KVARTARNI RAZVOJ DOBRAV NA GORENJSKEM

(s 46 slikami in 4 skupinami diagramov v tekstu in 1 karto v prilogi)

THE QUARTERNARY DEVELOPMENT OF DOBRAVE IN UPPER CARNIOLA (GORENJSKA) SLOVENIA

(with 46 Figures and 4 Groupes of Diagrames in Text and 1 Map in Annex)

MILAN ŠIFRER

SPREJETO NA SEJI ODDELKA ZA PRIRODOSLOVNE VEDE
RAZREDA ZA PRIRODOSLOVNE IN MEDICINSKE VEDE
SLOVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI IN UMETNOSTI
DNE 8. JUNIJA 1968

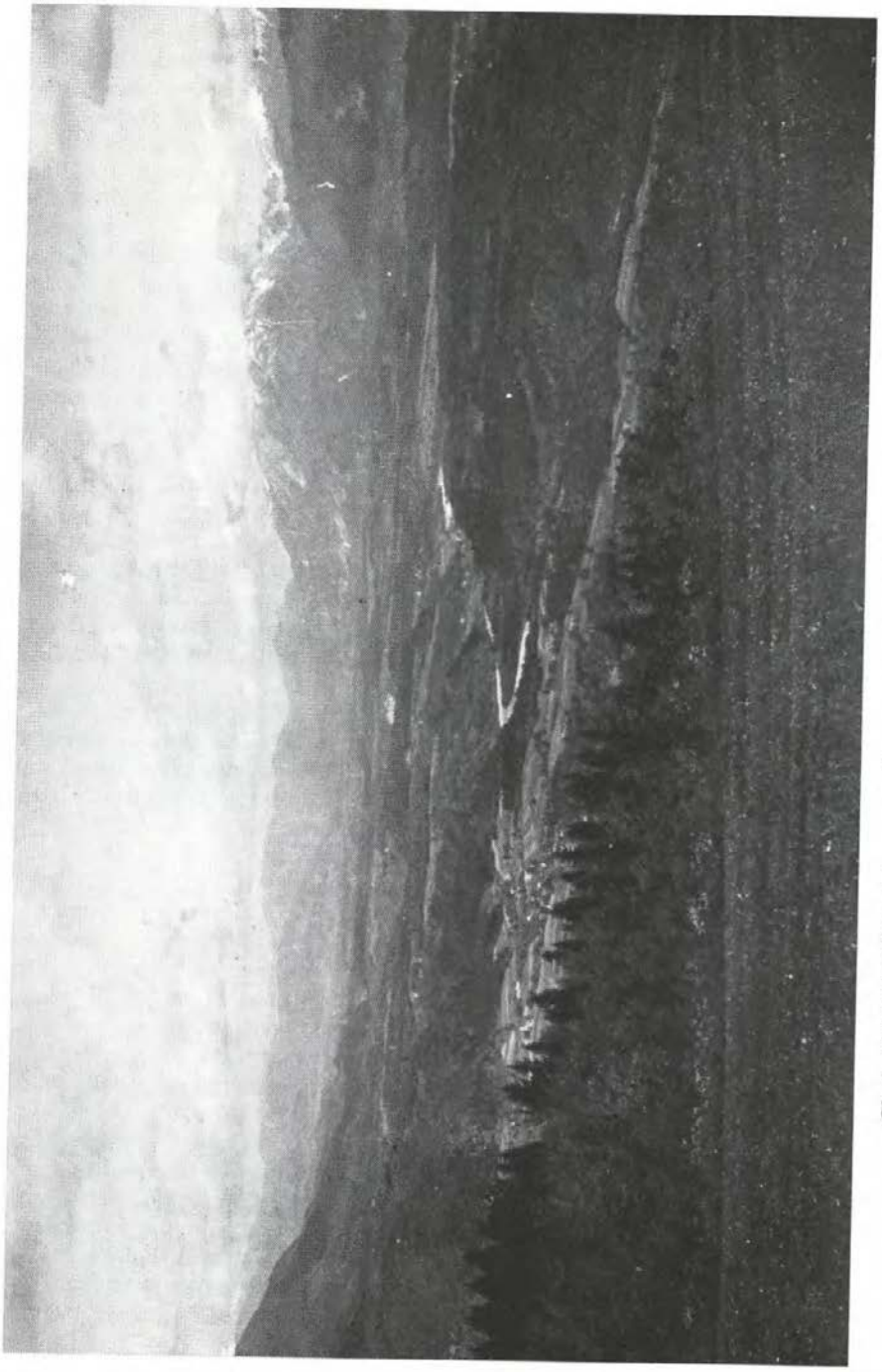
Razprava je bila izdelana s pomočjo materialnih sredstev, ki jih je odobril
SKLAD BORISA KIDRIČA

UVOD IN PREGLED DOSLEJ OPRAVLJENEGA DELA

Ime Dobrave se je udomačilo v geografski literaturi za ves svet širokih akumulacijskih teras v dnu Ljubljanske kotline med Radovljiško in Kranjsko ravnino. V osnovi prevladujejo povsod tod laporaste in peščene terciarne kamenine; te kamenine poleg samih morfoloških značilnosti dobro omejujejo Dobrave proti visokogorskemu apniškemu in dolomitnemu svetu, ki se v strmih pobočjih dviga iznad njih. Zanje je značilna tudi velika prevlada konglomerata, ki bolj ali manj na debelo prekriva široke, v živoskalno podlago vrezane terase. Sveži in pa delno sprijeti prod se omejuje tu le na ozke terase ob Savi in nekoliko širše terase ob Tržiški Bistrici; iz najožjih delov dolin je že skoraj docela odstranjen. Zelo moramo podčrtati, da niso nikjer drugje v Sloveniji konglomeratne terase zastopane v tolikšni meri kot prav v Dobravah, nikjer pa tudi ni takega razmerja med konglomeratnimi in prodnimi terasami (glej sl. 1).

Pri tolmačenju teh dejstev moramo predvsem opozoriti na Brücknerjeva zapažanja, da je osnovna morfogenetska slika Dobrav povsem ista, kot drugje v perialpskem svetu (45). Tudi tu ugotavlja Brückner štiri terasne sisteme, ki jih po analogiji z razmerami drugod v Alpah vzporeja s štirimi poledenitvami. Vsaka od teh teras bi bila po njegovem tolmačenju rezultat samostojnega ledenodobnega nasipanja in sledeče erozije v toplejši dobi. Problema nasipanja in erozije pa Brückner ne povezuje samo s klimatskim pojavom poledenitev in vmesnih toplih dob, ampak tudi z istočasno tektonsko aktivnostjo. Ledenodobna obtežitev Alp z ledom bi povzročila po tem tolmačenju rahlo grezanje gorovja; rekam bi se zmanjšal strmec in bi prišlo do nasipanja. V sledečih toplih dobah pa bi prišlo zaradi stalitve velikih ledenikov do ponovnega dviganja gorovja in s tem do erozije. Brückner pa tudi že opozarja na poglavitno ločnico v vseh kvartarnih sedimentih, marveč na razliko v sestavi zgornjih treh teras (visoka terasa, spodnji krovni prod, zgornji krovni prod), ki jih sestavlja v glavnem konglomerat in med nizko teraso s pretežno nesprijetim prodom.

Ampferer je odklonil Brücknerjeve poglede in postavil novo teorijo, ki sloni prav na tej različni zlepljenosti enega in drugega gradiva (1). Razlikuje le dva nasipa: mlajšega, ki bi ustrezal Brücknerjevi nizki terasi in starejšega, v katerega bi bile vrezane zgornje tri konglomeratne terase (visoka terasa, spodnji krovni prod, zgornji krovni prod).



Sl. 1. *Pogled s Šmarjetne gore čez osrednji del Dobrav proti Blejsko-radovljiški kotlini in visokogorskemu svetu Kamniških in Julijskih Alp*

Mlajši zasip bi se odložil po Ampfererjevem mnenju v riško — würmski medledeni dobi, starejši zasip pa bi bil domnevno celo predglacialne starosti. Ampferer je s tem odklonil Brücnerjev klimatsko — tektonski koncept in postavil v ospredje tektonsko tolmačenje.

S tem se je Ampferer močno približal starim Tellerjevim pogledom, ki jih je spočetka zastopal tudi Kossmat, namreč, da izvirajo fluvialni sedimenti, predvsem konglomerat severozahodno od Kranja, iz terciarne dobe, pleistocenu pa bi pripadala le mlajša nasutina (»Terassenbildungen der Diluvialzeit« na njegovi geološki karti Železna Kapla—Kokra).

Za terciarno starost konglomerata severozahodno od Kranja se je zavzemal tudi Wentzel (70) in vsaj spočetka tudi Rakovec (50, 177).

Kako močan je bil vpliv teh pogledov, nam najbolje kaže dejstvo, da je Kuščer celo v najnovejši dobi docela podprl Ampfererjev koncept (30) in to kljub temu, da je bilo storjenih vmes veliko raziskav, ki so to shemo močno omajale.

V tej zvezi naj opozorimo na novejša Rakovčeva dognanja, da se je odložil vsaj povrhnji del starejšega zasipa v mindelsko-riškem toplem oddelku (51) in da izvira mlajši zasip iz dveh klimatsko povsem različnih dob. Spodnji, rahlo zlepljeni prod v mlajšem zasipu bi se odložil po njegovem mnenju v riško-würmskem interglacialu, zgornje povrhnje plasti pa že v würmski ledeni dobi (49). Rakovec ob tem pripominja, da tudi velike postglacialne erozije, ki jo je opaziti v dolini Save, pač ni moglo povzročiti tolikšno premikanje tal, kolikor splošna sprememba podnebja, ki je nastopila ob koncu ledene dobe v velikem delu Evrope. Nastanek treh nižjih teras pa pripisuje Rakovec menjavanju klimatskih razmer v postglacialni dobi (49, 92).

Posebno mesto moramo posvetiti v okviru tega pregleda Melikovim dognanjem. Pri svojem delu je prišel do zaključka, da so odnašale vode izpod ledenikov obilo drobirja in nasule z njim obsežne ravnine. Tako so vode, prihajajoče izpod ledenikov ob Julijskih in Kamniških Alpah ter Karavankah nasule Ljubljansko kotlino od Radovljice, Preddvora in Kamnika pa tja do Škofje Loke, Ljubljane, Zaloga in Dolskega. Savinja s svojimi pritoki izpod ledenikov je zasipala Savinjsko dolino, izpod Dravskega ledenika pa se je zasipala Dravska dolina z Dravskim poljem, a izpod Murskega ledenika ravnina ob Muri, medtem ko je Soča nasipala svojo dolino pa ravino od Gorice in ustja Vipave tja do morja, Tilment s Terom in Nadižo pa Furlansko ravnino (37, 216).

S tem širokim konceptom se je Melik močno približal Brücknerjevim tolmačenjem. Od njega se razlikuje le v tem, da pri tolmačenju nasipanja ne daje tolikšnega poudarka tektonskim procesom, temveč išče razlage za vse to v različnih procesih, ki so jih prinesle poledenitvene in sledeče toplejše dobe (37, 217).

Do takih zaključkov je prišel Melik predvsem pri sistematičnem preučevanju sledov zadnje ledene dobe. Zato tudi kljub vabljivosti

teh zapažanj ne posplošuje in pušča tako vprašanje zveze med starejšo poledenitvijo in terasami iz starejših oddelkov pleistocena še docela odprto (37, 217).

Vsi ti tako različni zaključki so nas silili, da se ponovno lotimo nakazanih vprašanj in posežemo s tem v široko razpravo okrog vprašanja, kako pri tolmačenju geneze poglavitnih morfoloških potez Dobrav upoštevati klimo in kako tektoniko, pa morda tudi druge faktorje, kot npr. kameninsko in tektonsko zgradbo obrobja itd.

S tem študijem smo hoteli preveriti tudi naše rezultate v porečju Kamniške Bistrice, ki kažejo na to, da ne gre povezovati s poledenitvijo samo najmlajše würmske nasutine, marveč tudi starejše že zlepljeno akumulacijsko gradivo v višjih terasah (63).

Vse to smo smatrali še za toliko bolj potrebno, ker kažejo na tesno zvezo med nasipanjem in poledenitvami tudi obilni sledovi fluvioglacialnega proda na visokih kraških planotah, kjer v toplejših obdobjih, podobno kot danes, ni bilo pogojev za akumulacijo. Tu naj opozorimo predvsem na velike množine fluvioglacialnega proda na Pokljuki (62) in Jelovici ter na še veliko večje množine v obsežnih suhih dolinah in dolih v območju Snežnika in Risnjaka (61). Podobne primere bi lahko naštevali tudi iz ostalega Dinarskega gorstva proti jugu, kjer obdajajo morenske nasipe na zunanji strani obsežni, precej strmi fluvioglacialni vršaji (primerjaj številna Cvijićeva dela). Torej prav ta enormnost nasutine v nakazanih kraških področjih nam je bila tehtno opozorilo, da je spremljalo poledenitve tudi prav močno nasipanje.

K ponovnemu preučevanju Dobrav smo pristopili tudi zaradi dognanj drugod po svetu, kjer ugotavljajo, podobno kot kažejo nekatere preučitve pri nas, da je spremljalo vsako poledenitev tudi močno nasipanje proda in da je nasutine iz toplejših obdobij razmeroma malo (72; 73) — v toplejših dobah je namreč prevladovalo vrezovanje. Tako se novejši rezultati ujemajo z Brücknerjevim konceptom; korekture se nanašajo le na tisti del njegove teze, ki precenjuje pomen tektonike pri menjavi nasipanja in sledečega razrezovanja nasutine. Rekli smo že, kako je prišlo po Brücknerjevem mnenju do erozije in akumulacije predvsem zaradi dviganja oziroma grezanja Alp; te premike naj bi povzročila različna obtežitev Alp z ledom.

Tolmačenja C. Trolla, ki so danes v svetu na splošno sprejeta, so namreč pokazala, da je akumulacija vezana na sam pojav poledenitve, ki ustvarja z zelo zapletenimi procesi toliko proda, da ga izpod ledenikov tekoče vode niso sposobne sproti odnašati in ga zato veliko odložé v vršajih, že takoj neposredno pred ledeniki (68). Te ugotovitve niso bile sprejete samo na osnovi zelo podrobnega študija würmskih in še starejših čelnih kotanj, ampak tudi ob študiju zastojev in ponovnih sunkov že historičnih ledenikov. Do erozije pa bi prišlo v sledečih obdobjih, ko so se ob taljenju ledenikov sprostile velike množine vode.

Ugodno pa je vplivalo na erozijo v teh obdobjih še to, da so nosile te vode s seboj malo proda, saj se je le-ta odlagal povečini že v velikih jezerih, ki so nastala za čelnimi nasipi (68). K povečanju vodnih količin pa so prispevale tudi izdatnejše količine padavin, ki so spremljale nastop toplejšega podnebja (68; 27).

V zvezi z vsemi temi vprašanji smo ponovno ogledali terase, ki jih je podrobno preučil že Ilešič[1] (26) ter z manjšimi dopolnitvami kasneje Oblak (42). Pri tem nas je posebej zanimal odnos teh teras do različnih ledeniških sledov v Blejsko-radovljiški kotlini. Prav posebno skrbno pa smo ogledali tudi odnos med terasami, ki jih je oblikovala Sava in tistimi, ki so jih izdelali njeni pritoki. Zaustavljali smo se tudi pri sestavi, zlepljenosti in preperelosti proda v teh terasah, pa tudi pri sami preperelini, ki jih prekriva.

Z željo, da bi bil naš prikaz pleistocenskega preoblikovanja Dobrav kolikor mogoče vsestranski, smo posegli tudi v svet, ki je ostal tekom pleistocenskega razvoja izven območja nasipanja glacialnih rek. Pri tem smo načeli problematiko širokopoteznega pleistocenskega nasipanja v dolini Zgoše ter v vsem širokem porečju Peračice in Kokrice oziroma Rupovščice pa tudi ob krajših potokih na desni strani Save.

POSKUS KORELACIJE MOREN IN TERAS V DOBRAVAH IN V BLIŽNJEM SOSEDSTVU NA GORENJSKEM

Pri morfogenezi Dobrav moramo poleg same Save, ki so jo postavljali raziskovalci doslej tako v ospredje, močno podčrtati tudi velik pomen njenih pritokov. Pri tem moramo posebej opozoriti na Begunjščico, Tržiško Bistrico in tudi Kokro, ki pritekajo iz visokogorskega sveta na severni strani Ljubljanske kotline, kjer je poleg apniških kamenin tudi zelo veliko dolomita, skrilavcev, peščenjakov, konglomeratov in breč, torej kamenin, ki omogočajo normalen površinski vodni tok. Zaradi takih reliefnih in kameninskih pogojev so Tržiška Bistrica, Begunjščica pa tudi Kokra v vseh dobah pospešenega nasipanja silno akumulirale in odrivale Savo na južno stran kotline proti apniški Jelovici, kjer prevladuje kraška hidrografija z značilnimi kraškimi izviri; tu naj omenimo le najbolj znano Kropo. Ti pritoki, kot tudi oni proti Šmarjetni gori teko le kratek čas po površini in še daleč nimajo take akumulacijske sposobnosti kot reke s severne strani.

[1] Ilešič je označil terase z rimskimi številkami od I a—IX. Po tej razvrstitvi pomeni I a najvišjo pleistocensko prodno ravnino. Rimska I predstavlja »visoko teraso«. Najvišja terasa mlajšega zasipa je II. terasa, ki pomeni z nižjima dvema III in IV »nizke terase«. Še nižje terase pa so že postglacialne oz. holocenske starosti. To shemo smo uporabili tudi v priloženi študiji, le da smo dodali še eno višjo teraso z označbo I B.



Sl. 2. *Z razgledne ceste med Tržičem in Begunjami se nam odpira prostran pogled na razsežne terase nekdanjega vršaja Tržiške Bistrice (I B). Na sliki vidimo predvsem njegovo desno stran. V ozadju so ustrezne površine na levi strani Tržiške Bistrice*

Terasa I B

Nakazane poteze nam najbolje osvetljuje najvišja terasa v območju Dobrav (I B), ki je na široko ohranjena in so jo dosedanji raziskovalci skoraj docela prezrli (26; 42). Celo Brückner, ki je iskal sledove zgornjega krovnega proda, je opozoril samo na skromne fragmente te terase na obeh straneh Lešnice severno in severovzhodno od Ljubnega ter nad Kamno gorico (45 — primerjaj njegovo geomorfološko karto na str. 1052).

Ob Begunjščici je terasa I B dobro ohranjena le na levi strani doline. Začenja jugovzhodno od Begunj v višini okrog 683 m, od tu se proti jugu in jugovzhodu zelo hitro znižuje, je zahodno od Žalostne gore (kota 610 m)[2] le še okrog 580 m visoko, nad Spodnjim Otokom pa je še nižja (540 m). To zniževanje terase proti jugu in jugovzhodu razločno kaže, da je gledati v njej sled velikega vršaja Begunjščice.

Še veliko bolj na široko pa se je razprostiral v tej dobi vršaj Tržiške Bistrice (slika 2). Na desni strani doline mu pripadajo široke uravnjene površine južno in zahodno od Brezij nad Kovorjem. Na tej terasi stojijo zaselki Hušica, Hudo in Popovo ter spodnji del vasi Visoče; opazujemo pa jo tudi nad Prapročami in proti Ljubnemu. Od

[2] Kote so vzete po jugoslovanski originalki 1 : 25 000.

višine okrog 630 m pri vasi Brezje se terasa (I B) hitro znižuje proti jugu ter je pri vasi Hudo le še okrog 580 m visoko. Nad Praprečami se nahaja v višinah okrog 550 m (koti 551 m in 554 m), južno od Praproč proti Ljubnemu pa je terasa le še okrog 530 m visoko. Zelo lepo so ohranjeni ostanki tega vršaja tudi na levi strani Tržiške Bistrice. Po široko ohranjenih površinah te terase med Križami in Naklom lahko sklepamo, kako na široko je v tej dobi nasipala Bistrica in kako je dobesedno odrivala Savo na južni rob kotline. Tudi na tej strani doline se terasa proti jugu zelo hitro znižuje. Nad Križami jo opazujemo v višinah okrog 620 m (kota 621 m), nato pa jo proti Naklemu prikazujejo kote 564 m, 535 m, 507 m, 490 m, 481 m, 449 m in neposredno nad tem krajem kota 452 m.

Tej terasi ustreza tudi terasni fragment južno od Britofa med Savo in Tržiško Bistrico, ki bi ustrezal po dosedanjih ugotovitvah nižji terasi I A (26). Tu se nahaja terasa I B v višini okrog 490 m in je podobno kot vsi ostali kosi ustrezne ob Tržiški Bistrici nagnjena proti jugu. Označujeta jo koti 488 m in 482 m. Ob tem naj opozorimo še na neznaten fragment te terase na skrajnem severozahodnem koncu Nakelske Dobrave, kjer se z izrazito, okrog 15 m visoko ježo dviga iznad nižje terase.[3]

Ob Kokri ustreza tej razvojni fazi najbrže terasa južno in vzhodno od Zgornje Bele. Terasa se s strmo ježo spusti proti Belici oziroma v dolino Bašeljskega potoka, z izrazito ježo pa je ločena tudi od nižjih teras ob Kokri. Tudi ta terasa je del nekdanjega vršaja, ki je podobno kot ustrezne terase ob Begunjščici in Tržiški Bistrici močno nagnjena v smeri nekdanjega naklona proti jugu in jugozahodu. Severovzhodno od Zgornje Bele jo označuje kota 505 m; odtod pa se proti jugu in jugozahodu počasi znižuje (kote 482 m, 478 m, 473 m, 471 m, 453 m) in je na skrajnem jugozahodnem koncu le še okrog 445 m visoko.

Na desni strani Save uvrščamo k tej terasi (I B) močno zakrasele površine okrog Češnjice, Rovt in Zgornje Besnice. Za uvrstitev teh površin k tej terasi in ne k nižji I A, kot se je domnevalo doslej, smo se odločili predvsem na osnovi njihove znatne višine. V območju Češnjice se nahaja terasa I B v višinah okrog 500 m; od tu proti jugovzhodu se le počasi zniža na 450 m in do Poljšice na 485 m. V teh višinah jo opazujemo tudi v območju Rovt in proti Nemiljščici, kjer se do nad Šuma počasi zniža na 474 m. Onstran Nemiljščice, že v območju Zgornje Besnice, pa ji sledimo v višinah okrog 473 m, 471 m in na skrajnem jugovzhodnem koncu 460 m.

Primerjava višin v tej terasi (I B) z nižjo (I A) na levi strani Lipnice in v Nakelski Dobravi je pokazala, da je prva za okrog 15 m višja od druge.

Prvotne razsežnosti vršajev Begunjščice, Tržiške Bistrice in Kokre v tej dobi pa nam ne osvetljujejo samo ohranjeni fragmenti same terase, ampak tudi hidrografska mreža v porečju Peračice, Lešnice in

[3] Na to teraso me je v razgovoru opozoril dr. Ljubo Žlebnik, za kar se mu na tem mestu najlepše zahvaljujem.

Kokrice, ki se je razvila pri odtoku dežnice in snežnice ter tudi studenčnice po opisanih vršajih.

Na fosilnem vršaju Begunjščice opazujemo tri izrazite doline, ki potekajo od severozahoda proti jugovzhodu, torej v smeri nagnjenosti vršaja. Vse te vode se zbirajo v Peračici; le-ta je tu tesno potisnjena ob Žalostno goro in Grofijo, ki sežeta nekoliko nad višino obravnavanega vršaja. Doline pa se zajedajo v ta vršaj tudi z južne strani. Posebno izraziti sta dve dolinici, ki se združita tik nad vasjo Spodnji Otok. Voda iz njih nadaljuje nato svojo pot proti Mošnjam. Skoraj ne more biti dvoma, da je segel vršaj Begunjščice v dobi obravnavane terase (I B) na vzhod vse do Grofije in da se je razvila opisana hidrografska mreža šele kasneje pri odtekanju vode z vršaja. Drugače si skoraj ne moremo tolmačiti take razporedbe hidrografske mreže, ki v vsem kaže znake odtoka voda vzdolž strmca nekdanjega vršaja.

Še bolj razločno pa se pokaže vse to pri veliko obsežnejšem fosilnem vršaju Tržiške Bistrice. Pri tem bi opozorili predvsem na Lešanjščico; le-ta teče kot Peračica tesno ob Grofiji in dobiva z leve dolge pritoke, ki se v območju Brezij nad Kovorjem močno približajo drug drugemu. V bližini vasi Hudo pa izvira tudi samostojna rečica Lesenca, ki teče proti jugozahodu. Po vsem tem skoraj ne more biti dvoma, da je segel v dobi obravnavane terase bistriški vršaj do Grofije in daleč na jug proti Ljubnemu. Povsem iste hidrografske tendence pa opazujemo tudi na levem krilu fosilnega vršaja Tržiške Bistrice. Tudi tu tečejo



Sl. 3. *Pogled iznad vasi Vetrno na Udin boršt, ostanek prostranega pleistocenskega vršaja Tržiške Bistrice (I B). Na desni strani slike vidimo stopnjo, ki loči ta gozdnat svet od veliko mlajše ravnine ob Tržiški Bistrici (II)*



Sl. 4. *V terasi I B severno od vasi Hudo so pri kopanju jam za električne drogove razkrili poleg rjavo rdeče prepereline tudi obilo že močno preperelega proda, ki ga sestavljajo kremenovi peščenjaki ter konglomerati in eruptivne kamnine*

potoki stran od najvišjega dela vršaja tik ob Bistriški dolini proti jugovzhodu in jugu, kjer jih zbira Kokrica.

Znatno razčlenjenost pa nam kaže tudi ustrezna terasa na desni strani Kokre južno od Zgornje Bele. Tudi tu potekajo doline v smeri naklona nekdanjega vršaja proti jugozahodu. To velja tudi za glavno dolino, ki se je razvila na tem vršaju in teče izpod Srednje Bele proti Brdu nad Kranjem. Pa tudi sama Belica, ki je izdolbla svojo dolino na robu tega vršaja, zavije pri Srednji Beli proti jugozahodu.

Močno razčlenjevanje je doživela tudi terasa med Češnjico in Spodnjo Besnico. Pri tem ne mislimo samo na večje potoke kot so Poljšica, Nemiljščica in Besnica, marveč tudi na številne manjše dolinice, v katerih se zbere nekaj več vode le ob večjem deževju in ob taljenju snega ter so doživele po vsej verjetnosti bistveno poglobitev v periglacialnih obdobjih pleistocena.

Razen podatkov o razsežnosti in poglavitni izoblikovanosti ravnine, katere sledovi so se nam ohranili v terasi I B, pa nas zanima tudi sama geološka zgradba te terase. Pri podrobnem ogledu se je pokazalo, da je terasa v celoti vrezana v terciarno živoskalno podlago, ki jo sestavljajo ilovnati, laporasti, peščeni ter prodni sedimenti. Živoskalna podlaga ima v velikem precej podoben naklon kot sama terasa in se podobno kot vršaji znižuje na vse strani. Skoraj ne more biti dvoma, da

je prišlo do tako značilnega izoblikovanja živoskalne podlage ob samem nasipanju. Videti je torej, da je spremljalo nasipanje proda, ki se je ohranil v obliki konglomerata po tej terasi, tudi znatno bočno vrezovanje. Reke so pri prestavljanju struge po ravnini odstranile številne hrbte, ki so gledali prvotno iznad nasutine in ustvarile tako široke uravnjene površine. Proces bočnega vrezovanja je bil najbrž še posebno hiter zaradi slabo odpornih terciarnih kamnin v živoskalni podlagi in debelega odpornejšega, pretežno apniškega in dolomitnega proda, ki so ga prenašale takratna Begunjščica, Tržiška Bistrica, Kokra ter tudi Sava.

Nasutina takratnih rek pa se je ohranila do danes samo še fragmentarno ter samo krajevno preseže debelino 10—15 m. Predstavlja jo povečini konglomerat s precej debelim prodom, ki je podobno zaobljen kot v nižjih terasah (glej sl. 4). Močno podobna pa je tudi njegova petrografska sestava: ob Begunjščici prevladuje v tej nasutini dolomit, v ustrezajočih terasah ob Savi, Tržiški Bistrici in Kokri pa je v kompaktno zlepljenem konglomeratu največ apniškega proda; delno pa je zastopan tudi dolomit, kremenovi peščenjaki ter kisle eruptivne kamnine.

Vrtače, ki so se razvile na konglomeratu, so na številnih krajih že dosegle terciarno podlago ter zato izgubljajo svoje tipične poteze. Izrazitejše vrtače opazujemo po tej terasi (I B) le še na desni strani Save med Češnjico in Besnico ter severno od Naklega, kjer je plast konglomerata nekoliko debelejša. Navzgor po vršaju Tržiške Bistrice pa so vrtače, podobno kot na vršaju Kokre, že močno deformirane; povečini so bolj plitve s položnimi stranmi in pogosto podolgovatih oblik. Videti je, da je konglomerat med posameznimi vrtačami že preperel in da se je tako povezalo po dvoje ali po več vrtač skupaj. Na številnih krajih smo ob kolovozih celo opazovali, kako sledi nad terciarno osnovo samo še preperelinski preostanek nekdanjega konglomerata (glej sl. 4). Preperelino sestavlja rjavo rdeča ilovnata prst s številnimi debelimi prodniki iz kremenovih peščenjakov ter proti preperevanju odpornejših eruptivnih kamnin. Tudi po več decimetrov debeli prodniki v tej preperelini niso redki. Debelina preperelине se močno spreminja. Na številnih krajih jo je še čez 5 m na debelo, drugod pa pride terciarna živoskalna podlaga docela na površje, oziroma jo prekriva samo najmlajša holocenska preperelina.

Prav na takih krajih pa pridejo ob vsakem razkopavanju na površje terciarni sedimenti in tudi prod, ki se močno razlikuje od veliko mlajše pleistocenske nasutine. V nasprotju z debelim pleistocenskim prodom v konglomeratu in v rjavo rdeči preperelini, ki je ostala po preperelih karbonatnih kameninah, je prod v terciarni živoskalni podlagi veliko bolj droban, saj v njem samo redki prodniki presežejo debelino 1 cm. Od pleistocenskega proda pa se loči ta nasutina tudi po večji zaobljenosti prodnikov in po tem, da je petrografsko veliko bolj siromašna; sestavljajo jo namreč skoraj izključno le kremenovi prodniki. Na posebno veliko količino terciarnega proda zadenemo v

terasi severozahodno od Kovorja in to predvsem v svetu med Brezjami in Hušico, medtem ko prekriva južnejši del terase okrog vasi Popovo in med vasmi Hušica in Hudo pleistocenski konglomerat in ustrezna preperelina. Zaradi take medsebojne bližine enega in drugega akumulacijskega gradiva je primerjava, tudi že pri samem ogledu na terenu, zelo instruktivna.

Po vsem tem širokopoteznem nasipanju in bočnem vrezovanju, ki je pustilo sledove v terasi I B, je sledila faza globinske erozije. Najprej so poglobile svoje doline glavne reke, ki so v predhodni fazi največ nasipale. Do bolj drobne razčlenitve obsežnih akumulacijskih površin pa je prišlo šele kasneje, ko je prekrila tako razkosane obsežne komplekse akumulacijskih ravnin debelejša plast prepereline in ko je prišlo do konglomeriranja nasutine. S tem je bil namreč močno zmanjšan odtok deževnice in tudi snežnice v nasutino. Zaradi tega se je začela večina padavinske vode odtekati po površju v smeri naklona akumulacijskih površin. Količina vode v teh dolinah pa se je še povečala, ko so struge dosegle terciarno živoskalno podlago in prestregle vode, ki so se do tedaj odtekale pod prodom oziroma konglomeratom in po krajši ali daljši poti dosegle že globoko vrezane glavne doline.

Šele s tako postopnim razvojem se je med vršajema Begunjščice in Tržiške Bistrice ter sosednjim vršajem Kokre razvilo že opisano porečje Peračice in Kokrice (Rupovščice).

Sledove intenzivnega razkosavanja takratne ravnine med Kovorjem, Ljubnim, Poljšico, Spodnjo Besnico, Naklom, Strahinjem in Spodnjimi Dupljami pa nam je močno zabrisalo kasnejše nasipanje Tržiške Bistrice, ki v dobah ponovnih akumulacij ni zapolnila s prodom samo svoje struge, ampak je segla tudi v najgloblje vrezane doline potokov, ki so se razvili na ravnini. Na misel o tako povezanem sodelovanju Tržiške Bistrice in manjših potokov pri razčlenjevanju nekdanje Bistriške ravnine tudi v tem območju smo prišli predvsem zaradi tega, ker s samo Bistrico nismo nekako mogli posrečeno razložiti zelo svojske, pa tudi zelo močne odstranjenosti nekdanje ravnine (I B). V skromnem obsegu se je ohranila tu le še v terasi (I B) med Britofom, Dolenjo vasjo in Podnartom, ki je v celoti nagnjena proti jugu in s tem poleg drugih znakov dovoljuje domnevo, da je le del prostranega Bistriškega vršaja. Zahodno od tod zadenemo na ekvivalentne terase šele v Velikem Brdu nad Ljubnim, proti vzhodu pa nad Spodnjimi Dupljami, Strahinjem ter Naklom. Prav slednjo zajedo v tej terasi uporablja danes Tržiška Bistrica, v njej pa se je postopno kot bomo še videli, razvila tudi Nakelska dolina. Prav ta dvojen, če pa upoštevamo še skromen fragment terase I B na jugozahodnem koncu Nakelske Dobrave, pa celo trojen dostop Bistriške ravnine skozi to teraso (I B) do Save, nas je še posebej prepričal, da so sodelovali pri razčlenjevanju vršaja I B ob Bistrici zelo komplicirani procesi erozije Bistrice in manjših potokov, ki so se razvili na njenem fosilnem vršaju.

Misel, da bi bilo pri tolmačenju nakazanih vrzeli v terasi I B morda potrebno priklicati na pomoč tudi Savo, smo ob ugotovitvi, da

je bila le-ta v dobi nasipanja proda v terasi I B docela odrinjena na južni rob ravnine, opustili. Pri premotrivanju tega vprašanja se nam je zdelo namreč verjetneje, da je obdržala Sava tudi v sledeči dobi pospešene erozije svojo prvotno smer po najnižjem delu ravnine, kot pa da bi se iz nekih povsem neznanih razlogov usmerila preko nanosa Bistrice od Ljubnega proti Britofu in mimo Žej proti Naklemu na vzhod.

Terasa I A

Pod teraso I B sledijo še tri konglomeratne terase. Dve glavni je konstatiral že Brückner (45) ter ju vzporeja s spodnjim krovnim prodom in visoko teraso drugod v Alpah. Ilešič, ki je te terase še posebno podrobno preuči, se je skušal izogniti tedaj precej problematičnemu geološkemu prizvoku, ki ga vsebujejo ti termini ter je označil zgornjo teraso z oznako I A, nižjo pa z rimsko I (26). Med obema pa smo našli še eno slabše ohranjeno teraso in jo označili z I A a.

Terasi I A lahko sledimo od Lipnice pa preko Dobrav na jug oziroma jugovzhod vse do Kranja. Dobro pa se je ohranila tudi ob Tržiški Bistrici in Kokri. Severno od Kamne gorice uvrščamo k tej terasi z morenami prekrite površine v višinah okrog 540 m. Podobno kot že Ilešič (26) uvrščamo k njej tudi vso široko teraso med Zgornjo Dobravo in Prezrenjami. Na skrajno severozahodnem koncu se nahaja v višinah okrog 510 m, odtod pa se proti jugovzhodu znižuje na 500 m in nato na 480 m. V ustreznih višinah se nahaja ta terasa tudi na levi strani Save nad Ljubnim. Med Dolenjo vasjo in Podnartom uvrščamo k njej vegaste konglomeratne površine v višini okrog 475 m. Podobno kot dosedanji raziskovalci pa uvrščamo k tej terasi tudi večji del Nakelske Dobrave (45; 26; 42); tik nad Tržiško Bistrico se nahaja v višini okrog 455 m, na skrajnem jugovzhodnem koncu tik pred pregibom proti naslednji nižji terasi pa nosi koto 437 m. V podobnih višinah opazujemo to teraso spet na desni strani Save nad Spodnjo Besnico (kote 436 m, 334 m). Ob Tržiški Bistrici se je ohranila terasa I A med Bistrico in Kovorjem ter še posebno na široko južno odtod nad Zvirčami, kjer jo opazuje že Ilešič (26 — 529 m); k njej pa uvrščamo tudi neznatne ostanke na skrajnem južnem koncu te terase (490 m, 484 m) in manjše vzpetinice vzhodno od tod (485 m) nasproti Zadrage in pri Taboru (480 m). Na desni strani Kokre pod Preddvorom pa opazujemo ustrezno teraso v večjih površinah le še južno in jugozahodno od Brega nasproti Hotemaž, kjer se nahaja nekako v višinah okrog 465 m.

Ohranjeni ostanki terase I A se nahajajo nad Zvirčami ob Tržiški Bistrici okrog 35—40 m pod starejšo teraso I B, v dolini Kokre okrog 20—25 m, v dolini Save pa znaša višinska razlika le še okrog 15 m. Med nastankom obeh teras moremo torej računati z že opisano prav izdatno globinsko erozijo, ki je bila, sodeč po višinskih razlikah, ob prehodu velikih alpskih rek v ravnino še posebno izdatna. To se pokaže

najbolj razločno ob Tržiški Bistrici, iste morfogenetske poteze pa je opaziti tudi ob Kokri.

Pri podrobnem ogledu te terase (I A) smo postali posebno pozorni tudi na to, da je podobno kot višja terasa vrezana v vseh primerih v živoskalno podlago in da jo prod, ki je danes že zlepljen v trden konglomerat samo prekriva. Skoraj ne moremo dvomiti, da je prišlo vzporedno z napisanjem proda v tej terasi tudi do prav izdatnega bočnega vrezovanja. To se še posebno nazorno pokaže v Dobravah med Lipnico in Savo, v Nakelski Dobravi in pa tudi pri ustreznih terasah ob Tržiški Bistrici; to pa velja tudi za široko teraso nad Zvirčami in za skromne fragmente okrog Tabora.

Vse te ugotovitve so nas utrdile v domnevi, da je tudi konglomerat v terasi I A rezultat samostojnega nasipanja in da je veliko mlajši kot nasutina v višji terasi (I B). Terasa I A bi pomenila po tem tolmačenju prvi večji zastoj v okviru erozije, ki je sledila nasipanju proda v višji terasi (I B). Do tega zastoja bi prišlo zaradi ponovnega nasipanja proda. Pri prestavljanju struge z ene strani doline na drugo je prišlo tudi do bočne erozije in do izdelave živoskalne ravnice, ki jo prekriva prod. Podrobnosti o genezi te živoskalne ravnice so še močno nejasne. Dejstvo, da so te uravnjene živoskalne površine povečini pod prav debelo plastjo nasutine, dovoljuje domneva, da so bili pogoji za bočno erozijo v živoskalni podlagi posebno ugodni v obdobju prehoda iz globinske erozije v bočno, oziroma v akumulacijsko fazo. Morda lahko razlagamo to posebnost s postopnim podaljševanjem vršajev iz območja prvih zasnov ob prehodu alpskih rek v kotlino. Do posebno izdatne bočne erozije je prišlo po tem tolmačenju ob spodnjem koncu vršajev, kjer je prekrivala prodno živoskalno podlago le tenka plast proda, ki je prišla ob visokih vodah še vsa v premikanje; s tem pa je prišlo tudi do izdatnih učinkov v živoskalni podlagi. Zaradi akumulacijskih tendenc, ki nam jih izkazuje čez to uravnjeno živoskalno podlago odložena plast proda, smemo domnevati, da so bile v dobi tega nasipanja in bočnega vrezovanja rečne struge le plitve. Zato so vode posebno ob velikih povodnjih oziroma rednih poplavah na široko prestopile bregove in je ob koncu vršajev prišlo ne samo do bočnega vrezovanja, marveč tudi do rahle ploskovne globinske erozije, saj je prešla v premikanje še vsa tedaj tenka prodna plast, v vsem širokem poplavljenem svetu.

Po vsem tem pa nas zanima še vprašanje, iz kakšnih vzrokov je prav za prav prišlo do tega nasipanja in vseh pojavov, ki so se nam tako razločno ohranili v terasi I A. V zvezi s tem je posebno zanimiva ugotovitev, da se prične obravnavana terasa I A posebno v območju Zgornje Dobrave izredno hitro dviga. Že samo ta okoliščina nas je silila k sistematičnemu preučevanju vsega sveta severozahodno odtod proti Pustemu gradu. Navajala nas je namreč na misel, da bo morda povezovati to akumulacijo s poledenitvijo. Ugotovljeno je namreč, da se začno fluvioglacialni vršaji prav v bližini ledenikov še posebno hitro vzpenjati. Vode, ki pritekajo izpod ledenikov so namreč preobložene

s prodom in ga zato veliko odlagajo že takoj ob prehodu izpod ledenikov. Vzroki za to pa tičijo tudi v hudourniškem značaju ledeniških voda, ki se ob prehodu izpod ledenika umirijo ter razvejijo v številne plitve struge (72).

Kljub vsemu temu pa se za povezavo te terase z morenami nad Kamno Gorico oziroma Lipnico nismo mogli odločiti, saj prekrivajo močno podobne morene tudi nižje terase. Po dosedanjih pogledih je bilo namreč morensko gradivo nad Kamno gorico iste starosti kot ono na južni polovici Brdske planote ter na Ledevnici. V vsem območju so opazovali avtorji le močno feretizirane morene (22), od katerih so se ohranili le še debeli porfirski bloki (34; 26). V literaturi zasledimo za vse te morene tudi naziv »stara poledenitev« (30). Le Melik jih je skušal podrobneje opredeliti in je menil, da pripadajo riški poledenitvi (36, 30); to bi se dobro ujemalo tudi z novejšimi dognanji v Celovški kotlini (5).

Zaradi takih razmer smo morali pustiti vprašanje geneze in starosti terase I A za nekaj časa še docela odprto. Novi pogledi so se nam odprli šele ob zapažanjih, ki kažejo, da izvira morensko gradivo te »stare poledenitve« najbrže iz dveh časovno močno ločenih poledenitvenih faz. Najstarejše morensko gradivo iz te skupine bi prekrivalo vse široke površine nad Kamno gorico oziroma Zgornjo Lipnico do Pustega gradu, medtem ko pripadajo morene na južni polovici Brdske planote mlajši poledenitvi; iz tega obdobja pa bi bilo tudi morensko gradivo na Ledevnici jugovzhodno od Gorice.



Sl. 5. *Večji ledeniški balvan na moreni jugovzhodno od Pustega gradu (mindel)*



Sl. 6. *Take vrtače so v morenskem gradivu nad Kamno gorico zelo pogoste (mindel)*

Prvotna teza, da izvira vse to gradivo iz iste poledenitvene dobe, je izvirala predvsem iz ugotovitve, da je vse to gradivo že močno preperelo ter da ga prekriva debela preperelina; od prvotnega morenskega gradiva bi se po teh zapažanjih ohranili le še debelejši porfirski bloki (glej sl. 5). Za vse to gradivo pa je značilno še to, da so morenski nasipi že skoraj docela preoblikovani ter spremenjeni v brda z razmeroma neznatnimi višinami ter položnimi pobočji.

Za ločitev dveh poledenitvenih faz v okviru te morenske pokrajine smo se odločili šele na osnovi ugotovitve, da kaže morensko gradivo nad Kamno gorico oziroma Zgornjo Lipnico vendarle znake veliko močnejšega preperevanja kot ono na jugozahodnem delu Brdske planote ali na južnem delu Ledevnice. Postali smo pozorni predvsem na številne zelo globoke vrtače v morenskem svetu med Kamno gorico in Pustim gradom (sl. 6). O trajnejšem preperevanju teh površin pa nam govori tudi debelejša preperelina, ki ne prekriva na debelo samo vznožja morenskih hrbtov, marveč tudi same vzpetinice. Medtem ko v morenah nad Kamno gorico tudi po dva metra globokem kopanju jarkov za vodovod niso zadeli na morensko gradivo v prvotni sestavi s prevlado apniških skal, pa je iz vrha mlajših morenskih hrbtov na južni polovici Brdske planote in na južnem koncu Ledevnice preperelina že močno odnešena ter se pokaže pri izkopih kmalu pod preperelino prava morena s prevlado apnenca in lepimi oraženci. Oraženci so se kljub temu, da je morena vsaj lokalno že zlepljena ter tudi sicer

že močno preperela, dobro ohranili. To značilnost mlajšega gradiva nam najbolje osvetljuje trajnejša golica v družbenem sadovnjaku na Ledevnici južno od glavne gorenjske ceste. Ob vrhu morenskega hrbta je rjavo rdeče ilovnate prepereline le okrog 0,5 m na debelo, pod njo pa sledi delno zlepljena morena z lepimi oraženci. Na vznožju tega morenskega hrbta brda pa so kopali še čez 4 m globoko in še niso prišli do morene.

