

UDK 624.131.1:625.72(497.12)

Inženirskogeološke razmere ob trasi avtomobilske ceste

Hoče—Levce*

Prvo poročilo

Tone Grimšičar

Uvod

Projektant je najprej sam preštudiral več variant trase avtomobilske ceste med Mariborom in Celjem. Avtor je sodeloval le pri ožjem izboru tako imenovane vzhodne variante, ki je imela namen približati cesto Rogaški Slatini in skrajšati zvezo prek Zagreba proti Jadranu in Balkanu. Medtem so pa na Hrvaškem pospešeno gradili zagorsko magistralo prek Krapine in Maclja proti Ptuj. Na izbrani in idejno obdelani varianti po dolini Ličnice NW od Poljčan se je nenadoma pojavil projekt zaježitve Ličnice. Zato je bilo treba na novo študirati tako imenovane zahodne variante, ki se ločijo od vzhodnih pri Slivnici na Dravskem polju in se pridružijo zahodnim tik vzhodno od Celja. Vzhodna idejna trasa je od Poljčan do Ponikve potekala ob železnici in prečkala del odrastkov Karavank le na zelo kratkem odseku, zahodne variante pa jih preščejejo dvakrat s predorom, so pa zato krajše, vendar potekajo više tudi po jugovzhodnem gričevju Pohorja. Vse to je zahtevalo podrobnejši pregled terena in tudi več preiskav. Za idejni projekt sta bili študirani na odseku predorov med Žičami in Dramljami v glavnem dve varianti. Vzhodna ali kraberška varianta je rezala veliko pobočij iz delno precej plazovitih soteških skladov, zahodna, ki je bila sprejeta, pa ima daljše predore. Na območju Celja še nobena varianta ni dokončno sprejeta, čeprav so bili delno izdelani glavni projekti. Ekonomski in urbanistični razlogi danes vedno bolj stopajo v ospredje in jih morajo upoštevati tudi projektanti avtomobilskih cest. Pred nadaljevanjem geološkega pregleda izbrane trase naj se najiskreneje zahvalim kolegici Sonji Tovornikovi za vesten pregled in popis vrtin za idejni projekt ter danes že pokojnemu Momčilu Mitroviću za pregled vrtin za glavni projekt. Posebne zasluge pri kartiranju trase za idejni projekt in za popis vrtin pri prudorih ima absolvent geologije F. Ogrin.

* Predavanje pri Slovenskem geološkem društvu dne 28. 1. 1972.

Splošen geološki opis trase

Od Hoč do Polskave, to je na razdalji okrog 10 km, poteka trasa v glavnem po naplavinah würmskega glaciala, ki je na več krajih prekrit z mlajšimi nanosi potokov s Pohorja. V začetku se pod glinastimi naplavinami in preperinami pojavlja meljast dravski prod, ki južno od Slivnice preide v meljaste nanose, podobne tistim v glinokopu Pragersko, le z manj glin. Vmes je tudi manjši hrbet iz poltrdih mladopliocenskih laporastih plasti. V Veleniku se trasa vzpne in je delno vkopana v podobne pliocenske sedimente. Gline so lapornate, peski in drobni prodniki so večidel kremenovi.

Nato se trasa spusti in prečka Devino in cesto na Pragersko ter se ponovno dvigne na Jožefov hrib NE od Slovenske Bistrice. Prečka s sipkim peskom pokrito sesto v sorazmerno globokem nevarnem vkopu in se nato spusti v širše podolje vzhodno od Slovenske Bistrice. V organskih glinah ob Devini in Bistrici je Sercelj določil würmski interstadial.

