

GEOTEHNIČNA IN HIDROLOŠKA RAZISKOVANJA BARSKEGA POLJA V ČRNI GORI

Franc Vidic

S 7 slikami med tekstom in z 2 kartama v prilogi

I. Uvod

Z izgradnjo in razvojem luke Bar se bo pojavila potreba po izgradnji luškega zaledja, novega mesta Bara. Sedanje mesto Novi Bar je strnjeno večji del ob vznožju Volujice. Nove objekte so po vojni gradili predvsem ob cestnih zvezah Topolica—tovorna železniška postaja in Novi Bar—Stari Bar (1. slika).

V letih 1960 in 1961 je bil izdelan idejni urbanistični načrt mesta Bara. Urbanist, profesor *Somborski* iz Sarajeva, je v okvirih luških objektov in glavnih prometnih žil, železnice in cest, projektiral Novi Bar kot povsem novo mestno naselje. Zasnovo Novega Bara je tako mogoče obravnavati kot »klasičen primer« projekta za izgradnjo mesta. Manjše stanovanjske in druge objekte, posejane po Barskem Polju, bodo namreč, po urbanističnem načrtu, odstranili.

Prostorsko planiranje celega mestnega naselja pa je potrebno uskladiti s podatki o nosilnosti temeljnih tal in o hidroloških razmerah. Načrt naj bi vseboval tudi napotke za lokacijo črpališča (enega ali več) za oskrbo Novega Bara s pitno in industrijsko vodo.

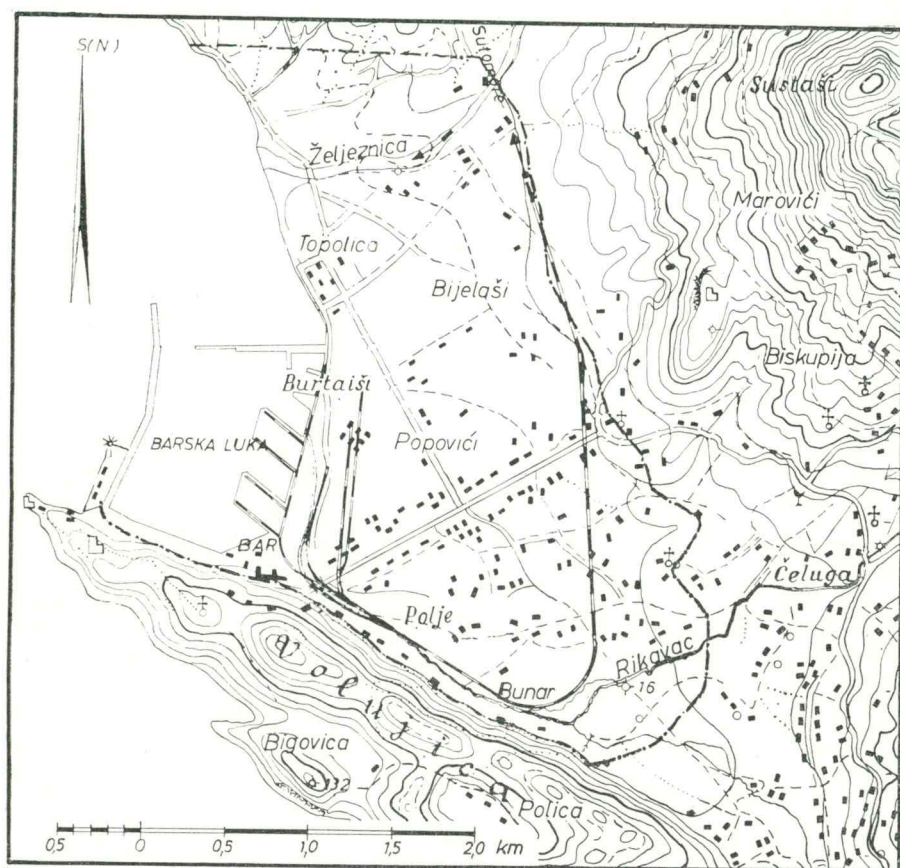
II. Raziskovalna dela na Barskem Polju

1. Splošni podatki

Geotehnično je Barsko Polje raziskal Geološki zavod Ljubljana z mrežo 24 plitvih sondažnih vrtin, z oznako »B« (bušotina — glej 1. karto).

Za ugotovitev geološke sestave Barskega Polja smo izvrtali sedem globokih sondažnih vrtin, z oznako »BD« (bušotina — duboka). Te so segale do osnovne hribine (apnenca). Vrtine »BD« smo do ustreznih globin, 20,0 do 25,0 m izpod površine tal obdelali kot geotehnične vrtine. Zaradi tega smo jih jedrovali in vzeli potrebne vzorce za preiskave.

Geotehnična raziskovanja Barskega Polja je naročil Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Crne Gore Titograd.



1. sl. Območje geotehničnih raziskav Barskega Polja

Fig. 1. Map, showing the area of geotechnical investigations of Barsko Polje

Investitor za raziskovalna dela je bilo podjetje »Luka Bar u izgradnji« iz Bara. Raziskovanja je izvedel odsek za mehaniko tal in temeljenje Geološkega zavoda Ljubljana pod vodstvom ing. J. Drnovška. Študijo raziskovalnih del in elaborat sta izdelala ing. F. Vidic in vodja teren-skih raziskovalnih del tehnik M. Ahlin. V Baru je bil opremljen teren-ski laboratorij za geomehanske laboratorijske preiskave, razen preiskav strižnih trdnosti zemljin. Laboratorijsko sta vzorce preiskala laborantka K. Videtič in tehnik F. Prašnikar.

Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Crne Gore je poveril Geološkemu zavodu Ljubljana le izdelavo geotehnične študije in operativno izvedbo hidroloških raziskav (črpalnih poizkusov). Hidrološko študijo barskega polja je izdelal Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Crne Gore Titograd. Zato se hidrološki podatki, obdelani v okviru

tega članka, nanašajo le na obdobje od oktobra 1960 do maja 1961. Hidrološko karto s konstrukcijo hidroizohips smo izdelali po podatkih o stanju podtalnice na mestih posameznih sondažnih vrtin v različnem času. Zato se bodo hidrološke karte, ki bodo izdelane na podlagi časovno usklajenih meritev, v detajlih razlikovale od naše karte (glej 2. karto).

2. Pregled geološke sestave Barskega Polja

Barsko Polje prekrivajo od površine tal pa do globine največ 110,0 m (BD-7) kvartarne rečne in morske naplavine. Proti obrobni vzpetini in v doline vodotokov se morske naplavine izklinjajo. Na jugovzhodnem obrobju mladi sedimenti nalegajo na sorazmerno strmo apnenčasto pobočje Volujice.

Na ostalem obrobju Polja pa leže kvartarne naplavine na eocenskem flišu. Debeline eocenskega fliša pod naplavinami in na severovzhodnem obrobju še ne poznamo. Fliš leži na apnencu, ki izdanja iznad železniške proge Bar—Sutomore in ob sedanji cesti Bar—Sutomore.

Kvartarne naplavine sta prinesli rečici Željeznica in Rikavac. Osrednjo globel med obema vodotokoma pa je občasno zasipalo morje s svojimi usedlinami, občasno pa vodotoka s svojimi naplavinami visokih voda. Na to kažejo menjajoče se plasti proda, peska in melja. Debelejše frakcije prodnih in peščenih naplavin pripadajo nanosom vodotokov, finejše frakcije enakomerno drobnega peska (SU) in melja (ML) pa morskim usedlinam.

Eocenski fliš sestavljata drobnnozrnat peščenjak in lapor. Vpadi plasti peščenjaka in flišnega laporja so zelo raznoliki. Pogosto je mogoče opaziti v flišu lepo izoblikovane (vzporedne) in enakomerne vpade plasti, katerih debelina se menja od velikostnih stopenj nekaj centimetrov do več decimetrov.

Ob površini tal oziroma v območju kontakta s kvartarnimi usedlinami je fliš močno preperel. Preperine moremo označiti (po AC klasifikaciji) kot glinaste in meljne zemljine z gruščem in samicami peščenjaka. Lapor-nate sestavine preperevajo v glinaste in meljne zemljine, medtem ko je intenzivnost razpadanja peščenjaka mnogo manjša. Zato se na obrobju, kjer fliš izdanja, v glini in melju pojavljajo gruščnate samice in drobni peščenjaka.