Za različno starost enega in drugega ledeniškega gradiva pa govori morda še veliko bolj kot ta dejstva ugotovitev, da v starejši preperelini dejansko prevladujejo le proti preperevanju najodpornejši kamninski kosi. Pri ogledu tega drobirja se je pokazalo, koliko je vmes kremenovih peščenjakov in da so se tudi od eruptivnih kamnin ohranile le odpornejše in debelejše skale (predvsem večji keratofirski bloki). V mlajši preperelini, ki prekriva morene druge poledenitve, pa eruptivne kamnine docela prevladujejo; vmes so se ohranili celo njihovi tufi, ki jih v starejši preperelini ni opaziti.

Različno dolgo preperevanje enih in drugih moren nam dobro ilustrira tudi ugotovitev, da so tudi posamezni kamninski kosi v preperelem morenskem gradivu med Pustim gradom in Kamno gorico (prva poledenitev) veliko močneje prepereli, kot pa na morenah na južni polovici Brdske planote ter na Ledevnici (druga poledenitev).

Intenzivnost preperevanja nam izkazujejo beli, svetlosivi ali rahlo zelenkasti oziroma rjavkasti pasovi, ki sežejo pri različno starem gradivu različno globoko v posamezne kamninske kose. Pri morenah med Kamno gorico in Pustim gradom seže pas z najbolj vidnimi učinki preperevanja okrog 10—15 mm globoko, pri morenah na jugozahodni polovici Brdske planote in na Ledevnici pa le okrog 4—5 mm. Pri starejšem morenskem drobirju pa se tudi pokaže, da je tudi navidez odpornejše jedro kemično že močno načeto. To nam je bilo poleg ostalega jasno opozorilo, da je poteklo med odložitvijo enega in drugega ledeniškega gradiva precej časa. O upravičenosti takih zaključkov in o uporabnosti te metode smo se še bolj prepričali pri sistematični analizi preperelosti še mlajših ledeniških sledov ter proda, ki smo ga jemali iz prepereline po različno starih pleistocenskih terasah. Te raziskave so namreč razločno pokazale, kako globina preperelosti kamninskih kosov s starostjo raste in da je mogoče prav na tej osnovi razlikovati starost posameznih moren in ustreznih prodnih akumulacij.

Ob ugotovitvi, da so ohranjeni najstarejši doslej ugotovljeni ledeniški sledovi pri nas le še nad Zgornjo Lipnico in da se začne terasa I A prav v Zgornji Dobravi, torej v neposredni bližini teh moren močno dvigati, nas je pripeljalo na že izrečeno misel, da kaže povezovati prod, ki se nahaja v tej terasi prav s to poledenitvijo. O tem nas je še bolj prepričala ugotovitev, da so prodniki v terasi I A v območju Dobrav popolnoma enako prepereli kot ledeniški drobir v domnevno istodobnih ledeniških odkladninah med Kamno gorico in Pustim gradom. Popolnoma enako preperel prod pa lahko ugotavljamo tudi po ustreznih terasah ob Tržiški Bistrici in Kokri.



Sl. 7. *Tako močno zvotljen in globoko preperel konglomerat sestavlja teraso I A (mindel) nad Polico pri Naklem. Številni rovi so povečini zapolnjeni s preperelino. Iz tega konglomerata izdelujejo pri hiši št. 1 na Polici mlinske kamne*

V prid našim domnevam bi govorila morda tudi podobna debelina prepereline po terasi I A (5—8 m) ter globoke in številne vrtače, ki so tako značilne tudi za ustrezne morenske površine nad Kamno gorico. Podčrtati moramo celo, da je od vseh pleistocenskih teras, terasa I A najbolj na drobno posejana z vrtačami.

Ob takih kemičnih učinkih je razumljivo, da je tudi sam konglomerat, ki ga je v tej terasi okrog 15—20 m na debelo ter samo ponekod nekaj več, že močno zvotljen ter razjeden. V številnih golicah ob rekah ter kolovozih, ki se pri vzponu na to teraso pogosto globoko zajedo v samo konglomeratno osnovo, smo lahko opazovali, kako seže preperelina tudi v več metrov globokih žepih in klinih v konglomeratno podlago. Te zajede so pogosto še čez 1 m, pa tudi do 2 m široke. Vse to se imenitno pokaže tudi v kamnolomu nad Polico (pri hiši št. 1 — glej sl. 7) ter v terasi nad Zvirčami. Kljub taki razjedenosti pa so ohranjeni odpornejši deli konglomerata izredno trdni ter kot nalašč za izdelavo mlinskih kamnov, ki jih izdelujejo iz njih v že omenjenih kamnolomih.

Z ugotovitvijo, da med preperelostjo konglomerata v terasi I A ter morenskega gradiva nad Kamno gorico in Pustim gradom ni opaziti razlik, smo spoznali, da je eno in drugo gradivo precej podobne starosti ter da med njuno odložitvijo ni računati z nekim daljšim obdobjem.

Dejstvo, da leži obravnavano ledeniško gradivo na kompaktno zlepljenem konglomeratu, nas pri teh zaključkih ne sme zavajati. Ob ugotovitvi, da spremlja vsako poledenitev tudi nasipanje proda, je namreč povsem naravno, da se povzpne ledenik pri napredovanju na prod. V prid takim pogledom bi govorilo morda še to, da po Blejsko-radovljiški kotlini severozahodno od tod, v smeri nekdanjega ledeniškega jezika, ni najti sledov tega zasipa.

Če smo s temi našimi zapažanji na pravi poti, bi pomenila torej terasa I A ostanek širokopoteznega nasipanja, do katerega je prišlo v najstarejši doslej pri nas ugotovljeni ledeni dobi (mindel).

To nasipanje (I A) pa ni več doseglo višine starejše akumulacije (I B), zato pa tudi ni več seglo tako na široko! Izven akumulacijskega območja Begunjščice, Tržiške Bistrice in Kokre ob starejšem nasipanju (I B) so ostale v dobi akumulacije proda v terasi I A vse široke površine v porečju Peračice, Lešnice in Kokrice. Ta porečja so začela torej doživljati samostojen razvoj že takoj ob globoki eroziji, ki loči obravnavani akumulacijski fazi (I B in I A) med seboj.

Naslednja nižja terasa I A a pomeni najbrže samo kratkotrajen zastoj v eroziji, ki je sledila nasipanju proda v terasi I A. Reke v tej dobi po vsej verjetnosti še niso dosegle živoskalne podlage. Kljub videzu, da je ta terasa samo vrezana v nasipu terase I A, pa ne smemo izključiti možnosti, da je prišlo vzporedno s tem zastojem tudi do rahlega ponovnega nasipanja.

Med Bistrico in Podnartom opazujemo teraso I A a v višini okrog 460 m; nad Podnartom stoji na njej osrednji del vasi Prezrenje v višini okrog 466 m. Od tu ji sledimo tudi v dolino Lipnice, kjer je posebno severno od Češnjice zelo široka. V skromnih fragmentih jo zasledimo še nad Kamno gorico in v Zgornji Lipnici. Morda bo uvrstiti k tej terasi tudi del konglomerata, ki se nahaja pod mlajšimi morenami v Brdski planoti.

Drugje je terasa I A a že skoraj docela odstranjena; k njej bo morda uvrstiti le še domnevne fragmente te terase na desni strani Kokre, nadalje jugozahodno od Rupovščice in morda tudi del široke terase severno od Kranja.

Šele po odložitvi proda v tej terasi je sledila globoka erozija. Pri tem ni bila močno odstranjena samo terasa I A a, marveč v znatni meri tudi višja terasa I A. Pri razčlenjevanju obeh teras niso sodelovale samo glavne reke, ampak tudi številni potočki, ki so se razvili pri odtoku dežnice pa tudi snežnice s prostranih akumulacijskih površin.

O tako vsestranskem razčlenjevanju obeh teras (I A in I A a) nam povedo največ razmere ob Tržiški Bistrici. Tu se pokaže, kako so izdelane v smeri od severa proti jugu v terasi I A kar tri globoke zajede. Prvo tako široko zajedo v tej terasi predstavlja široka Nakelska dolina, drugo uporablja Tržiška Bistrica, ki se skozi njo prebija do Save, tretja vrzel pa se nahaja zahodno od fragmentarno ohranjenih kosov te terase pri Dolenji vasi, Taboru in ustreznih ostankov severno od Tabora nasproti Zadrage (485 m). Zahodno oziroma severozahodno od te pre-

graje zadenemo nato na ustrezno teraso šele v neznatnih kosih ob Lešnici (koti 484 m in 490 m) in v terasi nad Zvirčami.

Wentzel se je pri svojem preučevanju zaustavljal le pri Nakelski dolini in vrzeli, ki jo uporablja današnja Bistrica. Postavil je domnevo, da je uporabljala Nakelsko dolino prvotno Bistrica in da jo je pretočil v današnjo smer šele kasneje eden od krajših savskih pritokov (70). Ilešič je vključil v ta razvoj še Savo. Opozoril je na možnost, da bi tekla Sava prvotno precej severneje, nekako od Ljubnega in mimo Tabora na jugovzhod, kjer bi sodelovala tudi pri izdelavi Nakelske doline. Vzroke za kasnejšo preusmeritev Save in Bistrice proti jugu pa išče prav tako kot Wentzel v kasnejših pretočitvah (26).

Ko smo ponovno načeli to vprašanje, smo se še posebej zaustavili ob ugotovitvi, da je Tržiška Bistrica tudi v dobi terase I A zelo širokopotezno nasipala in odrivala Savo na skrajni južni rob kotline. Do teh zaključkov nas je pripeljala ugotovitev, da se višina ohranjenih fragmentov terase I A navzdol ob Bistrici, v smeri naklona nekdanjega vršaja, zelo hitro manjša. Pri Zvirčah začenja terasa I A nekako v višini okrog 530 m in se do južnega konca zniža že na 505 m. Nasproti Zadrage opazujemo nato ohranjene fragmente v višini okrog 485 m, pri Taboru 480, zahodno od Dolenje vasi pa le še nekaj pod 475 m. Tako močan naklon terase I A ob Bistrici navzdol proti Savi nam je bil tehten razlog za domnevo, da je Tržiška Bistrica tudi v dobi tega nasipanja odločno odrivala Savo na južni rob kotline in da zato skoraj ni verjeti, da bi Sava v sledeči dobi erozije zavila od Ljubnega naravnost proti vzhodu in tako sodelovala pri razčlenjevanju terase I A okrog Tabora in Britofa.

Ob takih zapažanjih se je pokazala precej verjetnejša domneva, da so pri razčlenjevanju vršaja Tržiške Bistrice sodelovale poleg Tržiške Bistrice še vode, ki so se pri taljenju snega in ob deževju odtekale s te ravnine in prispevale k razčlenitvi nekdanjega vršaja.

Pri tej novi predstavi je vzbudila posebno pozornost ugotovitev, da je Nakelska dolina tesno potisnjena pod samo višjo teraso I B, kjer je bil po vsej verjetnosti vršaj Tržiške Bistrice najnižji ter so pritekale obenem nanj vode s številnih izvirov med Spodnjimi Dupljami in Strahinjem; ti izviri dajejo še danes ob večjem deževju toliko vode, da lahko teče mimo Naklega še naprej navzdol po dolini. Te vode so izdolble celo v »mlajšem zasipu« že prav izdatno dolino, o čemer pa bo več govora na drugem mestu. Podobno ugodni so bili pogoji za razrezovanje terase I A tudi na zahodnem robu ravnine. Morda je prav v ohranjenih fragmentih terase I A zahodno od Dolenje vasi pri Taboru in onih severovzhodno odtod iskati razvodni hrbet med hidrografsko mrežo usmerjeno proti vzhodu ter dolinicami ki so se razvile na vršaju Tržiške Bistrice in tekle na jug proti Savi ter jugozahodu proti Lešnici.

Kljub temu, da so bili pogoji za razvoj lokalne hidrografije na obeh straneh bistriškega vršaja v območju Nakelske doline in tudi zahodno od Tabora izredno ugodni, puščamo še ves čas odprto vprašanje,

v kolikor vendar ni tekla po eni od teh zajed tudi sama Tržiška Bistrica in bi izdelal zajedo, ki jo uporablja Tržiška Bistrica danes, eden od potočkov, ki se je razvil pri odtoku dežnice oziroma snežnice z obsežnega bistriškega vršaja.

Tako pomeni teza, da bi izdelala osnovo Nakelski dolini Tržiška Bistrica samo eno od možnosti, saj ne moremo izključiti tudi možnosti, da je uporabljala današnjo dolino ali pa da je že pri Zvirčah zavila proti jugozahodu ter se nekje pri Podnartu izlivala v Savo.

»Visoka terasa« I

Morfogenetsko izredno zanimiva je tudi naslednja nižja terasa, ki jo je opazoval že Brückner in jo je imel v okviru svoje sheme za »visoko teraso« riške starosti (45). Bolj podroben opis vseh ohranjenih ostankov te terase v Ljubljanski kotlini pa je podal šele Ilešič in jih označil z rimsko I (26). S tem se je hotel izogniti takrat močno problematičnemu geološkemu poimenovanju, ki ga nosi oznaka »visoka terasa« (26). Isto teraso je kasneje opazoval tudi Polde Oblak, vendar k njenemu postanku in k vprašanju njene starosti ni dodal kaj novega (42).

Terasa I je na široko ohranjena ob Savi in vseh njenih pomembnejših pritokih. Že Brückner ugotavlja, kako se javlja na vzhodnem obrobju Blejsko-radovljiške kotline v Ledevnici in Bratranici ter se nadaljuje, prekinjena po Mošenjski dolini, v široki ravnini, na kateri stoje Brezje (45, 1051), Ilešič uvršča k tej ravnini še pomol pri Prezrenjah nad Podnartom ter podobno kot Brückner široko teraso na desni strani Tržiške Bistrice, ki začenja nad Loko ter se spušča mimo Kovorja v obliki obsežne ravnine do roba Savske doline nasproti Podnartu. Isti ravnini ustreza po teh ugotovitvah tudi terasa južno od Dolenje vasi ter terasa na nasprotni strani Tržiške Bistrice med Žejami, Dupljami in Strahinjem, ki jo sestavlja, podobno kot ostale konglomeratne terase navzgor po dolini, konglomerat z debelo preperelino. Značilno za to teraso je še, da je razmeroma slabo zakrasela in je zato njena površina samo rahlo valovita.

Ilešič uvršča k isti terasi tudi površine jugovzhodno od Naklega in Spodnje Besnice, ki jih sestavlja še svež, nesprijet prod, ki ga je posebno proti Kranjskemu polju v »visoki terasi« čedalje več (26, 147). Tak karakter ima po njegovih ugotovitvah »visoka terasa« pri Okroglem in tudi onstran Nakelske doline proti Rupovščici in Kokri, ki pomeni že prehod na samo »visoko teraso« Kranjskega polja.

Ilešič je imel pri tem svojem preučevanju pred očmi predstavo, da je »visoka terasa« vrezana v starejši zasip in da izvira veliko mlajši prod, ki se nahaja na njej, iz dobe, ko je ta terasa z bočno erozijo Save in pritokov pravzaprav nastajala. S tem je poskušal torej še podkrepiti Ampfererjev koncept, ki se je v geomorfološki literaturi

tako trdovratno držal vse do zadnjega, saj sta ga sprejela Polde Oblak (42) in Dušan Kuščer (30) celo v najnovejši dobi.

Pri ponovnem preučevanju teh problemov smo se še posebej zaustavljali ob ugotovitvi, da prekriva konglomerat v »visoki terasi« okrog 3 m debela plast prepereline, medtem ko je je na produ samo okrog 0,30—1 m na debelo. Razlike med eno in drugo preperelino pa se ne kažejo samo v debelini, marveč tudi v samem značaju prsti in preperelosti živoskalne podlage. Zelo razločno je mogoče ugotoviti, kako je preperelina na produ veliko mlajša od one na konglomeratu. Na to nas ne opozarja samo bolj rdečkasta barva in večja primes ilovic v preperelini na konglomeratu, temveč tudi proti preperevanju odpornejši kremenovi peščenjaki ter prodniki iz kislih eruptivnih kamnin, ki so v preperelini na konglomeratu veliko globlje prepereli kot pa na prodni nasutini. Trajnejše preperevanje konglomerata nam izkazujejo zelo izrazite korozijske oblike, ki so se razvile na stiku med preperelino in konglomeratom, o čemer pa bo več govora na drugem mestu.

Vse to nam je bilo jasno opozorilo, da je bilo preperevanje konglomerata veliko trajnejše in da tako površine na konglomeratu ne izvirajo iz iste dobe kot prodna nasutina, ki se je, kot so pokazale naše raziskave, pod Naklom samo približala višini »visoke terase« in jo nekako v območju Kranja in odtod navzdol celo prekrila.

V Ledevnici se dviga »visoka terasa« okrog 10—15 m visoko nad nižjo prodno teraso, isto je tudi pri Brezjah. Pri Britofu in pod Dolenjo vasjo znaša višinska razlika le še okrog 8 m, pri Okroglem pa sta obe terasi že skoraj povsem skupaj.

Zaradi tako močnega naklona »visoke terase« proti Kranju se je zastavljalo celo vprašanje, ali ne bi kazalo uvrstiti terase jugovzhodno od Okroglega ter močno razgibano široko teraso onstran Nakelske doline proti Rupovščici in Kokri, že k višji terasi I A a in ne k pravi »visoki terasi«. Isto velja tudi za fragmente konglomeratne terase na desni strani Kokre med Rupo in Mlako, nato v območju vasi Predoslje in tudi za manjše ostanke med Brdom in Visokim. To vprašanje se je še zaostrilo ob ugotovitvi, da se na številnih krajih nahaja pod prodom poleg konglomerata vmes tudi še debelejša plast rjavo rdeče prepereline, ki bi ustrezala nižji, s prodom prekriti pravi »visoki terasi«. Posebno široke take golice so razkrite v meandru Kokre pri vasi Milje. Isto pa nam kažejo tudi vodnjaki in številne prodne jame med vasmi Visoko in Gorenje, ki zadenejo na rjavo rdečo preperelino in na konglomerat pod njo že pod okrog 1—2 m debelo plastjo proda.

Ker nam vsa ta dejstva pri dokončni odločitvi niso zadostovala, saj bi mogel pomeniti s prodom prekriti konglomerat tudi nekoliko erodiran in znižan del »visoke terase«, smo se tudi tukaj lotili podrobnega študija prepereline in preostalega proda v njej, ki se je ohranil po razkritih konglomeratnih površinah. Pri tem se je pokazalo, da prekriva teraso med Nakelsko dolino in Rupovščico in na desni strani Rupovščice med Rupo in Mlako še posebno debela preperelina, v kateri so posamezni prodniki še čez 10 mm globoko prepereli, nasprotno pa

je preperelina na terasi kraja Predoslje in severno od tod med Brdom in Visokim tanjša in tudi preperelost prodnikov ne seže čez 5 mm globoko. To so nam bili poglavitni kriteriji za uvrstitev omenjenih konglomeratnih površin k terasi I A a oziroma k pravi »visoki terasi« I. Te ugotovitve so nas tudi opozorile, da sta se tu površini terase I A a in nižje »visoke terase« I docela približali ena drugi in da je ob tem prišlo do iste situacije, kot v sledeči dobi veliko mlajšega nasipanja, ko se je danes še skoraj povsem svež prod močno približal višini »visoke terase« in jo lokalno celo prekril.

V zvezi z razprostranjenostjo »visoke terase« I naj omenimo še skromne fragmente te terase ob Lipnici. Tu ji sledimo od vasi Prezrenje proti Spodnji Dobravi. Po tej dolini navzgor jo opazujemo nato spet pod Srednjo in Zgornjo Dobravo ter nad Kamno gorico, kjer se v precej sklenjenem pasu nadaljuje proti Zgornji Lipnici. Nad Spodnjo Lipnico in Kolnico se ta terasa najbolj razširi (kota 517 m označuje le vrh morenske kope, ki se dviga za okrog 7 m iznad same terase) ter se vzhodno in severovzhodno od kote 551 m v obliki pravega vršaja zelo hitro dviga proti severozahodu.

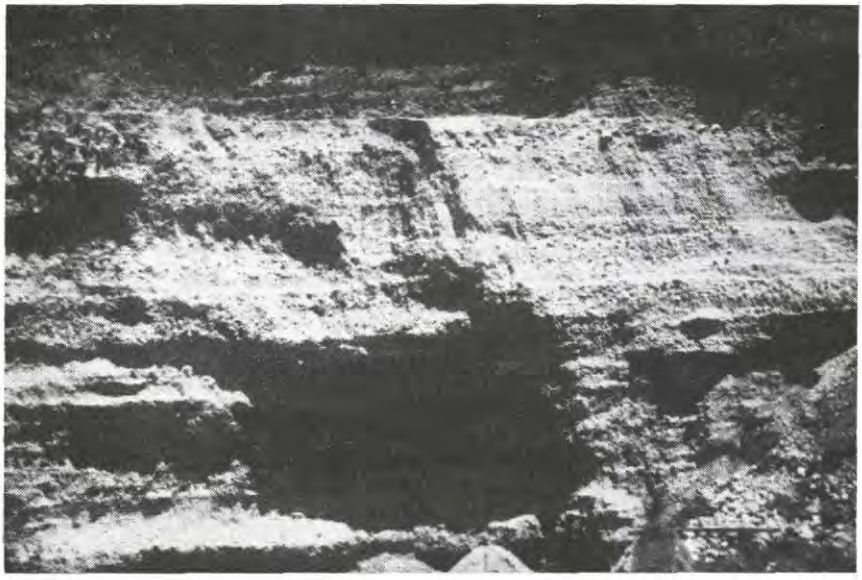
Že samo na osnovi ugotovitve, da je »visoka terasa« jasno ločena od mlajših nasipanj ter da jo loči tudi od višje terase (I A oz. I A a) globoka erozijska faza, je bilo mogoče sklepati, da je prod v njej rezultat samostojnega nasipanja. O tem pa nas je prepričalo še obilno drugo dokumentacijsko gradivo. Tako se je pokazalo, da se nahaja konglomerat te terase podobno kot je to pri višjih terasah, na širokih živoskalnih policah, izdelanih pretežno v slabo odpornih terciarnih kamninah. Iz tega je bilo mogoče sklepati, da je bil ob začetku tega nasipanja konglomerat v višjih terasah (I A in I A a) že prerezan in da je vsaj na začetku spremljala to nasipanje tudi izdatna bočna erozija. Razmere, do katerih je prišlo ob tem nasipanju, nas torej močno spominjajo na tiste, ki so spremljale tudi nasipanje proda v višjih terasah (I A in I B).

O tem, da je prod v »visoki terasi« I resnično mlajši kot v višjih terasah (I A in I A a) nam govori tudi dejstvo, da je veliko manj zlepljen (glej sl. 8). Kompaktnejšo sprijetost kaže le v povrhnji 5 m debeli plasti, medtem ko se vpletajo med spodnje dele konglomerata tudi take plasti, iz katerih lahko luščimo posamezne prodnike kar z roko. Posebno jasen vpogled v sestavo konglomerata so nam omogočile golice ob poteh in v kamnolomu na Bratranici ter v prepadnih ježah brezjanske terase nad Mošnjami in na njenem vzhodnem koncu pod Brezjami. Podobne golice bi lahko omenjali tudi v fragmentih te terase ob Tržiški Bistrici. Tu naj opozorimo predvsem na one ob Lešnici ter ob stari in tudi novi gorenjski cesti, ki se severno od Tabora, tik pod ostankom višje terase (I A) globoko zaje v konglomeratno ravnino (I). Isto pa se pokaže tudi v zasekih nove ceste na Ljubelj. Na podobne golice bi lahko opozarjali tudi v tej terasi (I) pod Dolenjo vasjo ter onstran Bistrice med Žejami, Spodnjimi Dupljami in Strahinjem.

Značilno pa je za nasutino v terasi I tudi to, da se v njej poleg proda, ki je v vsem tako podoben produ v višjih terasah, pa tudi v mlajši prodni nasutini, tudi številni zaobljeni konglomeratni kosi, ki so mogli priti vanjo le iz takrat že trdno zlepljenega konglomerata starejših teras.

Za samostojnost tega nasipanja govori tudi značilna ohranjenost »visoke terase« (I) ob Tržiški Bistrici. Tudi tu zavzema ta terasa še posebno široke površine na desni strani Bistrice, predvsem zahodno od Tabora; ohranjena je tudi južno od Dolenje vasi v prehodu, ki ga uporablja Tržiška Bistrica še danes, pa tudi na nasprotni strani Tržiške Bistrice med Žejami, Spodnjimi Dupljami in Strahinjem. V skromnih fragmentih jo najdemo tudi pri Malem Naklem že v sami Nakelski dolini. Videti je torej, da je Tržiška Bistrica v dobi nastajanja ravnine, ki se nam je fragmentarno ohranila v »visoki terasi«, kar po treh različnih pôteh dosegla Savo. Do takih razmer je moglo priti po našem mnenju le v dobi nasipanja, ko je Tržiška Bistrica pri prestavljanju struge z ene strani ravnine na drugo zašla enkrat v eno, drugič v drugo vrzel v višjih terasah in se tako skozi nje prebila do Save.

Pri iskanju vzrokov, ki so povzročili to vsesplošno nasipanje, je vzbudila posebno pozornost ugotovitev, da lahko sledimo »visoki terasi« ob Savi navzgor le nekako do Radovljiške ravnine. Pozorni pa smo postali tudi na to, da se začne visoka terasa v bližini moren druge poledenitve (riss), ki leže na njenem severozahodnem koncu, izredno



Sl. 8. *V profilu je lepo vidna menjava močneje in slabše zlepljenih plasti v konglomeratu »visoke terase« (I). Posnetek smo napravili ob Ljubeljski cesti severno od Zvirč*

hitro dvigati. To se pokaže že v terasi severno od Kolnice, ki se nahaja nad Spodnjo Lipnico nekako v višini 510 m, okrog 450 m severozahodno od tod pa doseže že višino 530 m. Zanimivo hiter vzpon pa kaže tudi brezjanska terasa, ki pa se ne dvigne samo proti zahodu, marveč še posebno hitro proti severu in severozahodu, proti Črnivcu. V isti smeri pridobiva na višini tudi Ledevnica, ki se dvigne od južnega do severnega konca za čez 30 m.

Že na osnovi hitrega vzpona »visoke terase« I proti zahodu, proti globoko preperelim morenam druge poledenitve (riss) na Ledevnici in nad Kolnico, je bilo mogoče sklepati na tesno zvezo med tem nasipanjem in poledenitvijo. Za tako zvezo govori tudi hiter dvig Ledevnice in severozahodnega konca brezjanske terase proti severu in severozahodu, od koder je pritekla ob vzhodnem robu nekdanjega bohinjskega ledenika najbrž prav znatna reka, ki je zbirala vode iz obsežnega severnega dela Julijskih Alp in tekla v tej dobi mimo Žirovnice in Begunj na jugovzhod proti Mošnjam in Brezjam.

Morda bo prav s tem širokopoteznim fluvioglacialnim nasipanjem tolmačiti tudi dejstvo, da v vsem območju Ledevnice pa tudi v brezjanski terasi nismo zasledili drobnega, slabo zaobljenega proda Begunjščice. Vzdolž vse Ledevnice in brezjanske terase smo v golicah opazovali podobno kot v terasi na nasprotni strani Save nad Spodnjo Lipnico in Kolnico samo dobro zaobljen in pretežno precej debel prod. V neredkih plasteh prevladujejo v tej nasutini celo kot glava debele in še debeljše skale, ki v nekaterih primerih celo presežejo dolžino 1 m. V istih golicah smo tudi opazili, kako postaja ta prod navzgor v profilih čedalje bolj grob in vedno slabše sortiran ter tako skoraj neopazno preide v moreno. Take golice smo opazovali v strmih in celo prepadnih ježah Ledevnice, brezjanske terase, pa tudi v terasi nad Spodnjo Lipnico. Isto sliko so nam nudili tudi kolovozi, ki se pri vzponu na teraso pogosto prav globoko zajedo v živoskalno podlago. Na osnovi tako širokega ogleda konglomerata v bližini moren in tudi pod njimi, se je še bolj utrdilo prepričanje, da je prod v »visoki terasi« dejansko tesno povezan s poledenitvijo.

Ob tako postavljenih dejstvih se nam pokaže tudi konglomerat pod morenami v povsem novi luči. Mi v tem ne vidimo več neke izrazite diskordance, saj je v vsem popolnoma jasno, da se je moral ledenik pri svojem napredovanju povzpeti tudi na prod, ki so ga odložile v predhodni fazi izpod njega tekoče vode. S takimi pogledi se torej ne moremo strinjati z Ampfererjem (1), ki je predpisoval konglomeratu ali produ pod morenami interglacialno ali pa celo predglacialno starost.

O upravičenosti takih pogledov smo se še bolj prepričali ob ugotovitvi, da je konglomerat v »visoki terasi« I precej podobno preperel, kot ustrezne, že omenjene morene druge poledenitve (riss), ki prekrivajo vso široko teraso Ledevnice južno od Gorice in tudi obsežno južno polovico Brdske planote na nasprotni strani Save (kote 567 m, 552 m in 551 m); iz istega ledeniškega gradiva je tudi vzpetinica s koto 517 m,



Sl. 9. *Tako položnih oblik so morenski nasipi na južnem koncu Ledevnice (druga poledenitev)*

ki se dviga za okrog 7 m nad pravo »visoko teraso« nad Spodnjo Lipnico.

Morenski nasipi druge poledenitve (riss) so že močno preoblikovani in močno položnih pobočij (glej sl. 9). Na Ledevnici je mogoče le s težavo rekonstruirati nekako tri ledeniške hrbte, razbite v posamezne kope, ki se dvigajo od višine 505 m na skrajnem jugovzhodnem koncu, navzgor po Ledevnici nekako na višino 510 m in ob glavni gorenjski cesti že na 520 m. Zaradi te preoblikovanosti in globoke preperelosti ledeniških nasipov, smo morali pustiti tudi še odprto vprašanje, v koliko je segel ledenik v tej fazi morda celo na samo brezjansko teraso, za kar bi govorili predvsem posamezni še čez 2 m debeli balvani, ki smo jih našli po njej in tudi izredno hiter vzpon te terase proti zahodu.

Le v kopah pa smo našli ustrezno ledeniško gradivo tudi na zahodni polovici Brdske planote, kjer prekriva ostanke neke višje, veliko starejše terase in morda tudi ustrezno ledeniško gradivo (koti 552 m in 551 m). V koti 517 m ga zasledimo tudi na nižji, pravi »visoki terasi« I, ki jo loči od višje globoka erozijska faza. To erozijo izpričuje tudi tuf, ki se pokaže v ježi med obema terasama jugovzhodno od kote 551 m.

Do take deformacije morenskih nasipov je prišlo predvsem zaradi globokega preperevanja in istočasne denudacije prepereline v vmesne depresije. S tem se je relativna višina morenskih nasipov zmanjšala in tudi sama pobočja teh moren so postajala čedalje položnejša. O upra-

vičenosti takih zaključkov nam pričajo že omenjene golice na Ledevnici, kjer je v vrhu enega od morenskih hrbtov prepereline le okrog 0,50 m na debelo, na vznožju pa še po 4 m niso prišli skozi njo do ledeniškega gradiva. Podobne golice smo opazovali tudi na nasprotni strani Save nad Lipnico, kjer so skopali jarek za vodovod prav preko morenskega hrbta s koto 517 m.

Dosti manjša kot v tej drobno razgibani ledeniški pokrajini je bila denudacija prepereline na ustrezni terasi (I), kjer je bila denudacija zaradi razmeroma skromnega naklona le neznatna. Tudi samo zakrasevanje v tej terasi še zdaleč ni doseglo tiste stopnje kot v starejših terasah (I B, I A ali I A a), kjer je prišlo do odnašanja prepereline tudi po kraških rovih. Prav zaradi tega je »visoka terasa« v območju Dobrav prekrita s precej enakomerno, okrog 3 m debelo preperelino.

Pri podrobnem študiju odnosa med konglomeratom v tej terasi in preperelino nad njim, se je pokazalo, da se vriva preperelina v okrog 1—1,5 m globokih in do 0,5 m širokih žepih v konglomeratno podlago (glej sliko 10). Preperelino sestavlja pretežno rjavo rdeča ilovica z obilico še nepreperelega proda, ki ga je posebno v bližini žepov zelo veliko. Navzgor preide ta najdebelejši sloj rjavo rdeče ilovice v okrog 0,3—1 m debelo plast prhke, svetle, rjavorumene prepereline, v kateri so debelejši kameninski kosi zelo redki. Pri ogledovanju številnih profilov, ki razkrivajo te plasti, se je tudi pokazalo, kako je prehod med rjavo rdečo ilovico s prodniki in povrhnjo rjavo rumeno prhko ilovico



Sl. 10. *V golici ob Ljubeljski cesti severno od Britofa se lepo pokaže, kako se debela preperelina, ki prekriva »visoko teraso«, v številnih žepih (1) vriva v konglomeratno osnovo. Žepi ne presežejo globine 1,5 m*

močno razgiban. Debelina povrhnje plasti se zaradi tega zelo spreminja; ponekod je je še čez meter na debelo, drugod pa se močno stanjša in lokalno celo povsem manjka.

Vprašanje geneze te povrhnje prhke, rjavo-rumene ilovnate plasti je še močno problematično. Vsiljuje se domneva, da gre pri njej pač za povrhnji horizont, ki je bil deležen najintenzivnejšega preperevanja in spiranja. Docela pa moramo pustiti zaenkrat odprto vprašanje, ali ne gre pri njej morda tudi za prhko nasutino eolskega porekla. S tem seveda ne mislimo na pravo puhlično usedlino, marveč na eolske odkladnine, ki jih je že kmalu po odložitvi zajelo preperevanje in delno tudi denudacija; pri tem so se posebno blizu vzpetih delov terase pomešale z rjavo rdečo preperelino, ki je prišla na takih krajih na površje in jo je zajela danudacija.

Golic, ki nam omogočajo ogled prepereline po »visoki terasi« in po ustreznem ledeniškem gradivu, je zelo veliko. To niso samo izkopi za nove hiše v Cegelnici pri Malem Naklem, pri Britofu, Taboru, po brezjanski terasi, Ledevnici in na južni polovici Brdske planote, marveč tudi izkopi za nove vodovode in še posebno široke golice ob novih cestah, ki se pri vzponu na to teraso globoko zarežejo vanjo. Opozorimo naj samo na golice ob novi Ljubeljski cesti severno od Tabora in ob gorenjski cesti pri vzponu na vzhodni konec brezjanske terase.

Poleg podobne prepereline v »visoki terasi« in v ustreznih morenah (druga poledenitev — riss) pa nam govori za slično starost enega in drugega gradiva tudi podobna preperelost prodnikov oziroma ledeniškega drobirja. Omenili smo že, kako sežejo tu znaki preperevanja, ki se kaže v svetlejšem pasu po zunanjem delu prodnikov oziroma ledeniškega drobirja, le okrog 4—5 mm globoko. Prav to nam je bil, poleg vsega navedenega, eden od zelo poglavitnih kriterijev za našo tezo, da je ledeniško gradivo v južni polovici Brdske planote (koti: 552 m, 551 m) in Ledevnice iste starosti, obenem pa veliko mlajše od ledeniškega gradiva na Lipniški planoti.

Povsem iste poteze, kot smo jih videli ob Savi, nam kaže tudi ustrezna terasa (I) ob Tržiški Bistrici. Tudi v tej terasi je prod močneje zlepljen le v povrhnji 3—5 m debeli plasti, globlje pa so vmes še plasti, iz katerih lahko luščimo posamezne prodnike kar z roko. Prod se nahaja na živoskalni polici in postane posebno od Kovorja navzgor zelo debel. Na levi strani potoka, ki se pri Loki izliva v Bistrico, smo našli med prodom tudi zelo debele skalne bloke, ki nas močno spominjajo na golice blizu moren na Ledevnici in na južni polovici Brdske planote.

V tej zvezi je vzbudil posebno pozornost doslej še povsem neznan ledeniški nasip (581 m) zahodno od Bistrice pri Tržiču, ki se dviga okrog 80 m nad ravnino »mlajšega zasipa« (glej sl. 11). Delno se nahaja na dolomitu, delno pa na terciarni sivici, ki so jo razkrili na več krajih pri kopanju temeljev za nove hiše na jugozahodnem koncu Bistrice. Pobliže smo si lahko ogledali te morene v zasekih ob razširjeni cesti, ki povezuje Tržič z Begunjami in prav ob tej moreni v ostrem ovinku zavije v dolino Blajšnice. Široke golice so nam nudili tudi izkopi teme-



Sl. 11. *S puščico smo označili doslej nepoznano moreno jugozahodno od Bistrice pri Tržiču. Tudi golica na morenskem hrbtu je dobro vidna*

ljev za gradnjo novih hiš na severovzhodni strani tega nasipa ter za rezervoar, ki so ga postavili prav na tej moreni. Večji del golice je sedaj sicer zazidan, vendar je ostalo za samim rezervoarjem ledeniško gradivo še vedno na široko razkrito. To moreno sestavljajo različno debele in v velikem že kar dobro oglajene skale iz svetlejših in temnosivih apnencev ter tudi iz drugih kamnin, ki sestavljajo pobočja v dolini Tržiške Bistrice in ob njenem desnem pritoku izpod Ljubelja, Mošeniku. Značilna je za to moreno tudi obilica močno ilovnate morenske kaše in številni zelo lepi oraženci, ki pa se javljajo šele pod okrog 1,5—2 m debelo povrhnjo plastjo močno preperele morene, v kateri so posamezne skale že močno izlužene (glej sl. 12). Nad to preperelo plastjo sledi okrog 0,5—1 m debela plast precej ilovnate rjavo rdeče prepereline. Pri ogledovanju morenskega gradiva smo postali pozorni tudi na to, da je posebno tam, kjer je v moreni nekoliko manj ilovnate morenske kaše, drobir že delno zlepljen.

Kljub prvotnemu mnenju, da je ta ledeniški nasip v zvezi z morenami mlajše tretje poledenitve (starejši würm ali mlajši riss), smo se predvsem zaradi znatne višine morene nad dolino, lokalne zlepljenosti drobirja, pa tudi zaradi globoke preperelosti povrhnje okrog 1,5—2 m debele plasti, začeli kasneje čedalje bolj nagibati k domnevi, da jo kaže zares najbolj upravičeno spravljati v zvezo z morenami »visoke terase« (I). O tem smo se še bolj prepričali ob ugotovitvi, da so tudi morene na Ledevnici v nasprotju z ustreznim konglomeratom

le malo zlepljene in da dajejo posebno tam, kjer je v moreni veliko ilovnate kaše, še skoraj povsem svež videz. Res je sicer, da je na morenah na Ledevnici preperelina precej debelejša, pri čemer pa ne smemo prezreti dejstva, da so pogoji za ohranitev prepereline na moreni nad Bistrico, zaradi strmine, s katero se spušča na vse strani, skrajno neugodni. Za močno tamkajšnjo denudacijo govori še čez 3 m debela, močno ilovnata, rjavo rdeča preperelina, ki so jo razkrili pri kopanju temeljev za novo hišo na skrajno zahodnem koncu Bistrice, neposredno pod nasipom.

Če smo s temi našimi zapažanji na pravi poti, je tudi akumulacijsko gradivo v »visoki terasi« I ob Tržiški Bistrici v zvezi s poledenitvijo.

Isti vzroki so pripeljali najbrž tudi do nasipanja ob Kokri. Za zvezo s konglomeratnim zasipom bi prišle v poštev le trdno zlepljene



Sl. 12. *Eden od številnih oražencev, ki smo jih našli v moreni jugozahodno od Bistrice pri Tržiču*

morene, ki jih ugotavlja Drago Meze na več krajih v ožjem delu doline nad Preddvorom (40).

Kot po vsaki doslej ugotovljeni akumulaciji, ki se nam je v morfološkem smislu ohranila kot samostojna terasa, je sledila tudi po tem nedvomno ledenodobnem nasipanju (terasa I) izdatna erozija. Sava pa tudi pritoki Lipnica, Begunjščica, Tržiška Bistrica in Kokra so prerezali prodno nasutino in se zajedli v terciarno živoskalno podlago. Že Kuščer ugotavlja, da so nastala pri tem še čez 90 m globoka erozijska korita (30).Do močne erozije je prišlo takrat tudi v Nakelski dolini, kjer so vode izpod Dupelj in Strahinja razrezale »visoko teraso« (I) in izdolble ozko dolino, ki jo je kasneje zapolnil prod »mlajšega nasipa«. Sledovi takih dolin so se nam ohranili tudi na »visoki terasi« med Žejami in Strahinjem. Tudi tamkajšnje dolinice so nagnjene proti jugovzhodu v smeri nagnjenosti nekdanjega vršaja (I). Izrazitejša dolina je morala seči v dobi razrezovanja »visoke terase« tudi v smeri glavne gorenjske ceste od Naklega na severozahod proti Tržiški Bistrici. Kasneje jo je prav tako kot dolino, ki vodi od Spodnjih Dupelj proti Strahinju, zapolnil prod »mlajšega zasipa«. Zelo izrazite dolinice, po številu nekako štiri, so vdolbene tudi v razsežno »visoko teraso« na nasprotni strani Tržiške Bistrice. Tudi tam potekajo v smeri naklona nekdanjega vršaja od severovzhoda proti jugozahodu. Najvzhodnejša med njimi se začenja pod Britofom in teče vzporedno s staro gorenjsko cesto proti jugozahodu. Druga, krajša, zahodno od prve, je brez stalnega vodnega toka in obvisi v ježi »visoke terase« pri koti 453 m. Sledeči dve, severozahodno odtod, pa sta spet daljši. Prva se začenja severozahodno od Tabora blizu kote 468 m in poteka vzporedno s cesto Zvirče—Srednja vas proti jugozahodu, kjer pri koti 459 m obvisi nad dolino Lešnice; v spodnjem delu je že okrog 15 m globoko zarezana v konglomerat. Tudi po njej teče voda le ob taljenju snega ali ob večjem deževju oziroma nalivih. Zelo izrazita taka dolinica, z obdobnim vodnim tokom, je tudi severno od pravkar opisane. Začenja se v Dobravi (I A) nad Zvirčami, navzdol pa se zajeda v »visoko teraso« ter je nad Lešnico, nad katero obvisi (južno od kote 478 m), že okrog 20 m globoka.

Terase II do V

Dobi globokega razrezovanja »visoke terase« je ponovno sledilo nasipanje, ki se je izvršilo najmanj v dveh fazah. Delno zlepljen, povečini pa še povsem svež prod teh akumulacij so opazili že dosedanji raziskovalci in mu pripisali v nasprotju z konglomeratom v višjih terasah, tudi manjšo starost. Brückner te nasutine še ni razčlenjeval; vse skupaj pripisuje nasipanju, do katerega je prišlo v zadnji ledeni dobi in katerega vrh pomeni »nizka terasa« (45). Ampferer je v okviru tega nasipanja sicer predvideval več akumulacijskih faz, vendar tudi on ne dopušča med njimi večjega časovnega razpona ter meni, da izvira vse to gradivo najbrž iz zadnjega interglacialnega obdobja (riss

— würm — prim. 1). O znatnejši starostni razliki med obema gradivoma govori šele Rakovec, ki ugotavlja, da pripada prod na Kranjsko-Sorškem polju »starejšemu zasipu«, medtem ko bi prod Ljubljanskega polja pripadal fazi »mlajšega zasipa« iz dobe riško-würmskega interglaciala, v povrhnjih plasteh pa naj bi bil celo iz zadnje ledene dobe. Rakovec namreč misli, da se je vršilo nasipanje »mlajšega zasipa« neprekinjeno iz zadnjega interglaciala v zadnjo ledeno dobo (49, 88). Drugod pa spet ugotavlja, da je prišlo med odložitvijo enih in drugih sedimentov v okviru »mlajšega zasipa« do rahle prekinitve. Pri tem se sklicuje na 1—2 m debelo vmesno plast ilovic, ki jih je ugotovil na več krajih na obrobju Ljubljanskega polja (49, 89). Do podobnih zaključkov prihaja tudi Ilešič. Tudi on uvršča prodno ravnino ob Kokri in na Kranjsko-Sorškem polju k »visoki terasi« I. Pod to šele sledi, že v samem kanjonu Save, »nizka terasa« (mlajši zasip), ki se nahaja pri Struževem v višini okrog 380 m (26, 147—149) in pomeni prvo stopnjo ob prehodu iz ravnine v kanjon. Tudi najvišjih prodnih površin »mlajšega zasipa« navzgor ob Savi Ilešič ne uvršča k isti prodni ravnini. Tako pripisuje najvišji ravnini »mlajšega zasipa« le teraso, katere ježe poteka pod Vrbo in Studenčicami ter se po daljšem presledku nadaljuje vzhodno od Radovljice nad suho grapo Šmidol vse do pobočja savske debri (označuje jo z rimsko številko II). K drugi (II) oziroma tretji terasi (III) pa uvršča tudi še najvišje ostanke prodne ravnine pri Mošnjah ter skromne fragmente nad Dobrim poljem ter pod Bezjami (kota 463 m). Teraso vzhodno od Ljubnega (koti 451 m in 450 m) in majhen ostanek v cestnem klancu med Podnartom in Podbrezjem uvršča iz povsem nepojasnjenih razlogov k četrti terasi (IV). Isto je storil tudi z vso široko teraso, ki spremlja Tržiško Bistrico od Pristave pod Tržičem proti jugu v samo Nakelsko dolino. Ta terasa se po Ilešičevih ugotovitvah med Polico in Okroglim zoži v ozek prehod, nato pa spet razširi in konča v vasi Struževo v višini okrog 380 m (26, 143 in 144). Iste zaključke sprejema tudi Polde Oblak, samo da prišteva teraso, na kateri stoji vas Mošnje ter fragmente nad Dobrim poljem ter pod Brezjami kratkomalo k III. terasi (42).