Od Bistrice do Loznice so torej würmske preložene preperinske glin. Globlje je ponekod podoben pliocen kot prej. Od Loznice prek Vrhov in Prelog do Grušovja so ostanki precej visokih pliocenskih hrbtov, pokritih z debelo glinasto preperino in le redko s sipkim nekoliko laporastim peskom. Pliocen sestoji pri vrhu verjetno iz delno preloženih mladopliocenskih glinastih prodov in peskov z vložki mastnih glin, globlje pa iz sive puste do mastne laporaste glin, ki se lokalno izmenjuje tako kot na Veleniku z drobnim preperelim glinastim prodom in z dobro uležanim peskom. Te plasti so tako nagnjene k plazanju, da praktično nismo mogli najti niti enega profila, ki ne bi bil na debelo prekrit s preperino. To je onemogočilo kakršnokoli stratigrafsko kartiranje. Od Grušovja do Žičke gorice oziroma do Dravinje je spet široka würmska ravnina pokrita povčini z rjavo mastno glino; ob Dravinji preide v močnejše zamočvirjeno poplavno ravnico. Zelo redki so vložki proda. Na desnem bregu tik pod Žičko gorico se pojavljajo vložki šote.

Trasa se vzpne po zahodni strani Žičke gorice po nevarnih poševnih pobočjih preperle pliocenske laporaste glin in peska. Na vrhu je debelejša plast mladopliocenskega prodnatega peska, na njem stoji tudi vas, na sedlu južno od ceste pa so spet debele plasti rjave mastne glin. Preden pride trasa v predor Golo rebro, prečka labotski in tako imenovani alpsko-dinarski ali judikarijski prelom, za mlajšim tercijarjem pa se takoj pojavijo mladopalcozojski, verjetno permški ali celo karbonski skrilavci in poščenjaki ter sivi apnenec. Plasti smo lahko določali le na podlagi vrtn, kremenov peščenjak v izkopu zahodno od portala in črn grafitast skrilavec pa tudi v preperini nekaj sto metrov zahodno. Te plasti so pred portalom pokrite z debelo plastjo glinastega grušča in velikih blokov. Starost plasti paleontološko še ni dokazana in čaka še podrobne obdelave.

Plastovitemu rjavkastemu in sivemu apnencu sledi sivi znati dolomit in dolomitni apnenec. Prehodi so zelo pogosti. Globlje in proti koncu prevladuje dolomit, ki je močno tektonsko porušen in pogosto prepređen s kalcitnimi žilicami. Ponekod je tudi močno kavernozen in sigast. V naslednji dolini Žičnice je namreč močan topeč izvir, ki je sedaj že zajet.

Po izhodu iz portala je dolg viadukt, ki pred Škedenjem prečka tudi zanimiv plaz, debel okrog 20 metrov, pod katerim je dolomitna podlaga. Plazi predvsem preperina iz višjih plasti (halde oligocenskega laporja in karbonskega peščenjaka). Sledi spet dolomit z debelimi kalcitnimi žilicami, za tem pa transgresivno tankoplastoviti laporasti peščenosljudasti soredski skladi. Delno so nagubani.

Škedenjsko dolino pokrivajo mlade meljastopeščene naplavine, v ožjem pasu debele več metrov, nato se trasa dvigne na južno krilo škedenjske sinklinale z dosti vložkov trdega peščenjaka. Pred predorom Pletovarje se na laporastem peščenjaku pojavi zelenkasti pelitni tuf, ki leži nad peščenjakom deloma že v premaknjenem položaju. Iz tufa in laporastega peščenjaka preide predor v zelo zdrobljen apnenec in dolomit, narinjen na oligocenske plasti. Vzhodno od njega se pojavljajo v dolomitu vložki rdečega in zelenega kremonovega porfirja. Peščenjak je na severni in južni strani od organskih primesi skoraj črn in tudi zmehčan, tako da vzbuja vtis karbonskega skrilavca. Na južni strani dosežeta oligocenski lapor in peščenjak s pogostimi tufskimi plastmi precejšnjo debelino. Na južni strani plasti visijo proti jugu, so le delno nagubane, kar je za cestne vkope za predorom manj ugodno. Ponkod leži na laporastem peščenjaku na debelo glinasto preperino. Na splošno pa je peščenjak trd do poltrd, vendar proti atmosferilijam neoporen.

