horizontalno odložene plasti razmeroma debelega proda. Tega so uporabljali pri zidavi hiš, ki stoje tik pod opisano teraso na nižji, 380 m visoki polici. Višja terasa je na severni strani po mali zajedi, po kateri je izpeljana cesta iz Mekinj v Nevlje, prekinjena od še višjega pobočja miocenskega gričevja. Cesta Mekinje—Nevlje pa pride že kmalu, to je pri Prašnikarjevi vili, v isti nivo, ki mu pripada terasa v višini 388 m. Nad njo sledi nivo v približni višini 410 m. Nad tem sta še dve terasi, prva je približno 2 m, zgornja pa 3 m visoka. Vse tri so vidne na Pančurjevem vrtu poleg Prašnikarjeve vile in visijo v smeri proti Kamniški Bistrici, medtem ko so na nevljiško stran strmo odrezane.

Na poti v Mekinje opazimo, da se terasa v višini 388 m razteza še naprej in da postaja polagoma višja. Nad njo sta dve terasi, ki sta visoki približno po 6—8 m. Na podaljšku vrhnje, 410 m visoke terase leži, kot že omenjeno, zgornji del mekinjskega samostana. Še višji terasi bi na tej, h Kamniški Bistrici obrnjeni strani, pripadal nivo, na katerem stoji skupina hiš sredi hriba.

Če se vrnemo po isti cesti proti Nevljam, vidimo na koncu Pančurjevega vrta, kjer se obrne pot na vzhod, najprej dve manjši, po 1,5 m visoki terasi. Obe sta močno nagnjeni proti cesti, to je proti jugu. Pri spodnji terasi je viden tudi padeč proti Nevljam. Obe potekata ob cesti Mekinje—Nevlje in se nadaljujeta v smeri proti Nevljam. Spodnja, širša terasa postaja polagoma izrazi-tejša, zgornja je pa čedalje manj jasna. Spodnja se nadaljuje do ceste, ki pelje iz Nevelj čez novi most v Uševk. Gledana iz daljave bi spodnja terasa odgo-varjala prej omenjeni terasi v višini 380 m, zgornja pa terasi v višini 388 m. Pripomniti je pa treba, da sta obedve v svojem zgornjem (zahodnem) delu nekoliko višji od teras v višini 380 m oz. 388 m.

Če zavijemo ob potoku Uševku (okoličani mu pravijo tudi Ševčanka) proti severu, opazimo ob cesti še pred pečeno jamo, kjer kopljejo miocenski (burdigalski) kremenov pesek, nivo v višini 380 m. Ta nivo je na zahodni strani vrh klanca še posebno razsežen. Nad njim se razteza manjša, komaj 1 m visoka terasa, posebno dobro je pa ohranjena nad njo ležeča terasa, ki je približno 5 m visoka. Slednja pripada bržkone nivoju ob Nevljici v višini 388 m. Nad njo sta še dve, precej slabše ohranjeni terasi, ki sta približno po 2 m visoki. Vse tri terase vise proti severu. Na vzhodni strani potoka ni opaziti vseh odgovar-jajočih teras, ampak le najvišje ležečo vrh hriba, ki je nagnjena močno proti Nevljam.

Med Nevljico in levim bregom Uševka je še dobro ohranjena nižja terasa, nad njo pa še ena, ki je na tem mestu le dober meter višja. Spodnja terasa se proti severu nekoliko zniža in preide v še nekoliko nižjo teraso, ki se severneje izravna s teraso, ustrezajočo nivoju v višini 380 m. Teraso v višini 388 m, ki

visi precej močno proti Nevljici, se da primerjati s teraso onstran vode, na kateri stoji neveljska cerkev. Ta nivo se v smeri proti vzhodu in jugovzhodu zviša za dober meter, tako da doseže tu že skoraj višino 390 m. Nižji terasi desnega brega pa odgovarja otoček oz. osamelec, ki je nastal po regulaciji Nevljice in na katerem stoji hiša št. 21, ki spada že k Nevljam.

Na levi strani Nevljice je ob poti oziroma pozneje ob glavni cesti proti Kamniku videti povsod dobro ohranjeno le zgornjo teraso v višini 388—390 m, medtem ko je nižja na več mestih že zelo deformirana.

Pri gasilskem domu v Nevljah se nivo, ki leži 388—390 m visoko, znatno dvigne, obenem pa je vidno nagnjen proti severu. Ta deformacija je nastala zaradi vršaja, ki ga je hudournik, imenovan Potok, prihajajoč iz strme doline med Tolsto goro in Starim gradom, nakopičil na tem kraju. Dalje v smeri proti Kamniku že namreč opazimo, da se ta nivo zopet zniža. Tam, kjer se glavna cesta polagoma spušča, zapazimo za nekako 2—3 m nižjo teraso, ki ni posebno razsežna in odgovarja nivoju v višini 380 m.