Pri našem preučevanju smo vsa ta vprašanja ponovno obravnavali. V tej zvezi smo preučili odnos tega nasipanja do starejšega reliefa, kot tudi do ledeniških sledov v Blejsko-radovljiški kotlini in v vsem visokogorskem svetu v porečju Tržiške Bistrice. Posebno smo se zaustavljali tudi ob študiju preperelosti nasutine, ki je za starostno opredelitev akumulacijskega gradiva tako zelo pomembna.

Rekli smo že, kako je prišlo po nasipanju fluvioglacialnega proda v I. terasi do dolgotrajne erozije. Reke so prerezale nasutino in se, kot ugotavlja že Kuščer, zajedle čez 90 m globoko v terciarno podlago (30, 139). V te erozijske žlebove in mestoma še preko njih je bil odložen kasneje prod, ki se po tem, da je le neznatno zlepljen in da ga prekriva le razmeroma tenka preperelina (do 1 m), jasno razlikuje od starejših kompaktneje zlepljenih in močneje preperelih odkladnin. Menim, da te, tako različne zlepljenosti in preperelosti nasutine pri

starostni opredelitvi gradiva v Ljubljanski kotlini nikakor ne smemo prezreti, saj nam zelo natančno loči starejša nasipanja od mlajših. Še posebno pomembna je ta ločnica v geomorfološkem smislu, saj nam omogoča jasno omejitev mlajših in starejših reliefnih oblik ter njihovega medsebojnega odnosa.

Iz teh razlogov uvrščamo k najvišjim ostankom mlajših nasipanj teraso, katere ježa poteka pod Vrbo, Studenčnicami in Hrašami ter se po daljšem presledku nadaljuje vzhodno od Radovljice nad suho grapo Šmidol vse do pobočja savske debri. Vzhodno od Zgoše pa uvrščamo sem še najvišje ostanke prodne ravnine pri Mošnjah ter skromne fragmente nad Dobrim poljem ter pod Brezjami (kota 463 m); prav tako pa tudi teraso vzhodno od Ljubnega (koti 451 m in 450 m) in majhen ostanek v cestnem klancu med Podnartom in Podbrezjami ter tudi na nasprotni strani Save.

V dolini Lipnice zasledimo ustrezno prodno teraso južno od morenskih nasipov v Dobravi. Navzdol ob Lipnici jo opazujemo na levi strani Lipnice pri Kamni gorici, nadalje pri Miklavževcu ter proti Brezovici; od tu ji lahko sledimo še naprej proti jugovzhodu, kjer nasproti Spodnje Dobrave izgine. V območju vasi Dobravica in Ovsiše je terasa spet širša. Na njej opazujemo številne konglomeratne bloke, ki so se navalili nanjo iz »visoke terase« I.

Veliko širše kot ob Savi in Lipnici so te najvišje prodne površine ob Tržiški Bistrici. Na desni strani Tržiške Bistrice pripadajo tej terasi površine jugozahodno od vasi Bistrica (kota 431 m) in nad Dolenjo vasjo; terasa se vleče mimo Srednje vasi proti severu ter severovzhodno od Tabora kmalu izgine. Ponovno se pojavi spet nad Zvirčami, kjer stoji na njej spodnji del Kovorja (okrog 495 m); od tu se dokaj na široko nadaljuje proti severu do vasi Bistrica, dvakrat prekinjena po grapah potokov Blajšnice in Dunajščice. V drobcih je ohranjena tudi po dolini Bistrice navzgor, kjer ji lahko sledimo do morenskih nasipov ledenika iz Loma nad vasjo Slap in po dolini Mošenika proti Ljubelju, vse do velikih morenskih nasipov nad Dobrinom. Na levi strani Tržiške Bistrice jo lahko spremljamo kot pravo široko ravnino od Pristave pod Tržičem proti jugu v samo Nakelsko dolino; prekinja jo le grapa Zadrage, med Spodnjimi Dupljami, Strahinjem in Žejami pa se dviga iznad nje »visoka terasa« I (glej sl. 13). V ožjem delu Nakelske doline je izdolbena v njej prostorna dolina. Zato so se ohranili ostanki najvišje prodne ravnine tu samo še fragmentarno zahodno in vzhodno od Naklega; na njej stoji tudi zaselek Polica in onstran najožjega dela dolinice vas Okroglo. V povsem podobnih višinah se nahaja prodna terasa tudi na nasprotni strani Save pod Besnico.

Iz tega pregleda se pokaže, kako se dviga konglomeratna »visoka terasa« I v območju Bratranice, Ledevnice in tudi brezjanske terase ter pri Ljubnem okrog 15 m nad mlajšim prodnimi površinami. Navzdol ob Savi se v območju Tržiške Bistrice ta višinska razlika zmanjša na 8 in celo na 6 m. Pri Okroglem se obe ravnini že močno približata med



Sl. 13. *Z morenskega nasipa nad Bistrico pri Tržiču se nam odpre veličasten pogled čez obsežno prodno ravnino II. terase ob Tržiški Bistrici, ki je zajedla vanjo že prav globoko dolino. V ozadju se dviga iznad nje Udin boršt (I B), ki je na tej strani prav malo razčlenjen ter nam nudi verno sliko nekdanje ravnine oziroma vršaja Tržiške Bistrice*

seboj. V območju kokrškega vršaja in na Kranjsko-Sorškem polju pa »visoka terasa« povečini že potone pod mlajšo prodno nasutino.

Pri tem naj še naglasimo, da je približevanje obeh akumulacijskih površin posebno od izliva Tržiške Bistrice navzdol proti Kranju izredno hitro. Vsiljuje se predstava, kot da je tod množina prodne nasutine zaradi nasipanja Save ter istočasnega nanosa proda po dolini Tržiške Bistrice in Kokre še posebno hitro narastla in so reke začele nasipati prod tudi preko korit po starejših konglomeratnih terasah. Ob tem ne smemo prezreti dejstva, da pritekata Tržiška Bistrica in tudi Kokra neposredno iz visokogorskega sveta in da sta odlagali veliko proda že neposredno ob vstopu na ravnino. Po tako obsežnih in izrazitih vršajih sta reki dosegli Savo in jo zajezevali s svojim obilnim prodom. Pri tem po našem mišljenju niso nastajala jezera, marveč je vse to nasipanje le pospešilo naraščanje debeline prodne odeje in povzročilo, da so reke dosegle višino »visoke terase« I. in začele nasipati prod tudi po njej.

Pri tem nasipanju so se odložile še čez 80 m debele plasti proda, ki je v povrhnjih plasteh povečini še nesprijet, globlje pa je opaziti že rahlo zlepljenost posameznih plasti (glej sl. 14). Za to nasutino je značilna razmeroma hitra menjava nesprijetih in sprijetih ter delno zlepljenih plasti. Ta oblika konglomeriranosti proda je tako svojska, da

je ni mogoče zamenjati s konglomeratom v I. terasi, ki je kompaktno zlepljen že v več metrov debelih plasteh, še manj pa s konglomeratom v še višjih in še starejših terasah.

Pri podrobnem ogledu odnosa med prodno nasutino na površini terase (II) in delno konglomeriranimi plastmi pod njo se je pokazalo, da se debelina prodne nasutine zelo spreminja. Najdebeljše (tudi več ko 8 m) so nesprijete plasti ob Savi. Stik med prodom in med delno zlepljenimi plastmi II. terase pod njim nam lepo pokaže prodna jama na levi strani Zgoše južno od Ledevnice. Razkrivajo ga tudi številne golice in manjše prodne jame proti Ljubnemu in še naprej proti vzhodu. Naj opozorimo samo na prodno jamo med Ljubnim in koto 450 m ter sosednjo, vzhodno odtod pod koto 448 m. Na površje seže tod delno sprijeti prod samo na desni strani Lipnice, nasproti Pustega gradu ter na drugi strani Save v klancu stare gorenjske ceste nad Dobrim poljem, kot smo lahko opazovali v obsežnih prodnih jamah.

Nekoliko drugačne so razmere ob Tržiški Bistrici. Tu je več proda le na terasah na desni strani doline, posebno nad Dolenjo vasjo, kjer debelina prodne odeje še preseže 6 m. V terasi na levi strani doline, ki se širi v obliki obsežne ravnine od Pristave proti Naklemu, pa seže delno sprijeti prod vse do vrha terase; izjema je le severni del terase nad Retnjami, ki ga prekriva nekaj metrov debela plast proda.

Pri podrobnem ogledu teh teras smo postali pozorni tudi na različno preperelost. Kjer je vrhnji del terase iz proda, opazimo na po-



Sl. 14. *Tako široko je razkrit prod v II. terasi pri Polici. Precej enakomerna menjava sprijetih in nesprijetih plasti, značilna za nasutino iz predzadnjega poledenitvenega obdobja (tretja poledenitev — starejši würm ali mlajši riss)*



Sl. 15. *S tako debelo rjavo rdečo preperelino je prekrit prod v II. terasi iz predzadnjega poledenitvenega obdobja (tretja poledenitev). Na sliki, posneti v prodni jami pri Polici, se dobro vidijo tudi žepi (↓), s katerimi se vriva preperelina navzdol v prod. Razmeroma ostra meja med preperelino in prodom. Bolj ilovnat in s kovinskimi oksidi prepojen spodnji del prepereline označuje nekoliko temnejši ton*

vršju le tenko plast rjave prepereline, ki je v vsem podobna tisti na mlajših, nesporno würmskih morenah v Blejsko-radovljiški kotlini. Povsod tod meja med preperelino in spodaj ležečim prodom še ni ostra in se nahajajo v preperelini še številni apniški in dolomitni prodniki. Drugje, kjer seže delno sprijeti prod vse do vrha terase, pa je preperelina veliko debelejša. Pod okrog 0,30 m debelo plastjo rjave prhke prepereline sledi še okrog 0,30—0,75 m debel sloj rjavo rdečkaste ilovice s številnimi silikatnimi prodniki, ki razločno kažejo izdatnejšo preperelost teh površin. Tudi meja med preperelino in prodom pod njo je tukaj veliko jasnejša in ostrejša in, kar je še posebno značilno, vsa vegasta (glej sl. 15). Marsikje smo lahko opazovali, kako se preperelina v obliki pravih globokih žepov zajeda navzdol v prod. Nobenega dvoma ni, da so ti žepi zasnutek veliko globljih zajed, ki smo jih opazovali na stiku med preperelino in konglomeratom v »visoki terasi« I in še bolj širokopotezno v še višjih, še starejših terasah (IA a in IA).

Za večjo starost prodne ravnine II. terase na levi strani Tržiške Bistrice govori poleg delne zlepljenosti proda in globlje preperelosti tudi še znatnejša razčlenjenost teh površin. Pri tem ne mislimo toliko na globoko zajedno dolino, ki se vleče izpod Žiganje vasi proti jugo-

zahodu, marveč še veliko bolj na prostorno dolino, ki se pričenja pod Spodnjimi Dupljami in se posebno v območju Naklega močno razširi in poglobi. Izdolble so jo vode pritekajoče izpod Spodnjih Dupelj, Strahinja ter trikotne »visoke terase« med Žejami in Strahinjem. Prav ob dolinicah, ki dovajajo snežnico in dežnico s trikotne »visoke terase« I se prvotna ravnina severozahodno od Naklega z okrog 3 m visoko in precej izrazito ježo spusti v to dolino. Navzdol proti Naklemu pa višinska razlika med prvotno ravnino in dnom Nakelske doline močno naraste, saj se nahaja fragment prvotnega dolinskega dna zahodno od tega kraja že okrog 5 m nad današnjim. Na podobno visoki terasi stoji na nasprotni strani doline tudi vas Malo Naklo. V sveže skopani prodni jami v tej terasi in pa v obsežni prodni jami na nasprotni strani doline se lepo pokaže hitra menjava sprijetih in nesprijetih ter že delno zlepljenih plasti, ki je tako značilna za vso široko teraso na levi strani Tržiške Bistrice. Isto gradivo sestavlja tudi teraso, na kateri stoji vas Polica in na nasprotni strani doline vas Okroglo. Zato skoraj ne moremo dvomiti, da je ta prodna terasa, ki se dviga tu že okrog 8 m nad današnjo ravnino, ekvivalent opisanim terasam na obeh straneh Naklega (5 m) in ravnini južno od Žej, ki se proti vzhodu s precej strmim pregibom spusti proti Nakelski dolini.

S podrobno preučitvijo odnosa med najnižjimi deli Nakelske doline in fragmentarno ohranjenimi ostanki nekdanje prodne ravnine se je še bolj jasno pokazalo, da imamo tu opravka s pravo dolino, izdolbeno v »maljšem zasipu« in da je njen strmec veliko večji, kot ga je imela prvotna ravnina.

Pri podrobnem študiju te mlade doline pa smo se zaustavljali tudi ob zelo značilni in nenadni zožitvi te doline med Polico in Okroglim. Pri tem se je pokazalo, da je dolina ozka le tam, kjer je vrezana v konglomerat, medtem ko se proti Naklemu, kot tudi proti Struževemu, kjer je vdolbena v prod, močno razširi. Pri podrobni raziskavi smo tudi ugotovili, da je južno od najožjega dela doline proda le nekaj metrov na debelo ter se pod njim povsod kaj kmalu pojavi konglomerat »visoke terase«. Severno od nje pa se konglomerat hitro neha ter opazujemo v vseh širokih in še čez 20 m visokih golicah v prodni jami pri Polici, ki seže daleč proti severu, samo še delno sprijet prod. Videti je torej, da je potekala pred tem nasipanjem Nakelska dolina med Okroglim in Polico severneje od današnje in da je mlajša dolina, ki je nastala po tej prodni akumulaciji, epigenetsko zarezana v konglomerat »visoke terase«.

Vse te ugotovitve so torej še potrdile naše domneve, ki jo izkazujejo tudi pedološke raziskave, da je terasa na levi strani Tržiške Bistrice starejša kot površine, ki jih sestavlja še povsem sveži prod na desni strani Tržiške Bistrice in tudi navzgor ob Savi proti mlajšim čelnim morenam. Vse to pa nam je bilo obenem tudi jasno opozorilo, da moramo med odložitvijo proda, ki je že delno zlepljen ter povsem svežimi prodnimi plastmi računati s prav dolgotrajno prekinitvijo nasipanja.

Zanimive so tudi ugotovitve, do katerih smo prišli pri preučevanju ledeniških sledov iz najmlajših poledenitvenih obdobij. Tu mislimo na sledove tistih poledenitev, ki so mlajši kot globoko preperele morene prve in druge poledenitve (mindel in riss — morda starejši riss) ter ustrezne konglomeratne terase (I A in I). Gre torej za morene, ki po svoji preperelosti in drugih značilnostih nekako sovpadajo z obdobjem mlajših nasipanj oziroma z »mlajšim zasipom«. Tudi v okviru te mlajše morenske pokrajine moramo ločiti morenske nasipe dveh močno samostojnih poledenitvenih obdobij. Predzadnjo poledenitev bomo imenovali tretja poledenitev (würm I ali mlajši riss), zadnjo pa četrta poledenitev (würm oziroma würm II).

Za morenske nasipe tretje kot tudi četrte poledenitve je značilno, da so morfološko še vedno zelo izraziti ter da jih ni mogoče zamenjati z morenami druge (riss — morda starejši riss) ali pa celo najstarejše doslej ugotovljene prve poledenitve. Pri podrobnejšem ogledu se je sicer pokazalo, da so bile tudi morene tretje poledenitve izpostavljene dokaj intenzivnemu preoblikovanju, toda ne v takem obsegu, da bi motilo splošen vtis mladosti teh nasipov. Opazili smo predvsem deformacije, do katerih je prišlo pri trajnejšem zadrževanju snega na osojnih straneh, ki je z ustvarjenjem snežnih niš še prispevalo k strmini teh delov nasipov in tako k vsaj navidezni mladosti teh moren. Zato nas ne preseneča, da so imeli dosedanji raziskovalci morene tretje in četrte poledenitve oziroma faze povsod, kjer so tesno ene ob drugih, za nasipe ene in iste, nesporno würmske poledenitve.

Šele podrobnejši ogled je pokazal, da moramo v okviru teh moren računati z nasipi dveh poledenitev, med katerima je bilo dolgo vmesno obdobje. Ugotovili smo, da so starejši nasipi prekriti z okrog 0,50—1 m debelo preperelino. Na slemenih morenskih hrbtov je prepereline povečini nekaj manj, na vznožju pa je je še čez 1 m na debelo. Značilno za te morene je še, da apniške skale skoraj ne sežejo več na površje. Tam dosledno prevladujejo porfiritni bloki ter najraznovrstnejši tufi, in peščenjaki torej kamenine, ki so se edine ohranile tudi v sami prepereli odeji. Apnenec se pokaže in povsem prevlada v teh morenah šele pod to debelo preperelino. Razkrivajo nam ga številni, globoko v morene zarezani kolovozi. Prav ob ugotovitvi, kako je med apnencem in dolomitom v morenah malo eruptivnih kamenin ter peščenjakov, nam je postalo jasno, kako debele plasti morene so morale prepereti, da je nastala tako debela preperelina s tolikšno količino keratofirja, tufov ter peščenjakov.

Dosti mlajši videz pa kaže preperelina na morenah mlajše, četrte poledenitve. Na splošno je veliko tanjša in bolj prhka in v nasprotju z rjavo rdečim odtenkom na starejših morenah bolj rjave barve. V njej so se značilno ohranili še številni apniški in dolomitni prodniki. Iz talnine morene segajo tudi na površje, kjer podobno kot v osnovi docela prevladujejo. Zato tudi prehod med moreno in preperelino tu ni tako oster kot pri starejših nasipih. Vse to so nam bila tehtna znamenja za upravičenost domneve, da so te morene mlajše.



Sl. 16. *Pogled z moren četrte poledenitve (4) na vas Brda in po Brdski planoti proti Jelovici. Na levi lep morenski nasip iz predzadnjega poledenitvenega obdobja (tretja poledenitev — 3); izkrčene površine na desni so prekrite z veliko starejšimi in globlje preperelimi morenami druge poledenitve (2 — riss)*

O upravičenosti takih zaključkov nas je prepričala tudi ugotovitev, da so porfiritni in tufski bloki na morenah tretje poledenitve veliko globlje prepereli, kot na nasipih zadnje, četrte poledenitve. Tako sežejo svetlejši, pogosto z železovimi oksidi obarvani pasovi, ki izkazujejo globino najintenzivnejše preperelosti drobirja, pri starejšem morenskem drobirju okrog 2—3 mm globoko, pri mlajših morenah pa le okrog 0,1 mm—0,5 mm, v prav izjemnih primerih še nekaj več. Razlika se pokaže še v tem, da je ta zunanji svetlejši pas na drobirju starejših moren zelo izrazit in enakomerno oblikovan, medtem ko je pri mlajših zelo neizrazit ter se v plitvih zajedah vriva v kamnine (do 0,5 mm). Videti je, da je seglo preperevanje nekoliko globlje le tam, kjer je kamnina nekoliko manj odporna oziroma mehanično natrta.

Na tej podlagi smo lahko s precejšnjo natančnostjo ločili morene tretje in mlajše četrte poledenitve. Na Brdski planoti opazujemo morene tretje poledenitve (starejši würm ali mlajši riss) takoj vzhodno od starih, zelo preperelih moren, ki jih označujeta koti 552 m in 551 m; sestavljajo pa tudi vsa južna in zahodna pobočja Dobrave (koti 598 in 538 m — glej sl. 16). Tu sestavljajo morene četrte poledenitve dejansko samo vrh in severni del Dobrave s kotama 598 m in 538 m. Morenski nasipi četrte poledenitve so se tu samo naslonili na morene

tretje poledenitve ter dajejo prav zaradi tega tako mogočen videz. Z morenami tretje poledenitve je prekrit tudi hrbet severozahodno od Pustega gradu.

Tudi na levi strani Save smo opazovali, kako je bila tretja poledenitev obsežnejša kot četrta. Z njenimi morenami je prekrita »visoka terasa« I Bratranica in Ledevnica severno od glavne ceste, medtem ko se je južno od tod ledenik nanjo samo naslonil. S to poledenitvijo povezujemo talno moreno v grapi Zgoše, ki jo ugotavlja že Grimšičar (22). V območju šmidolskih moren uvrščamo k tretji poledenitvi samo pogozdeno najvišjo vzpetinico, severno od kote 498 m, medtem ko pripisujemo same šmidolske nasipe že mlajši, četrti poledenitvi.

Tudi v morenski pokrajini med vasmi Hlebce, Hraše in Studenčice smo ugotovili, da imamo opravka z morenami zadnjih dveh poledenitev, vendar jih doslej še nismo podrobneje razčlenili.

Tako so naša preučevanja pokazala, da imamo tudi v okviru mlajše morenske pokrajine podobno kot v »mlajšem zasipu« dve samostojni fazi; v nekdaj poledenelem svetu dva sistema različno preperelih moren, izven njega, v območju »mlajšega zasipa«, pa dvoje različno preperelih in zlepljenih nasipov. Ob tem se nehote postavlja pred nas vprašanje, v kakšnem odnosu sta ti dve poledenitvi do teh dveh zasipov?

Nekaj nam pove o tem že ugotovitev, da je preperelina po starejših morenah povsem podobna preperelini na akumulacijskih površinah iz starejšega obdobja »mlajšega zasipa«, medtem ko ustreza preperelina po mlajših morenah preperelemu površju mlajših akumulacijskih površin. To nam je bilo zelo tehtno opozorilo, da je med obema poledenitvama in nasipanjima tesna morfogenetska zveza.

Preden preidemo k ostalim problemom, ki so povezani s temi stiki, je morda prav, da se še nekoliko zaustavimo pri stratigrafskih razmerah na stiku med ledeniškimi in drugimi akumulacijskimi sedimenti na vzhodnem in jugovzhodnem obodu Blejsko-radovljiške kotline. S stratigrafskimi problemi Blejsko-radovljiške kotline se je ukvarjal že Ampferer, ki je v profilih pri Bodeščah pod zgornjo, nedvomno würmsko talno moreno ugotovil jezerske sedimente in pod njimi še eno starejšo talno moreno. Po njegovem mnenju pripadata talni moreni dvema ledenima dobama (1).

Kuščer je spodnjo talno moreno podrobno raziskal in ugotovil, da ji je mogoče slediti v golicah ob Savi v vsem območju Blejsko-radovljiške kotline in da se začne v smeri proti Radovljici zelo hitro dvigati (30). Po njegovih ugotovitvah pride v Obli gorici in v šmidolskih morenah že na površje. Za temi nasipi je po Kuščerjevih ugotovitvah nastalo čez 70 m globoko jezero, ki je izpolnjevalo večji del Blejsko-radovljiške kotline in seglo še daleč navzgor v dolino Save Bohinjke. Morenski nasipi nad vasjo Selce ter na levi strani Save Dolinke zahodno od Lesc bi bili po teh ugotovitvah veliko mlajši, saj ležijo prav na teh jezerskih sedimentih, glede starosti enih in drugih pa se Kuščer ne izreče. Meni le, da je bil vmes neki daljši würmski interstadial ali celo interglacialna doba. Tako označuje morene pri

Šmidolu kratkomalo kot nasipe predzadnje poledenitvene faze, morene takoj nad Savo Dolinko zahodno od Lesc pa kot morene zadnje poledenitvene faze. Čelna kotanja velikega jezera, ki bi obstojala med obema fazama, je bila eksarativnega porekla. Izdolbel bi jo ledenik v predzadnji poledenitveni fazi; s svojo izredno eksarativno močjo bi izpodrinil še čez 70 m debelo plast proda, ki bi se odložil v obdobju tik pred to poledenitvijo. Izpodrinjeno gradivo bi se odložilo v morenskih nasipih na obodu čelne kotanje (30).

Ko posegamo v razpravo o teh problemih, naj ponovno omenimo, da imamo v okviru mlajše morenske pokrajine, ki ustreza v glavnem Kuščerjevi predzadnji poledenitveni fazi, opravka z morenami dveh poledenitvenih obdobij (tretja in četrta poledenitev). S katero od obeh poledenitev naj torej povežemo starejšo moreno v dnu Blejsko-radovljiške kotline? Pri iskanju odgovora na to vprašanje nam je bila važen kažipot ugotovitev, da kažejo v mlajši morenski pokrajini globljo preperelost samo morenski nasipi tretje poledenitve; nasipi četrte poledenitve, kjer je preperelina le tenka, so povsem podobno prepereli kot nasipi neposredno nad Savo Dolinko zahodno od Lesc, ki jih uvršča Kuščer k zadnji poledenitveni fazi. Že samo na osnovi tega je mogoče sklepati, da moramo računati z glavnim toplejšim presledkom in z ojezeritvijo med odložitvijo moren tretje in četrte poledenitve, medtem ko med odložitvijo moren iz viška četrte poledenitve in nasipi neposredno nad Savo Dolinko ni računati z daljšim obdobjem. Sploh pa se nam ne zdi mogoče, da bi tu vmes obstajalo v Blejsko-radovljiški kotlini obsežno jezero, z vsem širokopoteznim in dolgotrajnim nasipanjem, po katerem bi utegnilo priti še celo do delne zlepljenosti nekaterih plasti. Verjetneje je, da je obstojalo jezero v obdobju med tretjo in četrto poledenitvijo in da pomenijo morene neposredno nad Savo Bohinjko severozahodno od Radovljice in Lesc samo zastoj v umiku ledenikov z moren četrte poledenitve. Ta domneva je še pridobila na tehtnosti ob ugotovitvi, da se ledeniško gradivo četrte poledenitve na levi strani Save ne kaže samo v morenah pri Vrbi, Hrašah in pri Šmidolu, marveč ji pripadajo tudi morene zahodno od tod v Obli gorici ter talna morena v sami ježi III. terase proti Lescam in Bregu. Ta talna morena pomeni že direkten stik z nasipi neposredno nad levo stranjo Save Dolinke severozahodno od Radovljice in Lesc, za katerega ugotavlja že Kuščer, da ležijo neposredno na deltastih plasteh največjega doslej ugotovljenega jezera v Blejsko-radovljiški kotlini.

Talna morena v III. terasi je povečini prekrita s prodom, ki je povsem nesprijet ter se tako že na zunaj loči od starejšega, delno cementiranega proda v jezerskih deltastih plasteh pod njo.

Talno moreno in na njej odloženi prod so nam še posebno imenitno razkrile široke golice v ježi III. terase, ki so jih skopali pri razširitvi železniške proge severozahodno od Lesc. Tam smo takoj severozahodno od cestnega mostu čez železnico opazovali samo dobro sortiran, nesprijet prod, v katerem je poleg 5—15 cm debelih prodnikov in redkih še debelejših skal izredno veliko tudi sipkega, drobnejšega in celo prav



Sl. 17. *Pri postavljanju železniških tirov so razkrili v ježi III. terase severozahodno od Lesc poleg proda tudi številne izredno debele skalne bloke, ki jih je mogel prinesti sem le ledenik*

drobnega ilovnatega gradiva. Takšne frakcije so za fluvioglacialno nasutino v bližini ledenika še posebno značilne. Pod tem prodom sledi talna morena s številnimi, zelo lepimi oraženci in tolikšno množino ilovice, da se ob njej zadržuje voda. Vanjo so skopali delavci tudi plitve vodnjake in jo tako razkrili tudi v globino. Dalje proti severozahodu se med prodom poveča število debelejših skal. V golicah pri vzponu proge na samo tretjo teraso pa opazujemo med nasutino tudi izredno številne balvane, ki še presežejo dolžino dveh metrov (glej sl. 17). Tudi vse to gadivo je zelo slabo sortirano. Vmes je tudi tu veliko peska pa še finejših delcev. Zaradi številnih blokov ter tudi ostalih značilnih znakov se vsiljuje predstava, da se je odlagalo to gradivo v neposredni bližini ledenika, morda celo v samem območju ledeniških vrat, kjer je voda izpod ledenika sproti zasipala velike bloke, ki so se luščili iz ledu. Tudi je vsa ta prodna in morenska nasutina še povsem sveža ter nesporno dokazuje, da je nastajala ob zadnjem umikanju ledenika s tega področja. Po vsem tem smo še bolj prepričani, da je nastalo velikansko jezero v Blejsko-radovljiški kotlini po umiku ledenika z moren tretje poledenitve. V zadnji, četrti poledenitvi je segel ledenik preko jezerskih sedimentov in se naslonil pri Šmidolu, v Dobravi, pa tudi drugje na morene predhodne, tretje poledenitve. Ob sledečem krčenju ledenikov je prišlo do poglavitnga zastoja nekako ob ježi tretje terase, nato pa spet na samih nasipih že neposredno nad današnjim koritom Save

Dolinke, za katere je menil Kuščer, da so rezultat samostojne poledenitvene faze (30).

Razen opisanih spodnjih in zgornjih moren, ki preidejo tudi v čelne nasipe, opozarja Grimšičar (22) tudi na srednje morene. Nanje smo zadeli tudi mi! Menimo, da jih gre povezovati z enim od večjih ponovnih sunkov ledenika, do katerega je prišlo ob splošni tendenci umikanja ledenikov z moren tretje poledenitve. Tudi to srednjo moreno prekrivajo namreč že delno zlepljene deltaste plasti proda, s katerim se je v sledeči daljši topli dobi zasulo jezero in v kateri je prišlo tudi do delnega cementiranja samega proda.

Šele po tem pregledu značilnosti obeh mlajših zasipov in ledeniških sedimentov se lahko vrnemo k že zastavljenemu vprašanju: v kakšnem odnosu sta ugotovljeni poledenitvi do vsega tega nasipanja? Tega vprašanja so se doslej lotevali že številni raziskovalci. Opozorimo naj le na Brücknerja (45) in Melika (37; 34), ki od vseh dosedanjih raziskovalcev še najbolj dosledno zastopata stališče, da je vse to nasipanje povezano z ledeniki zadnje poledenitve. V nasprotju z njima pa prihajata Ampferer in kasneje Kuščer do drugačnih zaključkov (1; 30). Po Ampfererjevi ugotovitvi bi močni erozijski fazi, ob kateri je prišlo do globokega razrezovanja »visoke terase« I, sledila najprej poledenitev, nato bi šele prišlo do nasipanja »mlajšega zasipa« (1). S to poledenitvijo povezuje že večkrat omenjeno talno moreno, ki jo ugotavlja pri Bledu globoko pod jezerskimi in drugimi sedimenti. Kuščer pa v nasprotju s temi dognanji domneva, da je po eroziji prišlo najprej do nasipanja, ki bi se zaključilo v višini II. terase, nakar bi šele sledila poledenitev. Ledenik bi v predhodno odloženo nasutino izdolbel še čez 70 m globoko kotanjo in odložil ob svojem čelu po površju II. terase morene, ki se vrste od Sv. Katarine preko Vrbe, Studenčic, Hraš, šmidolskih moren in preko zahodnega dela pustograjskega hrbta do brdskih moren. Tako sklepa Kuščer na osnovi ugotovitve, da je ustrezna talna morena z oddaljevanjem od čelnih moren proti Bledu čedalje globlje pod površjem in da je pod njo povsod prod, le-ta pa prevladuje tudi v morenah samih. Obema avtorjema je skupna torej samo ugotovitev, da med poledenitvijo in mlajšim zasipom ni genetske zveze.

Zaradi tako različnih pogledov smo se lotili te problematike še posebno previdno. Pri tem smo se še posebej veliko zaustavljali ob površinskih oblikah na stiku med morenami in prodno nasutino pred njimi, zanimala pa nas je tudi sama nasutina, saj nam prav ona omogoča še bolj jasen vpogled v procese in v vso zapleteno problematiko zvez med površinskimi oblikami in procesi, ki so jih oblikovali.

Pri tem smo ugotovili, da je zadnja (četrta) poledenitev močno deformirala številne sledove predzadnje (tretje) poledenitve in da se je ohranila terasa, ki bi jo bilo mogoče povezovati s tretjo poledenitvijo, samo še v skromnem fragmentu na desni strani Lipnice nasproti Pustega gradu. Hiter dvig te terase proti morenskim nasipom tretje poledenitve nam je bilo prvo tehtno opozorilo, da je njena oblika in nasutina tesno povezana z nasipanjem voda, tekočih izpod ledenika. O tem smo

se še bolj prepričali ob podrobnejšem ogledu samega gradiva, ki jo sestavlja. Ogled sta nam omogočili dve prodni jami: prva je oddaljena od moren 150 m, druga pa 350—400 m. V prvi, ki je za hišo nad križiščem, kjer se od glavne ceste po dolini Lipnice ločijo poti proti Kolnici in vasi Brda, je mogoče poleg debelega proda z obilico že prav debelih skal opazovati tudi veliko drobnega peščenega gradiva. Vse gradivo je skoraj povsem nesortirano ter kaže znake hitrega nasipanja, ki je tako značilno za ledeniške potoke. Že večkrat je bilo v literaturi podčrtano, kako so ledeniški potoki preobremenjeni s prodom in kako odlagajo obilo drobirja že takoj, ko se deroče vode ob pritoku izpod ledenika umirijo (72). Za ledeniško poreklo tega gradiva govorijo tudi redki oraženci, ki smo jih našli v tej nasutini. Značilno pa je zanjo še to, da je drobir že rahlo zlepljen. V prodni jami, ki se nahaja okrog 200 m jugovzhodno od pravkar opisane pa je prod že veliko bolj droban in tudi veliko bolj sortiran. Ves ta prod prekriva okrog 1 m debela plast rjavo rdeče prepereline, ki nas v vsem močno spominja na preperelost moren tretje poledenitve. Sledovi kemičnih procesov se kažejo tudi tod v delni konglomeriranosti nasutine. Opaziti je mogoče podobno hitro menjavo sprijetih in nesprijetih plasti v spodnjih delih delih mlajšega zasipa in po široki ravnini na levi strani Tržiške Bistrice. Prav po tej sprijetosti se nasutina lepo loči od konglomerata v »visoki terasi« in, kot smo že omenili, tudi od povsem sveže nasutine četrte poledenitve.

O pravilnosti naših pogledov smo se še bolj prepričali ob ogledovanju še veliko bolj jasnih sledov, ki nam jih je zapustila zadnja, četrta poledenitev. Za desno stran Save smo že rekli, da se je ledenik v Dobravi ob zadnji, četrti poledenitvi samo naslonil na morene starejše, tretje. Zato je bilo tu nasipanje le neznatno, z njim je nasuta le dolinica takoj zahodno od Dobrave. Nekoliko več proda je bilo tod prenešenega le po dolini Lipnice, vendar je tudi tu kasnejša erozija odnesla veliko gradiva ter je tako stik med morenami in ustrezno akumulacijo močno deformiran in nejasen.

Dosti boljši vpogled v ta stik smo dobili na levi strani Save. Tu se lepo pokaže, kako se širijo na zunanji strani čelne kotanje, ki jo omejujejo morenski nasipi med Vrbo, Hrašami in vasjo Hlebce ter s presledkom spet šmidolske morene, obsežne prodne površine, ki jih že Melik povezuje z nasipanjem voda tekočih izpod ledenikov ter z nasipanjem Save Dolinke, ki je udrla v tej dobi ob robu Bohinjskega ledenika proti vzhodu. Kasneje je Ilešič uvrstil vse te površine k II. terasi ter se, podobno kot kasneje Kuščer, veliko bolj previdno izrazil o genezi teh površin, saj se je ob vsem močno naslonil na Ampfererjevo tezo, da bo gledati v teh akumulacijskih površinah najvišjo ravnino »mlajšega zasipa« (34; 26; 30).

Za obravnavo tega vprašanja so še posebno ugodne razmere v območju šmidolskih moren. Šmidolski nasipi namreč skoraj neopazno preidejo v močno proti vzhodu nagnjeno akumulacijsko ravnino II. terase. Ta naklon II. terase je vse prevelik, da bi bilo mogoče gledati v njej

ostanek nekdanje prostrane ravnine, ki bi se širila prvotno še naprej proti severu in severozahodu. S takim tolmačenjem bi težko razložili tudi počasen prehod med morenami in teraso. Razen površinskih oblik, ki izkazujejo genetsko zvezo med morenami in prodno nasutino, nas je prepričala o tem tudi sestava proda v terasi. Najboljši vpogled v njeno gradivo smo dobili ob sami Zgoši južno od Bratranice. Tu se pokaže v dnu profila slabo sortiran prod z veliko količino peščenega gradiva in oraženci. Nad njim sledi že omenjena morena tretje poledenitve z velikimi balvani in šele nad njo leži povrhnja plast proda četrte poledenitve, ki sestavlja površje II. terase. Ta prod je nekoliko drobnejši kot tisti pod moreno. Še vedno je razmeroma slabo sortiran in tudi v njem je veliko peščenega gradiva. Z genetskega vidika je pomembno tudi, da smo našli v tem gradivu nekaj lepo oraženih skal. Tako v še čez 15 m visokih golicah nismo našli proda, ki bi ga mogli pripisati interglacialnemu nasipanju. Povrhnje plasti in morena pod njimi so imenitno razkrite tudi ob Zgoši severno od Bratranice in južno od glavne gorenjske ceste. Tudi tu je prod slabo sortiran, sestavljajo ga zelo različno debeli kameninski kosi s peskom in celo s še finejšim gradivom. Ker pa je golica bliže morenskim nasipom, smo našli vmes tudi še nekatere skoraj povsem nepoškodovane oražence. Povsem podobno nasutino nam razkrivata tudi prodni jami na obeh straneh Zgoše, takoj nad glavno gorenjsko cesto ;v večji na levi strani Zgoše je prod še sedaj lepo razkrit; manjšo zahodno od te pa so že zasuli. Vsa ta opazovanja so nas torej še bolj prepričala, da je prod v II. terasi zahodno od šmidolskih moren tesno povezan s procesi, ki so spremljali zastajanje bohinjskega ledenika na morenah zadnje poledenitvene faze pri Šmidolu.

Podobno zvezo med morenami in nasipanjem izkazujejo tudi golice v II. terasi severozahodno od hraških moren. Tod sicer moren zadnjih dveh poledenitev še niso podrobneje ločili, vendar, kar je poglavitno, smo tudi tod ugotavljali tesno zvezo med ledeniki in nasipanjem. Že na začetku moramo podčrtati, da je tod II. terasa zelo zapletene sestave in da je mogoče ugotavljati na njej cel sistem rahlih zastojev in ustreznih nasipanj ter sledečih umikov ledenika. Splošen naklon II. terase proti jugovzhodu potrjuje Melikovo domnevo, da je pri njenem oblikovanju in nasipanju sodelovala Sava Dolinka in vode, ki so tekle ob robu ledenika (34). Pri podrobnem ogledovanju površja terase pa smo postali pozorni tudi na tri dokaj izrazite ježe (2—3 m), ki potekajo vzporedno z glavno ježo II. terase. Za to ježo je že Melik postavil domnevo, da pomeni mejo med nekdanjim ledenikom in nasutino, ki so jo nasule vode izpod ledenika. Postali smo pozorni tudi na akumulacijo Save Dolinke, ki bi našla ob takratnem robu bohinjskega ledenika pot proti vzhodu. V morfološkem pogledu je prišla ta ježa do veljave šele ob prvem krepkem umiku bohinjskega ledenika (34). S podobnimi zastoji in umiki bohinjskega ledenika tolmačimo tudi že omenjene tri ježe na površju II. terase. Do tega zaključka nas je pripeljala predvsem ugotovitev, da potekajo te ježe vzporedno z

glavno in pa, kar je za naše tolmačenje še posebno pomembno, da so akumulacijske površine nagnjena stran od jež proti severovzhodu. To pomeni, da je prišlo ob vsakokratnem zastoju bohinjskega ledenika tudi do prav izdatnega nasipanja. Našo predstavo, da gre pri teh ježah zares za nekdanjo mejo med ledenikom in nasutino izpred njega, je še podkrepila ugotovitev, da se javlja v ježah poleg proda dosledno tudi morena in da pride v obliki manjših morenskih hrbtov tudi na površje. Bolj sklenjeno so se ohranili ti nasipi tudi v treh ali štirih večjih morenah med vasjo Hlebce in Studenčice. Sem smo uvrščali prvotno tudi v smeri moren razpotegnjeno vzpetino s koto 533 m, kasneje pa so nam obsežne golice na njenem vzhodnem koncu pokazale, da jo sestavlja v glavem le delno konglomerirani prod, ki je v vsem podoben nasutini tretje poledenitvene faze in da morena to gradivo samo prekriva. Videti je, da je prišlo do odlaganja proda v enem od velikih rovov pod ledenikom in da ga je morena kasneje, ko se je led nad njim stalil, samo prekrila.

Za naša premotrivanja je poglavitno, da je mogoče v vsem območju II. terase konstatirati tesen stik med morenami in nasipanjem. V številnih 1—2 m globokih jarkih, ki so skopani tod, smo mogli ta zapažanja še poglobiti, obenem pa smo dobili tudi zelo dober vpogled v sestavo proda. Tudi tod je prod, podobno kot v terasi na zunanji strani šmidolskih moren, zelo slabo sortiran in zelo pestre granulacijske sestave; med debelimi prodniki je tudi veliko drobnejšega gradiva in celo peska ter še drobnejših drobcev. Opravka imamo torej s povsem istim gradivom, kot smo ga videli tudi drugje v II. terasi ter smo zanj že rekli, da je tipičen za fluvioglacialno nasutino.

Na genetsko zvezo proda s poledenitvijo pa so nas opozorila še nekatera druga dejstva, ki so bila doslej povsem neopažena. Vprašanja namreč, zakaj izstopajo v fluvioglacialni nasutini temnosivi in svetlejši apniški prodniki tako kontrastno, dolgo časa nismo znali posrečeno raztolmačiti. Stvari so se začele jasniti šele ob ugotovitvi, da so vsi ti kontrasti pri morenskem gradivu še močnejši. S tem je bilo jasno nakazano, kam moramo usmeriti naš pogled. Preučevanja so pokazala, da povzroča te razlike različna obdelava enega oziroma drugega gradiva. Pri študiju morenskih skal se je pokazalo, da izstopajo na temnejših apnencih, kjer so te razlike še najbolj vidne, v svetlejšem barvanem odtenku le raze, ki so dale ledeniškim skalam tako značilno ime oraženci. Druge površine, ki niso oražene, pa so povsem podobno sveže barve, kot jo ima kamnina sama. Bistveno drugačno sliko pa nam kažejo fluvialno pretransportirani prodniki iste petrografske in barvne sestave. Ti kamninski kosi so obtolčeni in odrgnjeni po vsej površini, čeprav seveda najmočneje na najbolj izpostavljenih površinah. Prav zaradi tako splošne obtolčenosti se svetlejša prevleka, ki se omejuje pri moreni le na raze, razpotegne tu preko širših površin, kar vse močno zmanjšuje barvno kontrastnost gradiva. Zato je površina fluvialno pretransportiranega proda na splošno nekoliko svetlejše barve kot je barva matične kamenine. Prav zaradi tega barvni kontrasti

med različno močno sivo obarvanimi apnenci v tej nasutini niso tako močni.

In kakšno mesto zavzema v tem pogledu fluvioglacialni prod? Raziskave so pokazale, da pomeni to gradivo tudi v tem pogledu nek prehod; razvijalo se je namreč v dveh medijih, najprej v ledu, nato pa v normalno tekoči vodi. Med kamninskimi kosi, katerih površine so že močno obtolčene, zasledimo pri fluvioglacialni nasutini zelo pogosto tudi drobir, pri katerem so obtolčeni samo najbolj izpostavljeni robovi in vogali, vmes pa so tudi skale, ki v tem pogledu še niso doživele večjih sprememb. Prav zaradi tega so barvni kontrasti v tej nasutini večji. Prav ta prehodni značaj obdelanosti fluvioglacialnega proda je še podkrepil že večkrat podčrtano predstavo o stiku med poledenitvijo in nasipanjem proda v drugi terasi.

