

## OBVESTILO O RAZISKAVAH GEOLOŠKIH POGOJEV ZA GRADNJE NA OBMOČJU MESTA LJUBLJANE

*Franc Drobne in Sonja Tovornik*

Z 1 sliko v prilogi

### Uvod

Vrtanja na območju mesta Ljubljane v geološko raziskovalne in gradbene namene so nam dala pregled o zgradbi tal in sestavi plasti. Podatki, ki sva jih zbrala, imajo orientacijski značaj in so del večjega elaborata v okviru priprav za geotehnično karto mesta Ljubljane.

### Kratek geološki pregled

Območje mesta Ljubljane se razprostira na prehodu med Ljubljanskim poljem in Barjem. Ljubljansko polje in Barje prištevamo k Ljubljanski kotlini, ki je velika tektonska udorina med Julijskimi in Savinjskimi Alpami ter Dolenjskim Krasom. Pogrezala se je ob prelomih, ki potekajo ob njenih robovih oziroma v neposredni bližini.

Ljubljansko polje in severni del Barja pripadata še alpskemu delu, to je Posavskim gubam, južni del Barja pa spada že k dinarskemu ozemlju, to je k Dolenjskemu in Notranjskemu Krasu. Ljubljansko polje in tudi Barje se je močno pogrezalo. To dokazujejo velike množine naplavin, ki so zapolnile udorino. Pretežni del naplavin na Ljubljanskem polju in Barju je bil odložen v pleistocenski dobi. Naplavine iz te dobe segajo na Ljubljanskem polju do površine, medtem ko so na Barju precej globoko in se pokažejo na površini samo na Viškem Brdu pri Ljubljani. Pleistocenske usedline na Ljubljanskem polju sestavlja pretežno savski prod, ki je v raznih globinah in v različni debelini sprijet v konglomerat. Na Barju nastopajo predvsem gline, ki se menjavajo s peščenimi in meljastimi plastmi. Iz sive gline viške opekarne je Rakovec (1956, 58) določil dva fragmenta spodnje čeljustnice staropleistocenskega losa *Libralces aff. gallicus* Azzaoli. Pod to glino ležeče plasti savskega proda in konglomerata spadajo v mindelsko ledeno dobo, morda celo v günško-mindelsko medledeno dobo. Ta najdba je dokazala, da leže na Ljubljanskem polju pod prodnimi naplavinami riško-würmske medledene dobe staropleistocenske plasti.

Holocenu pripadata na Ljubljanskem polju prod in pesek v savski strugi in v njeni bližini. Enake starosti so tudi plasti v bližini Ljubljanice.

Na Barju spadata v holocensko dobo površinska plast šote ter pod njo ležeča siva glina polžarica.

Gričevja, ki obdajajo ljubljansko kotlino, so sestavljena v glavnem iz karbonskih temno sivih glinastih skrilavcev in svetlo sivih, v glavnem drobno zrnatih kremenovih peščenjakov. Manj so zastopane glinasto peščene permske plasti in apnenci, dolomiti ter glinasto peščene usedline mezozoika.

Po genezi in sestavi delimo območje mesta Ljubljane v glavnem na tri dele. V severnem delu prevladujejo savske prodne naplavine, v južnem glinasti barski sedimenti, v vmesnem, osrednjem delu pa se obe vrsti sedimentov med seboj prepletata.