Tako torej vidimo, da so v Logu razvite v glavnem tri terase: najvišja v višini 410 m, naslednja v višini 388—390 m in spodnja v višini 380 m. Dno današnjega Loga pa tvori nivo v višini 375—376 m, ki leži komaj poldrug meter nad strugo Nevljice.

Na ravnini južno od Kamnika ugotavlja I l e š i č (1955, p. 165) dve terasi, višjo, ki leži zahodno od črte Zaprice—Šmarca, in nižjo, ki se razteza vzhodno od prve. Višji terasi odgovarja v Logu nivo v višini 388—390 m, nižji pa nivo v višini 380 m.

Najvišji oziroma najstarejši nivo, ki je še ohranjen na ozemlju ob obeh straneh Tuhinjske doline, pripada panonskemu površju (R a k o v e c, 1931, pp. 26, 29—32; 1934, pp. 125—127; K ü h n e l, 1935, pp. 103—104). K mlajšemu pliocenu moremo šteti nadaljnje tri nivoje, ker pripadajo vse ostale nižje terase od 410—400 m navzdol nedvomno že kvartarju. Dokaz za to nam je konglomerat, ki je nekdanj popolnoma zakrival Šutno, to je dolino med Zapricami oz. Žalami in Malim gradom.

Lucerna je v porečju Kamniške Bistrice ugotovil starejši, trdneje sprijeti konglomerat, ki ga prišteva visoki terasi, in pa mlajši konglomerat oziroma prod, ki odgovarja nizki terasi. Visoko teraso predstavljata po njegovem mnenju na primer sleme na zahodni strani Zgornjih Stranj, pri Kamniku pa 30 m visoka terasa, na kateri stoji žalska cerkev. Ravnino južno od Kamnika prišteva k nizki terasi (1906, pp. 29—30).

Tudi K ü h n e l omenja trdno sprijeti konglomerat, ki ga je opazoval nad železniško postajo Kamnik-mesto tik pred železniškim predorom. Po njegovem mnenju je to bazalni konglomerat burdigalskega zelenega peska (1935, p. 74), vendar za to ne navaja nobenih dokazov.

Ugotovil sem, da sestoji konglomerat pod Žalami iz razmeroma debelih, večinoma svetlosivih in temnosivih apnenčevih prodovcev, med katerimi dosežejo nekateri tudi do 30 cm premera ali pa še celo več. Tu pa tam je opaziti tudi partije drobnejšega proda. Kosi keratofirja, ki so po svoji zelenkasti barvi precej vidni, dosežejo ponekod tudi premer več decimetrov. Konglomerat je večjidel tako trdno sprijet, da predstavlja kompaktno skalo. Če odbijemo kos, se nam pri tem prav tako razbijejo prodovci kakor lepilo samo. Na nekaterih mestih pa je konglomerat tako rahlo sprijet, da se dajo prodovci s kladivom

celo izluščiti. Vendar stopijo partije rahlo sprijetega konglomerata precej v ozadje.

Da bi ta konglomerat pripadal miocenu, se mi je zdelo malo verjetno že z ozirom na dejstvo, da je odložen horizontalno (vse miocenske plasti so zaradi postsarmatskega gubanja v tem predelu močno nagnjene!) in ker sem opazil na nekaterih mestih precej rahlo sprijete prodovce. Direktnege kontakta med tem konglomeratom in ostalim miocenom nisem mogel dobiti ne v dolinici Šutinskega potoka (domačini ga imenujejo Šutenpoh), ki teče med Zapricami in Žalami, in nikjer tudi ne na Žalah samih.

Letos (1938) so tik nad šutinskim Klancem (Samčevim predorom) pričeli na vrhu tega konglomerata zidati hišo. Pri tem so s poti, ki pelje na Žale, napravili do te hiše novo pot in odkrili precejšen kompleks poprej zaraščenega pobočja. Tu se je pokazalo, da leži trdno sprijet in horizontalno ležeč konglomerat povsem diskordantno na nagnjenih miocenskih skladih, in sicer na temnosivem peščenjaku s številnimi fosilnimi ostanki. Peščenjak je v zgornjem delu že močno in precej na globoko preperel. Zato lahko upravičeno sklepamo, da so bile te miocenske plasti, preden je bil odložen nad njimi ležeči prod, skozi dalj časa na površju. S tem je nesporno dokazano, da konglomerat ni miocenski, marveč mnogo mlajši. Kolikor moremo iz trdnosti sprijetega konglomerata presoditi, je to ekvivalent starejšega konglomerata (oziroma starejšega zasipa po *Ampfererju*) na Gorenjskem v zgornjem savskem porečju. Potemtakem bi segal začetek akumulacije tega proda oz. konglomerata v zgornji pliocen, zaključek pa v starejši diluvij (cf. *Rakovc*, *Prispevki h geologiji Ljubljanskega polja*, *Geogr. vestnik*, 1935, p. 177).