Tehtno podkrepitev naših rezultatov smo dobili tudi z merjenjem zaobljenosti različnega proda v območju Blejsko-radovljiške kotline in navzdol ob Savi. Za merjenje smo jemali prod iz »mlajšega zasipa«, nadalje iz deltastih plasti velikega jezera, ki je nastalo ob umiku bohinjskega ledenika, kot tudi iz današnje struge Save.

Za merjenje smo uporabili metodo, ki jo je za geomorfologijo uporabno izdelal Cailleux (13), pozneje pa so jo izpopolnili še Tricart (46), Poser-Hövermann (46) ter Richter (52).

Po tej metodi se izmeri indeks zaobljenosti tj. $\frac{2\,r}{L} . 1000$ za sto zaobljenih skal. Pri tem pomeni L največjo dolžino prodnika ali ledeniške skale, mali r pa najmanjši radij zaobljenosti v ravnini največjega prereza. Za ravnino največjega prereza se šteje tista, v kateri se največja podolžna os pravokotno seka z najdaljšo prečno osjo.

Vrednosti, ki jih pri tem dobimo, so med 1 in 1000. Čim bolj je skala zaobljena, tem bolj se približuje indeksu zaobljenosti 1000, medtem ko se z manjšo zaobljenostjo prodnika ali morenskega drobirja približuje 1. Sto izmerjenih prodnikov z indeksom med 1 in 1000 razdelimo zaradi lažje primerjave na skupine 1—50, 51—100, 101—150 itd. Te skupine nanesemo na absciso, število prodnikov, ki pridejo v tako skupino pa na ordinato in s tem dobimo diagram zaobljenosti merjenega gradiva (glej priloženi diagram zaobljenosti različnega akumulacijskega gradiva med str. 160—161).

Zaobljenost povrhnjih plasti fluvioglacialnega proda smo merili v neposredni bližini šmidolskih morenskih nasipov v prodni jami ob glavni gorenjski cesti (A), nato na levi strani Zgoše južno od Ledevnice (B), ob Savi navzdol pa nato šele v II. terasi vzhodno od Brezij (C) ter v ustrezni terasi vzhodno od Ljubnega (D). Zaobljenost istodobnega proda smo merili tudi na desni strani Tržiške Bistrice severno od Kovorja (E). Za merjenje starejšega, delno konglomeriranega proda v mlajšem zasipu pa smo jemali vzorce iz nasutine, ki se nahaja ob Zgoši pod talno moreno tretje poledenitve (F), nato iz prodne jame v brezjanskem klancu (G.), ob Tržiški Bistrici pa iz obsežne golice pod

Podtaborom (H), ter iz prodne jame zahodno od Naklega (I) in pri Polici (J), kjer je vršil analize zaobljenosti proda že Rajko Pavlovec (44).

Diagrami povsem svežega, kot tudi že delno zlepljenega proda, ki smo jih pri tem dobili, so močno podobni. Pri vseh pride največ prodnikov v stolpce med 51 in 250, torej v drugega, tretjega, četrtega in petega. V posameznih primerih zajemajo ti trije stolpci 60—87 % vseh prodnikov; pri Šmidolu 75 % (A), na levi strani Zgoše južno od Ledevnice 60 % (B), vzhodno od Brezij 84 % (C), vzhodno od Ljubnega 84 % (D), ob desni strani Tržiške Bistrice, severno od Kovorja 87 % (E), ob Zgoši pod talno moreno 87 % (F), v brezjanskem klancu 84 % (G), pod Podtaborom 86 % (H), zahodno od Naklega 81 % (I), pri Polici 83 % (J).

Podobnost med diagrami se ne kaže samo v grobem, ampak tudi v drobnem. V vseh analiziranih primerih se javlja višek na četrtem mestu (151—200).

Za primerjavo je morda prav, da opozorimo, da kaže povsem isto zaobljenost tudi fluvioglacialna nasutina v dolini Kamniške Bistrice (63) ter na Notranjskem Snežniku (61). Popolnoma enako sliko kažejo tudi diagrami fluvioglacialnega proda v Harzu, s katerimi sta Poser in Hövermann opozorila na značilno zaobljenost fluvioglacialnega proda (46). Tudi v teh primerih pride največ proda v štiri stolpce med 51 in 250 z značilnim viškom v četrtem stolpcu (151—200).

Veliko bolj kot pravkar opisani prod v »mlajšem zasipu« pa so zaobljene deltaste plasti, s katerimi se je zasulo veliko jezero, ki je nastalo za morenskimi nasipi predzadnje, tretje poledenitve (starejši würm ali mlajši riss). Za meritve smo izbrali prod v golicah ob poti proti Savi pod Bregom (A), v prodni jami v Kravji dolini pod Lescami (B), pod naseljem Na pečeh (C) in pri naselju Mužje (D). V vseh primerih pride največ proda v stolpce med 101—300, torej v tretjega, četrtega, petega in šestega, z viškom v peti skupini in ne kot pri fluvioglacialnem produ v četrti skupini. V posameznih primerih zajemajo ti štirje stolpci 69—77 % vseh prodnikov; v klancu pod Bregom 72 %, v Kravji dolini pod Lescami 69 %, pod zaselkom Na pečeh 72 %, v klancu proti Savi pod zaselkom Mužje pa celo 77 %. Veliko močnejšo zaobljenost tega proda nam dobro karakterizira še ugotovitev, da pride v šesti, sedmi, osmi in deveti stolpec ter v stolpce s še večjo zaobljenostjo pri tem produ kar 32—37 % vseh prodnikov, pri fluvioglacialnem produ pa le 4—19 %. Tem splošnim potezam odgovarja tudi diagram, za katerega smo jemali prod iz golice v klancu nad vasjo Mužje. Razlikuje se ta diagram le v tem, da je višek na četrtem in ne na petem mestu. To posebnost tolmačimo z dejstvom, da smo jemali prod v tem primeru iz bližine srednje morene in da smo pri tem zajeli najbrže tudi del fluvioglacialnega proda.

Pri klimatski interpretaciji diagramov je zelo instruktivna še primerjava zaobljenosti analizirane nasutine z zaobljenostjo recentnega proda Save. Tudi pri recentnem produ pride podobno kot pri deltastih plasteh največ proda v stolpce med 101—300 s precej izrazitim

viškom v peti skupini (201—251). Ti štirje stolpci zajemajo v posameznih primerih 72—78 % vseh prodnikov: v meandru jugovzhodno od Radovljice (kota 403 m) 72 % (A), pri jezernici pod Lescami 74 % (B), pod Bregom celo 78 % (C), pri Podnartu pa 74 % (D). Tako se torej tudi po tem diagrami recentnega proda docela ujemajo z zaobljenostjo proda iz deltastih plasti. Morda smemo na osnovi tega sklepati, da se je nekdanje jezero zahodno od Radovljice zasipalo v neki topli dobi, ko so se ledeniki umaknili po dolinah daleč navzgor. S tem pa smo tudi s te strani dokazali, da je prod v mlajšem zasipu dejansko rezultat povsem svojskih klimatskih razmer, ki so vladale pri nas v ledenih dobah.

Na osnovi vseh teh ugotovitev smo si ustvarili nov pogled na genezo velikanske čelne kotanje, ki je nastala za nasipi tretje poledenitve. Ugotovitev, da je prod pod talno moreno in pa tudi v terasah pred samimi nasipi tretje poledenitve fluvioglacialnega porekla, nam je potrdila, da moramo teorijo o eksarativnem izvoru kotanje, ki jo je postavil Kuščer (30), opustiti. Nasipanje se je vršilo istočasno, ko je nastajala čelna kotanja. Rekli smo že, da je spremljalo vsak zastoj ledenika tudi prav izdatno nasipanje. To smo ugotavljali pri preučevanju zveze med morenami in nasipanjem ob tretji in četrti poledenitvi. Do istih zaključkov smo prišli tudi pri študiju stadialnih zastojev, do katerih je prišlo ob splošnem umikanju ledenikov z nasipov največjega obsega četrte poledenitve, o katerih pa bo več govora na drugem mestu.

Iz ugotovitve, da je spremljalo vsako zaustavljanje ledenika tudi prav izdatno nasipanje, jasno sledi, da se je moral ledenik pri vsakem ponovnem porastu povzpeti na višjo prodno ravnino, ki jo je ob predhodnem nasipanju odložil pred svojim čelom. Posledica tega je bila, da se nahaja čelo ledenika na čedalje debelejši prodni plasti in da je obstajala za njim čedalje globlja kotanja.

To tolmačenje je videti še posebno vabljivo, saj opušča staro tezo o siloviti erozijski moči ledenika, do katere smo imeli že od vsega začetka veliko pomislekov. Predvsem si na osnovi skromne erozijske moči bohinjskega ledenika v Bohinju (38) in navzdol v Soteski (60), nismo znali posrečeno razložiti nastanka 70 m globoke čelne kotanje ob koncu ledenika, kjer je bila debelina ledu že sorazmerno majhna. Nehote pa se nam ob tolikšnem upoštevanju erozije odnosno eksaracije postavlja tudi vprašanje, kje je ves ta prod, ki ga je izpodrinil ledenik? Tudi če bi sestavljal ledeniške nasipe na obodu čelne kotanje samo ta prod, bi bile morene še vedno veliko premajhne za ogromno količino proda, ki bi ga moral ledenik odstraniti pri izdelavi tako obsežne kotanje. Ta pomislek smo še podkrepili z ugotovitvijo, da gradivo v morenah nikakor ni tako močno zaobljeno, kakor bi si človek ob površnem pogledu predstavljal. Res je, da smo tudi mi našli v njih veliko lepo zaobljenih skal, za katere skoraj ni dvoma, da so tipični prodniki, ki jih je kasneje ledenik samo nekoliko preoblikoval, vendar pri tem

ne smemo prezreti dejstva, da je vmes še veliko več drobirja z manjšo zaobljenostjo, kakršna je tipična za ledeniške skale.

O tem so nas še bolj prepričale meritve zaobljenosti morenskega gradiva iz tretje poledenitve med Dobravo in naseljem Na hribu (A) ter na Ledevnici (B). Pokazale so, da pride v vseh primerih največ prodnikov v drugi stolpec (51—100), sekundarni višek pa je celo v prvem stolpcu (0—50). Diagrama tega ledeniškega gradiva se docela ujemata z zaobljenostjo drobirja četrte poledenitve v vasi Hlebce (C), kot tudi v Obli gorici (D). Povsem isto zaobljenost kažejo tudi morene v dolini Kamniške Bistrice (63), kot tudi ledeniški drobir pod Notranjskim Snežnikom na Gomancah (E) ter tudi v Harzu (46).

Iz vsega tega vidimo, da morene tretje poledenitve po zaobljenosti svojega drobirja ne kažejo nekih posebnosti. To nam je bilo tehtno opozorilo, da v teh morenah ne prevladuje tako močno izpodrinjeni prod, kot se je to domnevalo doslej (30). Obenem nas je vse to še podkrepilo v že izrečeni misli, da velikanske kotanje, ki se je razvila za čelnimi nasipi tretje poledenitve ne bo mogoče tolmačiti toliko z eksaracijo, kot s povsem svojskimi akumulacijskimi procesi, ki so spremljali zastajanje in počasno napredovanje bohinjskega ledenika v Blejsko-radovljiški kotlini.

S temi novimi tolmačenji geneze čelne kotanje se ujemajo tudi ugotovitve, da je najgloblja kotanja učinek prav tretje poledenitve, ki ji pripisujemo največji, že rahlo zlepljeni del »mlajšega zasipa«, medtem ko ob četrti poledenitvi, ki je pustila le okrog 6—10 m debele plasti proda, ni prišlo do nastanka večje čelne kotanje. Takrat je prišlo do odložitve debelejših plasti proda le na levi strani Save, kjer so pri nasipanju sodelovale tudi Sava Dolinka in vode z močnega hidrografskega območja pri Vintgarju, ki so s prodom tod celo prekrile nasutino in delno tudi morene tretje poledenitve. Zaradi tako plitve kotanje so vode sproti zasule globeli, ki so ostale ledenikom umikajočim se z moren četrte poledenitve in zato tukaj, kar ugotavlja že Melik (34), ni prišlo do večjih in trajnejših ojezeritev.

Izredno močno nasipanje je spremljalo zadnji dve poledenitvi tudi v dolini Tržiške Bistrice. Tudi tukaj je bilo nasipanje v obdobju predzadnje, tretje poledenitve daleč najmočnejše. To delno zlepljeno gradivo sestavlja vse široke površine II. terase na levi strani Tržiške Bistrice, na desni pa ga prekriva le okrog 6—8 m debela plast povsem svežega proda, ki se je nasul v obdobju zadnje, četrte poledenitve. Ta mlajši prod prekriva tudi skromne ostanke terase navzgor po dolini Tržiške Bistrice, kjer je bilo starejše akumulacijsko gradivo v vmesnem obdobju erozije zaradi ozke doline najmočnejše erodirano. V tem obdobju je bilo odstranjenega najbrže tudi veliko ledeniškega gradiva, podobno kot opazujemo to po zadnji eroziji, ki je odnesla celo obilne sledove četrte poledenitve. Prav zaradi tega je bilo ugotavljanje neposrednih stikov med morenami zadnjih dveh poledenitev in ustreznim nasipanjem zelo otežkočeno. Ostali pa so kljub temu številni drugi sledovi, ki so nas prepričali, da je ta zveza povsem nesporna.

Rekli smo že, da je fluvioglacialni prod, ki ustreza tretji (diagrami: H, I, J) in četrti poledenitvi (diagram: E), povsem podobno zaobljen kot savski prod. Opazili smo tudi, da je tako starejši kot mlajši prod navzgor ob Bistrici proti Kovorju čedalje manj sortiran in da se med debelejše prodnike vpleta čedalje več sipkega peščenega in krajevno celo ilovnatega gradiva. To gradivo nas močno spominja na fluvioglacialni prod v neposredni bližini moren v Blejsko-radovljiški kotlini. To potrjujejo tudi najdbe številnih oražencev, posebno v delno zlepljenem produ nad Kovorjem. Na prve take oražence smo naleteli v svežih golicah pri podvozu nad Loko (glej sl. 18). Zaradi kratkega transporta drobirja so ohranjene tu lepše raze le še na zatišnih delih preoblikovanih prodnikov. Prav tako nasutino, vendar še veliko manj sortirano in z večjo primesjo sipkega gradiva, smo našli tudi v golicah nad novim tržiškim kopališčem. Tu mislimo predvsem na golice ob glavnem podvozu, kot tudi ob jarku ob stari cesti proti Bistrici. Podoben delno zlepljen prod z oraženci nam razkriva tudi golica pri koti 515 m ob poti, ki povezuje Tržič z Loko. Sam značaj tega gradiva nam daje slutiti, da je moral biti ledenik v dobi tega nasipanja prav blizu. Pojavila se je celo misel, da je to nasipanje povezano z moreno zahodno od Bistrice. Na osnovi že navedenih razlogov smo kasneje pripisali tej moreni večjo starost, vendar puščamo problem kljub temu še odprt za novejša preučevanja.



Sl. 18. *Golice pri cestnem podvozu nad Loko pri Tržiču razkrivajo več metrov debel sloj zelo slabo sortiranega proda Tržiške Bistrice. V njem smo našli tudi nekaj lepih oražencev*



Sl. 19. *Golica ob novi cesti pod Ljubeljem. Značilno slabo zaobljeno morensko gradivo v enem od nasipov pri Plazu v Podljubelju*

V produ četrte poledenitve smo našli prve lepe oražene skale šele v obsežni golici nad Kramarjem, torej že v sami dolini, ki pelje iz Tržiča proti Ljubelju. Golice so nastale pri gradnji nove ceste. Pri njihovem ogledu smo postali posebno pozorni na zelo številne in obsežne, tudi po več metrov debele apniške bloke in na nekatere že kar lepo zaobljene in oražene skale, ki nesporno dokazujejo svoje glacialno poreklo. Čeprav se vpletajo med to gradivo tudi plasti proda, ki je že znatno sortiran, nam ti debeli bloki in lepo oražene skale ne dovoljujejo tolmačenja, da bi bilo gradivo prenešeno od daleč. Nasipi tega največjega stanja ledenika ob zadnji poledenitvi se sicer niso ohranili, vendar nas to v tako ozki dolini ne preseneča, saj se je tu nasipanje nadaljevalo najbrž še v dobo prvih umikov ledenika. Vse to je prav gotovo močno deformiralo ledeniške odkladnine, veliko sledov pa je v tej tesni dolini uničila tudi kasnejša erozija.

Na večje množine morenskega gradiva zadenemo nato šele nad zaselkom Deševno, kjer ga ugotavlja tudi že Melik (35). Takoj nad Dobrinom smo lahko rekonstruirali nekako pet močno deformiranih nasipov, ki se navezujejo navzdol po dolini na slabo ohranjene ostanke II. terase. Med vasmi Deševno in Plazom v Podljubelju (Sv. Ana) smo zabeležili nekako osem slabo izoblikovanih, vendar prav velikanskih nasipov, z obilico balvanov in razmeroma majhno množino ledeniške

kaše (glej sl. 19). Na najmogočnejšem nasipu te skupine stoji osrednji del naselja Plaz v Podljubelju. Z morfogenetskega vidika vzbuja posebno pozornost naslednji nasip navzgor po dolini, ki loči glavno dolino izpod Ljubelja od doline Pod Košuto in ima smer severozahod — jugovzhod. Že po sami legi in usmerjenosti lahko sklepamo, da predstavlja ta nasip osrednjo moreno med ledom, ki je dotekal izpod Ljubelja in tistim, ki je prihajal iz doline Pod Košuto. O tem nas je še bolj prepričalo dejstvo, da se razdeli ta morena na svojem jugovzhodnem koncu na dva kraka; prvi zavije proti vzhodu, drugi pa na zahod. Vse kaže, da je nastajala ta srednja morena tik ob čelu obeh ledenikov. Da smo s temi zapažanji na pravi poti, je pokazala tudi sestava gradiva. V kraku, ki zavije proti vzhodu in ga je odlagal ledenik izpod Košute, je gradivo skoraj izključno iz svetlosivih, skoraj belih apnencev in deloma dolomitov z majhno množino kaše. V drugem kraku, ki tvori čelno moreno ledenika izpod Ljubelja, je poleg svetlosivih tudi zelo veliko temnosivih in skoraj črnih apnencev z obilico kašnatega rjavega in rdečkastega drobirja, ki je v znatni meri rezultat razpadanja neapniških kamenin, močno zastopanih v dolini tik pod Ljubeljem.

Led pa je dotekal proti Plazu tudi po Tominčevem grabnu. Zapustil je dva manjša morenska nasipa, ki se nahajata ob prehodu Tominčevega grabna v glavno dolino.

Navzgor po dolini proti Ljubelju nismo našli pravih morenskih nasipov, vendar nas gradivo, ki so ga razkrili na številnih krajih pri



Sl. 20. *V eni od golic, ki so jih skopali pri gradnji nove ceste čez Ljubelj, se je izpod recentnega grušča (1) pokazala tudi prava morena (2) z obilico morenske kaše in tudi debelejšim drobirjem*



Sl. 21. *Tako velikih balvanov je na moreni okrog naselja Plaz v Podljubelju še več*

gradnji nove ceste zaradi svoje podobnosti z morenami pri Plazu prepričuje, da bo gledati v njem pravo moreno (glej sl. 20). Tudi to gradivo sestavljajo poleg drobnega peščenega in ilovnatega gradiva skale vseh dimenzij, med katerimi tudi po več metrov debeli skalni bloki niso redki. Vmes sicer nismo našli lepih oražencev, vendar nas to ne preseneča, saj so tudi v nasipih pri Sv. Ani prav redki.

V zvezi z morenami med Dobrinom in Plazom v Podljubelju naj še pripomnimo, da je njih geneza v drobnem še vedno zelo nejasna, to zaradi zelo slabe izoblikovanosti nasipov, velikanske množine drobirja, obilice velikanskih blokov, ki so tudi čez 10 m dolgi in pa v splošnem zelo slabe obrušenosti kameninskih kosov (glej sl. 21). Vprašanje še poglobe razmere v dolini Pod Košuto, ki je dobesedno zasuta s pogosto še povsem neporaščenim skalovjem, tako npr. pod Blejcem v višini okrog 700—780 m. Videti je, da so tu med velikimi skalnimi bloki tako obsežni nezapolnjeni prostori, da lahko voda skoz nje odstranjuje vse preperelo gradivo. Taka struktura gradiva pa veliko bolj spominja na ablacijske morene, kot pa na pravo čelno moreno. Ob vsem tem se vsiljuje misel, da je bil ledenik nad Dobrinom pri umiku iz največjega obsega četrte poledenitve že tako prepojen z drobirjem in ablacijsko moreno, da se je le počasi umikal. Verjetno je celo, da je prav to povzročilo zastoj, ki nam ga izpričujejo slabo razviti morenski nasipi in komaj kaj obrušeno gradivo z velikimi skalnimi bloki. Možno je tudi, da se je ledenik iz zgornjega dela doline proti Ljubelju

že umaknil, medtem ko je led v dolini Pod Košuto prav zaradi velikih količin drobirja še ves čas vztrajal. Zastoj ledenika nad Dobrinom proti Plazu v Podljubelju bi bil po tem tolmačenju v znatni meri orografsko pogojen. Povzročile naj bi ga velikanske množine drobirja, ki so se prožile v obliki plazov in podorov izpod Košute in preprečevale taljenje ledu. Podrobnosti o vsem tem moramo prepustiti seveda bodočim podrobnejšim raziskavam, ki bodo še natančneje osvetlile razmerje med klimatskimi in orografskimi faktorji pri razvoju velikega zastoja ledenika nad Dobrinom in v dolini Pod Košuto.

Obsežne ledeniške sledove smo ugotovili tudi vzhodno odtod v še preostalem hrbtu Košute, kjer je računal z znatnejšo poledenitvijo že Melik (35). Pri tem smo našli posebno razločne sledove nekako treh ledenikov, ki so se razvili v prostornih, rahlo izraženih krnicah pod osrednjim, okrog 2000 m visokim grebenom in se spuščali odtod proti Bistrici nad Tržičem.

V taki, rahlo zasnovani, vendar zelo prostorni krnici vzhodno od Kofc se je nabralo toliko ledu, da je segal ledenik še čez planino Dolžanko in se zaključil nekako v višini okrog 1100 m. V tej višini smo namreč našli tipično, moreni podobno gradivo, ki ga sestavljajo ponekod že kar dobro zaobljenje apniške in dolomitne skale z obilico kaše. Možno je, da je segal ledenik tod obdobno še nekoliko niže, vendar se sledovi zaradi znatne erozije, ki je tudi tukaj sledila poledenitvi, niso ohranili.



Sl. 22. *Značilen morenski drobir v golici ob novi gozdni cesti nad planino Zali potok pod Košuto*



Sl. 23. *S tako debelo nasutino je bila v zadnjih dveh poledenitvenih obdobjih zasuta dolina pod planino Dolžanko*

Več ledeniškega gradiva se je ohranilo više po pobočjih. Do posebno trajnega zastoja ledenika je prišlo v višini okrog 1200 m, kjer smo ugotovili nekako tri izrazite morenske nasipe, od katerih je posebno notranji izredno širokopotezen in še čez 15 m visok. Važno je, da je pri njegovem gradivu opaziti lokalno že znake rahle zlepljenosti, kar nas je navedlo na misel, da utegne pripadati predzadnji poledenitvi. Od te morene navzgor po pobočjih smo opazovali le še svež in povsem nezlepljen drobir, ki izvira v pretežni meri najbrže iz dobe zadnje, četrte poledenitve. Videti je, da se tu takrat ni razvil večji ledenik.

Obsežnejše zaledenele površine so bile v tem obdobju nad planino Zali potok. Neposredno nad globoko zarezano dolino smo našli v višini 1220—1250 m dva dolga in mogočna, še čez 10 m visoka nasipa, v katerih je gradivo po površini lokalno že rahlo zlepljeno. Nad temi nasipi so v višini okrog 1300 m tudi sveže morene, ki pripadajo po vsej verjetnosti zadnji poledenitvi. Tudi tukaj se je torej pokazalo, da je bila predzadnja poledenitev obsežnejša. Ogled nasipine so nam omogočile obsežne, sveže golice ob novi gozdni poti, ki vodi preko planine Dolžanke proti severovzhodu v smeri začetne postaje žičnice nad planino Zali potok. Povsod se v golicah pokaže obilica apniškega in dolomitiziranega drobirja ter skalnih blokov in tudi sipke ledeniške kaše (glej sl. 22). Opazili smo tudi nekaj lepih oražencev. Mlajša morena pa je imenitno razkrita ob novi cesti, ki se nekako pri koti 1331 m odcepi od pravkar opisane in zavije navzgor v breg proti planini Pungrat.

Blizu kote 1422 m se pod svežo moreno pojavi tudi starejši nasip v višini okrog 1500 m, ki obdaja krnico s planino Pungrat. Videti je, da je lezel ledenik ob zadnji poledenitvi še čez to staro moreno in odložil niže spodaj že opisane nasipe.

Daljši ledenik se je zadrževal najbrže tudi v dolini Košutnika, kot kaže moreni podobno gradivo v višini okrog 1000 m. V nasprotju z drugimi, doslej opisanimi nasipi, ki jih sestavljata pretežno apnenec in dolomit, je v tej nasutini zelo veliko tudi drugih nekarbonatnih kamenin. Gradivo je odloženo nekako v dveh nasipih, kar nam je bilo ob neizrazitih oraženčih nov dokaz, da imamo vendarle opravka s pravo ledeniško odkladnino. Pozornost vzbujajo v tej nasutini tudi zelo veliki skalni bloki.

Ob opisu zaledenelosti grebena Košute ne sme ostati neomenjeno, da je spremljala vso to zaledenitev velikanska akumulacija. Čeprav so grape, v katere so segli ti ledeniki, zelo strme in tesne, nam lokalno ohranjeni prod prav dobro predstavi ogromni obseg nasipanja v teh dolinah. Še posebej razločno se pokaže vse to ob Dolžanki, kjer razkriva nova gozdna cesta še čez 15 m debele plasti zelo debelega in povečini prav slabo zaobljenega proda (glej sl. 23). Videti je, da so se doline pod ledeniki kljub izrednemu strmcu kratkomalo zasipale s slabo preoblikovano nasutino. To silovito zasipanje grap, zelo debele skale in slaba sortiranost gradiva razločno dokazujejo, da je vzrok tej akumulaciji iskati v procesih v samem poledenelem visokogorskem svetu in



Sl. 24. *Velikanski morenski nasip nad Lomom, ki ga je odložil ledenik izpod Storžiča v predzadnji ledeni dobi (tretja poledenitev — starejši würm ali mlajši riss)*



Sl. 25. *V velikem morenskem nasipu nad vasjo Lom je morensko gradivo v povrhnji plasti že delno zlepljeno*

ne v kakršnem koli, morda celo epirogenetskem dogajanju v glavni dolini.

Pri našem premotrivanju smo se zaustavljali tudi ob morenah ledenika, ki je zbiral led izpod severne strani Storžiča in vsega grebena zahodno odtod ter segel še preko Loma v dolino Tržiške Bistrice, kjer je opazoval ledeniške sledove že Melik (35).

Izrazit morenski nasip, ki se nahaja na desni strani reke Bistrice med vasicama Čadovlje in Slap, razločno kaže, da je ledenik izpod Loma segel obdobno celo preko doline Tržiške Bistrice. Neznaten nasip na levi strani te doline, južno od pravkar imenovanega, že v sami vasi Slap, pa nas opozarja, da se je ledenik ob svojem največjem obsegu potegnil še nekoliko navzdol po dolini Bistrice. Doslej so imeli raziskovalci te nasipe kratkomalo za würmske (37; 35). Pri podrobnem ogledu imenitne 3 m globoke in prav toliko široke golice v moreni na desni strani Bistrice, pa smo postali pozorni na delno zlepljenost gradiva. Sprijetost seže od površine navznoter in to v obliki klinov; na nekaterih krajih tudi do dva metra globoko.

Globoko preperelost kažeta tudi dve bočni moreni istega ledenika južno od ceste, ki pelje iz doline Bistrice proti Spodnjemu Lomu. V široki golici ob tej cesti se pokaže, kako globoko so lokalno že zlepljeni ti morenski nasipi. Posebno močno zlepljenost kažejo tisti deli morene, kjer je bolj malo drobnih peščenih ter ilovnatih delcev. Iz iste poledenitvene faze so nedvomno tudi nasipi med Spodnjim in Zgornjim

Lomom, ki jih opazujemo na obeh straneh ceste ter imajo značilno smer vzhod — zahod. Površinsko zlepljenost opazujemo tudi pri velikanskem nasipu na vzhodnem koncu Loma (kota 819 m, glej sl. 24 in 25), ki se naslanja na orografsko oviro in daje prav zaradi tega tako mogočen videz. Vpogled v sestavo te nasutine so nam omogočile še čez 30 m visoke golice ob Lomščici.

Šele od tod navzgor po dolini Lomščice zasledimo nasipe, ki jih moremo pripisati zadnji, četrti poledenitvi. Tak velik nasip se začenja zahodno od Slaparske vasi ter se spušča proti zaselku Hrib, kjer se ob prehodu v čelno moreno razdeli nekako v dva kraka. S temi nasipi je najbrže povezana tudi krajša morena severozahodno od tod in velikanski nasip na desni strani doline. Prav v zadnjem je izkopana okrog 50 m dolga in 15 m visoka golica, ki nam omogoča širok pogled v sestavo ledeniške nasutine (glej sl. 26). Sestavlja jo skoraj docela robat, svetlosiv, skoraj bel apniški drobir z morensko kašo. Zaradi zares velikih dimenzij tega in ostalih nasipov, zaradi zelo slabe zaobljenosti drobirja v morenah in razmeroma majhne množine ledeniške kaše med njimi domnevamo, da je bil tudi ta ledenik, kot oni pri Plazu močno prepojen z drobirjem.

Obilo ledeniškega gradiva se je ohranilo tudi po dolini Lomščice navzgor vse do strmih severnih pobočij Storžiča, kjer se je ledenik še najbolj trajno zadrževal. Slabše pa so se ohranili tukaj sami nasipi in jih zato tudi nismo nanašali na karto.



Sl. 26. *V obsežni golici nasproti vasi Hrib nad Lomom je na široko razkrita morena zadnje, četrte poledenitve*

V vsem visokogorskem svetu v porečju Tržiške Bistrice smo torej ugotavljali ledeniške sledove tretje in četrte poledenitve ter ustreznega fluvioglacialnega nasipanja. Pokazalo se je tudi tu, da je bila predzadnja akumulacija veliko obsežnejša od zadnje, kar se dobro ujema z našimi ugotovitvami o večji obsežnosti predzadnje poledenitve. Prod, ki so ga nanašale vode izpod ledenikov v zadnji ledeni dobi je v glavnem zapolnil le erozijska korita, ki so nastala med obema nasipanjema in je samo lokalno prekril tudi akumulcijske površine predzadnjega nasipanja. S tem so se docela zabrisale višinske razlike med enim in drugim nasipanjem ter je nastala kljub različno starim površinam morfološko v glavnem precej enotna ravnina, ki jo označujemo kot II. teraso.

Na osnovi raziskav ob Tržiški Bistrici in Savi je videti, da je bil razvoj te starostno nehomogene ravnine zaključen ob višku zadnje poledenitve. Takoj ob prvih večjih umikih ledenikov z moren zadnje poledenitve pa je prišlo do erozije in do razrezovanja širokih akumulacijskih površin. Docela moramo pritrditi Meliku, ki ugotavlja, da so nastajale terase na Deželi na levi strani Save v tesni zvezi z umikanjem ledenika z moren pri Šmidolu, Hrašah, Studenčicah in Vrbi. Ob umiku ledenika s teh moren je ostala za njim fosilna II. terasa s svojo ježo, ki ni nič drugega kot obod, ob katerem je slonel ledenik ob višku zadnje poledenitve. O stiku med morenami ter ustrezno nasutino v II. terasi smo že razpravljali.

Pri nadaljnem umikanju se je ledenik ponovno zaustavljal pri Obli gorici ter še posebej trajno ob ježi III. terase, ki poteka od Most proti Bregu ter mimo Lesc in Radovljice proti južnemu koncu šmidolskih morenskih nasipov. Rekli smo že, kako se javljata v tej ježi morena in fluvioglacialni prod in kako je nasipe ob tej ježi najbrže uničila Sava Dolinka, ki je udrla v čelno kotanjo ter zabrisala ob tem tudi obilo drugih ledeniških sledov. Veliko sledov je uničil tudi vršaj Zgoše, ki se je ob umiku ledenikov na široko razprostrl po jugovzhodnem koncu te terase (III).

Podobnega izvora kot doslej opisane terase je tudi naslednja nižja terasa, ki se stiska med visoko ježo III. terase ter morenske nasipe zahodno od Lesc. Ti nasipi preidejo pri Zasipu z desne strani doline Save Dolinke na levo ter jim sledimo odtod neposredno nad Savo proti jugovzhodu do Novega polja. Tu spet preidejo na desno stran Save, kjer jim ustreza morena nad zaselkom Selce. Največjo širino zavzema ta terasa zahodno in jugozahodno od Lesc, kjer kaže tudi najbolj značilne genetske poteze. Tu se najbolj razločno pokaže, da ni nagnjena samo proti jugovzhodu, v smeri poglavitnega odtoka voda v ledeni dobi, marveč, da se znižuje tudi od moren, ki jo omejujejo na njeni zahodni strani, proti vzhodu oziroma severovzhodu. To dokazuje, da je nastajala v tesni zvezi z ledenikom, katerega morene so se tu dobro ohranile in da jo vsaj v povrhnjih nekaj metrih sestavlja prod, ki so ga nasule vode neposredno izpod ledenika. O tem nas je še bolj pre-

pričala sestava same nasutine, ki smo jo ogledali v številnih izkopih za nove hiše. Njeno gradivo je značilno slabo sortirano, med debelejše prodnike je pomešano obilo drobnega peščenega gradiva. Značilno je še, da se debelina prodnikov že na kratke razdalje močno spreminja. Tudi v tej nasutini smo opazili značilne oražence. Pozorni pa smo postali še na to, kako so njeni prodniki usmerjeni z daljšo osjo v smeri sever — jug, torej prečno na smer voda, ki so tekle izpod ledenika proti vzhodu. V primeru, da bi nasipale ta prod vode, pritekajoče od severa oziroma severozahoda, bi bilo pričakovati, da bo kazala večina daljših prodnikov smer vzhod — zahod oziroma ZJZ — VSV. Znano je namreč, da ležijo prodniki v fluvialni nasutini z daljšo osjo prečno na smer toka. Vse govori torej za to, da je nasutina v IV. terasi fluvioglacialnega porekla in da izvira iz obdobja zastajanja bohinjskega ledenika na morenah, ki omejujejo teraso proti zahodu. Zaradi teh se vsiljuje tudi domneva, da Sava Dolinka takrat ni tekla ob ledeniku, marveč je našla pod njim pot proti jugovzhodu, torej nekako v smeri, ki jo ima še danes. Tako je tudi za IV. teraso ugotovljeno, da je nastala ob zastoju bohinjskega ledenika, do katerega je prišlo v okviru splošnega umikanja ledenikov iz Blejsko -radovljiške kotline.

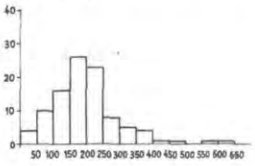
Ob taki genezi IV. terase je povsem razumljivo, da je postala fosilna že takoj ob prvem sunkovitem stanjšanju in umiku bohinjskega ledenika. Ob tem pa se je razkrila tudi zelo strma notranja stran morenskih nasipov, ob katerih je ledenik slonel in ki pomeni danes ponekod bolj, drugje spet manj izrazito ježo terase. Do prvega zastoja, z vsemi morfogenetskimi značilnostmi, je prišlo nato spet šele za nasipi na desni strani Save, kjer so grbine okrog Blejskega jezera razčlenile bohinjski ledenik nekako v tri ledeniške jezike.

Melik ugotavlja, da je segel manjši ledeniški jezik zahodno od Blejskega gradu proti Rečici, drugi se je med Gradom in Stražo nadaljeval proti vzhodu in na levi strani Rečice odložil dve zelo izraziti čelni moreni; tretji ledeniški jezik pa je polzel po dolini Save Bohinjke proti vzhodu ter odložil nasipe pri Bodeščah (34).

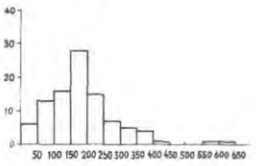
Ob tem ledeniškem zastoju je obstojalo večje jezero le ob ledeniškem jezeru pri Rečici, ki pa najbrž ni bilo posebno dolgotrajno. Številne golice, ki so nam jih razkrili regulacijski jarki in izkopi pri novih poslopjih na državnem posestvu v Rečici, so pokazali, da je morena povsod prav blizu pod ilovnato površino in da se celo tam, kjer je ilovica čistejša, vpletajo mednjo debelejši apniški bloki z zelo številnimi razami. Le na nekaj krajih smo našli še čez 1 m debelo plast bolj čiste pasovite ilovice. Zanimivo je, da je tod tudi morena zelo ilovnata. Taka struktura gradiva nas opozarja, da je segal ledenik vse do jezera in ga zajezeval; zato je najbrže tudi kmalu po umiku ledenika jezero splahnelo. Koliko je pri tej ojezeritvi sodeloval tudi drugi ledeniški jezik, ki se je pomikal med Gradom in Stražo proti vzhodu in je segel obdobno celo daleč na severovzhod, pa bodo pokazale še podrobnejše raziskave.

1. FLUVIOGLACIALNI PROD ZADNJIH DVEH POLEDENITVENIH OBDOBIJ (DIAGRAMI A-E PRIKAZUJEJO ZAOBLJENOST PRODA ČETRTE, DIAGRAMI F-J PA TRETJE POLEDENITVE)

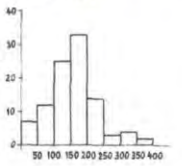
A PRODNA JAMA VZHODNO OD ŠMIDOLSKIH MORENSKIH NASIPOV (II. TERASA)



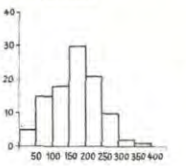
B PRODNA JAMA NA LEVI STRANI ZGOŠE *JUŽNO OD LEDEVNICE* (II. TERASA)



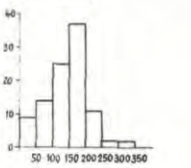
C PRODNA JAMA VZHODNO OD BREZIJ (II. TERASA)



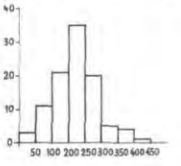
D PRODNA JAMA VZHODNO OD LJUBNEGA (II. TERASA)



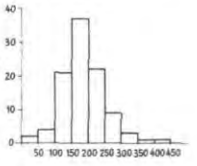
E GOLICA PRI PODVOZU SEVERNO OD KOVORJA (II. TERASA)



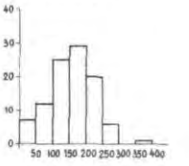
F GOLICA OB ZGOŠI - PROD IZPOD TALNE MORENE TRETJE POLEDENITVE (II. TERASA)



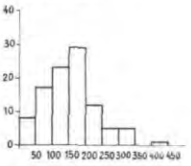
G PRODNA JAMA V BREZJANSKEM KLANCU (II. TERASA)



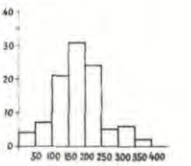
H GOLICA POD PODTABOROM OB TRŽIŠKI BISTRICI (II. TERASA)



I PRODNA JAMA ZAHODNO OD NAKLEGA (II. TERASA)

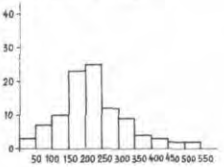


J PRODNA JAMA PRI POLICI (II. TERASA)

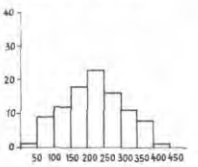


2. DELTASTO ODLOŽEN PROD, S KATERIM SE JE MED OBEMA ZADNJIMA POLEDENITVAMA (TRETJO IN ČETRTO) ZAPOLNILO VELIKO JEZERO V BLEJSKO-RADOVLJIŠKI KOTLINI:

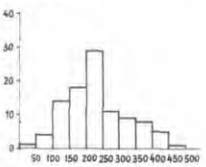
A GOLICA OB POTI, KI VODI IZ VASI BREG PROTI SAVI



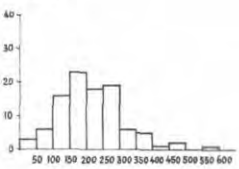
B PRODNA JAMA V KRAVJI DOLINI POD LESCAMI



C GOLICE POD ZASELKOM NA PEČEH

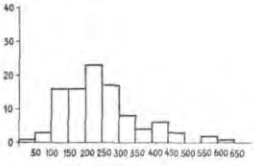


D GOLICA PRI VASI *MUŽJE*

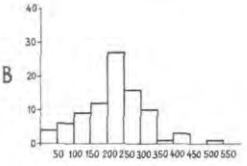


3. RECENTNI PROD SAVE:

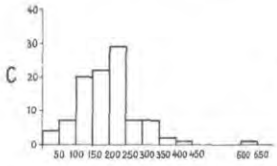
A IZ STRUGE JUGOVZHODNO OD RADOVLJICE



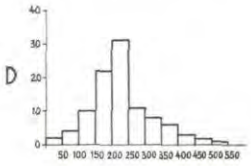
B IZ STRUGE POD LESCAMI



C IZ STRUGE POD VASJO BREG

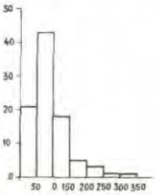


D IZ STRUGE PRI PODNARTU

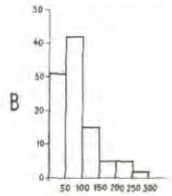


4. MORENSKI DROBIR ZADNJIH DVEH POLEDENITVENIH OBDOBIJ (TRETJE IN ČETRTE POLEDENITVE):

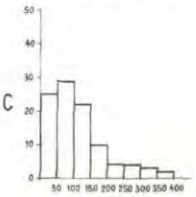
A MORENSKO GRADIVO IZ NASIPA MED DOBRAVO IN ZASELKOM NA HRIBU (TRETJA POLEDENITEV)



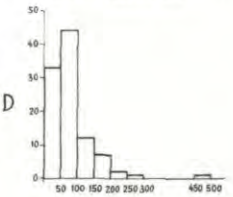
B MORENSKO GRADIVO S SEVERNEGA KONCA LEDEVNICE (TRETJA POLEDENITEV)



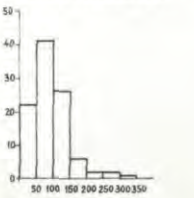
C MORENSKO GRADIVO IZ NASIPA V NASELJU HLEBCE (ČETRTA POLEDENITEV)



D MORENSKO GRADIVO V OBLI GORICI PRI RADOVLJICI (ČETRTA POLEDENITEV)



E MORENSKO GRADIVO NA GOMANCAH POD NOTRANJSKIM SNEŽNIKOM (ČETRTA POLEDENITEV)



V nasprotju z ojezeritvijo pri Rečici opazujemo pred obema južnejšima jezikoma sledove zelo močnega nasipanja. To velja že za površine vzhodno od morenskih nasipov pri Rečici, kjer gledajo iznad prodne nasutine le še posamezne morenske kope, še bolj pa velja vse to za površine južno od tod proti morenam pri Bodeščah, kjer v vsem širokem pasu med Dindolom in Savo Dolinko morena prav nikjer ne seže na površje. Vse te površine kažejo značilen naklon proti vzhodu in jugovzhodu, torej stran od morenskih nasipov okrog Bleda in pri Bodeščah. Kako tesen je stik med morenami in prodno ravnino, pa nam izpričuje tudi ugotovitev, da so morenski nasipi na zunanji strani zelo položni in da skoraj neopazno preidejo v akumulacijsko ravnino. Celo pri najbolj strmih morenskih nasipih znaša naklon le okrog 7—10°. Z veliko večjo in bolj strmo stopinjo pa se spustijo ti ledeniški nasipi na notranjo stran ob kateri je nekoč slonel ledenik. Tu imajo pobočja še čez 18° naklona. Razen vsega tega govori za tesno zvezo med poledenitvijo in nasipanjem tudi značaj akumulacijskega gradiva samega. Njegov ogled so nam omogočili številni izkopi temeljev za nove hiše in še posebej okrog 4 m globoka prodna jama pri koti 498 m na najbolj vzhodnem koncu Dindola, kjer smo izvršili tudi meritve zaobljenosti fluvioglacialnega proda. Tudi pri tem produ pride največ prodnikov v četrto zaoblitveno skupino (201—250), ki je tako značilna za fluvioglacialno nasutino. Zelo značilna je za to akumulacijsko gradivo tudi slaba sortiranost, saj se med debelejši prod vpleta izredno veliko drobnega in celo ilovnatega gradiva. Rekli smo že, kako pride do tako značilnega nasipanja zaradi preobremenjenosti ledeniških potokov z drobirjem in drobnejšim plavjem, ki se odlaga takoj, ko se izpod ledenika tekoče vode nekoliko umirijo.