### Severni del mesta

V severnem delu (Šiška, Bežigrad in del Most) sega savski prod v neposredno bližino Šišenskega hriba in Golovca. Pod površinsko plastjo humusa in nasipnine, ki doseže v nekdanjih opekarskih, gramoznih in drugih jamah preko 3 m debeline, sledi plast razmeroma čistega savskega peščenega proda. Njegova debelina je povprečno 5 do 6 m, ponekod tudi do 15 m. Debelina proda narašča proti Savi in Ljubljani. Prod je v glavnem sestavljen iz belih, svetlo sivih in temno sivih apnenčevih in dolomitnih prodnikov, dalje iz oblic raznobarnih peščenjakov, skrilavcev in laporjev. Najdemo tudi prodnike zelenkastega in vijoličastega kremenovega keratofira, oziroma keratofira, porfirita in njihovih tufov. Pod prodom leži povečini ilovnata plast, ki vsebuje precej močno preperelih prodnikov zlasti peščenih, skrilavih, keratofirskih, tufskih in kremenovih, oziroma roženčevih. Na mnogih mestih preperel prod prevladuje nad ilovico, ki je v tem primeru le vezivo. Največkrat doseže ilovnata plast 1 do 2 m, ponekod pa celo nad 3,5 m debeline. Pod ilovnato plastjo leži skoraj povsod savski meljast peščen prod. Debelina te plasti je različna in znaša povečini manj kot 0,5 m, ponekod pa tudi do 5 m. Talnino meljastemurodu tvori konglomerat, ki je bolj ali manj trdno vezan. Značilno za konglomerat je, da se ne pričenja povsod v enaki globini. Najbolj pogosto ga najdemo v globini okrog 8 m. Na Kodeljevem, v Mostah na odseku med dolensko in štajersko železniško progo, ob Bohoričevi ulici pa se prične ponekod že v globini 2,5 do 4 m, medtem ko med Miklošičevo, Dalmatinovo in Titovo cesto na nekaterih mestih šele v globini okoli 20 m.

Na severnem robu Šišenskega hriba je med savske naplavine vrinjena plast nanosa z obrobnega gričevja. Debelina te plasti doseže tudi do 4,5 m. Sestavlja jo glina, kateri je primešano z naraščajočo globino vedno več preperlega grušča in proda karbonskih kremenovih peščenjakov in glinastih skrilavcev. Do 2,5 m debela plast šote pod savskim prodom kaže, da je bilo nekoč med Dravljami, Kosezami in Zg. Šiško manjše jezero. Ob Gospodinjski ulici, nedaleč od Vodnikove ceste, se nahaja prva plast šote 5,10 do 5,60 m pod površino, druga plast pa je ob Šišenski cesti že v globini 11,50 m. Šota prehaja navzdol v plast do 2 m debele sive organske gline.

Karbonski glinasti skrilavci in kremenovi peščenjaki Šišenskega hriba v začetku počasi tonejo v globino. Pri novi občinski zgradbi v Šiški ob Celovški cesti se nahajajo v globini 22 m, pri športnem parku ŽSD Ljubljana na 28 m, medtem ko jih pri Klečah niso navrtali niti v globini 101 m. To kaže na stopničasto prelomljeno podlago Ljubljanskega polja.

Na obrobju severnega dela mesta Ljubljane, kjer se hitro menjavajo prodne in glinaste plasti, je prvi nivo podtalne vode razmeroma blizu površine. Nahaja se 3 do 7 m pod površino. Na območju Dravelj in Kosez je možno zasledovati celo več lokalnih horizontov podtalne vode. Tako so pri kopanju vodnjaka za keramično tovarno »Dekor« dosegli v globini 1 m prvi horizont podtalne vode, v globini 3 do 4 m drugega in v globini 9 m tretjega (R a k o v e c . 1935, 182). Ti zgornji horizonti podtalne vode se približno ob Celovški cesti prelivajo na spodnji, savski horizont podtalne vode, ki se nahaja približno na 16 m globine.

Za gradbene namene so prodnata tla severnega dela Ljubljane zelo ugodna. Petrografske razmere tal na tem delu podaja priloženi blok-diagram (1. sl.).

### Osrednji del mesta

Na prehodu Ljubljanskega polja v Barje, to je v osrednjem delu Ljubljane, debelina prodne plasti polagoma pojema. Tako imamo n. pr. pod vrhnjo, do 3 m debelo plastjo prsti in nasipnine v Slomškovi ulici še do 15 m debelo prodno plast, v Dalmatinovi ulici le 6 do 7 m, medtem ko se ob Erjavčevi cesti skoraj popolnoma izklini. Prevladovati začnejo glinasto meljaste plasti z vmesnimi vložki glinastega proda in drobnega peska. V bližini Rožnika in Gradu se nahajajo pod savskim prodom v globini približno 10 m pod površino 3 do 6 m debele malo propustne meljaste in glinaste naplavine, preperine karbonskih skrilavcev in peščenjakov. Ta plast se izrazito prične ob Cankarjevi cesti ter se vleče od tu dalje proti jugu in jugozahodu. Na območju Kersnikove—Dalmatinove—Miklošičeve ter Trubarjeve ceste leži pod prodom ponekod svetlo siv karbonatni melj, ki doseže tudi do 12 m debeline. V Kersnikovi ulici se pojavi v globini okoli 10 m 2 do 4 m debela plast sive gline — polzarice. Prištevamo jih med barjanske usedline. V globini povprečno okrog 16 m pod površino se prične savski prod, ki se vleče čez Mirje, Gradaščico in mimo Večne poti. Debelina te spodnje prodne plasti zaenkrat še ni točno znana. Po podatkih vrtanja je na bivšem Nunskem vrtu ob Erjavčevi cesti prodna plast debela vsaj 27 m (vrtina je bila v produstavljenju).