Na *Kühnelovi* priloženi geološki karti (*Geologische Skizze der Steiner Tertiärmulden*) je ta konglomerat zarisani s prekrizanimi črtami, za katere nima v legendi posebne označbe. Areal konglomerata je na njegovi karti mnogo prevelik. Tako ga navaja v dolinici med Zapricami in Žalami, kjer ga sploh ni. Prav tako tudi ne sega do vznožja Starega gradu. Mali grad sestoji namreč že iz enakega triadnega apnenca kakor Stari grad.

Terasa nad vasjo Vrhpolje v višini 410 m in pa enako visoka mekinjska terasa, ki pripadata istemu nivoju kakor žalska in malograjska terasa, sta torej del visoke terase in tako diluvialne starosti.

Najnižji nivo v višini 375—376 m je nedvomno aluvialne starosti, saj je prav ta najnižji del Loga bil večkrat preplavljen, kar nam pričajo tudi zgodovinske pisane (n. pr. *Valvasor*, *Ehre des Herzogthums Krain*, 1689, I, 2, p. 156) in pa ljudska govornica.

Da so se v postpanonu vršila v tem predelu premikanja, omenja že *Kühnel* (1933, p. 104), toda ne pove, koliko faz je bilo ter kako in kdaj so se vršila ta premikanja.

Na podlagi ugotovljenih nivojev moremo razlikovati v teku mlajšega pliocena štiri faze dviganja. Na južni strani doline je bilo v prvi fazi dviganje najmočnejše, v drugi malo slabše, v tretji pa je pričelo znatno pojemati. Pojemanje se da dognati tudi še za kvartarno dobo. Na severni strani doline je dviganje šele v drugi fazi doseglo največjo intenziteto, nakar je začelo polagoma pojemati. Lega posameznih nivojev kaže, da je bilo dviganje tudi sicer precej neenakomerno. Na severni strani doline je bilo znatno močnejše kakor pa na južni, poleg tega pa je bilo v vzhodnem delu (približno v sredi posavskih gub)

intenzivnejše kakor v zahodnem. Hkratu opazimo še to, da je postajalo dviganje v smeri od severa proti jugu polagoma šibkejše.

Verjetno je, da se je ob dislokacijski ploskvi, ki poteka ob severnem robu tuhinjske sinklinale, vršilo neenakomerno premikanje predvsem v prvih, to je v starejših fazah. V mlajših se je pa premikanje vršilo predvsem ob dislokaciji, ki se vleče na južni strani doline, in sicer že v severnem delu trojanske antiklinale med srednjo triado in karbonom.

Na neenakomerno postpanonsko dviganje kaže tudi asimetrija obeh dolin, Črne in Tuhinjske doline. V obeh je severno pobočje primeroma položno s številnimi terasami, južno pa zelo strmo in na mnogih mestih skoraj brez teras (cf. Rakovec, 1951, p. 150).

Razvodje Kozjak v višini 667 m predstavlja ostanek nekdanje doline in pripada zadnjemu, to je najnižjemu pliocenskemu nivoju. Spričo tega je nastalo razvodje pri sledeči fazi dviganja, ki se je vršilo že proti koncu pliocena. Iz tega sledi, da je obstajala v mlajšem pliocenu v tem delu še vedno sinklinalna reka, ki je tekla proti vzhodu. Vendar se je prvotno sinklinalno porečje pod vplivom močnejšega dviganja v sredi posavskih gub začelo postopoma okrnjevati že mnogo poprej. Še veliko bolj je vplivalo na okrnjevanje prvotnega porečja izdatno grezanje Ljubljanske kotline in s tem zvezano zniževanje erozijske baze tistih voda, ki so tekle v Kamniško Bistrico. Zato se je porečje desnega pritoka Bistrice, ki je bil predhodnik današnje Nevljice, v še večji meri širilo proti vzhodu na račun prvotne sinklinalne reke. Toda šele proti koncu pliocena je bilo pretočenje zaključeno z nastankom razvodja, ki je obdržalo svojo vlogo še do danes.