Pri Slatini na levi strani doline se začne pojavljati mastna poltrda siva morska miocenska laporasta glina, ki jo v višjih legah pokriva zelenkasti glavkonitni tufski peščenjak. Je odporen proti preperivanju. V dolini se pojavljajo tudi posamezni redki dajki andezita. Od tu dalje se v podlagi laporasta glina in sljudnati laporasti peščenjak pogosto menjavata. Prekrita sta z debelo bolj glinasto ali bolj peščeno preperino, ki je povečini izravnana (pleistocen). Na levem in desnem bregu Drameljščice je nad laporasto glino ali peščenjakom debelejša plast glinastega proda s preperelimi prodniki, ali zlasti sipskega peska, ki se lokalno pojavlja tudi med laporasto glino zahodno od ceste Dramlje—Šentjur, le da je glavkonitni. V zamočvirjenih dolinah so od tu dalje pogosti vložki šote ali organske glin, verjetno würmske starosti. Debelejša plast glinaste preperine s prodniki se pojavlja še na desni strani potoka Dobje, ob Ljubečni, in kot nekoliko glinast pesek pri Zgornji Hudinji severno od Celja (starejši pleistocen?). Pod tem peskom sledi svetla mastna glina, verjetno pliocenske starosti. Terasa so pleistocenske. Na terasi pri Dobrovi je pod več metrov debelo glinasto preperino debelejša plast glinastih sedimentov z organskimi ostanki würmske starosti (Šerclj). Zato je verjetno tudi terasa würmska.

Od Ostrožnega do Levca je trasa zaenkratčasna. Pojavljajo se peski, glin in delno močvirski sedimenti. Dalje se pri letališču pojavi savinjski prod, pokrit z debelejšo glinasto preperino. Pod prodom je bolj severno glavkonitni pesek, ki navzdol preide v laporasto glino. Ta se proti Savinji dviga, dokler ne preide v andezitni tuf. Stara struga Savinje je bila torej nekoč bolj severno, kar dokazujejo debelejši prodni nanosi in globlja podlaga.

Tektonika

Od Hoč do Žitč je izrazito obrobje nekdanjega panonskega bazena, ki je bilo zlasti v pleistocenu razrezano po dravskih in dravinjskih vodah v gorice in širše doline. Pogosti medsebojni prehodi pliocenske gline, melja, peska in proda v nepravilnih letah kažejo na bližino plitvega jezera, ki so ga zasipavali potoki. Podobne sedimente smo našli tudi v podlagi dravskega proda v Zlatoličju, ki jih je opisal že Zlebnik.

Na severnem vznožju Golga riba poteka velik prelom, ob katerem je panonski bazen odrezan od Karavank. Verjetno gre za labotski prelom (Rakovec, 1954), ali celo skupni labotski in judikarijski periadriatski prelom (Tollmann, 1969 v lit. Lotze, 1970, van Bemmelen, 1970, Sikošek & Maksimović, 1971). Teller v tolmaču svoje karte tudi opozarja na pomembnost tega preloma in obenem meni, da je večina triadnih ostankov na njem v diskordantnem položaju. Tudi soteški skladi v bližini ponekod ležijo direktno na zgornjekarbonskih skladih in so oboji tako prepleteni in zmecčkani, da jih je težko ločiti. Isto se je dogajalo nam zlasti ob naslednjem prelomu, ki poteka na severnem vznožju Kraberka in Pletovarj. Tu je zelo zdrobljen dolomit narinjen na soteške sklade, ki jih prekriva večja gnota tufa.

Kontakt dolomita in soteških skladov na južni strani je zelo strm, vendar o kakem večjem prelomu ne moremo govoriti, saj pokriva tuf ponekod dolomit v lepo vidnih kontinuiranih in skoraj vodoravnih plasteh. Šoštanjskega preloma, ki naj bi potekal nekje čez Dramlje, nismo mogli zaslediti.

