



INSTITUT ZA VODOPRIVREDU "JAROSLAV ČERNI" BEOGRAD

Zavod za hidrogeologiju i izučavanje režima podzemnih voda

SPISAK SARADNIKA:

HIDROTEHNIČKO REŠENJE

UREĐENJA TERENA NA PODRUČJU

REGULACIONOG PLANA "CENTAR" U OBRENOVCU

Božidar Ljunić, dipl.inž.

Petar Rajković, tehn.

Dejan Stanković, tehn.

ODGOVORNI OBRADIVAČ:

Bojan Stanković, dipl.inž.

DIREKTOR ZAVODA:

Milan Radovanović, dipl.inž.

DIREKTOR INSTITUTA:



mr Milan Dimkić, dipl.inž.

Beograd, Avgust 2002. god.

SPISAK SARADNIKA:

Bojan Stanković, dipl.inž.

Milan Radovanović, dipl.inž.

Božidar Ljumović, dipl.inž.

Petar Rajković, tehn.

Dejan Stanković, tehn.

SADRŽAJ

	strana
1. UVOD	1
2. ANALIZA POSTOJEĆE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	2
3. HIDROLOŠKI USLOVI	4
4. POSTOJEĆI SISTEMI ZAŠTITE PODRUČJA	5
5. OSMATRANJE NIVOA PODZEMNIH VODA NA POSTOJEĆIM I NOVOIZVEDENIM PIJEZOMETRIMA.....	5
6. DEFINISANJE UGROŽENIH POVRŠINA.....	7
7. IZRADA HIDROGEOLOŠKIH PODLOGA ZA IZRADU PREDLOGA REŠENJA.....	8
8. IZRADA MATEMATIČKOG MODELA.....	9
9. DEFINISANJE PREDLOGA REŠENJA	10
10. ZAKLJUČCI	13

2. ANALIZA POSTOJEĆE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

1. UVOD

Na teritoriji opštine Obrenovac za potrebe izrade regulacionog plana "Centar" koji obuhvata područje između ulica Ljube Nenadovića, Beogradskog bataljona, kanala Kupinac, Spojnog kanala i korita Stara Tamnava, neophodno je obezbediti hidrotehničke uslove uređenja terena. Navedene površine predviđene su Generalnim urbanističkim planom za stanovanje (gusto naseljena zona - gradski centar i srednje stanovanje srednje gustine).

Preliminarne analize rađene u prethodnom periodu su pokazale da između Glavne ulice i Stare Tamnave, posebno u delu bliže Staroj Tamnavi koji karakterišu nešto niže kote terena, nisu ispunjeni svi hidrotehnički uslovi za korišćenje navedenih površina prema nacrtu Generalnog plana.

U tom smislu neophodno je uraditi predlog hidrotehničkog rešenja uređenja terena područja obuhvaćenog regulacionim planom "Centar". Zbog specifične problematike kod analiza rešenja za navedeno područje "regulacionog plana" neophodno je voditi računa i o rešenju za područje Šljivice i Rvati jer se tako mogu rešiti i problemi područja "Centar".

Na izradi predmetnog hidrotehničkog rešenja uređenja terena tesno je saradivano sa obrađivačem na izradi "Geološko - geotehničke dokumentacije", posebno u delu lociranja i izvođenja istražnih geotehničkih radova. Ovo se pre svega napominje iz razloga što je danas veći broj pijezometara na području regulacionog plana "Centar" uništen i ne osmatra se. Podaci ovih osmatranja ujedno predstavljaju podlogu za izradu osnove i predloga hidrotehničkog rešenja.

2. ANALIZA POSTOJEĆE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Generalnim urbanističkim planom na području Opštine Obrenovac obuhvaćena su naselja Obrenovac, Zabrežje, Rvati, Zvečka, Belo Polje, Barič, Mislođin i poljoprivredne površine koje se prostiru do Save, Kolubare, naselja Belo Polje i dovodnog kanala do CS Kupinac, Baričko i Mislođinsko polje na desnoj obali Kolubare i deponije pepela i objekte TE "Nikola Tesla" - A (prilog 1). Samo naselje Obrenovac je svojim širenjem praktično spojeno sa naseljima Zabrežje, Belo Polje i naseljem Zvečka.

