

**PRISPEVEK K MLADOKVARTARNI
GEOMORFOLOGIJI V ZGORNJESAVSKI DOLINI**

**A CONTRIBUTION TO THE YOUNG QUATERNARY
GEOMORPHOLOGY IN THE UPPER SAVA VALLEY**

IVAN GAMS

Izvleček:

UDK 551.4:551.796(234.323.6)

Prispevek k mladokvartarni geomorfologiji v Zgornjesavski dolini.

K starejšemu in mlajšemu pleistocenskemu ledeniku v Zgornjesavski dolini (med Julijskimi Alpami in Karavankami, na stiku držav Slovenija, Italija in Avstrija) so pritekale ledene gmote iz Ziljske doline čez ožino pod Trbižem in čez preval Koren. Po novih ugotovitvah je bil zato savski ledenik sposoben zajezevanja ledenikov iz Julijskih Alp in ne obratno, kot navaja starejša literatura.

Ključna gesla: geomorfologija, glacialna geomorfologija, holocenski procesi, melišča, človek poseg.

Slovenija, Alpe, Julijske Alpe, tromeja med Slovenijo, Italijo in Avstrijo, Zgornjesavska dolina.

Abstract:

UDC 551.4:551.796(234.323.6)

A Contribution to the Young-Quaternary Geomorphology in the Upper Sava Valley

To the older and younger Pleistocene glacier in the valley of the upper Sava (between the Mts Julian Alps and Karavanke, in contact zone of the states Slovenia, Italy and Austria) ice masses from the Gailtal valley slid through the straits at Tarvisio and pass Koren (Wurzen). Evidences were found that the Sava glaciers were for this reason able to dam many glaciers from the Julian Alps, and not inversely as reported in the old literature.

Key words: geomorphology, glacial geomorphology, Holocene processes, scree, man's impact

Slovenia, Julian Alps, Alps, joint of Slovenia, Italy and Austria, Upper Sava Valley.

Naslov- Adress

Dr. Ivan Gams
Ulica Pohorskega bataljona 185
61113 Ljubljana, Slovenija

KAZALO:

Uvod	8
Planica: melišča	9
človekov poseg	12
morene	16
Dolinski ledenik ob višku ledostaja.	23
O umikalnih stadijih dolinskega ledenika	30
O kvartarnih sedimentih na Karavankah	39
Zaključki o poledenitvi in o recentnih procesih	43
Literatura	46
Summary: A Contribution to the Young-Quaternary Geomorphology in the Upper Sava Valley	47

UVOD

Konec osemdesetih let sem kot tedanji učitelj geomorfologije vodil geomorfolško sekcijo slušateljev Oddelka za geografijo Filozofske fakultete v Ljubljani na terenskih raziskovalnih vajah v Planici. Ker se moje ugotovitve niso ujemale s tedaj poznano shemo o mladokvartarnem dogajanju v tem delu Alp, kot jo razodeva literatura, sem pričel ledeniške sledove pregledovati še v ostali Zgornjesavski dolini. Pri tem sem se omejil na neposredna pobočja ob Dolini in le malokje tudi globlje v stranskih dolinah. Zakaj v ospredju te študije je razmerje med ledenikom v Zgornjesavski dolini in tistimi s Karavank ter zlasti iz Julijskih Alp. Delo so z golicami močno olajšale gozdne ceste, ki so jih zgradili v zadnjih desetletjih.

Ni bil glavni namen te študije, da bi ugotovil vse morene na že omenjenem ozemlju. Omejil sem se na ključna mesta, ki govorijo o razmerju med glavnim dolinskim in stranskimi ledeniki.

V tem tekstu okrajšujem ime Zgornjesavska dolina v Dolina, kakor govorijo domačini in piše M e l i k (1955). Ledenik, ki je bil v njej, krajšam v dolinski ledenik. Govorim le o dveh poledenitvah, o starejši in mlajši, čeprav jih lahko, glede na poznavanje alpske glaciacije v pleistocenu, domnevamo več.

Številke v oglatem oklepaju med tekstom pomenijo lokacijo, ki je z isto številko nakazana na skici št. 3.

I. PLANICA

1.1. Melišča (skica 1 in 2)

Planica je klasično področje za proučevanje zvez med obliko in teksturo melišč ter geološko zgradbo ozemlja in reliefom. To proučevanje je dalo osnovno delitev melišč na **podstenska** in **podžlebna**. Prvi tip gradi debeljši in manj sortiran grušč, nastal z mehaničnim razpadanjem skale in kopičenjem odpadlega kamenja v podnožju strmega pobočja ali celo stene, ne da bi pri prestavitvi poleg gravitacije pomembno sodelovala še voda. Melišče ima strmino, ki je blizu posipnega, redkeje poravnalnega kota (o teh izrazih glej K l a d n i k, 1981), to je okoli 29-32 stopinj. Najdebelejše kamenje se pri takem meliščnem tipu nabira na spodnjem kraju.

Pri podžlebnih meliščih pa pade grušč najprej v stenski žleb. Ako je v njem trd sneg, se takoj skotalika po žlebu in obtiči na vrhu melišča. Po deževju pa priteče iz žleba hudournik, ki na vrhu melišče erodira, pri tem pa pušča v strugi debelejšo frakcijo. Večino drobnejših frakcij ne prenese vse do spodnjega konca, ker voda prenika v votlikavi grušč. Zaradi fluvialnega nanašanja drobnejšega grušča ima melišče v spodnjem delu le do deset stopinj ali celo manj naklona.

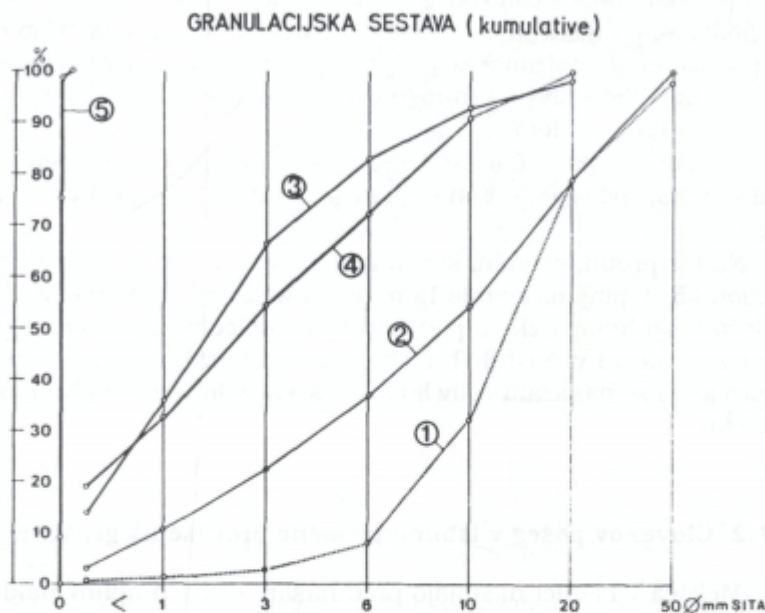
V Planici je podstenskih melišč največ na zahodni in podžlebnih na vzhodni strani. Vzrok je v različni litološki sestavi in delno z njo povezanimi reliefnimi razmerami. V grebenih na obeh straneh Doline se stik vrhnjega apnenca in nižjega dolomita znižuje proti jugu, proti Tamarju, kjer je dolinsko dno že povsem v apnencu. Ta stik pa se hitreje dviga v vzhodnem grebenu, tako da je iz dolomita že Slemenova Špica. Na zahodni, višji strani pa sega apneniško ovršje preko Zadnje (2242 m), Srednje (2231 m) in Visoke (2274 m) vse do Male Ponce (1925 m) na severu.

Na dolomitnem pobočju je precej več žlebov in v severnem delu se nekateri združujejo v prave jarke (npr. Rančev graben). Zato je v dolomitnih pobočjih več hudournikov, obenem pa se dolomit kruši v manjših komadih in tudi hitreje razpada.

Skupni učinek je drobnejša tekstura podžlebnih melišč in zlasti manjši naklon, posebno na robu. Večja primes melja in drobnega peska napravlja meliščno gradivo vodno manj prepustno. Zato se tu bolj javljajo gruščnati tokovi (o izrazu glej G a m s - B a t, 1983, G a m s, 1991), na katere odpade precejšen del transporta grušča.



Zmanjševanje gruščnatih delcev na profilu, ki poteka navzdol po melišču pod Ciprnikom nasproti planiškim skakalnicam, prikazuje grafikon (po G a m s, 1991). Vzorci za analizo so vzeti s površja od blizu vrha do spodnjega kraja pri skakalnici.



Skica 2 Granulacijska sestava gruščna vzdolž podstenskega melišča pod Ciprnikom v Planici, od blizu vrha (št.4) do blizu ceste (št.1). Graf št. 5 predstavlja kredo, ki se je v kratkem času odložila v jamici pri cesti.

Sketch 2 Particle-size distribution along the under-gully scree at the foot of the Mt Ciprnik in Planica, from the top of it (no 4) to its border at the road (no 1). Number 5 indicates silt deposited in a short time in a pit near the road.

Na zvezo med grobstvijo gruščna in naklonom melišča vpliva tudi poraščenost melišča, kar zavisi tudi od starosti. To je dobro vidno na velikem podstenskem melišču vzhodno od izvira Nadiže pod Zadnjo Ponco. Njegov povprečni naklon je 26 stopinj. Ker je kamenje bolj debelo in votlikavo, hudourniška voda z ostenja kmalu ponikne in ker se grušč ne premoči, ni gruščnatih tokov. Melišče je najslabše poraščeno na svojem severnem in južnem robu, kjer voda iz višjih hudourniških žlebov včasih površinsko spira

Skica 1 Melišča in morene v dolini Planici in sosednji Dolini. Debele črte so morene, tanjše pahljačaste pa melišča.

Sketch 1 Screens and till in the Planica Valley and in the neighbouring upper Sava Valley. The thicker lines indicate till and the thinner fanlike lines are screens.

kamenje. Večja poraščenost s travo, grmovjem in redkimi mladimi drevesi pa sredi melišča zaustavlja grušč in skale. Redke sveže odlomljene skale so ne le na spodnjem kraju melišča, ampak tudi precej stran, na ravnem podnožju.

Ob občasnem dolinskem toku Nadiže se severno od Doma v Tamarju stika že opisano melišče s povsem drugačnim, podžlebnim. Na njegov vrh priteka potok Črna voda, ki zbira vode pod Dnino. Njen tok se ob hudi uri podaljša po melišču za več sto metrov. Povprečni naklon je okoli 5 stopinj, pod Domom v Tamarju pa precej manj. Na finejši naplavini je debelejša in bolj sklenjena prst in to je osnova planinskih pašnikov. Višji del melišča pa zarašča gozd (foto 2).

Po topografskem načrtu 1:5.000 so izračunani naslednji nakloni melišč, ki se vrstijo od severa proti jugu in so: 8, 15, 6, 13, 16, 14, 16, 19, 16, 22,5 stopinj..

Na nasprotni, zahodni strani ima najsevernejše, večje melišče nad Zelci, naklon 15 stopinj, naslednje 12 in pred Nadižo 26 stopinj. Ker je zgornji kraj melišča v skalnatem žlebu ponekod težko določiti in z načrta ugotoviti njegovo višino, saj ni več čitljivih izohips, so izračuni o naklonu približni. Vendar kažejo na že nakazani vpliv litološke sestave in množino hudourniške vode po žlebu.

1.2. Človekov poseg v labilne pobočne procese na gruščih.

Melišča v Planici nastajajo pred našimi očmi in njihov naklon je v labilnem ravnovesju, ki ga človek zlahka poruši. Ker je hudourniška Črna voda nanašala prod tudi okoli Doma v Tamarju, so pri izstopu potoka iz žleba zgradili zid in vodo pritisnili ob steno. Doslej je njen umetno skoncentriran tok na vrhu melišča poglobil 4-5 m globok jarek, v katerem so ostale največje skale. Drobnejše gradivo je voda razsula po zahodnem, nižjem gozdnatem pobočju, kjer sega sveža naplavina ponekod do drugega venca drevesnih vej.

Poleti 1992 so za posipanje gramoza na cesti od skakalnic do Tamarja v melišču nad prvim klancem (v smeri proti severu) skopali globoko jamo. Hudournik je nekaj metrov globok jarek kmalu podaljšal do vrha melišča.

Ker je hudournik s Ciprnika obdobjno nasipaval grušč na parkirnem prostoru za avtobuse na severnem pobočju melišča, je uprava planiških skakalnic dala zgraditi na vrhu melišča kamniti zid, ki je vodni tok pritisnil ob južno steno. Čez leta so nad starim zgradili višji betonski zid.

Tudi tu je hudournik poglobil domala 5 m globok jarek, ki je daljši in širši, ker so od glavne ceste navzgor odkopavali grušč za dela na skakalnicah. Jarek poteka po stiku s sosednjim meliščem pod Rančevim grabnom in je l. 1991 razkrival dva sloja pokopane humusne črnice z ostanki korenin rušja (foto 1).



Foto 1 Podžlební tip melišča pod Ciprnikom v dolini Planice. Odkopavanje grušča za potrebe skakalnice (na pobočju zadaj) in skoncentriranje vodnega toka po izgradnji jezusa na vrhu melišča sta pospešila erozijsko poglobljanje jarka. Na levem bregu izdajajo fosilna humusna tla malo pod naravnim površjem melišča.

Photo 1 Under-gully type of the scree below Mt. Ciprnik in the Planica Valley. The digging out of debris for the ski-jump (slope behind) and the concentration of torrent flow after the construction of the dam on the scree top accelerated the erosional deepening of the ditch. On the left side the fossil humus layer outcrops near to natural scree surface.

Ker je bilo dno v umetnem jarku neravno, se je malo nad cesto za Tamar v jamah zadrževala stoječa hudourniška voda. V njih so se odložili tanki sloji krede, skupno do pol metra debeline, kot je pokazalo naknadno odkopavanje. Presledki med plastmi ne odražajo sezone ali leta, temveč čas med dvema vodama. B o h i n e c (1935) pripisuje krede v Planici glacialni ojezeritvi. Da se enak sediment odlaga še zdaj po hujšem deževju v stoječi vodi v kotanjah pod cesto za Tamar pod melišči, pričajo še dolgo nato s "prahom" pobeljene rastline. Vsa ledinska imena Kreda in Zelje (ali izpeljanke iz njih) se nanašajo na kotanje.