Iz vsega tega jasno sledi, da je obravnavana terasa rezultat povsem samostojnega nasipanja in da je zato nikakor ne moremo vzporejati s IV. teraso na levi strani Save, kot je storil to Kuščer (30), marveč moramo gledati v njej sledečo nižjo in mlajšo V. teraso.

Vse te raziskave so razločno pokazale, kako je prišlo ob vsakokratnem umiku ledenika do erozije, ob sledečem zastoju pa do nasipanja. S podobnimi procesi moramo računati tudi pri nadaljnjih umikih oziroma ponovnih zastojih, ki so spremljali umikanje bohinjskega ledenika. Tako moremo računati z daljšim obdobjem erozije predvsem ob umikanju ledenika na morene »bohinjskega stadija« pri Bohinjski Bistrici. Zastoj ledenika v tem stadiju je sprožil najbrže spet novo akumulacijo. Do ponovne erozije in kasnejšega nasipanja je prišlo najbrže tudi ob sledečem umiku in ponovnem zastoju bohinjskega ledenika pri Stari Fužini. Zanimivo bo s podrobnimi raziskavami ugotoviti tudi eventuelne druge, morda vmesne, zastoje in jih podobno kot že omenjene pri Bohinjski Bistrici in Stari Fužini vzporediti z ustreznimi terasami. Lahko pa že sedaj zaključimo, da bomo poleg že omenjenih štirih teras (II, III, IV, V) lahko tolmačili z umikanjem ledenika še najmanj dve ali tri nižje terase, ki so se v skromnem obsegu ohranile že v samih globokih savskih koritih. Videti je torej,

da je prišlo do poglavitne erozije že ob samem umikanju ledenikov iz doline. Zanimivo bo ves ta proces še podrobneje preučiti ter še jasneje opredeliti mejo proti holocenu.

Podobnega izvora kot ob Savi so najbrže tudi terase, ki jih opazujemo v podobnih položajih in zaporedju ob Tržiški Bistrici in Kokri. Domnevati smemo torej, da je prišlo tudi v teh dolinah do poglavitne erozije že v sami dobi umikanja ledenikov iz njih.

POGLAVITNI SLEDOVI PERIGLACIALNEGA NASIPANJA V OBMOČJU DOBRAV

Do obilnega nasipanja pa je prišlo v ledeni dobi tudi v dolinah izven območja velikih pleistocenskih ledenikov. Akumulacijo je povzročilo tedanje pospešeno mehanično razpadanje kamenin in soliflukcija, ki je pospešila dotok drobirja v doline. Najobsežnejše sledove takega dogajanja smo ugotavljali ob vsem markantnem tektonskem robu, ki poteka ob severnem robu Ljubljanske kotline in ob katerem se dvigajo Kamniške Alpe v čez 1500 m visokih in strmih pobočjih. Ta prelomnica pomeni pomembno geološko in petrografsko mejo; tu se stikajo mezozojske apniške in dolomitne kamnine visokogorskega okvirja s terciarnimi ilovnatimi ter peščenimi laporastimi sedimenti v dnu kotline.

Akumulacijsko gradivo te vrste lahko opazujemo vzdolž te prelomnice v vseh strmih pobočjih od Žirovnice proti Begunjščici in v vsem porečju Begunjščice, prav tako pa tudi po pobočjih Dobrče in v glavnih dolinah v porečju Peračice in Lešanjščice, kamor je bilo nanešeno iz visokogorskega zaledja. Še posebno obsežno področje periglacialnega in fluvioperiglacialnega nasipanja pa pomeni široko porežje Kokrice oziroma Rupovščice, kamor se je dotekal drobir z vse južne strani dolgega hrbta Kriške gore in Storžiča. Obilni sledovi periglacialnega dogajanja so se ohranili tudi na nasprotni strani kotline pod zelo strmimi pobočji Jelovice, ki so prav tako tektonsko zasnovani.

Zaradi pretežno karbonatnih kamnin, ki sestavljajo to akumulacijsko gradivo, je ugotavljanje najstarejših pleistocenskih akumulacij izredno težavno. Od vsega nasipanja in geomorfološkega oblikovanja v tem obdobju so se ohranili v preučevanem svetu le fragmenti, ki jih izkazujejo proti jugu oziroma severu nagnjene površine (terase), vrezane v terciarne sedimente in prekrite z več metrov debelo plastjo rjavo rdeče prepereline, pod katero se je ohranil lokalno še nepreperel odpornejši karbonatni drobir. Rekli smo že, kako prekriva ta prepereline in spodaj ohranjeni drobir teraso I B (günz), na levi strani Begunjščice. Iz starejših, še ne podrobneje razčlenjenih obdobij pleistocena pa so tudi proti jugu nagnjene površine severno od Trstenika (kota 634 m) ter južno od tod med vasmi Pangršica, Čadovlje, Hraše in Tenetiše (I A). Na desni strani Save opazujemo ustrezne sledove

nasipanja v terasi na desni strani Besnice, kjer stoji na njej zaselek Brše. Tudi tukaj se v globoko zajedenih kolovozih, ki se vzpenjajo na to teraso, pokaže, kako sledi neposredno nad terciarno sivico že močno preperel karbonatni drobir, ki je mogel priti sem le iz bližnjih apniških in dolomitnih pobočij visokogorskega zaledja. O tem, koliko je bilo tega drobirja nekoč, pa nam najbolj zgovorno priča 3—5 m debela plast prepereline, ki se vriva že med sam spodaj ležeči drobir. Tudi preperevanje tega drobirja je potekalo najbrže v obliki žepastih zajed, kot moremo sklepati na podlagi ugotovitve, da je ohranjen karbonatni drobir povečini le v lečah, ki so med seboj docela ločene. To namreč ustvarja videz, kot da se je ohranila nasutina v hrbtih, ki so nekoč ločili posamezne žepe med seboj. Do njenega preperevanja je prišlo najbrže takoj, ko je prenehalo nasipanje in je prišlo do erozije ter so ostale tako obsežne akumulacijske površine fosilne. Videti je namreč, da sta bila preperevanje in erozija dva poglavitna procesa sledečega obdobja. Seveda pa se pokažejo v trajanju med njima razlike! Medtem ko je bilo preperevanje teh površin zelo trajno, saj se je nadaljevalo različno intenzivno najbrže še vse v današnjo dobo, pa je erozijo po nekem daljšem obdobju spet prekinilo nasipanje, katerega sledovi so se ohranili v terasi, ki se nahaja okrog 15—25 m pod starejšimi fosilnimi površinami (riss).

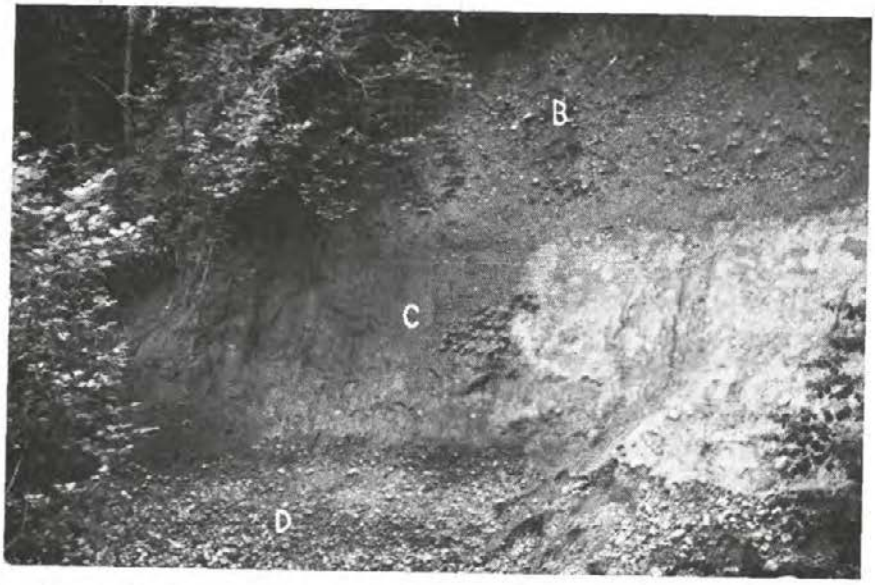
Če preidemo s tem na sam opis mlajše terase (I), ki jo povezujemo z nasipanjem ob drugi poledenitvi (riss), moramo naglasiti, da se sicer ni ohranila v zelo obsežnih površinah, da pa jo opazujemo v položajih, ki že veliko bolj razločno izkazujejo njen izvor. Ob Begunjščici se je ohranila terasa (I) le še v skromnem fragmentu nad Dvorsko vasjo v višini okrog 450 m. Širše površine zavzema ob Kokrici, medtem ko je v vmesnem svetu nismo opazili. V porečju Kokrice jo opazujemo severno od krajev Kokrica in Brdo, kjer se nahaja nekako v višinah 420—428 m. V podobnih višinah jo opazujemo tudi na nasprotni strani doline potoka Belice severno in zahodno od Srakovlja. Pripadajo ji tudi površine severno od Spodnje Bele na obeh straneh Belice oziroma Bašeljskega potoka in ob njenem desnem pritoku izpod naselja Babni Vrt. Prav v tem območju lepo vidimo, kako se začne terasa (I) s približevanjem visokogorskemu obrobju izredno hitro dvigati. Isti značaj kaže ustrezna terasa tudi ob Besnici; posebno lepo je ohranjena na njeni levi strani.

Pri ogledovanju terase (I — »visoka terasa«) smo se zaustavili tudi pri gradivu, ki jo sestavlja. V številnih golicah smo opazovali pod okrog 3—4 m debelo plastjo rjavo rdeče prepereline ilovnat prod, ki postaja z globino čedalje bolj čist. Sestavljajo ga bolj ali manj čisti apnenci ter dolomit, skratka drobir iz alpskega zaledja, proti kateremu se ta terasa tako strmo dviga.

Neko posebnost kaže le okrog 17 m visoka golica nad vasjo Srakovlje (glej sl. 27 in 28). Izdelala jo je Belica, ki prav tu s celotnim tokom zavije proti bregu in ga spodjeda. Sicer smo tudi v tej golici opazovali na površini 3—4 m debel sloj rjavo rdeče prepereline (A),



Sl. 27. *Potok Belica je nad vasjo Srakovlje spodjedel »visoko teraso« I in nam tako na široko razkril gradivo v njej*



Sl. 28. *Ob Belici nad vasjo Srakovlje pri Bobovku opazujemo v »visoki terasi« I med plastema, ki ju sestavlja pretežno apniški in dolomitni prod (B in D), okrog 2,5 m debel sloj močno grobo-peščene sive ilovice z obilico proda iz laporjev in peščenih terciarnih kamnin (C)*

ki preide navzdol brez ostrega prehoda v okrog 10 m debelo plast apniškega in dolomitnega proda (B). Toda pod tem prodom sledi tu še 2,5—3 m debel sloj sive peščene ilovice, v kateri je posebno v spodnjem metru zelo veliko proda, ki lokalno skoraj prevlada (C). V nasprotju z zgornjo plastjo (B) sestavljajo ta prod (C) sivi terciarni laporji in peščenjaki. Pod to naplavino pa sledi že spet apniški in dolomitni prod iz visokogorskega zaledja; razkrit pa je le v 1—2 m debeli plasti (D).

Iz te golice se torej razločno razvidi, da so se v preučevanem svetu menjavale dobe, v katerih sta v nasipanju prevladovala apnenec in dolomit iz visokogorskega obrobja (plasti B in D), z dobami, v katerih so prenašali potoki le terciarne, slabše odporne, pretežno ilovnate in peščene sedimente iz nižjega gričevnatega sveta že v samem dnu kotline (C).

Zdi se nam, da izvirajo temnosive ilovice in prod iz terciarnih kamnin, ki se vpleta mednje (C), iz neke dobe, ko so bili procesi mehaničnega razpadanja kamnin in tudi dotok drobirja iz gora v doline povsem neznatni. Do takih razmer je moglo priti pri nas najbrž le v toplejših obdobjih pleistocena, ko so bili alpski grebeni visoko poraščeni z gozdom in ko je bilo tudi mehanično razpadanje kamnin razmeroma neznatno; prav zaradi tega je prišlo v teh dobah v doline najbrž le malo karbonatnega drobirja; v nasutini so skoraj docela prevladali ilovnati in peščeni sedimenti ter prod iz manj odpornih kamnin, v katere so potočki pospešeno poglabljali svoja korita, pretransportirano nasutino pa odlagali niže v lokalnih danjih ravnicah.

Bistveno drugačne razmere pa so morale vladati v sledečem obdobju, ki ga predstavljajo še čez 10 m debele plasti apniškega in dolomitnega proda (B), ki izvira iz alpskega obrobja. Ob ugotavljanju sledov tega velikega nasipanja se vsiljuje domneva, da gre v vsem tem za sled širokopoteznega ledenodobnega nasipanja, ko se je gozdna meja močno znižala, ko so kamnine močno mehanično razpadale ter je drobir pospešeno dotekal v doline.

O upravičenosti takih zaključkov smo se še bolj prepričali, ko smo spremljali te plasti drobirja po dolini navzgor. Pokazalo se je, kako njih debelina zelo hitro narašča in kako je gradivo s približevanjem obrobju čedalje manj sortirano in zaobljeno ter kako kaže v vsem znake hitrega dotoka drobirja iz gora. Videti je, da voda vsega tega drobirja ni mogla sproti odnašati in da so se zgornji deli dolin z njim kratkomalo zatrpali.

Isti procesi so morali vladati tudi v obdobju odlaganja karbonatnega proda v plasti D pod ilovnato toplodobno nasutino.

Če smo s temi opažanji na pravi poti, sestavlja obravnavano teraso v glavnem gradivo obsežnejšega nasipanja iz obdobja druge poledenitve (B — riss), pod katerimi so vsaj krajevno ohranjeni še sledovi nekega daljšega toplejšega obdobja (C) in neke starejše hladne faze (D).

Tudi po vsem tem širokopoteznem nasipanju, ki je doseglo svoj vrh v plasti B, je sledila faza globoke erozije, ki je bila podobno kot predhodne nasipanje najbrž povsem klimatskega porekla. Domnevati

smemo, da so se z nastopom toplejšega podnebja pobočja ponovno porastla z gozdom, zmanjšalo se je mehanično razpadanje kamnin in s tem dotok drobirja v doline. Ponehali so torej vsi tisti ugodni pogoji, ki so poprej pripeljali do nasipanja. K eroziji je najbrž prispevala še povečana količina padavin, ki je tako značilna za toplejša obdobja (27) in ne navsezadnje še istočasna erozija v dolinah glavnih rek, ki je sprožila izdatno retrogradno erozijo.

Ob tej eroziji so obsežne akumulacijske površine na novo nastale »visoke terase« I postale fosilne; na njih se je začelo uveljavljati preperevanje, ki se z večjo ali manjšo intenzivnostjo nadaljuje najbrž še vse v današnjo dobo. Kot posledica tega je nastala omenjena 3—4 m debela plast prepereline (A), ki poleg same erozijske stopnje jasno loči to teraso (I) in gradivo v njej od mlajših akumulacijskih površin.

Po tej dolgi erozijski fazi je sledilo še dvoje nasipanj, ki jih vzporejamo s procesi, ki so potekali v preučevanem svetu tekom tretje (starejši würm ali mlajši riss) in četrte poledenitve (würm ali würm II) torej v obdobjih, ki ustrezajo nasipanju »mlajšega zasipa« ob Savi. Tudi ti dve akumulaciji loči med seboj daljše obdobje erozije, v katerem je prišlo tudi do izdatnega preperevanja in delnega zlepljenja starejšega akumulacijskega gradiva (tretja poledenitev).

Drobir, ki je nastal pri mehaničnem razpadanju kamnin v obdobju tretje, predzadnje poledenitve, na debelo prekriva vsa pobočja Peči



Sl. 29. *V golici nad Golnikom sledi pod preperelino (A) plast povsem svežega grušča (B), pod njim pa nov sloj prepereline (C), ki loči svež nezlepljeni grušč v plasti B od rahlo sprijetega drobirja (D) spodaj. Morda je preperelina (C) med svežim (B) in delno zlepljenim gruščem (D) učinek toplejšega presledka, ki loči zadnji dve poledenitveni obdobji med seboj*



Sl. 30. *Golica nad Goričami razkriva skoraj povsem nesortiran pobočni drobir, ki je nastal pri intenzivnem mehaničnem razpadanju kamnin v predzadnji ledeni dobi (tretja poledenitev). V okrog 0,75 m debeli preperelini ni več opaziti karbonatnega grušča. Značilni pa so tudi posamezni žepi (↓) in zelo oster prehod med preperelino in drobirjem*

od Žirovnice do Begunj, izredno veliko pa ga je tudi pod Dobrčo, kjer prekriva vsa pobočja okrog Srednje vasi ter nad Lešami in okrog Brezij nad Kovorjem. Še posebno obsežne površine zajema ta drobir pod Kriško goro in pod Storžičem; ni pa tam ohranjen samo kot pobočni drobir, ki seže tudi po več sto metrov stran od apniških in dolomitnih pobočij preko terciarnih vododržnih kamnin, marveč ga opazujemo tudi v okrog 8—10 m visokih terasah; vse to razpadanje drobirja v pobočjih je povzročilo torej tudi v dolinah izdatno fluvialno akumulacijo. Ta drobir na debelo prekriva vsa pobočja Kriške gore od Tržiča in mimo naselja Zgornje Vetrno proti vasi Senično, kjer preide navzdol v obsežen vršaj, ki pa je danes še fragmentarno ohranjen. Pobočni drobir iz obdobja tretje poledenitve smo opazovali tudi nad Golnikom in še posebno v pobočjih nad Goričami; tam preide po dolini navzdol v okrog 8 m visoko teraso, ki jo opazujemo na obeh straneh doline (glej sl. 29 in 30). Izdolbena je v terciarno podlago in prekrita z okrog 6 m debelo plastjo slabo zaobljenega proda. Obilo drobirja iz tega obdobja se je ohranilo tudi v območju Belice oziroma Bašeljskega potoka, kjer prav tako preide navzdol v strmo nagnjeno vršajsko teraso, ki je posebno na desni strani doline, neposredno nad Bašljem, izredno široka. Navzdol po dolini zadenemo na njeni levi strani na istodobno teraso spet nasproti Srakovlja, kjer se vriva v njeno nasutino opekarniški

kop v Bobovku. Iz istega obdobja izvira najbrž tudi obsežen del vršaja nad Preddvorom. Istodoben, delno zlepljen drobir, opazujemo tudi v vseh strmih pobočjih Jelovice in še posebno veliko v povirnih delih Nemiljščice ter Krope.

Povsod, kjerkoli smo opazovali ta pobočni drobir, se je pokazalo, da ga sestavlja pretežno droben 3—15 cm debel grušč, med katerega se vpleta veliko drobnega, peščenega in celo ilovnatega gradiva (glej sl. 30). Ta drobir, kot smo že rekli, ne prekriva samo apniških in dolomitnih površin ob vznožju alpskih grebenov, marveč seže tudi daleč preko terciarnih kamnin vse do dna dolin, kjer preide v obsežne, danes že povsem razrezane vršaje. Isto gradivo prekriva tudi položne površine vmesnih hrbtov, kar še močneje podčrta klimatski značaj nasipanja.

Kljub skupnim potezam teh pobočnih sedimentov pa moramo opozoriti tudi na razlike, ki jih opazujemo predvsem med pobočnimi odkladninami v območju Blejsko-radovljiške kotline ter odkladninami izven tega območja proti jugovzhodu. Postali smo pozorni predvsem na to, da je gradivo v območju Blejsko-radovljiške kotline veliko bolj sortirano in da se v njem ritmično izmenjavajo plasti debelejšega drobirja (do okrog 10 cm) s plastmi, ki jih sestavljajo drobnejši peščeni sedimenti in celo s takimi, v katerih je zelo veliko ilovnatega gradiva. Pri bočnem gradivu jugovzhodno od Begunj proti Preddvoru pa ni opaziti tako značilne slojevitosti. Tu je debelejši apniški in dolomitni drobir povečini kratkomalo pomešan z drobnejšimi kosi ter celo s peščenimi in ilovnatimi delci ter daje tako v celoti močno homogen videz.

Spočetka tega pojava nismo znali posrečeno razložiti. Prvotno tolmačenje z razlikami v kamninah ni pripeljalo do zadovoljivega rezultata. Kasneje smo mislili, da je vzrok morda v različnem reliefu. Domnevali smo, da je zaradi višjega sveta drobir z območja Kriške gore in Storžiča, pa tudi na nasprotni strani z Jelovice, veliko hitreje dotekal v doline in zato ni prišlo do značilnega sortiranja. Prvi pomisleki zoper tako tolmačenje so se pojavili šele pri ogledovanju z drobirjem prekritih površin nad Križami proti vasi Zgornje Vetrno in še ponekod jugovzhodno od tod, kjer je gradivo kljub reliefno precej podobnim pogojem, kot so v Pečeh in pod Smokuškim vrhom v območju Blejsko-radovljiške kotline, povsem nesortirano.

Ker nas ta razlaga ni zadovoljila, smo prišli na misel, da je morda vzrok za te razlike v različnih klimatskih razmerah in ustreznih procesih v obeh področjih. Začeli smo misliti na vpliv krajevno ekstremnejše klime blizu bohinjskega ledenika. Pokazalo se je, da je ritmično odložno gradivo, ki ga opazujemo v bližini nekdanjega ledenika med Begunjami in Mostami, najbolj tipičen pobočni sediment periglacialne klime. Med prvimi v svetu, ki je raziskoval take pobočne sedimente je bil A. Cailleux (12, 58—60); imenoval jih je »éboulis ordonnes«. Malo pozneje je podobne sedimente opisal Bout v dolini zgornje Loire in v dolini Vallay (8) v Charente, kjer so najlepše razviti. Imenoval jih je

»grézes litées«. Isti avtor je preučil razširjenost takih sedimentov za vso Francijo (25), Beaujeu-Garnier (2) pa jih je nadrobno opisala v Centralnem masivu. Obsežno poroča o tem gradivu tudi Jan Dylik (16), ki ga je v okolici Łodzi sistematično raziskoval. O podobnih, še danes nastajajočih sidementih obsežno poročajo tudi z Groenlandije (33) in Islandije (31).

Vsi avtorji poudarjajo, da so ritmično odložene plasti z drobnimi robatimi delci, obrnjenimi v smeri pobočij, značilni za obravnavano gradivo. Ritmika razmestitve plasti je tako jasna in splošna, da sta jo Beaujeu-Garnier (2, 262) in Tricart (23, 93) kratkomalo imenovala »varvni sistem«.

Velikost kamninskih delcev je v posameznih plasteh oziroma kompleksih različna (12); kosi so veliki od nekaj tisočink milimetra pa do okrog 10 cm. Večji pa kažejo tudi še značilno usmerjenost z daljšo osjo v smeri pobočij, kar se vse dobro ujema z razmerami pri nas. Podobnost se kaže tudi v tem, da najfinejših drobcev v plasteh z debelejšim gradivom ni, kar kaže na spiranje (67, 143).

Geneza takega gradiva je v drobnem precej zapletena, toda v vprašanju glavnih vzrokov za njo so si avtorji enotnejši. Skoraj vsi se strinjajo s Cailleuxom (12, 60), da je bilo zmrzovanje osnovno važen proces pri nastajanju tega gradiva. Povzročilo je razpadanje živoskalne osnove in transport gradiva po pobočjih.

Najnovejša preučevanja Guilliena iz leta 1951 v Charente (24) pa so odkrila še nov faktor, ki pri razlagi nastajanja teh odkladnin doslej ni bil upoštevan. Ta avtor je namreč opozoril na vlogo snežnih krp, ki ob taljenju poleti dovajajo vodo, potrebno pri nastajanju ritmično odloženih plasti. Kot so pravkar poročali Boč (6), Lewis (32) in Paterson (43), je vloga snežnih krp v tem, da pospešuje razpadanje kamnin in s svojim postopnim taljenjem oskrbujejo potrebno vodo za uspešno denudacijo. Guillien gre v svojih izvajanjih tako daleč, da se mu zdi to spiranje odločilnega pomena pri nastajanju ritmično odloženih plasti; seveda pa tudi on ne zanika pomena soliflukcije.

Da je bila krajevna klima v sosedstvu bohinjskega ledenika odločilna za razvoj tako tipičnih, stratificiranih pobočnih sedimentov, nas opozarja do neke mere tudi ugotovitev, da doslej nikjer drugje v Sloveniji nismo našli tako značilnega pobočnega gradiva. Povsod smo zadevali le ob debelejše ali tanjše plasti precej homogenega gradiva, ki ga sestavlja povečini bolj droban (okrog 10 cm debel) drobir z obilno primesjo peščenega in še drobnejšega gradiva. Ti sedimenti sežejo pogosto po več sto metrov stran od izvornih apniških in dolomitnih pobočij in jih najdemo tudi po prav rahlo nagnjenih površinah. Tako gradivo se ne nahaja samo na soliflukcijskih površinah pod Storžičem, ampak v vsem širokem porečju Kamniške Bistrice (63), v Savinjski dolini (40) in še posebno na široko v območju Notranjskega Snežnika, Nanosa in Trnovskega gozda (61; 34; 47).

Na podlagi vseh teh zapažanj skoraj ni bilo več mogoče dvomiti, da tičijo vzroki za tako različen razvoj pobočnih sedimentov v območju

Blejsko-radovljiške kotline na eni in ostalih področij Slovenije na drugi strani predvsem v različni klimi.

Iz nakazanega lahko tudi sklepamo, da se Blejsko-radovljiška kotlina še najbolj približuje razmeram, ki so vladale v ledenih dobah v Srednji in Zahodni Evropi, medtem ko so bile razmere drugje v Sloveniji nekoliko drugačne.

Pri tem se nam je že od vsega začetka zdelo, da je vzrok tem razlikam predvsem v tem, da je podnebje pri nas nekoliko toplejše že zaradi južnejše lege naših krajev ter s tem povezanega strmejšega vpada sončnih žarkov, s katerim moramo računati tudi v ledenih dobah. To je verjetno vplivalo na hitrejše in globlje odtajanje tal. Zato voda izpod snežišč in raztopljenega ledu v tleh ni tekla tako trajno po površini ali prav malo pod njo, ampak je pronicala globlje v pobočni drobir. Zato pri nas ni bilo tako ugodnih pogojev za razvoj značilne stratifikacije pobočnih sedimentov. Zaradi drugačne vodne cirkulacije je prišlo pri nas v glavnem le do premikanja debelejših slojev z vodo prepojenih tal, do česar pa je prišlo tudi ob premikih, ki so jih povzročile napetosti ob sledečem ponovnem zmrzovanju. Tudi čas trajanja teh procesov je bil zaradi hitrejše izsušitve tal ob višjih temperaturah in zaradi odtoka vode v globlje plasti, kratkotrajnejši.

Nekako izjemo pomeni v tem pogledu pri nas, vsaj v velikem, najbrž samo območje Blejsko-radovljiške kotline, kjer je prišlo zaradi soseščine bohinjskega ledenika do nekoliko nižjih temperatur ter s tem do pogostejšega nihanja temperature okrog ničle. To je vplivalo po vsej verjetnosti na pogostejše in ne preveč globoke odtajanje tal ter s tem na nastanek pogojev, ki so tako zelo ugodni za razvoj stratificiarnih pobočnih sedimentov. Ob tako plitvih odtajanjih tal je tekla sproščena voda po pobočjih skoraj po površju ali pa prav blizu pod njim in tako, posebno ob istočasnem dotoku voda izpod snežišč, povzročila ploskovni transport drobirja ter ga stratificirala. Plasti z bolj debelim drobirjem, iz katerega so drobnejši delci izprani, lahko tolmačimo najbrž z močnejšim dotokom vode, medtem ko so peščene in ilovnate plasti nastale tedaj, ko je bilo vode manj in zato ni več mogla prenašati debelejših kamninskih kosov ter je začela odlagati tudi že plavno gradivo.

Vse to gradivo smo uvrstili k isti, domnevno tretji poledenitvi (starejši würm ali mlajši riss) iz razloga, ker kaže v glavnem še precej svež videz, pri tem pa nas vendar nekaj znakov opozarja, da je veliko starejše od gradiva četrte poledenitve (würm ali mlajši würm).

Tako se je pri podrobnem preučevanju pokazalo, da prekriva to gradivo že okrog 0,5—1 m debela plast rjave oziroma rjavo rdeče prepereline, ki se v okrog 0,30—0,75 m globokih žepih vriva v nasutino pod seboj (glej sl. 31). Posebno lepe take golice smo opazovali pri izkopih temeljev za nove hiše in tudi pri šoli v Preddvoru ter v opekarniškem kopu v Bobovku. Isto preperelost tega gradiva smo opazovali tudi v terasi nad Goričami ob novi cesti, ki zavije nad Zalogom proti novim »weekendom«.



Sl. 31. *Golica v vršaju nad Preddvorom razkriva debelo preperelino, ki prekriva prod hudournikov iz predzadnje (tretje) ledene dobe. Zanimivi so tudi globoki žepi, s katerimi se vriva preperelina navzdol v prod*



Sl. 32. *Za pobočni drobir iz obdobja tretje poledenitve (predzadnja poledenitev) je zelo značilno, da je že delno zlepljen. Slika je iz pobočij nad vasjo Rodine*



Sl. 33. *Pogled na veliki plaz pri Tržiču (13. 12. 1959)*

Obenem kaže vse to gradivo tudi že znake rahlega zlepljenja. Nekoliko večjo zlepljenost je opaziti povečini le v zgornjih nekaj metrih, vendar tudi tukaj zelo neenakomerno in nedosledno. Vmes so tudi številni sloji, v katerih kaže gradivo še povsem svež videz (glej sl. 32).

Preperevanje in cementiranje gradiva pa je, kot smo že omenili, spremljala tudi erozija, ne samo ob glavnih potokih, ampak tudi ob neznatnih vodicah. Te vodice so razčlenile precej sklenejene površine pobočnih sedimentov in povzročile, da je gradivo pogosto brez prave opore obviselo na bolj ali manj strmo nagnjenih terciarnih površinah, od koder je v obliki plazov zgrmelo v doline, kar se dogaja še danes. Tu naj opozorimo samo na obsežen plaz pod Kukovnico oz. Križko goro pri Tržiču (leta 1959), kjer so zgrmele po premočeni terciarni sivici v dolino debele plasti že delno zlepljenega, pa tudi še povsem svežega gradiva, zajezile Tržiško Bistrico in tako ogrozile nižji del Tržiča (glej sl. 33). Velikanske, več sto metrov dolge in tudi po več metrov široke razpoke pa preprezajo pravkar opisani delno sprijet drobir tudi jugovzhodno od tod proti Križam.

Podobne pojave smo opazovali tudi jugovzhodno od tod proti Preddvoru in severozahodno od Begunj proti Mostam, kjer pa smo se ob njih zaradi zelo značilnih oblik še posebej ustavljali. Tu so vzbudili posebno pozornost morenam podobni nasipi vzhodno od vasi Rodine, nadalje nad Smokučem in Doslovčami in tudi nad Zabreznico. Med

njimi nas je posebno zanimal velikanski, še čez 30 m visoki nasip severovzhodno od Rodin; razkriva ga okrog 15 m visoka in 30 m široka golica, iz katere so črpali gradivo za posipanje poti (glej sl. 32). V njej se pokaže pretežno droban, okrog 10 cm debel, delno zlepljen drobir. Pozorni smo postali še na to, da padajo plasti, v katerih se izmenjavajo debelejši in drobnejši drobir ter mivka, v povsem različne smeri, tako tudi proti samim pobočjem. To nam je bilo jasno opozorilo, da sedimenti niso več v prvotnem stanju, marveč da so močno premaknjeni. O tem nas je še bolj prepričala ugotovitev, da se pokaže nad tem nasipom terciarna podlaga, po kateri teče voda. V tem oknu terciarne sivice gre torej bržkone za drsno ploskev, po kateri je zdrselo pobočno gradivo navzdol in se ustavilo v obliki nasipa.

Take premike delno zlepljenih pobočnih sedimentov smo opazovali tudi v pobočjih Peči proti Žirovnici, kjer je svet zaradi tega zelo vegast. Opozorimo naj na okrog 7—8 m visoko golico severno od Doslovč, ki se zajeda prav v eno takih tipičnih nabreklin v pobočju (glej sl. 34). Tudi tukaj smo opazovali, kako je odložen ostrorobat drobir v plasteh in kako padajo te plasti v povsem različne smeri. Tako npr. so v zahodnem koncu jame nagnjene plasti skoraj navpično proti jugu, v njenem zahodnem delu pa so ob našem ogledu padale celo v povsem nasprotni smeri, torej proti samim pobočjem. V vmesnem pasu je bil ostrorobati drobir nesortiran in ves pomešan. Tudi tukaj so torej doživeli sedimenti iz predzadnje poledenitve zelo velike premike.



Sl. 34. *Pobočja nad Doslovčami so zaradi velikih fosilnih usadov delno zlepljenega grušča vsa vegasta*

Do podobnih zaključkov smo prišli tudi v prodni jami nad Zabreznico, kjer so razkrite še čez 8 m debele plasti delno sprijetega drobirja. Tudi tu so plasti močno premaknjene in celo prevržene.

Zaradi teh dokaznih premikov tal smo pomislili, da tudi zelo lep nasip v pobočju nad Smokučem in Doslovčami najbrž ni morena manjšega ledenika, ki bi se zadrževal v obdobju tretje poledenitve pod Smokuškim vrhom, marveč le ostanek velikega usada.

Povsem podobne poteze, kot pravkar obravnavana akumulacija, pa nam kaže tudi veliko mlajše in nekoliko manj razprostranjeno periglacialno nasipanje četrte poledenitve, ki so ga sprožili podobni periglacialni procesi kot prejšnje. Z njegovim drobirjem so se na novo prevlekla vznožja pobočij. Nasipanje pa je seglo tudi v doline, kjer je dobesedno zasulo predvsem njihova povirja.

Do danes je nastala na teh površinah le tenka plast prepereline, ki znaša poprečno okrog 15—30 cm. Pa še ta preperelina je zelo nedovršena. Povsod v njej so neprepereli apniški in dolomitni kosi, ki posebno v spodnjih delih močno prevladujejo; zato je prehod te preperele plasti v drobir pod njo počasen in neizrazit.

Značilno je za vse to gradivo še to, da nismo v njem nikjer opazili razločnejših znakov zlepljenja, ki so bili za predhodno akumulacijo tako značilni.

Mlajši značaj te nasutine izpričuje tudi ugotovitev, da je ohranjena veliko bolj sklenjeno. To ne velja samo za gradivo v pobočjih, marveč tudi za ono v dolinah. Prav zaradi tega je bil njegov študij še posebno zanimiv, saj nam je omogočil še jasnejšo predstavo o procesih v pobočjih in v dolinah, pa tudi o tem, kakšne učinke so imeli ti procesi na razvoj površin, ki so jih zajeli.

Ker je torej to gradivo razmeroma mlado in pomeni zadnje izrazito nasipanje te vrste, izvira verjetno iz obdobja zadnje, četrte poledenitve (würm oziroma würm II). O tem smo se še bolj prepričali ob ugotovitvi, da je prišlo tudi po tem nasipanju do izdatne erozije, o čemer pa bo več govora še pri sami podrobnejši obravnavi ohranjenih sedimentov.

Z drobirjem iz tega obdobja so na debelo prekrita pobočja jugovzhodno od Žirovnice proti Doslovčam. Še posebno obsežne površine pa zavzema jugovzhodno od Smokuča proti vasi Rodine in še naprej proti vzhodu. Drobir izpod Smokuškega vrha prekriva tod široka položna pobočja, ki skoraj neopazno preidejo v ravnino II. terase. Na vznožju imajo ta pobočja okrog 3—4° naklona, navzgor pa naraste strmina na 8° in v skrajnih primerih na 14°. Še strmejša postanejo šele v gozdu tik pod stenami, izpod katerih se širijo tudi zelo strma recentna melišča (32—35°).

Že po sami nagnjenosti teh živih melišč in položnih poraščenih, z gruščem prekritih površin ob vznožju pobočij lahko sklepamo, da se je vršila akumulacija enega in drugega gradiva v klimatsko povsem različni dobi. Nobenega dvoma ni, da so bili v dobi nastajanja položnih, z gruščem prekritih površin pogoji za transportiranje grušča veliko



Sl. 35. *Za periglacialni drobir okrog vasi Rodine je zelo karakteristična menjava plasti debelejšega grušča z bolj drobnim*

ugodnejši kot danes, ko se ves razpadli drobir zadrži v zelo strmih meliščih neposredno pod strmimi stenami.

O upravičenosti takega tolmačenja smo se še bolj prepričali ob ogledu strukture obojnega gradiva. Vpogled v položne, z gruščem prekrite površine so nam nudile široke golice severozahodno od vasi Rodine, kjer kopljejo gradivo za gradnjo hiš. Gradivo v teh golicah je s svojo strukturo vred zelo podobno že opisanemu gradivu iz tretje poledenitve. Tudi tu opazujemo na splošno zelo drobno gradivo; najdebelejši kosi so kvečjemu 7 cm debeli, pogostejši dosegajo debelino 1—3 cm, še več pa je okrog nekaj milimetrov debelih in še drobnejših, robatih kamninskih drobcev. Tudi tu opazujemo značilno slojevitost. Plasti z enako debelim drobirjem se vlečejo na večje razdalje; tako sestavlja nekatere plasti na splošno bolj debel drobir, druge pa spet finejši peščeni in celo še drobnejši delci (glej sl. 35). Opaziti je tudi, kako je prehod gruščnatih plasti navzgor v finejše gradivo počasen in kako ostra je meja peščeno ilovnate plasti proti višji plasti grušča. Tudi tu se torej pokaže, da je prehod iz bolj grobih plasti v finejše genetski in da predstavlja neko zaključeno fazo akumulacije.

Ker vemo, kako pomembno vlogo je odigrala voda pri nastanku tega gradiva, se je vsilila domneva, da gre morda v sloju, ki začne z debelejšim drobirjem in preide navzgor v peščeno in nato čedalje bolj ilovnato plast samo za fazo, ki jo je povzročilo nihanje vodne množine tekom neke otoplitve. Rekli smo že, kako je prišlo v skrajno

hladni pleistocenski klimi, ko so bila tla trajneje in globlje zamrznjena, do pogostejšega odtajanja tal le v toplejših delih leta in kako je prišlo ob tem tudi do sprostitve večjih količin vode. To je sprožilo polzenje tal, kjer je bilo vode več, pa tudi prenos drobirja po zamrznjeni osnovi. Če smo s temi opažanji na pravi poti, bi pomenile faze najbolj sunkovitega odtajanja tal in dotoka voda izpod snežišč tisto obdobje, ko je prišlo do pretransportiranja najdebelejšega drobirja. Počasen prehod navzgor v plasti z drobnejšim in finopeščenim gradivom pa bi bilo morda tolmačiti s pojenjanjem vodne količine ob izsušitvi tal ali pa ob ohladitvi tekom noči. V teh fazah voda ni bila več sposobna pretransportirati debelejšega gradiva in je plavila le še peščene in ilovnate delce. Ti pobočni sedimenti se torej dejansko sledovi zelo zapletenih in v drobnem še vse premalo pojasnjenih procesov ledenodobne klime.

V zvezi z genezo pobočij samih je zanimivo, da imajo te plasti povsem enak naklon kot sama pobočja. V zgornjih delih pobočij znaša njih naklon okrog 14°, nato se zmanjša na 8°, ob samem prehodu v ravnino pa so nagnjena le še za okrog 3—4°. Iz te skladnosti pobočij in plasti, ki so mogle nastajati le v hladni ledenodobni klimi, se vsiljuje zaključek, da pomenijo ta položna pobočja tipične reliktne forme periglacialne klime.

Sledove nasipanja iz istega časa smo ugotavljali tudi v dolini Begunjščice. Še posebno veliko se jih je ohranilo tam, kjer se dolina pod kočo v Dragi v pasu skrilavih in peščenih kamnin nekoliko razširi



Sl. 36. *Taki vršaji zapolnjujejo dolino Drage med planinsko kočo ter gradom Kamen. Vanje je vrezala Begunjščica še čez 10 m globoko korito*



Sl. 37. *Jama razkriva drobir v enem od velikih vršajev v dolini Begunjščice nad Kamnom. V nasutini prevladuje grušč, med katerega se vpletajo tudi bolj poredke debelejše skale. Vidi se značilna »varvna« sedimentacija*

in se dvigajo iznad nje strmi dolomitni ter apniški vrhovi. Tu se je ohranila obsežna, okrog 10—15 m visoka terasa, ki ji sledimo po desni strani doline od koče v Dragi pa do tesni nad gradom Kamen. Površje te terase ni ravno, ampak vegasto in sestavljeno iz več vršajev (glej sl. 36). V njih prevladuje karbonatni drobir, ki se je nasul v dolino z višjih pobočij. Ogled gradiva v tej terasi so nam omogočile obsežne golice ob potoku, ki priteče pod kočo v Dragi proti Begunjščici oz. Zgoši in pa tudi številna druga razkrita mesta jugovzhodno od tod proti soteski. Med njimi je predvsem velika jama okrog 250 m severno od gradu (glej sl. 37). V njej so razkrite še čez 10 m debele plasti dolomitnega in apniškega drobirja, ki ga kopljejo za posipanje cest.

Čisto na povšju se pokaže v tej golici okrog 30 cm debela plast prepereline, ki se posebno v spodnjem delu močno prepleta z gruščem. Pod njo sledi v vsem 8—10 m visokem profilu skoraj povsem robat drobir z zelo veliko primesjo drobnega peščenega in celo še drobnejšega gradiva, medtem ko je debelejših skal in pravih blokov vmes bolj malo.

Da izvira to gradivo dejansko neposredno s strmih pobočij in da ga ni pretransportirala Begunjščica, nam poleg same petrografske sestave drobirja priča tudi nagnjenost njegovih plasti proti dolini. Bliže strmim razjedenim pobočjem imajo okrog 8—10° naklona, navzdol pa postanejo položnejše in so nagnjene le še 4—6°. Njihova nag-

njenost se tudi tu lepo ujema z nagnjenostjo površine vršaja. Posamezne plasti so poprečno 5—20 cm debele in se vlečejo v precej enaki debelini na večje razdalje. Precej podobno pa je v eni in isti plasti debel tudi drobir. Medtem ko prevladuje v eni plasti na splošno bolj debel drobir, prevladujejo v drugih plasteh povečini peščeni in celo ilovnati delci.

Slično kot pod Smokuškim vrhom, lahko tudi tu opazujemo, kako sledi vsaki plasti debelejšega drobirja finejši sloj peska in drobnopeščene ilovice in da je ta prehod grobega gradiva v peščeno oziroma ilovnato plast, običajno počasen, genetski; z ostro mejo pa je ločena ta ilovnato peščena plast od naslednje višje plasti debelejšega drobirja.

Tudi pri genezi teh plasti je torej sodelovala ploskovno tekoča voda, ki se sprošča pri odtajanju tal oziroma priteka izpod snežišč. Razen značilne ploskovne slojevitosti in zaključenih faz grobega gradiva in čezenj odloženega drobnejšega nam govori za to tudi izpranost drobnejših delcev iz gruščnatih plasti, pri odlaganju katerih računamo z največjimi vodnimi količinami.

Prav take sedimente smo opazili tudi v ustrezni terasi na nasprotni, levi strani doline; posebno v velikem vršaju izpod Begunjščice so izredno na široko ohranjeni.

Iz rekonstrukcije ostankov te terase in gradiva v njej se razločno pokaže, kako se je dolina Begunjščice v zadnji dobi pospešenega dotoka drobirja s pobočij z njim kratkomalo zasipala. Še čez 15 m debele plasti sedimentov nam zgovorno kažejo, kako dolgotrajno in skrajno je bilo podnebje v tej dobi. Ker nikjer v njih nismo našli prepereline, se vsiljuje domneva, da se je gozd takrat iz doline Begunjščice docela umaknil. Iz tako močnega dotoka drobirja po pobočjih v dolino, ki se kaže v ohranjenih terasah in razmeroma neznatnih sledovih uveljavljanja Begunjščice v tej dobi, smemo sklepati tudi na takratno razmeroma sušno podnebje.