V Veselovi ulici se v globini okrog 30 m prične konglomerat, ki se menjava z vmesnimi plastmi slabo vezanega proda.

Na Mirju in dalje proti Gradaščici sestavljajo glavni del vrhnjih plasti sive gline in pretežno karbonatni melj z vmesnimi večjimi in manjšimi lečami drobnega peska ter gradaškega proda. Ob Večni poti (ob drevesnici) nastopa do globine približno 7 m droben peščen prod oziroma prodnat pesek. Prodniki so pretežno iz belega in sivega apnenca in dolomita. Vmes so tudi prodniki raznih keratofirov in tufov. Ta prod je ponekod prekinjen po sivem karbonatnem melju in meljnatem pesku. V globini 16 m pa se začne spodnja prodnata plast, plast savskega proda.

Zaradi hitrega menjavanja propustnih in manj propustnih usedlin zasledimo na tem področju lahko več lokalnih horizontov podtalne vode. Na splošno lahko za celo območje izločimo dva horizonta podtalne vode. Mešane peščeno prodne oziroma glinasto meljaste naplavine tvorijo nepropustno podlago zgornjemu horizontu talne vode. Gladina tega zgornjega horizonta se nahaja na posameznih obrobni delih skoraj na površini, sicer pa v globini 2 do 4 m, le okoli Ljudske skupščine, Prežihove in Beethovne ulice se nahaja v globini 6 do 7 m. Ta podtalnica, ki se napaja z rožniške strani, se preko robov malo propustne podlage preliva proti spodnjemu horizontu podtalne vode, ki se nahaja v globini okrog 15 m. Gladina podtalne vode ni enakomerna, temveč se spreminja zaradi lokalnega prepletanja bolj in manj propustnih plasti.

Zaradi neenakomerne sestave tal tako srednjega dela mesta kot tudi Mirja, je to območje manj ugodno za težje objekte.

### **Južni del mesta**

Usedline na Barju so zelo raznovrstne. V dolgih obdobjih so jih prinašale Ljubljana, Iščica, Gradaščica in Želimljščica z okoliških hribov, včasih celo Sava. Debelejši prod se je vsedal ob robovih, medtem ko so sredino zapolnile drobno zrnate naplavine. Vrhno plast tvorita povečini šota oziroma židka glina polžarica. V globini približno 14 m se pojavi do 5 m debela plast dobro vležanega gradaškega proda z meljem (10 % melja, 50 % peska in 40 % proda), ki prehaja navzdol v droben pesek.

Najnovejše preiskave pri Dolgem mostu na Viču so pokazale, da leži pod gradaškimi peščeno prodnatimi usedlinami ter barjanskimi šotnimi in glinastimi plastmi savski prod. Ta se v zgornjih plasteh še večkrat menjava z vložki gradaškega proda, od globine 36 m navzdol pa nastopa sam in sega najmanj do 50 m globoko (Šercelj, 1960, 257 in Grimšičar, 1960/61, 195).

Barjanske usedline so med Dolenjsko in Ižansko cesto pomešane z gruščem karbonskih glinastih skrilavcev in peščenjakov.

Podtalna voda nastopa v globini 0,70 do 2,50 m. Barje je najslabši del Ljubljane, primeren za gradnje le nizkih objektov.