Planiška melišča nudijo ugoden teren za proučevanje "bojne cone" med nestabilnim gruščnatim površjem, rušjem in gozdom. To cono pa določujejo tudi snežni plazovi. Zaradi njih je cesta za Tamar, razen v začetnem delu južno od skakalnic, speljana v robnem gozdu. Kjer pa na robu melišč zaide med razredčeno in mlajše drevje, ki je zraslo po zadnjih večjih plazovih, jo



Foto 2 *Ostanki snega od snežnega plazu blizu planinskega doma Tamar na koncu Planice, slikan junija 1978 (ali 1980). Daljši plazovi v zimah 1951 in 1952 so odmaknili rob smrekovega gozda. Odtlej je "bojno cono" gozdnega roba poraslo grmovje in nekaj listopadnega drevja. V podnožju pobočja zadaj so melišča na vzhodni strani doline.*

Photo 2 *The remains of snow of an avalanche near the mountain hut Tamar at the end of the Planica Valley. Photo taken in June 1978(1980?). Larger avalanches in the winters of 1951 and 1952 pushed away the border of the spruce forest. Bushes and some deciduous trees overgrew the battle zone to now. At the foothill, behind, the screes on the east side of the valley.*

na dveh ali treh mestih včasih zasuje plaz. Izza Doma v Tamarju pa gozdni rob ni več dober pokazatelj maksimalnih snežnih plazov. Jugozahodno od stavb opuščene stražnice in Doma v Tamarju je skraja starejši, nato pa mlajši in bolj listnat gozd. Smrekam je po vencih vej mogoče v vnanjem pasu določiti pričetek rasti po zimah l. 1951 in 1952, ki sta bili najbolj plazoviti v Julijskih Alpah in so bile poškodovane tudi stavbe stražnice izza starejšega drevja, kar priča o plazu suhega snega z zahodnega grebena (foto 2).

Po pripovedovanju upravnika Doma (v l. 1990) je leta 1976 plaz suhega snega poškodoval južno stran planinskega doma, čeprav ga obdaja star in gost smrekov gozd. Tedaj so zgradili zidana opornika, ki še zdaj jačata južna ogla stavbe.

Upamo, da bodo bodoče datacije organskih ostankov v navpičnih profilih skozi melišča pojasnile faze hitrejše in počasnejše akumulacije grušča v holocenu. Predvidevamo lahko, da so melišča hitro rasla neposredno po umiku dolinskega ledenika, ko se je s pobočij zrušil grušč, ki ga je prej podpiral rob ledenika. Drugo dobo hitrejše rasti je povzročil človek s požiganjem gozda, drevja in grmovja za pašnike pri osvajanju Alp za pašno živinorejo. O tem nas prepričujejo sveže odlomljene skale na zložnejših pobočjih, ki so že porasla z gostim gozdom. Zlasti blizu orografske drevesne (gozdne) meje, ki je po splošnem mnenju v naših Alpah zaradi antropogeno spremenjenih rastiščnih pogojev za 200 - 400 m nižja kot je bila pred posegom človeka klimatska gozdna meja, niso redki primeri, ko pri razkopavanju melišča naletijo na fosilna tla. Tako je na melišču pod Lipanskimi vrati v Pokljuškem grebenu. V "luknjah" je mogoče ugotoviti, da ležijo skale na alpski črnci, mlajše drevje na pobočju nad meliščem pa je sveže posipanje grušča že bistveno zavrlo.



Foto 3 *Nove gozdne ceste so marsikje izpodkopale morensko in drugo pobočno gradivo. Kot posledica porušenega pobočnega ravnovesja so številni usadi nevezanih sedimentov. Primer blizu hriba Žaga južno od Kranjske Gore.*

Photo 3 *New roads in the forests undercut the slope built of till and other slope sediments. A consequence of the affected slope equilibrium are many debris-slides (as this one in the year 1992 near the village Kranjska Gora).*

Mnoge gozdne ceste so speljane po pobočnem grušču. Mnoge brežine presegajo poravnalni kot in tam so pogosti usadi pobočnega grušča (l. 1992 je tak usad prekinil cesto med Jasno in južnejšim hribom Žaga, 956 m- fot. 3). Erozijsko sproža tudi izpodkopavanje pobočnega grušča na triadnih tankoplastovitih in delno vododržnih sedimentih v Karavankah med Korenom in Kepo (2143 m). Na dveh udrtih pobočjih v boku doline Belce, ki ju omenjamo pri ledenodobnih sedimentih v Karavankah, so protierozijske naprave postale neučinkovite. Najbolj globoka karavanška dolina Belce je iz teh razlogov najbolj hudourniška, pod vasjo Belca poplavna in prodonosna. Na južni strani Doline je med najbolj erozijsko ogroženimi pobočji to pod Vršičem (glej K u n a v e r, 1992).

Taka opažanja je potrebno zabeležiti zdaj, ko gradijo kolovoze in strojno gladijo smučišča (Vitranc) in ko postaja nejasno, kdo je dolžan vzdrževati nekatere gozdne ceste.

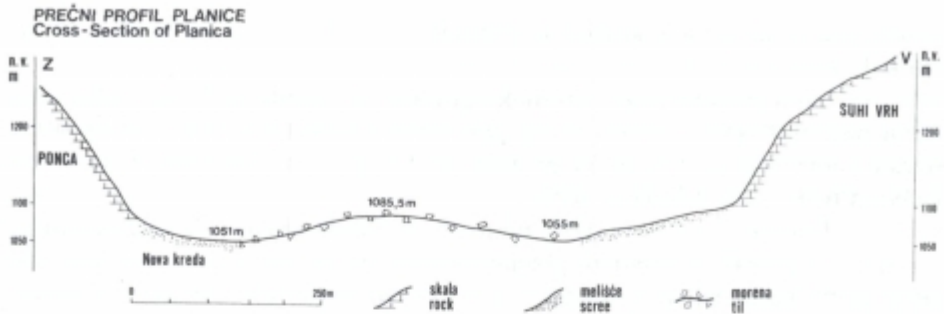
1.3. Morene (skica 1, 3 in 4).

Na koncu doline za Domom v Tamarju je dno Planice najnižje v sredi, kjer se stikajo podstenska in podžlebna melišča z obeh strani (foto 2). Ne vemo za njihovo globino in ne, če so pod njimi morene. Le streljaj južno od Doma v Tamarju pa hudourniška struga razkriva oglate skale, kar je lahko sprana morena ali pa ostalina nekdanj večjih snežišč, po katerih so se skale prikotalikale.

Od obdobjnega dolinskega toka Nadiže do blizu skakalnic prevladuje drugačen prečni profil čez dno. Pod skalnatim pobočjem in pod melišči pod pobočji je dno najnižje. Najnižjemu dnu sledijo na vzhodni strani makadamska cesta in na zahodu steza za Tamar. Od spodnjega roba obojestranskih melišč se nato dno napne v hrbet. Najvišje se dvigne na sredi celotne dolžine, in sicer do 40 m visoko (kota 1090,6 m, skica 3). Na severnem koncu se vrh splošči in med 1040 in 1000 m n.v. predstavlja širok pomol. Na dobra dva kilometra dolgem sredinskem hrbtu je raztresenih na stotine skalnih blokov pretežno apneniške sestave. Največji balvan, ta ob vzhodnem boku, ima v prsni višini 26 m obsega. Med srednje debelimi, nekaj deset centimetrov dolgimi kamni, je večji delež dolomitnih kamnov, ki so nekoliko bolj zaobljeni. Hrbet je morenski in tako ga označuje vsa dosedanja literatura (B o h i n e c, 1935, M e l i k, 1961).

Niže in bliže skakalnic se obnovi začetni prečni profil z najnižjim dnom sredi doline.

Mnogo manj skal in več drobnejšega gradiva je na severnem pobočju morenskega zasipa nedaleč od skakalnic. V prečnem profilu tu ni več sleme, temveč polkrožni pomol, ki se nato zniža proti skakalnicam. Na



Skica 3 Prečni profil (Visoka Ponca - Suhi vrh) spodnjega dela doline v srednji Planici.

Sketch 3 Cross section (Visoka Ponca - Suhi Vrh) of the lower part of the valley in the middle Planica Valley.

slemenasti moreni prevladuje alpska črnica, tu pa je vmes nekaj rjave rendzine. To in nekaj vložkov drobnega kamnitega plavja govori za domeno o izdanjanju starejše morene, ki jo je južneje pod sabo pokopalo mlajše kamenje.

Sredinska morena v Planici je edinstvena v dolinah Julijskih Alp in kliče k pojasnitvi. Te ne omogoča dosedanje poznavanje poteka glaciacije. Po P e n c k - B r u e c k n e r j u (1909), B o h i n c u (1935) in M e l i k u (1955, 1961) je Planico zapolnjeval ledenik še, ko se je iz Doline umaknil glavni led, to je v kasnem glacialu, domnevno buehlu (alpska glaciološka terminologija ime buehl nadomešča s šlernskim kasnoglacialnim stadijem). Še več, segal je iz planiške doline v osredje Doline in do Karavank, kjer je pri Ratečah odložil morenske kupe v predelu Kamne. Če bi se planiški ledenik v kasnem glacialu umikal proti Tamarju, bi pričakovali v Planici take stadialne morenske vence, ki bi bili sredi izbočeni proti severu. Takih pa ni. Le v bližini prvega cestnega klanca na cesti od skakalnic proti Tamarju se niz ločenih grbin oddaljuje od bočnih melišč in vzbuja vtis ostanka čelne morene. Lahko bi nastal tudi zaradi delovanja površinske vode.

Za razlago nastanka sredinske morene je pomembno, da se podobni skalni bloki, kot so na morenskem hrbtu, še zdaj krušijo z ostenja, zlasti z zahodnega, in nekateri obležijo še več metrov daleč od roba melišč. Še bolj hitro odpadanje skalovja z golega skalnatega pobočja lahko pričakujemo v zadnji ledeni dobi. Tak pobočni grušč pod grebenom Zadnja - Mala Ponca je v času večjih in stalnejših melišč zasul dno zaledenele doline in primaknil vrh morene pod zahodno pobočje. Morena je najvišja pod najvišjim vrhom v zahodnem grebenu, pod Visoko Ponco, 2274 m. S skalami posejana podolžna morena se na severu konča tam, kjer se na zahodni strani konča nepogozdeno ostenje, to je pod Malo Ponco (1925 m). Ponuja se torej razlaga, da je vrh sredinske morene nastal s podornimi skalami in gruščem z obeh

pobočij takrat, ko so se snežišča še stikala sredi doline. V kasnem glacialu se je ta stik zniževal.

Kako globoko sega morensko gradivo, ni znano. Sedanja melišča so začela nastajati šele v holocenu in pod njimi moramo pričakovati prvotno površje morenskega hrpta, ki je imel, sodeč po tem, na koncu kasnega glaciala precej večjo relativno višino.

Taka shema nastanka nasprotuje predstavi o moči prenašanja morenskega gradiva v kasnem glacialu, ko je, po literaturi, planiški ledenik pustil čelno moreno pri Ratečah v gozdnatem območju z imenom **Kamna** (B o h i n e c, 1938, M e l j k, 1954, 1955, 1961).

V gozdnem območju Kamna na jugozahodnem kraju Rateč je morensko gradivo podobno debelo in skalnato kot na podolžni moreni v Planici. Med debelejšimi kosi tudi tu prevladuje apnenec. V brežinah nove asfaltne ceste in nekdanje železniške proge pa se med večjimi bloki in predvsem pod njimi razkriva drobnejše kamenje iz apnenca in dolomita. Na severnem koncu gozdnatega morenskega območja je pred leti gramoznica vrh majhne vzpetinice med svetlim karbonatnim gruščem razkrivala tudi kose, ki izvirajo iz Karavank, zlasti iz paleozojskih kamnin, tudi kremenovega konglomerata in kremenca. Glede na njegovo zaobljenost in sortiranost sklepamo, da je med ledeniškim tudi precej rečnega karavanškega gradiva. Na boku ledenika, ki je odložil morene Kamna, je istočasno in kasneje potok iz Karavank preplaval morene, ki zdaj molijo iznad ravnice le s svojimi vrhovi, nekaj pa jih oblikovno kaže, da jih je znižal naslednji ledeniški porast. Taki sestavi ustreza tudi raba tal-travniki z redkimi njivami. Take nizke in zaobljene kopice segajo proti vzhodu vse do Zelencev.

Morfološka značilnost površja v Kamnu so kopičaste morene, ki jim je na prvi pogled težko določiti smeri. Take morene so značilne za odkladnino na mrtvem koncu ledenika, kjer se odlagajo čelne in talne morene.

Najmanj povezane morene so med staro in novo cesto na severnem koncu Kamna, kjer ob zahodnem robu prevladujejo smeri S-J in SZ-JV, v vzhodnem delu pa sta severno od opuščene železniške proge dva nasipa v smeri Z-V. Ker na južni strani nekdanje železniške proge in sedanje makadamske ceste za Kranjsko Goro ni ekvivalentnih vzporednih moren smeri Z-V, je manj verjetno, da sta morenska nasipa nastala ob umikanju ledenika proti jugu. Na vzhodni strani se je vsek za železnico poslužil doline, ki se pahljačasto razširja proti vzhodu in kaže na razvoj iz nekdanjih ledeniških vrat. Ko je po umiku ledenika tekla proti morenam Kamna voda, je od zahoda izdelala vrzel med morenskimi kopicami, ki sega proti vzhodu še čez sedanja opuščena poslopja železniške postaje.

Južno od opuščene železniške proge je kartiranje ugotovilo, da se prekinjene morenske kope ponekod vrstijo v obliki lokov, ki južneje zavijajo v jugozahodno smer (gl.skico 1). Dvema sosednjima lokoma je prilagojena meja

med gozdnatim višavjem v Kamnu in nižjim travniškim naplavnim svetom na vzhodu, ki je del vršaja Suhe. Podobno kot rob gozda srpasto zavijajo morenski nasipi tudi na južnem koncu Kamna. Tako usmerjenost ima tudi več prekinjenih nasipov ob zahodni meji gozda. Najvišji morenski nasipi se, prekinjeni z vmesnimi kotanjami, dvigajo malo vzhodneje od srede južnega morenskega kompleksa. Sodeč po poteku je te morene Kamna / lokacija št. 2 na skici 4 / zapustil ledenik, ki se je umikal proti zahodu. V rateški okolici je bila njegova os odmaknjena od Karavank proti bolj senčni Planici.

Med planiškimi skakalnicami in Kamnim, asfaltno cesto in Suho so na travnikih na naplavnem vršaju štiri kope pretežno lečaste oblike. Vsaj dve kažeta z izbočeno obliko na nastanek na desnem boku dolinskega ledenika, ki je pritekal od zahoda. Pred rateškim zastojem je ledenik tega stadija nasul morene v Lomih, ki jih M e l i k (1955, 1961) pripisuje planiškemu ledeniku.

Največ morenskega pobočnega gradiva na obeh straneh Planice je na **Macesnovcu**, ki se od vrha Kuceri (1612 m) znižuje proti Ratečam. Golice ob cesti do opuščene stražnice in dalje opravičujejo geološko karto lista Beljak in Ponteba, ki ima na vsem pobočju vrisano morensko gradivo. Po upadu ledenika je periglacialna klima pospešila razsutje gradiva po pobočju in večje denudacijsko spiranje po ulegninah, ki so podobne velikim dolkom. Njihova globina navzdol narašča, vendar le redkokje preide v vodno grapo. Navzdolne pomole in vmesne ulegnine je najlepše videti pri skakalnicah. Zaletišče največje se začenja na vrhu pomola, v katerega se niže pogloblja, nadaljuje pa se po robu pomola. S takim potekom so pridobili dovolj grušča za nasipavanje skakalnice na nižjem delu. Podobno potekata tudi obe manjši skakalnici.