Značilna za vzhodni del celjske kotline, če lahko tako imenujemo območje zahodno od Ponikve, je precejšnja monotonost v geološki sestavi, čeprav je teren morfološko precej razrezan z grapami. Menjavajo se laporasti peščenjaki in laporaste gline (oligocen-miocen). Nivoji so sorazmerno strmo nagnjeni proti jugu. Višji nivo opazujemo severno od Slatine (ca. 370 m), okrog Dramelj (ca. 330 m), sledi izrazita terasa Trnovca (280 m), Cerovec—Ljubetna (260—250 m) in pri Zgornji Hudinji (250 in naslednja višja 260 m). Terasa okrog Celja v višini ca. 250 m predstavljajo würmsko poledenitev, za ostale pa je starost zaenkrat težko dokazovati, ker je bila celjska kotlina verjetno tudi v pleistocenu pod vplivom mlajših gibanj.

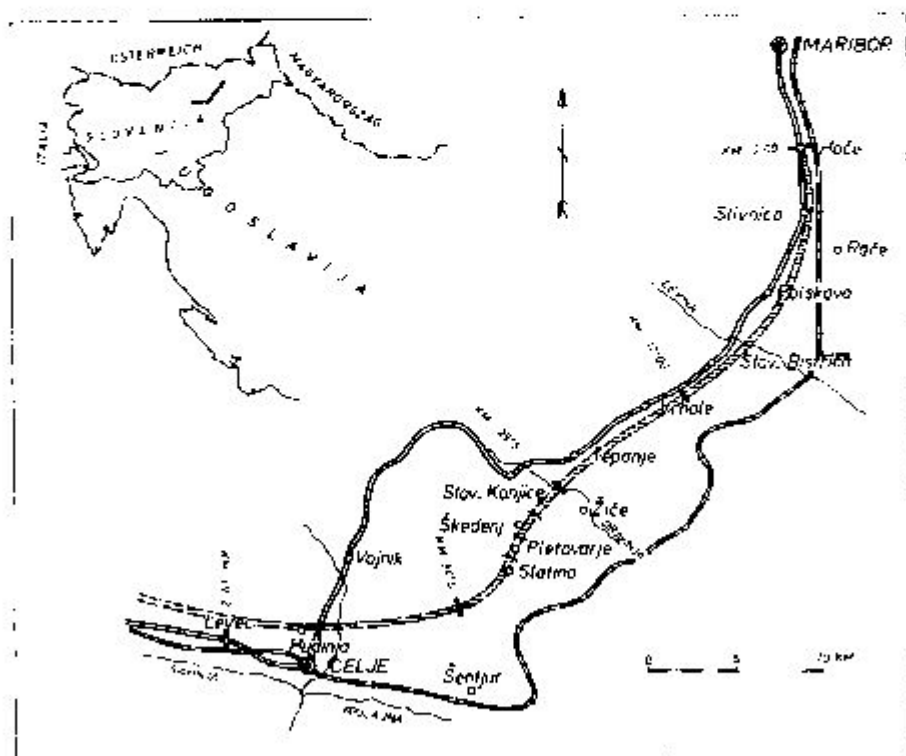
Inženirskogeološka problematika ceste

Preden bom opisal na kratko še inženirskogeološke probleme po odsekih, bi rad opozoril na pomembnost določenih preiskav za projektanta in gradnjo avtomobilskih cest. Danes še ni nikjer jasno določeno, kaj vse je treba za posamezne stopnje projektiranja v različnih terenih preiskati. Menim, da bi bilo treba o tem spregovoriti na enem od naših prihodnjih predavanj ali na diskusijskem večeru.

Osnovno vprašanje, ki ga moramo geološko oceniti, nato pa tudi podrobno raziskati, je stabilnost določene trase in težavnost gradnje. To velja za vkope, nasipe in vse druge objekte, zlasti za predore. Za tako oceno mora geolog imeti veliko izkušenj, ali vsaj poznati probleme takšne gradnje v orakih ali vsaj zelo podobnih terenih drugje. Dobro poznavanje terena ali dobra geološka karta, kjer so čim bolj podrobno prikazane lito-