Glinaste in meljne zemljine površinske cone se pojavljajo na obrobni pobočjih Barskega Polja v debelinah od ca. 0,50 do 8,0 m. Velike debeline preperin so bile ugotovljene na nekaterih plazovitih odsekih ob cesti Bar—Sutomore.

Kontakti med glinasto meljnimi preperinami in osnovo nepreperelega fliša so v večini primerov lepo vidni v presekih pobočja. Plazenja preperinske cone se pojavljajo že na brežinah z naklonom večjim od 13°. Debelina drsnih lusk je običajno enaka debelini preperele cone. Lokalni plazovi, ki so zelo pogostni na odseku Ratac—Bar, pa imajo tudi tanjše drsne luske.

3.0 Hidrološke razmere na Barskem Polju

3.1 Površinski vodotoki

Na območju Barskega Polja se izlivata v morje dve rečici, Željeznica in Rikavac. Oba vodotoka imata skoraj vse do izliva velik padec (pribl. 1 do 2 ‰). Do leta 1961 se je Rikavac v velikem loku usmeril k svojemu izlivu na območje današnje športne luke. Leta 1961 je bil prebit predor pod Volujico, skozi katerega odteka sedaj Rikavac neposredno v morje. Predor je izveden v višini gladine morja. Večji del toka Rikavca na Barskem Polju je reguliran.

Spremenjena smer Rikavca vpliva na jugovzhodnem delu Barskega Polja na sistem toka in stanja podtalnice. Stara struga ima od odcepa v predor do izliva v morje pri hotelu »Rumija« nizek vodostaj, ker odvaja manjše količine voda (povprečno 0,2 m³/sek).

Reka Željeznica teče po naravni strugi, katere osnova je prodnata. V propustnih prodno peščenih naplavinah ob vodotoku napaja tudi podtalnico oziroma povzroča določen povišan piezometrični nivo.

V severnem delu Polja, na območju sondažnih vrtin B-14, B-15 in B-18, je izveden namakalni sistem, katerega napaja voda Željeznice.

3.2 Podzemne vode na Barskem Polju

Hidrološki podatki, dobljeni med sondiranjem, so za izdelavo ustrezne hidrološke karte zelo skopi. Vodostaje v sondažnih vrtinah smo opazovali le med vrtanjem. Zaradi tega podatki časovno niso usklajeni. Prav tako niso znani podatki o nihanju podzemne vode v posameznih letnih časih in v daljšem obdobju.

Hidroizohipse, konstruirane na podlagi obstoječih podatkov (glej 2. karto) omogočajo kljub pomanjkanju sistematičnih opazovanj zadovoljive zaključke glede usmerjenosti podtalnice.

Usmeritev toka podtalnice je dana s statično višino gladine morja (ne glede na plimo in oseko). Tako so v zahodnem delu tokovnice usmerjene več ali manj pravokotno na morsko obalo barskega zaliva. Na jugovzhodnem območju Barskega Polja so tokovnice podtalnice usmerjene proti povodju Rikavca. V sedanjem stanju, ko je izveden predor pod Volujico, se tokovnice še bolj usmerjajo proti severnemu čelu predora. Povečano preusmeritev toka podtalnice proti morju v predoru je pričakovati posebno z območja vasi Zaljeva.

Stalno nizka gladina sladke vode v stari strugi Rikavca (od predora do morja) bo povzročila, da bo upadel potencialni nivo sladkovodne podtalnice na območju sedanjega »mrtvega rokava«. To bo povzročilo bolj obširno zaslantitev Barskega Polja na območju sondažnih vrtin B-6, BD-7, B-16 in B-23.

Za izvedbo objektov Novega Bara bo odločilnega pomena globina podzemne vode. V pregledni hidrološki karti so vrisane meje globine podtalnice do 1,5 m, do 2,0 m in prek 2,0 m izpod površine. Poleg vsake sondažne vrtine je na hidrološki karti označena relativna globina podtalnice, merjena med vrtanjem.

4.0 Geomehanske raziskave Barskega Polja

4.1 Sondažna dela s terenskimi preiskavami temeljnih tal in laboratorijske preiskave

4.1.1 Sondažna dela

Za raziskavo Barskega Polja so bile izvedene strojne sondažne vrtine. V odvisnosti od sestave temeljnih tal je bila globina sond največ do 25,0 m. V prodno peščenih zemljinah je bila globina sondiranja manjša kot v glinastih in meljnih. Sondažne vrtine, ki so dosegle nepreperel fliš v globinah manjših od 25 m, smo zaključili potem, ko je bil kompakten fliš ugotovljen 0,5 do 1,0 m globoko.

Po prvotnem programu geotehničnih raziskav je bila predvidena gostejša mreža sondažnih vrtin, globokih povprečno 10,0 m, največ pa 15 m. V slabo nosilnih in močno stisljivih tleh bi tako izvedena sondažna raziskovanja dala nepopolne podatke za temeljenje povprečno visokih gradbenih objektov. Vendar so bila sredstva za geotehnične raziskave omejena; zato je bil sprejet predlog izvajalca del, da se mreža sondažnih vrtin razredči, povprečna globina sondažnih vrtin pa poveča.

Terenske preiskave temeljnih tal so obsegale: rotacijsko in udarno vrtanje na suho z začetnimi profili vrtanja 146 mm, odvzem intaktnih vzorcev za laboratorijske preiskave, v peščenih zemljinah in v zemljinah drobnih prodov pa še preizkuse standardnih dinamičnih penetracij. Rezultati preizkusov so pokazali, da se prodno peščene zemljine barskega zasipa nahajajo v srednje gosti do zelo gosti sestavi ($RD = 40$ do 100%).

4.1.2 Laboratorijske preiskave zemljin

Laboratorijske preiskave vzorcev so obsegale: granulometrične analize, ugotavljanje enoosnih tlačnih trdnosti zemljin, konsistenčnih mej, stisljivosti z vodopropustnostmi in strižnih trdnosti zemljin.

Granulometrične analize so bile izvedene vse kot kombinirane preiskave (sejanje + areometriranje). Na ta način smo dopolnjevali in kontrolirali vizualno klasifikacijo AC zemljin.

Preiskave enoosnih tlačnih trdnosti zemljin smo izvedli na vseh intaktnih vzorcih zemljin, na vzorčkih premera $d = 3,7$ cm in $3,5$ cm ter ustrezne višine h ($h = 1,5$ do $2d$). V 1. tabeli so vpisani rezultati preiskav enoosnih tlačnih trdnosti, kohezijskih odpornosti in naravne vlage kohezivnih zemljin. Enoosne tlačne trdnosti kažejo, da se zemljine Barskega Polja pojavljajo v lahkognetnem do poltrdnem konsistenčnem stanju. V stolpcu opomb je vpisan porušni kot α zemljin, pri katerih smo ga mogli odčitati.

Konsistenčne meje z izračunom indeksov plastičnosti (PI) in konsistenčnih količnikov (KI) smo vrednotili na vzorcih zemljin, za katere smo preiskali predvsem tudi stisljivost in strižno odpornost. Karakteristike kohezivnih zemljin Barskega Polja po sistemu AC klasifikacije kaže 2. slika. Po diagramu na 2. sliki pripada pretežni del zemljin grupi pustih glin (CI) in mastnih glin (CH). Po diagramu, navedenem v knjigi Peck Hansen in Thornburn, Foundation Engineering, 1961, je mogoče pretežni del preiskanih kohezivnih zemljin klasificirati kot malo do srednje