V pobočnem morenskem gradivu ob začetnem cestnem vzponu od Rateč na Macesnovec je med svetlosivimi in temnosivimi karbonati tudi nekaj paleozojskih, slabše zaobljenih peščenjakov, lilastih kamnov in kosov konglomerata, redki pa so balvani. Više pa je vedno večja prevlada svetlosivih apnencev. Ko se cesta vzpne na vrh slemena, je več iz tal štrlečih, do 0,8 m dolgih, slabo zaobljenih skal in pri 1100 m n.v. se javljajo grbine, ki jih v slovenski geomorfološki literaturi poznamo kot travniške grbine. Preseneča, da tudi na zložnem vrhu skraja ni morenskih nasipov. Ti se javljajo šele tam, kjer se sleme spremeni v polico, ki spremlja nad skakalnicami glavni hrbet Macesnovca. Nekaj jih je tam, kjer se zložno površje pregane v strmo pobočje. So v smeri ZJZ-VSV ali ZSZ-VJV. Najdaljši so na samem pregibu vršne ravnice v strmo pobočje doline Planice. Pričajo, da jih je odložil dolinski ledenik ob stiku z ledenikom iz Planice. Videti so dokaj sveži.

Ob južnem koncu police se začenja pod skalnatim ovršjem Kuceri grapa Belega potoka. Ta hudournik je ob prehodu v dno Planice nasul nekaj metrov visok vršaj, v katerem dobro zaobljeno in slabo sortirano kamenje priča, da je delno s pobočij prinešeno morensko gradivo. Južno od potoka ni

več pobočnega morenskega gradiva. Tudi to potrjuje, da se je tu dolinski ledenik ob najvišjem ledostaju stikal s planiškim. Da ga je tudi v času nižjega ledostaja zajezeval, sklepamo po tem, da je tu severni konec planiške vzdolžne (sredinske) morene.

Sodeč po omenjeni polici pod Macesnovcem je kanalsko-dolinski ledenik imel dalj časa površje okoli 1150-1200 m visoko. Sodeč po litološki sestavi morenskega gradiva sta na njegovem desnem boku ob upadanju površja vedno bolj prevladovala svetlosivi apnenec in nekoliko temnejši dolomit, ki gradita najvišje vzpetine tudi v Zahodnih Julijskih Alpah in ne samo v Planici. Na severnem kraju, ob zgornji Dolini, se na geološki karti 1 : 100.000 zvrstijo bolj ali manj sklenjeni pasovi keratofirja z redkimi tufi, litološko različnih karbonskih kamnin in permskega apnenca (geol. karta lista Beljak, glej tudi M e l i k, 1954, geol. karta). Samo po litološki sestavi je torej težko ločiti ledeniško gradivo, ki so ga odložili ledeniki iz stranskih dolin in ta po glavni Dolini.

Že omenjene sveže morene na robu police pod Macesnovcem si lahko razlagamo le s tem, da gre za enega od umikalnih stadijev zadnjega, to je mlajšega ledenika. Ob višjem ledostaju je moral v povirje Belega pritoka pritekati čez zdaj gozdnati Macesnovec, ki ima 1512 m. Nova gozdna cesta po jugovzhodnem pobočju tega hrbita mestoma razgalja pobočno morensko gradivo.

Zanimivo je, da je litološka sestava morenskega gradiva v Celovski kotlini na začetku proučevanja glaciacije Vzhodnih Alp močno vplivala na oceno višine maksimalnega ledostaja v Kanalski in Zgornjesavski dolini. Ko je Brueckner smatral, da je mogel porfirske kamne v Celovško kotlinu prinesiti le ledenik iz Rabeljske oziroma Kanalske doline, je njemu in dolinskemu ledeniku pripisal večjo višino kot ziljsko-dravskemu. K temu naj bi pritekal led čez trbiško vrzel med Karnijskimi Alpami in Karavankami (gl. P e n c k - B r u e c k n e r, 1909, 1066). Po spoznanju zmote so on in kasnejši raziskovalci (glej pregled te literature pri P a s c h i n g e r, 1976) ugotavljali višji ledostaj ziljskega ledenika, ki je iz Vzhodne Tirolske dovajal več ledu kot dravski (po dolini Drave). Zato je imel ledenik ob maksimalnem ledostaju v Celovski kotlini ob Karavankah večjo višino, kar z zakrivljenimi izohipsami "dravskega ledenika" (tako so imenovali ledenik v Celovski kotlini) nakazuje že P e n c k - B r u e c k n e r j e v a (1909) karta. Iz Ziljske doline je led odtekal v Kanalsko dolino, v današnje porečje Bele oz. Tilmenta (D e s i o, 1926), in k savskemu (dolinskemu) ledeniku (gl. skico 4)

Preliv v dolino Bele je šel čez preval nad Mokrinami (Nassfeld, 1538 m). Ker je imel tam okoli 1800 m višine (po karti v P e n c k - B r u e c k n e r, 1909), je lahko zajezeval ledenik v Kanalski dolini in ga preusmerjal proti Dolini. Pri Trbižu je k ledenim gmotam pritekal ziljski ledenik čez znižani stik Karnijskih Alp in Karavank, ki je vanj poglobljena



- Skica 4 Lega Zgorjnjesavske doline med Julijskimi Alpami (na jugu) in Karavankami (na severu). Številke označujejo lokacije, omenjene v tekstu. Šrafrano je površje nad 1500 m n.v., ki zavzema v Julijskih Alpah v porečju zgornje Save razmeroma malo površja.
- Sketch 4 Location of the Valley of the upper Sava between the Julian Alps (south) and Karavanken (north). Numbers indicate the localities mentioned in the text. Hatched is the surface above 1500 m altitude. That area takes relatively small part of the Julian Alps in the river basin of the upper Sava.

dolina Ziljice do globine okoli 600 m n.v. (gl. novejšo literaturo pri P a s c h i n g e r, 1976,47). Brueckner (P e n c k - B r u e c k n e r, 1909, 1045) je našel v okolici Trbiža eratsko gradivo v višini 1630 m in pravi, da ledenik tam ni presegal višine 1700 m. Toda pred leti je bilo na vzpetinici nad cerkvijo na Višarjah, kjer je kota 1780 m, razkrito morensko gradivo /1/. Nove gradnje so pred leti razkopale tako gradivo tudi na planoti Dobrača pri Aichingerhuette okoli 1650 m višine (osebna opažanja), kar je više, kot govori starejša literatura.

M e l i k (1961, 289) je na Vitrancu prav tako ugotovil višje morene kot to pozna starejša literatura, in to na vrhu slemena v n.v. 1597 do 1620 m. Iz tega zaključuje, da je pišniški ledenik, morebiti okrepljen s planiškim, odtekal v debelini do 200 m čez Koren proti severu. Toda le malo niže je segal ziljski ledenik tudi po karti P e n c k - B r u e c k n e r j a (1909) in zgoraj omenjena morena na Dobraču kaže celo na nekaj večjo višino. Poleg tega je računati z možnostjo, da je bil južni rob dolinskega ledenika ob Vitrancu višji, ker je vanj pritekal led po dolini Male Pišnice. Vanjo je odtekal del ledenika na severnem pobočju Mojstrovke. V luči navedenih številk lahko presodimo maksimalno višino dolinskega ledostaja pri Ratečah na okoli 1600 m, kar pa je le malo nad tedanjo snežno mejo.

Za Julijske Alpe je mnenje, da je bila "ob višku wuerma" snežna meja okoli 1300 m (M e l i k, 1954, 137; P e n c k - B r u e c k n e r, 1909:1350 m). Kot v sedanosti so tudi takrat morale biti pri višini snežne meje znatne lokalne in regionalne razlike. Na severni, osojni strani Bukovških gora, kjer so s totalizatorji namerili letno do 3500 in več mm padavin, je bila verjetno še nižja. Po Š i f r e r j u (1952) je ledenik z grebena med Lipanskim vrhom (1977 m) in Debelo pečjo (2015 m) v podnožju na Pokljuki odložil morene le malo pod 1280 m. Če ob postavki, da odpadeta dve tretjini pobočnega ledenika na redilni in ostalo na talilni del in da je poključski greben tam visok v povprečju 1950 m, pridemo do snežne meje pri okoli 1500 m, in to na pobočju, ki je eksponirano proti vzhodu-jugovzhodu. Verjetno moremo tudi v okolici Planice, ki ima podobne padavine, iskati podobno višino. Ker je na oboju doline Planice nad višino 1600 m skupno le za 9 km² višjega sveta, uvidimo, da ob višku ledostaja Planica ni imela možnosti tvoriti večje gmote ledu. Na višini ledenika, to je okoli 1600 m, je le še mala razlika med snežnimi padavinami in letno ablacijo. Zato je imel planiški ledenik omejeno možnost, da bi zajezeval dolinskega. Saj je k slednjemu pritekal ziljski ledenik na precejšnji širini in to v znižanem hribovju na obeh straneh Trbiških vrat.

Med izohipso 1700 m na vzhodnih Karnijskih Alpah in izohipso 1600 m v zahodnih Karavankah je nižji svet na razdalji 14 km. Pod ledom je bil vrh Peč, 1510 m. Na njenem slemenu do Sovške planine je v poteh mogoče le redkokje najti zapuščino tega ledostaja v obliki kamnov iz apnenca v preperelini iz karbona. Prvi karavanski hrib, ki je gledal iz ledu, je bil

Jerebikovec (1617) zahodno od Korena. Ledenik v Planici je bil tedaj izboklina v skupnem, do 45 km širokem ledeniku med Dobračem in razvodnim grebenom Julijskih Alp.

Spričo takih razmer je razumljivo, da je mogel imeti kanalsko-dolinski ledenik večjo bočno moreno le na svoji desni strani, ob glavnih grebenih Zahodnih in Vzhodnih Julijskih Alp. Ob Karavankah na levem boku ledenika pri Jerebikovcu še ni bilo moren, ker je pritekal led iz osrednja ziljskega ledenika. Ker ledeniki prenašajo v takem reliefu, kot je v Julijskih Alpah, največ kamenja, ki zdrsi z višjih, nepoledenih pobočij z močnim temperaturnim kolebanjem v periglacialnem območju, je razumljivo, da je količina in grobost morenskega gradiva naraščala z zniževanjem ledostaja in snežne meje. Tako lahko razložimo bistveno bolj grobo morensko gradivo npr. v Vratih ali na Mali Mežaki kot je na višjih pobočjih Macesnovca. O tem bo govora kasneje.

Tezo o izrednem mehaničnem krušenju skale ob ali nad ledenikom potrjujejo razmere na polici ob vzhodni strani grebena, ki veže Kotovo sedlo s Kotovo špico /5/. V n.v. med 2050 in 1930 m je obilo pobočnega grušča, z velikimi bloki na spodnjem koncu, ter vrtačami v grušču. To gradivo bi ledenik, ako bi segal više, odstranil. Spodnji nizi debelega grušča so mogli nastati ob boku planiškega ledenika, zlasti, ko je bil v višini okoli 1970 m. Med Kotovim sedlom in Kotovo špico ima greben okoli 2150 m višine in pod njim v Planici ni sredinske dolinske morene, kot je severneje, pod višjim grebenom med Zadnjo (2242 m) in Malo Ponco (1925 m).

2. DOLINSKI LEDENIK OB VIŠKU LEDOSTAJA

Podobno kot v primeru planiškega ledenika so tudi nekaterim drugim iz Julijskih Alp pripisovali moč zajezevanja dolinskega ledenika (B o h i n e c, 1935, M e l i k, 1961). Zato je bilo potrebno ponovno pregledati glacialno zapuščino na izteku dolin iz Julijskih Alp. Domala hkratno navajanje starejših podatkov iz časa mnenja, da je kanalski ledenik tekkel v Celovško kotlino, in kasnejše spoznanje, najdemo pri Bruecknerju (P e n c k - B r u e c k n e r, 1909) tudi pri naslednji navedbi. Na njegovi karti se v radovljski okolici združujejo bohinjski, radovenski in dolinski ledenik, v tekstu (o.c., 1046) pa omenja končno čelno moreno dolinskega ledenika pri Blejski Dobravi. Omenjeno je tudi prelivanje ledu v dolino **Poljana** južno od Jesenic.

Tam omogoča zdaj boljši vpogled v talne razmere nova asfaltna cesta Jesenice-Gorje. Nad naseljem Kočna se od vzhodnega pobočja hriba Kavče (804 m) odcepita dva morenska nasipa in se znižujeta proti jugu, v kotlinico, ki jo na južni strani zapira hrib s koto 711 m /15/. Po geološki karti 1 : 100.000 gradijo tudi ta hrib "rečni sedimenti v terasah". V podnožju hriba razgalja apneniško sestavo obdobjni potok ob cesti za Gorje. Na njegov vzhodni rob pa

se nalega končni morenski nasip od severa. V a i a - M u s c i o (1978) sklemeta po izgubljenih skalnatih pobočjih v zahodni Kanalski dolini na višino ledenika iz zadnje ledene dobe, in to pri 1800 m. Ker je zahodna stran hriba Kavče ob vrhu pri enaki litološki sestavi (anizijski drobnozrnati dolomit) strma in skalnata, bi lahko skleпали na višino ledeniške eksaracije do okoli 800 m. Na prevalu med hriboma Kavče in Vrše, kjer so mestoma breče, ni več morenskega gradiva. Ko je ledostaj upadel na višino prevala (674 m), je dolinski ledenik ob njem odložil vzdolžni bočni nasip, v katerega je poglobljena cesta. Bolj kot na zahodni je nasip ohranjen na vzhodni strani, kjer prehaja v gozdnato pobočje Mežakle. Čez preval pa je tedaj odtekala z boka ledenika voda, ki je naplavila prod po dnu doline v Kočni.

Po geološki karti je morena tudi na **Mežakli** severovhodno od hriba Oblek (1269 m) v n.v. okoli 1110 in 1180 m /14/. Po gradivu, ki je razkrit ob cesti, je sklepati na naplavino, saj je prod dobro zaobljen in droban, balvanov pa domala ni. Površje je v znamenju globokih vrtač.

Večja obledeniška akumulacija je ostala na Mali Mežakli. Tako imenujejo domačini police na pobočju pod to planoto med dolinskima krajema Hrušica in Murovo (del Jesenic). Deponija izrablja kotanjo, ki je nastala ob bočni moreni. Po geološkem poročilu naj bi bila kotanja uvala, (gl. Š i p e c, 1992). Bočna morena predstavlja 2-4 m visok severni parobek. Kotanja sta domala zapolnila grušč in pesek, ki ju je naplavil potok z vrha Mežakle. Sodeč po plasteh ni izključeno, da v kotanji ni obdobjno stala voda. Bočno moreno, ki je v n.v. 710 m, je na enem mestu predrl jarek.