stratigrafske enote in tektonska zgradba, je še vedno najboljši kačipot za presojo trase. Seveda moramo težje terene pregledati v širšem obsegu. Pravilna geološka ocena trase po enakih kriterijih šele lahko nudi projektantu pravo osnovo za primerjavo elementov in stroškov. V fazi idejnega projektiranja moramo za lokalno premikanje trase navadno izdelati podrobno geološko karto z litostratigrafskimi ter inženirskogeološkimi in hidrogeološkimi značilnostmi. Navadno je treba primerjati vsaj dve varianti. V ta namen so potrebne zaradi točnejše primerjave stroškov tudi ustrezne geološke in morebiti sondažne preiskave. Večje plazove moramo stabilnostno preiskati, kolikor se jim ni mogoče izogniti. Določiti moramo naklone brežin in nasipov kakor tudi pogoje za gradnjo velikih mostov in predorov. Za glavni projekt pa bi morale biti znane vse podrobnosti ceste kakor tudi postopki in materiali. Normalno bi morali imeti v vsakem profilu po eno do tri vrstine z ustreznimi preiskavami. Šele v tem primeru odstopanja pri gradnji ne bi bila velika. Navadno pa imajo glavni projekt le za dopolnilo idejnega projekta, da prištedijo čas in denar. Iz tega izvirajo kratki roki za geološko delo in seveda posledice. Poseben problem predstavlja geološka in geomehanska kontrola med gradnjo.

O posameznih odsekih ceste lahko zaenkrat damo naslednjo sliko:



Sl. 1. Trasa avtomobilске ceste Hoče—Leveč
Fig. 1. The motorway line Hoče—Leveč

Od Hoč do južno od Slivnice so med posameznimi hudourniški vršaji, ki pravokotno prečkajo cesto, posamezna močvirja, ki jih bo treba meliorirati. Tudi sami vršaji so lahko nevarni ob neurju, zato je projekt predvidel, da se pred gradnjo odrežejo z jarki. Treba bo vsekakor vskladiti ta dela z gradnjo ceste, ki je tu predvidena v manjšem nasipu. Podtalna voda je zlasti naprej od Slivnice zelo visoka in bodo težave z odvodnjavanjem planuma ceste, kjer je niveleta v višini terena. Leče proda in peska so redke ter v splošnem prevladuje glina srednjegnetne konsistence. Manjši vkop pri Ješenci bo v težkognetni glini z vložki peska in drobnega proda.

Nasip na bregovih Polskave bo na glini, ki je površinsko razmočena, in jo bo treba delno odstraniti.

Vkopi v Veleniku bodo večidel v manj konsolidiranih preloženih plasteh, pod katerimi so poltrde gline, dobro uležani peski in delno konglomerati. Lokalni pojavi podtalne vode so se kasneje dvignili večinoma do površja. Zato bo treba z drenažami dobro osušiti zlasti zahodno pobočje, odkoder predvsem priteka voda. Nasipe bo treba dobro vkopati v poltrdo podlago.

Dolina Devine bo premostena delno z viaduktom delno z nasipom, ki bo na sorazmerno slabo nosilnih površinskih plasteh, zato jih bo treba nekaj odstraniti. Globlje (2—4 m) se pojavljajo celo organske gline.

Jožefov hrib je zelo raznovrstne sestave in na vrhu poln vode. Težave bodo predvsem med gradnjo, ko lahko pri hitrih in nepravilnih izkopih brez pravočasnega dreniranja pride do plazov. ZRMK je na južni strani izvedel poskusni vkop in nasip. Ker je šlo bolj za tehnologijo gradnje nasipa, sam vkop ni pokazal zadosti jasno razmer vkopa ceste. Peski so pokazali strm naklon (1:1,5) in so ostali stabilni, čeprav je v bližini v podobnem materialu plaz. Nestabilizirani nasipi pa so se razlezli. Voda v piezometrih nad poskusnim vkopom je le malo narasla. Sledi nasip čez podolje Bistrice, kjer so melji in lokalno tudi mastne organske gline, ki jih bo treba delno odstraniti.