Tenka preperelina in sveži videz gradiva govorita torej za to, da so tu ohranjeni sledovi širokopoteznega periglacialnega dogajanja iz zadnje ledene dobe, z vsemi že opisanimi svojstvi takega dogajanja.

Do prekinitve tega dogajanja je prišlo najbrž šele, ko je ob koncu zadnje ledene dobe nastopilo toplejše podnebje, ko je tla spet porastel gozd in se je namesto dovajanja drobirja v doline sprožil nov proces erozije. Zaradi hitro se talečega ledu in snežišč na Begunjščici ter v sosednjih gorah je imel potok Begunjščica takrat verjetno še posebno veliko vode in zato povečano erozijsko moč. Možno je, da je spremljalo otoplitev tudi rahlo naraščanje padavin, kar je učinkovalo na podoben način.

Z gradivom iz zgornjega in srednjega dela doline je nasula Begunjščica takrat ob vstopu na ravnino pod Begunjami obsežen vršaj, ki se na široko razprostira proti Lescam in Radovljici. Širila ga je najbrž takoj za umikajočim se bohinjskim ledenikom vse do novega umika na rob V. terase, ko se je začela zaradi povečane globinske erozije Save



Sl. 38. *Pogled čez Leše po dolini Lešanjščice proti Brezjam in Jelovici. Nad Lešanjščico na levi obsežna terasa (II), prekrita s fluvioperiglacialnim prodom*

tudi spodnja Begunjščica oziroma Zgoša močneje vrezovati ter se je začela vzdolž vsega toka uveljavljati erozija. S tem nam postane jasno, odkod toliko drobirja, s katerim je Begunjščica v razmeroma kratkem času nasula tako obsežno ravnino.

Obilne sledove iz obdobja četrte poledenitve smo našli tudi ob vsem severnem robu Dobrav pod Dobrčo, Kriško goro in Storžičem. Pod Dobrčo so prekrita z ustreznimi pobočnimi sedimenti pobočja okog Slatne. Še posebej veliko jih je jugovzhodno odtod proti Srednji vasi, Palovičam in Brezjam pri Tržiču. Tudi tukaj je segel drobir v doline in povzročil obsežno akumulacijo. Njeni sledovi so se ohranili v širokih terasah, ki se dvigajo okrog 25—30 m nad dnom doline Peračice (glej sl. 38). Na podlagi široko ohranjenih fragmentov te nekdanje ravnine južno od Mlake, Palovič in naselja Vadiče smemo domnevati, da se je v vsem tem območju takrat širila obsežna akumulacijska ravnina z močnim naklonom proti jugu, torej stran od pobočij Dobrče, odkoder je dotekalo gradivo. V vseh golicah, ki so nam jih razkrili globoko zajedeni kolovozi in nove poti, smo opazovali le slabo sortiran apniški in dolomitni drobir z obilico drobnejšega gradiva s peskom ter celo s še finejšimi delci. Še boljši vpogled v to nasutino nam je omogočila obsežna jama jugovzhodno od Vadič, iz katere črpajo gradivo za zidavo, pa tudi za posipanje cest (glej sl. 39). Tudi v njej se pokaže, kako je

gradivo slabo sortirano, razmeroma malo zaobljeno in kako je vmes veliko peščenega gradiva.

Ta struktura gradiva je značilna za akumulacijo, ki jo povzroči hiter dotok drobirja v doline, kjer obstoječe linearno tekoče vode niso sposobne, da bi ga podrobneje sortirale. Sploh se zdi, da v dobi tega širokopoteznega nasipanja tu skoraj ni bilo trajnih površinskih vodnih tokov. S tem bi se dobro ujemal tudi znaten naklon, ki ga kažejo te akumulacijske površine (glej sl. 38). Videti je, da je prišlo do transporta gradiva le obdobno, pri čemer so bile morda bolj redne samo vode, ki so se zbrale ob hitrem taljenju snega in zamrznjenih tal ob prehodu v toplejši del leta.

O zelo skrajnih pogojih, v katerih je nastajalo to gradivo, nam priča tudi ugotovitev, da v vseh teh debelih plasteh drobirja prav nikjer nismo našli prepereline. To pomeni, da v območju tega širokopoteznega nasipanja tedaj ni bilo gozda, pa verjetno tudi ne bolj sklenjenega travnega rastja.

Tudi pri samih pobočnih sedimentih, ki se povezujejo s to nasutino, nismo opazili slojevitosti, ki je tako značilna za ustrezno gradivo v Blejsko-radovljiški kotlini. Pokaže se torej povsem ista podoba kot pri pobočnem gradivu tretje poledenitve in to iz istega vzroka, različne cirkulacije vode, do katere pride pri različno hitrem in globokem odtajanju tal. Tu je bilo, kot kaže, odtajanje tal hitrejše in globlje kot v soseščini bohinjskega ledenika. Omogočilo je odtok vode v globlje



Sl. 39. *Golica v II. terasi južno od vasi Leše; slabo sortirani drobir iz obdobja zadnje, četrte poledenitve*



Sl. 40. *Golica nad vasjo Vetrno je razkrila slabo sortiran periglacialni grušč. Drobir pripada zadnji ledeni dobi (četrta poledenitev)*

plasti pobočnega gradiva in s tem zavrlo površinsko pretakanje vode, ki je za razvoj značilne slojevitosti sedimentov tako pomembna. Zaradi celotne prepojenosti pobočnih sedimentov z vodo je prišlo v glavnem do polzenja debelejših slojev. Take premike pa je povzročilo tudi ponovno zamrzovanje tal. Površinska soliflukcija pa je bila tu, v nasprotju z Blejsko-radovljiško kotlino, najbrž zelo omejena.

Povsem podobno slojevito pobočno gradivo iz obdobja četrte poledenitve smo opazovali tudi pod Kriško goro in Storžičem (glej sl. 40). Posebno široke površine prekriva v območju vasi Vetrno nad Križami, nadalje vzhodno od Golnika in povsod proti vasem Povlje, Bašelj in Preddvor. Sledovi predhodnega nasipanja iz tretje poledenitve so povečini prekriti z njim ter se pokažejo izpod njega le v globlje zarezanih žlebovih in v slemenih med posameznimi potoki, ki kažejo, kako je seglo polzenje drobirja v tretji poledenitvi nekoliko dalje in to tudi po povsem položnih pobočjih. Take razmere smo opazovali nad Križami ter v območju vasi Vetrno, nadalje nad Goričami, pa nad Bašljem in Preddvorom. Isto se je pokazalo tudi na nasprotni strani Dobrav v območju Jelovice, kjer so golice ob novi cesti, ki pelje preko Jamnika v Kropo, še posebno instruktivne (glej sl. 41).

Povsod drugod, kjer sežejo doline močneje v visokogorski svet, pa je drsel ves ta drobir, ki je nastal pri mehaničnem razpadanju kamnin, naravnost v doline in povzročil s tem obsežno akumulacijo.



Sl. 41. *Nova cesta čez Jamnike na Jelovici nam razkriva več metrov debele plasti povsem nesortiranega grušča, ki je nastal pri močnem mehaničnem razpadanju kamnin v zadnji ledeni dobi (četrta poledenitev). Prekriva ga le tenka preperelina, v kateri je še obilo karbonatnega drobirja*



Sl. 42. *Pogled po obsežnem vršaju pri Goričah proti Srednji vasi in Zalogu*

To se je pokazalo v vsem širokem porečju Kokrice, prav tako pa tudi v dolinah Besnice, Nemiljščice, Krope in ob zgornji Lipnici. O tem, kako je bilo mehanično razpadanje kamnin v gorah poglaviten vzrok tega nasipanja, nas je še posebej prepričala ugotovitev, da so posebno zgornji deli dolin najmočneje zasuti. Opravka imamo s pravimi velikanskimi vršaji, ki se s približevanjem goram hitro vzpenjajo in sežejo tudi navzgor po žlebovih v sama pobočja. Takega značaja je obsežen vršaj pod vasjo Senično in še posebej pod vasjo Svarje (glej sl. 42). Začenja se v žlebu, ki se vriva pod Tolsti vrh vzhodno od Gozda. Pri Svarju ima višino 680 m, do Zaloga se zniža že na 531 m, hitro pa se niža še naprej navzdol proti Srednji vasi in Goričam ter je v območju vasi Letenice le še 441 m visok. Isti akumulaciji lahko sledimo še naprej po dolini proti vasi Tenetiše ter naselju Kokrica. Na podobnem vršaju stojita tudi Trstenik in ob sosednjem potoku Babni vrt. Še posebno obsežen je vršaj ob Belici, ki priteče izpod samega Storžiča. Pri Bašlju se začenja v višini okrog 465 m, do Zgornje Bele se zniža že na 480 m, pri Spodnji Beli pa je le še okrog 450 m visoko. Odtod navzdol je strmec veliko manjši. Na levi strani Belice ga označujejo kote 449 m, 435 m in 429 m, onstran nje pri Srakovlju pa je višina le še 410 m.

Manjše doline zapolnjuje ta drobir tudi vzhodno od Bašlja proti Predddvoru.

Povsod, kjerkoli so nam golice omogočile bližji ogled gradiva v teh vršajih, se je pokazalo, kako prevladuje v njih slabo zaobljen prod, ki postaja z oddaljevanjem od visokogorskega sveta drobnejši in čedalje bolj sortiran. Ta poteza nam poleg same fiziognomije vršajev ponovno tehtno dokazuje, da je prišlo do nasipanja prav zaradi pospešenega mehaničnega razpadanja kamenin in polzenja drobirja v doline.

Isto nam izpričuje tudi ugotovitev, da je prišlo do manj izdatnega nasipanja le v območju Golnika, med vasmi Senično in Goriče, kjer je planota, na kateri stoji vas Gozd, preprečevala neposredni dotok drobirja v doline. Tu so zato tudi dna dolin za okrog 15—20 m globlja kot v soseščini ter imajo razmeroma neznaten strmec vse do pod samih strmih apniških in dolomitnih pobočij. Posebno nazorno se pokaže to pri Goričah, kjer se nahaja obsežna prodna ravnina (kota 468 m) okrog 20 m nad sosednjo dolino, ki je ostala zahodno od tod, ob robu tega širokopoteznega nasipanja (kota 448 m). Zato je prišlo tudi do odtoka vode z območja goričkega vršaja proti zahodu, tako mimo Gorič kot tudi niže navzdol mimo Letenice. Samo del vode s tega območja je našel pot proti jugu v smeri prvotne doline, ki jo uporablja danes glavna cesta Goriče—Tenetiše. Zaradi take razdelitve vode je bila erozijska sposobnost voda tu zelo omejena in so se zato sledovi obsežnega nasipanja še posebno dobro ohranili.

Veliko intenzivnejše pa so razrezali potoki s poznejšo erozijo druge vršaje. Pri Bašlju je izdolbla Belica v tak vršaj okrog 20 m globoko korito; navzdol po dolini se ta višinska razlika hitro zmanjša na 10 m, pri Spodnji Beli na 8 m, v terasi na desni strani doline pri Srakovlju

pa celo na 6 m. Izdatnejšo erozijo v zgornjem delu dolin, v območju močnejšega predhodnega nasipanja, smo opazovali tudi pri vršajih pod Babnim vrtom, pri Trsteniku ter pri Seničnu. Omejitev erozije predvsem na področja najizdatnejšega nasipanja nas je še bolj prepričala v že večkrat izrečeni domnevi, da sta bila akumulacija in poznejša erozija povsem klimatsko pogojeni. Do erozije bi prišlo po teh tolmačenjih takoj ob nastopu toplejšega podnebja po zadnji ledeni dobi, ko so se tla porastla z gozdom in so prenehali že opisani periglacialni procesi.

Posledica prenehanja dotoka drobirja v doline so tudi ilovnati in peščeni sedimenti, ki prekrivajo najnižja dolinska dna. Očitno so rezultat najmlajšega holocenskega obdobja, pri katerem stopa dotok drobirja iz gorâ v doline docela v ozadje; v nasutino prihajajo v glavnem le peščeni in ilovnati sedimenti, ki izvirajo iz bližnjih, globoko preperelih ter slabo odpornih terciarnih, laporastih in peščenih sedimentov; z njih se spira posebno ob dežju in ob taljenju snega še danes zelo veliko drobnega plavja.

Zato gotovo ni slučaj, da je še posebno veliko ilovnatih sedimentov ob vznožju pobočij, že ob samem prehodu v ploska dolinska dna in da so se prav nanje naslonile nekdanje opekarne okrog Srednje Bele, južno od Trstenika, pri vaseh Pangršica in Tenetiše, kot tudi v svetu južno od Gorič proti vasi Letenice, kjer je še danes več opekarn. Povsod smo lahko opazovali, kako počasi in skoraj neopazno preidejo ti pobočni sedimenti v široke in poplavne ilovnate ravnice v glavnih dolinah.

Obilo ilovnatih sedimentov je tudi v krajših dolinicah, izdolbenih v terciarne kamnine. Opozorimo naj samo na desne pritoke Kokrice, ki pritekajo iz Udin boršta, na njeni levi strani pa predvsem na potočke iz okolice Golnika ter iz širokih starih teras med Trstenikom ter vasmi Babni vrt, Žablje, Hraše, Srakovlje in Tenetiše. Povsod se ti ilovnati sedimenti v obliki pravih manjših vršajev povezujejo z ilovnato naplavino v glavnih dolinah. Gre torej za povsem isti genetski stik, kot ga nam kažejo pobočne ilovice. Razlika med njimi je le v tem, da je v dolinskih naplavinah na splošno nekaj več peska, pa tudi proda iz slabo odpornih terciarnih kamenin.

Videti je, kot da je prav ta dotok ilovnatega plavja po pobočjih in dolinicah v glavne doline poglavitno gibalo obsežne akumulacije ilovnatih sedimentov, ki jim sledimo v širokih in vlažnih danjih ravnicah ob Kokrici navzgor skoraj čisto do Golnika, ob Stražnici nekako do vasi Pangršice, ob potoku izpod Babnega vrta pa nekako do vasi Žablje; ilovnati ravnici lahko sledimo tudi ob Belici do pod Spodnje Bele.

Vpogled v te ilovnate sedimente so nam omogočile obsežne golice ob potočkih samih, posebno na udarnih straneh, kjer je voda odnesla rastje ter razkrila ilovico. Ilovnate plasti pravzaprav niso tako debele kot smo domnevali doslej, saj skoraj ne presežejo debeline 2—3 m. Isto so pokazali tudi nekateri vodnjaki. Tako npr. so v vasi Srakovlje

v hiši št. 3 skopali 3 m globok vodnjak; v njem je bilo okrog 0,5 m ilovnato rjavo rumene prsti, navzdol pa je sledil samo s sivo ilovico umazani prod. Pri sosednji hiši št. 2 je bilo ilovice nekaj več, saj se je pokazal šele v globini 3,5 m tako čist prod, da je po njem pritekla voda. Tudi pri vasi Tatinec se debelina ilovice zelo menja, vendar povečini ne preseže 2 m. Podobne razmere smo opazovali tudi ob Kokrici proti Tenetišam, kjer so nam omogočile vpogled v sestavo ilovnate ravnice golice v izkopih temeljev za številne nove hiše; tudi tu so ilovnate plasti povečini le okrog 2 m debele.

Pri ogledovanju teh plasti nam je zbudila pozornost tudi značilna slojevitost, ki kaže isti naklon kot prodna podlaga. V vseh golicah ob strugah potokov kot tudi v vodnjakih se pokaže zgoraj rjava in rumenkasta peščena ilovica, pod njo pa siva, pogosto nekoliko modrikaste barve, ki se posebno v spodnjih plasteh močno meša s peskom in prodom. Čisto isto slojevitost so nam razkrili tudi nekateri vodnjaki ob Belici, v vasi Srakovlje in ob Stražnici med vasicama Tenetiše ter Mlaka.

Ta slojevita ilovnata prevleka vzdolž dolin nas je še podkrepila v že izrečeni domnevi, da gre za dejansko pretransportiran holocenski denudacijski material. Za njegov nastanek so najbrž še posebno važne visoke vode. Le-te namreč ne povzročajo samo preproste akumulacije, ampak ustvarjajo izredno ugodne pogoje za sedimentacijo pobočnega gradiva kot tudi najrazličnejših barskih sedimentov.

Na to so nas opozorile predvsem zamočvirjene in trajno vlažne površine glinenih danjih ravnic. Ne moremo jih razložiti samo s počasnim odtokom vode s širokih, za vodo slabo propustnih površin, pač pa so nastale v plitvih zajezitvenih kotanjah. Na številnih krajih smo mogli ugotoviti, da niso pregrade, ki ustvarjajo plitve kotanje, nič drugega kot pasovi močnejšega nasipanja potokov ob visoki vodi. Pri tem nam je največ pomagalo bolj grobo peščeno gradivo teh, na oko komaj opaznih nasipov. V teh plitvih depresijah je prišlo marsikje do pravega manjšega zamočvirjenja, kjer imenitno uspevajo higrofilne rastline z značilnimi mahovi, ki zadržujejo še posebno veliko vode. Prišlo pa je tudi do nastanka pravih šotnih plasti, ki jih pač ni tolmačiti s prekinitvijo neke jezerske faze. Ti primeri nas opozarjajo, kako previdni moramo biti pri presoji podobnih ilovnatih in peščenih sedimentov v starejših plasteh.

Te plitve kotanje pa se ne zapolnjujejo samo z organskimi sedimenti, ampak tudi s pobočnim gradivom. Dežnica in tudi snežnica odlagata v njih veliko glinenega ter peščenega gradiva, zaradi česar se debelina teh ilovic še posebno hitro veča.

Pri njihovi genezi tudi ne smemo prezreti trave, ki preprečuje odnašanje denudacijskega gradiva in grmovja, ki vrši ob potokih več funkcij: preprečuje vdor glavnega vodnega curka na glinene površine in s tem akumulacijo debelejšega gradiva po njih, močno pa zavira tudi hitrost vodnega toka na poplavljenem svetu izven struge in pospešuje

že tako pospešeno akumulacijo v grmovju takoj ob strugi. S tem ustvarja pregrajo za hiter odtok vode s poplavljene površine. Obenem pa grmovje s koreninami zavira hitro spreminjanje struge kar je za morfogenezo pravkar opisanih ilovic nedvomno velikega pomena.

Če poznamo vsa ta dejstva, ki osvetljujejo genezo preučevanih ilovic, nam postane razumljivejša tudi velika zamočenost teh površin, ki jo samo s slabo propustnostjo peščenih ilovic in s počasnim odtokom vode iz njih nismo znali posrečeno razložiti.

SLEDOVI KVARTARNEGA NASIPANJA PRI BOBOVKU NAD KRANJEM

V luči teh novih dognanj se nam kažejo tudi sedimenti v območju Bobovka v povsem novi podobi. V tej zvezi je videti posebno pomembno spoznanje, da so v ledenih dobah poleg glavnih rek, ki so pritekale s poledenih področij, močno nasipali tudi pritoki iz periglacialnega sveta in da so le-ti v tem docela tekmovali s fluvioglacialnim nasipanjem. Poglavitno, kar smo mogli iz tega izluščiti, je bilo spoznanje, da pogoji za ojezeritve v ledenih dobah tu niso bili tako ugodni kot se je domnevalo doslej (npr. 42; 48), ko fluvioperiglacialnega nasipanja niso upoštevali. Druga pomembna ugotovitev pa je, da ilovic ne moremo kar tako preprosto imeti za jezerske, saj so lahko tudi drugačnega porekla. Že iz dosedanjega premotrivanja je namreč razvidno, kako prekrivajo najnižja dolinska dna debele plasti plavnih, holocenskih ilovic. Z genezo podobnih ilovic pa moramo računati tudi v starejših, toplejših obdobjih pleistocena, pa tudi v začetnih fazah poznejših ohladitev, ko se gozd iz naših krajev še ni umaknil in tako še ni prišlo do intenzivnejšega dotoka bolj debelega apniškega in dolomitnega drobirja v doline. Vse to nas je sililo, da vzamemo dosedanje rezultate v območju Bobovka ponovno v pretres ter skušamo dognati, kako se ujemajo z vsemi temi novimi pogledi.

Polde Oblak, ki je tu raziskoval, opozarja, kako so tu pogoji za nastajanje ilovic izredno ugodni (42). Poleg močnega spiranja ilovic iz hitro razpadljivih terciarnih kamnin so tu tudi izredno ugodne zajezitvene možnosti, ki jih je ustvarilo obdobno pospešeno nasipanje Kokre. Posebno veliko jezero je nastalo po njegovem mnenju v dobi starejšega zasipa, ko je Kokra s svojo veliko akumulacijo zaprla Kokrici odtok in jo zajezila.

Z veliko ojezeritvijo v opisanem področju računa tudi Rakovec, ki je poleg samih plasti v Čukovi jami podrobno opisal še pleistocensko stratigrafijo bližnje okolice in nakazal obseg domnevnega jezera (48). Po njegovem mnenju bi se jezero razprostiralo ob Kokrici navzgor nekako do Tenetiškega vrha, ob Belici pa do vasi Spodnja Bela. Vzrok

tej ojezeritvi bi bil po Rakovčevem mnenju isti kot ga navaja Polde Oblak: Kokra je ob svojem pospešenem nasipanju zajezila Kokrico in pritoke ter jih prisilila, da so se razlili v jezero. Ilovice navzgor po dolinah, kamor ni več segla ojezeritev, pa bi bile po Rakovčevem mnenju plavnega in denudacijskega izvora (48).

Pregrajo, za katero bi nastalo to jezero, vidi Rakovec v konglomeratu, ki se je ohranil v terasi jugovzhodno od Mlake (410 m) ter na dveh krajih na levi strani Kokrice: nasproti kokriške cerkve in pri mostu nekoliko niže ob Kokrici. Ob tem pripominja, da je tu konglomerat že v znatni meri odnešen. Rakovec pa je pri svojem preučevanju opozoril tudi na ilovnato teraso, na katero se povzpne cesta med Kokrico in Bobovkom in na plitve golice, ki razkrivajo v njej le rjavo rumeno ilovico.

Zaradi zelo zanimivega položaja te terase, nekako na meji med ilovnatimi sedimenti, ki jih izkorišča opekarna v Bobovku ter prodno nasutino Kokre vzhodno odtod, smo jo še posebno natančno ogledali. Grobo določitev njenega mesta v terasnem sistemu nam je omogočila že ugotovitev, da kaže že povsem podoben odnos do »mlajšega zasipa« in višjih starejših teras kot ga kaže »visoka terasa«, na kateri stoji naselje Predoslje, in kosi ustrezne terase severno odtod med Brdom in Visokim. Hiter dvig, ki ga kaže ta terasa od juga proti severu, pa nas je opozoril, da genetsko ni povsem istega porekla kot omenjene terase vzhodno odtod in da je pri tolmačenju njenega nastanka poleg Kokre upoštevati tudi Belico.

O specifičnosti razvoja »visoke terase« severno od Kokrice in Brda nam poleg morfoloških potez priča tudi sama njena sestava. Prvi širši vpogled v njeno zgradbo so nam omogočile golice, ki so jih skopali pri gradnji novih blokov na skrajni severni strani Kokrice. V še čez 2,5 m globokih golicah so razkrili tu rjavo rumeno ilovico, med katero je posebno v globljih plasteh še veliko slabo zaobljenega in že kar močno preperelega proda Belice. V dnu teh izkopov pa so na nekaterih krajih zadeli tudi že na zlepljeni prod, ki je obenem tudi veliko močneje zaobljen in je nedvomno nasutina Kokre. Na zgornjo, močno preperelo nasutino Belice in na konglomerat pod njo pa so zadeli tudi pri kopanju dveh vodnjakov severno od tod pri hišah vzhodno od opekarniškega kopa v Bobovku. Pri prvem, južnejšem, se je pojavil konglomerat v globini 4 m, pri drugem, ki je nekoliko severneje pri hiši št. 15, pa v globini 7 m.

Ustrezajoči konglomerat se javlja tudi v vzhodnem koncu opekarniškega kopa v Bobovku, kjer smo ga lahko še posebno podrobno ogledali. V njem se pojavlja nasutina različnega značaja. Med močneje zaobljenim in petrografsko pestrejšim prodom Kokre opazimo tu tudi slabše zaobljen in petrografsko veliko bolj homogen apniški in dolomitni prod, ki docela ustreza nasutini Belice. Že samo na osnovi tega vsesplošnega nasipanja Kokre in Belice je bilo mogoče sklepati, da za nastajanje ilovic oziroma ojezeritev ob Belici pogoji takrat niso bili

ugodni in da zato ilovnati sedimenti pri Bobovku ne izvirajo iz istega obdobja.

O vsem tem pa nas je še posebej prepričala ugotovitev, da se javlja konglomerat v vzhodnem delu opekarniškega kopa v Bobovku v obliki hrbta, ki je povsem ostro ločen od ilovnatih sedimentov, ki se ga dotikajo in prekrivajo. Nikjer ni torej opaziti prehodov med ilovico in prodom, ki bi jih pričakovali, če bi usmerila Kokra obdobno svoj tok proti jezeru in odlagala v njem svoj prod. V tem primeru pa bi bilo pričakovati tudi deltasto sedimentacijo proda, ki jo z ilovico prekriti konglomeratni hrbet ne kaže. Na osnovi tega smo sklepali, da je konglomerat pod ilovicami najbrž samo erozijski preostanek konglomerata, ki sestavlja tudi »visoko teraso« vzhodno od Bobovka.

Če je ta domneva pravilna, lahko sklepamo, da zapolnjujejo ilovice, ki jih izkorišča opekarna pri Bobovku, globoko erozijsko korito nastalo v dobi vsesplošne erozije, ki je sledila širokopoteznemu nasipanju proda v »visoki terasi«. Videti je, da ta ponovna akumulacija ni več dosegla višine predhodnega nasipanja, ki se je ohranilo v visoki terasi, ampak se je zaustavila okrog 6 m pod njo. Višino tega mlajšega nasipanja predstavlja površje nižje, okrog 4—5 m visoke terase (II.), ki spremlja Belico na obeh straneh doline; zanjo smo že izrekli domnevo, da jo sestavlja poleg ilovice tudi prod, ki izvira iz zadnjih dveh poledenitvenih obdobij (tretje in četrte poledenitve).

Posebno imeniten pogled v sestavo te (II.) terase nam nudi opekarniški kop v Bobovku, na desni strani Belice, južno od Srakovlja pa obsežna prodna jama. Plasti v opekarniškem kopu v Bobovku je opisal že Polde Oblak (42), nekoilko podrobneje pa kasneje Srečko Brodar, ki je teden po odkritju slonovih kosti iskal morebitnih sledov človekovega udejstvovanja (48).

Po Brodarjevem opisu leži pod 20—30 cm debelo plastjo prepereline (A) 40—90 cm debela plast svetlorjave, zelo mastne gline (B), ki je v spodnjem delu nekoliko sivkasta. Sledi ji do 10 cm debela črna proga (C), preperelinski preostanek nekdanjega površja, nato pa do 1,50 m debela plast proda in peska, ki se na skrajnem severovzhodnem in jugozahodnem koncu jame izklini (D). Med prodniki so zastopani povečini raznobarvni apnenci, redkejši so temno rdeče rjavi in črni skrilavci, kremeni ter peščenjaki. Tu pa tam se pojavijo celo kosi rdečkastega porfirja. Prodniki so raznih velikosti. Največkrat imajo po nekaj centimetrov v premeru, največji pa dosežejo celo velikost človeške glave. Razen tega so prodniki pomešani s peskom. Mnogi kosi so tako prepereli da razpadejo že pri rahlem dotiku z roko, odpornejši kosi pa so na površju bolj ali manj razjedeni. Vmes so tudi taki, ki ne kažejo nobenih znakov preperelosti. Močno prepereli so predvsem skrilavci; celo porfir je na površini precej razkrojen.

Površje prodne plasti je neenakomerno valovito. Ker prodna plast proti jugozahodu in severovzhodu polagoma izgine, bi se dalo sklepati, da je bil prod odložen v plitvi dolini. Sodeč po profilu, ki ga je približno izmeril Brodar, naj bi bila dolina približno 200 m široka.

Pod peskom in prodom sledi 10—12 cm debela plast rjave gline, ki je pomešana s kosi apnenca (E). Zaradi tega jo delavci pred izkopom z bagrom še posebej ročno odstranjujejo. Tudi spodnja mejna ploskev rjave gline se dviguje na obeh krajih kakor prodna plast nad njo. Pod rjavo glino leži 8—10 m debela modrosiva glina, ki jo opekarna izkorišča za izdelovanje opeke (F). Po videzu horizontalne plasti se menjavajo z neštetimi progami, ki so sive in opečno-svetlo rdeče, mivkaste do 1 cm tanke pa tudi debelejše. Vmes se pojavljajo nekoliko temnejše proge, ki vsebujejo večjo količino organskih ostankov. Tako temnejšo in debeljšo progo z mnogimi drobnimi polžki opazimo v višjem horizontu glinenih plasti, predvsem v jugozahodnem delu jame.

Podobne plasti, kot jih je opisal Brodar, lahko opazujemo tudi v današnjem kopu (glej sl. 43 in 44), le da sledi pod preperelino (A) nekoliko bolj prstena in prhka plavna ilovica (B), pod njo pa prava temnorjava preperilina (C), ki se v okrog 0,50—1 m globokih žepih vriva v spodaj ležeči prod (D). Opaziti je tudi, da je plast rjavega peska (E) pod prodom (D) precej debelejša, saj krajevno še preseže 0,50 m debeline. Že tu lahko omenimo, da je ta slojevita peščena plast močno valovita. Nadaljna posebnost v sedanjem profilu pa je že opisani konglomeratni hrbet (G), ki se pojavi v vzhodnem koncu opekarniškega kopa izpod debelih plasti ilovice (F).

Dosedanji raziskovalci so imeli ilovnate sedimente (B in F) enostavno za jezerske (42; 48), v vmes odloženem produ (D) pa so gledali nasutino Belice. Ker pa je v preučevanem svetu tudi obilo ilovic plav-



Sl. 43. *Debele plasti peščenih ilovic (F) v opekarniškem kopu v Bobovku pri Kranju. Prod nad njimi in še višje plasti se bolje vidijo na sl. 44*



Sl. 44. *V opekarniškem kopu v Bobovku pri Kranju sledi pod preperelino (A) prhka rjava, spodaj rahlo sivkasta prstena ilovica (B) ki preide navzdol v temno rjavo rdečo preperelino (C). Ta se v obliki žepov vriva navzdol v močno preperel prod (D). Pod njim lokalno še plast močno ilovnatega peska (E), globlje pa ilovice (F) s slike 43*

nega in, posebno na obrobju, tudi denudacijskega porekla in ker je plavljenje ilovic celo specifičen sediment določenih obdobij, je potrebno našo pozornost usmeriti tudi v to smer.

Tako smo ugotovili, da se je začelo tudi plavljenje ilovic, ki jih razkriva opekarniški kop v Bobovku, v fazi pojenjavanja erozijskega procesa torej v fazi, ki močno spominja na razmere po zadnji ledeni dobi, ko je sledila širokopoteznemu nasipanju proda erozija, nato pa plavljenje ilovic, ki se nam kažejo v širokih danjih ravnicah. Vsaj del ilovnatih sedimentov utegne torej biti plavnega porekla. Ker prevladujejo vsaj v bolj peščenih plasteh laporasti in peščeni sedimenti iz bližnjega terciarnega sveta in ker stopajo apniški in dolomitni drobci vsaj optično močno v ozadje je plavni karakter teh ilovic še očitnejši, saj nam je to ponovno opozorilo, da je bil v obdobju akumulacije ilovic dotok apniškega in dolomitnega drobirja iz gora v doline razmeroma neznaten in da je prišlo v nasutino predvsem finejše gradivo iz bližnjih terciarnih kamenin.

Da tu nimamo opravka z najbolj tipičnimi jezerskimi sedimenti, pa nas je opozorila tudi značilna slojevitost s hitro menjavo ilovnatih ter peščenih plasti s prodom in s prav številnimi vložki ostankov, ki dosežejo krajevno celo značaj pravih manjših šotišč. Dejansko nas spo-

minjajo ti številni sloji z organskimi ostanki veliko bolj kot na usihanje jezera, na razmere, ki jih opazujemo v območju poplavnih ravnic še danes, ko nasuje potok posebno ob večjih povodnjih velike množine mivke in ilovic ter prekrije travno vegetacijo, ki se nato le počasi spet obnovi. Z jezersko sedimentacijo pa bi težko raztolmačili tudi tako enakomerno razprostranjenost plasti z debelejšim peskom in prodom po večjih površinah. Pričakovati bi bilo namreč, da bi se odlagalo v jezeru tako grobo gradivo v obliki delt že ob samem jezerskem robu.

Za plavni karakter ilovic pa govorijo še posebej številni debelejši kameninski kosi, ki smo jih našli v njih; nekateri od njih imajo po več decimetrov v premeru. V spodnjem delu tega več metrov debelega ilovnatega kompleksa (F) se javljajo kot glava debeli in še debelejši kosi konglomerata. Navzgor pa je opaziti številne slabo zaobljene kose apnenca in tudi nekatere porfirske skale. Vsiljuje se domneva, da so zašle te skale med ilovico ob velikih povodnjih, ko je nanesla voda po poplavljenih površinah poleg ilovice in mivke tudi debelejše skale. Ob takih razmerah so nastala za pasovi najmočnejšega nasipanja tudi manjša barja z bogatim močvirnim rastjem. O takih pojavih smo se še posebej prepričali ob pravkar odkritih barskih plasteh, ki se nahajajo okrog 2 m pod površino ilovnatega sloja F. Pri ogledovanju tega kompleksa smo postali posebno pozorni na to, kako ograjuje barske plasti proti zahodu grob pesek, med katerim so tudi številni debelejši prodniki in celo nekateri kot pest debeli apniški kosi. Taka groba nasutina pa se nadaljuje tudi pod samo šoto, ki se nekako po 5 m izklini.

V razgovoru, ki sem ga imel v tej zvezi s tov. Alojzom Šercljem, se mi zdi posebno zanimiva njegova pripomba, kako malo je v teh plasteh cvetnega prahu, čeprav moramo računati v dobi odlaganja ilovic, kot kažejo njegove pelodne analize, s pravim gozdom in ne morda z redkim drevjem ali pa celo brezdrevesno tundro.[4] To namreč jasno opozarja, da so bili pogoji za ohranitev cvetnega prahu v njih veliko slabši, kot bi bili v jezeru. Dejansko imamo torej tu opravka z ilovicami (F) plavnega izvora. Isto velja tudi za plast zelo grobega peska (E) nad njimi.

Manj spornega izvora kot ilovice pa je čez nje odložena 1—1,5 m debela plast močno preperelega proda (D) z debelo preperelino (C), ki se v obliki žepov vriva v prodno nasutino. Za te plasti je namreč enotno mnenje, da jih je nasula Belica in da so kasneje močno preperele.

Problem odpira spet čez to plast odložena plast ilovic (B), ki so jo imeli dosedanji raziskovalci prav tako za jezerski sediment (42; 48). Rekli smo že, kako je ta plast zgoraj rjave barve, spodaj pa rahlo sivkasta. Zaradi njene podobnosti z ilovicami plavnega porekla in obilne prepereline, ki jo vsebuje, se vsljuje tudi zanjo dvom, da bi bila jezerski sediment.

Glede časovne opredelitve in glede klimatskih razmer, v katerih bi se vršilo vse to nasipanje, meni Rakovec, da so bile debele plasti

[4] Alojzu Šerclju se za njegovo opozorilo na tem mestu najlepše zahvaljujem.

ilovic (F) pod prodom odložene v riški ledeni dobi, prod nad njimi (D) pa v sledeči medledeni dobi. Takrat pa bi nastala na njem tudi debela preperelina (C). Nad tem odloženi tanjši sloj ilovice (B) pa bi izviral iz zadnje würmske ledene dobe (48, 257—258). Pri tem se sklicuje Rakovec predvsem na ostanke mamuta, ki so jih našli v ilovicah (F) pod prodom (D), okrog 5,5 m pod površjem. Obenem opozarja tudi na globoko preperelost čez ilovice (F) odloženega proda (D). Ostanki mamuta bi bili torej iz druge polovice riške ledne dobe.

Ko smo skušali spraviti ta dognanja v sklad s širokopoteznimi procesi, ki jih je sprožila menjava pleistocenske klime, pač nismo mogli mimo temeljne ugotovitve, da je prišlo do akumulacije ilovic po globoki eroziji, ki je sledila predhodnemu obsežnemu, nesporno ledenodobnem nasipanju, katerega sledovi so se ohranili v »visoki terasi« (druga poledenitev — riss). Do erozije je prišlo najbrž zaradi toplejšega podnebja in poraščenja tal z gozdom. Šele dolgotrajnemu preperevanju akumulacijskih površin ter globoki eroziji je sledila akumulacija ilovic, ki je tako značilna tudi za obdobje po zadnji ledeni dobi.

O temperaturnih razmerah v času, ko se je vršila erozija, ne vemo doslej še nič podrobnega. Prve zanesljive podatke o klimatskih razmerah poznamo šele za sledečo dobo, iz katere izvirajo ilovnate plasti (F), v katerih so našli mamutovo okostje in pelod, ki kaže na precej hladnejše podnebje od današnjega. Videti je, da pomeni čas akumulacije ilovic (F) že nekak prehod v nastopajočo ledeno dobo ali celo že v njen prvi vlažnejši del; ledena doba je dosegla po našem mnenju svoj višek v dobi akumulacije apniškega in dolomitnega proda (D). Šele v tej zadnji fazi poledenitve je prišlo najbrž do najizdatnejših periglacialnih procesov in do dotoka apniškega in dolomitnega drobirja iz gora v doline.

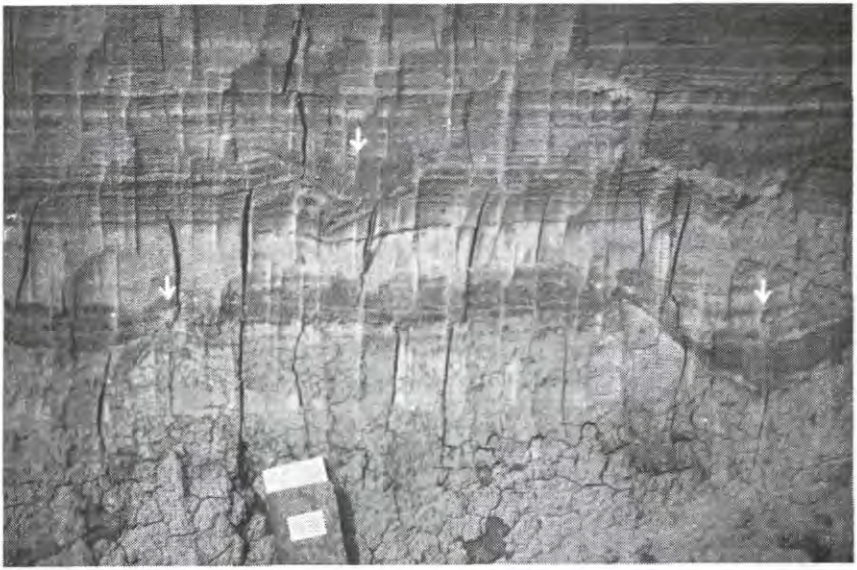
O tem, da je prišlo v obdobju odlaganja zgornjega dela ilovnatega kompleksa (F) do že prav znatne ohladitve, nam pričajo poleg peloda tudi značilni klini, ki jih zasledimo v ilovicah (F) okrog meter globoko pod prodom (D). Ti klini so okrog 0,20—0,40 m globoki (glej sl. 45). Zanimivo je, kako zavijejo plasti ob njih navzdol, kar se dobro ujema s klini podobnega izvora drugod po svetu (14; 15; 10; 55; 54).

Razen tako tipičnih oblik opazujemo v istih peščenih in ilovnatih plasteh tudi bolj nepravilne žepaste tvorbe, v katerih so plasti povečini močno skrivenčene in vse previte. Ob tem moramo naglasiti, da imamo tu opravka s samostojnimi periglacialnimi tvorbami, ki jih ne smemo zamenjati z mlajšimi periglacialnimi pojavi v prodni plasti (D) in v ilovnatih peskih okrog 0,5 m pod njo (E), na katere je opozoril že Brodar (10).

Po odložitvi ilovic (F) ter peska (E) in proda (D) nad njimi je spet sledilo preperevanje (C) in razrezovanje nasutih površin. Pri tem je nastala 0,5—0,75 cm debela preperelina (C), v kateri ni več opaziti karbonatnih delcev ter ki se v značilnih žepih vriva navzdol v prod (D). Gre za tipično preperelino, ki se je razvila na gradivu tretje poledenitve in smo nanjo že opozarjali (prim. sl. 44 in 31).

Da je naša časovna uvrstitev pravilna, nam priča ugotovitev, da je sledila temu preperevanju in eroziji, ki ga je spremljala, samo še ena faza širokopoteznega ledenodobnega nasipanja apniškega in dolomitnega proda. S tem gradivom se je zapolnilo korito zahodno od opekarniškega kopa. Najbolje nam ga razkriva obsežna prodna jama onstran Belice, zahodno od opekarniškega kopa (glej sl. 46). Tukaj se dobro kaže slabo zaobljen apniški in dolomitni prod, v katerem prevladujejo do 1 dm debeli kamninski kosi. Prod prekriva le tenka, še nedozorela preperelina, v kateri opazujemo vse do površja še številne nepreperele karbonatne prodnike. Zaradi tako tenke prepereline in tudi sicer svežega videza gradiva, smo že izrekli domnevo, da pripada zadnji, četrti poledenitvi.

Vzporedno s tem zadnjim nasipanjem moramo opozoriti še na dva procesa, ki sta pustila svoje sledove v starejšem akumulacijskem gradivu opekarniškega kopa v Bobovku. Na učinke zmrzali v globoko preperelem produ (D) je opozoril že Brodar (10) in tolmačil z njimi značilne žepaste tvorbe, ki se vrivajo navzdol v prod. Učinke zmrzali v teh plasteh smo ugotovili tudi mi, vendar jim ne pripisujemo tolikšnega pomena. Ob ugotovitvi, da zapolnjuje te žepe preperelina, v kateri so se ohranili le prodniki iz odpornejših kamnin, se je močno okrepila domneva, da so te oblike v glavnem vendarle korozijskega porekla. Verjetno je zmrzal te žepe samo nekoliko razširila, verjetneje pa je prispevala k nagubanju okrog 0,5 m debelih plasti peščenih ilovic (E) neposredno pod prodom. Domnevati smemo namreč, da so bili ti



Sl. 45. *Značilne cryoturbatne tvorbe v povrhnjem delu peščenih ilovic (F), pod močno preperelim prodom (D) v opekarniškem kopu v Bobovku (↓)*



Sl. 46. *Prodna jama na desni strani Belice pri Bobovku razkriva prod II. terase. Značilna je zelo tenka preperelina, v kateri sežejo karbonatni prodniki vse do površja*

žepi, zapolnjeni s preperelino, važna jedra, v katerih se je nabirala in zadrževala vlaga ter povzročala ob zmrzovanju velikanske pritiske na vse strani. Ni torej slučaj, da so prav pod žepi, ki sežejo skozi prod (D) do peščenih ilovic (E) le-te najmočneje vbočene in gubaste.

Z nasipanjem proda v zadnji ledeni dobi povezujemo, podobno kot že Rakovec, tudi postanek ilovic (B), odloženih nad starejšim prodom (D); le-te pa so po našem mnenju bolj plavnega izvora, če ne celo rezultat samega pretransportiranja prsti ob robu würmske akumulacijske ravnine (četrta poledenitev), ki se je tu docela približala višini akumulacijske ravnine iz obdobja predzadnje, tretje poledenitve.

POSKUS ČASOVNE OPREDELITVE MOREN IN TERAS V BLEJSKO-RADOVLJIŠKI KOTLINI TER V DOBRAVAH

Vprašanje, s koliko pleistocenskimi poledenitvami moramo računati, je še ves čas odprto! V severni Evropi ugotavljajo tri ali štiri poledenitve, v Alpah in severni Ameriki štiri; čim podrobnejše so raziskave, tem večje je število ugotovljenih poledenitev. Tako je v severozahodni Evropi doslej zatrdno dokazanih šest poledenitev, prav toliko tudi v Novi Zelandiji. Če zajema ta razčlenitev že celotni pleistocen, zaenkrat še ne vemo za trdno.

Pri tem moramo zelo naglasiti, da v tem velikem številu niso zajete samo tiste poledenitve, ki se kažejo v lepo izraženih čelnih morenah, marveč tudi take, ki so jih zasledili pri različnih vrtanjih pod sledovi mlajših obsežnejših poledenitev ali pa ob prav specifično izjemno ugodnih pogojih drugod.

Ker so zajela naša preučevanja v glavnem tiste poledenitve, ki se kažejo v lepo izraženih čelnih morenah, je morda prav, da se nekoliko podrobneje ustavimo ob razporeditvi različno starih moren v različnih področjih, predvsem v območju Alp, ter skušamo ugotoviti, kako se vse to ujema z našimi rezultati.