Nevljica je v teku svojega razvoja večkrat spremenila pot. Že takoj pri razvodju pod Kozjakom zapazimo na zahodni in severozahodni strani Cirkuš globoko dolino, ki je za dobrih 60 m nižja od južnejše, po kateri teče danes Nevljica. Ker poteka ta dolina, ki ima le v svojem spodnjem delu majhno vodico, natanko v tisti smeri kakor začetni del neveljske doline tik pod Kozjakom, je zato upravičen sklep, da je po njej tekla prvotno Nevljica, ki je potem seveda ubrala svojo pot po glavni dolini, po kateri teče sedaj Češnjica, njen današnji pritok. Nivo v višini kakšnih 480 m, na katerem leži vas Cirkuš, kaže, da se je ta sprememba izvršila v mlajšem času, bržkone v starejšem diluviju.

Tudi v spodnjem delu, to je nekako od Podhruške dalje proti zahodu, je Nevljica večkrat spremenila svoj tek. Kakor nam kažejo nivoji v višini 480 do 500 m, ki leže nad debrijo Medgore, je tekla proti koncu pliocena skoraj naravnost proti zahodu. Pozneje je ubrala svojo pot od Vira proti severozahodu, kjer je dosegla Sotesko, to je dolino, ki se vleče od Kavrana do Vrhpolj, in tekla po njej proti zahodu. Ostanek te doline predstavlja danes edinole še preval nad Virom v višini 460 m. Nad tem prevalom sta še dobro ohranjeni dve terasi, ki visita proti zahodu oziroma severozahodu, to je v smeri Nevljice. To dokazuje, da je ostala Nevljica v tej smeri razmeroma dolgo časa.

Pozneje jo je pri Viru pritegnil njen lastni pritok, ki je tekel tedaj proti severu, to je v smeri proti Kavranu, in od tam dalje po Soteski. Tako je morala Nevljica napraviti ovinek, da je dosegla v spodnjem delu Soteske svojo prvotno strugo. Razvodje pri Kavranu, ki je visoko 445 m in odgovarja nivoju 410—400 m pri Kamniku, kaže, da je tekla Nevljica tod verjetno še v starejšem diluviju.

Zaradi močnejšega dviganja na južnem obrobju in s tem zvezane poživljene erozije je voda, ki je tekla Med gorami, pretočila Nevljico vase, torej v smer, ki jo ima Nevljica še danes. Ta predorna dolina je povprečno 60—80 m globoko vrezana. V njej ni opaziti teras razen najnižjih, aluvialnih. Na desni strani doline oziroma debri pa tudi teh ni, ampak so sama melišča in strme stene. Kdaj se je pretočenje izvršilo, ni mogoče ugotoviti, ker nam manjkajo zanesljiva oporišča, verjetno pa je, da nekako v sredi med starejšim in mlajšim diluvijem.

Nagnjenost teras v dolini Uševka nam dokazuje, da je Uševka tekla sprva proti severu, kjer se je izlival po vsej verjetnosti v večji potok. Ostanke slednjega nam predstavljajo danes le še zgornji deli Uševka in drugih voda zahodno od njega, ki so obrnjeni proti zahodu. Potemtakem je bil ta potok usmerjen od vzhoda proti zahodu in se je izlival nekje pri Stranjah v Kamniško Bistrico.

Terase v dolini Uševka nam pričajo, da so opisane hidrografske razmere obstajale v dobi starejšega diluvija. V mlajšem diluviju je izdatno grezanje Loga, o čemer bomo še razpravljali, bolj in bolj privabljalo vode in tako preusmerilo dotedanje rečno omrežje severne okolice.

Kamniška Bistrica napravlja pri Kamniku precej močnejši ovinek proti vzhodu. To nas mora tem bolj iznenaditi, ker ima pred seboj v smeri proti jugu kot edino oviro razmeroma malo odporne miocenske plasti, medtem ko prav na tem ovinku prereže odpornejše triadne apnenice. Seidl domneva, da je Bistrica sprva tekla naravnost proti jugu, to je med Žalami oz. Zapricami in Malim gradom (1908, p. 185). Tej domnevi se pridružujem, saj bi drugače ne mogli razložiti, kako je nastala dolina med Žalami in Malim gradom. Poleg tega potrjuje Seidlov domnevo dejstvo, da je v Šutni odložen prod, ki ga je mogla naplaviti edinole Bistrica, ker nastopajo v njem kosi keratofirja. Ta prod se je bil pozneje sprijel v trden konglomerat. Konglomerat sega v tej dolini tako globoko navzdol, da je šutinski Klance, ki je bil 1882 presekan oz. poglobljen do današnje višine, le za nekaj (približno 3—4 m) nižji od njegove baze. Iz tega sledi, da si je bila Kamniška Bistrica že poprej, preden je odložila prod, vrezala skoraj tako globoko dolino, kakršna je danes. Dolino je pozneje zapolnila s prodom vsaj do višine 400 m. Mali grad je bil tako zvezan z miocenskim gričevjem.

