

ACTA CARSOLOGICA	31/2	1	9-60	LJUBLJANA 2002
------------------	------	---	------	----------------

COBISS: 1.01

**O NASTANKU HIDROGRAFSKE MREŽE IN O NEKATERIH  
KRAŠKIH POJAVIH NA IDRIJSKEM**

ON THE ORIGIN OF THE HYDROGRAPHIC NET AND  
ON SOME KARST PHENOMENA IN THE IDRIJA REGION

IVAN MLAKAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lapajnetova 13, 5280 IDRIJA, SLOVENIJA

Prejeto / received: 15. 2. 2002

**Izvleček**

UDK: 551.435,1(497.4 Idrija)

**Ivan Mlakar: O nastanku hidrografske mreže in o nekaterih kraških pojavih na Idrijskem**

Rekonstruirali smo geološke razmere na nivoju najmlajšega - pliocenskega ravnika v današnji višini 1000 metrov. Pokazali smo, da so takratne litološke in tektonske okoliščine imele pri nastajanju hidrografske mreže odločilno vlogo, kar velja tudi za pretočitve Kanomljice, Nikove, Idrijce in Belce. Območje južno in NW od Idrije izpolnjuje vse pogoje, da postane klasično ozemlje za preučevanje začetnega stadija zakrasedanja, zato smo namenili tej problematiki posebno pozornost. Pri nastajanju kraških objektov je igral pomembno vlogo zlasti sistem prečnoalpskih prelomov in razpok. S teorijo brezen smo med drugim obrazložili nastanek Divjega jezera in pokazali, da so bile vsaj nekatere vrtače zasnovane že v obdobju, ko so kredne apnenice še prekrivale slabše vodoprepustne kamenine. Antiklinalne strukture so se izkazale kot najboljši indikator za prisotnost podzemnih kraških prostorov. Na koncu prispevka smo tabelarno predstavili še rezultate 60 kompletnih silikatnih analiz skoraj vseh kamenin na Idrijskem.

**Gljučne besede:** geologija, paleogeografija, kraška morfologija, razvoj hidrografske mreže, Idrijsko, Slovenija.

**Abstract**

UDC: 551.435,1(497.4 Idrija)

**Ivan Mlakar: On the origin of the hydrographic net and on some karst phenomena in the Idrija region**

Geological structure on the Pliocene paleosurface level in the nowadays 1000 m altitude were reconstructed. The lithological and tectonical circumstances in that time played a decisive role in hydrographic net origin and also on Kanomljica, Nikova, Idrija and Belca rivers piracy. Landscape south and NW from Idrija fulfil all conditions to become classical region for initial karstification stadium examination, for that reason to this problems great attention have been paid. Particularly system of cross alpine faults and fissures played significant role on karst phenomena origin. With potholes theory the origin of Wild Lake have been explained and pointed out, that some dolinas at least have been projected already in period when Cretaceous limestones were covered by worse waterpermeable rocks. Anticline structures proved as the best indicator for karst rooms presence. On article end the results of 60 complete silicate analyses of nearly all Idrija' s rocks in table shape are presented.

**Key words:** geology, palaeogeography, karst morphology, development of hydrographic net, Idrijsko, Slovenia.

## UVOD

O nastanku idrijskega reliefa je že nekaj podatkov, kako je geološka zgradba vplivala na te procese pa lahko preberemo le tu in tam med vrsticami. Prisotnost različnih kamenin v zapletenih medsebojnih odnosih omogoča na obravnavanem ozemlju sklepe, ki bi jih na območjih s preprosto geološko zgradbo zlahka spregledali. To velja tudi za rekonstrukcijo nastanka hidrografske mreže kot za pretočitev vodotokov.

Malokje še najdemo razmere iz začetnega obdobja nastajanja kraških objektov, predvsem brezen, ki po našem mnenju odločilno vplivajo na oblikovanje podzemnega kraškega sveta. Območje južno in NW od Idrije izpolnjuje vse pogoje, da postane klasično ozemlje za preučevanje zgodnjih stadijev zakrasevanja, zato smo namenili tej problematiki posebno pozornost.

Za skrben pregled članka in koristne pripombe se zahvaljujem prof. dr. Francetu Šušteršiču kot odličnemu poznavalcu kraške problematike.

## REKONSTRUKCIJA GEOLOŠKIH RAZMER NA NIVOJU PLIOCENSKEGA RAVNIKA

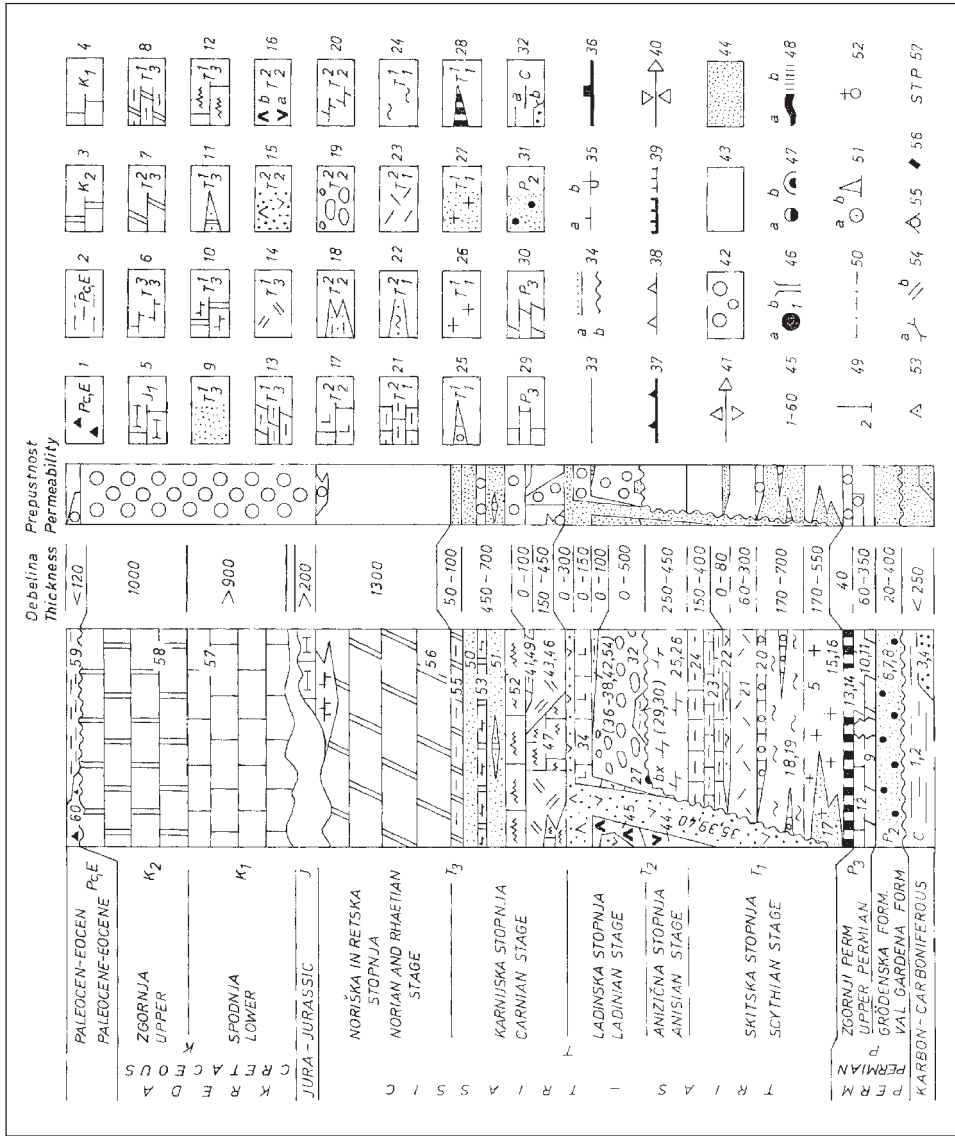
Idrijsko ozemlje se odlikuje z zelo zapleteno geološko zgradbo, vendar jo dobro poznamo. K temu so mnogo pripomogle rudarska dela v idrijskem rudišču (do kote -33 m), predvsem pa številne raziskovalne vrtime namenjene iskanju živosrebrove rude. Zbrani podatki omogočajo rekonstrukcijo geoloških razmer na kateremkoli nivoju nekdanjih erozijskih rezov. Na enem izmed njih, ki ustreza pliocenskemu ravniku, se je pričela oblikovati današnja hidrografska mreža, takratne geološke okoliščine pa so imele pri tem odločilno vlogo. Najvišje vzpetine na idrijskem so v višini 800 do 1100 metrov, zato računamo z izravnavo na današnji višini 1000 metrov.

O starosti, sestavi in superpoziciji skladov, ki jih zajame rekonstrukcija, je največ informacij v enem izmed starejših prispevkov (Mlakar, 1969). Vse pomembnejše podatke smo pokazali na stratigrafski lestvici z legendo (sl. 1).

V okviru preučevanja hidrogeoloških razmer širšega območja rudnika Idrija je Mencej (1969) na podlagi vtiskovalnih testov (Vdp) izračunal koeficient prepustnosti "k" za večino kamenin ki sestavljajo obravnavano ozemlje in jih razvrstil v štiri skupine. Med dobro prepustne ( $k \geq 1 \times 10^{-3}$  cm/sek) je raziskovalec prištel vse apnence, konglomerat srednjetriasne starosti ter seveda prod in grušč. Srednjeprepustni ( $k = 1 \times 10^{-3}$  do  $1 \times 10^{-5}$  cm/sek) so vsi dolomiti. V tretjo skupino, za katero naj bi bilo značilno menjavanje srednjeprepustnih in neprepustnih kamenin ( $k < 1 \times 10^{-3}$  cm/sec), spadajo npr. ladinijski tufski peščenjaki med glinavci. V zadnjo skupino, iz praktično neprepustnih kamenin ( $k < 1 \times 10^{-5}$  cm/sec), pa je Mencej uvrstil eocenski flišni laporovec in peščenjak, triasne glinavce in karbonske plasti.

Podatke o vodoprepustnosti kamenin smo z združitvijo tretje s četrto skupino nekoliko poenostavili, zgornjeskitski apnec pa smo zaradi lapornega značaja premestili iz prve v drugo skupino. S podatki o vodoprepustnosti kamenin - te v večini primerov izkazujejo pozitivno korelacijo z njih mehansko odpornostjo (izjeme so karbonski in srednjeperski peščenjak in konglomerat ter keratofir in diabaz), smo dopolnili stratigrafski stolpič.

Mencej (1969) je posebej poudaril, da se zaradi pretrosti koeficienti  $k$  za podobno kamenino z različnih lokacij sicer močno spreminjajo, vendar se vrednosti gibljejo v navedenih mejah.



Sl. 1: Geološki stolpec za idrijsko območje.

Fig. 1: Geological column for Idrija region.

### **Legenda k sl. 1, 2, 3 in 5**

1 apnenčeva breča (paleocen - eocen); 2 flišni laporovec in peščenjak (paleocen - eocen); 3 svetlo sivi rudistni apnenec (zg. kreda); 4 temno sivi bituminozni apnenec (sp. kreda); 5 beli apnenec (sp. jura), 6 svetlo sivi megalodontidni apnenec (zg. trias), 7 sivi dolomit (zg. trias), 8 sivi plastoviti dolomit z vložki glinavca (zg. trias); 9 raznobarvni muljevci, peščenjaki in konglomerati (zg. trias); 10 sivi megalodontidni apnenec (zg. trias); 11 leča lapornega apnenca (zg. trias); 12 temno sivi apnenec z rožencem (zg. trias); 13 sivi dolomit z rožencem (zg. trias); 14 beli kristalasti dolomit (zg. trias); 15 sivo zeleni piroklastiti (sr. trias); 16 a-keratofir, b-diabaz (sr. trias); 17 sivi apnenec z rožencem (sr. trias); 18 črni glinavec, meljevec in peščenjak (sr. trias); 19 sivi in pisani konglomerat (sr. trias); 20 sivi neplastnati dolomit (sr. trias); 21 temno sivi laporni apnenec in apnenec (sp. trias); 22 sivo zeleni glinavec in meljevec (sp. trias); 23 sivi zrnati dolomit (sp. trias); 24 rdeči glinavec, meljevec in peščenjak (sp. trias); 25 leča sivega oolitnega apnenca (sp. trias); 26 sivi dolomit in peščeno sljudnati dolomit (sp. trias); 27 rumeno rjavi meljevec in peščenjak (sp. trias); 28 sivi dolomit s stiloliti, satasti dolomit ali pasnati apnenec (sp. trias); 29 temno sivi ploščasti apnenec (zg. perm); 30 sivi in temno sivi ploščasti dolomit z vložki glinavca ter sivi luknjičav apnenec (zg. perm); 31 raznobarvni muljevci, peščenjaki in konglomerati (Grödenska formacija - sr. perm); 32a - temno sivi skrilavi glinavec, b - sivi peščenjak in konglomerat (karbon); 33 geološka meja; 34 erozijsko - diskordantna meja (a - karta, b - prerez); 35 smer in vpad plasti v normalni (a) in inverzni legi (b); 36 prelom z relativno pogreznjenim krilom, 37 narivna ploskev višjega reda; 38 narivni rob ( $T_3$  - K) pri današnjem erozijskem rezu; 39 narivna ploskev nižjega reda; 40 os sinklinale, 41 os antiklinale; 42 do 44 ocena vodopropustnosti kamenin; 42 dobro propustne kamenine; 43 srednjeprepustne kamenine; 44 praktično nepropustne kamenine; 45 popolna silikatna analiza z zaporedno številko; 46 brezno z zaporedno številko (a - na karti, b - na prerezu); 47a - požiralnik, b - jama z zaporedno številko; 48 podzemni rov zapolnjen z vodo (a - dokazano, b - predpostavljeno); 49 geološki prerez z zaporedno številko; 50 meja geološke karte (Mlakar, 1969, sl. 1); 51 vrtna (a - na karti, b - na prerezu); 52 cerkev; 53 kota; 54 a - most, b - jez; 55 planinska koča; 56 kmetija; 57 STP Slaniška tektonska polkrpa.

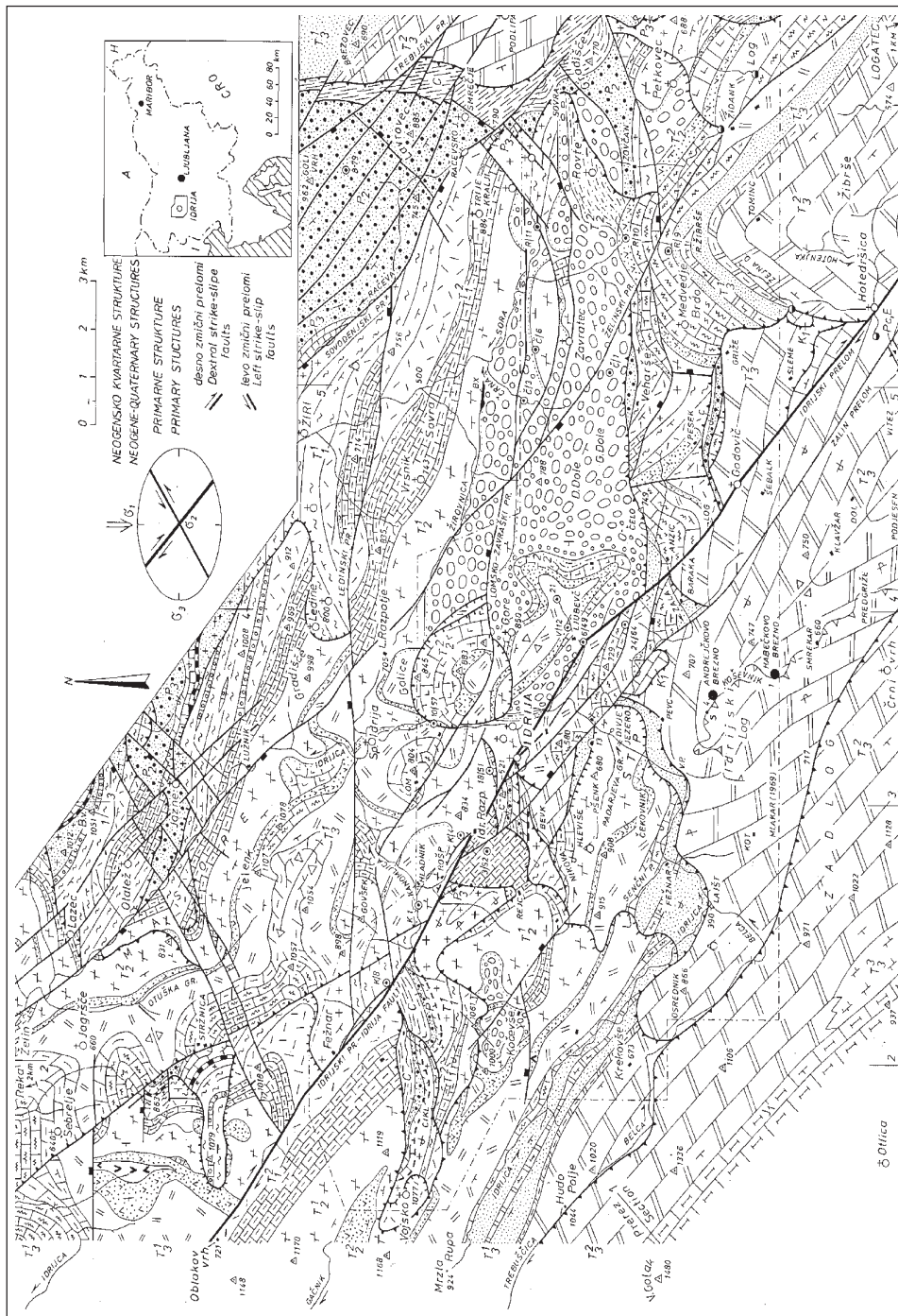
### **Explanation of Figs. 1, 2, 3 and 5**

1 Calcareous breccia (Palaeocene - Eocene); 2 Flysch marl and sandstone (Palaeocene - Eocene); 3 Light grey rudistid limestone (Upper Cretaceous); 4 Dark grey bituminous limestones (Lower Cretaceous); 5 White limestone (Lower Jurassic); 6 Light grey megalodontid limestone (Upper Triassic); 7 Grey dolomite (Upper Triassic); 8 Grey bedded dolomite with shale intercalations (Upper Triassic); 9 Variegated mudstones, sandstones and conglomerates (Upper Triassic); 10 Grey megalodontid limestone (Upper Triassic); 11 Lenses of marly limestones (Upper Triassic); 12 Dark grey limestone with chert (Upper Triassic); 13 Grey dolomite with chert (Upper Triassic); 14 White crystalline dolomite (Upper Triassic); 15 Grey green pyroclastics (Middle Triassic); 16a - Keratophyre, b - Diabase (Middle Triassic); 17 Grey limestone with chert (Middle Triassic); 18 Black shale, siltstone and sandstone (Middle Triassic); 19 Grey and variegated conglomerate (Middle Triassic); 20 Grey unstratified dolomite (Middle Triassic); 21 Dark grey marly limestone and limestone (Lower Triassic); 22 Grey greenish shale and siltstone (Lower Triassic); 23 Grey grained dolomite (Lower Triassic); 24 Red shale, siltstone and sandstone (Lower Triassic);

25 Lens of grey oolitic limestone (Lower Triassic); 26 Grey dolomite and sandy micaceous dolomite (Lower Triassic); 27 Yellow brown siltstone and sandstone (Lower Triassic); 28 Grey dolomite with stilolytes, cellular dolomite or laminated limestone (Lower Triassic); 29 Dark grey bedded limestone (Upper Permian); 30 Grey and dark grey bedded dolomite with shale intercalations and grey porous limestone (Upper Permian); 31 Variegated mudstones, sandstones and conglomerates (Val Gardena Formation - Middle Permian); 32a - Dark grey clayed shale, b - grey sandstone and conglomerate (Carboniferous); 33 Geologic boundary; 34 Erosional - discordant boundary (a - map, b - section); 35 Strike and dip of strata in normal (a) and overturned position (b); 36 Fault with downthrown block; 37 Thrust plane of the 1<sup>st</sup> order; 38 Overthrusting border ( $T_3$  - K) on actual erosive cut; 39 Thrust plane of the 2<sup>nd</sup> order (scale boundary); 40 Axis of syncline; 41 Axis of anticline; 42 to 44 Rocks waterpermeability estimation; 42 Well permeable rocks; 43 Middle permeable rocks, 44 Practically impermeable rocks; 45 Complete silicate analysis with current number; 46 Pothole with current number (a - on map, b - on section); 47a Sinkhole, b- cave with current number; 48 Underground channel filled with water (a - proved, b - supposed); 49 Geological section with current number; 50 Geological map boundary (Mlakar, 1969, Fig. 1); 51 Drill-hole (a - on map, b - on section); 52 Church; 53 Elevation; 54a - Bridge, b - Dam; 55 Mountain hut; 56 Farm; 57 STP Slanice half-klippe.

Z variabilnostjo moramo seveda računati tudi glede kemične sestave kamenin, ki smo jo predstavili s 60 popolnimi silikatnimi analizami sicer reprezentativnih vzorcev skoraj vseh litostratigrafskih členov z obravnavanega prostora (izjema so kamenine jurske starosti). Omenjene analize so izdelali na Kemijskem Inštitutu Ljubljana (analitik Gogalova) in smo jih pred leti zbrali v okviru obsežne - neobjavljene monografije (Mlakar, 1975a). Poleg kemičnih analiz so tam še mineraloško-petrografske in sedimentološke podatki o vseh vzorcih, nekatere izmed njih so sodelavci preiskali še rentgensko (16 vzorcev), 31 termično, posamezne pa s faznim kontrastom. Pri nekaterih kameninah smo opozorili še na njih geomehanske lastnosti, pri vseh pa na njih lego v prostoru in stratigrafskem stolpiču, variabilnost kemične sestave če smo razpolagali s podatki starejših analiz ter seveda na vse starejše informacije z navedbo literature. Gre za najpopolnejše doslej zbrane podatke o kameninah na idrijskem, predstavljene tudi z zbruski in njih fotografijami ter originalnimi vzorci shranjenimi v zbirki na Rudniku živega srebra v Idriji. To sliko so kasneje dopolnili še Čadež s sodelavci (1981) z določitvijo koncentracij 23 do 28 slednih prvin v 54 vzorcih z enako številčno oznako (analizirani niso bili le langobardski boksit ter kamenine mlajše od karnijske stopnje triasa).

Sl. 2: Predpostavljene geološke razmere v nivoju pliocenskega ravnika (1000 m) (na strani 15).  
 Fig. 2: Supposed geological circumstances on the Pliocene paleosurface level (1000m) (on page 15).





Na stratigrafskem stolpiču (sl. 1) lege nekaterih vzorcev nismo mogli pokazati, saj ustreznih skladov na obravnavanem območju ne poznamo; to so kamenine v psevdofiljskem razvoju (vzorci 31 do 33) ter Drnovski apnenec (vzorec 48). Zaradi možnih nesporazumov lokacij odzema vzorcev ni na geoloških kartah, saj prikazujejo razmere v starejšem obdobju. Skoraj 50 % kemično preiskanih vzorcev je iz idrijskega rudišča, rezultate raziskav pa smo pokazali v obliki 5. tabel, ki združujejo enake ali litološko sorodne kamenine različnih starosti.

Po oblikovanju staropliocenskega ravnika so se odnosi med kameninami spreminjali le še v manjši meri, saj so že pred njegovim nastankom zamrle vse deformacije tangencialnega tipa (gubanje, luskanje, narivanje), v okviru radialne tektonike (neotektonski prelomi) pa so se odvijali zmiki vzdolž dinarsko in prečnodinarsko usmerjenih prelomov ter vertikalni premiki predvsem ob prečnoalpskih prelomih. Epirogenetsko dviganje ozemlja je bilo zelo intenzivno; prekinjala so ga le krajša sorazmerno mirnejša obdobja. Kot vemo pa se odnosi med kameninami pri tem ne spreminjajo.

Pri rekonstrukciji geoloških razmer na sedanjem nivoju 1000 metrov - takrat komaj nekaj nad morsko gladino, smo uporabili objavljene podatke o današnji zgradbi območja Vojsko-Idrija-Rovte (Mlakar, 1969, sl. 1), še novejšo iz Žirovskega vrha (Mlakar & Placer, 2000), iz vmesnega prostora (Jagršče-Spodnja Idrija) pa iz naših poročil o raziskavah na živo srebro v obdobju med leti 1969 do 1977. Le glede sedanjih geoloških okoliščin v pasu Spodnja Idrija - Sovra - Trije kralji ter onih na južnem obrobju karte, smo uporabili podatke drugih raziskovalcev (Berce, 1958, Berce et al. 1960) oziroma Osnovnih geoloških kart in njih tolmačev za lista Postojna (Buser et al. 1967, 1970) in Gorica (Buser, 1968, 1973).

Geološke razmere na nivoju pliocenskega ravnika (sl. 2) smo rekonstruirali s številnimi prerezi v smeri N - S ter profilov v obliki poligonov, pri čemer so imele prednost povezave med najvišjimi vzpetinami. Razumljivo je, da so v njih bližini podatki najbolj zanesljivi, z oddaljevanjem pa so odstopanja od dejanskih razmer lahko večja. Tudi pri vertikalnih plasteh ali prelomih je možnost napak manjša, z vse položnejšo lego skladov ali narivnih ploskev - take okoliščine na Idrijskem prevladujejo - pa se ta povečuje. Za ponazoritev omenjene metodike dela smo izbrali 5 profilov (sl. 3), ki kažejo obenem geološko zgradbo na nivoju današnjega erozijskega reza. Od vrtnin smo vrisali le one v njih sosesčini.

Pri sicer enakem gradbenem stilu se geološki karti z nivoja ravnika in na današnjem erozijskem rezu precej razlikujeta. Ona iz starejšega obdobja nakazuje preprostejšo zgradbo, kar velja zlasti za območje SW od Idrijskega preloma. Na podrobnosti bomo opozarjali pri opisovanju narivnih enot.