Posebno zanimive so pri tem ugotovitve, da najstarejše poledenitve (vključno günško) po svojem obsegu skoraj nikjer ne presežejo obsega mindelskih ali riških ledenikov. V zahodnem delu Alp pomenijo riški nasipi največji obseg pleistocenskih ledenikov, medtem ko je bila v vzhodnem delu Alp mindelska poledenitev obsežnejša (73). Vsaj krajevno večji obseg pa so dosegli mindelski ledeniki tudi v severni ter vzhodni Evropi in tudi v Severni Ameriki (74).

Poskusi podrobnejše razčlenitve mindelskih moren so zelo izjemni (73); veliko več je bilo doslej poskusov razčlenitve riških poledenitev. Morenski nasipi iz tega obdobja so že močno izprani in prehajajo v široke terase, ki jih prekrivajo plasti puhlice. B. Eberl ugotavlja nekako dva štadija v dobi riške poledenitve (R I, R II — 17). Dvodelnost »visoke terase« je poznana že iz F. Mühlbergovih študij v Švici (41). Do sličnih zaključkov sta prišla tudi J. Knauer in P. Beck (28; 3). Novejša preučevanja H. Graula pa so pokazala, da je bila riška poledenitev še bolj zapletena. Na kvartarni konferenci v Münchenu leta 1950 je ta avtor že čisto odločno govoril o starejšem, srednjem in mlajšem rissu, med katerima je računati z enim ali celo z dvema pravima interglacialoma (21, 22). Vendar je ta drobna razčlenitev rissa še zelo problematična, saj je bilo mogoče doslej dokazati obe starejši stopnji v območju Alp le na osnovi statigrafije prodov. Še vedno je torej odprto vprašanje, če ne velja vsaj najstarejšega dela »riškega kompleksa« pripisati tako imenovani »praeriški poledenitvi«, ki jo uvršča F. Mühlberg v obdobje med mindelom in rissom (41). Tu pa se odpirajo spet vprašanja vrnitve na Milankovićevo krivuljo sončnega izžarevanja, ki sta jo kasneje močno podprla W. Soergel in tudi F. E. Zeuner (56; 76).

Prav tako nejasna je tudi še vedno problematika zadnje, würmske ledene dobe. Morenske nasipe največjega ledostaja te poledenitve uvrščata B. Eberl in J. Knauer v tri samostojne stadije[5] (würm I, würm II, würm III), ki jih ločijo med seboj pravi interstadiali (17; 28). Troll je bil mnenja, da so to enostavno nasipi treh faz[6] iz obdobja umikanja ledenikov (69). B. Eberl pa misli, kot smo že napisali, da gre za tri kratke ponovne sunke ledenikov po manjšem ali večjem na-

[5] Pod stadijem razumemo umik in ponovno napredovanje ledenikov na neko določeno mesto, kjer se ledeniki dlje časa zadržujejo in odložijo nasipe.

[6] Faza je zastoj ledenikov ob splošnem nazadovanju brez ponovnega sunka naprej.

zadovanju. Po njegovem mnenju je najdlje prodrl led würma II in sicer preko nasipov würma I. V würmu III pa so se odložili nasipi med würm I in würm II. To domnevo je posebno podprl glaciolog J. Knauer pri preučevanju ledenikov v Isarski dolini (28). Shema B. Eberla je dolgo časa veljala za zanesljivo osnovo mnogih raziskavanj.

Prve kritike te sheme so bile usmerjene proti würmu III. J. Schaefer, ki se ji je leta 1940 prvi protivil, je pri preučevanju v dolini reke Ill dokazal, da z interstadialom ločeni würm III z lastno akumulacijo proda ne obstaja; odločil se je za delitev na dva würma, med katerima bi bil interstadial (53). Slične zaključke so pokazala tudi preučevanja pri Ammerskem jezeru. To kar je imel B. Eberl za würm III, bi bila samo faza pri umiku iz nasipa würma II, brez samostojnega napredka. Često je težko določiti še edini preostali interstadial, kajti povečini je würm II prekoračil würm I in se je zato prod würma I slabo ohranil. Vendar se je Schaeferju posrečilo najti severno od Menningena teraso, prekrito s puhlico, ki bi ustrezala würmu I. Z erozijsko diferenco je ločena od mlajše terase. Te ugotovitve je še prepričevalneje utrdil P. Beck, ki je pri Kanderskem predoru ob Thunerskem jezeru v Glütschthalu našel würmski moreni ločeni s plastjo proda (3). Mestoma je našel med prodom tudi vložke premoga. P. Beck govori o tako imenovanem »spiceškem sunku« (Spiezer — schwankung) v würmu, ko naj bi se ledenik Aare umaknil po dolini navzgor v Thunersko jezero.

Poleg splošnih ugotovitev, ki kažejo, da je würm II obsežnejši kot würm I, pa naletimo tudi na nasprotne trditve. P. Beckove ugotovitve v dolini Aare na primer kažejo, da je bil würm I (Gurten-Stadium) obsežnejši kot würm II (Berner-Stadium: 4). Obsežnejši würm I ugotavlja tudi H. Spreitzer v območju murskega in dravskega ledenika. Pri dokazovanju znatnejšega presledka med obema sunkoma se sklicuje predvsem na dejstvo, da ločijo oba sunka debele plasti pasovitih jezerskih ilovic in sledovi obsežnega nasipanja stranskih potokov, pa tudi obsežna erozijska faza (57).

Kljub temu je teza o treh würmih še ves čas živa (18). Prav tako pa so še vedno vneti zagovorniki enotnega würma, ki sicer upoštevajo temperaturna nihanja, vendar menijo, da pri tem ni prišlo do tako znatnih sprememb v obsegu kontinentalnih ledenikov severne Evrope. Med najbolj značilnimi in originalnimi zagovorniki te teze je Julius Büdel. On je tudi najbolj odločno zavrnil Krausove ugotovitve, da bi bila preperelina pri mestu Murnau dejanska sled interstadialnega preperevanja. Postavil je zelo zanimivo tezo o infiltriranju prepereline skozi tanjše sloje morene nad njo. Nekatere od teh profilov sem si v spremstvu prof. Büdla tudi sam ogledal in moram reči, da so me njegova izvajanja prepričala.

Vsa ta problematika se odpira tudi ob ledeniških sledovih in ustreznih nasipanjih v območju Blejsko-radovljiške kotline. Po našem mnenju je najpravilneje, če uvrstimo globoko preperele morene najstarejše doslej pri nas ugotovljene poledenitve med Pustim gradom in Kamno

gorico med mindelske. Več metrov globoka preperelina in dejstvo, da so ohranjene odpornejše skale še čez 20 cm globoko preperele in da seže pas najintenzivnejše preperelosti tudi še do 15 mm globoko, nam je zares zgovoren dokaz za veliko starost tega ledeniškega gradiva. Podrobnejšo opredelitev te poledenitve pa nam omogoča tudi ugotovitev, da najdemo njeno ledeniško gradivo dejansko samo na severozahodnem robu globoko zakrasele terase I A, ki ustreza nasipanju Brücknerjevega »mlajšega krovnega proda«.

Sledeča višja in veliko starejša terasa I B pa utegne biti že günške starosti. V nasprotju s teraso I A je veliko močneje razrezana in zakrasela; tudi konglomerata po njej ni več tako na debelo. Ustrezajočih moren doslej še nismo našli, a ugotoviti jih nismo mogli tudi za slabo ohranjeno teraso I A a, ki se nahaja takoj pod mindelsko teraso (I A) in utegne pripadati mlajšemu mindlu ali pa samo eni od faz te poledenitve. Za tako uvrstitev terase smo se odločili predvsem na osnovi dejstva, da kaže povsem podobno preperelost in kraško razjedenost kot terasa I A. To velja tudi za posamezne odpornejše prodnike v njeni preperelini, pri katerih seže pas najintenzivnejše preperelosti okrog 10—15 mm globoko.

Sledovi druge poledenitve, ki jih zasledimo na južnem in severovzhodnem robu »visoke terase« I, na Ledevnici in jugozahodnem koncu Brdske planote pa so najbrže riške starosti, kar je domneval že Brückner pa tudi Melik (45; 36). Na vznožju teh ledeniških hrbtov je prepereline še čez 4 m debelo, na slemenih pa je njena plast precej tanjša. Po ustrezajoči »visoki terasi«, kjer je preperelina enakomerneje razporejena, pa jo opazujemo v okrog 3 m debelem sloju, ki se v obliki 1—1,5 m globokih zajed vriva navzdol v konglomerat. Prodniki silikatnih kamenin, ki so se ohranili v tej preperelini po morenah in v »visoki terasi« I, so le okrog 4—5 mm globoko prepereli. Tudi sama odsotnost globokih vrtač v tej morenski pokrajini ter v ustrezajoči terasi I nas je prepričala, da je njeno gradivo dejansko mlajše kot v terasi I A ter I A a ter da pripada vsekakor riški ledeni dobi.

Po tej poledenitvi je prišlo podobno kot po ostalih doslej opisanih obdobjih ledenodobnega nasipanja, ki ga izkazujejo terase I B, I A in I, do globoke erozije, nato pa še nekako do dveh ali treh ponovnih poledenitvenih sunkov (tretja poledenitev, štadij te poledenitve in sledeča četrta poledenitev) z ustreznim nasipanjem in z vsaj eno izrazitejšo vmesno toplodobno erozijsko fazo. Gradivo teh treh poledenitvenih sunkov je v nasprotju s starejšim ledeniškim gradivom (mindel, riss), in ustrezno nasutino (I A, I) le malo preperelo in zlepljeno ter daje na splošno veliko mlajši videz.

Največji obseg so dosegli ledeniki v prvem poledenitvenem obdobju te skupine (tretja poledenitev). Ob sledečem umiku ledenikov je nastalo v čelni kotanji severovzhodno od Radovljice veliko jezero. Še v času njegovega obstoja pa je prišlo do ponovnega kratkotrajnejšega poledenitvenega sunka (štadij tretje poledenitve), ki ga izkazuje tanjša talna morena med jezerskimi sedimenti; nanjo je opozoril že

Grimšičar (22). Nato šele je sledil najbrž glavni umik bohinjskega ledenika, z glavnim toplejšim presledkom, v katerem je prišlo tudi do končnega zasutja velikega jezera in do erozije. Po tem so ledeniki ponovno narastli (četrta poledenitev); bohinjski ledenik je segel preko jezerskih sedimentov ter presegel obseg predhodnega ledeniškega sunka (stadij tretje poledenitve), vendar obsega prvega glavnega sunka (tretja poledenitev) ni dosegel.

Pri časovni opredelitvi obeh glavnih poledenitvenih obdobij iz te skupine (tretja in četrta poledenitev) je posebno pomembno, da je gradivo prvega ledenodobnega sunka (tretja poledenitev) veliko močneje preperelo kot pri tretjem (četrta poledenitev). Prekriva ga do 1 m debela preperelina, v kateri so karbonatni prodniki že docela prepereli ter je opaziti v njej le še eruptivne kamenine ter kremenove peščenjake. To je še posebno instruktivno pri morenah istega obdobja, kjer pridejo tudi med debelejšimi balvani na površino skoraj izključno le debele keratofirske skale. Značilno je za to preperelino še to, da se žepasto vriva navzdol v morensko gradivo in prod ter da je prehod med njo in sedimenti pod njo razmeroma oster. V nasprotju s tem pa je preperelina na morenah in produ iz veliko mlajšega, tretjega poledenitvenega sunka (četrta poledenitev) prav tanka in je v njej še veliko karbonatnih prodnikov. Pa tudi nad to preperelino štrlijo številne karbonatne skale, ki so tako značilne za ledeniške nasipe.

Značilne razlike v trajnosti preperevanja med obojnimi morenami ter ustreznimi prodnimi nanosi kaže tudi različno globoka preperelost eruptivnih kamenin, ki so se ohranile v preperelini. Tako sežejo svetlosivi pasovi, ki izkazujejo najintenzivnejšo preperelost pri drobirju v starejši preperelini (tretja poledenitev) okrog 2—3 mm globoko, pri gradivu četrte poledenitve pa le okrog 0,1—0,5 mm.

Razlike se kažejo tudi v zlepljenosti proda. Prod prvega poledenitvenega sunka (tretja poledenitev) in sledečega stadija (štadij tretje poledenitve) je že delno zlepljen; krajevno so zlepljene še čez 1 m debele plasti proda, kar velja tudi za deltaste plasti, s katerimi se je zapolnilo veliko jezero. Prod četrte poledenitve pa je še povsem svež.

Med zadnjim velikim poledenitvenim sunkom (četrta poledenitev) in predhodnima dvema (tretja poledenitev in štadij tretje poledenitve) moramo torej računati z zelo dolgim obdobjem. Po izredno močni zaobljenosti proda v deltastih jezerskih plasteh, ki v vsem močno spominjajo na zaobljenost recentnega proda, pa ob ugotovitvi, da je fluvioglacialni prod veliko manj zaobljen, lahko sklepamo tudi na precej toplo podnebje.

Pri poskusu vzporejanja teh različno starih moren z rezultati drugje v Alpah, smo se najprej ozrli na razmere v bližnji soseščini. V območju dravskega in murskega ledenika ugotavlja Spreitzer prav tako dva glavna poledenitvena sunka, od katerih je bil prvi obsežnejši, oba pa loči kot pri nas obsežna jezerska faza. Meni, da imamo opravka z dvema glavnima stadijema v okviru würmske poledenitve (würm I, würm II), ki ju loči dolg würmski interstadial.

To bi se dobro ujemalo tudi z razmerami pri nas, pri čemer bi pomenil prvi najobsežnejši poledenitveni sunek (tretja poledenitev) würm I, tretji (četrta poledenitev) pa würm II. Razlike se pokažejo v tem, da smo našli pri nas pred glavnim toplejšim intervalom še krajši ponovni sunek ledenikov (štadij tretje poledenitve), kar pa širše slike v bistvu ne spreminja. Ob ugotovitvi, da imamo med zadnjim poledenitvenim sunkom (četrta poledenitev) in predhodnima dvema (tretja poledenitev in njen štadij) opravka z zares dolgim toplejšim obdobjem, pa se odpirajo tudi druga možna tolmačenja. Predvsem ustreza morda omenjeni veliki topli interstadial zadnji riško-würmski medledeni dobi. Po tem tolmačenju bi pripadala prva najmočnejša poledenitev (tretja poledenitev) iz te skupine mlajšemu rissu oziroma »stadiju Warthe« to pa ne v Soerglovem smislu, ki je videl v tej fazi würm I (ta würm I ne ustreza alpskemu würmu I), marveč v danes prevladujočem pojmovanju, po katerem gre za sledove drugega riškega sunka (riss II), ki je nastopil po dolgem riškem interstadialu. Za uvrstitev moren tega stadija (II) k rissu in ne k würmu se navaja kot posebno tehten argument, da med rissom I in rissom II (»stadij Warte«) doslej še niso našli zanesljivih sledov morske transgresije (72).

Zastavljena vprašanja bo mogoče pojasniti pač šele, ko bomo podrobneje poznali klimatske razmere v toplejših obdobjih, ki ločijo zadnji dve poledenitvi (tretjo in četrto) med seboj, kakor tudi od veliko starejše, nesporno riške poledenitve.

O tem toplejšem intervalu (med drugo in tretjo poledenitvijo) vemo le to, da je neposredno po riški poledenitvi in ustrezajočem nasipanju prišlo do globoke erozije. Istočasno pa je prišlo tudi do globokega preperevanja in zlepljenja proda v »visoki terasi« I. V erozijska korita iz tega časa se je odložila v sledečem poledenitvenem obdobju (tretja poledenitev) še čez 80 m debela plast fluvioglacialnega proda, v območju Bobovka pa se je začela ustrezna hladnodobna akumulacija z odlaganjem ilovic in peščenih sedimentov ter se zaključila z nasipanjem karbonatnega proda z visokogorskega obrobja.

Toplejši interval, ki loči riško poledenitev od naslednjega ledenodobnega obdobja (tretje poledenitve) kaže v geomorfološkem smislu vse znake interglacialne dobe.

V vsem kasnejšem obdobju, ki ga sestavljata dve glavni, časovno precej ločeni poledenitveni obdobji (tretja in četrta poledenitev) z enim izrazitejšim štadijem (štadij tretje poledenitve) in z več fazami, ni prišlo več do tako izdatnega preperevanja in tvorbe konglomerata. Najdebelejša preperelina znaša le 1 m in tudi konglomeratne plasti dosežejo v skrajnih primerih debelino 2 m. In še ti najbolj skrajni znaki preperevanja ter cementiranja se nanašajo le na starejše obdobje te skupine (tretjo poledenitev), medtem ko je nasutina zadnjega obdobja (četrta poledenitev) še povsem sveža in jo prekriva le tenka preperelina. Vendar že ti razločki med obema mlajšima poledenitvenima obdobjema kažejo na znaten toplodoben presledek; iz tega toplega obdobja je tudi močno zaobljeni prod, s katerim se je zasulo veliko

jezero v Blejsko-radovljiški kotlini. Razločni znaki torej kažejo, da moramo med nesporno riško poledenitvijo (druga poledenitev) in naslednjima dvema poledenitvenima obdobjema (tretja in četrta poledenitev) računati z izrazito in dolgotrajno erozijsko fazo ter da je tudi med obema mlajšima poledenitvama (tretja in četrta poledenitev) dolg toplejši presledek. Ravno zato smo se odločili, da zadnji dve poledenitveni obdobji imenujemo tretjo in četrto poledenitev, pustimo pa pri tem še docela odprto vprašanje, ali pomeni vsaka od njiju zares samostojno ledeno dobo ter ju loči med seboj kot tudi od nesporno riške poledenitve (druga poledenitev) prava medledena doba, ali pa je uvrstiti tretjo poledenitev k mlajšemu rissu (riss II) oziroma k starejšemu würmu (würm I).

PREGLED GLAVNIH REZULTATOV

Dobrave zavzemajo svet širokih akumulacijskih teras v dnu Ljubljanske kotline med Radovljiško in Kranjsko ravnino. Pleistocenske terase, ki so tu tako na široko ohranjene, so že zgodaj zbudile pozornost raziskovalcev. Tako so bile že zgodaj postavljene poglavitne teze, okrog katerih se razvija diskusija še vse do danes. Tu mislimo predvsem na Brücknerja, ki je terase povezoval (zgornji krovni prod, spodnji krovni prod, visoka terasa in nizka terasa) s štirimi poledenitvami in pa na Ampfererejevo mišljenje, da obstajata le dva zasipa: mlajši, ki bi ustrezal Brücknerjevi nizki terasi in starejši, v katerega bi bile vrezane zgornje tri konglomeratne terase (visoka terasa, spodnji krovni prod in zgornji krovni prod).

Pri svojem preučevanju se nismo omejili samo na ledeniške sledove okrog Radovljice ter Bleda in na akumulacijsko nasutino Save, ki so jo postavljali raziskovalci Dobrav doslej tako v ospredje, ampak smo vključili v raziskave tudi njene pritoke, predvsem Begunjščico, Tržiško Bistrico in Kokro, ki pritekajo iz visokogorskega sveta na severni strani Ljubljanske kotline, kjer je poleg apniških kamnin tudi zelo veliko dolomita, skrilavcev, peščenjakov, konglomeratov in breč, torej kamnin, ki omogočajo normalen površinski odtok. Zaradi takih morfoloških in petrografskih pogojev so Tržiška Bistrica, Begunjščica pa tudi Kokra v vseh dobah pospešenega nasipanja mogočno akumulirale in odrivale Savo na južno stran kotline proti apniški Jelovici, kjer prevladuje kraška hidrografija z značilnimi kraškimi izviri, med njimi najbolj znano Kropo. Potoki izpod Jelovice in z območja Šmarjetne gore teko le kratek čas po površju in še zdaleč nimajo take akumulacijske sposobnosti kot reke s severne strani.

Vse te poteze nam najbolje osvetljuje najvišja doslej ugotovljena pleistocenska terasa v območju Dobrav (I B), ki bi ustrezala Brücknerjevemu starejšemu krovnemu produ (günz); kljub svoji obsežnosti je bila doslej skoraj neopažena. Pokazalo se je, da so se vršaji Begunj-

ščice, Tržiške Bistrice in Kokre v dobi nasipanja proda v tej terasi med seboj povezovali in odrivali Savo na južni rob kotline.

Terasa I B je vrezana povečini v terciarne laporje, ilovice in peščene sedimente ter jo prekriva le tanjša plast globoko preperelega konglomerata (do 15 m). Tam pa, kjer je konglomerat že do kraja preperel, leži takoj nad terciarno podlago le rjavo rdeča ilovica s številnimi debelejšimi prodniki iz kremenovih peščenjakov ter odpornejših kislih eruptivnih kamnin.

Vrtače, ki so se razvile na tem konglomeratu, so na številnih krajih že dosegle terciarno osnovo ter zato izgubljajo svoje tipične poteze; povečini so bolj plitve s položnimi stranmi in pogosto podolgovate. Videti je, da je tukaj konglomerat med vrtačami že do kraja preperel in da se je po dvoje in več vrtač združilo.

Izredne starosti te terase (I B) pa nam ne dokazuje samo globoka preperelost konglomerata v njej, ampak tudi intenzivna razčlenjenost po trajno tekočih vodah, kot tudi po dolinicah, v katerih se zbira nekaj več vode le ob taljenju snega in ob večjem deževju. Domnevamo, da so razrezale te akumulacijske površine najprej glavne reke, nato pa še v isti erozijski fazi (günz-mindel) tudi manjše vode, ki so se razvile pri odtoku iz prvotno zelo obsežnih akumulacijskih površin. Tako se je razvilo v rahlih globelih med vršajema Begunjščice in Tržiške Bistrice porečje Peračice, med levim krilom vršaja Tržiške Bistrice in vršajem Kokre pa zelo široko porečje Kokrice oziroma Rupovščice.

Naslednja akumulacija, ki nam jo izkazuje terasa I A (mindel) in ustreza Brücknerjevemu »mlajšemu krovnemu produ«, ni več dosegla višine predhodne (ohranila se je okrog 20—40 m pod višjo teraso I B), zato pa tudi ni več segla tako na široko. V glavnem so se s prodom zapolnila samo erozijska korita glavnih rek, le krajevno pa je seglo nasipanje tudi preko razvodij v globlje zajedene doline, ki so jih izdelali v terasi I B krajši potoki. Nasipanje proda v terasi I A povezujemo z najstarejšo doslej pri nas ugotovljeno poledenitvijo (mindel), katere morene so se ohranile med Kamno gorico in Pustim gradom (prva dokazana poledenitev). Terasa I A se začne s približevanjem morenam te poledenitve zelo hitro dvigati; na notranji strani morenskih nasipov je ni več mogoče ugotoviti. Na zvezo pa kaže tudi ugotovitev, da postaja fluvioglacialni prod s približevanjem morenskim nasipom čedalje bolj grob in manj sortiran ter da je vmes čedalje več drobnega gradiva, pa tudi debelejših skal. Tudi v konglomeratu pod morenami postaja prod proti morenskemu gradivu čedalje manj sortiran in granulacijsko veliko bolj pestre sestave. Vse to akumulacijsko gradivo je že kompaktno zlepljeno ter ga prekriva okrog 5—8 m debela rjavo-rdeča preperelina. Zaradi intenzivnega preperevanja so se ohranili v njej posebno v povrhnjih plasteh, skoraj izključno samo kremenovi peščenjaki, od eruptivnih kamnin pa prevladujejo debelejše keratofirske skale. Ohranjeni kamninski kosi so še čez 20 cm globoko prepereli, svetlejši zunanji pas najintenzivnejše preperelosti pa seže tudi do 15 mm globoko. Da je bilo preperevanje mindelskih moren

ter ustrezajočega proda v terasi I A dolgotrajno, izkazuje tudi njihova globoka zakraselost. Po morenah in po terasi opazujemo globoke vrtače in zelo globoke žepe ter rove, ki sežejo na številnih krajih skozi vso konglomeratno plast do same živoskalne podlage. Poudariti je treba še, da se nahaja to gradivo, podobno kot v terasi I B, na samostojni živoskalni polici. To še podčrta enotnost tega kompleksa sedimentov, obenem pa nas opozori, da je tudi to nasipanje spremljalo prav izdatno bočno vrezovanje, ki je bilo verjetno posebno izdatno ob prehodu iz predhodne globinske erozije v fazo nasipanja.

Povsem podobno preperelost, zakraselost in zlepljenost kaže tudi sledeča nižja terasa I A a, ki se nahaja na isti živoskalni polici. Morda gre samo za kratkotrajen zastoj v eroziji, ki je sledila nasipanju proda v terasi I A. Ni pa seveda izključevati možnosti, da pomeni ta zastoj obenem tudi rahlo novo akumulacijo, do katere bi prišlo morda ob nekem ponovnem poledenitvenem sunku (mindel II?). Ustrezajočih moren pa doslej še nismo našli.

Po odložitvi proda v terasah I A in I A a je sledila na začetku sledečega toplega obdobja globoka erozija. Poleg glavnih rek, Save, Tržiške Bistrice in Kokre je vrezovala tudi Lipnica, pa tudi vode, ki so se zbirale pri odtoku dežnice in snežnice z obsežnejših akumulacijskih površin (I A in I A a) in s starejših teras (I B). Takrat se je razvila na vzhodnem robu takratne Bistriške ravnine (I A), tik pod višjo teraso I B, ožja zasnova Nakelske doline; na zahodni strani pa je nastala široka vrzel zahodno od Britofa. V isti dobi razrezovanja je morala nastati tudi dolina, ki jo še danes uporablja Tržiška Bistrica na svoji poti do Save. Katero od teh vrzeli je takrat ta reka uporabljala, katero od njih pa so uporabljali potoki, ki so se postopoma razvili na ravnini terase I A, zaenkrat še ne moremo reči.

Naslednja akumulacija, ki jo pomeni terasa I (»visoka terasa«), ni dosegla višine predhodne, marveč se je nehala okrog 10—15 m pod vodilno višjo teraso I A. Z njo sta se zasipali dolini Lipnice in Save. Do ogromnega nasipanja pa je prišlo tudi ob Tržiški Bistrici in Kokri. Tržiška Bistrica v tej dobi ni dosegla Save samo po vrzeli v terasi I A, ki jo uporablja še danes, ampak je pri nasipanju in prestavljanju struge z ene strani ravnine na drugo zapolnila s prodom tudi druge vrzeli, ki so nastale v terasi I A v predhodni fazi erozije. Tako je tekla obdobno zahodno od Britofa in Podtabora proti Podnartu, segla pa je tudi v Nakelsko dolino, kot nam kažejo ohranjeni ostanki terase I (»visoka terasa«). Nasipanje proda v tej terasi povezujemo z drugo poledenitvijo (riss); njene morene so se ohranile na Ledevnici in na jugozahodni polovici Brdske planote (kote 552 m in 551 m). Ob Tržiški Bistrici povezujemo s to poledenitvijo na novo odkriti ledeniški nasip severozahodno od Bistrice pri Tržiču. Tudi pri tem smo opazili isto kot pri terasi I A in ustreznih morenah prve poledenitve (mindel); terasa I se začne proti opisanim nasipom druge poledenitve (riss) zelo hitro dvigati, medtem ko je na notranji strani nasipov v območju nekdanjih ledeniških jezikov ni več mogoče zaslediti. Tudi fluvioglacialni prod

postaja s približevanjem morenskim nasipom čedalje manj sortiran, nasipe in ustrezajoči prod prekriva enaka preperelina. Razlike med obema nasipanjima (mindelskim in riškim) je ustvarila različno dolga izpostavljenost izpodnebnim silam. Prod v terasi I (»visoka terasa«) na primer še ni tako trdno zlepljen kot v višji terasi I A. Prav tako je tudi morensko gradivo druge poledenitve veliko manj cementirano. Tudi preperelina je v mlajših odkladninah veliko tanjša (okrog 3 m) ter daje tudi sicer veliko mlajši videz. V njej prevladujejo eruptivne kamnine in tufi, ki so v preperelini višjih teras I A oziroma I A a že močno preperele ter so se bolje ohranili samo še kremenovi peščenjaki. Tudi kamninski kosi so v mlajši preperelini samo okrog 4—5 mm globoko prepereli. Ustrezno manjša je tudi zakraselost teh površin. Žepi, s katerimi se vriva preperelina v konglomeratno površino I, terase, so le okrog 0,5—1,5 m globoki ter do 0,5 m široki. Zato na tej terasi še ni vrtač in je v celoti samo rahlo valovita. Opozoriti moramo, da se nahajajo tudi sedimenti terase I podobno kot v višjih terasah I A in I B na samostojni živoskalni polici, izdolbeni v slabo odporne laporaste ter ilovnate tercialne odkladnine. To še podčrtava njihovo enotnost in kaže na to, da je tudi to nasipanje spremljalo izdatno bočno vrezovanje.

Tudi tej domnevno riški ledeni dobi je v naslednjem toplem obdobju pleistocena sledila močna erozija, ob kateri so bila izdolbena še čez 90 m globoka erozijska korita. Tudi takrat niso poglobile svojih dolin samo glavne reke, ampak tudi Lipnica. Konglomerat terase I je bil močno odstranjen tudi v Nakelski dolini. Še najbolj se je obdržal na desni strani Tržiške Bistrice, kjer se nad Podnartom približa Savi.

Šele v to erozijsko korito je bilo odloženo gradivo II. terase (nizka terasa oz. mlajši zasip). Njenega svežega in le delno zlepljenega proda je še čez 70 m na debelo. Konglomeratna »visoka terasa« I, ki je pri Brezjah še okoli 10—15 m nad mlajšo prodno nasutino II. terase, se ji ob Savi navzdol močno približa ter pod Naklom oz. Kranjem celo potone pod njo. Tudi v okviru »mlajšega zasipa« smo lahko ugotovili dve samostojni akumulacijski fazi. Starejša med njima se dviga razločneje iznad mlajše le pri Lipnici in na levi strani Tržiške Bistrice, medtem ko pride drugje povečini povsod pod mlajšo. Tudi do teh dveh akumulacij je prišlo v dveh samostojnih poledenitvenih obdobjih, ki jih označujemo kot tretjo (mlajši riss ali starejši würm) in četrto (würm ali mlajši würm) poledenitev.

Največji obseg so dosegli ledeniki v prvem obdobju iz te skupine (tretja poledenitev). Morene tedanjega bohinjskega ledenika so najlepše ohranjene v osrednjem delu Brdske planote vzhodno od zaselka Na hribu, prekrivajo pa tudi severni del Bratranice in Ledevnice.

Ob umiku ledenika s teh morenskih nasipov je nastalo v čelni kotanji bohinjskega ledenika severovzhodno od Radovljice veliko jezero. Še v času njegovega obstoja pa je prišlo do ponovnega kratkotrajnega poledenitvenega sunka (stadij tretje poledenitve), ki ga izkazuje tanjša talna morena med jezerskimi sedimenti in je nanjo opozoril že Grimšičar. Šele zatem je sledila topla doba, ko se je bohinjski ledenik

umaknil in je bilo veliko jezero dokončno zasuto. Sledila je erozija. Nato so ledeniki ponovno porastli (četrta poledenitev); bohinjski ledenik je presegel obseg predhodnega ledeniškega sunka (stadij tretje poledenitve), vendar obsega prvega glavnega ledenodobnega sunka (tretja poledenitev) ni dosegel. Temu zadnjemu poledenitvenemu obdobju (četrta poledenitev) ustrezajo velikanski ledeniški nasipi v severnem delu Brdske planote v Dobravi (kota 598 m in 538 m) ter šmidolske morene na nasprotni strani Save vzhodno od Radovljice.

O daljšem časovnem presledku med odložitvijo moren tretje in četrte poledenitve ter ustrezajočima nasipanjima priča predvsem dejstvo, da so morenski nasipi starejše (tretje) poledenitve, prav tako kot ustrezni fluvioglacialni prod, veliko močneje prepereli kot tisti mlajše zadnje (četrte). Tako prekriva morene tretje poledenitve (mlajši riss ali starejši würm), podobno kot ustrezajoči, delno zlepljeni fluvioglacialni prod, še čez 0,75—1 m debela preperelina, ki se žepasto vriva v podlago. V njej so karbonatni prodniki že docela prepereli, opaziti je le še odpornejše kose kislih eruptivnih kamnin, predvsem keratofirjev in tufov ter nekaj kremenovih peščenjakov. Tudi pri morenah z obilico debelejših balvanov pridejo na površje skoraj izključno le debele keratofirske skale. Nasprotno pa je preperelina na morenah četrte poledenitve (würm ali mlajši würm) in na ustreznem, še povsem svežem produ veliko tanjša ter se je ohranilo v njej še veliko karbonatnih, predvsem apniških kamninskih kosov. Te apniške skale štrlijo pri morenah tudi iznad prepereline; zato se ti nasipi že po zunanjem videzu dobro ločijo od morenskih nasipov starejše, tretje poledenitve.

Zanimive razlike v trajnosti preperevanja obojih moren ter ustrezne prodne nasutine pa kaže tudi različno globoka preperelost eruptivnih kamnin (keratofirji in tufi), ki so se ohranile v preperelini. Tako sežejo svetlosivi pasovi, ki izkazujejo najintenzivnejšo preperelost, pri drobirju iz starejše prepereline (tretja poledenitev) 2—3 mm globoko, pri mlajšem (četrta poledenitev) pa le 0,1—0,5 mm.

Razločke kaže tudi različna zlepljenost fluvioglacialnega proda. Medtem ko je nasutina iz starejšega poledenitvenega obdobja (tretja poledenitev) v številnih plasteh že vsaj delno zlepljena, pa je fluvioglacialni prod iz zadnjega poledenitvenega obdobja še povsem svež.

Vse to kaže, da moramo računati med zadnjim velikim poledenitvenim sunkom (četrta poledenitev) in predhodnima dvema (tretja poledenitev in manjši stadij iste poledenitve) z zares dolgim obdobjem. Znatna zaobljenost proda v deltastih plasteh, s katerim se je zasulo jezero med obema mlajšima poledenitvama (tretja poledenitev in četrta poledenitev), pa nas opozarja na takratno nekoliko toplejše podnebje. Meritve zaobljenosti tega proda so namreč pokazale, da je podobno zaobljen kot današnji in tako veliko bolj kot fluvioglacialni.

Zaradi dolgotrajnega toplega presledka med obema poledenitvenima obdobjema (tretjim in četrtim) smo morali pustiti še do kraja odprto vprašanje, ali je bil med njima v okviru würmske poledenitve neki interestadial ali pa gre celo za zadnji interglacial. Prvo tolmačenje

bi se dobro ujemalo s Spreitzerjevimi dognanji v območju dravskega in murskega ledenika, po katerih je bil starejši würm obsežnejši.

Dokler teh vprašanj ne razčistimo, smo se odločili obdržati za zadnji dve poledenitveni obdobji nazive tretja in četrta poledenitev.

Tema dvema poledenitvama ustrezajo tudi različno preperele morene v prostornih krnicah na južni strani Košute ter ob ledeniku iz Loma nad Tržičem, medtem ko smo našli v dolini Mošenika proti Ljubelju doslej samo morene četrte poledenitve. Z njima povezujemo tudi fluvioglacialno nasutino v dolini Tržiške Bistrice (II. terasa). Pokazalo se je tudi, kako med starejšo, globlje preperelo in rahlo zlepljeno nasutino, ki je najlepše ohranjena na levi strani Tržiške Bistrice ter mlajšo, še povsem svežo nasutino na njeni desni strani skoraj ni opaziti višinskih razlik.

Bohinjski ledenik se je z moren zadnje, četrte poledenitve umikal v več fazah, ki jih ločijo obdobja zastoja in morda tudi rahlega napredovanja ledenika. II. terasa je ostala fosilna ob prvem močnem stanjšanju ledenika. Ledenik se je nato zaustavljal ob ježi III. terase, kjer pa se morenski nasipi ob ježi, zaradi močnega nasipanja Save Dolinke, niso tako razločno ohranili. Do izrazitejših ponovnih zastojev je prišlo nato spet na levi strani Save Dolinke zahodno od Lesc, ob zahodnem robu IV. terase, nato pa že na desni strani Save Dolinke ob zahodnem robu nižje, V. terase. Ob vsakem umiku je bil ledenik tanjši, ob Savi pa je prišlo do erozije. Vsak trajnejši zastoj ledenika pa je sprožil novo nasipanje. O tem nam povedo največ terase II, III, IV in V, ki se nahajajo na zunanji strani moren oziroma posameznih zastojev ledenika in pa dejstvo, da se te terase proti morenam ob njihovem zahodnem robu izredno hitro dvignejo in se z njimi skoraj neopazno spojijo. O tem nas je prepričala tudi analiza gradiva v terasah, pa tudi usmerjenost daljših skal v njem.

Do podobnih procesov je moralo priti tudi ob nadaljnjih umikih in ponovnih zastojih, ki so spremljali umikanje bohinjskega ledenika. Tako moramo računati z daljšim obdobjem erozije predvsem ob umikanju ledenika na morene »bohinjskega stadija« pri Bohinjski Bistrici. Zastoj ledenika pa je sprožil najbrž spet novo akumulacijo. Do ponovne erozije in kasnejšega nasipanja je prišlo najbrž tudi ob naslednjem umiku in ponovnem zastoju ledenika ob morenah pri Stari Fužini. Zanimivo bo s še podrobnejšimi raziskavami ugotoviti eventualne druge vmesne zastoje in jih podobno kot tiste pri Bohinjski Bistrici in Stari Fužini vzporediti z ustrezajočimi terasami. Že zdaj lahko z umikanjem ledenika povezujemo razen že omenjenih pet teras še najmanj dve ali tri nižje terase, ki so se v skromnem obsegu ohranile že v samih globokih koritih Save. Videti je torej, da je prišlo do poglavitne erozije že ob samem umikanju ledenikov iz doline. V drobnem pa smo pustili vprašanje meje proti holocenu zaradi nezadostnih raziskav še vedno odprto.

S podobnimi umiki ledu in nastankom teras smemo računati tudi v dolinah Tržiške Bistrice in Kokre, vendar so stvari tu nekoliko bolj

zapletene. Pozornost vzbujajo zelo neizraziti, veliki nasipi z zelo slabo zaobljenim drobirjem pri Podljubelju in na Jezerskem. Domnevamo, da so ti ledeniki zaradi obilice drobirja kmalu zelo okoreli in da je prav to povzročilo zastoje, saj debele plasti ablacijskih moren niso dovoljevale normalnega klimatskega umikanja ledenikov. To pa je vplivalo tudi na svojski potek erozije.

Pri pregledu poglavitnih rezultatov moramo opozoriti tudi na obsežne sledove pospešenega ledenodobnega razpadanja kamnin v nepoledenelem svetu ter dotoka tega gradiva v doline. Ti sledovi so še posebno obilni ob markatnih, tektonsko zasnovanih pobočjih, ob katerih se iznad Dobrav dvigajo Kamniške Alpe na eni ter Julijske Alpe z Jelovico na drugi strani.

Raziskave so pokazale, da je prišlo ob vsakokratnem nastopu hladne ledenodobne klime do intenzivnega mehaničnega razpadanja kamnin v strmih pobočjih in do ogromnega dotoka tega gradiva v doline, kar je pripeljalo do pravega fluvioperiglacialnega nasipanja.

To akumulacijsko gradivo opazujemo v vseh strmih pobočjih od Žirovnice proti Begunjam, prav tako pa tudi pod Dobrčo, kjer je ohranjeno po pobočjih in glavnih dolinah v porečju Peračice in Lešanjščice, kamor je bilo nanešeno iz visokogorskega zaledja. Še posebno obsežno področje periglacialnega nasipanja pa pomeni široko porečje Kokrice oziroma Rupovščice, kamor se je dotekal drobir z vsega zelo strmega hrbta Kriške gore in Storžiča. Podobno situacijo opazujemo tudi pod Jelovico, kjer je posebno ob Besnici, Lipnici, Kropi ter Kolnici prišlo še do posebno intenzivnega periglacialnega nasipanja.

Sledovi najstarejših fluvioperiglacialnih nasipanj (günz in mindel) so se ohranili le še v fragmentarno ohranjenih terasah vršaja Begunjščice (I B — günz) ter v porečju Kokrice (I A — mindel) južno od Trstenika, ki kažejo močan naklon proti jugu. Karbonatna nasutina se je tod ohranila samo še lokalno pod debelimi plastmi rjavo rdeče prepereline ter prhkimi, bolj rumenkastimi povrhnjimi sedimenti.

Razločnejše sledove periglacialnega nasipanja je ob pritokih Save zapustila druga, doslej pri nas zatrdno dokazana poledenitev (riss). Terase so že razločnejše ter posebno v porečju Kokrice in ob Besnici zelo na široko ohranjene; proti pobočjem Kamniških Alp in Jelovice se začno izredno hitro dvigati, kar kaže na to, da je prišlo do nasipanja zaradi pospešenega mehaničnega razpadanja kamnin ter dotoka drobirja v doline. Z njim so se povirni deli dolin kratkomalo zasipali. Nasutino v teh terasah sestavlja apniški in dolomitni drobir, ki postaja proti visokogorskim pobočjem čedalje manj sortiran in debelejši. V terasah ohranjene ostanke tega nasipanja prekriva že okrog 3 m debela plast prepereline, tako značilne za riške sedimente.

Zahodno od Bobovka smo mogli nasutino v tej terasi (I) še podrobneje razčleniti. Tu se vpleta med karbonatni, pretežno apniški drobir še okrog 2 m debela plast grobo peščenih, sivih ilovic z obilico proda z bližnjega terciarnega obrobja. V tej plasti se kaže prekinitev

periglacialnega nasipanja ter dotoka karbonatnega drobirja z visokogorskega obrobja v doline, torej neka izrazito topla faza.

Tudi preučevanje periglacialnega nasipanja kaže, da je prišlo po vsakem nasipanju do globoke erozije, ki je po našem mnenju povsem klimatsko pogojena. Do nje je prišlo takoj ob nastopu toplejšega podnebja, ko so se tla porastla z gozdom in sta prenehala hitro mehanično razpadanje kamnin ter pospešen dotok drobirja v doline.

Tudi nasipanju v riški ledeni dobi je sledila globoka erozija, obenem pa je prišlo tudi do globokega preperevanja akumulacijskih površin. Šele v ta erozijska korita je bilo kasneje odloženo gradivo, ki ustreza zadnjima dvema poledenitvenima obdobjema (tretja in četrta poledenitev). Ohranilo se ni samo v dolinah; veliko je tudi pobočnega drobirja, ki je dotekal v doline in pravzaprav skupaj s soliflukcijo pripeljal do obravnavanih dveh akumulacij.

Starejše akumulacijsko gradivo iz te skupine (tretja poledenitev — mlajši riss ali starejši würm) je v posameznih plasteh že delno zlepljeno in ga prekriva okrog 0,75 m do 1 m debela preperelina, ki se v okrog 0,5 m globokih žepih vriva v podlago. Drobir iz zadnjega poledenitvenega obdobja (četrta poledenitev — würm ali mlajši würm) pa je še povsem svež in ga prekriva le tenka preperelina, v kateri je v nasprotju s starejšo še vse polno nepreperelega karbonatnega drobirja. Obe akumulaciji loči tudi precej izdatna erozija, ki je bila posebno v zgornjih delih dolin zelo izrazita, saj je mogoče opaziti med njima še čez 10 m visoko ježo. Navzdol po dolinah pa se ta višinska razlika hitro zmanjša ter se, podobno kot smo videli pri fluvioglacialnem nasipanju, obe akumulaciji docela približata druga drugi.

Da je bilo predzadnje poledenitveno obdobje (tretja poledenitev) obsežnejše, nam podobno kot ustrezni ledniški sledovi pričajo tudi periglacialni sledovi. Rekli smo že, da so bili v predzadnji fazi zgornji deli dolin močneje zasuti z drobirjem. To pa nam kaže tudi soliflukcijsko gradivo na položnejših površinah na vznožju pobočij; tam seže rahlo zlepljeni drobir tretje poledenitve dlje, kot tisti iz zadnjega poledenitvenega obdobja (četrta poledenitev).

Povsod kjerkoli smo opazovali pobočne sedimente zadnjih dveh poledenitvenih obdobij, se je pokazalo, da jih sestavlja pretežno droban grušč, med katerega se vpleta veliko drobnega, peščenega in celo še finejšega gradiva. Ta drobir ne prekriva samo apniških in dolomitnih površin na vznožju alpskih grebenov, marveč seže tudi daleč preko terciarnih kamnin, kjer preide v obsežne, danes že povsem razrezane vršaje. Pokriva tudi povsem položne vmesne hrbte, kar še podčrtuje klimatski značaj nasipanja.