Polica, ki je pri deponiji do 200 m široka, se vzhodneje, med n.v. 720 in 770 m, razširi do 300 m. Na njej so kupi skal raznih smeri. Med njimi so do 15 m globoke kotanje (pseudovrtače). Izrazito vzhodne smeri je samo bočna morena na spodnjem kraju police. Nad vzhodnim koncem čez 1 km dolge police se javlja v n.v. med 830 in 880 še en pomol z morenami. Tako visoko je na Mali Mežakli označeno morensko gradivo tudi na geološki karti 1 : 100.000.

Skalni bloki na Mali Mežakli so iz istega apnenca kot vse pobočje Mežakle, to je iz triadnega, cordevolskega apnenca. Tolikšno količino odkrušenih skal ni najti na enem mestu nikjer drugod ob Dolini. Najbrž je prišlo z osovnega strmega pobočja toliko odpadlega kamenja tudi drugod, a so ga ledeniki ali vode odnesli. Tu pa je ostal na kraški skalni polici.

Vzrok za tolikšno količino ohranjenega obledeniškega drobirja je v vbočenosti glavnega grebena Mežakle med vrhom Kisovec (1389 m) in Škrbino. V razširjeni Dolini je ledenik izgubil na svoji transportni moči. Zato je odložil dolgo bočno moreno ob robu skalne police, ki je prestregla in ohranila z višjega pobočja privaljeni grušč in skalne bloke. Podobno proglacialno akumulacijo, le višje, smo omenili pod Kotovim sedlom v Planici.

Pri Mojstrani se Dolina stika z dolino **Vrat** in nedaleč od tu se razhajata od doline Vrat še **Kot** in **Krma**, kar nudi raziskovalcu pleistocena

dobre pogoje za študij razmerja med ledeniki različnih dolin in v različnih razdobjih. Po dosedanjem poznavanju je mogoče mladopleistocensko akumulacijo razvrstiti v naslednje faze.

1. Faza morensko-kredne in prodne akumulacije.

Ko pred leti razširjena cesta za Radovno en kilometer južno od Mojstrane zadane pobočje pod Mežaklo, razkrije prvič morensko gradivo v n.v. okoli 723 m /11/ in drugič nedaleč stran v 5-6 m visoki golici nad cestnim ovinkom (foto 4). Morena leži na skalni podlagi, sestavljajo pa jo



Foto 4 Morena, ki jo je odložil ledenik iz zgornjesavske Doline na začetku doline Vrata. Bela puščica kaže prehod morenskega gradiva v kredno, usedlino v jezeru, ki je nastalo v spodnjih Vratih, ko jih je zaježil dolinski ledenik.

Photo 4 Till of the glacier in the upper Sava Valley in the beginning part of the Valley Vrata. The white arrow shows the transition of till to silt deposited in a lake in the lower Valley Vrata when dammed by the Sava glacier.

svetlosivi in temnosivi apneniški kamni, vmes so črnkasti skladnati apnenci in karbonski peščenjak, ki se v Dolini v pobočju Julijskih Alp javlja šele zahodno od Gozd-Martuljka, redkeje kremen in roženec. Na jugozahodni strani golice leži na moreni 1-2 m debela plast krede in nanjo je naložen pesek, ki tam sega domala do vrha nasipa. Ta se dviguje skladno s pobočjem Mežakle.

Iz tega profila sledi, da je dolinski ledenik segel v začetno dolino Vrat in tu zaježil Bistrico, ki je v jezeru odlagala kredno. Ta je na stiku Vrat in

kotnega podaljška (tako imenujem vezno suho dolino med dolinama Kot in Vrata) v podlagi kvartarnih sedimentov širše razprostranjena. Nedaleč stran je v n.v. 706 m ploščad, nastala z odkopom krede, kjer je širša vodna kotanja. Nad njo je ob cesti za Radovno kredo najti do n.v. okoli 750 m in tudi tu sta na njej pesek in prod, ki je navzgor vedno debelejši. V začetnem delu ceste je med prodniki tudi nekaj takih, ki niso apneniški in dolomitni in ki so prinešeni od severa. Da je v vezno dolino med Vratu in Kotom segal ledenik iz Doline, je trdil že Brueckner (P e n c k - B r u e c k n e r, 1909, 1056). Ker v pobočja suhe vezne doline ni večjih golic, ni mogoče točneje ločiti spodnji prod od višjega morenskega gradiva.

Cesta za Radovno poteka po suhi dolini, ki se dvigne na Kosmačevem prevalu na 847 m. Severno od njega se začenja v pobočju Mežakle pregib in v njegovem nadaljevanju proti severu pod Mežaklo se pojavi polica, skrajša skalnata, nato iz grušča. Polica ima pod Veliko steno značilno ledinsko ime Na ravneh. Proti koti 847 m (karta 1 : 25.000) se na robu police javlja gruščnat nasip s skalnatimi bloki in pri koti 847 m se nasip prevesi v pobočno sleme /12/. Podobno se odcepi pobočni nasip tudi južneje, kar daje vtis, da gre za morenske nasipe. Toda nižje pobočje suhe doline je denudacijsko zglajeno.

Na nasprotni strani suhe doline je polica še širša in v podobni višini, v n.v. med 860 in 900 m. Nad začetno dolino Kot se njen spodnji rob zniža na 780 m in nadaljuje še pol kilometra nad Kotarico. Po njej je speljana cesta globlje v Kot. Na polici nad suho dolino je denudacijsko gradivo s pobočja, vmes lokalno tudi ilovica, kar je omogočilo nastanek opuščene Pavličevega in Požrvovega rovta. Proti Kotu sestavljajo polico vedno debelejši morenski bloki. Na severu se omenjena polica zniža v prodnato sleme, to pa se dvigne v smeri proti 761 m visoki vzpetini (z imenom Na skedenjcih) v moreno.

Pod Mežaklo prevladujejo v morenskem gradivu svetlosivi, pod Zatrepom pa temnosivi apneniški kamni. Po tem bi lahko sklepali, da morene sestavlja v veliki meri pobočni grušč.

Serija sedimentov, ki jo je začela kreda in nadaljevali pesek, prod in vsaj v kotnem podaljšku tudi morena, sega tu in v spodnjih Vratih do enakomernih višin med 850 in 900 m. Verjetno je bila v tej višini že prej skalna polica, ki ji pripada tudi Binčev rovt (844 m) nad Mojstrano. Ker se višina teh kvartarnih sedimentov le malo dviga v zaledje Mojstrane, gre domnevno za stabilno erozijsko bazo v Dolini, ki jo je vzdrževal ledenik in domnevno sledeči prodni zasip. V kolikšni meri je v tej fazi Vrata zapolnilo tudi morensko gradivo, bo pojasnilo bodoče raziskovanje. V prodnem zasipu v Vratih se namreč povečujeta dolžina in robatost največjih kamnov v prodnem zasipu v smeri proti koncu Vrat.

2. Faza erozije Bistrice. Nedvomno je povezana z znižanjem erozijske baze pri Mojstrani.

Po geološki karti 1 : 25.000 (glej skico Vrat pri P a v š e k, 1992) in 1 : 100.000 poteka po spodnji in srednji dolini Vrat pas iz konglomerata, ki je razgaljen v pragu v n.v. 870-850 m. Imenujemo ga tudi peričniški prag, po slapu Peričniku. Kamni v konglomeratu, ki ga je že R a k o v e c (1947) prepoznal za prevladujočo brečo, ker so zrna robata, so pri Peričniku dolgi le do okoli 10 cm, čeprav se nad konglomeratnim zasipom dviguje greben do 2000 m višine. Globlje v dolini Vrat postajajo največji kosi daljši, a še mnogo krajši, kot jih prenašajo današnji snežni plazovi in hudourniki z višin do 2500 m in današnja Bistrica. To priča, da v času odlaganja proda, zdaj sprijetega v konglomerat, morfološke razmere niso bile enake kot danes. Bila je milejša klima, ali oboje. R a k o v e c (1947) pripisuje konglomeratu interglacialno starost, ker da je konglomeriranje možno le v takem podnebju.

Nedaleč od slapa Peričnik poteka cestni klanec po suhi dolini, ki je ločila nekaj deset metrov visoko konglomeratno sleme. Na karti 1 : 25.000 ima koto 857 m. Na vrhu klanca /13/, v n.v. ok. 845 m, kjer se cesta približa strmini soteske Bistrice, je ob jugozahodnem kraju omenjene konglomeratne vzpetine sveže udrto pobočje, zemeljski plaz pa je obstal blizu dna Bistrice, ki teče 55 m niže od ceste. V sveži golici je med redkimi skalnimi bloki (foto 5) zgoraj razkrit prod in grušč, oba pa sta mestoma sprijeta v konglomeratne bloke, ki štrlijo iz tal. Omenjena konglomeratna vzpetina, pod katero se golica z vzhodnim robom zajeda, je iz podobnega gradiva. To se pravi, da prehod iz vrhnjega konglomerata v bazni prod ni oster. Z drugimi besedami, vezanje prodnikov s karbonatnim vezivom, izpadlim iz talne vode, se je začelo domnevno v steni, kjer se talna voda suši. Ob takih pogojih je konglomeriranje razmeroma hitro. Na Gorenjskem v strmem vkopu gramoza v savski prod opažajo po nekajletni opustitvi odkopavanja, da se stena utrdi.

3. Faza: odložitev mlajšega morenskega gradiva. Na Kosmačevem prevalu suho dolino zoži morenski nasip, ki se proti Mežakli razširja in pod pobočjem delno zavija v levo, kar bi kazalo, da ga je odložil starejši ledenik od severa. Južno od prevala je dno doline širše in rahlo visi proti jugu. Na njej so pašniki in planina Kocbahov rovt. Na robu ravnine, ob spustu površja proti Radovni, pa se javljata dve morenski vzpetini, ki sta mnogo bolj strmi kot površje severneje. Vzhodna se z vrha (862 m) zniža na 850 m in v tej višini je morena povezana s srpastim nasipom, ki se vzpne na pobočje Mežakle. Podolžna os nasipa je prečna (SZ-JV) na dolino Kota. To in večja strmina ter svež relief priča, da je nastala kot končna morena ledenika iz Kota. To je ozka, senčna, 6 km dolga dolina, ki sega v povirju do vrha Rjavine (2532 m). Kotni ledenik je verjetno pustil večino ledeniškega kamenja v začetni, tri kilometra dolgi dolini, nad katero razvodna slemena ne presegajo več 1500 m, tako da je ostalo malo morenskega gradiva, ki bi ga mogel odlagati na nadaljnji poti.

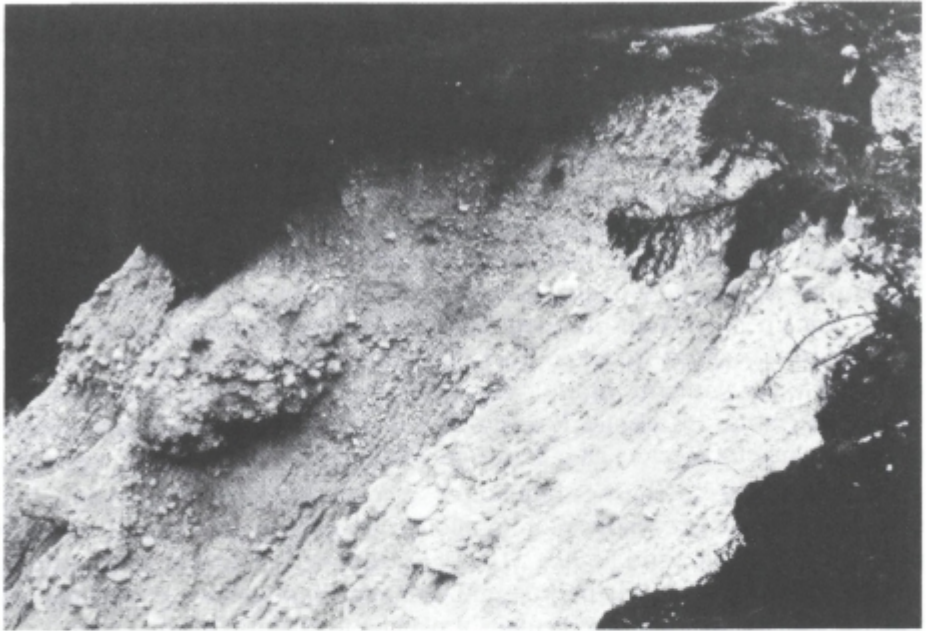


Foto 5 Sedimenti blizu jugozahodnega konca konglomeratne stene sredi doline Vrat. Prehod sedimentov v konglomerat ni oster in vodoraven. To govori v prid mnenju, da je konglomeriranje nastalo v času erozijske faze in nastanka golega strmega pobočja, kar je ugodno za izhlapevanje talne vlage. Sedimente je razkril zemeljski plaz.

Photo 5 Sediments near the south-western end of the conglomerate wall in the middle of the Vrata Valley. The transition of gravel in the conglomerate is not linear but sporadic. This speaks in favour of the opinion that the conglomeration took place during river erosion and the creation of bare slope favorable to soil moisture evaporation. Sediments were uncovered by a landslide.

Isto velja za ledenik iz Krme. Nekaj sto metrov višjo dolinsko stopnjo jugozahodno od Zasipske planine sestavlja serija poznoglacialnih moren, pod katerimi so domnevno morene zadnje glaciacije. V tej luči si je mogoče tolmačiti polstometrsko razliko med ravnino Kotnice in Krme ter površino kvartarnih sedimentov v kotnem podaljšku. Brueckner (P e n k - B r u e c k n e r, 1909, 1056) razlaga ta spust z zajezevanjem dolinskega ledenika po ledeniku iz Kota in Radovne. M e l i k (1954, 191) tako mnenje zavrača, češ da je tu dolina Radovne preširoka. Po opisanih razmerah ima prednost prva razlaga.

V predhodni erozijski fazi je nastala že prej omenjena suha dolina, po kateri poteka cesta od Peričnika proti Aljaževemu domu. V zgornjem delu pobočja te suhe doline delno zapolnjuje morensko gradivo ledenika, ki je tu presegal višino že opisanega ločenega konglomeratnega slemena. Zakaj na

njegovem vrhu je ostal balvan. Mlajšo moreno, ki jo omenja že Rakovec (1947), je težje ločiti od starejše, ker morensko gradivo v zgornji dolini Vrat prekrivajo pobočni gruščci (glej tudi skico pri Pavšek, 1991).

Starejše morensko gradivo, v katerega se Bistrica v končnih Vratih ni poglobila, se domnevno nahaja pod kasnoglacialnimi morenami in pod vrhnjim pobočnim gruščem.