*Sl. 3: Geološki prerezi (na strani 17).*

*Fig. 3: Geological sections (on page 17).*

*Skica 3a: Nastanek vrtače (brez površinskega dotoka vode).*

*Sketch 3a: The origin of doline (without surface water supply).*

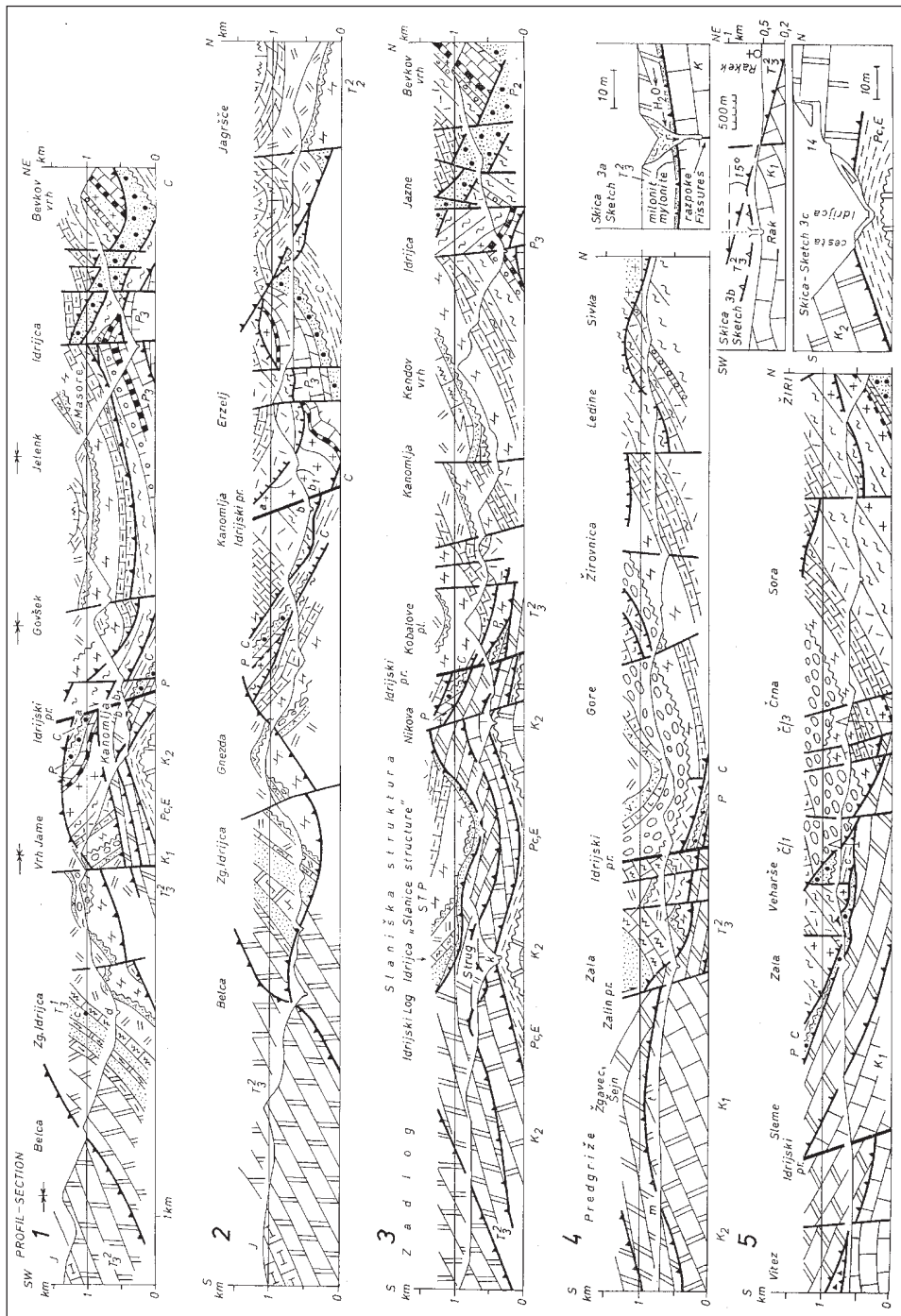
*Skica 3b: Predpostavljene geološke razmere nad Rakovim Škocjanom.*

*Sketch 3b: Supposed geological circumstances above Rakov Škocjan.*

*Skica 3c: Geološke razmere na območju "Jama pod kevdrom" (14).*

*Sketch 3c: Geological circumstances on the "Jama pod kevdrom" (14) area.*





Zgornjekredne in na njih diskordantno odložene paleocensko - eocenske plasti smo nekdam obravnavali kot avtohtono podlago (Mlakar, 1969); v novejšem času se nakazuje njih pripadnost Hrušškemu pokrovu (Placer, 1981, 1998). V nivoju današnjega erozijskega reza izdanjajo te kamenine v Kanomeljskem, Bratuševem, Bevkovem in tektonskem oknu Strug, v pliocenu pa so bile globoko pod nivojem ravnika (sl. 3, prereza 1 in 3). Do višine pliocenske izravnave so po naši interpretaciji segli le spodnjekredni apnenici in paleocensko-eocenske apnenčeve breče, vkleščene ob močni narivni ploskvi na južnem obrobju karte (območje Vitez - sl. 2; sl. 3, prerez 5) in seveda zgornjetriasne plasti v normalni legi daleč NE od tam (Brezovec -Podlipa) .

Na majhni površini so bile na nivoju ravnika razgaljene tudi kamenine Koševniškega pokrova; namesto te je Placer (1981) uporabil oznako Koševniška vmesna luska. Gre za nekaj 100 metrov debelo ploščo poševno izrezano iz skladovnice spodnje in zgornjekrednega apnenca v pravilni legi. Kamenine so izdanjale v pasu Sleme - Hotedršica - Žejna dolina in morda še vzdolž potoka Zala (sl. 2); povsod gre za tektonska okna. Pri Hotedršici imamo opraviti z apikalnimi deli današnjega Godoviškega in Strnadovega tektonskega okna (Mlakar, 1969, sl. 1 in 5).

Naslednja narivna enota, ki jo predstavlja nekaj 100 metrov debela plošča iz zgornjetriasnega - glavnega dolomita, večji del v inverzni legi, nosi v starejši literaturi (Mlakar, 1969) oznako Čekovniški pokrov, v novejši (Placer, 1981) pa Čekovniška vmesna luska. Te kamenine so v nivoju ravnika izdanjale v pasu od vzpetine Osrednik mimo Idrijskega Loga ter severnega dela Zadloške planote vse do Predgriž, Viteza, Godoviča in Slemenca. Opozarjamo na antiklinalno upognjene sklade glavnega dolomita v pasu Idrijski Log - Klavžar (sl. 2; sl. 3 prerez 4). Diametralno nasprotni vpad plasti izstopa tudi na današnjem erozijskem rezu (Mlakar, 1969, sl. 1). Drugod (Bevk) gre za manjša tektonska okna, v Kanomlji in Rošpovi grapi pa je glavni dolomit erozija razkrila mnogo kasneje (sl. 3, prerez 1).

Za tretji - Idrijski pokrov v inverzni (III/1) ali normalni legi (III/2) z zapletenimi medsebojnimi odnosi (Mlakar, 1969), uporablja Placer (1981) oznaki Kanomeljska vmesna luska ter Idrijska notranja narivna gruda; v okviru prispevka se v podrobnosti ne spuščamo in ju obravnavamo skupaj.

Sem spada inverzno zaporedje karbonskih, permskih, skitskih in ponekod celo srednjetrojskih skladov v pasu Vojsko - Cikel - Rejc - Kres (kota 521) kakor tudi srednje in zgornjetriasne plasti na območju Hleviške planine, Pšenka in Fežnarja. Jugovzhodno od Idrije gre za kamenine na območjih Govekarjev ali Zagodov vrh (kota 729), Baraka, Anžic, Log, Pesek, Veharše, Medvedje Brdo, Hotedršica, Žibrše in Petkovec. Tod so plasti pretežno v normalni legi, vendar zaplete razmere izrazita srednjetrojska tektonsko - erozijska diskordanca ter alpski in prečnoalpski prelomi iz istega obdobja. Opozorimo naj še, da pripada glavni dolomit na širšem območju Hotedršice dvema narivnima enotama.

Po starejši tektonski interpretaciji (Mlakar, 1969) je drugi del Idrijskega pokrova (III/2) samostojna narivna enota, po mlajši (Placer, 1981) pa že pripada Trnovskemu pokrovu, za katerega smo v omenjeni razpravi uporabljali oznako Žirovsko trnovski pokrov. To enoto karakterizira grandiozni bazalni poševni rez; na narivno ploskev v podlagi nalegajo proti SW vse mlajše plasti. Kamenine so v normalni legi, le v okviru gub nižjega reda so plasti inverzne (Jazne).

Proti SW nagnjena skladovnica kamenin pričinja na vzhodni polovici karte (sl. 2) s klastiti Grödenske formacije (sl. 3, prerez 5). Zaporedje zgornjepermskih, skitskih in srednjetrojskih plasti - javljajo se kot dolgi pasovi - se zaključijo z ladinjskim konglomeratom ob narivnem robu Čelo - Veharše - Rovte. V višini ravnika računamo tu in tam (Gore) še z erozijskimi ostanki tufogenih

kamenin in cordevolskega dolomita (sl. 2 in sl. 3, prerez 4).

V osrednjem ter zahodnem delu karte zapletejo geološke razmere narivne ploskve nižjega reda. Zaporedje paleozojskih in triasnih skladov se dvakrat ponovi. Poudariti moramo, da danes še ni dokončno rešeno vprašanje o povezavah narivnih enot nižjega reda z idrijskega, cerkljanskega in žirovskega prostora, kar velja tudi za njih poimenovanje. Zanesljivo lahko trdimo le, da je narivna ploskev z območja Ledin identična z ono v talnini paleozojskih skladov pri Jaznah, ona na Masorah pa je sinklinalno upognjena in se pokaže spet na drugi strani grebena Jelenk - Jagrščec (sl. 2 in sl. 3, prerez 1). Ob njej se konča zaporedje iz zgornjeskitskih (Želin) ter srednje in zgornjetriasnih kamenin (Šebrelje, Stržnica, Govšek). S paleozojskimi klastiti pod Stržnico pričinja nova skladovnica iz spodnje in srednetriasnih plasti (sl. 3, prerez 2), ki se zahodno in južno od naselja Vojsko nadaljuje z zgornjetriasnimi kameninami; te zavzemajo na območju Mrzla Rupa-Hudo Polje-Krekovše velik obseg. Dachsteinski in jurski apnenec nad narivno ploskvijo - znotraj zgornjetriasnega dolomita, sta v okviru karte najmlajši kamenini v opisanem zaporedju skladov (sl. 2, sl. 3 prereza 1 in 2).

Rudonosne kamenine idrijskega rudišča so v pliocenu ležale v globini večji od 550 metrov pod takratnim ravnikom in bile prekrte z jalovimi skitskimi, ladinijskimi in karnijskimi skladi, kar dokazuje cordevolski dolomit v obliki dveh erozijskih ostankov na Tičnici (kota 580) in za kmetijo Poljanec NE od tam.

V dveh obdobjih terciarja (ilirsko - pirenejska in rodanska faza) nastalo narivno zgradbo - ta je končni stadij deformacije polegla gube, so razsekali prelomi štirih sistemov.

Med najstarejšimi sta alpsko usmerjena Lomsko-Zavraški (Mlakar, 1969) in Ledinski prelom z grezanjem severnih prelomnih kril (sl. 2 ter sl. 3 prerezi 1 in 3 do 5). Močnih prečnoalpskih prelomov na Idrijskem ne poznamo, pogostni so le šibkejši prelomi in v smeri N-S potekajoči sistemi razpok, kar bomo podrobneje opisali v zvezi s problematiko nastanka kraških objektov.

Obravnavano ozemlje karakterizirata dve skupini konjugiranih zmičnih prelomov. Za dinarske prelome (NW - SE) že dolgo vemo da so desnozmični, oni v smeri NE - SW pa so večinoma levozmični; eni in drugi so se oblikovali pri usmeritvi glavne napetosti ( $\sigma_1$ ) v smeri N - S (kinematski model na 2. sliki).

Zdaleč najpomembnejši je Idrijski prelom z vpadom okrog  $70^\circ$  proti NE (sl. 2 in 3). Gre za poševni desni zmik velikostnega reda 2,5 km (Mlakar, 1964). Nekje na območju Idrijskega Razpotja se od njega odcepi Zalin prelom in poteka v oddaljenosti okrog km subparalelno z njim. V vmesnem bloku je še več enako usmerjenih prelomov (Mlakar, 1967); na karto (sl. 2) smo vrisali le Poljančevega in Smukovega.

Pomembna novost v primerjavi z dosedanja geološko dokumentacijo je prisotnost Želinskega preloma poimenovanega po zaselku Želin. Vse do Lužnika poteka prelom vzdolž reke Idrijce, od tam pa čez Ledinsko Razpotje v zgornji del doline Žirovnice in je na območju Zavratca istoveten z onim, ki smo ga pred leti (Mlakar, 1969, sl. 5) označili kot prelom Črna. Kot kažejo geološki prerezi (sl. 3) se je ponekod grezalo SW krilo vsaj za 100 metrov; horizontalne komponente premikov ne poznamo. Manj pomembna sta še vzporedna Otaleški in Jazenski prelom. Omeniti moramo še Sovodenski in Trebijski prelom na skrajnem NE robu karte (sl. 2).

Med Jaznami in Otaležem izstopa snop prečnodinarskih prelomov (NE-SW), ki že imajo svoje oznake in sicer Travniki, Jaški in Kendov prelom (sl. 2). Drug tak snop prelomov poznamo na območju Smrečja na vzhodnem robu karte. Dinarski prelomi sekajo in premikajo tako Masorski (poimenovan po zaselku Masore) kot Smreški snop subvertikalnih prečnodinarskih prelomov.

Geološko zgradbo na nivoju pliocenskega ravnika lahko okarakteriziramo takole. Na južnem obrobju karte (sl. 2 in 3) prevladujejo v primerjavi s krednimi apnenci nekaj slabše prepustni zgornjetriasni dolomiti s položnim vpadom ali s subhorizontalno lego. V osrednjem delu obravnavanega ozemlja se hitro menjavajo različne paleozojske ter spodnje in srednetriasne plasti v zapletenih medsebojnih odnosih. Kamenine pripadajo različnim naravnim enotam in so v normalni ali inverzni legi. Na zgornji tretjini karte izstopajo dolgi pasovi skitskih, anizičnih, ladinijskih in spodnjekarnijskih kamenin v normalni legi in pripadajo Trnovskemu pokrovu. Na severovzhodnem obrobju karte pa so že prisotne narivne enote značilne za cerkljanski, sovodenjski in žirovski prostor predvsem iz kamenin Grödenske formacije. Celotno območje sekajo štirje sistemi neotektonskih prelomov; najbolj izraziti so dinarsko usmerjeni desnozmični prelomi.

Podrobnejši podatki o današnji geološki zgradbi obravnavanega ozemlja in njenem nastanku so zbrani v več razpravah (Mlakar, 1967, 1969; Placer, 1973, 1981, 1982).

## OBLIKOVANJE HIDROGRAFSKE MREŽE

Na drugi sliki prikazujemo današnjo osnovno hidrografsko mrežo ter predpostavljene litološke, stratigrafske in tektonske razmere na nivoju pliocenskega ravnika, na 4. sliki pa opozarjamo na takratno prostorsko porazdelitev različno vodoprepustnih kamenin in na prvotne hidrografske razmere s posebnim poudarkom na okoliščinah v obdobju pretočitev vodotokov. Z zniževanjem reliefa in poglobljanjem strug se je geološka slika ozemlja seveda spreminjala in se vse bolj približevala tej pri današnjem erozijskem rezu. Prikazane geološke razmere na 4. sliki zato ne ustrezajo povsem onim v obdobju pretočitev. To velja zlasti za območja vzdolž vodotokov, medtem ko bi morali na višje ležečih predelih vnesti le manjše popravke, vsi pa bi zahtevali mnogo truda in časa. Zato smo na 4. sliki s posebnim simbolom opozorili na smer premeščanja litoloških kontaktov oziroma njih projekcij na horizontalno ravnino v odvisnosti od zniževanja erozijskega reza. S kombinacijo podatkov druge, tretje in četrte slike smo nekako rešili problem, kako predstaviti v prostoru in času spremenljive geološke in hidrološke razmere.

Na obravnavanem prostoru ne poznamo morskih ali drugih usedlin iz obdobja oligocen - pliocen, zato lahko o hidrografskih razmerah v oliocenu in miocenu ter nasledstvu zazdaj samo ugibamo. Izhajali bomo iz predpostavke, da se je današnja hidrografska mreža v pliocenu pričela oblikovati na precej izravnanim, rahlo proti SE nagnjenem ozemlju-takrat največ nekaj 100 metrov nad morjem, zato so se vsi glavni vodotoki usmerili s severozahoda proti jugovzhodu.

Po mnenju Kossmata (1916) in Melika (1928, 1952) so Idrija, Belca in Kanomljica nekdam odtekale čez Črnovrško planoto in po Hotenjskem podolju v prvotno pliocensko Ljubljano. Lego vodotokov so v prostoru brez dvoma opredelile litološke in tektonske okoliščine. Oglejmo si najprej razmere na jugozahodnem delu karte.

Kot kažeta sliki 2 in 4 je reka Idrija pričela vrezovati svojo strugo vzdolž sorazmerno ozkega pasu manj odpornih karnijskih klastitov in nad današnjim sotočjem Idrije in Belce (Lajšt<sup>1</sup>) dosegla območje iz zgornjetriasnega dolomita. V teh kameninah si je nato reka utirala pot mimo lokalnosti

<sup>1</sup> Izvor nenavadne ledinske oznake Lajšt povežujemo z besedo lašt. V publikaciji Slovenska kraška terminologija iz leta 1973 pomeni beseda lašt skladovno polico. Na sotočju Idrije in Belce so na nekaj mestih izdanki skladovitega zgornjetriasnega dolomita.

Kot in čez Zadloško planoto proti Črnemu Vrhu (sl. 4). Nasprotno pa je struga Belce potekala vseskozi znotraj zgornjetriasnega dolomita in bila v zgornjem delu pogojena s pretrtimi kameninami vzdolž narivne ploskve, ki smo jo nekdanj obravnavali kot stik Žirovsko trnovskega in Čekovniškega pokrova (Mlakar, 1969, sl. 1 in 5). Predvidevamo, da sta se Idrijska in Belca združili nekje na območju severovzhodno od Hudega Kota (sl. 4).

Prepričani smo, da predstavlja danes komaj omembe vredni Senčni potok (domačini ga poznajo kot Šihenpoharca - izvorna beseda je Schattenbach), ki se pri Fežnarju izliva v Idrijsko, zgornji del nekega večjega vodotoka. Temu v prid govori skoraj 2 km dolgi - v dinarski smeri potekajoči odsek soteske Strug ter izravnava Idrijskega Loga. Po rahlem zasuku proti Habečkovem breznu (1) in z oblikovanjem podolja, ki seže prav do Predgriž, gre tam nekje za združitev z Idrijsko in Belco. Od izvira blizu Podobnika do Vojkove plošče (sl. 4, oznaka V.P.) so v dinarski smeri potekajoči pasovi manj odpornih ladinjskih in karnijskih klastitov opredelili lego vodotoka v prostoru. V naslednjem odseku si je struga zlahka utirala pot v pretrtem zgornjetriasnem dolomitu nad narivnim stikom s krednim apnencem.

Tudi današnja struga Nikove poteka v dinarski smeri le dobrih 1,5 km do istoimenskega naselja, nato pa se obrne proti NE. Zgornji del Nikove je le skromni ostanek nekdanj večjega vodotoka, oblikoval je sedla pod Hlevišami ter se proti SE nadaljeval po trasi Padarjeve grape (Padarca ali Lačna voda) in čez sedlo vrh Ključ (kota 569 m) ter vzhodno od Divjega jezera dosegel območje današnjega potoka Zala. Njegovo jugovzhodno nadaljevanje predvidevamo po podolju mimo Gabrovska in Šebalka. Po prvi inačici je tekla Nikova naprej proti zaselku Vitez, po drugi pa se je nekje pred Hotedrščico združila s sosednjim - večjim vodotokom. Odsek od Podroteje vsaj do Šebalka sovпада s pretrtimi kameninami vzdolž trase Zalinea preloma (sl. 2 in 4).

Zgnetene in pretрте kamenine ob Idrijskem prelomu, kot najbolj izraziti v dinarski smeri potekajoči neotektonski deformaciji na celotnem prostoru zahodne Slovenije, so prostorsko opredelile lego več kot 25 km dolgega vodotoka nekdanje Kanomljice. Od izvira na Oblakovem vrhu skoraj do Hladnika sta stara in nova trasa Kanomljice istovetni. Od tod dalje je vodotok potekal po trasi Rošpove grape, oblikoval sedlo na Idrijskem Razpotju ter na drugi strani Idrije ustvaril pogoje za nastanek Ljubevške doline. V naslednjem okrog 3 km dolgem odseku (Sedej-Anžic-Log) so kasnejši morfogenski procesi skoraj zbrisali sledove prisotnosti vodotoka, od Loga mimo Godoviča do Hotedrščice pa se je v dinarski smeri potekajoče podolje še ohranilo (sl. 2 in 4).

Geološka karta (Mlakar, 1969, sl. 1) kaže, da se javlja Idrijski prelom v nivoju današnjega erozijskega reza vedno na severovzhodnih pobočjih dolin kot Kanomlje, Rošpove grape ter Ljubevščice in ne vzdolž samega vodotoka kot v začetni fazi njih oblikovanja (sl. 3, prereza 1 in 2, točke a, b in b<sub>1</sub>). Gre za zakonitost v odnosih med nagnjenim prelomom in ravnikom, ki smo jo opisali na primeru potoka Zala pred mnogimi leti (Mlakar, 1975 b).

Nov pomemben dinarsko usmerjeni vodotok se javlja šele 5 km severovzhodneje in sovпада s potekom reke Idrije med naseljem Reka oziroma Želinom in Lužnikom; lego v prostoru je opredelila pretрта cona vzdolž Želinskega preloma (sl. 2 in 4). Možni sta dve razlagi. Po prvi je bil ta odsek zasnovan istočasno z ostalimi v dinarski smeri potekajočimi vodotoki in predstavlja zgornji del daljšega vodotoka (po zaselku Želin smo ga označili kot Želinščica), ki je jugovzhodno od Lužnika oblikoval danes komaj še zaznavno podolje od Ledin preko Vrsnika proti Podklancu (sl. 4). Druga inačica dopušča možnost, da gre le za retrogradno hitro napredujoči odsek reke

Sl. 4: Razporeditev različno prepustnih kamenin in vodni tokovi na nivoju pliocenskega ravnika (1000 m) (na strani 23).

Fig. 4: Diferent permeable rocks disposition and waterstreams on the Pliocene paleosurface level (1000 m) (on page 23).