Med pobočnimi odkladninami v območju Blejsko-radovljiške kotline ter tistimi izven nje proti jugovzhodu pa so tudi razlike. V območju Blejsko-radovljiške kotline je gradivo veliko bolj sortirano; v njem se ritmično menjavajo plasti z debelejšim drobirjem s plastmi, ki jih sestavljajo drobnejši peščeni sedimenti in celo taki, v katerih je zelo veliko ilovice. Pri pobočnem gradivu jugovzhodno od Begunj

proti Preddvoru in pod Jelovico ni opaziti tako značilne »varvne sedimentacije«. Tukaj je debelejši apniški in dolomitni drobir kratkomalo pomešan z drobnejšimi kosi ter celo s peščenimi in še drobnejšimi delci ter daje tako v celoti močno homogen videz.

Ker nas pri tolmačenju teh razlik reliefni in petrografski elementi niso zadovoljili, smo začeli iskati vzroke v različnih klimatskih razmerah. Začeli smo misliti na vpliv ekstremnejše krajevne klime v neposrednem sosedstvu bohinjskega ledenika. Na ta vpliv nas je opozorila tudi primerjava pobočnega gradiva na preučevanem svetu s pobočnimi sedimenti v srednji in zahodni Evropi ter drugje v Sloveniji. Pokazalo se je, da je tako tipična varvna sedimentacija pobočnih sedimentov, kot jo opazujemo pri nas med Žirovnico in Begunjami ter ob sami Begunjščici, značilna za ves osrednji in zahodni del Evrope, medtem ko prevladuje drugje v Sloveniji povečini nesortirano pobočno gradivo.

Upoštevajoč dosedanje znanje o genezi stratificiranih pobočnih sedimentov, pri katerih je tekoča voda, ki se sprošča pri odtajanju tal in kopnenju snežišč, tako odločilnega pomena, se nam je vsilila predstava, da je prišlo zaradi lokalnega hladnejšega podnebja v območju bohinjskega ledenika do pogostega nihanja temperature okrog ničle. To je vplivalo na pogostejše in ne preveč globoko odtajanje tal. Ob tem sproščena voda je tekla po pobočjih, prenašala drobir in ga stratificirala. Drugje v Sloveniji pa so se tla odtajala hitreje in globlje in zato ni bilo pravih pogojev za razvoj stratificiranih pobočnih sedimentov. Zaradi tega je prišlo v glavnem le do polzenja debelejših slojev z vodo prepojenega periglacialnega drobirja. Iste premike so povzročile tudi napetosti ob ponovnem zmrzovanju tal. Vendar je bilo tudi to premikanje tal, zaradi višjih temperatur in zato hitrejšega sušenja soliflukacijskega gradiva, le kratkotrajno.

Tudi vsakemu od zadnjih dveh fluvioperiglacialnih nasipanj je sledila globoka erozija, verjetno tudi tokrat povsem klimatskega izvora. Do erozije je prišlo takoj ob nastopu toplejšega podnebja, ko je prenehalo intenzivno mehanično razpadanje kamnin in soliflukcija ter so se tla ponovno zarastla z gozdom, kar je še posebno močno zavrlo dotok drobirja v doline. Erozijo je okrepila najbrž tudi nekoliko povečana količina padavin.

V toplejših obdobjih je prišlo tudi do plavljenja ilovic iz bližnjega gričevja ter teras v doline. Ta pojav smo posebno podrobno preučili ob Kokrici, kjer holocenske ilovice prekrivajo široko dolinsko dno. Podobne ilovnate sedimente smo obranavali tudi pri starejših terasah, ki so jih imeli raziskovalci doslej za jezerske. To velja predvsem za ilovice opekarne Bobovek, ki izvirajo iz obdobja med drugo (riss) in tretjo poledenitvijo (mlajši riss ali starejši würm). Zanimivo je, da smo povsem podobne ilovice našli tudi v »visoki terasi« severozahodno od tod nad vasjo Srakovlje; kažejo, da bo treba razdeliti starejši riški konpleks vsaj na dva dela s toplejšim vmesnim presledkom.

LITERATURA

1. Ampferer O., Über die Saveterrassen in Oberkrain. Jahrb. Geol. R. A. Wien 1917.

2. Beaujeu-Garnier J., Modèle périglaciaire dans le Massif Central français. Rev. Géomorph. Dyn. 1953, No 6.

3. Beck P., Über den eiszeitlichen Aaregletscher und die Quartargeologie. Verhandl. Schweiz. Naturforsch. Geselschaft. Bern 1932.

4. Beck P., Zur Geologie und Klimatologie des schweizerischen Altpaläolithikums. Mitt. Naturwiss. Ges. Thun 1939.

5. Bobek H., Der Eisrückgang im östlichen Klagenfurter Becken, Mitt. Österr. Geogr. Ges., I. Wien 1959.

6. Boč S. G., Snežniki i snežnaja erozija v severnyh častjàh Urała. Izv. Vsesoj. Geogr. Obščestva, t. 78, 1946.

7. Bout P., Études de géomorphologie dynamique en Islande. Exped. Polaires Franç. 3, Paris 1953.

8. Bout P., Les dépôts de pente anciens du Vallay. C. R. som. Soc. Géol. France, 1949.

9. Brodar S., Črni Kal, nova paleolitska postaja v Slovenskem Primorju. Razprave SAZU IV. Ljubljana 1958.

10. Brodar S., Periglacialni pojavi v sedimentih slovenskih jam. Geografski vestnik XXXII, Ljubljana 1960.

11. Büdel J. Die Gliederung der Würmkaltzeit. Würzburger Geographische Arbeiten, Mitt. Geogr. Ges. Würzburg. H. 8, 1960.

12. Cailleux A., Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. Geol. Runsch. 1952.

13. Cailleux A., Cryopédologie. Centre de Doc. Univ. Sorbonne, Paris 1948.

14. Dylik J., Chmielewska M., Chmielewski W., Badanie osadów jaskiniowych w Dziadowej Skale. Biuletyn peryglacjalny Nr. 1, Łodź 1954.

15. Dylik J., Coup d'oeil sur la Pologne périglaciaire. Biuletyn Peryglacjalny, Nr. 4 Łodź 1956.

16. Dylik J., Struktury peryglacjalne w Tarzymiechach i ich znaczenie dla morfogenezy i stratygrafii czwartorzędu. Biuletyn peryglacjalny, Nr. 3, Łódź 1956.

17. Eberl B., Zur Gliederung und Zeitrechnung des alpinen Glazials. Zeitschnift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Stuttgart, 80, 1928.

18. Ebers E., Hauptwürm, Spätwürm, Frühwürm und die Frage der älteren Würmschotter. Eiszeitalter und Gegenwart, 6, 1955.

19. Flint R. F. Glacial Geology and the Pleistocene Epoch. Fourth Printing, New York — London 1953.

20. Graul H., Zur Gliederung der mittelpleistozänen Ablagerung in Oberschwaben. Eiszeitalter und Gegenwart, 2, 1952.

21. Graul H., Zur Gliederung der letzten Eiszeit in Europa. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges., 105 (1953), Hannover 1955.

22. Grimšičar T., Obvestilo o raziskovanju pleistocena v radovljiški kotlini. Geologija 1, Ljubljana 1953.

23. Guilcher A., Tricart J., La XXXVI Excursion Géographique Interuniversitaire, Champagne et Lorraine. Ann. de Géogr. no 335, 1954.

24. Guillien Y., Les grézes litées de Charente. Rev. Géogr. Pyrénées et S — O., t. 22, 1951.

25. Guillien Y., Présentation de la carte des phénoménes cryonivaux de la France. Bull. Ass. Géogr. Français, no 229—230, 1952.

26. Ilešič S., Terase na Gorenjski ravnini. Geografski vestnik XI, Ljubljana 1935.

27. Jovanović P. S., Uticaj kolebanja pleistocene klime na proces rečne erozije. Zbornik radova SAN. Knj. XLVI. Beograd 1955.

28. Knauer J., Glazialgeologische Ergebnisse aus dem Isargletschergebiet. Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges., 88, 1928.

29. Kossmat F., Über die tektonische Stellung der Laibacher Ebene. Verh. d. Geol. R. A. 1905.

30 Kuščer D., Prispevek h glacialni geologiji radovljiške kotline. Geologija, knj. 3, Ljubljana 1955.

31. Leffingwell E. de K., Ground-ice Wedges. The Journal of Geol. 23, Chicago 1915; The Canning River Region, Northern Alaska. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 109, 1919.

32. Lewis W. V., Snow-patsch erosion in Iceland. Georg. Journal, vol. 94, 1939.

33. Malaurie J., Guillien Y., Le modelé cryo-nival des versants meubles de Skansen (Disko, Groenland). Interprétation générale des grézes litées. Bull. Géol. France, 6e sér., t. 3, 1953.

34. Melik A., Bohinjski ledenik. Geografski vestnik V. — VI. 1929 — 1930, Ljubljana 1930.

35. Melik A., O diluvialni poledenitvi v Karavankah. Geografski vestnik VIII., Ljubljana 1932.

36. Melik A. Posavska Slovenija. Ljubljana 1959.

37. Melik A., Slovenija. I. zvezek, Ljubljana 1935.

38. Melik A., Še o razvoju Bohinjske kotline. Geografski vestnik X., Ljubljana 1934.

39. Meze D., Gornja Savinjska dolina. Nova dognanja o geomorfološkem razvoju pokrajine. Dela SAZU. Inštitut za geografijo 10, Ljubljana 1966.

40. Meze D., Kvartarni sedimenti ob Kokri (Elaborat je bil izdelan v letih 1964—1965 za SBK in se nahaja v arhivu Inštituta za geografijo SAZU)

41. Mühlberg F., Der Boden von Aarau. Festschrift 1986.

42. Oblak P., Morfogeneza dna Ljubljanske kotline. Geografski zbornik SAZU, I, Ljubljana 1952.

43. Paterson T. T., Physiographic Studies in North — West Greenland. Medd. om Grönland, Bd. 151, no 4, 1951.

44. Pavlovec R., Prvi poskusi z morfometrično metodo v Jugoslaviji. Zbornik II. kongresa geologa FNRJ. Sarajevo 1957.

45. Penck A., Brückner E., Die Alpen im Eiszeitalter. 3 Bde. Leipzig 1901—1909.

46. Poser H. und Hövermann J., Beiträge zur morphometrischen und morphologischen Schotteranalyse. Abhandl. Braunsch. Wiss. Ges. Bs. IV, Braunschweig 1952.

47. Radinja D., Vipavska dolina v kvartalni dobi (Elaborat je bil izdelan v letu 1963 za SBK in se nahaja v Inštitutu za geografijo SAZU).

48. Rakovec I., O fosilnih slonih iz Slovenije. Razprave SAZU, II. Ljubljana 1954.

49. Rakovec I., O nastanku in razvoju Ljubljanskega polja. Geografski vestnik XXIV, Ljubljana 1952.

50. Rakovec I., Prispevki h geologiji Ljubljanskega polja. Geografski vestnik XI, Ljubljana 1935.

51. Rakovec I., Razvoj pleistocena na Slovenskem. Prvi jugoslovanski geološki kongres. Bled 23.—27. V. 1954. Ljubljana 1956.

52. Richter K., Geröllmorphometrische Studien in den Mittelterassenschottern bei Gronau an der Leine. Eiszeitalter und Gegenwart, 4/5, Öhringen — Würt. 1954.

53. Schaefer I., Die Würmeiszeit im Alpenvorland zwischen Riss und Günz. Abhandl. d. Naturkunde — u. Tiergartenvereins f. Schwaben e. V. Augsburg, H. 2, Augsburg 1940.

54. Selzer G., Diluviale Lösskeilnetze aus der Umgebung Göttingens. G. R. 1936.

55. Soergel W., Diluviale Eiskeile. Zeitschr. der Deutsch Geol. Ges. 88, 1936.
56. Soergel W., Eiszeiten und paläolitische Kulturen. Jena 1919.
57. Spreitzer H., Die Gliederung der Würmvereisung im Gebiet des Mur — und Draugletschers. Actes du IV Congres International du Quaterniare, Roma 1956.
58. Šifrer M., Ilovice na severozahodnem Gorenjskem (Elaborat je bil izdelan v letu 1960 za SBK in se nahaja v Inštitutu za geografijo SAZU).
59. Šifrer M., Kvartarni razvoj Dobrav (Elaborat je bil izdelan v letu 1963 za SBK in se nahaja v arhivu Inštituta za geografijo SAZU).
60. Šifrer M., Neke osobenosti razvoja reljefa u pleistocenu. V. kongres geografa FNRJ. Cetinje 1959.
61. Šifrer M., Obseg poledenitve na Notranjskem Snežniku. Geografski zbornik V., Ljubljana 1959.
62. Šifrer M. Obseg poledenitve na Pokljuki. Geografski vestnik, XXV, Ljubljana 1953.
63. Šifrer M., Porečje Kamniške Bistrice v pleistocenu. Dela SAZU — Inštitut za geografijo SAZU 6. Ljubljana 1961.
64. Šifrer M., Prod in nekateri drugi sedimenti v Blejsko-radovljiški kotlini (Elaborat je bil izdelan v letu 1960 za SBK in se nahaja v arhivu Inštituta za geografijo SAZU).
65. Šifrer M., Prod v okolici Ilirske Bistrice (Elaborat je bil izdelan v letu 1960 za SBK in se nahaja v Inštitutu za geografijo SAZU).
66. Teller F., Erläuterungen zur Geologischen Karte Eisenkappel — Kanker. Wien 1898.
67. Tricart J., Le modelé des pays froids, fasc. 1: Le modelé periglaciaire. Cours de géomorphologie, 2ª partie, fasc 1, CDM, Paris.
68. Troll C., Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. Forsch. z. Deutschen Landes und Volkskunde XXIV, H. 4, Stuttgart 1926.
69. Troll K., Die Rückzugstadien der Würmeiszeit im nördlichen Vorland der Alpen. Mitt. Geogr. Ges., München 18, 1925.
70. Wentzel J., Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte des Thales der Neumarktler Feistritz. Jahresber. d. Staats- Oberrealschule in Laibach 1901.
71. Wentzel J., Zur Bildungsgeschichte des Laibacher Feldes u. Laibacher Moores, Lotos, Prag 1922.
72. Woldstedt P., Das Eiszeitalter — Grundlinien einer Geologie des Quartärs. I.—III, Stuttgart 1954, 1958, 1965.
73. Weinberger L., Über glazifluviatile Schotter bei Mauerkirchen und deren Lösse. Geol. Bavarica 19, 1953.

THE QUARTERNARY DEVELOPMENT OF DOBRAVE IN UPPER CARNIOLA (GORENJSKA)

Summary

Dobrave cover the area of wide alluvial terraces at the bottom of Ljubljana basin between the plains of Radovljica and Kranj. The Pleistocene terraces which are here so widely preserved have already early attracted the attention of scholars. The main theses about their origin have thus been proposed quite early and the discussion has conntinued to develop around them down to the present day. Here we think above all of Brückner who linked these terraces (the upper superposed stratum of gravel, the lower superposed stratum of gravel, the high terrace, and the low terrace) with

the four glaciations, and Ampferer's finding who saw here two depositions only: the younger one which may correspond to Brückner's low terrace, and the older one into which the upper three conglomerate terraces had ben cut (the upper terrace, the lower superposed stratum of gravel, the upper superposed stratum of gravel).

In our investigation we have not limited ourselves to the traces of glaciers around Radovljica and Bled and to the accumulated alluvion that had been deposited by the river Sava — so far these two elements have been especially taken into consideration by the investigators of Dobrave; we have instead included into our study also its tributaries. Here we have in mind above all the small rivers Begunjščica, Tržiška Bistrica, and Kokra that flow from the high mountain area situated north of the Ljubljana basin. These mountains consist of limestone rocks, and besides these they also contain large quantities of dolomite, slates, sandstones, conglomerates, and breccias, thus rocks which make possible the normal flow of water over surface. Due to these morphologic and petrographic conditions, enormous quantities of alluvion were deposited by the rivers Tržiška Bistrica, Begunjščica, as well as Kokra during periods of accelerated depositions; with this material they pressed the river Sava to the southern side of the basin, towards the mountain Jelovica which is built of limestone and in which the karstic hydrography with its typical karstic sources is prevalent; we may mention here the best known brook Kropa only. These brooks, as well as those from Šmarjetna gora, run only over a short distance on the surface and have an incomparably smaller accumulation capability than the rivers flowing from the northern side of the basin.

All these facts are best elucidated by the highest Pleistocene terrace in the area of Dobrave (I B) that has ben established so far; it may correspond to Brückner's older superposed stratum of gravel (Günz). In spite of its considerable extension it has remained almost unnoticed so far. It has been found that during the deposition of the gravel, the fans created by the rivers Begunjščica, Tržiška Bistrica, and Kokra had been united in this terrace and had pressed the river Sava to the southern border of the basin.

The terrace I B is cut mainly into Tertiary marls, loams, and sand sediments; it is covered by a thinner stratum only of a deeply mouldered conglomerate (down to 15 m). In those places where the conglomerate is completely mouldered we find directly over this Tertiary base a brownish-red loam only which contains numerous thicker gravel stones consisting of siliceous sandstones and of more resistant acid igneous rocks.

The potholes that have developed in this conglomerate have reached already in many places the Tertiary bedrock and have lost therefore their typical characteristics; they are generally more shallow with gentler slopes and have frequently oblong forms. It seems that here the conglomerate has already completely mouldered between individual potholes and that each pothole consists of two or three potholes that have become united.

The exceptional age of this terrace (I B) is proved not only by its deeply mouldered conglomerate but also by its surface which is intensively cut by permanently flowing waters, and also by the hollows (small valleys) in which a little larger quantities of water collect only at the time of the melting of the snow and of larger rainfalls. We believe that these surfaces of accumulated material were first cut by large rivers, and later — yet still in the same phase of erosion (Günz — Mindel) — also by smaller waters that developed by the efflux of waters from originally very wide accumulation surfaces. In this way the small river system developed in the slight depression between the fans created by the rivers Begunjščica and Tržiška Bistrica, and the very wide river systems of Kokrica and Rupovščica at the left side of the fan formed by Tržiška Bistrica and of the fan of the river Kokra respectively.

The subsequent accumulation, embodied in the terrace I A (Mindel) which corresponds to Brückner's »younger superposed stratum of gravel«,

did not reach the height of the preceding accumulation; for this reason it could also not reach such a wide extension. It mainly filled with gravel the eroded troughs only of main rivers; only locally this deposition could reach over the watersheds into the deeper cut valleys that were produced by shorter brooks in the terrace I B. We connect the deposition of the gravel in the terrace I A with the oldest glaciation that has been established in our country so far (Mindel); its moraines have been preserved at Kamna gorica and at Pusti grad (the earliest glaciation whose existence has been proved). It has been possible to establish that the terrace I A begins rapidly to rise the closer it gets to the moraines from this glaciation, and that at the inner side of moraine depositions this terrace can no longer be identified. Moreover, this connection is also supported by the fact that closer to the moraine depositions the fluvioglacial gravel grows increasingly thicker and less sorted and that ve find in it increasingly larger quantities of finer material and of larger rocks. The same fact also be observed in the conglomerate under the moraines. Here, too, the gravel becomes less sorted and its granulation more and more variegated the closer it gets to the moraine material. All this accumulated material is already compactly glued together and is covered by a ca 5—8 m thick stratum of a brownishred mouldered material. Because of intensive mouldering, the siliceous sandstones have almost only been preserved in it, especially in its upper part, while of igneous rocks the thicker pieces of keratophyre are prevalent. The preserved pieces of rock are mouldered even down to a depth of more than 20 cm; even the lighter coloured outer part of the most intensive mouldering reaches a depth of more than 12 mm. The long lasting mouldering of Mindel moraines (the first glaciation) and of the corresponding gravel in the terrace I A is also proved by the deep karstification of this material. In moraines and on the terrace we find deep potholes and very deep pockets and channels that in many places reach through the whole stratum of conglomerate down to the bedrock basis. In our description of the terrace I A and of its material we must not overlook the fact that this material — like the material of the terrace I B — lies on its own bedrock platform. This gives a further emphasis to the unity of this complex of sediments; at the same time it calls our attention to the fact that this deposition was accompanied by an extensive lateral erosion. We believe that this lateral erosion was particularly intensive during the transition from the preceding phase of deep erosion to the phase of the deposition of material.

A completely similar state of mouldering, karstification, and agglutination can be observed in the following lower terrace I A a that lies on the same bedrock platform. We may perhaps consider this terrace to be the result of a brief interruption of erosion that followed the period of the deposition of the gravel in the terrace I A. This can not, however, exclude the possibility that this interruption in erosion represents at the same time a slight new accumulation caused perhaps by a new brief glaciation (Mindel II ?). The corresponding moraines have, however, not been found so far.

After the deposition of the gravel in the terraces I A and I A a, a deep erosion followed at the beginnig of the subsequent warm period. Deeper cust in the terrain were made not only by the main rivers such as Sava, Tržiška Bistrica, and Kokra, but also by Lipnica and by waters that gathered as efflux of the rainwater and of the water from the melted snow from larger accumulation surfaces (I A and I A a) and from the older terraces (I B). During this period the closer outlay of the valley of Naklo developed at the eastern end of the plain of Tržiška Bistrica of that time (I A), immediately below the higher terrace I B; at the western end the wide gap was cut west of Britof. During the same period of the cutting of the terrain, the valley must have also been made which is still used by Tržiška Bistrica in its flow towards the Sava river. For the time being we cannot state yet which of these gaps was used by the river during the period of the cutting

of the terrain, and which of these valleys were used by brooks that gradually developed on the plain of the terrace I A.

The subsequent accumulation, embodied in the terrace I (»the high terrace«) did not reach the height of the preceding deposition; it stopped instead about 10—15 m below the leading higher terrace I A. The valleys of Lipnica and Sava were gradually filling with gravel. Enormous depositions took place also along the rivers Tržiška Bistrica and Kokra. In this period the river Tržiška Bistrica did not reach the river Sava through the gap only in the terrace I A which is still used by it nowadays; with its depositions and with the shifts of its riverbed from one side of the valley to the other it filled with gravel other gaps also that had developed in the terrace I A during the preceding phase of erosion. Thus it flew temporarily also west of Britof and Podtabor towards Podnart, and at other times it even reached the valley of Naklo as this is proved by the preserved remains of the terrace I (»the high terrace«). We connect the deposition of gravel in this terrace (»the high terrace«) with the second glaciation (Riss) whose moraines can be found preserved at Ledevnica and in the southwestern half of the Brdo plateau (trigonometric points 552 m and 551 m). In the area of Tržiška Bistrica we connect with this glaciation the recently discovered moraines deposited by the glacier northwest of the village of Bistrica, near the town of Tržič. Here, too, we have noticed the same elements as in the terrace I A and in the corresponding moraines of the first glaciation (Mindel); closer to these moraines of the second glaciation (Riss), the terrace I begins to rise very rapidly while on the other hand it can not be traced at the inner side of moraine depositions, in the sphere of the former tongues of the glacier. We can also observe how the fluvioglacial gravel becomes increasingly less sorted the closer it is to moraine depositions, and how these depositions and the corresponding gravel are covered by the same kind of mouldered material. The difference between the one (Mindel) and the other (Riss) deposition is due to the different length of exposure of the one and of the other sediment to climatic influences. The gravel in the terrace I (»the high terrace«), e. g., is not yet so firmly agglutinated as in the higher terrace I A. Similarly considerably less cemented is also the moraine material from the time of the second glaciation. In younger sediments is the mouldered material itself considerably thinner (ca 3 m) and it makes also otherwise the impression of being considerably younger. In it, igneous rocks and tuffs prevail while among the mouldered material of the higher terraces I A and I A a they are already much decayed so that here siliceous sandstones are the only material which is still rather well preserved. Moreover, in the younger mouldered material individual pieces of rock are mouldered down to a depth of 4—5 mm only. The degree of karstification of these surfaces is also correspondingly lesser. The pockets in which the mouldered material penetrates into the conglomerate surface of the I terrace are only ca 0.5—1 m deep and up to 0.5 m wide. For this reason this terrace contains no potholes yet and it is on the whole only slightly rolling. Besides these geologic and geomorphologic traits that can be observed in terrace I and in the moraines of the second glaciation we must also mention the fact that these depositions — like those of the higher terraces I A and I B — lie also on their own bedrock platform cut out in the poorly resistant marly and loamy Tertiary sediments. This element further emphasizes the unity of these depositions and indicates that this deposition was accompanied by a very considerable lateral erosion.

This, apparently Riss, glaciation period was again followed during the subsequent warmer part of the Pleistocene by a deep erosion during which more than 90 m deep eroded troughs had also been cut out. During this period, too, the valleys were deepened not only by main rivers, but also by the Lipnica brook. Large masses of conglomerate of the terrace I were also removed from the Naklo valley. The conglomerate was best preserved

at the right side of the river Tržiška Bistrica, above Podnart, where it approaches the river Sava.

Only after the formation of this eroded trough the material of terrace II (the low terrace or the younger deposition) was deposed. This young and only partly cemented gravel lies in a stratum which is still more than 70 m thick. Along the river Sava downwards, the conglomerate »high terrace«, which is at Brezje still about 10—15 m higher than this younger deposition of gravel, approaches considerably the level of terrace I, and below Naklo and Kranj it even submerges under the younger deposition of gravel (terrace II). Within the frame of the »younger deposition« we can again establish two independent phases of accumulation. The older of the two rises above the younger phase more distinctly near Lipnica only and on the left side of the river Tržiška Bistrica, while in other places it is generally covered by the younger deposition. These two accumulations had again developed during two independent periods of glaciation; we denote them as the third (younger Riss or older Würm) and fourth (Würm or younger Würm) glaciations.

The glaciers reached their greatest extent during the first phases in this group of glaciations (the third glaciation). The moraines of Bohinj glacier are from this period best preserved in the central part of the Brdo plateau, east of the hamlet Na hribu; they cover also the nortern part of Bratranica and Ledevnica.

With the recession of the glacier from these moraines, a large lake developed in the frontal basin of the Bohinj glacier, northeast of Radovljica. During the time when this lake still existed occurred a new brief interval of glaciation (a stage of the third glaciation) which left its trace in the thinner ground moraine among lake sediments. It has been mentioned already by Grimšičar. Only after this interval followed a warmer age during which the Bohinj glacier receded and during which the large lake in the Bled-Radovljica basin was finally filled with depositions. The erosion followed. After that the glaciers began again to grow (the fourth glaciation); the Bohinj glacier reached the extent it had during the preceding glaciation interval (the stage of the third glaciation), it did not reach, however, dimensions it had during the first main phase of glaciation (the third glaciation). From this last glaciation age (the fourth glaciation) we have in the Bled-Radovljica basin the enormous moraines in the northern part of the Brdo plateau at Dobrave (trigonometric points 598 m and 538 m), and the moraines at Šmidol, on the opposite side of the Sava river, east of the town of Radovljica.

There must have been a longer interval between the depositions of moraines of the third and fourth glaciations and the corresponding accumulations; this is proved by the fact that the moraine deposits from the older glaciation (the third glaciation), as well as the fluvioglacial gravel from the same period, are considerably more mouldered than the younger depositions made by the last glaciation (the fourth glaciation). Thus the moraines of the third glaciation (the younger Riss or the older Würm) are covered — similarly as the corresponding partly cemented fluvioglacial gravel — by a mouldered material that is more than 0.75 m thick and penetrates in pockets into the lower basis. In this mouldered material pieces of carbonate gravel are completely decayed. We find in it the more resistant pieces of acid igneous rocks only, and above all pieces of keratophyre, and tuff, and some siliceous sandstones. Even in moraines that contain large number of boulders we find almost exclusively thick rocks of keratophyre that reach to the surface. In opposition to these surfaces we see the mouldered material over moraines from the fourth glaciation (Würm or younger Würm) and over the corresponding gravel — which is still completely fresh — to be considerably thinner and still containing pieces of carbonate, above all limestone rocks. In moraines, these limestone rocks protrude even above

the mouldered material. In this way these moraines in their external appearance itself differ clearly from the moraines of the older, the third glaciation.

Interesting differences in the length of the period of the mouldering of the one and the other moraine and in the corresponding gravel depositions are also indicated by the difference in the depth of the mouldering of igneous rocks (keratophyres and tuffs) that have been preserved among the mouldered material. Thus in gravel stones of the older mouldered material (the third glaciation) the light grey coloured strips that betray the most intensive degree of mouldering reach 2—3 mm deep, and in younger gravel stones (the fourth glaciation) only 0.1—0.5 mm.

Differences can also be observed, as this has incidentally been already mentioned, in the degree of cementation of the fluvioglacial gravel. We find, on the one hand, the deposition from the older glaciation age (the third glaciation) to be already in many places at least partly cemented together, while on the other hand we find the fluvioglacial gravel from the last glaciation to be still completely fresh.

All this may allow us to conclude that there was between the last glaciation (the fourth glaciation) and the preceding two glaciations (the third glaciation and the younger stage in the same glaciation) a truly long interval. The much rounded character of the gravel found in the deltaic strata that had filled the lake in the interval between the two younger glaciations (the third and the fourth glaciations) indicates a somewhat warmer climate during this interval. The measurements of the degree of the rounding of the gravel have shown that the rounding of this gravel corresponds to the rounding of the present-day gravel, and that it is therefore much more rounded than the fluvioglacial gravel.

Because of the length of this warm interval between the two periods of glaciation (the third and the fourth) we must leave open the still completely unsolved question whether there was between them an interstadial within the frame of the Würm glaciation, or whether we have here even the last interglacial. The first interpretation could well agree with findings made by Spreitzer within the sphere of the Drava and Mura glaciers: Spreitzer established that the older Würm was more extensive.

As long as these questions remain unsolved we have decided to preserve for the last two glaciation periods the names of the third and fourth glaciations.

The last two glaciations left their traces also in differently mouldered moraines in the wide coombs on the southern slope of Košuta mountain and at the glacier at Lom above Tržič; in the valley of Mošenik, in the direction towards Ljubelj, however, we have so far been able to find moraines of the fourth glaciation only. We connect also the fluvioglacial deposition in the valley of Tržiška Bistrica (terrace II) with the last two glaciations. We have also found that there is hardly any noticeable difference in altitude between the older, deeply mouldered and slightly cemented deposition of the left side of the river Tržiška Bistrica, and the younger, still completely fresh deposition at its right side.

The recession of the Bohinj glacier from the moraines of the last, the fourth, glaciation took place in several phases that vere interrupted by periods of stagnation and perhaps even of a slight growth of the glacier. The terrace II remained fossil after the first considerable thinning of the Bohinj glacier. Afterwards the glacier stopped at the rim of the third terrace (III); here, however, the moraines along this rim have not been so clearly preserved because of the strong deposition activity of the river Sava Dolinka. Later conspicuous repeated stagnations occurred again at the left side of the river Sava Dolinka, west of the town of Lesce, along the western rim of the terrace IV, and afterwards also at the right side of the river Sava Dolinka along the western rim of the lower terrace V. With each recession, the glacier grew thinner, while the erosion took also place

along the river Sava. Each prolonged stagnation of the glacier launched a new phase of deposition. This developments are best shown by terraces II, III, IV, and V which occur at the outer, eastern side of moraines or of individual ends of the Bohinj glacier; it is also supported by the fact that these terraces rise exceptionally quickly closer to the moraines along their western rim with which they merge almost imperceptibly. We could find confirmation for this interpretation also in the analysis of the material itself that forms these terraces; furthermore also in the direction in which longer rocks lie in this fluvioglacial deposition.

Similar processes must have taken place also during the subsequent recessions and repeated stagnations that accompanied the recession of the Bohinj glacier. Thus we must reckon with a longer period of erosion above all after the recession of the glacier to moraines of the »Bohinj stage« found near Bohinjska Bistrica. This stagnation of the glacier had probably launched a new process of accumulation. A repeated erosion and subsequent deposition had most probably occurred during the subsequent recession and new stagnation of the Bohinj glacier which ended at that time in moraines preserved near Stara Fužina. It will be interesting to establish with a detailed investigation eventual other intermediate stages of stagnation and to bring them in connection with the corresponding terraces as we have suggested already in connection with the above mentioned terraces from the vicinity of Bohinjska Bistrica and Stara Fužina. Nevertheless we may conclude, even on the basis of observations that have been made so far, that besides the five terraces we have already mentioned we must connect with the recession of the glacier at least two or three more lower terraces that have been preserved in moderate extent in the deep troughs themselves of the river Sava. The main erosion had apparently taken place already during the recession of glaciers out of the valley. Because of the still insufficient investigations we have left, however, in detail the question of the exact border with the Holocene still open.

We may reckon with similar recession of glaciers and creation of terraces also in the valleys of Tržiška Bistrica and Kokra; here, however, the problems are a little more complex. Our attention is called to very unremarkable large moraines with very poorly rounded fine scree at St. Ana and at Jezersko. We believe these glaciers to have soon grown very rigid because of this large quantity of small scree, and that this was the reason for their stagnation since the thick strata of ablation moraines did not allow the normal recession of the glacier caused by the climate. This also led to the peculiar course the erosion had taken.

In this survey of the main results of our investigation we must also call attention to wide traces of an accelerated mouldering of rocks during the glacial age in the area not covered by ice and the flowage of this material down into the valleys. These traces are exceptionally large along striking, tectonically formed slopes that at one side of Dobrave rise into the Kamnik Alps, and at the other side into the Julian Alps.

The investigations have shown that with each emergence of a cooler glacial climate the rocks began to decay mechanically more intensively on steep slopes which was followed by an enormous flowage of this material into valleys that led to a true fluvioperiglacial deposition.

This accumulated material can be observed in all steep slopes from Žirovnica to Begunje, as well as below Dobrča where it is preserved on slopes and main valleys of the river systems of Peračica and Lešanjščica; it was brought hither from the high mountain hinterland. A particularly extensive area with periglacial depositions may be seen in the wide river systems of Kokrica or Rupovščica into which this scree was brought from the whole range of the very steep ridges of Kriška gora and Storžič mountains. A similar situation can be observed at the opposite side of the basin, at the foot of the Jelovica mountain, where an especially intensive

periglacial deposition had taken place along the brooks Besnica, Lipnica, Kropa, and Kolnica.

Traces of the oldest glacial depositions (Günz and Mindel) have besides this been preserved in the area here discussed in the fragmentarily preserved terraces of the fan of the Begunjščica brook (I B — Günz) and in the river system south of the Kokrica brook (I A — Mindel) south of Trstenik; they show a strong inclination southwards. In these surfaces the carbonate deposition has been preserved locally only under thick strata of a brownish-red mouldered material and of more yellow and light upper sediments.

This periglacial deposition has left more distinct traces along the tributaries of the river Sava; they belong to the second glaciation (Riss) whose existence in this area has been reliably proved so far. The terraces are already more distinct; they are widely preserved especially in the river system of Kokrica and along the Besnica brook. Going along these terraces we notice that they begin to rise exceptionally quickly towards the slopes of the Kamnik Alps and of Jelovica mountain. This has been the first important evidence that this deposition was caused by an accelerated mechanical decay of rocks and by the flowage of this material into the valleys. This material simply buried the source region in these valleys. In these terraces the deposited material consists of fine limestone and dolomitic gravel which becomes more and more assorted and thicker the closer it lies to the slopes of the mountains. The remnants of this deposition preserved in terraces are covered by a stratum of mouldered material ca 3 m thick which is so typical of Riss sediments.

West of Bobovk we could make an even more detailed analysis of the deposed material contained in the terrace I. Here a ca 2 m thick stratum of coarsely sandy grey loams containing large quantities of gravel from the neighbouring Tertiary fringe is thrust between two strata of carbonate, prevailingly limestone, gravel. We consider this stratum of loam to represent an interruption of the periglacial deposition and of the flowage of the carbonate gravel from the high mountain fringe of the valley; thus a distinctly warm phase.

In our study of the mutual relationships of these oldest periglacial depositions we could again establish that each phase of accumulation was followed by one of a deep erosion which was caused, in our opinion, exclusively by the change of the climate. This phase took place immediately after the set in of a warmer climate, when the floor became overgrown by the forest and when the rapid mechanical decay of rocks and the speeded flowage of fine gravel into the valleys stopped.

The deposition during the Riss glacial age was again followed by a deep erosion with the simultaneous deep mouldering of accumulation surfaces. It was only after these troughs had been eroded that the material was later deposited in them which corresponds to the last two glaciation periods (the third and the fourth glaciations). Down to the present day these two periods have left not only the accumulated material in the valleys but also large quantities of scree from the slopes that came down into the valleys; this, together with the processes of solifluction, actually led to the formation of the two accumulations here discussed.

The older accumulated material of this group (the third glaciation — younger Riss or older Würm) is in some strata already partly cemented; it is covered by a stratum of mouldered material ca 0.75 to 1 m thich which penetrates in pockets, that are ca 0.5 m deep, into the lower lying deposited material. In opposition to this we find the scree from the last glaciation period (the fourth glaciation — Würm or younger Würm) to be still completely fresh and covered by a thin stratum of mouldered material only in which — in opposition to the older deposition — large quantities of unmouldered fine carbonate scree are still preserved. The two accumulations are separated again by a considerable erosion which was especially in the upper part of the valleys very extensive: between the two we can notice

a terrace which is more than 10 m high. In the lower parts of the valleys this difference in the height of the two depositions rapidly grows smaller until finally — similarly as in the case of the fluvioglacial depositions — the two accumulations completely approach each other.

The one but last glaciation (the third glaciation) must have been rather extensive; this is proved also — similarly as in the case of the glacier moraines in the area covered by ice that we have discussed — by periglacial traces. It has been already mentioned that during this one but last phase the upper parts of the valleys were filled with scree. This is also sown by the solifluctional material on less inclined surfaces at the foot of the slopes where we can observe that everywhere the cemented fine scree from the time of the third glaciation reaches farther than the one from the last glaciation (the fourth glaciation).

Everywhere where the sediments on the slopes from the last two glaciation periods have been studied we have found that they consist prevailingly of a scree with large quantities of fine sandy, or even finer, material. As we have already stated this scree does not cover only the limestone and dolomitic surfaces at the foot of Alpine ridges; it also reaches far over the Tertiary rocks and passes into large now already completely dissected fans. This scree covers also the gently sloping intermediate ridges; this stresses further the climatic character of this deposition.

Along with these common traits of the sediments deposited on mountain slopes, we must also call attention to the differences that may be observed above all between the material deposited on the mountain slopes in the area of the Bled-Radovljica basin, and the material preserved southeast from this area. In the study of this material we could notice that the material in the area of the Bled-Radovljica basin is much more sorted and that it shows a rhythmical sequence of strata containing larger scree and of strata consisting of finer sand sediments and even such that contain large quantities of loam. Contrary to this we find that in the material deposited on the slopes southeast of Begunje and in the direction of Predvor, as well as at the foot of the Jelovica mountain the so typical »varve sedimentation« can not be observed: here the thicker fine limestone and dolomitic scree simply mixes with finer pieces and even with sandy or even finer particles and makes, on the whole, the inpression of a very homogeneous material.

In interpretation of these differences we did not find a satisfactory explanation in petrographic and relief elements; we have therefore tried to find their reasons in various climatic conditions and in the corresponding processes in the one and the other area. We have taken into consideration the influence of the more extreme local climate in the neighbourhood of the Bohinj glacier. A comparison of this material with the sediments found on the slopes in central and western Europe and in other parts of Slovenia has shown how the development of stratified sediments on mountain slopes could most probably have been decisively influenced by the local climate in the neighbourhood of the Bohinj glacier. We have found that the so typical varve sedimentation of the depostitions on the mountain slopes in the area between Žirovnica and Begunje, and along the Begunjščica brook, is, as a matter of fact, typical of the whole central and western Europe, while in other parts of Slovenia the unsorted sedimentation on mountain slopes prevails.

Taking into consideration the knowledge at present available of the genesis of the stratified sediments on mountain slope, in which the running water freed with the unfreezing of the ground and with the melting of the snow plays a decisive role, we interprete this kind of sediments as being due to the frequent changes of temperature around the freezing point caused by the locally cooler climate in the sphere of the Bohinj glacier. This led to a more frequent and not very deep unfreezing of the bottom. The water, freed in this way, flew over slopes carrying the fine scree which it de-

posited in strata. In other parts of Slovenia the ground became unfrozen much more queickly and deeply; for this reason there were here no conditions for the development of stratified sediments on mountain slopes. Therefore in this area the gliding of thicker strata of the periglacial scree that were permeated with water had above all occurred. The same kind of movements were again caused by tensions created with the new freezing of ground. This movement of the ground, however, was of a shorter duration only because of higher temperatures and because of the quicker drying of the solifluctional material.

Each of the last two periods of fluviaperiglacial sedimentation was again followed by a deep erosion which was — as in the case of earlier periods — caused etclusively by climatic conditions. This erosion took place immediately after a warmer climate had set in, when the processes of intensive mechanical decay of rocks and of the solifluction had stopped and when the ground became again covered by forest which was the main reason for the reduction of the flowage of the scree into the valleys. This erosion was probably also intensified by a somewhat increased quantity of precipitations.

In warmer periods the water began also to float loam from the neighbouring hills and terraces into the valleys. We have studied this phenomenon especially along the Kokrica brook where the Holocene loams cover the wide floor of the valley. We have found similar loam sediments also in older terraces; so far they have been belived to be of lacustrine origin. This is especially true for the loams used by the Bobovk brickworks: they date from the period between the second (Riss) and third glaciations (younger Riss or older Würm). It is interesting that we have found completely similar loams also in the »high terrace« northeast from here, above the village of Srakovje; they show that it will be necessary to divide the Riss complex into at least two parts, with a warmer interval between them.

KAZALO

UVOD IN PREGLED DOSLEJ OPRAVLJENEGA DELA 101

POSKUS KORELACIJE MOREN IN TERAS V DOBRAVAH IN V BLIŽNJEM SOSEDSTVU NA GORENJSKEM 105

Terasa I B 106

Terasa I A 112

»Visoka terasa« I 120

Terase II—V 130

POGLAVITNI SLEDOVI PERIGLACIALNEGA NASIPANJA V OBMOČJU DOBRAV 162

SLEDOVI KVARTARNEGA NASIPANJA PRI BOBOVKU NAD KRANJEM 186

POSKUS ČASOVNE OPREDELITVE MOREN IN TERAS V BLEJSKO-RADOVLJIŠKI KOTLINI IN V DOBRAVAH 194

PREGLED GLAVNIH REZULTATOV 200

THE QUARTERNARY DEVELOPMENT OF DOBRAVE IN UPPER CARNIOLA (GORENJSKA), SLOVENIA (Summary) 211

Karta 1:

KARTA POGLAVITNIH PLEISTOCENSKIH GEOMORFOLOŠKIH OBLIK IN SEDIMENTOV V DOBRAVAH NA GORENJSKEM

1
2
3
4
5
6
7 IB
8 IA
9 IAa
10 I
11 II
12 III
13 IV
14 V
15 IV VII VIII IX
16
17
18
19
20
21
22
23
24

0 1 2 km

1. Morenski nasipi prve, najstarejše doslej pri nas ugotovljene poledenitve (mindel); 2. Morenski nasipi druge poledenitve (riss); 3. Morenski nasipi tretje poledenitve (starejši würm ali mlajši riss); 4. Morenski nasipi četrte poledenitve (würm ali mlajši würm); 5. Morenski nasipi prvega večjega zastoja ledenikov, do katerega je prišlo pri umikanju ledenikov iz moren četrte poledenitve; 6. Morenski nasipi drugega večjega zastoja, do katerega je prišlo ob splošnem umikanju ledenikov iz moren četrte poledenitve; 7.—15. Terase: I B (sestavlja jo prod günške poledenitve?), I A (sestavlja jo fluvioglacialni prod prve poledenitve), I A a (sestavlja jo fluvioglacialni prod mlajšega oddelka prve poledenitve?), I (sestavlja jo fluvioglacialni prod druge poledenitve), II (sestavlja jo fluvioglacialni prod dveh poledenitvenih obdobij: starejši izvira iz obdobja tretje poledenitve, mlajšega pa povezujemo s četrto poledenitvijo); III—IX (poznoglacialne in holocenske terase); 16. Periglacialni pobočni sedimenti iz obdobja druge poledenitve; 17. Periglacialni pobočni sedimenti iz obdobja tretje poledenitve; 18. Periglacialni pobočni sedimenti iz obdobja četrte poledenitve; 19. Fluvioperiglacialni prod in ustrezna terasa iz obdobja prve doslej dokazane poledenitve; 20. Fluvioperiglacialni prod in ustrezna terasa iz obdobja druge poledenitve; 21. Fluvioperiglacialni prod in ustrezna terasa iz obdobja tretje poledenitve; 22. Vršaji, ki jih sestavlja fluvioperiglacialni prod četrte poledenitve; 23. Lokalno ohranjene terase, ki jih sestavlja fluvioperiglacialni prod iz obdobja četrte poledenitve; 24. Poznowürmski in holocenski vršaji