Domnevno poznoglacialni ledeniški nasipi so najbolj ohranjeni pod Stenarjem in Dovškim Pihavcem na zahodnem robu doline Vrat okrog Aljaževega doma. V kolikor dopuščajo presojo gradiva golice, je tukajšnji grušč znatno bolj grob kot oni v soteski Bistrice. Tako gradivo se zajeda širše še po ulegnini proti grebenu Mlinaric. Ne more biti dvoma, da so tedaj ledeniki segali do dna ali blizu dna Vrat izpod krnic v Škrlatiškem grebenu, vendar so njihove morene tu bolj prekrili mlajši pobočni gruščci in hudourniške naplavine ter odkladnine snežnih plazov. Teh moren tudi ni na jugovzhodni strani srednjih in spodnjih Vrat. Vzrok za to je manjša višina grebena med Vrat in Kotom. Tu se dviguje skraja pogozden hrbet Črna gora (1378 m) - Mlinarica, (1777 m), ki preide preko Cmira (2393 m) v višavje Triglava. Na severozahodu pa dolino spremlja greben Vrtaški vrh (1898 m) - Sleme (2077 m) - Oltar (2621 m) - Škrlatica (2740 m) - Stenar (2449 m) - Bovški Gamsovec (2391 m). V zadnjem delu doline, proti severovzhodu do črte Nad Kuhinjo špica (ime po karti 1 : 25.000, 2266 m) - Škrlatica, so mlajše morene pod pobočnimi gruščci, v katere Bistrica ni poglobila struge in kjer je najnižje dno približno v sredi doline. Niže se bolj drži jugovzhodnega pobočja.

Da je v času odlaganja mlajših moren v Vratih dolinski ledenik zajezeval ledenik iz Vrat, govorijo nekatere vzpetine med začetno suho dolino, po kateri se dviguje cesta iz Mojstrane za Radovno, in potokom Bistrico. Tam sta holm Malo Grančišče in severni del slemena, ki ima na karti 1 : 25.000 ime Na skedencih, iz apnenca. Vrh njegovega južnega dela pa je morena, posejana s skalnimi bloki. Po umiku ledenika je ob zahodnem pobočju tega morenskega slemena nastala nižja prečna morena, ki visi proti SZ. Tudi ta morena leži na kreda, vendar je videti mlajša od že omenjene starejše ob cesti/11/.

4. Faza erozije Bistrice.

Ko se je znižala erozijska baza Bistrice, je nastala njena dolina, ki se začenja poglabljati v akumulacijsko dno z morenami, gruščem in prodrom šele pod Poldovim rovtom. Poglabljanje ni bilo postopno in ni pustilo teras. Šele niže Peričnika je ohranjena pobočna terasa nekaj metrov nad današnjim potokom.

Ob pomanjkanju eksaktnih dokazov o starosti mladokvartarnih sedimentov v naših dolinah je uvrstitev omenjenih razvojnih faz v obdobja mladega kvartarja hipotetična. Glede na povedano in glede na znano členitev zadnje glacialne dobe je možna naslednja shema:

1. Faza -vedno višja zaježitev Bistrice zaradi dolinskega ledenika, nastanek krede, peska in proda v dolini Bistrice in starejše morene : riška glaciacija. Morebiti wuerm I.

2. Faza erozije in konglomeriranja proda. Interglacial R/W ali morebiti interstadial wuerm I/wuerm II.

3. Faza -nastanek mlajših moren: zadnja glaciacija (wuerm II).

4. Faza- podstenski ledeniki: kasni glacial.

5. Faza- poglobitev Bistrice po znižanju erozijske baze oziroma umiku dolinskega ledenika : holocen.

V akumulaciji grušča v dolini Vrat se nedvomno odražata dve različno hladni razdobji. Prva je vezana na zaježitev Bistrice z morenami dolinskega ledenika in tedanje klimatske in morebiti orografske razmere so bile bistveno manj ugodne za nastajanje grobega grušča kot v času mlajše poledenitve. Glede na to bi sklepali na precejšnji časovni presledek med nastankom starejše in mlajše morene in za riško starost prve. Vendar ni izključeno, da je starejša morena iz wuerma I in mlajša iz wuerma II. V času 44.000 - 32.000 let se je v 1000 m visoki Jami pod Babjim zobom nad Bohinjsko Bistrico še usedala jamska siga (G a m s, 1975), katere sedimentacijsko območje je zdaj, v holocenu, omejeno na notranji, zaprti del jame. Nekateri kvartarologi interstadialu v letih ok. 35.000 do 25.000 pr.n.e. ne pripisujejo večje ohladitve (F r e n z e l et al., 1992, karti 39-40).

3. O UMIKALNIH STADIJIH DOLINSKEGA LEDENIKA

Nova gozdna cesta, ki se nad Jasno v **dolini Pišnice** najprej vzpne na teraso Male ruti (911 m) in nato na teraso Trebeža, se skraja, v n.ok. 900 m, vije po strmejšem pobočju Doline, kjer preseka nekaj pomolov iz morenskega gradiva /9/. Ta izvira iz višjih, po pobočju razsutih moren. Dalje proti vzhodu cesta med drobnejšim kamenjem razkriva vedno več skal, ki jim spodnja stran ni skladna s pobočjem in torej niso več razsute morene. Domala vse gradivo je iz svetlosivega apnenca, razen ponekod (n.pr. ob Tofovem grabnu), kjer so primešani temnosivi bolj zaobljeni kamni. V nv.1080-1100 m se cesta vzpne na polico in z njo vred konča pred precej globoko grapo, ki se začinja pod Kurjim vrhom (1750 m), to je najsevernejšim koncem Martuljkove gorske skupine. Na mnogih odsekih je cesta v samem morenskem gradivu, brez vidne skalne podlage. Geološka karta 1 : 100.000 ima vrisane morene po vsem pobočju do blizu potoka Martuljka. Morenski nasip se v višini cestišča vidneje odvaja na koncu ceste, vmes pa le v enem, majhnem primeru. Nasipi se večidel začenjajo šele niže ceste. Največji pobočni pomol je ob Tofovem grabnu. Pod cesto zavija in se znižuje proti severovzhodu. S takim potekom nakazuje svoj nastanek na desnem boku

ledenika, ki se je v tem umikalnem stadiju končal v dnu Doline nekje v prostoru sedanjega naselja Gozd- Martuljek. Vendar ob dnu Doline med Bohinjsko Belo in Kranjsko Goro in na nižjem pobočju ni ohranjenih vidnejših pobočnih nasipov, kar govori za starejši morenski kompleks.

Da je **Martuljkova gorska skupina** blokirala dolinski ledenik, trdi že M e l i k (1955). Saj je tu venec dvatisoč in več metrov visokih skalnatih vrhov najbliže dna Doline, in sicer 3 - 4 km stran. Starejše morene tu niso znane in verjetno jih večinoma prekrivajo melišča. Markirana pot v predel Za Akom se prične na južnem robu dolinskega dna dvigovati po vedno širšem nasipu, ki mu kolovoz razkriva morensko gradivo, do skalnega praga v n.v. okoli 900 m /10/. Sodeč po sestavi in obliki gre za sredinsko talno moreno martuljskega ledenika. Nekaj sto metrov zahodnje se od omenjenega skalnega praga prične v pobočju skalni pomol. L. 1990 je vetrolom s podrtimi drevesi razkril na njegovem vrhu morenski drobir. Pomol zavija po pobočju navzdol proti vzhodu in je verjetno robna morena ledenika, ki je z omenjeno talno moreno dosegel južni rob Doline pri Gozd-Martuljku. Glede na osovno stran gorovja gre domnevno za ledenik kakega kasnoglacialnega umikalnega stadija.

M e l i k (1955) navaja skladno s starejšimi raziskovalci, da je ledenik iz Pišnice pri Kranjski Gori dosegal Dolino. V zvezi s tem navaja moreno Mala rut /7/, ki se dviga južno od Kranjske Gore (foto 6).

Toda v goliči nad Pišnico med Mojstrano in Jasno je do vrha terase razgaljena skala. Južni rob te terase pa gotovo tvori morena. Nad Jasno so poleti 1991 in 1992 gradili na severnem vrhnjem robu te terase zgradbe in pri tem razkrili debelo svetlosivo kamenje ter balvane. Morensko sestavo so potrdili tudi geologi, ki so v dnu Pišnice pri Jasni navrtali 42 m proda, s poševno vrtino od juga pa prevrtali moreno (P a v l o v e c, 1962). Od morenskega južnega roba proti severu na terasi Mali rut ni večjih morenskih nasipov in skal. Površje terase je domnevno izravnala naplavina iz čelne morene. Po grobosti skalovja v moreni na južnem robu bi sklepali na mlajši umikalni stadij, glede na orografijo v zaledju pa, da jo je zapustil ledenik iz globoke in strme, proti severovzhodu usmerjene doline Male Pišnice. Pri Jasni je imel svojo končno ledeniško kotanjo. Morensko gradivo je odložil tudi na pobočju na desni strani Velike Pišnice. Po njem se vije gozdna cesta, ki se konča pri vzpetinici Žaga (956 m)/8/. To sestavlja morena iz grobih skal in visi proti severu. Niže na njegovem pobočju je čelni ločni nasip ledenika iz doline Velike Pišnice, ki jo raziskuje dr. J.Kunaver. Zato je upanje, da bomo zvedeli kaj več o poledenitvah v tej dolini. 40,5 m globoka vrtina v Jasni se je končala na skalni podlagi. Površje v Jasni je po top. kartah v n.v okoli 830 m, v Kranjski Gori pa okoli 805 m. Tu sicer ne vemo za globino skalne podlage, gotovo pa je dolina Pišnice med obema krajema epigenetska. Prvotna dolina Pišnice je vzhodnejše od sedanje, nekje pod površjem Male ruti.



Foto 6 Stik dolin zgornje Save in Pišnice pri turističnem naselju Kranjska Gora. S številkami sta označeni moreni na robu terase Mala rut (št. 7 ob Jasni) in (št. 8) na hribu Žaga v dolini Velike Pišnice. Med Jasno in Kranjsko Goro je epigenetska dolina Pišnice.

Photo 6 Joint of the valleys of the upper Sava and the Pišnica at the tourist settlement Kranjska Gora. The numbers indicate the till at the edge of the terrace Mala rut (No 7 at the location Jasna) and the moraine Žaga (Nr. 8) in the Great Pišnica Valley. Between Jasna and Kranjska Gora we find the epigenetic valley of the Pišnica.

Po Bruecknerju (Penck - Brueckner, 1909) in Meliku (1955) je pišenski ledenik dosegal Dolino še v bohinjškem stadiju. Kot dokaz Melik na štirih straneh opisuje **moreno Peči - Brda** /3/. Omenja morfološko in litološko razliko med tremi različnimi deli tega morenskega niza, vendar skuša to razložiti z zavojem končnega pišenskega ledenika proti severozahodu.

Tu je potrebno ponoviti glavne razlike v tej moreni. Nad polovico 1,8 km dolge vzpetine je usmerjena proti severozahodu in tu ima značilno ime Brda. V tem severozahodnem delu gradivo v opuščeni strelski jarkih in golicah novejših gradenj za vodni zbiralnik potrjuje, da gre večidel za karavanške kamnine. Med kamni so taki iz svetlega in temnega apnenca, iz dolomitov, iz peščenjaka, kremenovega konglomerata ter skrilavih kamnin. Vmes je tudi nekaj fluvioglacialnega, rahlo sortiranega peska in proda. Le v južnem podnožju so strelski rovi razkrili nekaj debelejših svetlosivih apneniških kamnov. Na vrhu slemena štrlijo iz tal do 1,6 m dolge skale iz

kremenovega konglomerata, ki se javlja v karbonu na vrhu Karavank. Tam je iz njih tudi Kamniti vrh (1658 m). Najden je bil tudi prodnik iz kremenovega keratofirja. Od vseh drugih moren pa se Brda, ki dosega čez 30 m višine, razlikujejo oblikovno. So strmo sleme, z enako strmino na obeh straneh, v povprečju 25-30 stopinj, in s precej enakomerno širino. Tako obliko imajo talne morene pred koncem ledenika, ko jih polzeči led ne more več sploščiti in zaobliti. Če bi Brda nastala kot desna bočna morena pišenskega ledenika, kot meni Melik (1955), bi bila oblika povsem drugačna, pobočja asimetrična.

Brda je s probojno dolino razdelil Suhi potok, ki obdobjno priteče iz Karavank po suhi dolini. Ta ločuje ves morenski niz Peči-Brda od karavanškega pobočja. Vzhodno od probojne doline se Brda razširijo in nato prehajajo v nižji del, kjer povsem prevlada morensko gradivo iz svetlosivega apnenca. Morenski nasipi z 1-2 m dolgimi skalami zavijajo iz južne v južnozahodno smer, proti Vitrancu. Ta smer in apneniški balvani pričajo, da so ostanek čelne morene ledenika. V dolini je ostanek erodirala Sava in prekinila morenski lok, ki je segal do Vitranca.

Po gradivu je torej morena Brda-Peči odkladnina dveh ledenikov, ki sta se pod Korenom združevala. Eden je nanašal kamenje iz Karavank, drugi iz Julijskih Alp. Prvi je pritekal čez Koren. Na svojem levem boku se je nanj nalegal še grušč s pobočja Petelinjek- Kališnik in fluviooperiglacialni vršaji karavanških pritokov Suhelj in Suhi potok, ki imata svoja povirja v karbonskih sedimentih. Po zimskih snežiščih se je to gradivo prikotikalalo na ledenik in tonilo v talno moreno pred ledeniškim koncem. Drugi je pritekal iz zahodne, rateške smeri. Skupni ledenik se je s svojim koncem nalegal na zahodni del pretežno konglomeratnega slemena, ki je v smeri Z-V. Konglomeratu je primešan peščenjak. Prodniki na vzhodnem kraju, tam, kjer je sleme izpodjedel obledeniški vodni tok, so debeli do velikosti pesti. Sloji vpadajo za 20 stopinj proti zahodu. To je fluvialno sortiran rečni nanos iz širše okolice, verjetno odložen v robni kotanji ledeniškega jezera, kar je spoznal že Melik (1955).

Melikova trditev, da so Brda usmerjena proti Mucni gori, ki je zahodno od Podkorena, ni povsem točna. Usmerjena so proti prevalu **Koren**. Brueckner tudi glede smeri pretakanja ledenika čez Koren hkrati navaja svoje starejše in mlajše znanje o višini dravsko-ziljskega ledenika. Ponavlja trditev Prohaske, da je čez preval tekkel proti jugu dravski ledenik, zato da je dno rahlo nagnjeno proti jugu. Takoj pa (o.c. 1090,1046) pristavlja, da verjetno ni bilo premikanja v nobeni smeri. Prav o nasprotnem govori reliefna oblika. Predstavlja tipično, 2 km dolgo obviselo, ledeniško oblikovano dolino v obliki črke U. Pod višino 1400 m sta pobočji, tu oddaljeni 3/4 km, glede na prevladujočo mehko karbonatno sestavo dobro izgajeni in do četrta kilometra široko ravno dno rahlo visi proti jugu: od 1065-1075 m na severu do 1062 m na južnem kraju, kjer se začne poglobljati dolina potoka Krotnjek. Ravnino

zožujejo le vršaji, ki pa so razmeroma majhni, kar priča o mladosti doline. Prezrto je bilo doslej znanje, da se ravno dno Korena v obliki police nadaljuje proti jugu pod hrbtom Kališe (Petelinjek, 1552 m, -Lomiči). Od Korena, kjer že Brueckner (P e n c k - B r u e c k n e r, 1909, 1046) omenja morene, se polica proti Mucni gori rahlo zniža na 970-1000 m. V severnem koncu, južno od Poljane, se po polici navzdol razteza nasip, ki mu nova zgornja cesta razkriva kamne iz rdečkastih peščenjakov, blokov temnih apnencev in karbonskih peščenjakov, ni jih pa iz svetlosivih apnencev. Južneje, kjer je višje pobočje zgrajeno iz triadnih karbonatnih kamnin, prevladuje ob cesti pobočni material, prenešen s pobočja, vmesni zaobljeni kamni pa pričajo, da vsaj delno izvirajo iz morene. Večinoma pa polico prekriva naplavina, napeta v nasipe obakraj hudourniških grap. V južnem koncu police, ki je po geološki karti 1 : 100.000 skupno z Mucno goro - v njej je M e l i k (1955) ugotavljal morene - iz triadnih kamnin, se na polici javlja mešanica proda, peska in melja. V ovinku na prehodu v pobočje nad Dolino je pesek sprjet v kose krede in peščenjaka. Iz njih je višji parobek police, ki tu obvisi nad strmejšim pobočjem Doline. Med Korenom in Mucno goro je polico s strmo brežino zožil Krotnjek.