ENOOSNE TLAČNE TRDNOSTI, KOHEZIJSKE ODPORNOSTI TER NARAVNE VLAGE KOHEZIVNIH
ZEMLJIN BARSKEGA POLJA

1. tabela

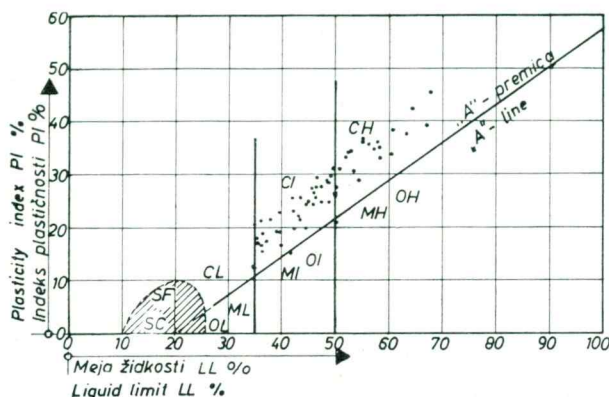
Zap. št.	Sondaž- na vrtna	Vzorec vzet iz globine od — do	Dimenzije vzorca: premer/ višina	Enoosna tlačna trdnost σ_{t_1}	Kohezijska odpornost $c = \frac{\sigma_{t_1}}{2}$	Specifična deformacija pri poru- šitvi vzorca	Naravna vlaga vzorca	Zemljina po AČ klasifikaciji	Opombe
		m	cm	kp/cm ²	kp/cm ²		‰		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	B—1	1,50— 1,80	3,7/6,2	1,30	0,65	0,119	25,4	CI	$\alpha = 30^\circ$
2	B—1	7,60— 7,90	3,5/5,0	0,80	0,40	0,084	36,6	CL—CI	
3	B—1	11,30—11,60	3,7/5,2	2,38	1,19	0,068	26,6	CL—CI	
4	B—2	1,20— 1,50	3,5/5,2	1,28	0,64	0,150	27,1	MI	
5	B—2	3,40— 3,70	3,7/6,1	1,63	0,82	0,150	24,8	MI—CI	
6	B—2	8,00— 8,30	3,5/5,0	1,32	0,66	0,150	23,2	CI	
7	B—2	9,80—10,10	3,5/5,3	1,17	0,59	0,150	22,4	MI—CI	
8	B—2	18,10—18,40	3,7/5,5	2,94	1,47	0,150	23,7	CI	
9	B—2	23,30—23,65	3,5/6,5	2,60	1,30	0,150	22,3	CI	
10	B—2	24,70—25,90	3,5/5,2	1,36	0,68	0,150	22,4	CI—CH	
11	B—3	2,00— 2,30	3,7/4,2	1,24	0,62	0,150	18,7	CI	
12	B—3	3,90— 4,20	3,5/4,4	2,42	1,21	0,150	23,8	CI—CH	
13	B—3	6,00— 6,30	3,5/4,5	1,38	0,69	0,085	15,3	CI—CH	
14	B—3	11,50—11,80	3,5/5,9	3,13	1,56	0,150	16,7	CH	
15	BD—3	1,80— 2,10	3,5/4,9	2,24	1,12	0,122	24,4	CI	$\alpha = 45^\circ$
16	BD—3	3,60— 3,90	3,5/4,5	2,72	1,36	0,150	27,5	CI	
17	BD—3	5,70— 6,00	3,5/5,3	0,80	0,40	0,150	30,6	CI	
18	BD—3	7,70— 8,00	3,5/4,9	1,12	0,56	0,150	31,2	MI—CI	
19	BD—3	11,60—11,90	3,5/5,3	0,33	0,19	0,150	28,4	MI—CI	

20	B—4	9,40—9,55	3,7/4,8	2,10	1,05	0,150	14,2	MI—CI	$\alpha = 30^0$
21	B—4	13,50—13,70	3,7/6,2	2,54	1,27	0,150	17,0	CI—CH	$\alpha = 30^0$
22	B—4	19,70—20,00	3,5/4,2	2,56	1,28	0,125	27,6	CH	
23	B—5	4,80—5,00	3,5/5,0	0,81	0,41	0,150	25,2	MI	
24	B—5	8,80—9,10	3,5/4,4	1,62	0,81	0,150	28,0	CI	
25	BD—5	5,00—5,10	3,5/5,0	3,20	1,60	0,150	24,7	CH	
26	BD—5	13,70—17,00	3,5/4,8	1,50	0,75	0,150	27,1	CI	
27	B—6	18,20—18,50	3,5/4,2	1,18	0,59	0,150	27,5	MI	
28	B—7	2,20—2,50	3,5/5,4	3,00	1,50	0,150	22,9	CI—CH	
29	B—7	4,30—4,60	3,5/4,6	2,28	1,14	0,150	28,2	CI—CH	
30	B—7	6,60—6,90	3,5/4,2	0,52	0,26	0,150	23,4	MI	
31	B—7	8,20—8,50	3,5/5,1	2,86	1,43	0,150	23,2	CI—CH	
32	BD—7	20,70—21,00	3,5/4,9	1,06	0,53	0,150	23,3	MI—CI	
33	B—8	5,50—5,80	3,5/4,8	1,08	0,54	0,150	28,4	ML—MI	
34	B—8	18,00—18,30	3,5/5,4	3,56	1,78	0,150	22,2	CI—CH	
35	B—9	2,00—2,30	3,5/4,5	2,40	1,20	0,150	20,2	CI	
36	B—9	6,00—6,30	3,5/4,5	3,34	1,67	0,089	23,2	CH	
37	B—9	8,00—8,30	3,5/4,6	3,58	1,79	0,150	24,0	CI—CH	
38	B—9	10,20—10,50	3,5/5,0	2,46	1,23	0,150	30,6	CI—CH	
39	B—10	2,70—3,00	3,5/5,1	1,18	0,59	0,150	24,6	CL—CI	
40	B—10	5,70—6,00	3,5/5,4	0,88	0,44	0,150	32,2	CI	
41	B—10	9,00—9,35	3,5/5,0	1,40	0,70	0,150	21,0	CI	
42	B—10	13,70—14,00	3,5/5,50	3,20	1,60	0,150	20,0	CI—CH	
43	B—11	2,70—3,00	3,5/5,5	1,50	0,75	0,150	24,8	MI—CI	
44	B—11	5,00—5,30	3,5/4,9	0,86	0,43	0,150	31,7	MI—CI	
45	B—11	11,00—11,30	3,5/5,5	0,64	0,32	0,150	28,0	MI	
46	B—11	19,00—19,30	3,5/5,4	5,20	2,60	0,150	21,2	CI—CH	
47	B—12	2,30—2,50	3,5/5,9	2,16	1,08	0,150	24,9	CI	
48	B—12	5,70—6,00	3,5/5,3	1,36	0,68	0,150	28,8	MI	
49	B—12	8,10—8,40	3,5/6,0	0,66	0,33	0,150	36,3	MI	

nadaljevanje 1. tabele

Zap. št.	Sondažna vrtina	Vzorec vzet iz globine od — do	Dimenzije vzorca: premer/ /višina	Enoosna tlačna trdnost σ_{t_1}	Kohezijska odpornost $c = \frac{\sigma_{t_1}}{2}$	Specifična deformacija pri porušitvi vzorca	Naravna vlaga vzorca	Zemljina po AC klasifikaciji	Opombe
		m	cm	kp/cm ²	kp/cm ²		%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	B—12	11,00—11,30	3,5/5,5	1,17	0,59	0,150	23,3	MI	
51	B—12	16,00—16,30	3,5/6,0	2,06	1,03	0,150	27,5	CI—CH	
52	B—13	12,60—12,90	3,5/5,0	4,80	2,40	0,150	20,0	CH	
53	B—14	3,20— 3,50	3,5/5,2	0,81	0,41	0,150	22,9	CL—CI	
54	B—14	6,40— 6,70	3,5/5,3	2,90	1,45	0,040	16,8	CI—MI	
55	B—15	6,80— 7,10	3,5/5,0	4,54	2,27	0,150	24,1	CH	
56	B—15	12,30—12,60	3,5/4,9	3,20	1,60	0,150	23,5	CH	
57	B—17	19,30—19,50	3,5/5,5	3,32	1,66	0,150	28,5	CI—CH	
58	B—18	2,70— 3,00	3,5/6,3	4,20	2,10	0,150	22,7	CH	
59	B—23	13,10—13,40	3,5/5,8	1,44	0,72	0,150	31,0	CI	
60	B—23	15,60—15,90	3,5/5,7	2,65	1,32	0,150	25,1	CI	
61	B—23	18,50—18,80	3,5/5,5	2,42	1,21	0,150	22,0	CH	
62	B—24	2,20— 2,50	3,5/5,7	2,16	1,08	0,150	27,4	CH	
63	B—24	5,10— 5,40	3,5/5,5	1,02	0,51	0,150	26,9	MI	

stisljive gline (CL) in zelo stisljive gline (CH). Tu je klasifikacija srednje stisljivih (pustih) glin (CI) opuščena. Kot malo do srednje stisljive (puste) gline (CI) označujemo zemljine z mejo židkosti (LL) od 20 % do 50 % ter indeksom plastičnosti (PI) od 5 % do 22 % (nad premico A). Kot močno stisljive (mastne) pa so označene gline, ki imajo mejo židkosti (LL) nad 50 % in indeks plastičnosti (PI) večji od 22 %. V diagramu na 2. sliki so določene tudi grupe srednje stisljivih zemljin (CI, MI, OI).