### **Zaključek**

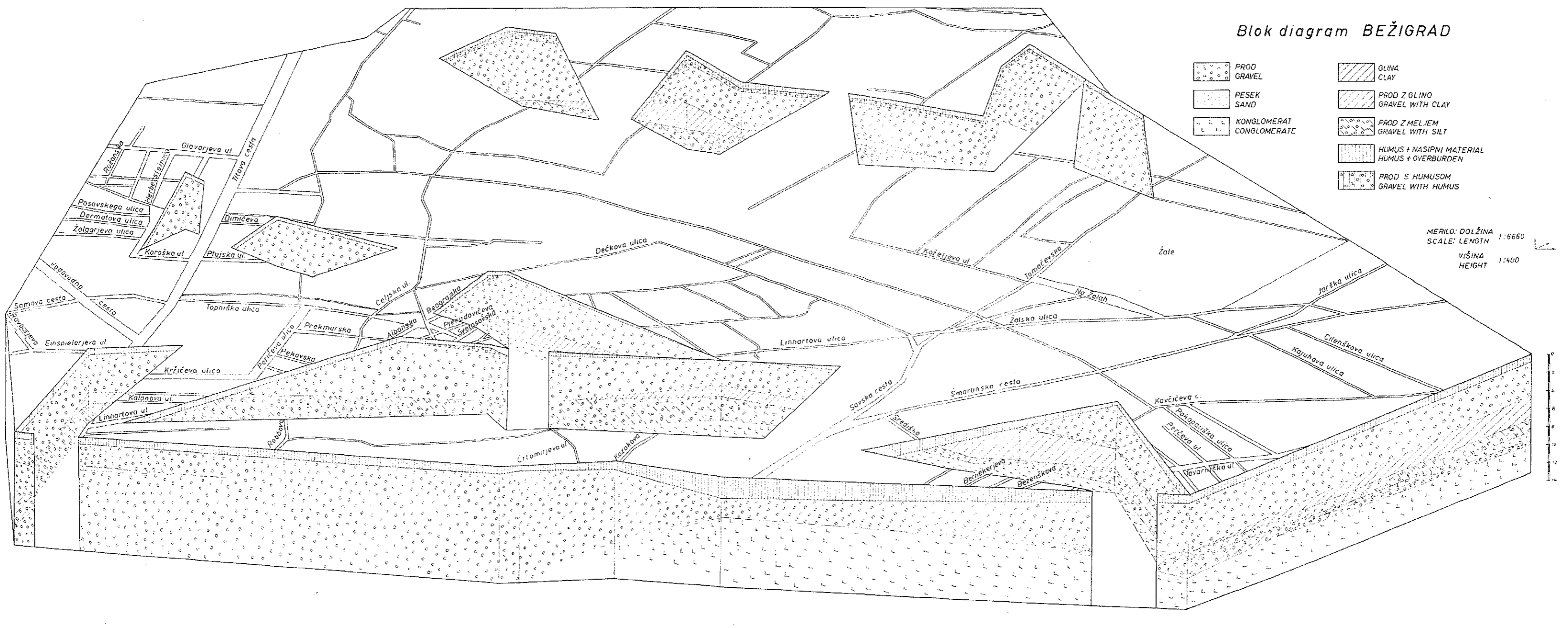
Območje mesta Ljubljane delimo glede na geološko podlago v severni del mesta (Šiška, Bežigrad, del Most), v osrednji del mesta ter v južni del — Barje.

V severnem delu prevladujejo savske prodne naplavine. Talna voda se med Šišenskim hribom ter Celovško cesto nahaja v globini približno 4 m, medtem ko je vzhodno od tod v globini 16 m. Za gradbene namene so prodnata tla zelo ugodna.

Zaradi neenakomerne sestave tal je osrednji del mesta mnogo manj ugoden za gradnjo kot severni. Na tem območju imamo dva horizonta podtalne vode. Zgornji horizont se nahaja 2 do 4 m pod površino, spodnji pa v globini približno 15 m.

Glineno peščene usedline južnega dela mesta dopuščajo gradnjo le nizkih objektov. Podtalna voda nastopa v globini 0,70 do 2,50 m.