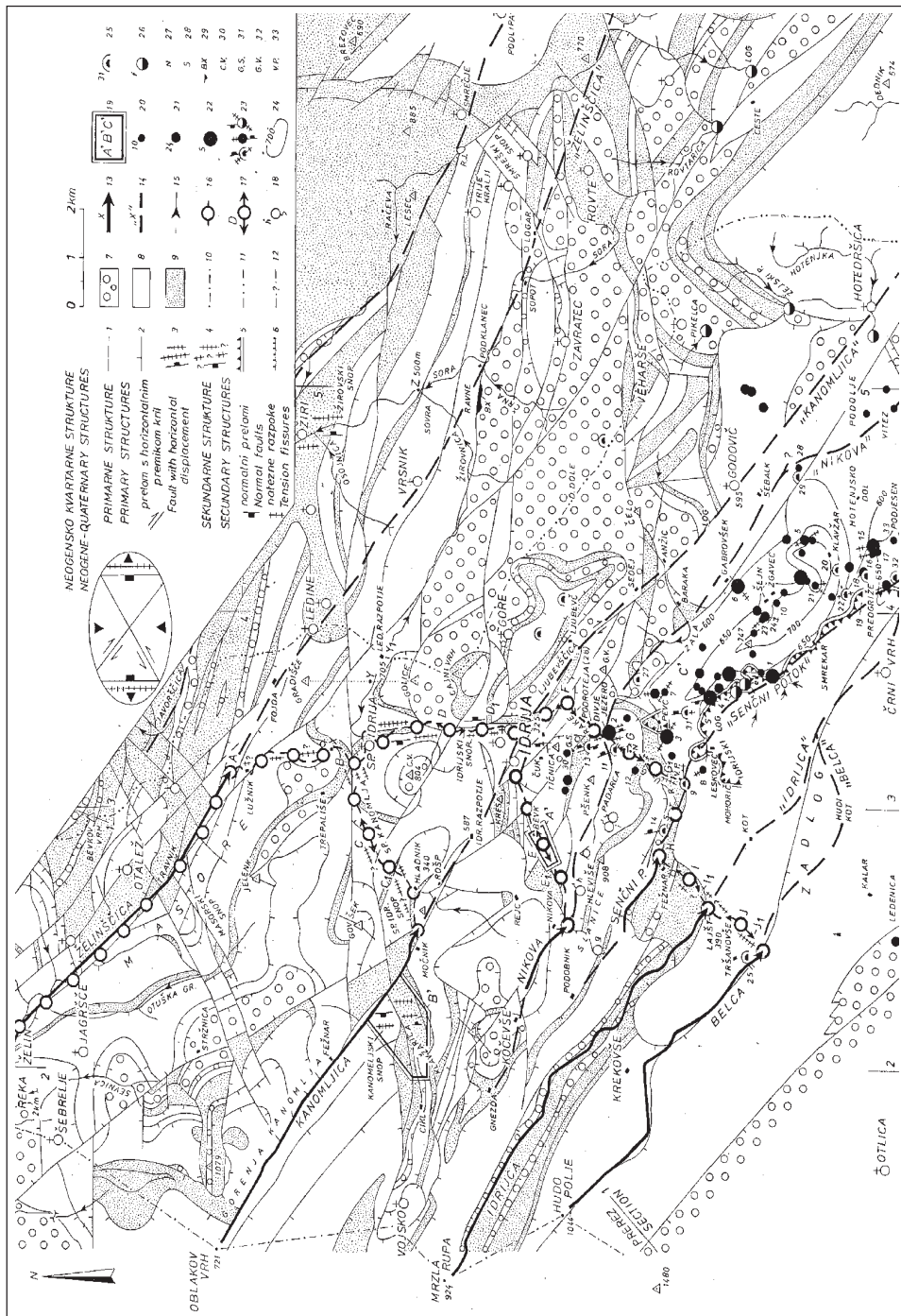
#### **Legenda k sl. 4**

1 litološki kontakt; 2 smer premeščanja kontakta pri poglobljanju erozijskega reza; 3 smer dokazanega snopa prelomov in razpok; 4 smer predpostavljenega snopa prelomov in razpok; 5 narivni rob med krednim apnencem in zgodnjetriasnim dolomitom pri današnjem erozijskem rezu; 6 narivna ploskev znotraj Hrušiškega pokrova; 7 dobro vodoprepustne kamenine; 8 srednje prepustne kamenine; 9 praktično neprepustne kamenine; 10 staropliocenska jadransko-črnomska razvodnica; 11 današnja jadransko-črnomska razvodnica; 12 problematični odsek današnje jadransko-črnomske razvodnice; 13 trasi nekdanjega in današnjega vodotoka sovpadata; 14 trasa nekdanjega vodotoka; 15 pomembnejši današnji pritoki; 16 trasa retrogradno napredujočega vodotoka; 17 površinsko bilateralno odtekanje vode na isti trasi; 18 sedanji izvir; 19 območje v začetnem stadiju zakrasevanja pri Bevku (A') in v Kanomlji (B'); 20 brezno globoko do 19 metrov z zaporedno številko; 21 brezno globoko od 20 do 50 metrov z zaporedno številko; 22 brezno globoko več kot 50 metrov z zaporedno številko; 23 smer prelomov in razpok v vhodnem delu jam, brezen in požiralnikov; 24 konture, ki kažejo kote dna brezen; 25 kraška jama z zaporedno številko; 26 požiralnik; 27 mesto z lepo vidno narivno ploskvijo znotraj Hrušiškega pokrova; 28 razgaljena narivna ploskev (K - T<sub>3</sub>) s starim napisom; 29 nahajališče boksita; 30 Cerkovni vrh; 31 Gladke skale; 32 Govekarjev vrh; 33 Vojkova plošča.

#### **Explanation of Fig. 4**

1 Lithological contact; 2 Contact displacement direction by deepening of erosive cut; 3 Strike of proved faults and fissures system; 4 Strike of supposed faults and fissures system; 5 Overthrusting border between Cretaceous limestone and Upper Triassic dolomite at present erosive cut; 6 Overthrusting plane within Hrušica nappe; 7 Well waterpermeable rocks; 8 Middle permeable rocks; 9 Practically impermeable rocks; 10 Adriatic-Black sea watershed in Early Pliocene; 11 Actual Adriatic-Black sea watershed; 12 Problematic segment of actual Adriatic-Black sea watershed; 13 Route of former and present waterstream coincide; 14 Route of former waterstream; 15 Significant present tributaries; 16 Route of retrogradually progressing waterstream; 17 Bilateral surface waterdrainage on the same route; 18 Present spring; 19 Area in the initial phase of Karst forming process at Bevk (A') and Kanomlja valley (B'); 20 Up to 19 metres deep pothole with current number; 21 Pothole between 20 and 50 metres depth with current number; 22 Pothole deeper than 50 metres with current number; 23 Faults and fissures strike at caves, potholes (abyss) and sinkholes entrances; 24 Contours showing the potholes bottom levels; 25 Karst cave with current number; 26 Swallow hole - sinkhole; 27 Locality with well visible overthrusting plain within the Hrušica nappe; 28 Thrust plane (K - T<sub>3</sub>) with old inscription; 29 Bauxite finding place; 30 Cerkovnik peak; 31 Gladke skale; 32 Govekar peak, Vojko memorial tablet.







Idrijce v okviru sosednjega - jadranskega porečja. Najbolj verjetna je kombinacija obeh različic, k čemur se bomo povrnili kasneje.

Menimo, da tudi usmerjenost dolin Javorščice in Račeve tja do Smrečja govori za prisotnost nekega starega - črnomorskemu porečju pripadajočega vodotoka (sl. 4), vendar razmer nismo preučevali podrobneje.

Kot kažejo slike 2, 3 in 4, o litološki in tektonski predispoziciji za nastanek prvotnih dinarsko usmerjenih vodotokov in dolin ne moremo podvomiti. Tekoče vode so pričele vrezovati in poglobljati svoje struge vzdolž pasov manj odpornih in neprepustnih kamenin ter pretrtih con ob neotektonskih prelomih. Hrbti, ki ločujejo vodotoke so bili in so še danes iz odpornejših kamenin kot anizičnega in cordevolskega dolomita (Vojsko - Hleviše, Jagršče - Jelenk - Cerkovni vrh s koto 804 m) ali ladinijskega konglomerata (Gore). Tudi nekateri drugi manj pomembni, različno usmerjeni vodotoki so se izoblikovali bodisi vzdolž pasov drobljivih kamenin (Otuška grapa), kontaktov med različnimi skladi (Žirovnica) ob narivnih ploskvah (Klavžarica, del Nikove in Zale pri Baraki), ali pa vzdolž prečnodinarskih, prelomov (območje Otaleža in Masor). Prečno na plasti potekajoče vodotoke (Sevnica, Osojnica, Črna) so pogojili močni izviri na stikih vodoprepustnih in neprepustnih kamenin ali ob pretrtih conah vzdolž prelomov.

Domneva, da je Idrijca nekdaj otekala po Hotenjskem podolju proti jugovzhodu in pripadala črnomorskemu porečju je že stara (Kossmat, 1916, 594, 657; Melik, 1952, 1963), kar velja tudi za njeno pretočitev proti Jadranskemu morju. Rakovec (1955) je pisal o podobnih procesih v Polhograjskih dolomitih. Z mnogo boljšim poznavanjem geoloških razmer, lahko dogajanja na Idrijskem osvetlimo z novih zornih kotov.

Opisano osnovno hidrografska mrežo - takrat že prvih nekaj 100 metrov pod današnjim nivojem 1000 metrov, so preoblikovali procesi pogojeni z intenzivnim epirogenetskim dviganjem ozemlja in prisotnostjo dveh vodozbirnih območij - jadranskega in panonskega (danes črnomskega). Na nivoju omenjenega ravnika je jadransko-črnomska razvodnica po našem mnenju potekala v pasu Hudo polje-Mrzla Rupa-Oblakov vrh-Šebrelje-Reka (sl. 4). Jadransko morje kot absolutna erozijska baza prvega porečja je bila bližje našemu ozemlju, zato je večji strmec vodotokov zvišal njih agresivnost v primerjavi z onimi znotraj panonskega povodja.

Pri današnji stopnji poznavanja te problematike je potekalo nadaljno preoblikovanje površja nekako takole. Idrijca, kot eden večjih vodotokov jadranskega porečja je dosegla naše ozemlje nekje na območju Reke. S poglobljanjem struge je nato retrogradno napredovala vzdolž že oblikovane doline med Želinom in Lužnikom.

Na tem mestu se odpira vprašanje, zakaj Idrijca pri Dolenji Trebuši ni retrogradno napredovala proti SE vzdolž Hotenje, čez Oblakov vrh in po trasi Kanomljice proti Idriji, torej vseskozi vzdolž Idrijskega preloma. Ponujamo naslednjo razlago. Če ima glavni vodotok izbiro med retrogradnim napredovanjem vzdolž močnejšega preloma s slabšim dotokom vode ter močno vodnatim pritokom celo v slabo pretrtih kameninah, bo v večini primerov retrogradno napredoval po slednjem. Odločilna naj bi bila torej vodnatost pritoka.

V točki A (Lužnik - sl. 4) je Idrijca dosegla enega v smeri N-S potekajočih pritokov dotedanje rečne struge, ki je dovajal vodo z ozemlja Spodnje Idrije in vzdolž njega retrogradno napredovala proti jugu. Nekdanja trasa (Ledine - Vrsnik - Podklanec) je ostala brez vode in obvisela kot suho podolje.

Močan levi pritok v točki B je še vedno proti jugu retrogradno napredujoči Idrijci dovajal vodo z ozemlja današnje Spodnje Kanomlje. Severovzhodno od Hladnika (sl. 4, točka C), se je ta

- kot vse kaže, približal manjšemu pritoku sosednjega dinarsko usmerjenega vodotoka in nastali so pogoji za skorajšnjo pretočitev zgornjega dela Kanomljice v Idrijo. O tem fenomenu lahko beremo že v starejši literaturi (Kossmat, 1916; Melik, 1963), vendar raziskovalca nista navedla podrobnosti.

Na tem mestu naj najprej opozorimo na zanimiv problem bilateralnega odtekanja vode na isti trasi s katerim se bomo srečali še na nekaj mestih. Menimo, da je to pogojeno tako s prisotnostjo neprepustnih plasti oziroma številnih izvirov na stiku z vodoneprepustnimi kameninami v talnini, kakor tudi snopa neotektonskih prelomov in razpok. V našem primeru gre za zgornjeskistske laporne apnenice v podlagi anizičnega dolomnita (točka C) ter predpostavljeni snop šibkejših prečno-dinarskih prelomov in razpok vzporednih onim pri Travniku (sl. 4). Še pri današnjem erozijskem rezu so potoki v Spodnji Kanomlji zelo vodnati, kontaktni ali prelivni izviri pa pripadajo tipu Pečnik ali Kobalove planine na stiku zgornjeskistskih in anizičnih skladov.

O samem poteku obglavljanja rek vemo sorazmerno malo, saj so vmesni stadiji zabrisani, kar velja tudi za znane primere na Idrijskem. Poznamo le končni rezultat - obglavljenje Kanomljice, Nikove, Zgornje Idrije in Belce.

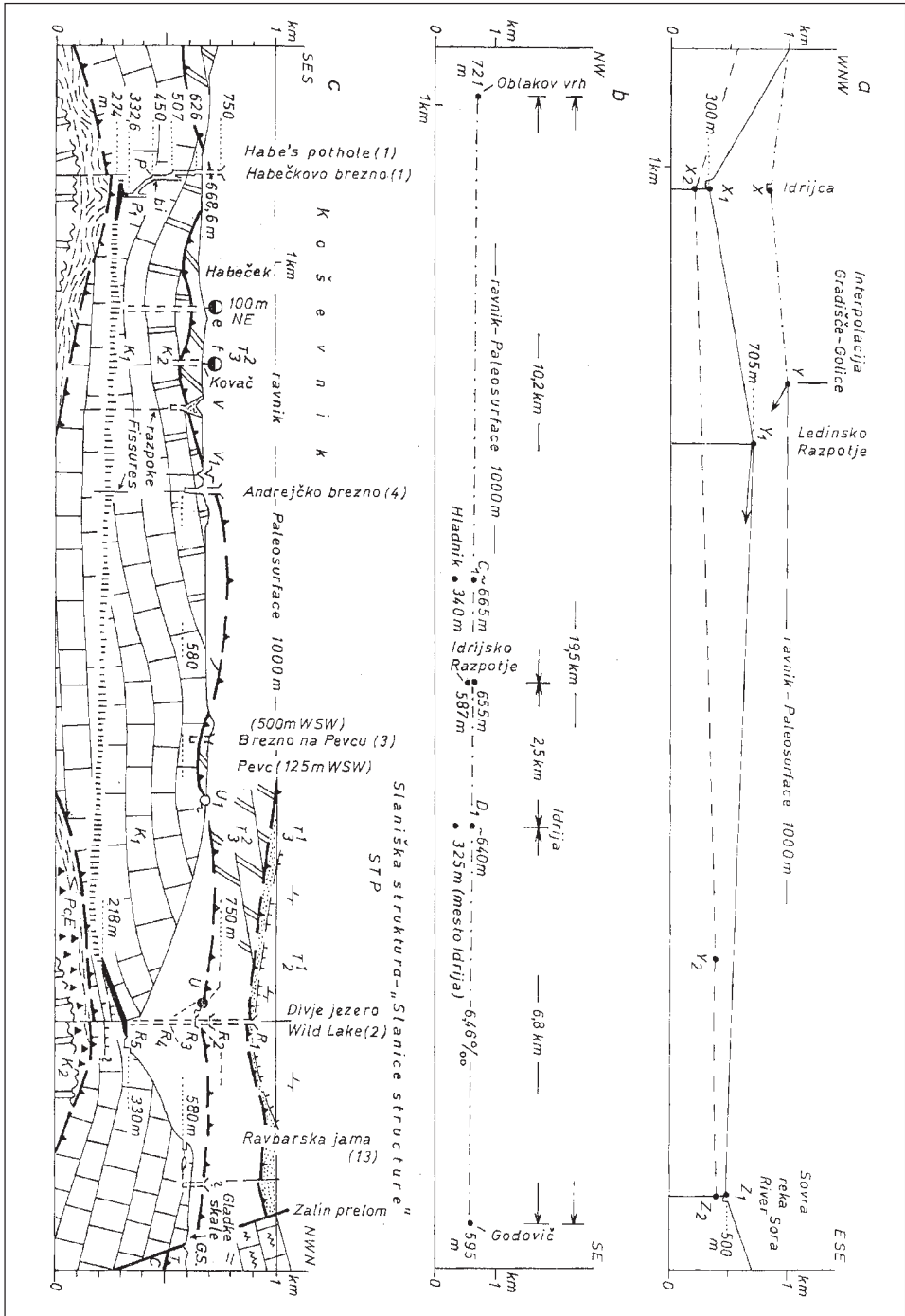
Toda vzhodno od Spodnje Idrije zaslutimo razmere, ki ustrezajo enemu izmed stadijev takega procesa in nudijo zanimive podatke. Izvirno območje okrog 6,5 km dolgega potoka Žirovnica, ki se pri naselju Sovra izliva v reko Soro, je v zračni črti komaj 2 km oddaljeno od Idrije (sl. 2 in 4). V geološki prihodnosti se torej nakazuje pretočitev zgornjega toka reke Sore v Idrijo. Kot kažejo slike 2, 4 in 5a je nivo Idrije na območju Spodnje Idrije okrog 300 metrov, lokalna erozijska baza potoka Žirovnica (izliv v reko Soro) pa 200 metrov višje. Sedlo, ki je ločevalo jadransko in panonsko porečje, se je v zgodnji fazi procesa brez dvoma nahajalo na v smeri N-S potekajočem grebenu oziroma na zveznici med vzpetinama Gradišče in Golice (sl. 4 in 5a, točka Y). Pri današnjem erozijskem rezu - predstavlja ga povezava med točkami  $X_1$ ,  $Y_1$  in  $Z_1$ , se je sedlo oziroma razvodje premaknilo iz točke Y v točko  $Y_1$  okrog 500 metrov proti SE, torej v smer porečja z višjo lokalno erozijsko bazo ter se znižalo za okrog 300 metrov (Ledinsko Razpotje).

S poglobljanjem reliefa se bo razvodje brez dvoma še zniževalo in premeščalo v isti smeri ter v našem primeru v točki  $Y_2$  doseglo koto med tem poglobljene krajevne erozijske baze potoka Žirovnica na izlivu v reko Soro (nivo  $Z_2$ ). V tej situaciji bodo teoretsko dani pogoji za pretočitev zgornjega dela reke Sore v Idrijo. Sama pretočitev v ožjem smislu se bo torej odvijala nekje na vmesnem prostoru med točkama  $Y_2$  in  $Z_2$ , vendar mesta ni mogoče določiti natančno, povezujemo pa jo z naravno katastrofo - visoko vodo oziroma poplavo, ki seže daleč proti porečju z nižjo erozijsko bazo. Ta spoznanja smo vgradili v pretočitveni model Kanomljice in tudi drugih vodotokov na Idrijskem. Zato predvidevamo pretočitev Kanomljice nekje na vmesnem prostoru med Hladnikom in točko C; to mesto smo označili s simbolom  $C_1$  (sl. 4).

Z bilateralnim odtekanjem vode računamo tudi na ozemlju med Spodnjo Idrijo in Idrijo v točki D, ki je v nivoju ravnika ležala na zveznici med vzpetinama Cerkovni vrh (C.V. - kota 804 m) ter Cajni vrh, toda v tem primeru gre za vodotoka v smeri sever-jug.

Z upoštevanjem razmer v treh točkah na nekdanji trasi potoka Kanomljica (Oblakov vrh, Razpotje, Godovič) in ob predpostavki, da se njih višina v obdobju po pretočitvi ni bistveno spremenila, lahko približno določimo koto na kateri je pri Hladniku prišlo do pretočitve.

Kot kaže sl. 5b je Oblakov vrh danes 134 metrov višje od Idrijskega Razpotja (587 m), ta lokalnost pa je nižja od Godoviča (595 m) kar je nesprejemljivo. S podmeno, da se je višina Idrijskega Razpotja kasneje vendarle nekoliko znižala, moramo pri rekonstrukciji upoštevati le



*Sl. 5a: Pretočitveni model severno od Idrije (na strani 26).*

*Fig. 5a: Piracy model north from Idrija (on page 26).*

*Sl. 5b: Razmere vzdolž nekdanjega toka Kanomljice.*

*Fig. 5b: Circumstances along former Kanomljica waterstream.*

*Sl. 5c: Nastanek kraških objektov vzdolž prereza Habečkovo brezno (1) - Divje jezero (2).*

*Fig. 5c: The origin of karst phenomena along Habe's pothole (1) - Wild Lake (2) section.*

koti Oblakovega vrha in Godoviča. V tem primeru znaša strmec nekdanje Kanomljice 6,46 ‰ kar nekako ustreza npr. današnjim razmeram vzdolž reke Idrijce med Idrijo in Spodnjo Idrijo (5,7 ‰). Mesto pretočitve pri Hladniku (točka C<sub>1</sub>) pade na koto 665 metrov, kar je 335 metrov pod nivojem nekdanjega ravnika in 325 metrov višje od današnje struge potoka Kanomljica na tem mestu (kota 340 m). Na SE grebenu Jelenka je prav v tem nivoju na anizičnem dolomitu izrazita rečna terasa z domačijo Trepališe.

Nekaj nižja kota Idrijskega Razpotja (587 m) kot bi teoretsko pričakovali (655 m), dopušča še drugo - smelejšo razlago. Namesto ene gre za dve pretočitvi Kanomljice. Prva se je odigrala na območju Idrije (sl. 4 in 5b, točka D<sub>1</sub>), druga pa nekaj kasneje pri Hladniku (točka C<sub>1</sub>). V vmesnem obdobju, ko je Kanomljica še dosegla Idrijo, se je kota sedla na Idrijskem Razpotju znižala za nekaj 10 metrov. Na shematskem prerezu (sl. 5b) lahko tudi približno določimo koto pretočitve na območju mesta Idrija in znaša okrog 640 metrov. Pri teh rekonstrukcijah smo seveda odmislili tektonska dogajanja.

V primerjavi z doslej opisanimi območji imamo za dobro rekonstrukcijo nekdanjih razmer pri Idriji največ težav. Danes lahko zapišemo le, da se je idrijska kotlina pričela oblikovati na presečišču nekdanjega toka Kanomljice in retrogradno napredujoče Idrijce, k čemur je pripomogel še spodnji tok današnje Nikove, kot nekdanji pritok večjega vodotoka.

Tudi v zvezi z nekdanjim v dinarski smeri potekajočim vodotokom Nikove ne dopuščamo le ene, temveč dve pretočitvi. Prva bi se lahko odigrala nekje pri Divjem jezeru, druga pa kasneje na območju naselja Nikova (točka E<sub>1</sub>). Ob utemeljeni predpostavki o bilateralnem otekanju vode tudi z grebena, ki ga danes predstavlja zveznica med Tičnico in Govekarjevimi vrhom (G.V.) v točki F, upoštevanjem našega pretočitvenega modela ter procesov preoblikovanja po pretočitvah nastalih suhih podolij v nove pritoke (Ljubevščica, Zala, Padarca), se najdemo sredi zelo zapletenih okoliščin in jih še ne obvladamo.

Nekaj boljši pogoji za rekonstrukcijo nekdanjih razmer so južno in jugozahodno od tod. Struktura, ki jo že dolgo poznamo kot Slaniška tektonska polkrpa (Mlakar, 1969, 36; sl. 1, sl. 3-prerez 4, sl. 5) je ključ za rešitev problematike povezane z morfogenezo na prostoru Divje jezero - Strug. Kot kažejo slike 2, 4 in 5c ter objavljeni geološki prerez, leže tam triasne karbonatne kamenine na neprepustnih karnijskih klastitih in sežejo na nivoju ravnika vse do enako starih kamenin Tičnice in Govekarjevega (Zagodovega) vrha. Pri današnjem erozijskem rezu te povezave ni več, Slaniška tektonska polkrpa (STP) pa ima znatno manjši obseg (Mlakar, 1969 sl. 1 in 5). Narivna ploskev v podlagi je sinklinalno upognjena, zato se na južni in zlasti na severni strani tektonske polkrpe danes javlja vrsta izvirov pomembnih za vodopreskrbo Idrije; s posebno oznako smo nekatere izmed njih vrisali tudi na našo karto (sl. 4).

Po podatkih Menceja (1969) ima Izvir pod šolo (točka g) pri srednjem vodostaju 20 l/sek, Ribnjak na drugi strani Slaniškega grebena (točka h) 6 l/sek, sosednji izviri (točka i) pa 2 do 5 l/sek. Gre za izvire prelivnega tipa z območja strukture Slaniške tektonske polkrpe, kar pa na karti (sl. 4) nismo mogli pokazati.

Vsaj enake izdatnosti sta bila prelivna izvira, ki sta nekdanj z območja omenjene strukture napajala bilateralno usmerjena potoka na nivojih višjih erozijskih rezov in omogočila retrogradno napredovanje Idrijce skozi karbonatni masiv Strug. Neprepustni paleocensko-eocenski fliš v okviru današnjega tektonskega okna Strug (Mlakar, 1969) pri teh procesih ni mogel sodelovati, saj se celo v temenu antiklinale povzpne komaj do višine 600 metrov (sl. 3 prerez 3, točka k). Pač pa so k temu pripomogle relaksacijske razpoke vzdolž temena prečnodinarsko usmerjene antiklinale (Mlakar, 1969, sl. 1 in 5).

V bližini točke  $G_1$  (sl. 4) je retrogradno napredujoča Idrijca pretočila predhodnico Senčnega potoka, napredovala okrog 1,5 km po njegovem dinarsko usmerjenem delu trase in v točki H dosegla njegov desni pritok. Od tod do točke  $I_1$ , kjer računamo s pretočitvijo današnjega zgornjega toka reke Idrijce, je le še 1,2 km. Z upoštevanjem kote njenega izvira v Mrzli Rupci (okrog 920 m) ter ob predpostavki, da se tudi Zadloška planota (cca 720 m) po pretočitvi ni kaj dosti znižala (Habič, 1968, 58), lahko približno določimo višino v kateri je prišlo do pretočitve; ta znaša okrog 750 metrov, kar je 250 metrov pod nivojem nekdanjega ravnika ter 360 metrov nad današnjo rečno strugo (Lajšt - 390 m).

Ob istih predpostavkah in topografskih podatkih, lahko približno določimo tudi nekdanji strmec reke Idrijce (trasa: izvir - Lajšt - Črni vrh). Pri 200 metrih višinske razlike na razdalji 13 km dobimo vrednost 15,4 %, ki je precej višja kot velja danes za relacijo Lajšt - mesto Idrija (8,6 %).

Malo kasneje in v višini nekaj nad 750 metrov je prišlo še do pretočitve zgornjega toka Belce (točka  $J_1$ ). Spodnja odseka obeh nekdanj dinarsko usmerjenih vodotokov sta ustvarila danes korozijsko že preoblikovano - brezvodno podolje (Zadloška planota). Območje soteske Strug v obdobju po pretočitvi ne obravnavamo kot antecedentno dolino kakršna je npr. Savska med Ljubljansko in Krško kotlino, saj tod ne gre za svodenje le na ožjem območju Strug temveč dviganje ozemlja vzdolž celotnega rečnega profila.

Če upoštevamo še okoliščine v Kanomlji lahko sklenemo, da je bila hidrografska mreža na širšem idrijskem prostoru (dogajanj v porečju Sore nismo preučevali) dokončno oblikovana že v obdobju, ko so se vodotoki nahajali od 335 (osrednji del karte) do 250 metrov (južni del karte) pod nivojem nekdanje izravnave. Zaradi intenzivnega in vseskozi - le z manjšimi prekinitvami prisotnega dviganja ozemlja, so glavni vodotoki le še poglobljali svoje struge, njih pritoki pa so se prilagajali novim razmeram, nastalih po pretočitvah. Pri današnjem erozijskem rezu se večina vodotokov javlja v kompetentnih, nepretrtih kameninah (Belca, Zgornja Idrijca, Strug, Zala, Nikova itd.), za kar najdemo logično razlago šele z rekonstrukcijo geoloških razmer na nivoju nekdanjega ravnika in upoštevanja pomlajevanja reliefa, kot smo pred leti pokazali na primeru potoka Zala (Mlakar, 1975b). Na dokumentaciji v okviru prispevka izstopajo take okoliščine npr. v Zgornji Idrijci (sl. 3 prerez 1, točki c in d), kjer je danes rečna struga v cordevolskem dolomitu.