Do Ložnice je trasa na terenu ali v lahkem nasipu na srednjegnetni meljni glini. Podobno je do podnožja Vrhov, kjer je najprej manjši nasip in vkop v peščenoprodnatih naplavinah, nato pa so do Grušovja večji vkopi in nasipi. Na tem odseku smo predlagali zmanjšanje vkopov zaradi mastne, sicer poltrde gline v globini, ki pa je nevarna za plazove, zlasti na kontaktu z rahlejšimi površinskimi sedimenti. Potrebna bodo obsežna drenažna dela tudi z vodnjaki, da se cesta zavaruje pred podtalno vodo pod pritiskom. Večina piezometrov je namreč pokazala visoko vodo. Čez doline bodo speljani viadukti, čelno pa dobro vkopani nasipi z drenirano podlago in stabiliziranim materialom.

V ravnini do Tepanj bo treba izvesti solidno odvodnjavanje z obodnimi jarki, čez širšo dolino Dravinje pa bo zaradi nevarnosti poplav izveden nasip.

Zahodno pobočje Žižke gorice je tudi zelo nevarno za plazove in bo razen predvidenih drenaž potreben zelo previden izkop in vkopavanje nasipov. Proti vrhu je teren peščen in ne bo posebnih težav. Na sedlu južno od ceste bo prav tako treba dobro vkopati noge nasipov.

Severni portal in predvkop za predor Golo rebro bo zelo težaven. Preperinski grušč z bloki plava na črnem zmčkanem glinastografitnem skrilavcu, ki preide naprej v rjavi laporasti zmčkan skrilavec, ta pa v plastoviti temni apnenec, kakor smo že omenili pri geološkem opisu.

V te sklade je bila zvrtana 401 m dolga vodoravna vrtina. Večidel je šla skozi dolomit, ki je tektonsko zdrobljen, apnenec in dolomitni apnenec pa sta ponekod zakrasela. Voda se je izgubljala v razpokah dolomita. Severni portal je v sorazmerno zdravem dolomitu. Za tem portalom je dolg viadukt, ki z dolgim razponom prečka tudi omenjeni plaz, nato pa sledi nasip in vkop v laporasti skrilavi peščenjak. Podobno je za škedenjskim viaduktom, kjer pa je nasip zelo visok, vendar oprt v sosednje pobočje. Tudi predvkop in portal na severni strani Pletovarij bo zelo težak. Pepelast tuf sedi na laporastem skrilavcu, kjer je celo lokalni plaz. Treba bo velike previdnosti pri gradnji.

Kontakt laporastega skrilavca in zdrobljenega dolomita bo najbrž prav tako težaven, ker ob njem pričakujemo vodo. Ta je sedaj tudi na južni strani najmanj 350 m na debelo zaprla s serijo laporja, glinovca in tufa. Plasti so le razpokane, niso pa pregnetene. V 350 m dolgi vodoravni vrtini smo ugotovili več manjših izvirnov. Portal na jugu bo povečini v precej kompaktnem peščenjaku.

Do Slatine sledi več vkopov in nasipov na laporastem skrilavem sljudnem peščenjaku. Pri km 31 se pojavlja v njem manjši plaz, ki ga bo treba dobro drenirati.

Tudi za Slatinskim viaduktom je teren na laporasti glini plazovit. Predvidena je odstranitev do trdne podlage in dreniranje izvirnov. Sledi vkop v sorazmerno trden zelenkast govški peščenjak. Dolina pod Slatino je zelo zamočvirjena in bodo potrebne globoke melioracije in odstranitev slabe podlage. Na koncu doline se spet pojavi laporasta poltrda glina, na njej pa peščenjak ali pesek. Naslednja dva vkopa proti cesti Sentjur—Dramlje sta večidel v nekonsolidirani glini; potrebni bodo blagi vkopi. V nadaljevanju zadnjega zahodno od lokalne ceste se spet pojavi laporasta siva glina in nato še dvakrat. Ostali hrbti pa so v globini iz laporastega peščenjaka, pokriti z debelo preperino in delno s pojavi vode, zlasti s severne strani. Vmes so številna močvirja, kjer bo treba material odstranjevati, čez dva večja pa zgraditi viadukt.