M e l i k (1961) je po najdbi morene na vrhu Vitranca domneval, da je čez Koren tekel do 200 m na debelo pišenski in morebiti še planiški ledenik v Celovško kotlino. V tem primeru bi morale nastati obratne morfološke razmere na obeh straneh prevala kot so zdaj. Dno prevala se proti severu strmo prevesi v pobočje in tu ni nobene take police s kvartarnimi sedimenti, kot je južno od Korena. V istih višinah kot je na južnem kraju podkorenska polica, je ledeniška akumulacija ohranjena na vitranskem pobočju. Razkrile so jo nove gradnje za smučišča in vzpenjače na **Vitranc** nasproti Podkorena. V *golici /6/ so razkrite tri serije, ki jih opisujemo od zgoraj navzdol.*

1) 3-4 m na debelo periglacialni pobočni material pestre litološke sestave, med katero je precej grušča in do 15 cm dolgega kamenja iz rdečkastih peščenjakov. Iz njih je pas v višjem pobočju (gl. geološko karto Beljak in Ponteba!).

2) 6-8 m debelo morensko gradivo: zaobljene skale do 1,2 m dolžine, nekatere iz kremenove breče. Obilo je kamnov iz temnega apnenca do 30 cm dolžine, vmes so prodniki in kosi konglomerata. Večina gradiva je iz karbonskih in permskih plasti, ki v smeri proti Planici gradijo nižje pobočje.

3) 3 m debel karbonatni rečni prodni zasip z rahlo fluvialno sortiranostjo frakcij, zlasti v vložkih iz peska.

Najnižjo, morensko serijo, lahko po višini povežujemo s predrto čelno moreno, ki se je ohranila na zahodnem robu Peči, le da je tu na pobočju Vitranca vmes več lokalnih kamnin. Sodeč po sedimentih in oblikah med Korenom, Vitrancem in vzpetino Brda-Peči se je tod zadrževal dolinsko-korenski ledenik ob enem od umikalnih stadijev.

Krotnjek je v triadnem apnencu po tej dobi izdolbel razmeroma plitvo dolino in v podnožju mnogo manj nasipal kot sosednji Suhelj, ki sega s povirjem do vrha Karavank. Njegov velik prodni vršaj predstavlja osnovo polja vasi Podkoren (gl. N a t e k, 1962). Ta vršaj je zajezeval Savo, da je odlagala plavje, in povzročil današnje močvirje Blata, kjer so Zelenci. Ta B o h i n č e v a (1935) razlaga je bolj naravna kot M e l i k o v a (1961), po kateri naj bi bilo močvirje prvotno le del večjega jezera za čelno moreno pišenskega ledenika. Grobo morensko gradivo mlajših moren samo nikjer v Julijskih Alpah ne zadržuje trajnega jezera (med obema Mangartskima jezerama sta v podlagi vmesne morene prod in pesek).

Zahodno od čelnih moren Kamna, ki smo jih že opisali v povezavi s Planico, so morenski nizi **umikalnega stadija pri Beli peči** oz. naselju Pod Klancem (Villa Alta) /1/. Brueckner (P e n c k - B r u e c k n e r, 1909, 1060) pripisuje tukajšnje morenske nize ledeniku iz doline Mangartskih jezer. Vendar lega in smer morenskih nasipov tudi tu dokazujeta, da je ledenik pritekal od zahoda. Na levi strani Jezerskega potoka, nad železarno v naselju Pod Klancem, cesta za dolino Belopeških jezer v klancu razkriva morenski nasip. Cesta se mu v ovinku izogne. Nasip ne zapira začetne doline Belopeških jezer, temveč moli, potem ko se odlepi od pobočja, pod kotom 45 stopinj v glavno dolino. Na vzhodni strani začetne doline Belopeških jezer ni odgovarjajočega čelnega loka.

V nadaljevanju proti severu se mlada dolina Jezerskega potoka hitro poglobi in razširi, tako da se cesta iz Rateč za Trbiž tu spusti za več deset metrov. Pred spustom s prodne ravnine z n.v. okoli 850 m, ki ostaja od Rateč sem v domala isti višini, pa zapira dolino niz morenskih nasipov. Nekateri potekajo v vzhodni smeri, večina, zlasti dva največja, pa sta, čeprav prekinjena, v sredi ločno izbočena proti vzhodu - dokaz nastanka na vzhodnem koncu dolinskega ledenika. Morene večidel prerašča gozd.

Vzhodno od tega niza, med naseljema Pod Klancem (Villa Alta) in Pri Jalnu (Fusine Lago), je še en, a nižji in bolj prekinjen niz moren. Med smermi prevladujeta dve, prečna in vzdolžna glede na glavno dolino. Morene vzdolžne smeri so nižje in širše in manj pogozdene kot te prečno nanje. Pravzaprav gledajo na površje samo njihovi vrhovi, ker sega vmes vršaj potokov Švabešica in Prode, ki pritekata izpod Male Ponce (1925 m). Njun naplavni vršaj je več kot en kilometer širok in z majhnim strmcm površja sega čez večino dna Doline (skica 4). Te morene spominjajo na severovzhodni del Kamna, za katerega je že bilo zapisano mnenje, da so zmes odkladnine mrtvega in živega ledu na mestu večkratnih a kratkih oscilacij ledeniškega čela. Tudi tu se med gozdnatimi kuclji javlja na naplavini travnik.

Pri razširjanju in poglobljanju skladišča železarne v Fužinah (Fusine) so napravili okoli 6-8 m visoko odkopno steno, ki jo sestavljajo melj, pesek in drobni prodniki, le redko do velikosti pesti. Na vrhu stene pa je s



Foto 7 Ledeniški balvan kot ostanek morene umikalnega stadija blizu kraja Bela Peč (Fusine) ob železarni. Balvan je ugreznjen v prod, katerega erozijske ostanke je najti na široko v Zgornjesavski dolini (glej diagram zaobljenosti).

Photo 7 The boulder as the remains of the recession till at the Fusine (Canale Valley, near Tarvisio) sank into the pebble. Its remains can be found in many places of the upper Sava Valley (see the diagram of roundness).

površja poglobljen 10 m dolg ledeniški balvan ter nekaj manjših skal (foto 7). Torej je prodno-peščeni zasip starejši od ledenika, katerega umikanje smo doslej zasledovali od Kranjske Gore sem.

O **peskih, prodih in konglomeratih** med Trbižem in Jesenicami obstaja obilna literatura (glej tudi R a k o v e c, 1949, M e l i k, 1955). Njihovo starost so določevali večidel po legi in manj s kvantitativnimi metodami. Mnenje, da so različnega postanka in različne starosti, potrjujejo že omenjeni primeri iz Doline.

Na razprostranjenost prodne akumulacije lahko sklepamo tudi porodu, ki ga kopljejo v gramoznici na terasi zahodno nad Ratečami v n.v. okoli 950 m. Gradivo je fluvialno sortirano, z dobro zaobljenimi prodniki, dolgimi do 30 cm. Med daljšimi prodniki sem v vzorcu kamnov določil naslednjo sestavo: 23 svetlosivih in temneje sivih dolomitov in dolomitiziranih apnencev, 13 kamnov iz apnencev, eden iz gline. Med manjšimi kamni so v gramoznici redki iz karbonskih karavanških kamnin /20/. To priča o izvoru v



Foto 8 Prod, ki ga je odložila reka v terasi nad vasjo Rateče (gramoznica v n.v. 930 m). Dobro zaobljena zrna (glej diagram zaobljenosti po Cailleux-u!) izvirajo iz Julijskih Alp, večinoma iz razdalje več deset kilometrov.

Photo 8 Pebble deposited by the river in the gravel pit (terrace of 930 m of altitude) near the village Rateče at an altitude 930 m. The well rounded (see the diagramm of roundness acc. to Cailleux!) particles originate from the Julian Alps from a distance of many tens of kilometres.

Julijskih Alpah. Po metodi Cailleuxa je zaobljenost 138 kamnov iz vzorca naslednja (Diagram 1).

Sodeč po zaobljenosti so prod odložile reke, ki so pritekale iz daljave več deset kilometrov iz območja Julijskih Alp. Gramoznica je na vegasti polici, kakršnih se nekaj javlja še zahodneje v karavanškem podnožju. Do Bele peči se vidno znižujejo.

Prode in peske podobne deltaste strukture, kot so v rateški gramoznici, opisuje Brueckner (o.c.s. 1070) pri Trbižu kot akumulacijo v jezeru v času, ko je ziljski ledenik zaježil Ziljico, domnevno do 800 m višine. Zakaj do te višine naj bi segale kasneje erozijsko vrezane terase. Toda nad naseljem Velike Rovte (Rutte Grande) je najvišja prodnata terasa visoka malo čez 900 m. Po Bruecknerju naj bi ziljski ledenik pri Kokovu (o.c.1909) zaježil Ziljico v času, ko do Trbiža niso več segali ledeniki iz Julijskih Alp. Vendar pisec ni pojasnil, zakaj naj bi isti ziljski ledenik zaježeval v probojni dolini Ziljice kanalski ledenik le ob upadanju, ne pa tudi ob višjem ledostaju.

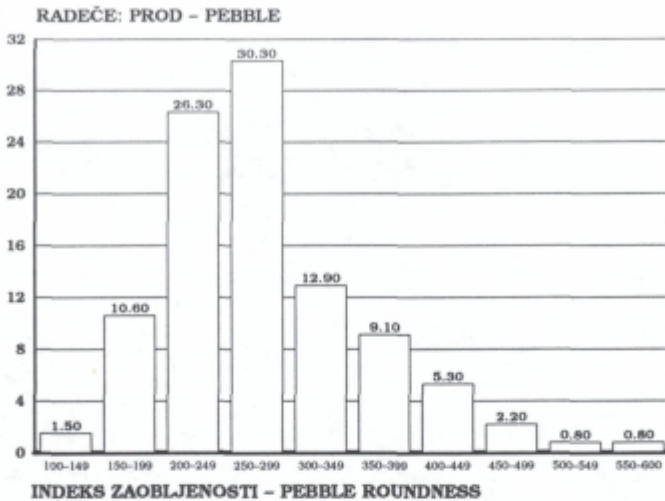


Diagram 1. Indeks zaobljenosti

Podobni prod, kot je pri Trbižu (ok. 900 m) in v terasi pri Ratečah, najdemo v manjših krpah še više ob cesti iz Rateč proti vrhu Peč. Pri opuščeni kmetiji Zapret se v n.v. okoli 1010 m javlja iz drobnega proda nabrekli rob povešene police, ki visi proti cesti, nedaleč stran pa se isti prod meša z morenskimi gradivom. Tu je prod obležal iz istega razloga kot morensko gradivo, ki spremlja cesto do n.v. okoli 1180 m v predelu Trebiže: od severozahoda pritekajoči ledenik je v dolini Trebiže med zahodno Kopo (1497 m) in vzhodnim slemenom Petelinjek - Kališe (1442) izgubil svojo prenosno moč.

Na nižjem pobočju slemena Macesnovca je prod razkrit v vseku ceste proti opuščeni stražnici. V n. v. ok. 1000 m je njen ovinek poglobljen v prode in drobne peske, ki so fluvialno sortirani in vmes je nekaj plošč sprjetega peska. Prodniki so podobno dobro zaobljeni kot v rateški gramoznici.

Debelina prodnega zasipa na Macesnovcu presega debelino v literaturi pogosto omenjenega konglomerata na pobočju jugozahodno od Doma v Tamarju. To so nekaj metrov, le malo kje čez 10 m debele breče, katerih skladi visijo skladno s pobočjem proti vzhodu in pričajo, da je gradivo povezala sigla talne vode ob izhlapevanju in ob izgubi ogljikovega dioksida.

Ob sedanjem poznavanju klimatskih nihanj v kvartarju in medsebojnega zajezevanja rečne in morenske odkladnine na stiku dolin moramo dopuščati možnost, da je bilo mnogo zaježitev potokov in rek v različnih razdobjih in višinah. Zato je brez absolutnih datacij vsako genetsko povezovanje ostankov prodov in peskov negotovo. Z verjetnostjo moremo predvidevati, da je ob naraščanju kanalsko - zilskega dolinskega ledenika

prišlo do vodne ali vsaj rečne akumulacije v mnogih dolinah iz Julijskih Alp. In tudi ob njegovem upadanju. Izjema je seveda dolina Bohinjske Save, ki je zaradi razsežnega višavja nad 1450 m edina bila sposobna generirati daljši, bohinjski ledenik, ki je segal v radovljiško okolico. Takega višavja in možnosti dolgih ledenikov pa ostale julijske doline v povirju Save po našem dokazovanju niso imele (glej šrafirano površje nad 1500 m v porečju zgornje Save na skici št.4).

4. O KVARTARNIH SEDIMENTIH NA KARAVANKAH

Pregledane so bile predvsem razmere ob novih gozdnih cestah, ki potekajo nad zahodno Dolino po karavanških pobočjih v n.v. med 1000 in 1500 m.

Med zgornjo dolino Trebiže in Korenom ob gozdni cesti ni večjih ledenodobnih akumulacij drobirja. Med dolinama Trebiže in Belce prevladujejo triadni temnosivi drobnoplastoviti apnenci, ki hitro razpadajo. Ker so pobočja pod vršnimi uravnavami strma, so nestabilna in odkladnine dolinskega ledenika so kmalu zapadle denudaciji. Le tu in tam cesta v ovinku na vrhu majhnega pobočnega slemena razkriva zaobljeno kamenje, ki bi utegnilo izvirati iz morene. Le kjer se grape potokov zajedajo v višine nad 1600 m in zavijejo iz južne v južnovzhodno ali jugozahodno smer, je med periglacialnim gruščem najti več morenskega gradiva.