## O NASTANKU NEKATERIH KRAŠKIH OBJEKTOV NA IDRIJSKEM

S tanjšanjem in odstranjevanjem zgornjetriasnega dolomita čekovniške vmesne luske - ta proces se odvija še danes - je za zakrasevanje ugodni kredni apnec v podlagi dolomita zavzemal vse večji obseg.

Začetni stadij zakrasevanja, povezan s temi dogajanja, lahko preučujemo na Idrijskem na treh območjih in sicer pri Bevku (A'), v zgornjem delu Srednje Kanomlje (B') in južno od mesta Idrija (C' - sl. 4). Na prvih dveh lokalnostih gre za dogajanja v krednih apnencih (Savnik & Gantar, 1959) v okviru Bevkovega in Kanomeljskega trojnega tektonskega okna (Mlakar, 1969) in jih nismo preučevali. Vso pozornost smo namenili razmeram južneje od mesta.

V Sloveniji in tudi drugod redkokje lahko opazujemo okoliščine iz začetnega obdobja nastajanja jam in brezen zato želimo opozoriti nanje, čeprav vemo, da bodo naše razlage večkrat nedorečene. Pojem Idrijski kras, ki ga je ponudil Čar (1962, 11), bi lahko služil kot sopomenka za posebnosti iz tega obdobja zakrasevanja.

Izmed številnih kraških objektov na obravnavanem prostoru (samo med Idrijo in Hotedršico je blizu 100 znanih jam in brezen) se bomo zadržali le pri nekaterih tipičnih znotraj globokega - dinarskega krasa. Za posamezne jame in brezna smo seveda vedeli, o drugih smo dobili podatke v Jamarskem društvu Idrija, kjer so v arhivu skice in zapiski o večini izmed njih. Toda podatki se nanašajo predvsem na prostorsko lego, izmero in morfologijo kraških objektov; o geoloških okoliščinah pa razen redkih izjem (Habečkovovo brezno, Divje jezero) tudi sicer izvemo zelo malo. Ogledali smo si le vhodne dele obravnavanih kraških objektov. Glede razmer v notranjščini se v celoti sklicujemo na podatke drugih raziskovalcev. Pomudimo se najprej pri nekaterih brezni.

Habečkovovo brezno (1- kat. št. 487)<sup>2</sup>, je najgloblje na Idrijskem. V enem izmed starejših prispevkov (Habe et al., 1955) lahko preberemo, da je brezno globoko 336 metrov in seže do sifonskega jezercja na koti 332,6 m (sl. 5c). Isto globino dobimo, če upoštevamo podatke Vrhovca (1997), ki je postavil ustje brezna v višino 674 metrov, sifonsko jezerce pa je našel na koti 338 metrov. Po grafični dokumentaciji, ki jo je prikazal omenjeni potapljač je skalno dno tod okrog 15 metrov globlje. Čeprav podatki raziskovalcev glede posameznih kot niso povsem usklajeni predpostavljamo, da je samo brezno globoko okrog 350 metrov.

Pomembna novost so Vrhovčevi podatki (1997) o dveh rovih, ki se odpirata na dnu brezna in potekata v dinarski smeri. Severozahodni odtočni sifon se polagoma spušča nekako do kote 274 metrov in se nato izravna, jugovzhodni pritočni sifon pa doseže manjšo globino in se po 70 metrih ostro zasuka v prečnodinarsko smer. Raziskovalec je opozoril, da je v dinarski smeri potekajoči rov vezan na prelom, o drugem pa ni dal podatka. Najgloblji dokazani rovi so torej tod 56 metrov pod gladino Divjega jezera (330 m). Vrhovec (1997, 149) je še zapisal, da znaša višinska razlika med najvišjo in najnižjo znano točko v Habečkovem breznu trenutno 400 metrov, dolžina poligona pa je 900 metrov. Razmere smo shematsko pokazali na sliki 5c. Za prisotnost paleoceno-eocenskih kamenin, ki smo jih vrisali tik pod koto 274 metrov nimamo dokazov, vendar bi v globini prej ali slej naleteli nanje (Mlakar, 1969, sl. 2 - prerez C; Placer & Čar, 1974).

---

<sup>2</sup> Katastrske številke jam in brezen po Jamarski zvezi Slovenije (JZS) ter Jamarskem društvu Idrija (JDI) se med seboj razlikujejo. Na grafični dokumentaciji (sl. 4) podajamo le našo zaporedno številko, med tekstom pa pri prvi navedbi še katastrsko številko po JZS.

Brezno se odpira v zgornjekrednem apnencu (350/35°) in se je v vhodnem delu izoblikovalo ob prečnoalpskem prelomu (280/50°); opazimo tudi nekaj manjših razpok (27/90°). Od stranske ceste v Predgrize je brezno oddaljeno 100 metrov, od narivnega roba z zgornjetriasnim dolomitom - na drugi strani poti, pa 110 metrov. Na majhnem izdanku sredi travnika blizu ceste lahko izmerimo lego narivne ploskve (240/35°), kar je v skladu s podatki o položni narivnici na širšem prostoru.

Z dolomitnega območja južno od tam priteka potok (izdatnost 2 dni po deževju smo ocenili na 30 l/min) in doseže glavno odprtino le po zelo močnem deževju, sicer pa ponikne že prej v majhnih talnih ponorih vzdolž rahlo nakazane struge.

Iz literarnih podatkov razberemo (Habe et al. 1955), da gre za stopnjasto brezno, ki se spiralno spušča v globino in smo ga na prerezu (sl. 5c) lahko predstavili le shematsko (projekciji ustja in dna brezna na horizontalno ravnino sta med seboj oddaljeni 60 metrov). Podatek, da je brezno nekako do globine 46 metrov v zgornjekrednih nato pa v spodnjekrednih apnencih smo zlahka uskladili z geološkimi razmerami v soseščini. Iz podrobnega opisa kraškega objekta izvemo, da si po vertikali slede do 88 metrov globoka brezna ter prečnodinarsko ali dinarsko usmerjene galerije nagnjene za 20 do 47°. Na kote, kjer se te prevesijo v brezna in obratno, smo na sliki 5c opozorili posebej. Galerije naj bi se oblikovale vzdolž plastovitosti ali v razpokah dinarske ali prečnodinarske smeri. Raziskovalci opozarjajo še na prisotnost dveh horizontov bituminoznega - organogenega apnenca z važno vlogo pri lokalizaciji jamskih prostorov; enega izmed njih smo na sliki 5c označili s simbolom bi.

Opozorimo naj še na pomembno podrobnost. Na prerezu Habečkovega brezna kakršnega so predstavili Habe in sodelavci (1955), se prav na mestih, kjer se galerije prevesijo v vertikalna brezna, v stropu odpirajo kamini oziroma stropna brezna. Vsiljuje se razlaga, da gre v celotnem spletu jamskih prostorov pravzaprav za sistem vertikalnih brezen, ki jih v tektonsko in litološko predisponiranih smereh povezujejo tu in tam horizontalne, predvsem pa poševno nagnjene galerije. S podobno mislijo o starejših brezni in mlajših galerijah so zaključili svoja razmišljanja o nastanku tega kraškega objekta tudi Habe in sodelavci (1955, 34).

Divje jezero (2 - kat. št. 5000), kot Muzej v naravi, je najbolj znani kraški objekt na Idrijskem (sl. 2 in 4). Podatke o dosedanjih raziskavah in izsledkih najdemo v številnih prispevkih (Savnik & Gantar, 1959; Mlakar, 1969, 1972; Habič, 1972; Krivic, 1974; Krivic et al. 1983; Čar, 1996; Svetličič, 1996; Praprotnik et al. 1996).

Osnovne geološke podatke o razmerah na območju Divjega jezera (Mlakar, 1969, 1972) je Čar v okviru omenjenega prispevka iz leta 1996 v mnogočem dopolnil, podrobno opisal in predstavil z odlično grafično dokumentacijo, zato tega ne kaže ponavljati. V zvezi z litološko in strukturno kontrolo kraškega objekta med katere spada po dosedanjih spoznanjih prisotnost paleoceno-eocenskih plasti, prečnoalpsko usmerjenih prelomov in razpok ter vložki dolomitiziranih kamenin ali dolomita, pa opozarjamo na novo strukturno prvino - narivno ploskev znotraj karbonatnih kamenin. Ta je lepo vidna na nivoju Rak v ostenju pod Jamo nad Kobilu (11-280/20°) in še lepše ob cesti na desnem bregu Idrijce 320 metrov vzvodno od jezua, kjer je rahlo antiklinalno upognjena (sl. 4, točka N). Deformacijo so spregledali vsi dosednji raziskovalci; njenega regionalnega pomena ne poznamo. V okviru severnega krila antiforne vpada narivna ploskev - z močno pretrtimi apnenci v talninskem bloku, proti Divjemu jezeru (0/20°) in moramo v njegovem sifonskem delu z njo resno računati.

Ob Idrijci je narivna ploskev znotraj zgornjekrednega apnenca Hrušiškega pokrova, pri Kobilu le 10 metrov pod erozijsko diskordantnim stikom med zgornjekrednim apnencem in apnenčevo



brečo (kalkarenitom) paleocensko-eocenske starosti, znotraj strukture Divjega jezera pa najbrž že v kameninah Koševniške vmesne luske; opraviti imamo s poševnim rezom. Na sliki 5c smo to naravno ploskev nižjega reda predstavili shematsko.

Domnevamo, da predstavlja Divje jezero v današnji obliki le enega izmed erozijskih stadijev preoblikovanja vsaj 400 metrov globokega subvertikalnega vadoznega brezna katerega spodnji del še lahko zaslutimo v ostenju nad jezersko kotanjo. Brezno se je pričelo oblikovati na mestu kjer je sistem prečnoalpskih prelomov presekal narivni stik med zgornjetriasnim dolomitom in spodnjekrednim apnencem (sl. 5c - točka R<sub>2</sub>).

Še bolj smela in ne povsem izključena je predpostavka, da je brezno pričelo nastajati na znatno višjem nivoju in sicer na mestu, kjer so omenjeni prelomi presekali vodonosno - sinklinalno upognjeno strukturo Slaniške tektonske polkrpe (sl. 2, 4 in 5c - točka R<sub>1</sub>); v tem primeru bi bilo brezno globoko kar 600 metrov.

Okrog 200 metrov dolgi poševni rov, ki se pod kotom 20 do 25° spušča iz jezerske kotanje v globino (Čar, 1996), le po legi spominja na, 284 metrov dolgi vodni rov z enakim vpadom v Habečkovem breznu; v globini 218 metrov (kota 450 metrov - točka 20) se ta prisloni na enega izmed brezen z globino vsaj 60 metrov (sl. 5c, točka P). Gre za podoben vzorec, toda iz različnih nivojev in obdobjih ter drugačnim načinom nastanka.

V ostenju nad Divjim jezerom ni sledov o horizontalnih jamskih prostorih, o nekdanji - zelo verjetni povezavi z bližnjo Jamo nad Kobiljo (11) in bolj oddaljeno Ravbarsko jamo (13) - obe na drugi strani Idrijske, pa nimamo dokazov. K razlagi nastanka Divjega jezera, ki ga v obeh vodnikih "Divje jezero" - najbrž zaradi vizualne podobnosti, primerjajo z izvirov Vaucluse pri Avignonu v Franciji, se bomo še povrnili.

Brezno na Pevcu (3 - kat. št. 2491) je od gozdarske hiše na vzpetini oddaljeno 330 metrov (SW), javlja se v višini 705 metrov in le 50 metrov stran od gozdne poti (sl. 4). Kar 95 metrov globoko brezno se odpira v spodnjekrednem apnencu in je vezano na razpoko z elementi 35/75 - 90°; na izdanku iz sivega apnenca tik ob ustju so se ohranili sledovi vertikalnega premikanja blokov. Na dnu brezna (kota 610 m) je kršje. Od narivnega roba z zgornjetriasnim dolomitom Pevčeve tektonske krpe je brezno oddaljeno 200 metrov; sl. 5c kaže njegovo projekcijo na profilno ravnino.

Andrejčkovo brezno (4 - kat. št. 589) je v vrtači v cestnem ovinku okrog 150 metrov severno od domačije Andrejček (sl. 2, 4 in 5c). V vhodnem delu vodnjakastega brezna (kota cca 655 m), ki se odpira v zgornjekrednem apnencu s položnim vpadom proti zahodu (270/30°), je lepo viden prečnoalpski prelom (260/80°). Po podatkih iz arhiva JDI je subvertikalno brezno globoko 63,6 metra, dno pa je prekrito z gruščem. Od narivnega roba z zgornjetriasnim dolomitom je brezno oddaljeno 100 metrov. Zanimivo je, da se ustje brezna ne nahaja na dnu velike skledaste vrtače, temveč 13 metrov stran - sredi njegove severne brežine.

Podobne razmere najdemo pri 23,5 metrov globokem Tomažkovem breznu (5 - kat. št. 4076) 1,8 km SW od Godoviča. Ovalna odprtina v spodnjekrednem apnencu je razpotegnjena vzdolž vertikalnega preloma v smeri 150° in oddaljena 7 metrov od središča vrtače; javlja se na njeni jugovzhodni brežini.

Tudi 57 metrov globoko Brezno nad Francosko cesto (6 - kat. št. 5871) z ovalno odprtino v smeri 230° je kar 15 metrov stran od središča najbližje vrtače. Spodnjekredni apnenec vpada položno proti SW (240/30°).

Sem spada še 9,1 metrov globoko Brezno pod Francosko cesto (7 - kat. št. 5434) prav pod njenim odcepom. Podolgovata odprtina je 5 metrov stran - severno od središča plitve vrtače.

Brezno se javlja v spodnjekrednem apnencu ( $270/10^\circ$ ), je vezano na prelom v dinarski smeri ( $30/80^\circ$ ) in 300 metrov oddaljeno od narivnega roba z zgornjetriasnim dolomitom Pevčeve tektonske krpe (sl. 4).

Andrejčkovo in Tomažkovo brezno ter "pripadajoči" vrtači se torej javljajo ob istem - v prvem primeru prečnoalpskem, v drugem pa dinarsko usmerjenem prelomu, vrtača ob Breznu pod Francosko cesto pa se je izoblikovala v talninskem krilu preloma, ki kontrolira lego brezna v prostoru.

Da so žrela brezen v mnogih primerih pod zgornjim robom vrtač je opazil že Michler (1954, 205), problem pa je zanimiv še danes.

Ajharjevo brezno (8 - kat. št. 2446) najdemo na obrobju Idrijskega Loga 60 metrov severno od križišča gozdnih poti oziroma le 500 metrov NE od domačije Mohorič (sl. 4), ki je precej bližje od kmetije Ajhar po kateri je dobilo ime. Okrog 18 metrov globoko brezno je v zgornjekrednem apnencu. V primerjavi z drugimi brezni se ta odpira na izravnanim - rahlo nagnjenem ozemlju, njegovo prostorsko lego pa kontrolira razpoklinska cona ( $240/85^\circ$ ).

Severozahodno od tam je Jama pri Vojkovi plošči pod glavno cesto v Belo (9 - kat. št. 1168) in jo omenjata že Savnik in Gantar (1959). Prav tod se prečnodinarsko usmerjena antiklinala tektonskega okna Strug zasuka v alpsko smer (Mlakar, 1969, sl. 1). Jama se javlja v jedru antiklinale nižjega reda s položno nagnjenim severnim ( $350/15^\circ$ ) ter strmim zahodnim krilom ( $280/80^\circ$ ); os gube ima elemente  $5/15^\circ$ . Ena izmed razpok s sledovi vertikalnega premikanja blokov ima smer E-W, na drugo - drsno razpoko pa je vezana odprtina v cestnem nivoju.

Na rahlo nagnjenem ozemlju brez vrtač v bližini je tudi 14,5 metrov globoko Brezno na Vranjem vrhu (10 - kat. št. 4590) nad Žgavcem. Ovalna odprtina je razpotegnjena v smeri  $310^\circ$ ; spodnjekredni apnenec ima elemente  $260/25^\circ$ .

O 78 metrov dolgi Jami nad Kobilo (11 - kat. št. 547) sta poročala Savnik in Gantar (1959, 116) ter jo označila kot aktivni bruhalnik v razširjeni leziki znotraj zgornjekrednega apnenca (sl. 4). Jama se odpira ne levem bregu Idrije v ostenju 15 metrov nad jezom pri Kobili. Javlja se v sivi drobnozrnati apnenčevi breči (kalkarenitu) paleocensko-eocenske starosti in sicer 4 metre nad erozijsko diskordantnim stikom s svetlo sivim zgornjekrednim apnencem. Skladi in ploskev erozijske diskordance imajo zelo položno lego ( $270/15^\circ$ ). Flišnega laporovca v tem prerezu ni. V pobočju nad jama je z gruščem prekrit narivni stik s spodnjekrednim apnencem Koševniške vmesne luske. Izmed objavljenih geoloških kart, najbolj ustreza ona v okviru starejšega vodnika Divje jezero (Mlakar, 1972); dodati je treba le še že omenjeno narivno ploskev znotraj zgornjekrednega apnenca v vzhodni ostenja.

V vhodnem delu (kota 365 m) jama sledi prelomu z elementi  $250/70^\circ$ , se rahlo vzpenja, zoži in po 15 metrih obrne proti severu. Vsaj del jame je nekdanj potekal vzdolž presečišča prečnoalpskega preloma in erozijske diskordance. Opozarjamo še na prisotnost subhorizontalne lezike.

V flišnih kameninah se javlja tudi 20 metrov globoko - s steze vidno Brezno nad Strugom (12 - kat. št. 2076) 600 metrov SW od tam. Ovalna odprtina je v peščenjaku (kota 500 m) in razpotegnjena v smeri  $350^\circ$  in sicer v nivoju 45 metrov pod narivnim stikom s spodnjekrednim apnencem Koševniške vmesne luske. Genetsko je brezno najbrž vezano na nekdanji prelivni izvir iz umikajočega se narivnega roba med neprepustnimi in prepustnimi kameninami, vendar opisane okoliščine na sliki 4 nismo mogli pokazati.

Ravbarska jama (13 - kat. št. 1170) naj bi bila po podatkih Savnika in Gantarja (1959, 17) nekdanji požiralnik in dolga 16,5 metra ter v višini 550 metrov, vendar je po naši izmeri (večkratno

preverjanje z višinomerom) okrog 30 metrov višje. V vhodnem delu - z videzom spodmola, sta dva subparalelna preloma ( $75/85^\circ$  in  $70/85^\circ$ ) razmaknjena okrog 3 metre. Skladi spodnjekrednega apnenca vpadajo položno proti WNW ( $290/15^\circ$ ). Menimo, da ne gre za požiralnik ali bruhalnik, temveč za ostanek subhorizontalne galerije nekdanj povezane z breznom na lokalnosti Divje jezero. Lego jame v prostoru in na geološkem prerezu smo pokazali na slikah 2, 4 in 5c. Zanimivo je, da se nekako v njenem nivoju končata Pevčevo (3) in Andrejčkovo brezno (4 - sl. 5c).

Tudi jamo pod Kevdrom (14 - kat. št. 1169) omenjata že Savnik in Gantar (1959, 118), javlja se na levem bregu Idrijce in ima videz raziskovalnega podkopa. Okrog 10 metrov dolga jama nad staro potjo 15 metrov nad reko je v neplastnatem zgornjekrednem apnencu in vezana na prečnoalpski prelom ( $80/80^\circ$ ). Na koncu rahlo dvigajočega se - korozijsko močno razširjenega rova, se v stropu odpira kamin iz katerega curlja voda. Lepo vidna prelomna ploskev na čelu rova je na dolžini 40 cm rahlo korozijsko razširjena (5 cm), z dotokom vode morda le po močnem deževju. Jama se je izoblikovala v bližini naravnega stika s paleocensko-eocenskim flišnim laporovcem z izdankom ob glavni cesti na drugi strani Idrijce (sl. 3, skica 3c).

Kar nekaj brezen je v spodnjekrednem apnencu pri obračališču 700 metrov NW od Podjesena (sl. 4); tri izmed njih so zlahka dostopna. Največje, Veliko Šemrlovo brezno (15 - kat. št. 2196) je globoko 63 metrov in se javlja na rahlo nagnjenem ozemlju na obrobju vrtač v višini 670 metrov. Ovalna odprtina je razpotegnjena skoraj v smeri sever - jug (razpoke  $80/90^\circ$ ). V Jami pri obračališču (16 - kat. št. JDI 200) gre za kombinacijo krajšega brezna in horizontalnih rovov. Le 15 metrov je globoko Rafkovo brezno (17 - kat. št. 2197) z ustjem vzdolž razpoke z enako orientacijo. Spodnjekredni apnenci vpadajo tod položno proti SW ( $230/30^\circ$ ), narivni rob z zgornjetriasnim dolomitom pa je oddaljen 800 metrov (sl. 4).

Tik ob cesti k zaselku Podjesen (sl. 4) je 36,5 metrov globoko Čekino brezno (18 - kat. št. 2177) spet z ovalno odprtino v omenjeni smeri. Na drugi strani ceste je z odpadki deloma zasuta Trikotna jama pri Predgrizah (19 - kat. št. 161) s tremi vhodi, ki se nizajo v smeri sever-jug. Poševna jama se je izoblikovala skoraj po vpadu več 10 metrov debelega vložka sivega ploščastega dolomitiziranega spodnjekrednega apnenca ( $235/25^\circ$ ). Narivni rob z zgornjetriasnim dolomitom je oddaljen 300 metrov. Vzdolž plastovitosti spodnjekrednega apnenca ( $225/30^\circ$ ) se je izoblikoval tudi vhodni del obsežne Ciganske jame (20 - kat. št. 0493) na levi strani tik ob cesti Godovič - Črni vrh, kar imamo za eno izmed značilnosti kraških objektov na območju Predgriz.

Blizu omenjene ceste je tudi 14 metrov globoko Drejcovo brezno I (21 - kat. št. 4075) vezano na presečišče vertikalnih razpok v smereh  $170^\circ$ ,  $190^\circ$  in  $220^\circ$  pri položni legi spodnjekrednega apnenca ( $230/20^\circ$ ).

Golobeja jama (22 - kat. št. 0488) se je v vhodnem delu izoblikovala pod rahlo antiklinalno upognjenimi ploščastimi spodnjekrednimi apnenci presekanimi z razpoko v smeri  $170^\circ$ .

Zanimive razmere najdemo nedaleč od Šejna. "Brezni I in II SZ od Vranjega vrha" (23, 24 - kat. št. 4593 in 4594) se javljata na obrobju - v ostenju okrog 25 metrov dolge v dinarski smeri razpotegnjene udornice. Prvo brezno je globoko 19 metrov in se odpira ob subvertikalni dinarski razpoki (smer  $320^\circ$ ) drugo nekaj globlje (22,5 m) pa ob strmi razpoki s smerjo  $15^\circ$ . Plasti spodnjekrednega apnenca so položno nagnjene proti SW ( $250/25^\circ$ ). Obe brezni sta bili nekdanj najbrž povezani s subhorizontalnim rovom, vendar razmere niso jasne.

V pasu Divje jezero-Strug do Podjesena in Hotedršice so v krednem apnencu še številna druga brezna in jame, vendar so v vhodnem delu brez posebnosti ali pa objektov nismo našli. Na 4. sliki smo jame le evidentirali, pri breznih pa smo opozorili še na njih velikostni red.

Od kraških objektov v zgornjetriasnem dolomitu naj omenimo le enega izmed njih. Osnovne podatke o jami Divji možje (25 - kat. št. 1171), 80 metrov nad strugo Belce (sl. 4) sta zbrala Savnik in Gantar (1959, 118) in jih lahko dopolnimo. Vhod je v višini 510 metrov in se odpira na koncu plitve grape (pri jezui) pod steno iz slabo plastnatega zgornjetriasnega dolomita. Skladi so rahlo antiklinalno upognjeni, os gube ima smer E-W, krila pa so nagnjena pod kotom okrog 20°. Omenjena raziskovalca sta zapisala, da se je jama - verjetno kot bivši periodični bruhalnik, izoblikovala ob leziki, po našem mnenju pa je vsaj v vhodnem delu v temenu antiklinale na stiku skoraj masivnih in bolj plastnatih, razlistanih dolomitov.

Habič (1972, 10) je zapisal, da se izviri pri Podroteji (26 - kat. št. 5163) javljajo na mestu, kjer je na idrijskem erozija najgloblje zarezala v zakrasele kredne apnenice. Opraviti imamo torej s krajevno erozijsko bazo za celotno kraško ozemlje SW, južno in SE od Idrije. Ali drugače - izviri pri Podroteji predstavljajo najnižje ležečo drenažno cono kraške podtalnice na tem prostoru (Mencej, 1969).

Savnik in Gantar (1959, 113) sta opozorila, da je bil glavni izvir vezan na razpoko v skalnati steni (kasneje so jo zazidali) ter menila, da več izvirov v sosesčini pravzaprav predstavlja deltasto ustje enotnega podzemnega toka, ki se nekje v zaledju razčleni.

V ostenju za črpalno postajo ni prelomov, le debeloploščasti spodnjekredni apnenici so razlistani, lezike pa močno korozivno razširjene. Izviri pri Podroteji se javljajo 200 metrov SW od Zalinega preloma v kameninah spodnjega krila večje prevrnjene - dinarsko usmerjene sinklinale lepo vidne v ostenju na drugi strani Idrije le v zgodnjih in poznih letnih obdobjih. Po izjavi vrtačev, so tod leta 1998 v 100 metrov globoki vrtini zadeli na odprte prostore zapolnjene s prodrom pod nivojem izvira (329 m) kar na nekaj mestih.