2. sl. Diagram plastičnosti kohezivnih zemljin Barskega Polja, po AC-klasifikaciji

Fig. 2. Plasticity chart, showing AC-classification of cohesive soils of Barsko Polje

Po 2. sliki pripadata meljem in organskim zemljinam (MI, OI in MH) le dva od preiskanih vzorcev kohezivnih zemljin. Srednje in jako stisljivi melji, klasificirani po navedenem diagramu, v laboratorijski praksi pogosto padejo med gline. Ta pojav je opaziti pri meljih z visokim odstotkom delcev, ki se po velikosti premerov približujejo glinam. Pri takih meljih namreč tako procent vlage na meji židkosti kot tudi indeks plastičnosti pogosto dosegata vrednosti nad premico A.

Količniki konsistence kažejo, da se kohezivne zemljine pojavljajo v lahkognetnem do poltrdnem konsistenčnem stanju. Številčni rezultati preiskav niso navedeni.

V oedometriških aparatih premera 100,0 mm in višine 40,0 mm smo preiskali stisljivost z vodopropustnostjo 29 karakterističnih vzorcev zemljin. Obremenitve smo povečevali stopnjevito od 0,025 do 4,00 kp/cm² po Taylorjevem principu z 2-kratnim faktorjem povečanja. Rezultati preiskav stisljivosti so navedeni v 2. tabeli.

Module stisljivosti za posamezne obremenilne stopnje smo izračunali ob upoštevanju končnih vrednosti usedkov pri popolni konsolidaciji vzorcev, ko je bila sekularna faza konsolidacije (po B u i s m a n u) že očitna. Razlike med moduli stisljivosti primarne in končne konsolidacije za praktične izračune usedkov niso bistvene. Moduli razbremenitve

2. tabela

Zap. št.	Vzorec zemljine		Vrednosti modulov stisljivosti za posamezne obremenilne stopnje; popolna konsolidacija					Koeficient vodopropust- nosti	Naravna vlaga vz. pred/po preiskavi	Porni volumen pred/po preiskavi	AC klasi- fikacija zemljine
	iz vrtine	iz globine	0,02— —0,50 kp/cm ²	0,50— —1,00 kp/cm ²	1,00— —2,00 kp/cm ²	2,00— —4,00 kp/cm ²	Povprečni modul raz- bremen.				
			kp/cm ²	kp/cm ²	kp/cm ²	kp/cm ²	kp/cm ²				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	B—1	1,50— 1,80	53,0	66,6	86,3	114,1	260,1	od $2,4 \times 10^{-8}$ do $2,7 \times 10^{-9}$	23,2/22,8	40,5/38,6	CI
2	B—1	7,60— 7,90	17,4	41,4	56,9	—	216,0	od $5,9 \times 15^{-8}$ do $6,3 \times 10^{-9}$	36,6/31,8	48,8/46,5	CL—CI
3	B—1	11,30—11,60	52,4	63,3	77,0	92,0	202,5	od $7,2 \times 10^{-8}$ do $2,4 \times 10^{-9}$	26,0/27,0	45,2/43,5	CI
4	B—2	1,20— 1,60	17,8	32,7	50,0	—	104,0	od $9,2 \times 10^{-9}$ do $6,5 \times 10^{-10}$	24,6/22,6	41,1/38,5	CI
5	B—2	3,40— 3,70	15,3	52,2	67,4	117,2	184,5	od $1,8 \times 10^{-9}$ do $1,3 \times 10^{-9}$	22,8/19,8	38,4/34,8	CI—MI
6	B—2	8,00— 8,30	32,4	64,9	74,9	100,8	120,5	od $2,6 \times 10^{-9}$ do $7,4 \times 10^{-10}$	24,2/23,0	40,0/38,6	CI
7	B—2	18,10—18,40	47,9	84,1	89,6	119,1	197,7	od $3,2 \times 10^{-9}$ do $5,9 \times 10^{-10}$	23,6/23,1	39,7/38,5	CI—CH
8	B—3	2,00— 2,30	34,8	45,0	57,9	74,1	124,2	od $3,1 \times 10^{-9}$ do $5,6 \times 10^{-10}$	25,4/24,8	42,4/40,3	CI
9	B—3	3,90— 4,20	56,7	61,5	83,5	109,0	165,5	od $2,5 \times 10^{-9}$ do $1,5 \times 10^{-10}$	20,6/19,4	36,2/34,4	CH
10	BD—3	3,70— 3,90	61,8	69,8	86,6	93,9	107,8	od $1,4 \times 10^{-9}$ do $5,1 \times 10^{-10}$	28,4/27,8	43,6/43,0	CI
11	BD—3	7,70— 8,00	15,1	30,9	34,9	51,4	82,7	od $1,5 \times 10^{-9}$ do $6,2 \times 10^{-10}$	33,2/28,3	46,6/42,6	CH

12	B—4	9,40— 9,55	55,5	66,3	101,0	135,5	139,0	—	15,2/16,1	30,8/30,5	MI
13	BD—4	19,70—20,00	63,2	81,5	108,7	122,8	128,8	od $1,7 \times 10^{-9}$ do $7,7 \times 10^{-10}$	27,0/26,8	42,6/42,1	CI—CH
14	B—5	4,80— 5,00	21,3	42,6	52,9	83,0	152,8	od $6,4 \times 10^{-9}$ do $4,4 \times 10^{-9}$	24,3/22,3	41,1/48,0	MI—CI
15	B—5	8,80— 9,10	29,7	54,6	67,0	102,0	150,5	od $3,8 \times 10^{-9}$ do $6,8 \times 10^{-10}$	27,7/25,6	43,6/41,5	CI
16	BD—5	5,00— 5,20	66,9	98,0	123,0	143,0	147,2	od $3,1 \times 10^{-9}$ do $7,9 \times 10^{-10}$	25,9/26,3	41,6/41,0	CH
17	B—6	18,10—18,50	18,4	36,6	48,1	74,5	115,0	od $2,2 \times 10^{-9}$ do $1,2 \times 10^{-9}$	28,0/24,9	43,2/40,3	MI—CI
18	B—7	2,20— 2,50	58,5	62,0	77,8	97,0	99,0	od $8,6 \times 10^{-10}$ do $5,7 \times 10^{-10}$	23,0/22,8	38,4/38,0	MI—CI
19	B—7	6,60— 6,90	20,7	64,0	81,5	100,0	248,0	od $3,8 \times 10^{-9}$ do $1,0 \times 10^{-9}$	24,0/21,4	39,8/36,8	MI
20	B—8	5,50— 5,80	23,4	48,5	63,4	86,8	119,0	od $4,6 \times 10^{-9}$ do $2,5 \times 10^{-9}$	28,1/26,2	43,4/41,0	CI
21	B 9	8,00— 8,60	68,4	98,3	117,8	152,0	145,0	od $5,7 \times 10^{-9}$ do $6,9 \times 10^{-10}$	23,0/22,7	38,5/38,1	CH
22	B 10	2,70— 3,00	20,2	47,6	56,9	83,9	159,9	od $4,2 \times 10^{-9}$ do $1,9 \times 10^{-9}$	22,4/20,4	38,8/37,6	CI
23	B 11	5,00— 5,30	17,9	38,0	88,1	41,1	88,0	od $3,0 \times 10^{-6}$ do $1,2 \times 10^{-9}$	31,7/31,0	49,4/45,6	CI
24	B 14	3,20— 3,50	20,6	40,0	51,4	73,8	216,0	od $5,9 \times 10^{-9}$ do $2,4 \times 10^{-9}$	21,6/19,9	39,4/35,8	CL—CI
25	B 23	13,10—13,40	7,95	49,3	54,4	63,5	82,5	od $3,3 \times 10^{-9}$ do $0,6 \times 10^{-9}$	33,4/32,6	50,5/45,8	MI—CI
26	B 24	5,10— 5,40	19,4	35,0	45,2	70,3	101,0	od $8,8 \times 10^{-9}$ do $3,2 \times 10^{-9}$	26,2/22,5	39,1/33,8	CI—MI

(v 10. stolpcu 2. tabele) so izvrednoteni kot povprečni glede na celotno razbremenitev (od 4,00 do 0,00 kp/cm² in od 2,00 do 0,0 kp/cm²).