Vzhodno od Korena je prvi tak primer pri Jureževi planini nad Srednjim Vrhom. Njen pašnik je v n.v. med 1480 in 1600 m na polici med dvema potokoma, kjer je pod valovitim površjem mešano gradivo iz periglacialnega in tudi morenskega gradiva /19/. Med moreno so do 40 cm dolgi zaobljeni kamni. Pod cesto, stajo in lovsko kočo se v gozdu plitvi nasipi z obeh smeri v loku spajajo. Za gradnjo ceste so kopali grušč, ki je na fotografiji (št. 9) razkrit vzhodno od planine, na pobočje slemena, na katerega se blizu tam cesta vzpne v vseku. Ta je razkril morensko gradivo. To se pravi, da je periglacialni grušč mlajši od največjega obsega ledenika. Podoben grušč je razkrila erozija potoka, ki teče zahodno od Jureževe planine. Verjetno je tu razkrita tipična podoba karavanških ledenikov, ki so jih kmalu po višku ledostaja prekrila bočna melišča. Ledeniki so nastali predvsem v globjih povirnih dolinah, ki jih delno senčijo strmejša pobočja. Kratkemu ledeniku izpod vrha Vošce (1737 m) sta zmanjševala radiacijo zahodno kopasto sleme s koto 1689 m (na top. karti 1 : 25.000) in na vzhodu sleme, ki je med dolinama potokov Smeč in Jerman, ter s tem omogočila obstoj ledenika pri Jurežovi planini.

Izrazitejši so morenski nasipi na severovzhodni strani vrha Vošce. Pritok Jermana je tam poglobil pod prevalom Vratca (1660 m) dol, ki se

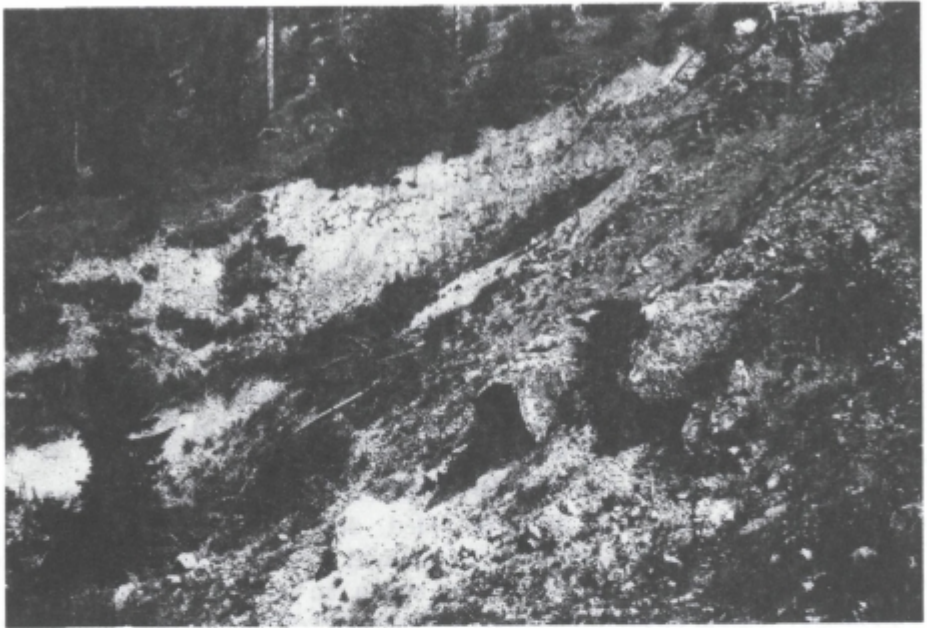


Foto 9 Wuermski ledeniki, ki so pustili morene na južni strani Karavanek pod vrhovi z nad 1600 m višine, so bili večinoma prekriti z gruščem z obeh strani končne doline. Na fotografiji je grušč na vzhodni strani ledenika pri Jureževi planini (1570 m) nad Srednjim Vrhom.

Photo 9 Wuermian glacier left till on the southern side of the Karavanke Mt below the peaks higher than 1600 m. They were covered mostly by scree originated from both sides of the final valley. Rubble is shown on the eastern side of the little glacier at Jureževa planina (1570 m) above Srednji Vrh.

odpira proti jugovzhodu. Nad cestnim ovinkom je v njem širša ravnica z morenskimi nasipi, ki se v gozdu pod cesto spremenijo v pobočne police. Redki skalnati bloki, ki molijo iz moren ali jih je razkrila cesta, so znatno manjši kot ti v Julijskih Alpah.

Edina povirna dolina, ki je v smeri zahod-vzhod, je ta na koncu potoka Jermana in se imenuje Železnica. Začenja se med Trupejevim poldnem (1931 m) in se pogloblja med južnim slemenom Lepi vrh (1926 m) - Srednji vrh (1836 m) ter razvodnim karavanškim hrbtom na severni strani. Konec prej omenjene gozdne ceste je pri spuščanju v dno doline sicer razkril pobočno morensko gradivo, ne pa morenskih nasipov. Morene je ledenik očitno razsul po nižjih pobočjih strme in globoke grape. Ledenik je lahko dobival pritok izpod Vratc in izpod Blekove planine (1629 m), kjer ima suha, z gruščem zasuta začetna dolina nenavadno majhen strmec.

V povirju Belce je največji morenski nasip ta na planini Na planji, ki ga v n.v. 1240 m prereže cesta /17/. Potok je po odložitvi morene poglobil grapo do 30 m. Priteka izpod Sedliča (1438 m), to je prevala, ki se vriva med Jepco (1610 m) in Črnim vrhom (1751 m). Više nad planino Na planji grapo v n.v. 1260 m še enkrat zožijo na zahodu apneniške skale in na vzhodu drobnozrnat, kašast grušč, ki ga je više na pobočju Jepce razkrila novozgrajena gozdna cesta. Grušč izvira iz območja drobno pretrtih skladovitih apnencev, ki delajo cestne brežine nestabilne še na več mestih pod Jepco. Pod vrhom Sedliča (1438 m) ni nobenih sledov ledenika, ki bi pritekal iz Celovške kotline čez Karavanke. Nanj bi pomislili spričo precej nizke morene Na planji.

Ledenika v Karavankah pri Jurežovi planini in Na planji v povirju Belce omenjata že Brueckner (o.c. 1909) in Melik (1932).

Za Karavanke izredno nizko višino morene Na planji si lahko razložimo tako, da je nastala na robu dolinske zapolnitve sosednje grape med Tišlerico (1757 m) in Terčercu (1503 m). Po njej proti vzhodu priteka povirna Belca in niže Na planji zavije proti jugu. Strmo grapo je lahko zapolnilo periglacialno ali (in) fluvioperiglacialno gradivo. Na globoko zasutje povirnega dela Belce govorijo tudi razmere južno od Terčerce /18/.

Ob novi cesti iz grape povirne Belice proti planini Mikulovica je razkrit nesprijeti grušč in nekaj zaobljenega in celo fluvialno sortiranega gradiva. Žal ni večjih golic in možnosti za ugotovitev, ali je v ulegnini med Mojstrovico (1816 m) in Tišlerico (1757 m) raztreseno gradivo trajnega snežišča, majhnega ledenika ali periglacialnega vršaja. Niže pod ulegnino je v n.v. 1120-1080 m na desni strani soteske Belce pobočje podrto. Razkrit je vsaj 35 m visoko drobní grušč z redkimi prodniki do 30 cm dolžine (vmes je nad cesto en kamen iz temne breče 2 m dolg). Kot je videti v cestnih vsekih ob Belci, je tam v pobočju izredno tektonsko pretrta drobnonagubana tankoskladovita kamnina, katere preperelina je v zadnji glacialni dobi vsaj za 45 m globoko zapolnila glavno dolino.

V strmi in globoki grapi Belega potoka, ki se vriva med skalnati vrh Kepe (2143 m) in Jepco (1610 m), so za karavanške razmere izredni pogoji za pleistocenski ledenik, saj se odpira proti zahodu. Vendar ledenik ni pustil odkladnin. Le ob izlivu potoka v Belco je nad cesto razgaljeno na vrhu slemena, ki mu pobočja skraja potekajo skladno s skladi drobne antiklinale, malo morenskega gradiva in vmes dva zaobljena večja kamna, eden iz svetlosivega apnenca; drugi je ražen.

Večje podrto pobočje je še na končnem pobočju belškega pritoka z imenom Kurji potok. Priteka izpod zahodnega Visokega vrha (1828 m). 30 m visoka golica razkriva fluvialno sortirano gruščnato akumulacijo, ki se še vedno posipa. O tem pričajo sveže zrušena drevesa na zgornjem robu golice.

Po višini bi tu opisanim morenam pod karavanškimi vrhovi lahko prišteli tudi te, ki jih P e n c k - B r u e c k n e r (1909, 1046) opisujeta na planini Rožca v kraju Planina pod Golico, in sicer v n.v. 1190 m, in kot bočno moreno ob vzpetini 1250 m, ki da je delno razvita kot terasa. M e l i k (o.c.) je v tem kraju našel morensko gradivo niže, v grapi potoka, v n.v. 900 - 1000 m. Navaja tudi ledeniške sledove pri naselju Plavški Rovt. Vaški domovi Rovta so v n.v. med 870 in 890 m. Naš pregled potrjuje Melikovo navedbo. Malo pred vasjo cesta /16/ prereže 1-3 m visoko moreno, v kateri so razkriti litološko zelo različni kamni, ki izvirajo iz Karavank. Ledenik do te višine ok. 860 m je bil isti, ki je na nasprotni strani Doline zapustil morene na Mali Mežakli.

Sodeč po opisanih morenah so karavanški ledeniki zahodno od Kepe imeli značaj z gruščem pokritih jezikov, ki so jih napajala predvsem nekoliko zasenčena najvišja pobočja. Gradivo je v primerjavi s tistim iz Julijskih Alp bolj drobnozrnato in mešano s periglacialnim pobočnim gruščem. Večje skale so samo tam, kjer je v ovršju kremenov konglomerat (morena Brd). Vzhodneje, med Visoko Bavho in Plaškim rovtom, prevladujejo tankoplastoviti triadni dolomiti in apnenci, ki hitro razpadajo v drobni grušč in pobočja so bolj vodnoprEPustna le ponekod. Drobni grušč so zato vodni tokovi in dolinski ledenik hitreje odnašali. Odsotnost moren iz Julijskih Alp zato še ni dokaz, da so imele Karavanke samostojno močnejšo poledenitev, kot meni Brueckner (P e n c k - B r u e c k n e r, 1909, s.1046).

Ali so omenjene karavanške morene pod vrhovi iz maksimalnega zadnjega ledostaja ali iz kasnega glaciala?. Za prvo možnost govorijo razmere na Srednjem Vrhu. Nova gozdna cesta iz dna grape Jamnika proti kmetiji Pri Vavčarju je na vrhu klanca (foto 10) v n.v.938 m prerezala morensko gradivo, v katerem zlasti peščenjaki izpričujejo karavanško primes. Morenski nasip je usmerjen proti Kacjanovemu polju, to je polici zahodno od grape Jamnika. Polici je južni rob dvignjen v dveh napetih parobkih. V osnovi sta iz žive skale in le mestoma ju na severnih pobočjih prekriva pretežno s Karavank nasuti in naplavljeni drobir. Določnejše morensko gradivo je razkrito na manjši, vmesni grbini. Vse kaže, da se je tu v n.v. 910- 940 m več časa zadrževal rob dolinskega ledenika. Njegovo odmikanje je zapustilo terasast značaj polja, preko katerega se je voda ob boku ledenika prelivala proti vzhodu. Ko je ledenik uplahnil, je Jamnik v višini znižanega ledenika nasul teraso, ki se je ozka ohranila na levi strani potoka okoli 20 m nad njim. Če bi do sem segal ledenik iz povirja Jamnika, bi na srednjevrški polici pustil večje morene. Njihova odsotnost govori za to, da so opisane morene nastale ob robu dolinskega ledenika.

Ob oceni, da sta bili dve tretjini ledenika nad in ena pod snežno mejo, bi to po morenah postavili v n.v. med 1450 m (Belca) in 1550 m (Jureževa planina, pod Vratci). Te razlike prihajajo domnevno predvsem od ekspozicije in strmine pobočij. Razmeroma visoko snežno mejo lahko



Foto 10 Morensko gradivo v vzhodnem Srednjem vrhu blizu kmetije Vavčar v n.v. 938 m. Nasip predstavlja bočno moreno dolinskega ledenika, gradivo pa izvira večidel iz Karavank. Moreno je razkrila nova cesta (desno).

Photo 10 Till in eastern Srednji Vrh, near the farm Vavčar, at an altitude of 938 m. It is the lateral moraine of the glacier in the Upper Sava Valley, but the material derives mostly from the Karavanke Mts. Till was uncovered by the new road (right side).

pripišemo predvsem manj razčlenjenemu prisojnemu pobočju Karavank, ki je občutno toplejše kot ostale ekspozicije.

5. ZAKLJUČKI O POLEDENITVI IN O RECENTNIH PROCESIH

Zaključki zadevajo predvsem medsebojno razmerje med ledenikom v Zgornjesavski dolini in ledeniki v dolinah ob pritokih iz Julijskih Alp in Karavank v mlajšem pleistocenu. Morensko in drugo gradivo je pripisano dvema poledenitvama, starejši in mlajši, ki ju lahko uvrstimo v ris in wuerm, morebiti obe v wuerm, prva, starejša, v wuerm I, in druga wuerm II.

Starejši dolinski ledenik je sprva plitvo zajezoval pritok Bistrice, da se je v dolini Vrat zvrstila okoli tristo metrov debela serija kreda- pesek - prod-morena. Pri tem najdebelejši prodniki močno zaostajajo za današnjimi, ki jih zdaj hudourniki ali snežni plazovi prinašajo z najvišjih vrhov. Poledenitev Julijskih Alp je vsaj na začetku precej zaostajala za ledostajem v Dolini. Ta je moral dobivati že tedaj dotok ledu iz ziljskega ledenika. Njegov

n.v. ok. 950 m in na karavanški strani v n.v. ok. 930 v kraju Srednji Vrh. Vzhodni konec dolinskega ledenika ni znan.

Pri najmlajši poledenitvi se naslanjamo na točke : 1780 m na Višarjah, 1600 m na Vitrancu, 770 m nad Kočno, 550 m Blejska Dobrava. Na vsej dolžini med Višarji in Blejsko Dobravo bi imel ledenik na 46,3 km dolžine 26,5 m/km strmca. Če pa upoštevamo le sektor Kočna (morene pri 770 m) - Blejska Dobrava, dobimo 109 m/km strmca. Sodeč po tem bi bil vzhodni konec ledenika ob najvišjem ledostaju vzhodneje od Blejske Dobreve, najbrž na stiku z bohinjskim ledenikom.

Četudi bi upoštevali ledeniški konec nekje pri Žirovnici, bi lahko ugotovili, da je imel 47 km dolg ledenik med Višarji in Žirovnico strmec 27 m/km. Istočasno pa je imel ziljsko- dravski ledenik v Celovski kotlini med Blačami v Ziljski dolini (1780 m) in koncem pri Pliberku (580 m n.v.), dolg skoraj sto kilometrov, strmec le 13,3 m na 1 km. Če bi bila resnična stara navedba, da so ledeniki iz Julijskih Alp na splošno zajezovali dolinski ledenik, bi moral biti dolinski ledenik daljši in njegov strmec podoben dravskemu. Strmec dravskega pa je bil dejansko enkrat manjši. Nekaj je k temu prispevala tudi ožina Doline.