## RAZPRAVA IN SKLEPI

Iz opisa kraških objektov in 4. slike je razvidno, da se vhodni deli jam in brezen sicer javljajo ob vseh štirih prelomnih sistemih (N-S, E-W, NW-SE, NE-SW), vendar najdemo največje in najpomembnejše vzdolž prečnoalpskih prelomov in razpok - torej onih v smeri sever-jug z rahlim odmikom proti zahodu. Ker gre za enega najvažnejših nerešenih problemov v zvezi z nastankom kraškega podzemlja na Idrijskem, bomo v naslednjih odstavkih pokazali, kako so se kopičila in zorela ta spoznanja, opozorili na nekatere manj znane podatke in opredelili današnjo stopnjo poznavanja te problematike.

Prvi podatki o prisotnosti prečnoalpskih prelomov v jamah na Idrijskem so s konca 50. let (Savnik & Gantar, 1959). Opraviti imamo s kraškimi objekti v zgornjem delu Srednje Kanomlje in sicer Vojkovo jamo, Jamo pri studenčku ter Jamo nad izvirov pri Šinkovčevi žagi (kat. št. 1540, 1166, 1167). Tod se pred našimi očmi odvija prva faza zakrasevanja v krednih apnencih, ki se pokažejo izpod zgornjetriasnega dolomita kot tektonska okna (Mlakar, 1959, 1969, sl. 1, sl. 3 prerez 2, sl. 5). O hidrogeoloških posebnostih sta poročala Novak in Iskra (1962).

Nekaj mlajši so podatki iz idrijskega rudišča. Gre za subvertikalne prelome (70 do 85°) z vpadom proti E oziroma W ali z rahlim odmikom od te smeri. Poznamo jih na več mestih, dva izmed njih pa lepo izstopata na geološki karti 6. obzorja na območju Talnina v jami Borba (Mlakar, 1967, sl. 3) ter sekata in premikata stik med naravnima enotama, ki smo ju takrat označevali kot III/1 in III/2. Pri naravnici položno nagnjeni proti NE so taki - tod zelo izraziti deformacijski

efekti, lahko nastali zaradi vertikalnega ali horizontalnega premikanja blokov. Žal iz tega, kakor tudi iz drugih delov jame nimamo podatkov o orientaciji drsne lineacije, vemo pa, da znaša velikostni red premikov povsod le nekaj 10 metrov. V večini primerov gre za normalne prelome z grezanjem vzhodnega krila.

Tudi v okviru preučevanja celotnega idrijskega ozemlja smo registrirali nekaj prečnoalpskih prelomov, vendar jim nismo namenili posebne pozornosti (Mlakar, 1969, sl. 1 in 5). Omenimo naj le prelom na Tičnici med domačijama Poljanec in Čuk. Zgornjeskiški dolomit vzhodnega prelomnega krila se je pogreznil za okrog 10 metrov.

Iz začetnega obdobja spoznavanja prolomnih sistemov je še pomembna ugotovitev, da je nastanek Divjega jezera povezan s prisotnostjo navpičnega preloma približno v smeri N-S, kot enega izmed manjših spremnih prelomov Idrijske dislokacije in je nastal v istem obdobju. Na ta prečnoalpski prelom ali sistem teh prelomov so najbrž vezani tudi Habečkovno in Andrejčkovo brezno ter Ravbarska jama (Mlakar, 1972, 7).

Po arhivskih podatkih je Placer istega leta statistično obdelal usmerjenost kraških jam na Idrijskem. V polangobardskih kameninah (102 jami, 233 meritev) je 19 % rovov v smeri N-S, v vseh jamah skupaj pa 25 %. Rezultati raziskave so sicer zanimivi, vendar zaradi za nas neugodnega pristopa k problemu, ne dopuščajo pomembnih sklepov.

Nekaj let kasneje je Premru (1976a) s fotogeološko analizo letalskih in satelitskih posnetkov ter morfostrukturno analizo energije reliefa preučeval neotektonske deformacije na celotnem prostoru zahodne Slovenije. Podatki so ostali v rokopisu in jih pozna le malokdo. Raziskovalec je med drugim ugotovil 7 snopov prelomov, ki pripadajo sistemu N-S. Prvega izmed njih je poimenoval kot idrijski (A) in ga na drugi prilogi vrisal vzdolž doline Idrije od samega mesta do Spodnje Idrije (sl. 4). Po teh podatkih imamo opraviti s sistemom gravitacijskih, subvertikalnih, normalnih prolomov s prevladujočim grezanjem kril, zaradi inverzne vertikalne kompresije, ki je povzročila dviganje in grezanje posameznih grud, v holocenu pa predvsem pogrezanje. Prečnoalpski prelomni sistem je bil aktiven v treh obdobjih in sicer v spodnjem delu srednjega pliocena, v mlajšem holocenu in v recentnem času (Premru, 1976a).

Isti raziskovalec je preučeval neotektonske prelome tudi v vzhodni Sloveniji. Prečnoalpski prelomi - kot predmet našega posebnega zanimanja, so po mnenju Premruja tam nastali v drugi neotektonski fazi (spodnji del srednjega pliocena). Gre za več ali manj vertikalne prelome, ob katerih so se oblikovali tektonski jarki in hrbti s prevladujočim vertikalnim gibanjem blokov za več 100 metrov. Prelomi manjše intenzitete v smeri N-S so nastajali še v 17. fazi v poznem holocenu, kakor tudi v najmlajši 19. fazi, pri čemer gre za oživljanje prelomov iz druge faze. Ti prelomi naj bi bili aktivni še danes (Premru, 1976b).

Gospodarič (1976) je opisal razmere pri Postojni. Iz prispevka izvemo, da so nekateri kraški objekti kot npr. Čednikova kašča in Kotova jama vezani prav na prelome N-S. Iz 3. in 5. slike pa razberemo, da so Čednikova kašča - kot poševna jama, brezno Repnik ter poševna brezna Mejamah 1, 2 in 3 nanizana v prečnoalpski smeri, kar na prvi pogled velja tudi za splet postojnskih jamskih prostorov kot celoto.

V mreži spremljajočih neotektonskih prelomov v SW krilu Idrijskega preloma omenja Placer (1982, 46) vezne prelome kot Logarjev, Albrehtov ter Svetičev; potekajo v smeri N-S, prvoomenjena preloma vpadata srednje strmo (45 do 50°) proti vzhodu. V tem prispevku, namenjenemu preučevanju tektonskega razvoja idrijskega rudišča je Placer (1982, 38 - 42) natančno preiskal tudi enega izmed neotektonskih subvertikalnih dinarsko usmerjenih zmičnih prelomov in

uvedel ustrezno terminologijo. Čar je podatke upošteval, dopolnil in v obdobju po letu 1982 postopno izoblikoval novo metodologijo podrobnegea preučevanja in prikazovanja tektonskih razmer na karbonatnih - kraških območjih.

Že v prispevku iz leta 1982 je Čar zdrobljene, porušene in razpoklinske cone podrobneje opredelil in opozoril na veliko prepustnost razpoklinskih con, tudi onih v smeri sever-jug; te so dokaj pogostne in vezane na prisotnost dinarsko usmerjenih prelomov.

Značilen primer novega pristopa, oziroma detajlnega litološko strukturnega kartiranja apnenčevih kraških terenov sta stratigrafsko litološka ter tektonska karta ozemlja med Postojno, Planino in Cerknico (Čar & Gospodarič, 1984). Raziskovalca sta med drugim preučevala prelomne sisteme in lahko določila le njih relativno starost. Po teh informacijah gre za štiri obdobja disjunktivnega premikanja, ki verjetno pripadajo isti fazi. Zdrobljene, porušene in razpoklinske cone v smeri sever-jug spremljajo dinarsko usmerjene zmične prelome, nastale tako v drugi kakor tudi v četrti fazi. Kot kažeta omenjeni karti ti lepo izstopajo na območju Pivka in Črne jame ter pri Rakovem Škocjanu.

Zdrobljene, porušene in razpoklinske cone v smeri sever-jug, ki povezujejo močne dinarsko usmerjene prelome, opazimo tudi v zaledju bruhalnika Lijak (Čar & Gospodarič, 1988). Na grafični dokumentaciji, ki jo je pokazala Šebela (1994, prilogi 5 in 7) izstopajo v Postojnski jami prečnoalpski prelomi predvsem na območju Male jame in Pisanega rova.

Šele v okviru nove Zbirke vodnikov "Kulturni in naravni spomeniki Slovenije" (Divje jezero - 188) so spet podatki o prelomnih sistemih na ožjem Idrijskem prostoru. Čar (1996) je razmere v okolici Divjega jezera preučil zelo podrobno ter znotraj 400 metrov široke prelomne cone Divjega jezera - kot jo je poimenoval, ugotovil več zdrobljenih, porušanih in razpoklinskih con. Prelomna cona ima smer skoraj sever - jug ter se po ugotovitvah tega raziskovalca odcepi od Zalinega preloma. Gre za izboljšano verzijo stare interpretacije iz prvega vodnika (Mlakar, 1972).

Zdaleč najbolj dorečena je predstavitev povezave med geološkimi strukturami in kraškimi objekti z območja Postojnske gmajne in sicer le onih vezanih na dinarsko - zmično tektoniko. Tam se večina vhodov v vertikalne kraške objekte odpira v območjih nateznih razmer, ki nastajajo lokalno ob dinarsko usmerjenih desnozmičnih prelomih (Čar & Šebela, 1997), kar pa za idrijski prostor ne moremo privzeti brez pripombe.

Z upoštevanjem novejšje tektonske rajonizacije osrednje Slovenije (Premru, 1980) in predvsem zahodne Slovenije (Placer, 1981, 1994/95, 1998), pripada obravnavano ozemlje Dinarski karbonatni platformi v okviru Zunanjih Dinaridov, katerih nagubana in narivna zgradba se je izoblikovala v ilirsko - pirenejski fazi v obdobju med srednjim eocenom in srednjim oligocenom z dinarsko usmerjenimi strukturnimi prvini. Toda na preiskano območje sežejo tudi vplivi druge - mlajše faze gubanja in narivanja značilne za prostor Notranjih Dinaridov in Južnih Alp iz rodanske faze med miocenom in pliocenom, nastale pri usmeritvi glavne napetosti v smeri sever-jug. Temu v prid govori predvsem alpsko orientirana narivna zgradba na območju Godovič - Veharše - Rovte (sl. 2). Medtem ko so gube s tako usmeritvijo v okviru naše karte redkost, so severno od tam vse pogostejše.

V obsežnem, okrog 10 km širokem pasu med Idrijskim oziroma Zalinim in Predjamskim prelomom (v smislu Placerja, 1981) ne poznamo dinarsko usmerjenih zmičnih deformacij, s katerimi bi vzročno lahko povezali prisotnost prečnoalpskih prelomov in razpok pomembnih za nastanek kraških objektov na celotnem idrijskem prostoru; kot kaže sl. 2 je Habečkovno brezno oddaljeno od Zalinega preloma že 2 km. Dopuščamo možnost genetske povezave z drugo fazo gubanja in



narivanja, kot smo pokazali na kinematskem modelu v okviru četrte slike. V tem primeru gre za sekundarne strukture pogojene z regionalno kompresijo v generalni smeri sever-jug. Opraviti imamo z nateznimi - prvotno odprtimi razpokami in normalnimi prelomi orientiranimi pravokotno na smer maksimalne tenzije.

Pri oblikovanju reliefa na območju Centralnih in predvsem Vzhodnih Alp je imelo raztezanje zemeljske skorje v smeri E-W pomembno vlogo že v miocenskem obdobju (Frisch et al. 2000, 108). Če upoštevamo še podatke o premikanju Jadranske plošče v posttortonskem obdobju oziroma v zadnjih 7,9 Ma vzdolž desnozmernih dinarskih prelomov proti NW (Mazzoli & Helman, 1994; Castellarin & Cantelli, 2000), lahko nastanek tenzijskih razpok in normalnih prelomov v smeri N-S, orientiranih pravokotno na smer maksimalne tenzije, povežemo z regionalno tektoniko v kolizijskem - predvsem pa v postkolizijskem obdobju (kinematski model na 4. sliki). Sklenemo lahko, da prečnoalpski prelomi in razpoke na Idrijskem niso vzorčno vezane le na bližino dinarskih desnozmernih prelomov ali ozek prostor med njimi, temveč so lahko nastajale kjerkoli na celotnem območju Jadranske plošče, ob vseskozi prisotni kompresiji v smeri sever-jug.

S tem zaključkom smo se obenem opredelili za relativno in absolutno starost dogajanj. Prečnoalpsko usmerjene razpoke in prelomi so bili brez dvoma prisotni že na prehodu miocena v pliocen, torej tudi v spodnjem pliocenu, ko se je po podatkih Premruja (1976 b, 217) odvijal proces uravnavanja v vzhodni Sloveniji.

Če upoštevamo Cowie - Bassett-ovo časovno skalo iz leta 1989, se je pliocensko obdobje pričelo nekako pred 5,3 milijoni let, kar je obenem tudi velikostni red starosti oblikovanja pliocenskega ravnika v današnji višini 1000 metrov; s pričetkom pomlajevanja reliefa in zakrasevanja, povezanega s procesom odstranjevanja zgornjetriasnega dolomita je treba računati nekaj kasneje.

Na podlagi vseh doslej navedenih parametrov lahko tudi približno izračunamo, kdaj je prišlo do pretočitve v Srednji Kanomlji, ki jo postavljamo v višino 665 metrov (točka  $C_1$  - sl. 5b). V obdobju 5,3 milijonov let je Kanomljica poglobila svojo strugo za 660 metrov (dno struge pri Hladniku je v višini cca 340 metrov), ali za meter na vsakih 8030 let. To se je zgodilo pred približno 2,7 milijoni let, torej v zgornjem pliocenu - dober milijon let pred nastopom ledene dobe. Časovna opredelitev drugih dogajanj je manj zanesljiva.

Pred sintezo o oblikovanju podzemnega kraškega sveta na Idrijskem bomo nanizali še naše poglede o nastanku vrtač, brezen in vodnih jam. Izhajali bomo predvsem iz izkušenj zbranih na območju Idrijskega Loga, Koševnika in Zadloga. Posebno pozornost bomo namenili začetnemu obdobju njihovega nastanka.

Idrijski Log je izravnano območje v višini okrog 640 metrov s površino približno 0,75 km<sup>2</sup>. Podolje vzdolž predhodnice Senčnega potoka je preoblikovala ploskovna erozija. Sklade zgornjetriasnega dolomita v subhorizontalni legi prekriva debela preperina, narivni rob s krednim apnencem pa - kot navadno, sovпада z mejo med travniki in gozdom. Na ta narivni rob - pri današnjem erozijskem rezu, smo opozorili tako na drugi kot na četrti sliki, Pevčevo tektonsko krpo pa smo vrisali le na slednji. Na jugu se glavni dolomit povezuje z obsežnim območjem iz enakih kamenin.

Kot kaže geološka karta (Mlakar, 1969, sl. 1 in 5) se znotraj dolomitnega ozemlja pokažeta dve majhni tektonski okni iz zgornjekrednega apnenca. Prvo, v začetku Idrijskega Loga, je iz dveh izdankov na obeh straneh ceste s površino po 10 m<sup>2</sup>, drugo nekaj večje pa se javlja južno od



kmetije Leskovec. Narivna ploskev vpada sicer pretežno proti jugu, vendar je ponekod sinklinalno, drugod pa antiklinalno upognjena (sl. 3, prerez 3). Vsi podatki kažejo, da so zgornjekredni apnenci pod glavnim dolomitom tod v globini komaj 10 do 20 metrov; ta se proti jugu povečuje.

Na severni strani ceste, ki razpolovi Idrijski Log in poteka na 4. sliki vzdolž napisa, so na dolomitu v 400 metrov širokem pasu pogostne od nekaj metrov do 8 metrov globoke vrtače (samo v eno izmed njih doteka voda - toda le ob močnem deževju). V globini se torej odvijajo procesi, ki se odražajo tudi na površju. Ključ za rešitev tega problema je v značaju narivnega stika med zgornjekrednim apnencem in noriškim dolomitom. Tod, kakor tudi drugod gre za milonitno cono široko do 0,5 metra, vendar je bil milonitizirani dolomit naknadno popolnoma zlepljen (Mlakar, 1969, 21). Izreden pomen te slabo prepustne, navadno pa neprepustne kamenine za oblikovanje nekaterih kraških objektov na Idrijskem je spoznal Čar (1974a, 1974b, 53, 55), ki je razmere ob narivnem stiku pri Idriji podrobno opisal in obrazložil nastanek "zakritega krasa".

Menimo, da so vrtače na dolomitu z območja Idrijskega Loga pravzaprav neke vrste porušitveni lijaki nad šibkimi točkami znotraj milonitne cone, skozi katere se preceja voda iz dolomitnega pokrova v kredni apnenec, ga topi in oblikuje vodnjakasta brezna - zakrite požiralnike, podobno kot je na primerih z jugozahodnega obrobja Idrije pokazal Čar (1974a, b). Toda raziskovalec je na sliki 5a predstavil okoliščine kako se oblikuje vrtača predvsem od zgoraj navzdol s sodelovanjem površinskega dotoka vode (Čar, 1974b), naša skica 3a (sl. 3) in razmere v točki V (sl. 5, prerez c) pa pojasnjujejo nastanek vrtače v dolomitu od spodaj navzgor brez površinskega dotoka vode. Tej interpretaciji se je približal Čar pri preučevanju geoloških razmer na obrobju Planinskega polja z ugotovitvijo, da so nekatere vrtače tam očitno reproducirane iz apnene podlage skozi tanko dolomitno ploščo unške narivne enote (Čar, 1982, 99).

Nastopajo lahko ene ali druge okoliščine in celo kombinacija obeh, vendar se zdi da je druga varianta - nastanek vrtač od spodaj navzgor, najpogostejša. V spodnjem delu porušitvenega lijaka prevladuje kemična, v zgornjem pa mehanska dezintegracija karbonatne kamenine in odnašanje materiala.

Izmed pogojev za intenzivno zakrasevanje pod in nad narivno ploskvijo, ki jih je navedel Čar (1974 b), pripisujemo največji pomen presečiščem sistemov prelomov in razpok ter območjem s sinklinalno upognjeno narivno ploskvijo, saj se tam lahko oblikuje podtalnica, kar zagotavlja stalni dotok vode.

Danes lahko zapišemo, da porušitveni lijaki dosežejo površje le v primeru, če debelina dolomitnega pokrova nad krednim apnencem ne presega 15 metrov. Temu v prid govore razmere na južni strani ceste skozi Idrijski Log, kjer vrtač sploh ni več in seveda okoliščine na Zadložki planoti. Kot kaže geološki prerez št. 3 (sl. 3), so kredni apnenci tam v globini večji od 100 metrov. Na izravnanim ozemlju s površino okrog 4 km<sup>2</sup> izstopa ena sama zelo plitva kotanja s položnimi brežinami, čeprav se zakrasevanje v globini brez dvoma odvija tudi na tem prostoru.

Pojem zakriti kras je poznal že Habič (1968, 69) in ga uporabljal v primeru, kjer se flišni pokrov javlja na zakraselih krednih apnencih (Lome). S podobnimi dogajanja lahko računamo povsod tam, kjer neprepustne ali slabše prepustne plasti leže na lahko topnih karbonatnih kameninah, pri subhorizontalni legi kontakta, neprepustnem značaju stika in prisotnosti prelomov in razpok.

Na severnem obrobju Idrijskega Loga je na krednem apnencu vrtačast svet, ki seže vse do strmih brežin doline Idrije. Menimo, da so bile te vrtače zasnovane že v obdobju, ko je ozemlje še prekrival pokrov iz zgornjetriasnega dolomita (sl. 5 prerez c, točka V<sub>1</sub>). Sama deževnica, ki

pade na izravnano območje iz topnega apnenca ponikne neposredno na mestu srečanja s prepustno karbonatno kamenino in po našem mnenju ne more oblikovati vrtačo, kasneje pa bistveno prispevati k njenemu širjenju in poglobljanju. Skratka, vrtače na tem prostoru - najbrž pa še marsikje drugod, so ostaline spodnjih, korenskih delov porušitvenih lijakov, ki jih po odstranitvi dolomitnega, drugod pa flišnega pokrova preoblikuje korozija, pozimi pa predvsem snežnica, saj se v vrtačah tod dolgo zadržujejo velike količine snega. Take okoliščine so igrale še pomembnejšo vlogo v pleistocenu.

Razumljivo je, da so te vrtače - čimbolj so oddaljene od narivnega roba ali neprepustnih flišnih kamenin vse starejše, izgublajo svoje prvotne značilnosti in pridobivajo nove, kar bi kazalo preučiti podrobneje.

Pri raziskovanju območja Planinskega polja je Čar (1982, 99) opozoril na izjemno genetsko povezanost med vrtačami in zdrobljenimi, porušeni in zlasti razpoklinskimi conami, kar velja tako za one na krednem apnencu kot na zgornjetriasnem dolomitu. Po naših ugotovitvah so današnje vrtače na apnencih katerekoli starosti mesta s povečano kraško poroznostjo na račun prvotne, predkraške razpoklinske poroznosti. S statistično obdelavo vrtač glede na razvrstitev v prostoru, oddaljenost od nekdanjega in sedanjega narivnega roba ali stika s flišnimi kameninami, nadalje glede na velikost, obliko, pogostnost itd., bi se verjetno še bolj približali rešitvi zanimivega problema nastanka vrtač. Bistvene razlike v velikosti in pogostnosti vrtač, ki smo jih opazili na posameznih območjih, najbrž niso pogojene le z litologijo, lego ter prisotnostjo močnejših razpoklinskih in pretrtih con, torej na parametre, ki jih je nanizal, Čar (1986), temveč gre še za nekatere druge danes neznane povezave (prisotnost in usmerjenost oziroma odsotnost površinskih vodotokov v zgornji etaži itd.).

Pri geoloških okoliščinah kakršne so na območju Idrijskega Loga, Koševnika in Zadloga, je vsaka vrtača v začetnem stadiju njenega razvoja potencialno mesto za nastanek vertikalnega vadoznega brezna v neprežeti coni, kar je lepo razvidno s prereza, ki ga je pokazal Čar (1974b, sl. 5). Izpolnjeni morajo biti štirje pogoji in sicer točkasti, zadosten in stalni dotok vode ter seveda dviganje ozemlja. Pri optimalnih pogojih in nizki krajevni erozijski bazi, se lahko razvijejo več 100 metrov globoka brezna, kakršno je npr. Habečkovovo. Pri manj ugodnih pogojih, ali nenadnem izostanku katerega izmed njih, obvisi brežno visoko nad lokalno erozijsko bazo in se konča znotraj karbonatnih kamenin.

Dopuščamo seveda tudi možnost nastanka nekaterih vodoznih brezen brez prisotnosti dolomitnega ali flišnega pokrova; v takih primerih pa v začetni fazi ne moremo računati s porušitvenim lijakom.

Z oddaljevanjem od dolomitnega narivnega roba ali neprepustnih flišnih kamenin so možnosti za nastajanje vodoznih brezen seveda vse manjše, saj se vodni dotok že prej porazgubi v razpokah ali manjših satelitskih breznih znotraj močno prepustne karbonatne kamenine. Na lokalnosti Habečkovovo brežno, lega satelitskih brezen nakazuje smer sedanjega površinskega dotoka vode. Preučevanje teh odnosov bo morda pripomoglo pri določanju nekdanje hidrografske mreže v krovinskih slabše prepustnih kameninah.

Pri še globljem erozijskem rezu pogosto naletimo na vodozna brezna sredi brezvodnega kraškega sveta in šele z rekonstrukcijo nekdanjih geoloških in hidroloških razmer zaslutimo vzroke za njih nastanek. S takim problemom bi se soočili tudi v primeru Habečkovega brezna, če bi erozija segla pod koto 500 metrov (sl. 5, prerez c). Skratka, v začetni fazi oblikovanja kraškega podzemlja imajo vodozna brezna po naši interpretaciji najvažnejšo vlogo in so ključ za razumevanje nadaljnjih procesov zakrasevanja.

Na površini nekaj km<sup>2</sup> kraškega sveta npr. iz razgaljenih, enakomerno prepustnih krednih apnencev ne moremo računati z bistvenimi razlikami v količini padavin na posameznih območjih. V globino pronicajoča deževnica zato lahko oblikuje le gladino kraške podtalnice v istem nivoju. Hidravličnega gradienta ni, zato tudi ni pretakanja vode; niha le njen nivo.

Različni piezometrični nivoji, ki pogojujejo cirkulacijo vode se lahko oblikujejo le v primeru točkastega dotoka večjih in stalnih količin vode na požiralnikih ali aktivnih brezni. Gre predvsem za alogene površinske vodne tokove s sosednjega nekraškega sveta, v našem primeru iz dolomitnih ali flišnih območij.

Zaradi večjega ali manjšega hidravličnega gradienta pride v podtalnici - kakršno pač dopušča razpoklinska poroznost (zbiranje vode v povezanem sistemu razpok do določene višine in oblikovanje nezvezne podtalnice s prosto gladino) do cirkulacije vode z območij z višjim k predelom z nižjim piezometričnim nivojem in sicer več ali manj pravokotno na potek hidroizohips in je najintenzivnejše v litološko predvsem pa tektonsko predisponiranih smereh. Pri tem imajo najpomembnejšo vlogo sistemi razpok, pri gubanju razlistane plasti karbonatnih kamenin, pa tudi vložki bolj topnih in drobljivih kamenin in celo lezike. Poleg teh faktorjev omenjajo raziskovalci v novejšem času še medplastovne zdrse kot spremljajoče deformacije gubanja (Šebela, 1994, 112).