### Blok diagram BEŽIGRAD



- |  |                             |  |  |
|--|-----------------------------|--|--|
|  | PROD<br>GRAVEL              |  | GLINA<br>CLAY                                  |
|  | PESEK<br>SAND               |  | PROD Z GLINO<br>GRAVEL WITH CLAY               |
|  | KONGLOMERAT<br>CONGLOMERATE |  | PROD Z MELJEM<br>GRAVEL WITH SILT              |
|  |                             |  | HUMUS + NASIPNI MATERIAL<br>HUMUS + OVERBURDEN |
|  |                             |  | PROD S HUMUSOM<br>GRAVEL WITH HUMUS            |

MERILO: DOLŽINA 1:6660  
SCALE: LENGTH 1:6660  
VIŠINA 1:400  
HEIGHT 1:400

## REPORT ON THE GEOLOGIC INVESTIGATIONS MADE IN LJUBLJANA FOR ENGINEERING PURPOSES

Borings have been carried out within the city limits of Ljubljana in order to determine the geologic conditions of various building sites.

The territory on which the town of Ljubljana and its environs are located, consists of two smaller tectonic units, i. e. Ljubljansko Polje (Ljubljana Plain) and Ljubljansko Barje (Ljubljana Moor) both of which subsided along the faults running at or near the foot of the marginal hills. The subsidence was considerable as borne out by the great thickness of sediments; the deepest bore hole sunk on Ljubljansko Polje to the depth of 101.5 m, did not reach the bedrock.

On the basis of its origin and geologic structure the area in which Ljubljana is located can be divided in the northern, middle and southern part. In the northern part the thin vegetable soil layer rests on a 5 to 6 m, and in places up to 15 m, thick bed of gravel. The latter bed is underlain by a 1 to 2 m thick clay bed containing weathered pebbles. The clay passes into the silty gravel deposited by the Sava river. The gravel is in part cemented together to conglomerate which occurs at varying depths, most frequently at about 8 m.

The gravel soil of the northern part of Ljubljana lends itself readily to being utilized for building purposes. The ground water level is at the depth of about 16 m (the Sava river ground water level). In the vicinity of the Carboniferous monadnocks there is a perched ground water level at the depth of 3 to 7 m. The petrographic composition of the soil of the northern part of Ljubljana, is represented in the block diagram "Bežigrad".

In the middle part of the town the thickness of the Sava river sediments begins to decrease considerably. Here the 2 m thick upper Sava river gravel is mingled with silt and clay. The gravel is underlain to the depth of about 16 m by beds made up of colored clays, silt and clayey silt. In the so-called Mirje area the clays and silt contain single lenses of fine sand and Gradaščica creek gravels. At the depth of 16 m there begins the lower Sava river gravel bed. Owing to its heterogeneous composition the middle part of the town is less suitable for building purposes than the northern part. There are two ground water levels in this area, the upper at the depth of 2 to 4 m and the lower at the depth of 15 m.

The southern part of the town, the moorland, is least favorable for building purposes. The soil consists partly of a soft gray clay containing large masses of snail shells, and partly of silt. Intercalated between these are peat beds of various thickness and smaller lenses of silt and Gradaščica creek gravel. The ground water level is at the depth of 0.7 to 2.5 m. The moor would lend itself only to the construction of low buildings.

## LITERATURA

- Drobne, F., 1957, Geološke in geomehanske karakteristike ljubljanskih stavbišč. Poročilo v arhivu Projektivnega biroja v Ljubljani.
- Grimšičar, A., 1960-61, Vrtanja na Ljubljanskem barju. *Proteus* 23, str. 195.
- Rakovec, I., 1932, H geologiji Ljubljane in njene okolice. *Geografski vestnik*, 8, str. 38.
- Rakovec, I., 1933, Novi prispevki h geologiji južnega dela Ljubljane, *Geografski vestnik*, 11, str. 167.
- Rakovec, I., 1938, K nastanku Ljubljanskega barja. *Geografski vestnik*, 14.
- Rakovec, I., 1952, O nastanku in razvoju Ljubljanskega polja, *Geografski vestnik*, 24, str. 77.
- Rakovec, I., 1956, Geološka zgodovina ljubljanskih tal. Državna založba Slovenije, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1956, Razvoj pleistocena na Slovenskem. Prvi jugoslovanski geološki kongres, str. 59, Ljubljana.
- Sovinc, I., 1951, Prispevek h geotehnični karti Ljubljane. *Gradbeni vestnik*, št. 1 do 2.
- Šercelj, A., in Grimšičar, A., 1960, Iz ledenodobne zgodovine naših gozdov. *Gozdarski vestnik*, 18/9-10, str. 257 do 266, Ljubljana.