Izhajajoč iz omenjenih višinskih točk lahko izračunamo, da je imel ledenik med Višarji in Vitrancem 17,2 m/km strmca, med Vitrancem in Malo Kočno 28 m/km (Vitranc- Plavški Rovt 29 m/km). Te razlike si moremo razložiti s pritokom ziljskega ledenika čez Koren in zajezovanjem ledenika na severni strani Martuljkove gorske skupine. Če je dolinski ledenik segal do okolice Žirovnice (550 m), je imel med Kočno (870 m) in svojim koncem 49 m/km strmca. Čeprav je končni strmec na ledeniku navadno večji, si strmec 49 m/km lahko razložimo predvsem z močno prevlado ablacije oziroma periglacialno in ne več glacialno klimo.

Omenjene najvišje najdbe moren izvirajo domnevno iz dobe največje ohladitve v wuermu, ko naj bi bilo po F r e n z e l et al., 1992, v naših Alpah v letnem povprečju za 8-10 stopinj hladneje kot v sedanjosti. Malo najdenih moren tega najvišjega ledostaja je skladno s kratkostjo te pleniglacialne ohladitve, ki naj bi trajala (o.c.) med 20.000 in 18.000 leti p.n.e., in ko naj bi slovensko gorsko ozemlje kot sušni otok sprejemalo ok. 1000 mm manj padavin kot v sedanjosti. Skladna s tem je naša postavka o višji snežni meji. Po mnenju, da sta dve tretjini pobočnega ledenika nad in ostala tretjina pod snežno mejo, lahko slednji izračunamo za čas pleniglacialne poledenitve na Pokljuškem grebenu višino okoli 1500 m in na prisojnih Karavankah skoraj sto metrov više. Nad 1600 m pa je v Karavankah malo površja. V višjih Julijskih Alpah v porečju zgornje Save so v višinah nad 1500 m v prevladi skalnate strmali, s katerih je sneg ob sneženju sproti splazel na dolinski ledenik. Ta je imel v zgornjem delu Doline ob svojem največjem ledostaju površje 100-200 m nad snežno mejo, kar pomeni le

majhen previšek snežnih padavin nad letno ablacijo. V spodnjem delu Doline pa je bila višinska razlika med dolinskimi ledeniki in vrhom najvišjih grebenov večja. Površje ledenika je bilo v Vratih okoli 500 m nižje od snežne meje, kjer je ablacija že močna. V obeh primerih ledeniki v dolinah Julijskih Alp niso imeli pomembnejše sposobnosti tvorbe večjih ledenih gmot in prenašanja morenskega gradiva, saj jih je zajezoval dolinski ledenik. Izjema so bili domnevno ledeniki na severni strani Martuljkove gorske skupine in iz ozkih dolin kot Mala Pišnica in delno Kot, kjer pa se morene, verjetno tudi zaradi strmih pobočij, niso ohranile v večji meri. V zgornji Planici in v zgornjem delu Krme je, kot kaže, ostalo vse ledeniško gradivo, ki se je kopičilo na stikih snežišč z obeh strani, neodnešeno in predstavlja višjo stopnjo doline. Podobno je v zgornjem delu Vrat. Povsod tod narašča grobost skal v morenskem gradivu v smeri navzgor, ker se je z zviševanjem razlike med snežno mejo in vrhovi podaljšalo pobočje v območju periglacialnega krušenja.

Kot potrjuje ponovni pregled moren v Karavankah, so bili na njihovi južni strani le majhni ledeniki pod vrhovi čez 1600 m višine, večidel prekriti z gruščem.

Vsaj za dolini Planica in Vrata je mogoče trditi, da ju je ledenik v Zgornjesavski dolini zajezoval, tega pa martuljski ledenik in ožina Doline, tako da je imel od tu dalje mnogo večji strmec. Zlasti v zgornjem koncu je površje v dnu Doline za okoli dve sto metrov višje kot severno od Karavank ob Zilji.

V tej študiji opisane razmere podpirajo novejša mnenja, da je ziljski ledenik pritekal v Kanalsko dolino preko Nassfelda (Mokrin), preko trbiških vrat ob Ziljici in čez preval Koren. Priliv čez Koren je prenehal v času umikalnega stadija, ki je zapustil morenski nasip Brda med Kranjsko Goro in Podkornom.

Naslednje čelne morene umikalnega stadija dolinskega ledenika so pri vasi Rateče (Kamne). Smer morenskih nasipov in njihova lega v kraju Bela Peč (Fusine) prav tako priča, da gre za umikalni stadij kanalsko- dolinskega ledenika. V Planici je pod vrhom morenskega nasipa iz poznega glaciala ostala še starejša morena, ki moli na površje samo južno od planiških skakalnic. Sodeč po apneniški sestavi in primaknjenosti k zahodnemu grebenu, gradi vrh podolžnega dolinskega nasipa pretežno grušč z grebena Ponc. Postglacialne morene ležijo na razčlenjeni površini dobro zaobljenega proda, ki je v okolici Rateč segal do ok. 930 m n.v.. Podobni, a finejši prod je v okolici Trbiža po Bruecknerju (P e n c k - B r u e c k n e r, 1909) nastal zaradi zajezitve Ziljice po ziljskem ledeniku.

V dolini Planice je možno ločiti dva tipa melišč. Ta pod nerazčlenjenimi stenami so iz debelejšega grušča in imajo večji naklon. Na melišča pod žlebovi v pobočju pritečejo hudourniki in prenašajo finejši grušč z vrha proti spodnjemu robu. V takih meliščih se dolžina zrn navzdol

zmanjšuje, pri prvem tipu povečuje. V območju glaciacije morejo biti dolinska melišča le holocenske starosti. Hitro so ta melišča rastla takoj po umiku ledenikov iz dolin, ko se je s pobočij posul grušč, ki ga je ledenik zadrževal na boku ob višjem ledostaju in ko gozd še ni prerasel terena. Drugo hitro rast je povzročil človek s požiganjem gozda za pašnik. V sedanjosti so melišča v labilnem ravnovesju. Zlasti v Planici ga je človek z izkopom grušča in z gradnjo zidov na treh mestih porušil.

Dno Zgornjesavske doline in še bolj v stranskih dolinah Julijskih Alp je do 300 in več metrov višje od dna Celovške kotline pod severnimi Karavankami. Iz tega izhaja verjetnost, da so starejše morene večidel pod novjšimi in pod holocenskimi odkladninami.

LITERATURA

- B o h i n e c, V., 1935, K morfologiji in glaciologiji Rateške pokrajine. Geografski vestnik, 11, Ljubljana.
- B o h i n e c, V., 1938, Postglacialno Korenško jezero. Geografski vestnik, 9, Ljubljana.
- D e s i o, A., 1926, L'evoluzione morfologica del bacino della Fella in Friuli. Atti d. Soc. Italiana di Scienze Naturali, No 55. Pavia.
- F r e n z e l, B., P e c c s i, M., V e l i c h k o A. A., 1992, Atlas of Paleoclimates and Paleoenvironments of the Northern Hemisphere. Late Pleistocene - Holocene. Budapest - Stuttgart.
- G a m s, I., 1975, Jama pod Babjim zobom in vprašanje razčlenitve wuerma. Naše jame, 17, Ljubljana.
- G a m s, I., 1991, Dvojno življenje melišč. Proteus, 53, 1990/ 1991, št.5, Ljubljana.
- G a m s, I., B a t, M., 1983, Metodologija kartiranja ogroženosti visokogorskih dolin. Naravne nesreče v Jugoslaviji (s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja). Savez geografskih društava Jugoslavije. Ljubljana.
- K l a d n i k, D., 1981, Melišča v Kamniško-Savinjskih Alpah. Gorenjska. 12.zborovanje slovenskih geografov Kranj-Bled.
- K u n a v e r, J., 1992, H geomorfologiji dolomitnega prevala Vršič v Julijskih Alpah. Geografski vestnik, 52, Ljubljana.
- M e l i k, A., 1932, O diluvialni poledenitvi v Karavankah. Geografski vestnik, 8, Ljubljana.
- M e l i k, A., 1954, Slovenski alpski svet. Ljubljana.
- M e l i k, A., 1955, Nekaj glacioloških opažanj iz zgornje Doline. Geografski zbornik, 3, Ljubljana.

- M e l i k, A., 1961, Vitranc, Zelenci in Bovško. Geografski zbornik, 6, Ljubljana.
- N a t e k, M., 1963, Podkoren. Prispevek h geografiji Zgornje Savske doline. Geografski zbornik, 8, Ljubljana.
- Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000 lista Beljak in Ponteba (1986) in Celovec (1977). Geološki zavod Ljubljana. Beograd.
- P a v l o v e c, R., 1962, Zasuta dolina Pišnice pri Kranjski gori. Proteus, 24, 1961/62, št.6, Ljubljana.
- P a v š e k, M., 1982, Ogroženost Triglavskih dolin Kot in Vrat zaradi naravnih nesreč. Ujma, 6, Ljubljana.
- P a s c h i n g e r, H., 1976, Kaernten. I. knjiga. Klagenfurt.
- P e n c k-B r u e c k n e r
, 1909, Die Alpen im Eiszeitalter.III.del.
- R a k o v e c, I., 1949, Dolina Vrat v pleistocenu in razvoj Peričnika. Geografski vestnik, 20-21, 1948/49, Ljubljana.
- Š i f r e r, M., 1952, Obseg zadnje poledenitve na Pokljuki. Geografski vestnik, 24, Ljubljana.
- Š i p e c, S., 1992, Problematika odlaganja komunalnih in metalurških odpadkov na Jesenicah. Ujma, 6, Ljubljana
- V a i a, F., M u s c i o, G., 1987. Le età glaciali quaternarie nella regione carnico-friulana. Biogeografia della Alpi sud-orientali. Biogeografia, Nuova serie, vol. 13-Bologna 1989.

A CONTRIBUTION TO THE YOUNG-QUATERNARY GEOMORPHOLOGY IN THE UPPER SAVA VALLEY

Summary

The area dealt with lies in the Southern Limestone Alps at the joint of the states Austria, Italy and Slovenia.

The valley of the upper Sava river between the Mts Karavanke (Karawanken) and the Julian Alps continues in the same direction (E-W) along the same rift valley in the Val Canale valley (Kanalska dolina) which lies between the towns Tarvisio (Trbiž) and Pontebba. The composed rift valley is drained by three rivers, the Fella (Bela), the Slizza (Ziljica, Gail) and the Sava (Save). During the Wuermian glaciation the glaciers in the Sava valley were connected with the glaciers in the Gailtal valley (Ziljska dolina) through the passes of Nassfeld, Koren (Wurzen) and, in between them, through the valley of the Slizza (Ziljica). The glacier of the Sava Valley (in Slovenian Dolina) was, according to old glaciological literature, dammed by the glaciers of the tributaries, i.e. the Bianco brook (Beli potok), the Pišnica, and the one in the

valley of Planica -all of them in the Julian Alps. According to A. M e l i k (1961) the latter two mentioned glaciers had slid across the Koren pass (Wurzen, 1083 m) into the Gail valley. The author of the paper has checked the data in the literature as regards the relation between the main glacier in the Upper Sava Valley, the glaciers from the Julian Alps and the Karavanke. Evidence has been found that the main glacier had dammed the glaciers, at least from the tributary valleys of Planica, Velika Pišnica and Vrata. In the Planica valley which is known throughout the world for its ski-jumps, a half-a-kilometer long longitudinal moraine proves the inability of the side glacier for removing till out of the valley in the last Wuermian and Late-Glacial epoch. The recession till near the Rateče village (Kamne) was accumulated at the end of the glacier flowing from the west and not the one flowing from the south (i.e. from Planica). This has been proved by mapping the directions of the moraines. The lithological composition of the boulders is the same in both case of ice flowing, so from the Western Julian Alps as from the valley of Planica and the Pišnica valley. The moraine north-west from the village of Kranjska Gora, called Brda, is a recession moraine of the joint glaciers from the west and from the Gailtal valley (Ziljska dolina) across the pass of Koren (Wurzen). The direction of moraines in Fusine (Bela Peč) proves the accumulation of the recession stage of the western glacier, and not of the one from the southern valley of Mangart. The highest altitudes of the Wuermian till (Wuermian II) were found at 1780 m on the crest of Lussari (Višarje), at 1580 m on Mt Vitranc at Kranjska Gora, at 860 m on the terrace Mala Mežakla of the Mežakla plateau, and at 770 m south of the town Jesenice. From Valbruna (Ovčja vas) to its end at Blejska Dobrava, the glacier of the Upper Sava Valley has an inclination of 27 m per 1 km of the surface. This is twice as big inclination as the inclination of the joint Gail-Drau-glacier in the basin of Klagenfurt (13,3 m/1 km). The draining of ice masses from the Gailtal glacier to the Upper Sava Valley is supposed to have taken place during the last glaciation recession of the Gailtal glacier (as believed by P e n c k - B r u e c k n e r, 1909), as well as during its whole existence in the Gailtal valley.

On the southern slope of the Karawanke only small glaciers covered with scree developed below the peaks of more than 1600 m of altitude.

The checking of till deposits at the joint of the valleys of the upper Sava, Vrata and Kot revealed the lateral moraine of the Sava glacier be the cause of the accumulation series in Vrata. It comprises silt, sand, and pebble strata being partially conglomerated. This series below the crests of 2200-2700 m of altitude contains smaller boulders than they are included in till of the younger glaciation. The serie finish with glacial till. The climate, vegetation and morphology were considerable less favorable for mechanical

weathering during this older glaciation, than in the Wuermian and Late-Glacial epochs. Younger till is coarser than the old one and that of Late-Glacial coarser than of the Wuermian II phase. This observation is expressed through the occurrence of longer mountain slopes which took place in the time when the snow line was lower. Based on the estimation that in general two thirds of slope glaciers lie above the snow line, this is presumed to be in the Wuermian II in the altitude of 1500 m in the Julian Alps and 1600 m on the southern slopes of Karavanken. Although the crests in the Julian Alps reach up to 2864 m (Triglav), the surfaces above 1500 m in the drainage basin of the upper Save represent a small percentage. Their possibility for ice formation is therefore limited.

In the Planica valley (and elsewhere in the carbonatic mountains) two different kinds of screes occur. The first type is known from the text book and stretches below the non-dissected wall. The coarsest stones are deposited at the lower edge of the scree (the foot of wall type). The second type is called under-gully type. In the time of torrent flow in the gully the top of the scree is eroded, and smaller debris is transported to the lower edge as a result of water percolation in the ground. The debris grains get smaller and smaller in the downward direction. Digging out of the debris (also for ski-jumps in Planica) has ruined the natural balance of the erosion-accumulation process which controls the sloping of the scree. The main phase of the Holocene scree formation is presumed to occur during the Late-Glacial retreats of glaciers which supported the scree on higher slopes, and in the time of the repeated forest burnings for pastures.