Vzdolž takih najbolj prepustnih con, na katere so vezana tudi brezna, se v obdobjih zmanjšanja predvsem pa prenehanja dviganja ozemlja sčasoma oblikujejo podzemni kraški kanali nagnjeni proti mestom z nižjim piezometričnim nivojem ali krajevni erozijski bazi. Do povezav seveda lahko pride samo med brezni, ki so bila že prisotna in aktivna v teh obdobjih, drugod pa gre za gola naključja. Taka interpretacija dopušča tudi možnost, da se podzemni kraški vodni kanali razvijejo le kot povezave med posameznimi - tudi precej oddaljenimi brezni in nikjer ne pridejo na površje. Linijska razporeditev požiralnikov in aktivnih brezni z večjim dotokom vode v primerjavi z nimi v sosesčini, lahko poleg geoloških okoliščin ustvari pogoje za oblikovanje podzemnega kraškega razvodja.

Pri intenzivnem epirogenetskem dviganju ozemlja nastanejo subvertikalna brezna, ki so lahko različnega izvora (vadozna brezna, freatični skoki itd.), povezave med njimi pa se, kot smo poudarili, izoblikujejo v obdobjih zmanjševanja predvsem pa prenehanja te aktivnosti. V prvem primeru se brezna, in galerije povezujejo oziroma stikajo pod topim kotom (sl. 5c - Habečkovno brezno, točki P in P<sub>1</sub>); prisotna je tako vertikalna kot horizontalna komponenta. Če dviganje ozemlja zamre, pa se brezna in galerije stikajo skoraj pod pravim kotom oziroma v obliki velike črke L ali obrnjene velike črke T. Da taki primeri res obstoje nas prepričajo razmere na dnu Habečkovega brezna (sl. 5c) ter okoliščine v 105 metrov globokem breznu v Hrenovških talih (kat. št. 930) severno od Postojne, ki jih je prikazal Jenko (1959b, sl. 1).

Zaradi oživljanja in zamiranja epirogenetskih premikov se oblikujejo zapletene povezave vertikalnih in horizontalnih jamskih prostorov v več nivojih, tako znotraj neprežete kakor tudi prežete cone.

Z upoštevanjem fenomena pliocenske izravnave in paleohidrografskih razmer, je potekalo oblikovanje kraškega podzemlja na Idrijskem nekako takole.

Na območju SW, južno in SE od Idrije ni mogoče razmejiti predkraško od kraške faze. Zakrasevanje je pričelo že v obdobju, ko je na površju še vladal rečni režim in se je na zgornjetriasnem dolomitu oblikoval normalni relief (sl. 2 do 4).

To velja predvsem za območje Pevc - Žgavec - Klavžar - Vitez (sl. 4). Kot kaže geološki prerez št. 4 (sl. 3), so bili skladi zgornjetriasnega dolomita nad apikalnim delom antiklinalno

upognjene narivne ploskve tam zelo tanki (točka t). Ob epirogenetskem dviganju ozemlja in posledičnem zniževanju reliefa so se v jedru omenjene antiforme pokazali kredni apnenci, položno nagnjeni narivni stik z zgornjetriasnim dolomitom pa se je premeščal proti SW in NE. Za boljše predstavo naj navedemo naslednji podatek. Pri vpadu narivne ploskve 15° in znižanju izravnane ozemlja za 100 metrov, se stik med omenjenima kameninama premakne v horizontalni smeri za 373 metrov.

Medtem ko je narivni rob med krednim apnencem in glavnim dolomitom na jugozahodnem delu nekdanje antiforme še ohranjen (točka m), je na severovzhodu izginil s površja zaradi grezanja ob Zalinem prelomu (sl. 3, prerez 4; Mlakar, 1969, sl. 1). S slike 2 in 4 je razvidno, kje od Mohoriča naprej danes poteka jugozahodni narivni stik. V točki S je drsna ploskev na Idrijskem najlepše razgaljena, ima elemente 195/35° in se je ohranila pri razcepu kolovozov 470 metrov NW od Andrejčka<sup>3</sup>.

V takih okoliščinah so v začetni fazi vzdolž osi antiforme, ki je potekala v pasu Brinov grič (kota 747 m) - Klavžar (sl. 2 in 4), pričeli nastajati podobni manjši kraški objekti, kakršne je opisal Čar (1974a, b) pri Idriji. Skoraj gotovo gre za najstarejše kraške pojave na Idrijskem. S širjenjem tektonskega okna se je zakrasevanje razmahnilo. Od 48 brezen v 10 km dolgem pasu Tičnica - Vitez (sl. 4), jih je 60 % krajših od 19 metrov (polovica od teh pade v interval med 10 in 15 metrov). Okrog 23 % brezen je globokih od 20 do 50 metrov in le 8 (17 %) je globljih od 50 metrov.

Zanimivo je, da na obravnavanem ozemlju ne poznamo vadoznih brezen z globlinami od 95 (3 - Pevčevo brezno) do 350 metrov (1 - Habečkovo brezno). Statistična obdelava podatkov je še pokazala, da med globlinami brezen kakor tudi med kotami dna brezen in oddaljenostjo od jugozahodnega narivnega roba ni korelacije. Ta pa obstoji med globlinami in kotami dna brezen. Z višanjem kote dna se zmanjšuje globina brezen, kljub danes že precej razgibanem reliefu. Ta zakonitost lepo izstopi šele na strukturalni karti, ki upošteva kote dna brezen. Kot kaže sl. 4 dajejo izolinije enakih kot dna brezen podobo v dinarski smeri razpotegnjene antiforme. V njenem jedru so dna brezen v višini okrog 700 metrov, na obrobju pa najdemo brezna z najnižjimi kotami dna.

Os omenjene "antiforme" sovпада z osjo antiklinalno upognjene narivne ploskve med krednim apnencem in zgornjetriasnim dolomitom (sl. 3, prerez 4), zato upravičeno sklepamo na neko povezavo. Menimo, da je sam nastanek vadoznih brezen pogojevalo premeščanje vodonosnega narivnega roba med krednim apnencem in glavnim dolomitom proti SW in NE kot posledica zniževanja erozijskega reza, zato so brezna v teh smereh čedalje mlajša. Globina brezen pa se je v omenjenih smereh povečevala skladno z nižanjem krajevne erozijske baze, vezane na hitro retrogradno napredovanje Idrije. Od središča "antiforme" proti njenemu obrobju so vadozna brezna druga za drugim izgubljala svojo aktivno vlogo in obtičala sredi brezvodnega kraškega sveta.

---

<sup>3</sup> Na tektonsko zglašeni površini iz zgornjekrednega apnenca je vklesan napis "Tu je bila firma u letu 1717" s podpisom J.B.F. Po pripovedovanju domačinov napis opozarja na mesto, kjer se je tega leta na jasi sredi koševniških gozdov zaradi nenavadnega spleta okoliščin odvijal birmanski obred. Nasprotno pa ledinska oznaka Gladke skale z območja 350 m južno od Tičnice (tik pod verskim znamenjem) ni povezana s tektonskimi dogajanjem. Erozijska je tod zastala na eni izmed lezik lepo ploščatega spodnjekrednega apnenca v subhorizontalni legi; gre za pojav povezan s sedimentacijo karbonatne kamenine. Po rekonstrukciji ceste gladke skalnate površine ni več in že naslednja generacija bi bila v zadregi glede izvora v geološki literaturi večkrat omenjene oznake Gladke skale (G.S. - sl. 4 in 5c).

Taka usoda čaka npr. tudi požiralnik severno od domačije Habeček v višini 660 m (sl. 4 točka e), kjer Koševniški potok ponikne ob narivnem stiku med zgornjekrednim apnencem in zgornjetriasnim dolomitom ter pred našimi očmi oblikuje aktivno brezno ter onega pri Kovaču z ustjem še v glavnem dolomitu (sl. 4, točka f). Obe brezni se bosta prej ali slej odprli proti površini, se uvrstili med najgloblja na Idrijskem ter segli do nivoja današnje povezave med Habečkovim breznom in Divjim jezerom oziroma Podrotejo (kota 274 m, sl. 5c).

Poleg omenjenih požiralnikov in še nekaj manjših v Idrijskem Logu in Zadlogu ter podzemnih dotokov iz smeri Godoviča, Hotedršice, Lomov in Vodice (Gospodarič & Habič, 1976; Habič, 1987) napajajo izvire pri Podroteji in Divjem jezeru najbrž še vode iz številnih tako ali drugače med seboj povezanih nepoznanih zakritih brezen, ki nastajajo predvsem v z razpokami in prelomi deformiranih sinklinalno upognjenih območjih narivnega stika med krednim apnencem in zgornjetriasnim dolomitom širom po Idrijskem Logu in Zadloški planoti.

V obdobju, ko je bilo povirje retrogradno napredujoče Idrijce še nekje severno od mesta (točka D), je predhodnica Senčnega potoka tekla v bližini Habečkovega brezna (1 - sl. 4) in do pretočitve sodelovala pri njegovem nastanku; v globino je ponikal del rečne vode. Razlaga z ojezeritvijo Črnovrškega podolja in ponikanju jezerske vode na tem mestu (Habe et al. 1955, 33) ni prepričljiva.

Podobno vlogo je imela Nikova v zgodnji fazi nastajanja predpostavljene vadozne brezna, katerega spodnji del danes obravnavamo kot Divje jezero. Malo je namreč verjetno, da se Padarca (Lačna voda) samo naključno izliva v Idrijco prav njemu nasproti. Retrogradno napredujoča Idrijca je dosegla območje Divjega jezera v današnji nadmorski višini okrog 650 metrov (sl. 5c, točka R<sub>3</sub>) in prekinila to povezavo.

Za obstoj vadozne brezna na lokalnosti Divje jezero v tem pa tudi v kasnejšem obdobju nimamo nikakršnih materialnih dokazov in jih tudi nikoli ne bomo našli. V tej fazi raziskav je naš namen le uskladiti predpostavljena dogajanja na tem mestu z onimi na širšem prostoru.

Ponujamo naslednjo razlago. Poglavljanje vadozne brezna v oddaljenosti okrog 150 metrov od Idrijce (še brez medsebojne povezave) je bilo v naslednjem obdobju pogojeno s prelivnim izvirom na stiku krednega apnenca in glavnega dolomita v osi sinklinalno upognjene narivne ploskve (točka U).

Tak izvir se javlja danes v višini 700 metrov NW od gozdarske hiše na Pevcu (sl. 5c, točka U<sub>1</sub>) in je vezan le na vodozbirno območje Pevčeve tektonske krpe (0,125 km<sup>2</sup>), ki je imela nekdanj znatno večji obseg, še prej pa je bila povezana z dolomitnim zaledjem južno od tam.

Najtežje je obrazložiti način poglavljanja predpostavljene vadozne brezna na lokalnosti Divje jezero med točkama R<sub>4</sub> in R<sub>5</sub> (sl. 5c), saj se je vodonosni narivni rob že umaknil proti jugu in se je brezno odpiralo sredi krednega apnenca, toda že s prisotno zvezo z Idrijco.

Morda se je na tem najbolj prepustnem mestu ob reki - zaradi dviganja ozemlja, oblikoval požiralnik v katerega je izginjal del rečne vode, kar se občasno dogaja še danes v drugačnih okoliščinah pri nižjem erozijskem rezu.

Vse kaže, da povezava med Idrijco in vertikalnim breznom obstoji že dolgo (sl. 5c, točka R4). Erozijska reka Idrijce je v končni fazi zlagoma odstranila severozahodno ostenje nekdanjega brezna oziroma požiralnika. Z odpadanjem apnenčevih kosov in blokov iz še danes ohranjenih jugovzhodnih sten se je velikost kraškega objekta precej povečala (podobnost s koliševkami), obenem pa skoraj zabilasala njegova zasnova.

Podzemni vodni rov v Divjem jezeru je pod nivojem današnje krajevne erozijske baze (Podroteja - 329 m). Gladina Divjega jezera (330 m) je namreč približen piezometrični nivo kraške podtalnice

v krednem apnencu (Mencej, 1969, 28). Po podatkih Svetličiča (1996, 60) je po preplavanih 300 metrih vodni rov že 112 metrov pod jezersko gladino - torej na koti 218 metrov, povprečni vpad poševnega vodnega rova pa znaša  $23^\circ$  in se še spušča. Razmere smo predstavili shematsko na sliki 5c. Pri nedavnih potapljanjih so globino (112 m) menda presegle za 12 metrov.

Zanimivo je, da se po teh podatkih rov v spodnji tretjini zasuka iz dinarske smeri proti vzhodu; morda sledi že omenjeni narivni ploskvi znotraj karbonatnih kamenin.

Za obstoj rova pod nivojem današnje erozijske baze sta možni dve razlagi. Po prvi, teoretski predpostavki, bi omenjeni vodni rov lahko nastal nad nivojem nekdanje - znatno nižje erozijske baze, po drugi pa v okoliščinah podobnih današnjim.

Prva razlaga v našem primeru ne pride v poštev, saj za kasnejše močno grezanje ozemlja nimamo dokazov, druga pa dopušča eno samo rešitev. Gre za freatičen rov, ki ga je v geološko predisponirani smeri izoblikoval vodni tok pod pritiskom znotraj prežete cone, kar kažejo njegovi okroglasti profili.

Če se sprijaznimo s predpostavko o vadoznem breznu, se sestoji kraški objekt Divje jezero iz dveh genetsko različnih delov, iz komaj še zaznavnega subvertikalnega brezna z nekdanjim gravitacijskim pretakanjem vode v neprežeti coni ter pod nivojem 330 metrov iz mlajše poševno nagnjene galerije, v kateri se voda v prežeti - freatični coni še danes pretaka od spodaj navzgor pod pritiskom (sl. 5c). V nasprotnem primeru je poglobljajoča se struga Idrijce le prerezala star jamski sistem katerega del je na levem bregu najbrž tudi Jama nad Kobilo (11). Toda v takih okoliščinah bi pričakovali kraški izvir tik ob Idrijci pod strmo apnenčevo steno in ne okrog 150 m stran znotraj oblike podobne koliševki, kar govori za nekdanjo prisotnost vadoznega brezna.

V freatičnih pogojih pretakanja vode so se izoblikovale tudi dokazane povezave npr. med brezni in požiralniki na Koševniku in Črnovski planoti z Divjim jezerom ali Podrotejo o katerih so poročali Habe s sodelavcema (1955), Gospodarič in Habič (1976) ter Habič (1987). Menimo, da gre za rove z večjim profilom, kar kažejo veliki dotoki vode, ki se pojavijo v Divjem jezeru kmalu po močnem deževju; Habič (1972) omenja celo pretok več kot  $60 \text{ m}^3/\text{sek}$ . Eno izmed takih - domnevnih povezav in sicer med Habečkovim breznom (1) in Divjim jezerom (2) kaže prerez 5c.

Povezave med kraškimi objekti na koti 218 metrov in še nekaj nižje so najbrž sorazmerno mlade in nastale v obdobju mirovanja ali relativnega zatišja v procesu epirogenetskega dviganja ozemlja. V takih okoliščinah je nastalo kar nekaj kraških objektov na Idrijskem. Gre za subhorizontalne rove, ki se javljajo bodisi osamljeni ali vezani na posamezna brezna.

Pri današnji stopnji poznavanja te problematike lahko izdvojimo tri take nivoje z vsaj po dvema kraškima objektoma. Na koti okrog 400 metrov sta Jama v Zali (27 - kat. št. 4064) ter Jama pod Kevdrom (14), ki smo jo opisali podrobneje. Največ galerij je v nivoju okrog 580 metrov. Poleg Ravbarske jame (13) so tu še rovi v Breznu pri Mrzlici (28 - kat. št. 2423) ter v Jami pri Mrzlici (29 - kat. št. 2424) južno od Godoviča, rovi spodnjega dela Ciganske jame pri Predgrizah (20 - kat. št. 0493) iz katere se navzgor odpirajo kamini ter horizontalni odcep v Breznu pri Špiku (30 - kat. št. 2052). Zdi se, da se bo nivo 580 metrov izkazal kot zelo pomemben za korelacijo in določanje relativne starosti kraških objektov na širšem prostoru. V najvišjem nivoju - okrog 650 metrov je Mohoričev hram severno od Idrijskega Loga (31 - kat. št. 0157) vezan za subvertikalni prelom (smer  $175^\circ$ ), Horvatova jama (32 - kat. št. JKI 259) in rovi v Jožefovem breznu pri Podjesenu (33 - kat. št. 2200). Subhorizontalnih jamskih prostorov, ki bi ustrezali onim na kotah 527 metrov (točke 12 do 14) ter 450 metrov (točke 20 do 23) v Habečkovem breznu (Habe et al. 1955, priloga 1) za zdaj ne poznamo.



Na tem mestu naj opozorimo še na zanimivo podrobnost. Prelome in razpoke v smeri sever - jug sicer najdemo povsod na obravnavanem ozemlju, a vse kaže, da se kopičijo v posameznih pasovih. Danes znani snopi prelomov so oddaljeni med seboj 5 do 6 km. Gre za Kanomeljski, Idrijski in Žirovski snop prečnoalpskih prelomov; zadnja dva je prostorsko opredelil in poimenoval Premru (1976a). Kot lahko razberemo s 4. slike je na Idrijski snop prelomov in razpok vezanih mnogo požiralnikov, jam in brezen v pasu Habečkovo brezno (1) - Ravbarska jama (13), kar smo zaslutili že pred leti (Mlakar, 1972). Sem spadajo še prelomi v Idrijskem rudišču, ter oni vzdolž reke Idrijce severno od tam.

Neke vrste simetrija velja tudi za prečnodinarske prelome oddaljene med seboj 5 do 6 km, ki smo jih poimenovali kot Masorski, Spodnjeidrijski, Struški in Smreški snop (sl. 4), vendar njih povezanosti z nastankom kraških objektov ni opaziti, kar je razumljivo, saj so prelomi zmičnega značaja. S podrobno obdelavo že doslej zbranih podatkov iz arhiva Jamarskega društva Idrija bi najbrž odkrili še nove zakonitosti, vendar je do natančne rekonstrukcije dogajanj v pliocenu še daleč. Vsaj del nakazane problematike bo mogoče reševati z računalniškim pristopom.

Geološka zgradba ozemlja Zadlog - Idrijski Log. - Koševnik (Mlakar, 1969; Grad & Ferjančič, 1974) in postojnskega območja (Gospodarič 1976 sl. 3; Čar 1982; Čar & Gospodarič 1984) sta nenavadno podobni. Na položno nagnjeni skladovnici spodnje in zgornjekrednih kamenin leži erozijsko - diskordantno fliš terciarne starosti. Obe območji je nekdaj prekrivala narivna enota iz zgornjetriasnega dolomita, na Idrijskem se je ohranila celo kot tektonska krpa (Pevc), na postojnskem območju pa je odstranjena. Na zelo položno narivnico kažejo tam le razmere na severnem in severovzhodnem obrobju krednih skladov (Placer, 1994/95, sl. 6); Čar (1982, 90) omenja povprečni vpadni kot 20 do 25°. Podatek, da gre na Idrijskem za narivni stik med, Koševniško in Čekovniško vmesno lusko, v drugem primeru pa med Snežniško narivno grudo in Hrušiškim pokrovom (v smislu Placerja, 1981, 1998) je morda za nastanek krasa pomemben, a ga danes še ne znamo vrednotiti.

Medtem ko na Idrijskem še lahko zaslutimo, kaj se je dogajalo v začetnem obdobju nastajanja kraških objektov, je na Postojnskem ta slika zaradi globljega erozijskega reza že zabrisana. Območji sta med seboj oddaljeni v zračni črti le okrog 25 km, zato upravičeno sklepamo, da sta se v mlajšem terciarju preoblikovali pod enakimi napetostnimi stanji in kraški objekti so se morali razvijati po več ali manj enakem modelu.

Ena izmed posebnosti postojnskega območja so kotlaste vrtače s prepadnimi skalnimi stenami (Unška in Planinska koliševka); takih kraških oblik na Idrijskem ne poznamo. Nekatere značilnosti koliševk najdemo le na lokalnosti Divje jezero.

Menimo, da nastanejo koliševke na mestih z zelo neugodnimi stabilnostnimi razmerami (sečišča močnejših prelomov in razpok itd.). V najstarejši fazi nastanka gre po našem mnenju v obeh primerih za brezni, ki sta prešli v podornici in z odnašanjem kršja močno povečali svoje dimenzije.

Udornica - navadno podolgovate oblike, običajno nastane v neugodnih stabilnostnih razmerah kjerkoli nad podzemnim tokom ali suho jamo če sta plitvo pod površino, pri oblikovanju vodoznega brezna pa v začetni fazi sodeluje površinski vodotok, kar je bistvena razlika med njima. V našem primeru gre za kombinirani nastanek koliševk. Znane podatke o nastanku podornic je povzel Čar (1982).

Kot lahko sklepamo iz novejših natančnih geoloških kart tega prostora (Gospodarič, 1976, sl. 3; Čar & Gospodarič, 1984, sl. 1), nakazuje prostorska lega Unške koliševke nekdano - prastaro povezavo med Rakovim Škocjanom in Planinsko jamo, Planinska koliševka pa med njo in preko



Vodnega dola s postojnskim jamskim sistemom; to zadnjo povezavo omenja npr. Gospodarič (1976, 117).

Posebno pozornost zaslužijo nenavadna dogajanja v vhodnem delu Planinske jame. Gospodarič (1976, 64, 118) je zapisal, da podzemna Pivka ni tekla mimo Paradiža samo proti današnjemu izhodu Planinske jame, temveč tudi skozi Rakov rokav Planinske jame proti Malnom. Ker v delu jame od sotočja Pivškega in Rakovega rokava do današnjega vhoda v Planinsko jamo ni nekaterih jamskih usedlin značilnih za širše območje (Gospodarič, 1976, 56) menimo, da gre za mlajši preboj iz že zdavnaj prisotnega jamskega sistema podzemne Pivke na površino, manj verjetno pa za povezavo z nekim breznom severno od tam.

Kot bi lahko sklepali iz geološke karte, ki sta jo pokazala Čar in Gospodarič (1984, sl. 1 in 2), je zgornjetrisni dolomit Hrušiškega pokrova prekrival kredne apnenice Snežniške narivne grude (v smislu Placerja 1981, 1998) tudi na območju Rakovega Škocjana, čeprav osnovna geološka karta list Postojna (Buser et al. 1967) kaže drugače. Pri predpostavljene vpadnem kotu narivnice za 15° proti NE, bi bil noriški dolomit nad Rakovo dolino nekdanj na koti okrog 950 metrov, torej 430 metrov nad današnjim vodotokom. Če erodirani del narivnice nad Rakovim Škocjanom izravnamo (sl. 3, skica 3b), pa znaša ta višina komaj 200 metrov in je še manjša, če narivnico upognemo rahlo navzdol. Iz izkušenj namreč vemo (sl. 3 in Mlakar, 1969), da so vse narivnice sinklinalno ali antiklinalno upognjene, ali pa si strukturni obliki različnega velikostnega reda sledita druga drugi. S tako predpostavko dobimo nad Rakovim Škocjanom geološko sliko podobno oni v talnini Slaniške tektonske polkrpe (Mlakar, 1969, sl. 3, profil 4). V prvih dveh primerih bi bila izračuna o količinah erodiranega krednega apnenca zelo različna.

V omenjeni dokumentaciji sta Čar in Gospodarič (1984) vse kraške objekte obravnavala kot udornice. Toda v vhodni odprtini Tkalca jame (naravoslovna učna pot - točka 13) zlahka prepoznamo nekdanje vadozno brezno (v ostenju so še vidni sledovi vertikalnega pretakanja vode), kar velja nedvomno za ovalno odprtino 40 metrov NE od cestnega križišča na izvornem delu Rakove doline. Na tem mestu je že Silan (1995) vrisal brezno. Morda bi morali sem prišteti še udorno vrtačo Kotel (naravoslovna učna pot - točka 8a).

Menimo, da imamo v vseh primerih opraviti s spodnjimi deli subvertikalnih vadoznih brezen (sl. 3, skica 3b) in opozarjamo, da se odpira brezno pri križišču prav nad Rakovo strugo v podzemlju.

V območju Malega naravnega mostu so številne odprtine, ki se danes kažejo kot udornice. Prepričani smo, da je bila marsikatera izmed njih zasnovana kot brezno, ki je preko korozijskega širjenja odprtine (koliševka) prešla v udornico. Z njih združevanjem ter odnašanjem podornega materiala se Rakova dolina pred našimi očmi širi in podaljšuje proti vzhodu, traso vodotoka Rak pa je opredelila povezava med Tkalčevim breznom in onim jugovzhodno od tam.

Predpostavke o geoloških razmerah na nivoju pliocenskega ravnika so proti jugovzhodu še bolj nezanesljive. Na območju Cerknškega polja lahko sklepamo na prisotnost Hrušiškega pokrova le z ekstrapolacijo znanih razmer pri Rakeku, sam nastanek obsežnega polja pa se je po našem mnenju odvijal po enakem modelu kot smo ga nakazali za Rakov Škocjan.

Praktično vsa vadozna brezna in galerije na celotnem območju od Postojne do Cerknškega polja se javljajo v višinskem intervalu med 450 in 550 metri, kar verjetno ustreza onim iz starejšega obdobja zakrasevanja na Idrijskem (Ravbarska in Ciganska jama itd.), kjer je najbrž ključ za reševanje starostne problematike.

Na sliki 5c z ohranjenimi razmerami iz začetnega obdobja zakrasevanja, kakršne predvidevamo tudi za širši prostor, lahko pokažemo kakšni so lahko odnosi med erozijskim rezom ter galerijami

oziroma posameznimi brezni. Erozija nad Postojnsko jamo je segla do kote okrog 400 metrov na tej sliki, v Rakovem Škocjanu skoraj do nivoja povezave med brezni (sl. 3, skica 3b), na območju Cerkniškega in Planinskega polja pa prav do tam. Opisane - na prvi pogled nezdržljive okoliščine na posameznih lokacijah torej lahko obrazložimo kot različne erozijske stadije v okviru istega modela.

S podobno - čeprav težavnejšo rekonstrukcijo kakršno smo opravili na Idrijskem in bi zajela ves prostor med Nanosom, Pivko in Starim trgom tja do Ljubljanskega barja, bi brez dvoma lahko nadgradili dosedanja spoznanja o nastanku zelo zanimivih kraških pojavov na tem prostoru.