Nato je nastal preobrat v preobražanju tal. Namesto grezanja se je pričelo dviganje, ki je trajalo razmeroma dalj časa. S tem je nastopila doba erozije, kakršno ugotavlja Ampferrer tudi za predel v zgornjem savskem porečju (1918, p. 432). V tem času si je Bistrica v nanešeni material ponovno vrezala strugo. V Logu je v tem razdobju nastala ježa terase, ki leži v višini 410 m.

Sedaj je treba odgovoriti še na vprašanje, kako je nastala dolina med Malim in Starim gradom. Svojčas sem bil mnenja, da jo je izdelala Kamniška Bistrica (1934, p. 138), po gornjih ugotovitvah sem pa prišel do zaključka, da Bistrica v kratkem času, ki je še sledil do današnje dobe, ni mogla ustvariti doline, kakršna je med Malim in Starim gradom danes. To dolino je mogla torej ustvariti edinole Nevljica, ki ji je bil takrat direkten dostop do Bistrice zaradi nakopičenega proda onemogočen in tako njen tek odmaknjen proti jugu. Zato si je vrezala svojo strugo in tako ustvarila vzporedno dolino. V teku nadaljnjega razvoja sta se Nevljica in Bistrica tako približali, da jo je Nevljica končno pretočila vase.

Dolina med Malim in Starim gradom je torej od višine 400 m navzdol nastala v starejšem diluviju. Ali je v času, preden si je Nevljica napravila pot

skozi sotesko, pri Nevljah nastalo kako jezero, ne moremo reči, ker nimamo zaenkrat še nobenih dokazov na razpolago. Kolikor moremo sklepati iz prodnih teras odgovarjajočega nivoja, je bila takrat Nevljica tudi zelo prodnata in zato bržkone ni prišlo do ojezeritve.

Seidl si nastanek prodorne doline med Malim in Starim gradom razlaga drugače (1908, p. 187).

Prod, ki so ga prinašale Kamniška Bistrica, pa tudi druge vode, v poznejši dobi in ki sestavlja nižje terase (v višini 388—390 m in v višini 380 m), je ekvivalent mlajšega zasipa po Ampfererju. Po njegovem mnenju je bil ta odložen v zadnjem interglacialu (1918, p. 433).

Tudi ta prod Nevljici ni zaprl poti, ker je sama prav tako odlagala prod, čeprav v manjši meri. To dokazuje, da je imela takrat Nevljica precejšen streamec, s katerim je mogla premagati tudi večje ovire. Verjetno je, da se je v tej dobi Kamniška Bistrica, ko se je kot deroča reka pomikala zdaj bolj na levo, zdaj bolj na desno stran, pridružila Nevljici že nekje zgoraj nad njenim takratnim izlivom v Bistrico in pričela tako teči v novi smeri, to je po dolini med Malim in Starim gradom.

Nato je sledila doba denudacije, kakor jo je ugotovil Ampferer tudi za območje zgornjega savskega porečja (1918, pp. 406, 407, 433). V tem razdobju so bile izdelane terase v višini 388—390 m in 380 m v Logu in ob Kamniški Bistrici.

Za presojo nadaljnjih dogodkov so posebno važne plasti, ki jih je odložila Nevljica pri Nevljah. Na te plasti so naleteli pomladi 1938, ko so pri regulaciji Nevljice kopali za opornike novega mostu.

Pri sledečem opisu sem se poleg svojih opazovanj poslužil tudi zapiskov prof. Brodarja, ki mi jih je dal v ta namen rade volje na razpolago, za kar se mu ob tej priliki najlepše zahvaljujem.

Pod humozno plastjo, ki je bila tu približno 40 cm debela, je plast mrtvice, katere zgornji del je 45 cm debela plast precej peščene rjave ilovice, spodaj pa je za 35 cm mivke. Pod mrtvico sledi 80—85 cm proda. V produ se menjavajo plasti drobnejših in debelejših prodovcev, ki so mestoma pomešani tudi s peskom. V spodnjih partijah je prod obarvan z manganom (ta plast je bila 1—4 cm debela), še globlje pa z limonitom v debelini 10—15 cm. Pod tem leži sivica z bituminoznimi progami, ki postaja navzdol bolj rjava in mastna. Nato sledi 10 cm debela bituminozna prstena plast, pod njo pa ponovno sivica z bituminoznimi progami, ki postaja z večjo globino svetlejša. Proti dnu so se pokazale v njej zopet bituminozne proge. Ko so kopali pozneje še nekoliko globlje, to je od 3,25 m navzdol, so ugotovili pod sivico še plast finega peska oziroma mivke.

Plasti sem zasledoval tudi v novo izkopani strugi, kjer so bile na obeh straneh skoraj navpično odrezane. Pod hišo št. 21 sem ugotovil naslednje plasti.