Strižne trdnosti zemljin smo preiskali po metodi hitrih konsolidiranih preiskav (Q_c -quick consolidated test) na karakterističnih vzorcih kohezivnih zemljin.

Za peščene in prodno peščene zemljine strižnih trdnosti nismo preiskali, temveč le ocenili.

V 3. tabeli so navedene številčne vrednosti rezultatov strižnih preiskav. Izvedene so bile po metodi konstantne hitrosti horizontalne deformacije z merjenjem horizontalnih sil oziroma napetosti.

3. tabela

Zap. št.	V z o r e c		Kohezij-ska trdnost c	Kot strižnega odpora φ	Naravna vlaga vzorca (pred preiskavo)	Žemljina po AC klasifikaciji
	iz vrtine	iz globine pod površino				
	oznaka	m	kp/cm ²		%	
1	2	3	4	5	6	7
1	B— 8	4,00—4,30	0,16	28°	23,3	MI
2	B— 9	4,30—4,60	0,17	25°	24,8	CI
3	B—11	8,00—8,30	0,14	26° 30'	30,0	CI—CH
4	B—15	3,10—3,40	0,24	22° 40'	28,8	CH

4.2 Razdelitev Barskega Polja na območja po nosilnosti tal

Naloga raziskovalnih del na Barskem Polju je bila, določiti pogoje za izgradnjo objektov novega mesta. Omejiti je bilo treba območja z enakšno oziroma podobno sestavo temeljnih tal. Kriterija za določevanje območij sta bila:

1. dopustna obremenitev tal glede na lomno obremenitev;
2. dopustna obremenitev tal glede na absolutne in diferencialne usedke.

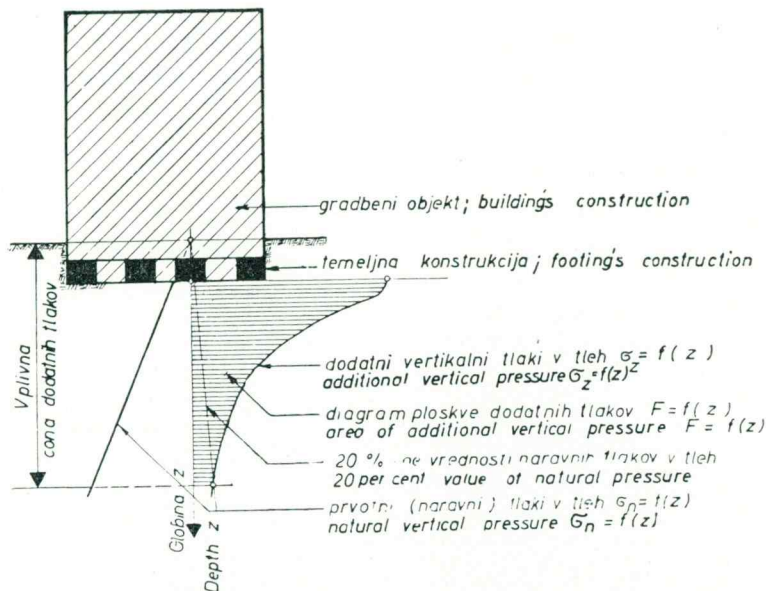
Splošni pogoji izgradnje objektov na posameznih območjih vsebujejo še minimalne globine temeljenja objektov pod površino (zaradi pogoja razsuševanja tal ob površini) in zaključke o uporabnosti različnih sistemov temeljnih konstrukcij na posameznih mestih oziroma območjih (I—VI).

Po navedenih kriterijih izvedene geotehnične raziskave so pokazale, da je mogoče Barsko Polje razdeliti na šest karakterističnih območij, kot so prikazana na 1. situacijski karti. Meje med posameznimi območji seveda niso ostre, ampak široke in neizrazite. Določili smo jih po interpolaciji sestave temeljnih tal v posameznih sondažnih vrtinah.

4.3 Opis sestave tal karakterističnih geotehničnih območij Barskega Polja

4.31 Območje (I) morskih naplavin

Območje (I) se razteza ob obalnem pasu od novega športnega in tovornega pristanišča do ozkega pasu barske obale pod severnim pobočjem Volujice. Sestavo temeljnih tal na tem območju podajajo rezultati sondažnih vrtin B-6, BD-7, B-16 in S-1 do S-6. Z vrtinami »S« smo raziskali tla za predvideno izgradnjo žitnega silosa ob 1. pristanu v Baru.



3. sl. Grafični prikaz vplivne cone (ploskve) dodatnih tlakov (σ_2) v tleh

Fig. 3. Diagram illustrating the area of additional vertical pressures (σ_2)

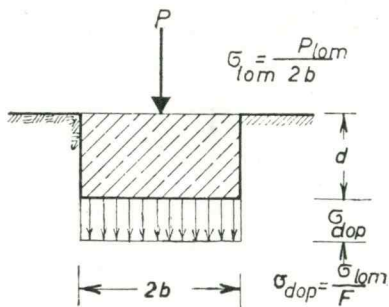
Ob površini tal, do globine največ 6,20 m (BD-7) se na obalnem obrobju območja I pojavljajo dobro in slabo granulirane prodno peščene (GW ter GP) in dobro granulirane peščene (SW) zemljine. Proti severu območja I se ta plast izklinja (vrtine B-1, B-6 in B-23). Izpod površinske, prodno peščene plasti se do globin največ 24,20 m pojavlja droben in srednje debel enakomeren pesek (SU), slabo granularane peščeno meljne zemljine (SFs), peščen melj (ML), glinast melj (MI), puste (CI) in mastne (CH) gline. Vse vrtine na tem območju so se končale v prodno peščenih naplavinah.

Podtalnica se nahaja plitvo pod površino. Zato bo pred izgradnjo nove luke pretežni del tega območja dvignjen z umetnim nasipom 2 m nad morjem (7. slika).

4.32 Osrednje območje (II) Barskega Polja

Osrednje območje (II) je najbolj obširno. Zajema pretežni del predvidene zazidalne površine bodočega mestnega naselja.

Geotehnične karakteristike območja II podajajo rezultati vrtin B-1, B-2, BD-3, BD-4, B-7, B-11, B-12- B-24 in delno B-23. Pregledni rezultati sestave tal v teh vrtinah kažejo, da so temeljna tla območja II zelo



4. sl. Računska skica vrednotenja lomnih obremenitev tal za pasovni temelj

Fig. 4. Sketch of long footing crosssection, showing basis for computation of ultimate bearing capacity

heterogena. Skupne karakteristike sestave tal na vseh vrtinah se kažejo v prevladovanju stisljivih kohezivnih zemljin v »vplivni površinski coni«. Vplivna cona je pri tem upoštevana do globine, do katere prevzema tlo pretežni del vertikalnih dodatnih tlakov pod objektom (3. slika). Madžarski predpisi omejujejo vplivno cono z globino, ki jo določajo s sečiščem krivulje dodatnih vertikalnih tlakov v tleh, ki jih povzroča teža objekta, s krivuljo 20 % vrednosti prvotnih (naravnih) tlakov od lastne teže zemljin temeljnih tal.

V večjih globinah, tj. izpod vplivne površinske cone do 25,0 m pod površino, prevladujejo na območju II prodne (GW, GP), peščene (SW, SP), prodno peščeno meljne (GFs) in prodno peščeno glinaste zemljine (GFc).

Na pretežnem delu tega območja je podtalnica v globinah 1,0 do 2,0 m pod površino, razen v jugovzhodnem delu. Zaradi visoke podtalnice je območje vrtin B-24, B-12, B-6 in B-23 umetno dvignjeno z nasipanjem. Tak nasip je izvršen od novih luških objektov do stare struge Rikavca. Prikazujeta ga 6. in 7. slika po sestavi in razprostranjenosti do maja 1960.