S preprosto in na videz logično interpretacijo, da površinski vodotoki na stiku s karbonatnim, apnenčevim masivom poniknejo v globino in ustvarijo splet jamskih prostorov, ni mogoče obrazložiti vso pestrost kraških pojavov na Idrijskem. Na tem prostoru se vsiljuje naslednja razlaga. Površinski vodotoki sodelujejo pri nastajanju kraškega podzemlja v dveh fazah. V prvi - zgodnji pri prevladovanju epirogenetskega dviganja ozemlja, površinski vodotoki oblikujejo vadozna brezna in posledično povezave med njimi. V drugi - kasnejši fazi pa si površinski vodotoki na tak ali drugačen način lahko najdejo stik z že v prvi fazi zasnovanim, oziroma že prisotnim kraškim podzemljem, ki sestoji iz vadoznih brezen ter povezav med njimi (horizontalni rovi, poševno nagnjene galerije).

Površinski - alogeni vodni tokovi nato s svojo izdatnostjo le še širijo že obstoječe jamske prostore, ali jih drugače preoblikujejo. Na idrijskem je prisotna prva faza oblikovanja kraškega podzemlja, začetek druge pa nakazuje povezovanje Idrije s kraškim podzemljem pri Divjem jezeru. Postojnski prostor je tipičen primer, kjer sta prisotni obe fazi, vendar je povezava med njima že močno zamaskirana. Drugod (Rakov Škocjan, Planinsko in Cerkniško polje) se za takšno ali drugačno opredelitev težko odločimo; vsaj na območju Rakovega Škocjana gre za prvotno povezavo med vadoznimi brezni.

Šušteršič se je ukvarjal z modelom nastanka čistega krasa. Če v okviru predstavitve drenažnega sistema (Šušteršič, 1996, sl. 1d) obravnavamo vertikalne linije kot brezna, horizontalne pa kot povezave med njimi, dobimo sliko prve faze nastanka podzemnega kraškega sveta na Idrijskem. Tudi večino izmed osmih pogojev potrebnih za nastanek čistega krasa, ki jih je obravnaval raziskovalec, zlahka uskladimo z okoliščinami na obravnavanem ozemlju.

V primerjavi s konceptualnima modeloma razvoja krasa kakršna sta predstavila Brenčič (1994/95) in Šušteršič (1996), opozarjamo predvsem na novosti iz začetnega - najmanj poznane obdobja tega procesa in poudarjamo, da temelje naše predstave na konkretnih, prav na Idrijskem lahko preverljivih podatkih, kjer je zgodnjetriasni dolomit še v fazi odstranjevanja.

Razmišljanja o oblikovanju kraškega podzemlja na Idrijskem in Postojnskem lahko strnemo takole. Aktivna vadozna brezna zakoličijo osnovno mrežo podzemnih vodnih tokov kot povezavo med njimi, kasneje pa se ta navadno spoji z ono na površju - v nekaterih primerih od znotraj navzven.

Na vprašanje, ki si ga je zastavil Šušteršič (1999) "Ali postaja kras bolj predvidljiv", se že nakazuje odgovor. Ključ za razumevanje nastanka podzemnega kraškega sveta in njegove razporeditve v prostoru je lociranje in preučevanje predvsem vadoznih brezen, najbolj obetavna območja za oblikovanje podzemnih jamskih prostorov pa so znotraj antiklinalnih struktur. V naslednjem raziskovalnem obdobju je treba breznom, povezavam med njimi in antiformam nameniti največjo pozornost.

Tabela 1: Kemične analize glinavcev in meljevcev (%).  
 Table 1: Chemical analyses of shales and siltstones (per cent).

Komponenta Constituent	Klark (glinavec) Clarke value (Shale)	glinavci - Shales							meljevci - Siltstones				
		1*	6*	18*	22*	29	36*	31	2*	19*	37*		
SiO <sub>2</sub>	58,10	51,10	65,40	42,40	37,20	27,70	48,50	60,90	49,30	52,90	59,50		
TiO <sub>2</sub>	0,65	0,73	1,16	0,06	0,54	0,91	0,39	0,40	0,92	0,76	0,69		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,40	19,81	20,90	13,20	14,10	16,40	7,22	19,30	20,41	13,50	10,70		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,02	3,24	1,23	1,58	1,82	0,88	0,91	1,31	3,29	2,83	8,52		
FeO	2,45	3,94	0,42	1,27	1,75	1,67	1,16	1,67	4,82	2,40	1,06		
MnO	-	0,10	< 0,01	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,17	0,06	0,06		
MgO	2,44	2,48	1,11	1,28	7,05	9,18	8,30	1,25	2,74	2,60	2,34		
CaO	3,11	1,48	0,20	17,80	12,20	14,20	11,90	2,29	1,27	8,71	2,42		
Na <sub>2</sub> O	1,30	0,64	0,42	0,37	0,32	0,86	0,54	2,00	0,63	0,54	0,20		
K <sub>2</sub> O	3,24	6,30	4,00	4,20	3,90	1,60	2,40	3,10	4,20	4,10	1,87		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	0,20	0,17	0,15	0,09	0,06	0,05	0,09	0,25	0,17	0,08		
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	5,00	4,46	4,65	2,33	3,33	5,15	1,81	2,98	3,65	2,28	4,15		
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		0,77	0,71	0,52	0,98	1,32	0,44	0,32	0,65	0,49	0,93		
C O <sub>2</sub>	2,63	6,25	0,30	14,60	16,40	20,20	16,10	2,68	7,38	8,50	3,17		
C org	0,80	0,90	< 0,01	0,16	< 0,01	1,89	1,90	1,47	1,10	0,11	0,40		
SO <sub>3</sub>	0,64	0,22	S 0,50	0,78	S 2,10	0,76	0,27	1,26	0,37	S 2,22	S 5,73		
Žaro izguba - Ign. loos	10,10	4,88	16,80	17,60	25,20	17,70	6,45	11,00	9,55	9,36			
Vsota - Total	100,85	100,48	100,24	100,86	101,50	101,50	101,50	100,75	100,50	101,68	100,89		
Spec. teža - Spec. weight	2,64	2,58	2,75	2,49	2,63	2,67	2,58	2,59	2,81	2,70			

Tabela 2: *Kemične analize peščenjakov in konglomeratov (%)*.  
 Table 2: *Chemical analyses of sandstones and conglomerates (per cent)*.

Komponenta Constituent	Klark (peščenjak) Clarke value (Sandstone)	peščenjaki - Sandstones										konglomerati Conglomerates		
		3*	7*	16*	17	30	38*	33	50	51	4	8	32*	
SiO <sub>2</sub>	78,33	66,10	84,90	66,70	78,90	20,20	74,30	70,00	75,80	63,50	82,00	97,10	6,20	
TiO <sub>2</sub>	0,25	0,66	0,40	0,46	0,42	0,52	0,47	0,42	0,33	0,39	0,25	0,08	< 0,01	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,77	12,71	5,94	9,58	9,20	8,86	6,76	14,60	12,10	12,20	5,20	0,97	3,10	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,07	3,33	1,10	1,21	0,51	0,47	7,31	0,55	1,27	1,13	0,53	0,73	1,06	
FeO	0,30	0,96	1,47	0,34	1,00	2,24	1,06	1,53	0,69	3,74	1,44	0,33	0,70	
MnO	-	0,05	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,04	0,03	0,09	0,04	0,02	< 0,01	
MgO	1,16	2,03	1,34	3,53	2,24	9,34	0,55	1,43	0,90	1,44	1,88	0,12	19,20	
CaO	5,50	2,00	0,82	2,95	1,45	25,00	0,56	1,90	1,20	5,96	3,50	0,08	26,50	
Na <sub>2</sub> O	0,45	0,30	0,10	0,15	0,46	1,80	0,13	2,90	4,00	3,40	1,00	0,03	0,15	
K <sub>2</sub> O	1,31	2,80	0,54	0,88	3,70	0,80	0,80	3,40	1,10	0,50	0,69	0,20	0,19	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,18	0,06	0,15	0,22	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06	0,10	0,02	0,06	
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,63	2,76	1,62	3,33	1,56	1,92	2,22	1,98	1,48	2,51	0,42	1,04	0,99	
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,25	0,25	0,28	0,25	0,30	0,66	0,41	0,19	0,76	0,64	0,07	0,09	0,09	
C O <sub>2</sub>	5,03	5,71	0,53	8,36	0,41	28,50	0,20	1,28	0,50	5,02	3,31	0,08	40,50	
C org	0,35	< 0,01	0,02	0,02	0,09	0,43	0,37	0,13	< 0,01	< 0,01	0,09	0,02	0,05	
SO <sub>3</sub>	0,07	0,31	S 2,08	1,86	< 0,01	0,86	S 7,73	0,42	1,26	S 0,44	0,41	0,12	S 1,36	
Žaro izguba - Ign. loos	8,28	3,03	10,50	1,92	29,2	7,73	2,92	6,45	6,59	3,31	0,59	39,5		
Vsota - Total	100,25	100,93	99,54	100,19	101,10	102,54	100,63	100,72	100,39	100,87	100,94	100,08		
Spec. teža - Spec. weight	2,62	2,70	2,62	2,58	2,72	2,81	2,49	2,62	2,51	2,47	2,61	2,84		

Tabela 3: Kemične analize dolomitov (%).  
Table 3: Chemical analyses of dolomites (per cent).

Komponenta Constituent	9*	11*	14*	15*	5*	21*	25*	26	28*	43	46*	49	41*	55	56
SiO <sub>2</sub>	4,65	2,88	3,05	8,18	13,20	10,10	<0,01	<0,01	1,65	0,01	0,16	<0,01	3,02	1,31	<0,01
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,05	0,10	0,06	0,05	0,16	0,21	0,01	0,05	<0,01	0,01	0,03	<0,01	0,02	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,49	1,47	0,54	1,32	2,09	2,30	0,40	0,20	2,31	0,79	0,08	0,59	0,90	0,41	0,32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,70	<0,01	0,36	0,56	0,69	0,10	0,11	0,10	0,86	0,12	0,17	0,07	0,27	0,16	0,05
FeO	0,26	0,46				0,53									
MnO	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	<0,01	<0,01	0,35	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
MgO	21,86	19,80	20,60	19,5	18,10	17,50	21,40	21,30	18,50	22,00	20,20	21,80	20,20	21,80	22,00
CaO	30,41	27,50	28,80	26,7	24,70	28,00	30,80	30,80	30,40	28,20	32,00	29,70	29,20	28,8	29,50
Na <sub>2</sub> O	0,20	0,30	0,10	0,03	0,10	0,20	0,07	0,08	0,05	0,08	0,04	0,11	0,07	0,04	0,02
K <sub>2</sub> O	0,36	0,24	0,09	0,12	0,21	0,48	0,01	0,02	0,02	0,04	0,01	0,10	0,08	0,03	<0,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,01	0,06	0,04	0,08	0,02	0,07
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,85	0,70	0,29	0,36	0,98	0,65	0,23	0,23	0,27	0,19	0,30	0,31	0,36	0,29	0,02
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,10	0,11	0,09	0,09	0,10	0,15	0,09	0,05	0,08	0,05	0,09	0,17	0,12	0,08	0,10
C O <sub>2</sub>	47,73	42,20	43,90	42,5	39,60	39,80	47,00	47,00	45,10	47,70	46,70	47,00	45,20	46,60	47,30
C org	0,69	1,13	0,00	0,00	0,00	0,15	0,48	0,08	0,00	<0,01	1,16	<0,01	<0,01	0,01	0,00
SO <sub>3</sub>	1,37	0,88	0,18	0,48	0,57	50,44	0,19	0,31	0,11	0,01	0,29	0,07	0,55	0,24	0,04
Žarar izguba - Ign. loos	42,3	44,30	45,20	42,20	39,60	39,70	46,80	46,80	45,10	47,00	46,50	46,70	45,00	46,30	47,10
Vsota - Total	100,00	101,22	101,47	99,85	99,87	100,37	100,48	100,96	99,71	99,18	101,19	99,85	99,96	99,74	99,37
Spec. teža - Spec. weight	2,65	2,74	2,84	2,77	2,88	2,87	2,78	2,80	2,80	2,73	2,69	2,64	2,82	2,74	2,71

Tabela 4: *Kemične analize apnencev (%)*.  
 Table 4: *Chemical analyses of limestones (per cent)*.

Komponenta Constituent	10	12	13	20*	24	34	42*	54*	47	48	52	53	57	58	60
Klark (glinovec) Clarke value (Shale)	5,19	4,86	1,90	6,34	1,03	0,18	7,81	9,48	1,05	<0,01	3,66	<0,01	<0,01	<0,01	0,90
Čisti apnenec Pure limestone	0,06	0,05	0,05	0,08	0,03	<0,01	0,18	0,16	0,01	0,05	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	0,81	1,16	0,69	0,74	0,73	0,61	2,91	1,59	0,30	0,31	1,04	0,04	0,46	0,56	0,60
	0,29	0,58	0,28	0,89	0,18	0,11	0,59	2,72	0,12	0,03	0,23	0,04	0,07	0,05	0,13
	0,54						0,50								
MnO	0,05	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,01	0,16	0,06	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
MgO	7,90	1,96	2,26	3,73	0,40	1,60	6,70	2,82	0,05	1,09	1,50	0,52	2,42	0,56	1,16
CaO	56,00	48,80	51,30	46,10	54,40	53,60	39,20	43,90	55,00	54,60	50,80	54,90	52,50	54,90	53,10
Na <sub>2</sub> O	0,05	0,23	0,06	0,03	0,07	0,05	0,27	0,11	0,04	0,05	0,06	0,01	0,04	0,05	0,05
K <sub>2</sub> O	0,33	0,41	0,07	0,12	0,02	0,02	0,88	0,56	0,02	0,03	0,06	0,01	0,01	0,03	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,01	0,03	0,04	0,05	0,02	0,08	0,03	0,07	0,03	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,56	0,56	0,23	0,68	0,26	0,13	0,81	1,20	0,36	0,10	0,21	0,09	0,23	0,23	0,27
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,21	0,13	0,08	0,12	0,08	0,05	0,30	0,41	0,11	0,05	0,08	0,04	0,07	0,08	0,09
C O <sub>2</sub>	44,00	40,30	43,00	40,00	42,70	44,00	38,20	36,70	43,00	43,60	41,50	44,20	44,10	44,00	43,30
C org	0,29	0,11	<0,01	0,20	0,96	<0,01	<0,01	0,00	0,57	<0,01	0,78	0,85	0,37	<0,01	<0,01
SO <sub>3</sub>	0,05	0,82	0,28	0,73	0,27	0,02	1,45	0,99	0,04	0,03	0,20	<0,01	0,43	0,07	0,19
Žaro izguba - Ign. loos	43,80	40,00	42,30	40,20	42,80	43,80	38,40	37,40	42,7	43,20	41,20	43,90	43,90	43,70	42,80
Vsota - Total	100,09	99,86	100,17	99,74	101,11	100,37	99,75	100,32	100,64	99,95	100,17	100,72	100,68	100,51	99,79
Spec. teža - Spec. weight	2,54	2,64	2,48	2,71	2,62	2,69	2,59	2,68	2,68	2,51	2,62	2,65	2,57	2,67	2,51



Tabela 5: Kemične analize različnih kamenin (%).

Table 5: Chemical analyses of different rocks (per cent).

Komponenta Constituent	Laporji - Marls		Predormine in piroklastiti Extrusive rocks and pyroclastites					Boksit Bauxite
	23*	59	44	45	35	39*	40*	27
SiO <sub>2</sub>	19,70	28,40	70,80	49,10	76,30	72,90	68,10	24,90
TiO <sub>2</sub>	0,33	0,40	0,19	1,56	0,18	0,20	0,39	2,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,29	7,81	14,5	17,10	12,00	14,10	16,00	42,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,40	0,58	1,23	4,13	0,78	0,29	1,26	12,80
FeO	0,96	2,60	1,03	4,75	0,94	1,40	2,00	2,78
MnO	0,03	0,05	0,05	0,06	0,02	0,03	0,03	0,02
MgO	0,60	2,11	0,52	4,85	1,05	1,21	2,84	1,70
CaO	37,00	28,70	0,04	7,28	0,45	0,61	1,55	0,05
Na <sub>2</sub> O	0,29	0,35	3,40	3,50	1,50	4,40	1,40	0,75
K <sub>2</sub> O	1,90	1,30	6,90	1,80	4,20	1,80	1,50	1,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,07	0,04	0,17	0,04	0,06	0,11	0,03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,85	3,08	0,67	3,70	1,76	1,94	3,44	11,30
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,33	1,41	0,15	0,72	0,24	0,71	1,40	1,07
C O <sub>2</sub>	27,00	23,7	0,18	0,96	0,22	0,48	0,08	0,17
C org	1,24	0,44			0,02	0,03	0,03	0,04
SO <sub>3</sub>	S 1,15	0,47	S 0,70	0,78	0,17	0,52	1,06	0,09
Žaro izguba - Ign.loos	28,50	26,00	1,06	3,90	1,82	1,72	3,20	10,90
Vsota- Total	100,82	100,06	100,25	104,36	99,63	99,97	99,79	100,03
Spec. teža - Spec. weight	2,76	2,51	2,62	2,60	2,66	2,61	2,45	2,79

**Legenda k tabelam 1 do 5**

Znak \* pomeni: vzorec iz idrijskega rudišča; 1 temno sivi skrilavi glinavec - \* (karbon); 2 temno sivi meljevec - \* (karbon); 3 temno sivi kremenovi peščenjak - \* (karbon); 4 sivi kremenovi konglomerat - Cerkno (karbon); 5 svetlo sivi zrnati dolomit - \* (skitska stopnja); 6 svetlo sivi skrilavi glinavec - \* (Grödenska formacija, sr. perm); 7 sivi kremenovi peščenjak - \* (Grödenska formacija, sr. perm); 8 sivi kremenovi konglomerat - Mehke doline (Grödenska formacija, sr. perm); 9 sivi mikritni dolomit - \* (zg. perm); 10 sivi luknjičavi apnenec - Lanišče (zg. perm); 11 temno sivi bituminozni dolomit - \* (zg. perm); 12 temno sivi bituminozni apnenec - Travnik (zg. perm); 13 sivi pasnati apnenec - Travnik (skitska stopnja); 14 sivi dolomit s stiloliti - \* (skitska stopnja); 15 sivi zrnati dolomit - \* (skitska stopnja); 16 sivi drobnozrnati peščenjak z dolomitnim vezivom - \* (skitska stopnja); 17 rumeno rjavi drobnozrnati kremenovi peščenjak - Bevkov vrh (skitska stopnja); 18 sivi glinavec - \* (skitska stopnja); 19 zeleno sivi meljevec - \* (skitska stopnja); 20 sivi oolitni apnenec - \* (skitska stopnja); 21 sivi zrnati dolomit - \* (skitska stopnja); 22 sivi glinavec - \* (skitska stopnja); 23 temno sivi laporni apnenec - \* (skitska stopnja); 24 temno sivi apnenec - Sp. Idrija (skitska stopnja); 25 svetlo sivi zrnati dolomit - \* (anizična stopnja); 26 svetlo sivi zrnati dolomit - Konjski potok (anizična stopnja); 27 sivo rdeči boksit -

Dole (ladinska stopnja); 28 svetlo sivi zrnati dolomit - \* (ladinska stopnja); 29 temno sivi bituminozni glinavec - Zaspana grapa (ladinska stopnja, sp. Skonca plasti); 30 sivi peščenjak z apnenim vezivom - Zaspana grapa (ladinska stopnja, sp. Skonca plasti); 31 temno sivi skrilavi glinavec - Cerkno (karnijska stopnja, Psevdoziljske plasti); 32 sivi dolomitni konglomerat - \* (ladinska stopnja); 33 sivi drobnik - Novaki (karnijska stopnja, Psevdoziljske plasti); 34 sivi apnenec - Mrutni vrh (ladinska stopnja); 35 zelenkasto sivi tuf kremenovega porfirja - Labinje (ladinska stopnja); 36 črni bituminozni skrilavi glinavec - \* (ladinska stopnja, zg. Skonca plasti); 37 črni meljevec - \* (ladinska stopnja, zg. Skonca plasti); 38 temno sivi drobnozrnati kremenovi peščenjak - \* (ladinska stopnja, zg. Skonca plasti); 39 sivi pelitski tuf - \* (ladinska stopnja); 40 sivi tuf kremenovega biotitnega porfirja - \* (ladinska stopnja); 41 črni dolomit - \* (karnijska stopnja); 42 temno sivi peščeni apnenec - \* (ladinska stopnja); 43 beli kristalasti dolomit - Zala (karnijska stopnja); 44 zelenkasto sivi keratofir - Stopnik (ladinska stopnja); 45 temno zeleni diabaz (spilit) - Oblakov vrh (ladinska stopnja); 46 beli kristalasti dolomit - \* (karnijska stopnja); 47 temno sivi apnenec - Bernik (karnijska stopnja); 48 svetlo sivi apnenec - Trebenče (karnijska stopnja, Drnovski apnenec); 49 sivi dolomit - Čekovnik (karnijska stopnja); 50 rdečkasti peščenjak - Tratnik (karnijska stopnja); 51 zelenkasti peščenjak - Tratnik (karnijska stopnja); 52 temno sivi apnenec - Tratnik (karnijska stopnja); 53 sivi megalodontidni apnenec - Zg. Idrija, Tratnik (karnijska stopnja); 54 temno sivi apnenec - \* (ladinska stopnja); 55 sivi mikritni dolomit - Grapa (karnijska stopnja); 56 svetlo sivi zrnati dolomit - Bela (noriška stopnja); 57 temno sivi bituminozni apnenec - Podroteja (sp. kreda); 58 svetlo sivi apnenec - Strug (zg. kreda); 59 zelenkasto sivi flišni laporovec - Kobila (paleocen - eocen); 60 sivi kalkarenit (numulitna breča) - Kobila (paleocen - eocen).

### **Explanation of Tables 1 to 5**

The mark \* means: the sample from Idrija ore deposit; 1 Dark grey shale - \* (Carboniferous); 2 Dark grey siltstone - \* (Carboniferous); 3 Dark grey quartz sandstone - \* (Carboniferous); 4 Grey quartz conglomerate - Cerkno (Carboniferous); 5 Light grey grained dolomite - \* (Scythian stage); 6 Light grey shale - \* (Val Gardena Formation - Middle Permian); 7 Grey quartz sandstone - \* (Val Gardena Formation - Middle Permian); 8 Grey quartz conglomerate - Mehke doline (Val Gardena Formation - Middle Permian); 9 Grey micritic dolomite - \* (Upper Permian); 10 Grey porous limestone - Lanišče (Upper Permian); 11 Dark grey bituminous dolomite - \* (Upper Permian); 12 Dark grey bituminous limestone - Travnik (Upper Permian); 13 Grey banded limestone - Travnik (Scythian stage); 14 Grey dolomite with stylolites - \* (Scythian stage); 15 Grey grained dolomite - \* (Scythian stage); 16 Grey fine grained sandstone with dolomitic cement - \* (Scythian stage); 17 Yellow brown fine grained quartz sandstone - Bevkov vrh (Scythian stage); 18 Grey shale - \* (Scythian stage); 19 Greenish grey siltstone - \* (Scythian stage); 20 Grey oolitic limestone - \* (Scythian stage); 21 Grey grained dolomite - \* (Scythian stage); 22 Grey shale - \* (Scythian stage); 23 Dark grey marly limestone - \* (Scythian stage); 24 Dark grey limestone - Spodnja Idrija (Scythian stage); 25 Light grey grained dolomite - \* (Anisian stage); 26 Light grey grained dolomite - Konjski potok (Anisian stage); 27 Greyish red bauxite - Dole (Ladinian stage); 28 Light grey grained dolomite - \* (Ladinian stage); 29 Dark grey bituminous shale - Zaspana grapa (Ladinian stage, Lower Skonca beds); 30 Grey sandstone with calcareous cement - Zaspana grapa (Ladinian stage, Lower Skonca beds); 31 Dark grey shale - Cerkno (Carnian stage, Psevdoziljan beds); 32 Grey dolomitic conglomerate - \* (Ladinian stage);

33 Grey graywacke - Novaki (Carnian stage); 34 Grey limestone - Mrutni vrh (Ladinian stage); 35 Greenish grey quartz porphyry tuff - Labinje (Ladinian stage); 36 Black bituminous shale - \* (Ladinian stage, Upper Skonca beds); 37 Black siltstone - \* (Ladinian stage, Upper Skonca beds); 38 Dark grey fine grained quartz sandstone - \* (Ladinian stage, Upper Skonca beds); 39 Grey pelitic tuff - \* (Ladinian stage); 40 Grey tuff of quartz biotite porphyry - \* (Ladinian stage); 41 Black dolomite - \* (Carnian stage); 42 Dark grey sandy limestone - \* (Ladinian stage); 43 White crystalline dolomite - Zala (Carnian stage); 44 Greenish grey keratophyre - Stopnik (Ladinian stage); 45 Dark green diabase (spilite) - Oblakov vrh (Ladinian stage); 46 White crystalline dolomite - \* (Carnian stage); 47 Dark grey limestone - Bernik (Carnian stage); 48 Light grey limestone - Trebenče (Carnian stage, Drnova limestone); 49 Grey dolomite - Čekovnik (Carnian stage); 50 Reddish sandstone - Tratnik (Carnian stage); 51 Greenish sandstone - Tratnik (Carnian stage); 52 Dark grey limestone - Tratnik (Carnian stage); 53 Grey megalodontid limestone - Upper Idrijca, Tratnik (Carnian stage); 54 Dark grey limestone - \* (Ladinian stage); 55 Grey micritic dolomite - Grapa (Carnian stage); 56 Light grey grained dolomite - Bela (Norian stage); 57 Dark grey bituminous limestone - Podroteja (Lower Cretaceous); 58 Light grey limestone - Strug (Upper Cretaceous); 59 Greenish flysch marl - Kobila (Palaeocene - Eocene); 60 Grey calcarenite (numulitic breccia) - Kobila (Palaeocene - Eocene).