Pod zelo tanko plastjo humusa je 1 m na debelo odložena mivka, pod njo je bilo nekaj nad 1 m mrtvice, pod to pa približno 50 cm debela plast temnosive glinice. Pod glino leži limonitna plast. Tudi dalje v tej strugi navzgor sem opazil povsod enake plasti.

Pri starem mostu, ki je stal malo pod cerkvijo, ni bilo v terasi, nahajajoči se na severni strani, pod 50 cm debelo humozno plastjo opaziti drugega kakor sam prod.

Stara struga, ki je potekala pod cerkvijo mimo prej omenjene hiše št. 21, pa je bila izdelana v živi skali, rjavkastem skrilavem peščenjaku, ki tvori tu

povsod podlago mlajšim plastem. V tem peščenjaku nisem našel fosilnih ostankov, pač pa so dobili v njem pozneje, ko so kopali v novi strugi kakih 15 m dalje od novega mostu navzgor, več rastlinskih ostankov, ki so takoj razpadli. Tak peščenjak so našli tudi 50 m niže ob potoku Uševku. Po izgledu kamene bi sodil, da pripada ta peščenjak zgornjemu oligocenu (soteškimi skladi). Da skladi zgornjega oligocena v okolici Nevelj ne leže preveč globoko, nam dokazuje dejstvo, da so pri Nevljah oziroma Uševku zasledili svojčas žile premoga (Lipold, 1857, p. 229). Po sporočilu kamniškega župana Nandeta Novaka so pri Uševku predlanskim zopet pričeli kopati premog.

Debela plast sivice, ki je bila ugotovljena ob Nevljici, nam priča, da je bilo tu jezero. Že plast mivke, ki leži pod to glino, dokazuje, da je bil strmec takratnih voda minimalen in da je pričela voda zastajati. Na podlagi tega moremo sklepati, da se je spodnji del Tuhinjske doline začel takrat grezati. Grezanje in z njim zvezana ojezeritev Loga sega z ozirom na zgoraj omenjene razloge že v würmsko dobo. Jezerska glina je potemtakem ekvivalent talne morene iz zadnje poledenitve v Radovljiški kotlini. Jezero je obsegalo bržkone ves nižinski prostor, ki se razteza ob spodnji Nevljici med Vrhpoljem in Kamnikom.

Verjetno je, da je takrat tudi pri Viru oziroma južno od njega pričela zastajati voda in je pri tem nastalo jezero. Na to bi kazala v prvi vrsti kotanja sama, ki je v sredi najgloblja, čeprav teče Nevljica južneje, tik ob severnem robu hriba. Zanesljivih dokazov za to domnevo pa nimam na razpolago.

Prod v debelini ca. 80 cm, ki sledi v Logu nad prej omenjeno sivico (jezersko glino), utegne pripadati že postglacialu. Akumulacija grobega materiala nas opozarja na to, da je bila erozija po ponovnem dviganju v zgornjem delu Tuhinjske doline nekoliko poživljena, medtem ko se je v spodnjem delu Tuhinja grezanje nadaljevalo. Z limonitom obarvana 10—15 cm debela prav spodnja plast proda nam priča, da je bilo takrat v Logu še plitvo jezero, ki so ga Nevljica in njeni pritoki kmalu zasuli s prodom. Barski ali jezerski železovec se namreč izloča pod vplivom nekkih organizmov v stoječih vodah.

Plast mrtvice, ki leži pri Nevljah nad prodom, kaže, da je pričela v najmlajšem času voda zopet zastajati. Med prodom in rjavo ilovico leži plast mivke, ki nam to nesporno dokazuje. Ilovica sama, ki je precej peščena, pa nam priča, da je bil Log v tem delu le zamočvirjen in da je ozemlje ležalo pod vodo le ob večjem deževju. Ta ojezeritev, če jo smemo tako imenovati, je segala še v zgodovinsko dobo, kar pričajo razna pisana izročila pa tudi ljudska govornica. Tako poroča Valvasor, da je bilo na kraju zdajšnjega Kamnika baje jezero, ki se je odtekalo pri šutinskem Klancu. Po starem izročilu je to jezero segalo do neveljske cerkve, ki so jo zato še mnogi Valvasorjevi sodobniki imenovali Sv. Jurij ob jezeru (l. c., III, 11, pp. 541—542).

Literatura

1. O. Ampferer, 1918, Ueber die Saveterrassen in Oberkrain. Jahrb. geol. R. A. Wien, 67, 1917.
2. S. Ilešič, 1935, Terasa na Gorenjski ravnini. Geogr. vestnik, 11.
3. F. Kossmat, 1915, Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. Geol. Ges. Wien, 6.