4.33 Območje (III) naplavin reke Rikavca

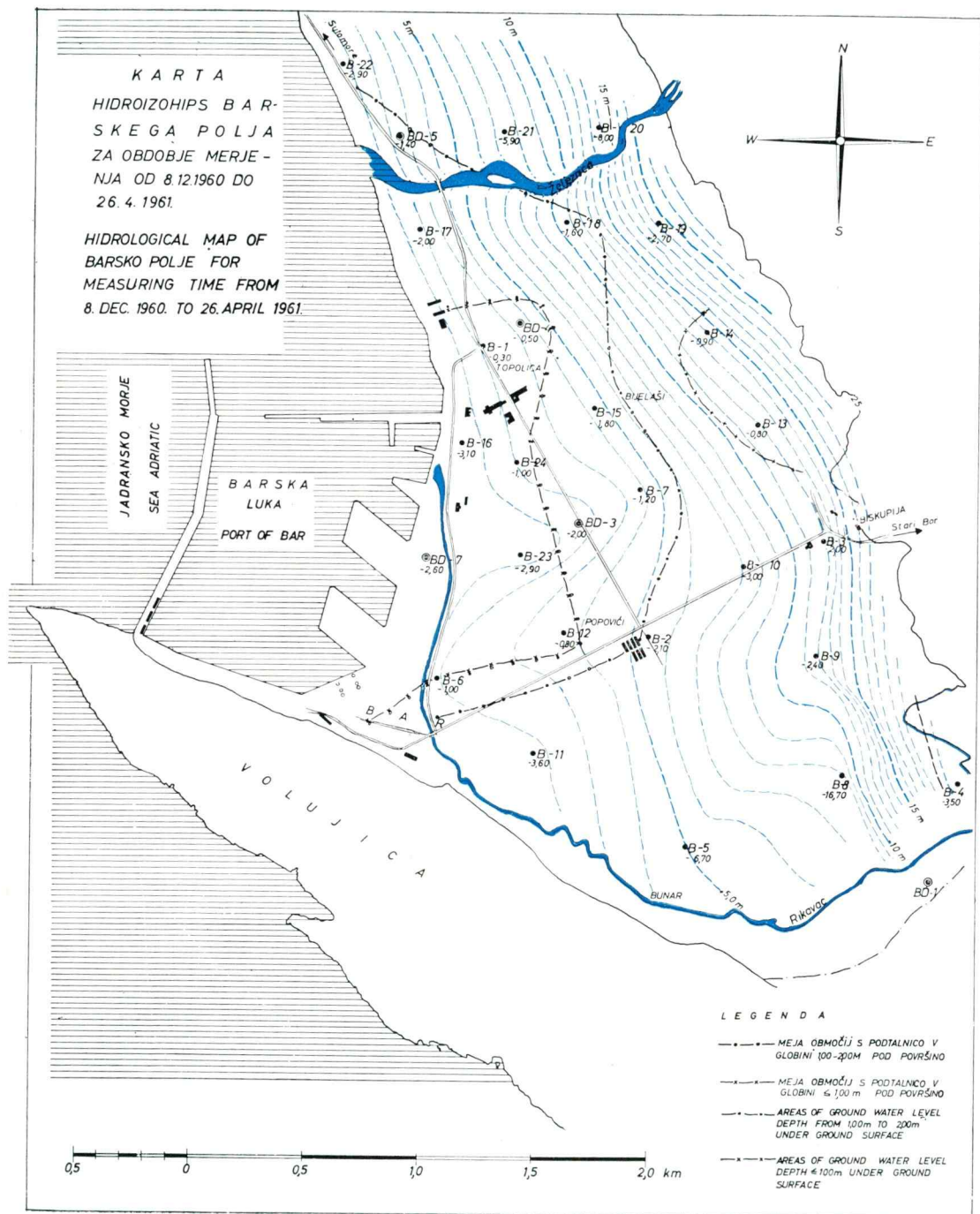
Sorazmerno veliki padec reke Rikavca so zmanjšali šele v zadnjih letih z regulacijo. Tla na območju III sestavljajo pretežno prodne in peščene naplavine. Zgradba tal je bila raziskana s sondažnimi vrtinami B-4, B-5 in B-8. Mreža vrtin na tem območju je sorazmerno redka, ker je tu po urbanističnem načrtu meja mestne zazidave.

GEOTECHNICAL MAP, SHOWING
AREAS OF DIFFERENT
ALLOWABLE BEARING
PRESSURES OF BARSKO
POLJE, MONTE NEGRO,
YUGOSLAVIA



KARTA
HIDROIZOhips BAR-
SKEGA POLJA
ZA OBDOBJE MERJE-
NJA OD 8.12.1960 DO
26. 4. 1961.

HIDROLOGICAL MAP OF
BARSKO POLJE FOR
MEASURING TIME FROM
8. DEC. 1960. TO 26. APRIL 1961.



LEGENDA

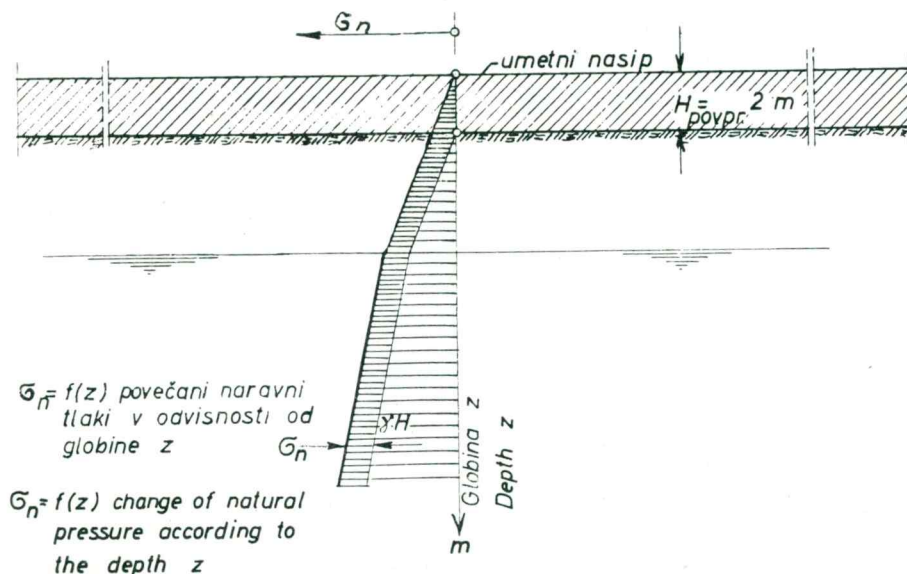
- — — — — MEJA OBMOCIJI S PODTALNICO V GLOBINI 100-200m POD POVRŠINO
- — — — — MEJA OBMOCIJI S PODTALNICO V GLOBINI 200-400m POD POVRŠINO
- — — — — AREAS OF GROUND WATER LEVEL DEPTH FROM 100m TO 200m UNDER GROUND SURFACE
- — — — — AREAS OF GROUND WATER LEVEL DEPTH 400m UNDER GROUND SURFACE

Za območje III so torej značilna pretežno prodnato peščena temeljna tla. Pojavljajo pa se tudi plasti in leče glinastih ter meljnih zemljin. Debelejša plast puste gline (CI) je v vrtini B-4 od 9,10 m do 16,70 m izpod površine, tj. na kontaktu s trdnim eocenskim flišem.

Med sondiranjem se je podzemna voda pojavila v globinah od 3,50 m (B-4) do 16,70 m (B-8) izpod površine tal.

4.34 Območje (IV) naplavin reke Željeznice

Sestava temeljnih tal ob reki Željeznici je podobna kot v območju III. Sondažne vrtine BD-5, B-17 in B-21 kažejo, da sestavljajo vplivno cono tega območja malo stisljive prodno peščene (GW, GP, GC) in prodno peščeno meljne (GFs) oziroma prodno peščeno glinaste zemljine (GFc).