## LITERATURA

- Berce, B., 1958: Poročilo o geološkem kartiranju Cerkno - Žiri v letu 1958.- Arhiv Geološki zavod Slovenije, Ljubljana (neobjavljeno)
- Berce, B., Iskra, M., Novak, D. & Ciglar, K., 1960: Poročilo o geološkem kartiranju na ozemlju Cerkno - Žiri - Idrija - Rovte.- Arhiv Geološki zavod Slovenije, Ljubljana (neobjavljeno)
- Brenčič, M., 1994/95: Konceptualni model razvoja krasa (Conceptual approach to modeling karst development).- Geologija, 37/38, 391-414, Ljubljana
- Buser, S., 1968: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Gorica.- Zvezni geološki zavod Beograd
- Buser, S., 1973: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač za list Gorica.- Zvezni geološki zavod, 1-50, Beograd
- Buser, S., Grad, K. & Pleničar, M., 1967: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Postojna.- Zvezni geološki zavod Beograd
- Buser, S., Grad, K. & Pleničar, M., 1970: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tolmač za list Postojna.- Zvezni geološki zavod, 1-62, Beograd
- Castellarin, A. & Cantelli, 2000: Neo-Alpine evolution of the Southern Alps.- Journal of Geodynamics 30 (2000), 251-274
- Čadež, F., Hudnik, V. & Gogala, A., 1981: Sledne prvine v prikamenini Idrijskega rudišča (Trace elements in the Idrija ore deposit country rocks). Rud. Metal.zb.št.1, 33-43, Ljubljana
- Čar, J., 1962: Kras v idrijski občini.- Idrijski razgledi 4, 10-11, Koper
- Čar, J., 1974a: Zakriti kras.- Idrijski razgledi 1-2, XIX, 21-25, Idrija
- Čar, J., 1974b: Zakriti kras v bližnji okolici Idrije (The covered Karst in the near Idrija Vicinity).- Naše jame, 16, 51-62, Ljubljana

- Čar, J., 1982: Geološka zgradba požiralnega obrobja Planinskega polja (Geological setting of the Planina polje ponor area).- *Acta carsologica*, X/4 (1981), 75-105, Ljubljana
- Čar, J., 1986: Geološke osnove oblikovanja kraškega površja (Geological bases of Karst surface formation).- *Acta carsologica*, 14/15 (1985-1986), 31-38, Ljubljana
- Čar, J., 1996: Geološka zgradba Divjega jezera in njegove okolice.- V publikaciji: Divje jezero - Kulturni in naravni spomeniki Slovenije. Zbirka vodnikov 188, Ljubljana
- Čar, J. & Gospodarič, R., 1984: O geologiji krasa med Postojno, Planino in Cerknico (About geology of Karst among Postojna, Planina and Cerknica).- *Acta carsologica*, XII/5 (1983), 91-106, Ljubljana
- Čar, J. & Gospodarič, R., 1988: Geološka zgradba in nekatere hidrološke značilnosti bruhalnika Lijaka (Geological setting and some hydrological properties of Lijak effluent).- *Acta carsologica*, XVII/1 (1988), 13-32, Ljubljana
- Čar, J. & Šebela, S., 1997: Structural position of vertical karst objects on Postojna gmajna.- *Acta carsologica*, 26/2, 295-314, Ljubljana
- Frisch, W., Szekely, B., Kuhlemann, J. & Dunkl, I., 2000: Geomorfological evolution of the Eastern Alps in response to Miocene tectonics.- *Z. Geomorph.N.F.*, Vol.44, N°1, 103-138, March 2000, Berlin-Stuttgart
- Gospodarič, R., 1976: Razvoj jam med Pivško kotlino in Planinskim poljem v kvartarju (The Quaternary caves development between the Pivka basin and Polje of Planina).- *Acta carsologica* 7/1, 1-138, Ljubljana
- Gospodarič, R. & Habič, P., Eds., 1976: Underground Water Tracing.- Investigations in Slovenia 1972-1975.- Inštitut za raziskovanje Krasa, 1-312, Postojna
- Grad, K. & Ferjančič, L., 1974: Osnovna geološka karta SFRJ 1.100000, list Kranj.- Zvezni geološki zavod Beograd
- Grad, K. & Ferjančič, L., 1976: Osnovna geološka karta SFRJ 1.100000, Tolmač za list Kranj.- Zvezni geološki zavod, 1-70, Beograd
- Habe, F., Hribar, F. & Štefančič, P., 1955: Habečkov brezen (Habe's chasm).- *Acta carsologica* 1, 25-36, Ljubljana
- Habič, P., 1968: Kraški svet med Idrijco in Vipavo (The carstic region between the Idrija and Vipava rivers).- *SAZU*, 21, 1-244, Ljubljana
- Habič, P., 1972: Hidrografske značilnosti Divjega jezera in njegovega kraškega zaledja.- V publikaciji: Divje jezero - Kulturni in naravni spomeniki Slovenije, Zbirka vodnikov 30, Ljubljana
- Habič, P., 1987: Sledilni poizkus na kraškem razvodju med Idrijco, Vipavo in Ljubljanico.- *Acta carsologica*, 16, 105- 118, Ljubljana
- Jenko, F., 1959 a: Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa (The hydrogeology and water economy of Karst).- *DZS*, 1-237, Ljubljana
- Jenko, F., 1959 b: Poročilo o novejših raziskavah podzemeljskih voda na slovenskem krasu.- *Acta carsologica*, 2, 211-227, Ljubljana
- Kossmat, F., 1916: Die morfologische Entwicklung des Gebirge im Isonzo und oberen Savegebiet.- *Zeit. Ges. Erdk.* Berlin, 9, 573-645, Berlin
- Krivic, P., 1974: Podvodna raziskave Divjega jezera.- *Idrijski razgledi* 1-2, XIX, 16-21, Idrija
- Krivic, P., Praprotnik, A & Smerdu, R., 1983: Potapljaške raziskave Divjega jezera.- *Naše jame* 25, 7-10, Ljubljana

- Mazzoli, S. & Helman, M., 1994: Neogene patterns of relative plate motion for Africa-Europe: Some implications for recent Central Mediterranean tectonics.- *Geol. Rundschau* 83, 464-468
- Melik, A.: 1928: Pliocensko porečje Ljubljaničinega porečja.- *Geogr. vest.* 4, 69-87, Ljubljana
- Melik, A.: 1952: Zasnova Ljubljaničinega porečja.- *Geogr. zbor.* 1, 5-31, Ljubljana
- Melik, A.: 1963: Slovenija 1, geografski opis, splošni del.- *Slov. Mat.*, Ljubljana
- Mencej, Z., 1969: Hidrogeološke razmere širšega območja rudnika živega srebra Idrija.- *Arhiv Geološki zavod Slovenije*, Ljubljana (neobjavljeno)
- Michler, I., 1954: Vrtače in doline.- *Proteus*, 16, 8, Ljubljana
- Mlakar, I., 1959: O idrijski stratigrafiji in tektoniki.- *Diplomsko delo*, Univerza v Ljubljani (neobjavljeno)
- Mlakar, I., 1964: Vloga postrudne tektonike pri iskanju novih orudenih con na območju Idrije (The role of postmineralization tectonics in the search for new mineralized zones in the Idrija area).- *Rud. Metal.zb.* št.1, 19-25, Ljubljana
- Mlakar, I., 1967: Primerjava spodnje in zgornje zgradbe idrijskega rudišča (Relation between lower and upper structure of the Idrija ore deposit).- *Geologija* 10, 87-126, Ljubljana
- Mlakar, I., 1969: Krovna zgradba idrijsko-žirovskega ozemlja (Nappe structure of the Idrija-Žiri region).- *Geologija* 12, 5-72, Ljubljana
- Mlakar, I., 1972: Kameninska sestava in tektonska zgradba.- V publikaciji: *Divje jezero - Kulturni in naravni spomeniki Slovenije*, Zbirka vodnikov 30, Ljubljana
- Mlakar, I., 1975 a: Mineraloške, petrografske in kemične značilnosti rude in prikamenine idrijskega rudišča -1.faza (1-331).- *Arhiv Oddelek za geologijo NTF*, Univerza v Ljubljani in RŽS Idrija (neobjavljeno)
- Mlakar, I., 1975 b: Paleomorfologija potoka Zala (Paleomorphological Features of the Zala Creek).- *Geologija* 18, 211-213, Ljubljana
- Mlakar, I. & Placer, L., 2000: Geološka zgradba Žirovskega vrha in okolice. V Zborniku: A.P.Florjančič et al. 2000: *Rudnik urana Žirovski vrh*, 34-45; Didakta; Radovljica
- Novak, D. & Iskra, M., 1962: *Natura carsica dei terreni intorno ad Idria e Cerkno*.- *Rassegna Speleologica Italiana*, Anno XIV/4, 1-15, Como
- Placer, L., 1972: Usmerjenost kraških jam na idrijskem (The orientation of karstic caves in the region of Idrija).- *Naše jame* 13, (1971), 71-76, Ljubljana
- Placer, L., 1973: Rekonstrukcija krovne zgradbe idrijsko-žirovskega ozemlja (Reconstruction of the Nappe Structure of the Idrija-Žiri Region).- *Geologija* 16, 317-334, Ljubljana
- Placer, L., 1981: Geološka zgradba jugozahodne Slovenije (Geological structure of southwestern Slovenia).- *Geologija* 24/1, 27-60, Ljubljana
- Placer, L., 1982: Tektonski razvoj idrijskega rudišča (Structural history of the Idrija mercury deposit).- *Geologija* 25/1, 7-94, Ljubljana
- Placer, L., 1994/95: O zgradbi Soviča nad Postojno (On the structure of Sovič above Postojna).- *Geologija* 37/38, 551-560, Ljubljana
- Placer, L., 1998: Contribution to the macrotectonic subdivision of the border region between Southern Alps and External Dinarides.- *Geologija* 41, 223-255, Ljubljana
- Placer, L. & Čar, J., 1974: Problem podzemne razvodnice Trnovskega gozda, Križne gore in Črnovrške planote (The Hydrological Problematics of the High Karst between Idrija and Vipava Rivers - Trnovski gozd, Križna gora and the Plateau of Črni vrh).- *Acta carsologica* VI/5, 81-93, Ljubljana

- Praprotnik, A., Krivic, P. & Smerdu, R., 1996: Potapljaške raziskave Divjega jezera. V publikaciji: Divje jezero - kulturni in naravni spomeniki Slovenije. Zbirka vodnikov 188, Ljubljana
- Premru, U., 1976 a: Neotektonske raziskave ozemlja z nahajališči urana med Idrijo in Škofjo Loko 1.faza.- Arhiv Geološki zavod Slovenije, 1-29, Ljubljana (neobjavljeno)
- Premru, U., 1976 b: Neotektonika vzhodne Slovenije (Neotectonic Evolution of Eastern Slovenia).- Geologija 19, 211-249, Ljubljana
- Premru, U., 1980: Geološka zgradba osrednje Slovenije (Geologic Structure of Central Slovenia).- Geologija 23/2, 227-278, Ljubljana
- Rakovec, I., 1955: Geološka zgodovina Ljubljanskih tal (Geological history of the ground of Ljubljana and its surroundings).- V knjigi Zgodovina Ljubljane, 1.del, 11-207, Ljubljana
- Savnik, R. & Gantar, J., 1959: Kraško podzemlje na Idrijskem.- *Acta carsologica* 2, 107-155, Ljubljana
- Silan, S., 1995: Rakov Škocjan in naravoslovna učna pot.- Ljubljanski regionalni zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine, Ljubljana
- Svetličič, B., 1996: Vodnik po Divjem jezeru - muzeju v naravi. V publikaciji: Divje jezero - Kulturni in naravni spomeniki Slovenije. Zbirka vodnikov 188, Ljubljana
- Šebela, S., 1994: Vloga tektonskih struktur pri nastajanju jamskih rogov in kraških površinskih oblik.- Arhiv Oddelek za geologijo NTF, Univerza v Ljubljani (doctoral thesis - neobjavljeno)
- Šušteršič, F., 1973: K problematiki udornic in sorodnih oblik visoke Notranjske (On the problems of collapse dolinas and allied forms of high Notranjsko-Southcentral Slovenia).- *Geogr. vestnik* 45, 71-86, Ljubljana
- Šušteršič, F., 1978: Nekaj misli o zasutih breznihih.- *Naše jame* 19, (1977), Ljubljana
- Šušteršič, F., 1996: The Pure Karst Model.- *Cave and Karst Science* Vol.23, N°1, 25-32, June 1996; Sheffield
- Šušteršič, F., 1999: Is the karst becoming more predictable? - *Rud. Metal. zb. št.3*, 583-599, Ljubljana
- Vrhovec, T., 1997: Potapljaške raziskave v Habečkovem breznu.- *Naše jame* 39, 145-149, Ljubljana

## **ON THE ORIGIN OF THE HYDROGRAPHIC NET AND ON SOME KARST PHENOMENA IN THE IDRIJA REGION**

### **Summary**

The Idrija region with the second largest mercury ore deposit in the world is distinguished by an unusually intricate geological structure, but it can also become a classic region for examination of the initial karstification stage. Knowledge of the geological and hydrogeological circumstances is a preliminary condition for understanding of these happenings on the youngest - Pliocene paleosurface level.

In the stratigraphic column (Fig. 1) with more than 5000 meters of geosynclinal sediments the permeability of the rocks is also labelled. Additionally the positions of 60 chemically analysed



samples are marked. Results of the complete silicate analysis are presented in the table. The same samples were also tested for the content of trace elements by Čadež et al. (1981).

The geological structure of the Pliocene paleosurface level at the present altitude of 1000 m was reconstructed. Many cross-sections from published (Mlakar 1969) as well as unpublished materials were used. Some of them are presented in Fig. 3.

The Old Tertiary nappe structure is a final deformation stage of a recumbent fold (Mlakar 1967 and 1969, Placer 1973, 1981 and 1982). It is composed of several thrust units. The Cretaceous limestones and on them discordantly deposited Paleocene-Eocene beds were treated once as an autochthonous basement; today they are denoted as the Hrušica nappe. The next Koševnik nappe is composed of the Cretaceous limestones in normal position, and the Čekovnik nappe by a several hundred meters thick plate of the Upper Triassic dolomite, predominantly in inverse position; today they are denoted as the Koševnik and Čekovnik interjacent slices. The first part of the Idrija nappe is composed of an inverse succession of the Palaeozoic and Lower Triassic beds; today it is denoted as the Kanomlja interjacent slice. The second part belongs to the 4<sup>th</sup> Žiri-Trnovo nappe - according to the new terminology it is denoted as the Trnovo nappe. It is characterised by an impressive oblique cut. The normal succession of beds from Palaeozoic to Jurassic age ends at the SW border of our map.

Thrust planes of the 2<sup>nd</sup> order are very frequent; from the neotectonic period originate however two conjugated groups of strike-slip faults (the kinematic model on Fig. 2). Regionally important is a dextral Idrija fault with dinaric orientation and 2,5 km long displacement. Left transverse dinaric slip faults are less important.

The formation of the hydrographic net started in the Pliocene in a nearly levelled surface, gently inclined towards SE at an altitude around 100 m a.s.l.. Therefore all water streams took the course from NW to SE (Kossmat 1910, Melik 1928 and 1952). The rivers were cutting their beds into the belts of less resistant rocks or crushed zones along the dinaric faults. The streams were a part of the Pannonian (today Black Sea) river basin (Figs. 2 and 4). We call attention to an interesting relation that in the level of the recent erosional cut the fault line is always located on the slopes of the valleys and not alongside the stream as it was in the starting phase of its formation (Fig. 3, Sections 1 and 2, Points a, b and b<sub>1</sub>). This principle has been known in the Idrija region for a long time (Mlakar 1975b).

The elementary hydrographic net (at that time already some 100 meters below the present altitude of 1000 meters) has been transformed by the processes caused by an intensive uplifting of the region and the presence of two water basin regions - Adriatic and Pannonian. The presumed position of the watershed is marked on the map (Fig. 4).

The Idrija river, one of the biggest streams of the more aggressive Adriatic river system, reached the studied area somewhere in the surroundings of the Reka village and has advanced retrogressively along the already formed valley Želinščica. This was the start of the piracy process which was in a principle known also to the former investigators (Kossmat 1910, Melik 1963).

The conditions and relations in the central part of the map indicate the possibility of the piracy process: on the line Idrija valley (mark X) - Ledinsko Razpotje (Y) - Sovra (Z) we anticipate the piracy of the upper part of the Sora river into the Idrija river in the geological future (Fig. 4). As shown on the Figure 5a it will result in a displacement of the watershed between the Idrija river and the Sora river from the primary point Y, over the point Y<sub>1</sub> (Ledinsko Razpotje), and along the Žirovnica stream towards point Z with higher local erosional basis. The piracy will

occur somewhere at point  $Y_2$  where the watershed will in the meantime reach a lowered local erosional basis.

The streams of Kanomljica, Nikova, Senčni potok, Upper Idrija and Belca were captured one after another by the retrogradely progressing Idrija river or its tributaries. In the case of the Kanomljica river even two piracies are possible: one in the Idrija area (Point  $D_1$ ) and the other at point  $C_1$  (Fig. 4 and 5b). The altitudes of these piracies were 665 m in the Kanomljica area, 640 m near Idrija, and around 750 m in the Lajšt area.

An interesting problem of the bilateral water drainage of the same course (Fig. 4, Points C, D, E, F, G, I and J) has been explained by the presence of impermeable rocks and systems of neotectonic faults and fissures.

The initial karstification stage connected with the thinning and removal of the Upper Triassic dolomite (the Čekovnik interjacent slice) in the Idrija region can be studied at three locations: near the Bevk farm (A'), in the upper part of the Srednja Kanomlja village (B') and particularly southern of the Idrija town (C' - Fig. 4). In the first two mentioned areas this process is connected with the triple tectonic windows (Mlakar 1969) and was not examined further. All attention was dedicated to the conditions in the area southern from Idrija.

In the Koševnik and Idrijski Log areas the thrust plane - separating Cretaceous limestone and Upper Triassic dolomite is well visible in the point S (195/35°). At the prevailing distance of 400 m from the thrust border dolines up to 8 m deep were formed in the dolomite. The processes in the subsurface have also reflections on the surface. The key for the solution of this problem is in the character of the thrust plane. These connections were first described and also the formation of the "covered karst" was explained by Čar (1974 a, b).

As shown on the sketch 3a (Fig. 3) dolines on dolomite are some kind of crown holes (subsidence bowls) above weak points within completely glued, even impermeable mylonite zone up to 0.5 meters thick. Water percolates through the dolomite cover in the Cretaceous limestone, dissolves it and creates well-shaped shafts. In the lower part of the crown holes the chemical and in the upper part the mechanical disintegration and removal of carbonate material predominate. The crown holes reach the surface if the thickness of the dolomite cover above the Cretaceous limestone does not exceed 15 meters, the most favourable for their origin are however the places where faults and fissures cut the thrust plane with the syncline form.

On the Cretaceous limestone north from there also numerous dolines can be found. We think that these dolines and probably also some in other places are the remnants of the lower parts of the crown holes which were transformed by erosion after removal of dolomite or flysch cover (Fig. 5c, Point  $V_1$ ). The dolines that are located more distant from the thrust border are older; they are losing their primary character and are acquiring a new one. This observation should be investigated in more detail.

In the Koševnik and Idrijski Log area each doline in its initial development stage is a potential place for the development of a subvertical shaft. The following four conditions should be fulfilled: point-source, sufficient and constant water supply, and certainly also the uplifting of the region. In the most favourable conditions and at low local erosional basis several hundred meters deep shafts can be developed. By the lowering of the erosional cut and by contemporaneous removing of the water-bearing thrust border the shafts are losing their active role and are to be found in the middle of a waterless karst landscape.

The supply of water is not the same for individual vadose shafts (developed in the unsaturated zone), therefore different piezometric levels are formed in the limestone, and the hydraulic gradient enables the circulation of water. In lithologically and especially in tectonically predisposed directions karst channels are gradually formed. They are inclined in the direction of lower piezometric levels or towards the local erosional basis. Moreover they can be developed also as the connections between individual, even far distant shafts, and as such they do not outcrop on the surface.

The subvertical shafts are developed in the periods of intensive epyrogenetic uplifting of the region; the connections between them are however formed in the intervals of reduction and especially of ceasing of this activity. In the first case shafts and galleries are jointed under obtuse angles (Fig. 5c, object Divje jezero, Point R<sub>3</sub>), and in the second one under nearly right angles. Due to the reviving and cessation of the epyrogenetic movements complicated connections between vertical and horizontal underground karst objects in different levels are formed.

In the area between Idrija town and Hotedršica village, within deep dinaric karst of the Cretaceous limestone, numerous caves and shafts are known; on Fig. 4 only the most important are drawn in and are denoted with our current number. Among 48 shafts 60% are shorter than 19 meters, about 23% reach depths from 20 to 50 meters, and only 8% are deeper than 50 meters. Interesting characteristic can be seen on the structural map in which the altitudes of the bottoms of the shafts are presented. Contour lines of these altitudes create the shape of an antiform stretching in the dinaric direction (Fig. 4). Its axis coincides with the thrust plane between the Cretaceous limestone and the Upper Triassic dolomite bent in an anticline form (Fig. 3, Section 4, Šejn area). The development of shafts has been conditioned by the displacement of the waterbearing thrust border between the Cretaceous and the Upper Triassic rocks towards SW and SE as a consequence of the lowering of the erosional cut. Therefore the shafts in the mentioned directions are more and more young. The depth of the shafts increases in relation to the lowering of the local erosional basis, which is connected with the fast retrogressing Idrija river.

The shaft Habečkovo brezno (1), about 350 meters deep, was described by Habe et al. (1955). Divje jezero (2), the most known karst object in the Idrija region, is in our opinion only one of the erosional stages of the transformation of about 400 meters deep subvertical vadose shaft, but for such an assumption we do not have proper evidence. The development of the shaft could originate in the place where the thrust contact between the Cretaceous limestone and the Upper Triassic dolomite was cut by the system of cross-alpine faults (Fig. 5c, Point R<sub>2</sub>). Even more audacious is the explanation that this place of origin is much higher in the syncline part of the "Slanice structure" (R<sub>1</sub>). An inclined gallery (respectively connected with the shaft Habečkovo brezno (1)) has been created within the saturated (phreatic) zone and is comparatively younger. The piracy of the Senčni potok brook had an influence on the origin of the shaft Habečkovo brezno, and the piracy of the Nikova brook on the formation of Divje jezero. Basic geological data of the Divje jezero area (Savnik & Gantar 1959, Mlakar 1969 and 1972) were completed by Čar (1996). Hydrogeological data and descriptions of the subsurface were reported by Habič (1972), Krivic (1974), Krivic et al. (1983), Praprotnik et al. (1996), and Svetličič (1996).

Some shafts (4 to 7, Fig. 4) are not located in the middle of the doline, but below its upper margin. The sub-horizontal galleries appear independently (localities 11, 14, 20) or are connected with the individual shafts (1, 2) in some levels (e.g. 400, 580, 650 meters); the level

of 580 meters with the Ravbarska jama cave (13 - Figs. 4 and 5, Section c) is among the most important ones.

The majority of the karst objects south from the Idrija town are bounded to the "Idrija system" of the cross-alpine fissures and faults (Fig. 4) which is present also in the ore deposit (Mlakar 1967, Fig. 3). The kinematic model in Fig. 4 shows that we have to do with the secondary structures caused by the regional compression in a general direction north-south connected with the second folding and thrusting phase in the transition period between the Miocene and the Pliocene period. These are normal faults and originally opened tension fissures orientated perpendicular to the maximal tension direction.

Taking into account also the data about the movement of the Adriatic plate in the post-Tortonian period or in the last 7,9 Ma along the dinaric dextral strike-slip faults towards NW (Mazolly & Helman 1994, Castellarin & Cantelli 2000) we can link such deformations with the regional tectonics in the collision period and specially in the post-collision period wherever on the Adriatic plate and not only in the vicinity of the dinaric dextral strike-slip faults or the narrow space between them.

According to the data collected up to now (Premru 1976b) the paleosurface is of the Pliocene age, and the beginning of karstification which is connected with the thinning and the removal of the Upper Triassic dolomite (the Čekovnik interjacent slice) is however somewhat younger. The Kanomljica piracy occurred nearly 2,7 Ma ago.

The investigations in the Idrija region indicate that the surface water streams were included in the formation of the karst underground in two phases. In the first, initial phase the vadose shafts were formed by the surface streams, and consequently also the connections between them. In the second, later phase the connections with those already conceived or formed objects were found by the surface water streams in one way or another. The surface allogenic water streams with their abundance first of all widen already existing cave rooms or transform them in some other way. In the Idrija region the first phase of the formation of karst is presented, and the beginning of the second one is however indicated by the linking of the Idrijca river with the already existing cave system in the area of Divje jezero.

According to the data presented by Gospodarič (1976) and Čar & Gospodarič (1984) the Postojna area is a typical example where both phases exist, but the first one and the connection with the second one have been already largely destroyed due to the deeper erosional cut. The term "Idrija karst" was proposed by Čar (1962) and could serve as a synonym for the particularities related to the first, initial period of karstification.

In Fig. 5c the circumstances of the initial karstification stage are not so clear for the wider Postojna region, but they indicate also the possible relationships between the erosional cut, galleries and single shafts respectively. Above Postojnska jama cave the erosion in this section has reached the level of 400 meters, in Rakov Škocjan nearly to the level of the shaft connections, and on the Cerknica and Planina poljes right to this level. Apparently some incompatible conditions on the individual locations could consequently be explained as different erosion stages of the same model frame.