4. *W. Kühnel*, 1933, Zur Stratigraphie und Tektonik der Tertiärmulden bei Kamnik (Stein) in Krain. Prirodosl. razprave, 2.
5. *M. V. Lipold*, 1857, Bericht über die geologischen Aufnahmen in Ober-Krain im Jahre 1856. Jahrb. geol. R. A. Wien, 8.
6. *R. Lucerna*, 1906, Gletscherspuren in den Steiner Alpen. Geogr. Jahresber. aus Österr., 4.
7. *W. Petrascheck*, 1926—1929, Kohlengologie der Österreichischen Teilstaaten. Revidierter u. ergänzter Sonderabdruck a. d. Z. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenmänn. Ver., Katowice.
8. *I. Rakovec*, 1931, Morfološki razvoj v območju posavskih gub. Geogr. vestnik, 7.
9. *I. Rakovec*, 1934, Prispevki k tektoniki in morfogenezi Savinjskih Alp. Geogr. vestnik, 10.
10. *F. Seidl*, 1907—1908, Kamniške ali Savinjske Alpe, njih zgradba in njih lice. Slov. zemlja, 5, Ljubljana.
11. *F. Uršič*, 1933, Prilog geološkem poznavanju zapadnog oboda savske terciarne zone u Slovenačkoj. Geol. anali Balk. poluostrva, 11.
12. *A. Winkler*, 1924, Über den Bau der östlichen Südalpen. Mitt. Geol. Ges. Wien, 16, 1923.
13. *A. Winkler-Hermaden*, 1956, Neuere Forschungsergebnisse über Schichtfolge und Bau der östlichen Südalpen. Geol. Rundschau, 27.

ZUSAMMENFASSUNG

Beiträge zur Geologie und Morphologie des Tucheinertales in Krain

Im Bereiche des Tucheinertales, das sich mit dem Flussgebiete der Nevljica deckt, hat der Autor ausser der höchsten, pannonischen Verebnungsfläche noch drei jungpliozäne und drei diluviale Terrassensysteme festgestellt. Die diluvialen Terrassen sind hauptsächlich im unteren Teile des Tucheinertales in der Umgebung von Nevlje (Neul) erhalten.

Auf Grund morphologischer Befunde kann man in diesem Gebiete vier Hebungsphasen im jüngeren Pliozän unterscheiden. Auf der Südseite des Tucheinertales war die Hebung am stärksten in der ersten Phase, etwas schwächer in der zweiten, in der dritten Phase begann sie jedoch deutlich abzuflauen. Dieses Abflauen kann man auch für die Quartärzeit feststellen. Auf der nördlichen Seite des Tales war die Hebung am stärksten erst in der zweiten Phase und wurde dann allmählich schwächer. Die Lage und der Verlauf der einzelnen Niveaus und Terrassen weisen darauf hin, dass die Hebung auch sonst sehr ungleichmässig war. Auf der Nordseite des Tales war sie im allgemeinen viel stärker als auf der Südseite, ausserdem aber im östlichen Teile (ungefähr in der Mitte der Savefalten) viel intensiver als im Westen des Tales. Zugleich ist sichtbar, dass die Hebungen von Norden gegen Süden allmählich schwächer wurden.

Das ursprüngliche Flussystem, das sich in der nördlichen, d. h. Tucheinersynklinale, nach dem Weichen des miozänen Meeres nach Osten entwickelte und demnach auch gegen Osten gerichtet war, wurde infolge der stärkeren Hebung in der Mitte der Savefalten schon frühzeitig von den in die Kamniška

Bistrica (Steiner Feistritz) mündenden Wässern, vor allem vom Vorläufer der heutigen Nevljica, angezapft. Durch die Senkung des Ljubljanaer (Lai-bacher) Beckens wurde das Vorrücken dieser Gewässer gegen Osten bedeutend verstärkt und so der ursprüngliche Synkinalfluss verkürzt. Mit der Entstehung der Wasserscheide am Kozjak (sie stellt den Rest eines Tales in der Höhe von 667 m dar, das dem jüngsten pliozänen Niveau angehört), die ihre Bedeutung noch bis heute behalten hat, wurde die Anzapfung jedoch erst gegen das Ende des Pliozäns beendet.