5. sl. Diagram dodatnih tlakov v tleh zaradi umetnega nasipanja površine tal v točki, ki je dovolj oddaljena od roba nasipa

Fig. 5. Diagram, showing change of natural pressure according to the depth in the place, far enough from the edge of artificial embankment

Med prodnimi in peščenimi zemljinami se pojavljajo leče in plasti puste (CI) in mastne gline (CH), melja (ML) in glinastega melja (MI). Debeline teh plasti dosegajo največ 2,30 m.

Podtalnica je bila izmerjena med sondiranjem v globinah 1,40 m do 5,90 m pod površino (glej prilogo hidrološke karte).

4.35 Severovzhodno območje (V) s flišno osnovo v globini do 19,0 m izpod površine.

Poleg naslovnega podatka, da se flišna osnova nahaja v globinah manjših od 19,0 m pod površino, je za to območje značilno, da sestavljajo

temeljna tla od površine do flišne osnove skoraj izključno le stisljive, kohezivne zemljine melja (ML), glinastega melja (MI), meljne gline (CL), puste gline (CI) in mastne gline (CH). Stisljivost teh zemljin podaja 2. tabela. Tanjše plasti in leče peščenih ter prodnih zemljin, ki se pojavljajo v ko-



6. sl. Sestava nasipnega materiala in njegova povprečna višina

Fig. 6. The composition and the average height of the artificial embankment material

hezivnih zemljinah, bodo delovale pri dodatnih obremenitvah kot recipienti drenažne vode in s tem pospeševale sicer dolgotrajne konsolidacijske procese.

Podtalnica je usmerjena proti morski gladini. Pojavlja se v globinah 1,60 (B-18) do 3,00 m (B-10) pod površino terena.

4.36 Obrobno območje (VI) Barskega Polja s flišno osnovo od površine do 10,0 m pod površino

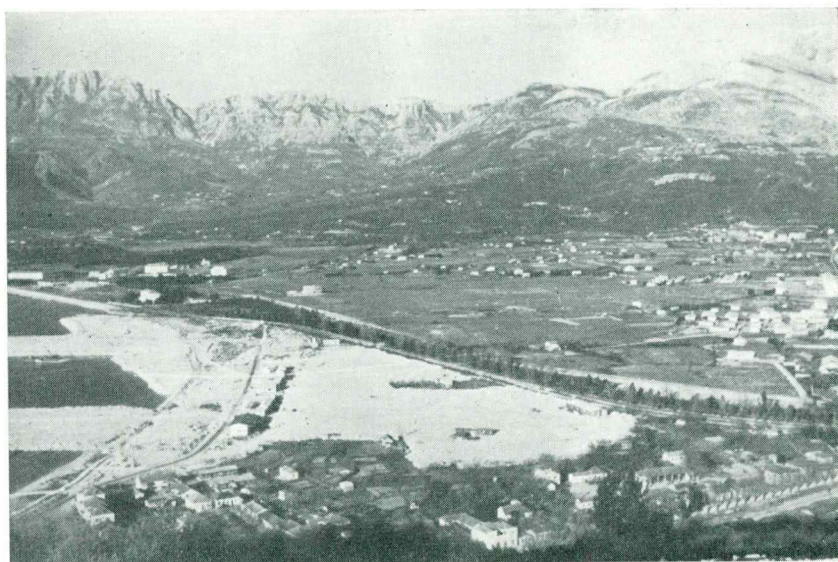
To območje zaključuje Barsko Polje proti obrobnim vzpetinam. Kot njegova severna in vzhodna meja je bila določena izohipsa obrobni pobočij na absolutni nadmorski višini +25,0 m.

Sestavo temeljnih tal kažejo sondažne vrtine B-3, B-13, B-14, B-19 in B-20. Do globine največ 10,0 m pod površino se nahajajo predvsem stisljive kohezivne zemljine, puste in mastne gline (CI, CH) ter melja in glinastega melja (ML, MI). Površinske plasti teh zemljin ležijo na flišni podlagi.

Podtalnica je v globinah od 0,80 do 2,70 m in se napaja s pobočij. Komunicira predvsem v bolj propustnih vložkih peščenih zemljin. Tok podtalnice je usmerjen proti območju V oziroma proti morju.

4.4 Mejne dopustne obremenitve tal Barskega Polja

V poglavju 4.2 so navedeni kriteriji, po katerih je bilo mogoče Barsko Polje razdeliti na šest območij. Pri določanju nosilnosti tal smo iskali mejne vrednosti, ki veljajo za različno zasnovane gradbene objekte tako po višini (teži) kot tudi po zasnovi nosilnih konstrukcij. Pri tem smo



7. sl. Do maja 1961. leta izvršeni nasip Barskega Polja ob tovarni luki

Fig. 7. To may 1961 performed artificial embankment of Barsko Polje near Port of Bar

težili za tem, da smo temeljne konstrukcije izbrali čim enostavnejše (plitvo temeljenje objektov).

V okviru mejnih vrednosti ustrezajo nižje vrednosti obremenitev tal na posameznih območjih statično bolj zahtevnim nosilnim konstrukcijam, višje pa statično manj občutljivim objektom.

Zaradi potrebe po uporabnosti geotehničnega katastra že pri urbaništem načrtovanju novega mesta smo določevali primerjalne objekte, na katere smo aplicirali geotehnične raziskave. Na določenih primerjalnih

objektih smo tako mogli upoštevati, pri intervalih dopustnih obremenitev, tudi pogoje dopustnih absolutnih in diferencialnih usedkov. Mejne vrednosti za dopustne absolutne in diferencialne usedke smo upoštevali po predpisih PTP št. 1 oziroma po literaturi.

Pri dimenzioniranju dopustnih obremenitev tal smo za izračun nosilnosti uporabili obrazce po Fröhlichu in po Caquotu in Kériselu oziroma Terzaghiju.

Pri vrednotenju dopustnih obremenitev tal ob pogoju začetka nastopa plastičnosti pojavov ob robovih temeljev (po Fröhlichu) smo upoštevali varnostni faktor $F = 1$, torej $\sigma_{\text{dop}} = \sigma_{\text{kr}, F_0}$, kjer pomeni:

σ_{dop} dopustno obremenitev tal [kp/cm²]

σ_{kr, F_0} nosilnost tal po Fröhlichovem kriteriju [kp/cm²].

Pri vrednotenju dopustne obremenitve tal po Caquotu in Kériselu ter Terzaghiju smo upoštevali varnostni faktor proti lomu tal $F = 3,0$ -kratni

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{\sigma_{\text{lom}}}{F} = \frac{\sigma_{\text{lom}}}{3,0}$$

kjer pomeni: σ_{dop} dopustno obremenitev tal [kp/cm²],
 F varnostni faktor (voljen).

DOPUSTNE OBREMENITVE TAL V POSAMEZNIH OBMOČJIH BARSKEGA POLJA

4. tabela

Zap. št.	Opis geotehničnih območij Barskega Polja	Oznaka območja	Upoštrevane strižne karakteristike zemljin v območju globine fundiranja $\tau = c + \sigma \cdot \text{tg } \phi$	Mejne dopustne obremenitve tal σ_{dop}	Sistemi temeljnja objektov, ki bodo prihajali v poštev
			kp/cm ²	kp/cm ²	Opis
1	2	3	4	5	6
1	Območje morskih naplavin	I	$\tau = \sigma \cdot \text{tg } 35^\circ$		
2	Osrednje območje Barskega Polja	II	$\tau = 0,16 + \sigma \cdot \text{tg } 28^\circ$ $\tau = 0,14 + \sigma \cdot \text{tg } 26^\circ$	1,00 do 3,50 0,75 do 2,00	plitvo plitvo in globoko
3	Območje naplavin reke Rikavca	III	—	2,00 do 4,00	pretežno plitvo
4	Območje naplavin reke Željeznice	IV	—	2,50 do 4,00	pretežno plitvo
5	Severovzhodno območje s flišno osnovo do 19,0 m pod tlemi	V	$\tau = 2,4 + \sigma \cdot \text{tg } 22^\circ$	1,00 do 2,00	plitvo in globoko
6	Obrobno območje s flišno osnovo do 10,0 m pod tlemi	VI	$\tau = 2,4 + \sigma \cdot \text{tg } 22^\circ$	1,00 do 2,50	plitvo in globoko

Dopustne obremenitve tal so odvisne od dimenzij temeljnih konstrukcij (širine $2b$ in globine d temeljev (4. slika). V numeričnih primerih računa dopustnih obremenitev tal smo zato izbrali širine temeljev od $2b = 1,50$ m do maksimalnih $2b = 3,00$ m, in globine temeljenja od $d = 1,50$ do $3,00$ m.