Od Cerovca do Celja vkopi in nasipi niso več tako kritični. Večji vkop je pri Zgornji Hudinji, kjer je v podlagi neprepustna mastna glina, nad njim pa srednjepropusten pesek. Zaradi stranskega odvzema bodo tukaj brežine zelo blage.

Pred Dobrovo severno od Celja bo daljši nasip čez globinsko močvirje, ki pa ga pri vrhu pokriva debelejša plast težkognetne gline. Predviden je nasip iz ugaskov z blagimi brežlinami. Priporočili smo tudi peščene drenaže. Čez polje zahodno od Celja bi ob gradnji ceste morali predvideti zaščito vodnozburnega ozemlja. Kolikor bo prišla v poštev severna varianta, bo to vsekakor odpadlo.

Zgornje poročilo je informativno. Ko bodo pregledani vkopi in preiskani vzorci tudi med gradnjo, bomo lahko podali natančnejše zaključke.

Geological Conditions for Design of Express Highway Hoče—Levec

Anton Grimsičar

Abstract

A preliminary report is given about the general geological surveys carried out and about the route selected for the Maribor (Hoče)—Celje (Levec) length of the "Slovenika" Express Highway (NE.—SW. Slovenia). This length has four sections: Hoče—Slovenska Bistrica (0.0—17.0 km)—Ziče (17.0—25.5 km)—Dramlje (25.5—34.5 km)—Levec (34.5—49.2 km). The tectonic and engineering-geological problems affecting the design of the road are also described.

Geological conditions encountered in the hills east of Pohorje, in the outlying ridges of the Eastern Karavanke Mountains and in the Celje Basin had to be studied during route-planning. Many indentations are made into the mountain chains throughout this region by former bays of the Pannonian Basin. Two tunnels, which are to be driven through mainly dolomitic outlying ridges of the Karavanke Mountains, are intersected at their northern ends by a great fault. Two horizontal boreholes, 401 and 350 m long, were made at these locations. The hills consist completely of Quaternary clays, silts and sands, below which lie late Upper Eocene gravels and medium-strength marly clays. In the vicinity of the outlying ridges of the Karavanke Mountains, to their north and south, near Ziče and Dramlje, sandy marls with tuffs are found. Valleys are frequently covered with deep moors, whereas, in the hills, many landslides have occurred. These are problems which will have to be overcome during the construction of the new highway.

Literatura

- Hemmelen R. W. van, 1970, Tektonische Probleme der östlichen Südalpen. *Geologija* 13, p. 133—158, Ljubljana.
- Gjura J., Grimsičar A., Ravnikar J. 1972, Geologija na avtocestah Slovenije in reševanje problemov gradnje. *Avtoceste v Sloveniji. Nova proizvodnja* 23, 2-3, p. 77—81, Ljubljana.
- Nosan A. 1956, Razvoj oligocena in miocena v Sloveniji. Prvi jugosl. geol. kongres, Bled 1954, p. 47—54, Ljubljana.
- Pleničar M. 1956, Razvoj pliocena v Sloveniji. Prvi jugosl. geol. kongres, Bled 1954, p. 55—58, Ljubljana.
- Rukavec I. 1956, Pregled tektonske zgradbe Slovenije. Prvi jugoslovanski geološki kongres, Bled 1954, p. 73—83, Ljubljana.
- Sikosek B. & Maksimović B. 1971, Geotektonska rejonizacija jadranskog pojasa. *Simpozij Zadar, Nafta* 4—5, p. 298—304.
- Tollmann A. 1970, Die Bruchtektonische Zyklenordnung im Orogen am Beispiel der Ostalpen. *Die Bruchtektonik in den Ostalpen, 1969*, Stuttgart.
- Zlebnik L. 1966, Hidrogeološke razmere na območju strojnice elektrarne Srednja Drava I. stopnja. *Geologija* 9, p. 489—503, Ljubljana.