Die Kamniška Bistrica macht bei Kamnik (Stein) eine Biegung nach Osten, obgleich ihr im Süden nichts im Wege steht. Die miozänen Sandsteine und Sande sind bei weitem nicht so widerstandsfähig wie die triassischen Kalke, durch die sie ihren Umweg macht. Dass die Kamniška Bistrica früher geradewegs nach Süden fließen musste, beweist das Tal »Šutna« zwischen den Žale (Sallenberg) und dem Mali grad (Kleinfest). Aus den zahlreichen und ziemlich grossen Keratophyrgeröllen darf geschlossen werden, dass das genannte Tal von dem Flusse Kamniška Bistrica mit Schotter ausgefüllt war. Dieser horizontal gelagerte Schotter, der später zu Konglomerat festverkittet wurde, liegt, wie an einer Stelle knapp oberhalb des Šutinski Klanec sichtbar ist, diskordant auf stark geneigten und in ihrem oberen Teile schon sehr verwitterten miozänen Sandsteinen. Er ist demnach nicht als Basalkonglomerat des Burdigals, wie das Kühnel behauptet (1935, p. 74), aufzufassen, sondern als Äquivalent der älteren Aufschüttung Ampferers zu betrachten. Die Oberfläche des Konglomerates bildet die älteste bzw. die höchste diluviale Terrasse, die bei Kamnik ungefähr 400 m hoch ist. Da aber das Tal vom Konglomerat ausgefüllt war, musste es demnach schon vor der Akkumulation durch die Kamniška Bistrica erodiert gewesen sein, und zwar beinahe so tief, wie das heutige Tal liegt. Die Basis des Konglomerates ist nämlich kaum 3—4 m höher als die heutige, im Jahre 1882 um einige Meter künstlich vertiefte, Talsohle.

Es folgte die Denudation, wie sie Ampferer auch nach Ablagerung des festverkitteten Konglomerates für das obere Savegebiet feststellen konnte (1918, p. 432). In dieser Zeit hat die Kamniška Bistrica das Konglomerat grösstenteils wieder abgetragen und es entstand so das heutige Tal »Šutna«.

Das dem oben erwähnten parallele Tal zwischen dem Mali grad und dem Stari grad (Alstein), wo heute die Kamniška Bistrica fliesst, konnte demnach nur von dem Flusse Nevljica geschaffen worden sein, und zwar zur Zeit, als ihr bei der Akkumulation des Konglomerates der direkte Weg in die Kamniška Bistrica versperrt war und sie deswegen nach Süden abgelenkt wurde.

Das Tal zwischen dem Mali grad und dem Stari grad ist also im älteren Diluvium entstanden.

Der Schotter, den die Kamniška Bistrica und ihre Zuflüsse in späterer Zeit abgelagert hatten, kann als Äquivalent der jüngeren Aufschüttung Ampferers angesehen werden. Er gehört demnach in das letzte Interglazial. Wahrscheinlich hat sich die Kamniška Bistrica in dieser Zeit der Nevljica so genähert, dass sie von ihr angezapft und in das neue Flussbett geleitet wurde.

Dann folgte die Denudationszeit, während welcher die beiden weiteren diluvialen Terrassen in der Höhe von 588—590 m und 380 m im unteren Teile des Tucheinertales entstanden sind. Eine solche Denudationszeit nach der jüngeren

Aufschüttung konnte Ampferer auch für das obere Savegebiet feststellen (1918, pp. 406, 407, 433).

Zur Verfolgung der weiteren Ereignisse sind von grosser Bedeutung die Schichten bei Nevlje, die im Jahre 1938 bei der Regulierung der Nevljica entblösst wurden. Gelbbraunlicher, etwas schieferiger Sandstein mit zahlreichen schlecht erhaltenen Pflanzenresten bildet hier das Liegende. Dem petrographischen Charakter nach zu schliessen, kann man es als oberes Oligozän (Sotkashichten) betrachten. Darüber folgen feiner Sand, dann Tone, darüber Schotter, dann wieder feiner Sand und schliesslich der direkt unter dem Humus liegende sandige Lehm.

Die Tone beweisen, dass zu jener Zeit hier ein See bestanden hat. Schon die unter den Tonen liegenden feinen Sande deuten auf eine beginnende Stauung der Gewässer hin. Die Senkung des unteren Teiles des Tucheinertales und die mit dieser im Zusammenhange stehende Entstehung des Sees erfolgte demnach in der Würmeiszeit.

Die darüber liegenden Schotter könnte man dem Postglazial zurechnen. Die feinen Sande, die darüber folgen, zeigen schon auf eine neu beginnende Stauung der Gewässer in diesem Teile des Tucheinertales. Die sandigen Lehme, die über den Sanden liegen, deuten jedoch auf eine Vermoorung des Gebietes hin, das nur zur Zeit der stärkeren Niederschläge unter Wasser lag. Dieser See, wenn man ihn so nennen darf, reichte schon in die historische Zeit. Im Werke »Die Ehre des Herzogthums Krain« (1689, III, 11, pp. 541—542) erwähnt Valvasor, dass zu seiner Zeit viele die Kirche zu Nevlje noch St. Georg am See nannten.