Podatki o dopustnih obremenitvah tal za posamezna območja so vidni iz 4. tabele.

Dopustne obremenitve v 4. tabeli so računane za obojestransko globino temeljenja $t = 2,00$ m izpod površine tal. Tako je mogoče podatke iz tabele enotno vrednotiti.

Pri določenih objektih bodo za ugotovitev dopustnih obremenitev temeljnih tal merodajni absolutni oziroma diferencialni usedki. Pri teh objektih bo potrebno izbrati ustrezno dopustno obremenitev v intervalih vrednosti, ki so podane v 4. tabeli. Numerični izračuni, ki tu niso podani, so pokazali, da je navedeni kriterij vpliven na območjih, kjer sestavljajo površinsko vplivno cono stisljive kohezivne zemljine.

5. Posebni pogoji za izgradnjo mesta Bara

5.1 Nasipanje površine tal

Z izgradnjo Barske luke se je pojavil problem plitve obale ter zamočvirjenega zaledja nizko ležečih območij ob nekdanjem izlivu reke Rikavca v morje.

Severno pobočje polotoka Volujice pada strmo v morje. Zato je bil obalni pas ob Volujici preozek za manipulacijski prostor. Sorazmerno ozek zasek v pobočje Volujice je dal velike kubature materiala (apnenca), ki se uporablja za nasipavanje pristanov nove luke in njenega zaledja.

Višina nasipa je različna; v odvisnosti od konfiguracije obstoječega terena dosega $1,50$ do $2,50$ m (6. slika).

Nasipavanje terena brez odstranjevanja humusa in eventualnih umetnih nasipov slabe kakovosti povzroča dodatno obremenitev temeljnih tal. Povprečna dodatna obremenitev znaša $\gamma \cdot H_{\text{povpr.}} = 1,8 \cdot 2,0 = 3,6 \text{ t/m}^2$, kjer pomeni γ volumsko težo zemljine nasipa in $H_{\text{povpr.}}$ povprečno višino nasipnega materiala.

Dodatna obremenitev tal bo povzročila posedanje tal. Skupno se bodo posedali tudi obstoječi in bodoči objekti.

Temeljna tla novega nasipa sestavljajo slabo vodopropustne kohezivne zemljine. Konsolidacijski proces bo v teh zemljinah dolgotrajen. Pri ugotavljanju usedkov za posamezne objekte, ki bodo grajeni med nasipavanjem ali neposredno potem, bo potrebno usedke zaradi dodatnih obremenitev tal po objektu in nasipu seštevati.

5.2 Stabilnost obrobni pobočij Barskega Polja

Obrobne vzpetine Barskega Polja sestavlja eocenski fliš. Preperela površinska cona fliša sega do različnih globin. V odseku izgradnje nove ceste jadranske magistrale od Rataca do Bara dosega preperina fliša ponekod globine tudi do $8,0$ oziroma $10,0$ m izpod površine tal.

Fliš prepereva v glinaste in meljne zemljine (pretežno CI, MI). Večji in manjši plazovi na sorazmerno malo nagnjenih pobočjih (do 20°) kažejo, da so strižne odpornosti sorazmerno nizke. Za kohezivne zemljine velja zakon strižne odpornosti $\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi$, kjer pomenijo:

τ = strižna odpornost zemljine [kp/cm²],
 c = kohezijska odpornost zemljine [kp/cm²],
 σ = normalna obremenitev zemljine [kp/cm²] in
 φ = kot strižnega odpora zemljine.

Kohezijska odpornost flišne preperine je majhna in jo povečini lahko zanemarimo (neobremenjene mlade preperine). Kot strižnega odpora zemljin dosega velikostne stopnje $\varphi = 13^\circ$ do $\varphi = 20^\circ$.

Sorazmerno nizke strižne odpornosti flišne preperine in podtalnica povzročajo, da so pobočja obrobnih vzpetin barskega polja nestabilna in zaradi tega podvržena bolj ali manj intenzivnemu plazenju in drsenju. Pri izgradnji gradbenih objektov v teh zemljinah naletimo zato na velike težave. Znana so draga drenažna dela na odseku železniške proge Ratac—Bar. Tudi ti drenažni sanacijski ukrepi niso še popolnoma stabilizirali pobočja ob progi. Prav tako sedaj izvajajo drenaže zaradi stabiliziranja pobočja v območju izgradnje jadranske magistrale, ki teče neposredno pod železniško progo.

Plazenja naravnih pobočij in umetnih nasipov opazujemo tudi ob cesti Novi Bar—Stari Bar, ob nadškofijskem dvorcu in ob cesti Novi Bar—Ulcinj.

Pri vseh gradbenih objektih na teh območjih, posebno še tam, kjer bodo vkopi ali nasipi znatno motili sedanje naravno ravnotežno stanje, bo potrebno objekte in okolno pobočje stabilizirati.

6. Zaključki

V letih 1960/61 smo geotehnično raziskovali Barsko Polje in izdelali študijo o načrtni izgradnji novega mestnega naselja, industrijskih objektov ter cestne in železniške mreže. Navedene raziskave bo mogoče uporabiti kot osnovni geotehnični kataster Novega Bara, ki ga bo pa potrebno izpopolnjevati s podatki detajlnih raziskav za posamezne objekte.

Kriterij za razdelitev Barskega Polja na posamezna geotehnična območja je bil račun mejnih dopustnih obremenitev tal za plitvo temeljenje gradbenih objektov. Iz dopustnih obremenitev tal smo računali višino objektov oziroma število etaž. Volili smo različne primerjalne objekte ter ustrezne temeljne konstrukcije. Tu navajamo število etaž za primerjalni objekt stanovanjske hiše dimenzij 28 × 15 m z mrežo pasovnih temeljev. Ploskev pasovnih temeljev znaša 35 % ploskve objekta. Za posamezna geotehnična območja bi tako zasnovan objekt obsegal naslednje število etaž:

območje I 4 do 5 etaž,
območje II 3 do 4 etaže,
območje III 6 do 7 etaž,
območje IV 8 do 9 etaž,
območje V in VI 4 do 5 etaž.

Število etaž za primerjalni stanovanjski objekt velja za nepodkletene zgradbe. Višino objektov bo mogoče pri globokih podkletitvah povečati za težo izkopa kletnih etaž.

Hidrološke razmere na Barskem Polju smo obdelali le na podlagi podatkov, ki smo jih dobili z raziskavami v geotehnične namene. Posebej pa je hidrološke razmere obdeloval Zavod za geološka i hemijska istraživanja SR Črne gore.

Tudi ustrezni geološki podatki o Barskem Polju so tu prikazani le okvirno, kolikor je potrebno za boljše razumevanje geotehničnih podatkov.

GEOTECHNICAL AND HYDROLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE BARSKO POLJE IN CRNA GORA

In the littoral of Crna Gora a new harbour in Bar is being built. Geographically the rather large field of Bar, with its slight slope towards the surrounding hills, shows good conditions for further development of Novi Bar.

In the years 1960 and 1961, the preliminary geological, geomechanical, and hydrological investigations were made.

Sample boring has been drilled down to the basement rocks, which are rather deep in the vicinity of the sea coast.

For geomechanical analyses a network of shallow boreholes has been drilled. The characteristics of undisturbed samples, as well as of alluvial specimens have been established by means of laboratory investigations. According to these results, the Field of Bar was divided in six parts with similar specific allowable bearing pressures.

The ranges of the allowable bearing pressures are rather wide, as the distances in the network of the shallow boreholes, on which the division has been based, are rather great.

The preliminary geological and geomechanical investigations gave satisfactory data for the start of an urbanistic project of Novi Bar. As the data obtained are based on results of a sparse network of boreholes, further detailed investigations are needed in some areas, to correct the geomechanical data and boundaries.

Hydrological studies of the Barsko Polje have been carried out by observations of the underground and superficial water levels during the drilling of boreholes. Additional, and more detailed observations during a longer time interval would be useful.