Naselje Obrenovac se nalazi na delu između vodotoka Save i Kolubare. Okružuju ga sistemi za odvodnjavanje: Zabreške Livade, Belo Polje, Velika Bara-Kupinac i Vić Bara.

I. UVOD

U ovom radu razmatra se problematika hidrotehničkog rešenja vezana za centralni deo grada obuhvaćen regulacionim planom "Centar".

Zbog specifičnosti hidrotehničkog problema, nije moguće posmatrati izolovano površine obuhvaćene regulacionim planom "Centar" u odnosu na susedni teren.

Zaštita od unutrašnjih voda je izvedena samo delimično i to prvenstveno kanalima Kupinac i stara Tamnava.

Niži delovi područja naselja Obrenovac u okviru regulacionog plana "Centar" su povremeno ili trajno ugroženi visokim nivoima podzemnih voda.

2. ANALIZA POSTOJEĆE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

U skladu sa zadatkom, izvršena je analiza postojeće tehničke dokumentacije, uključujući regulacioni plan "Centar" i urbanistički plan "Centar".

Analiza je pokazala da postojeći sistemi odvodnje vode nisu adekvatni za postojeće uslove i da je potrebno izvršiti određene izmene.

Površine samog centra opštine Obrenovac koji obuhvata područje između ulica Ljube Neneadovića, Beogradskog bataljona, kanala Kupinac, Spojnog kanala i korita Stara Tamnava, Generalnim urbanističkim planom su predviđene za stanovanje (gusto naseljena zona – gradski centar i srednje stanovanje srednje gustine). U ovom radu razmatra se problematika hidrotehničkog rešenja vezana za centralni deo grada obuhvaćen regulacionim planom "Centar".

Zbog specifičnosti hidrotehničkog problema, nije moguće posmatrati izolovano površine obuhvaćene regulacionim planom "Centar" u odnosu na susedni teren. Pre svega se misli na područje Rvati i Šljivice na kojima su takođe u velikoj meri zastupljena područja ugrožena visokim podzemnim vodama. Rešenje zaštite za sva ta navedena područja su funkcionalno povezana.

Zaštita od unutrašnjih voda je izvedena samo delimično i to prvenstveno kanalima Kupinac i stara Tamnava. Ovi kanali služe za odvođenje voda atmosferskog porekla, koje se postojećom crpnom stanicom Zabreške livade evakušu sa područja u vodotok Kolubare. Postojeći drenažni sistemi okolnih meliorativnih područja Zabreške livade, Belo Polje, Vić bara i sistem Kupinac imaju izvestan uticaj na sniženje nivoa podzemnih voda u naseljenim područjima, ali je on ograničenog karaktera.

Niži delovi područja naselja Obrenovac u okviru regulacionog plana "Centar" su povremeno ili trajno ugroženi visokim nivoima podzemnih voda. Ugroženost visokim nivoima podzemnih voda se registruje tokom prolećnog perioda na značajnom delu naselja Rvati, zatim u naselju Šljivice između stare Tamnave i Kolubare, niži tereni u zoni kanala Kupinac i naselja Beglukdudovi, i samo izuzetno u kraćem periodu godine (poplavni talas) na nekim nižim delovima naselja Zabrežja. Zona u kojoj su izgrađeni hotel "Obrenovac", bazeni i naselje Topolice je izrazito ugrožena visokim nivoima podzemnih voda, praktično tokom cele godine.

U skladu sa zadatkom, izvršena je analiza postojeće tehničke dokumentacije, uključujući regulacioni plan "Centar" i urbanistički plan "Centar".

U skladu sa zadatkom, izvršena je analiza postojeće tehničke dokumentacije, uključujući regulacioni plan "Centar" i urbanistički plan "Centar".

zaštita ovog područja od spoljnih voda izgrađenim i rekonstruisanim nasipima duž Save i Kolubare.

Za potrebe izrade GUP-a Obrenovca izrađena je 1974.god. u Institutu "J.Černi" "Studija hidrotehničkih problema Obrenovca", čiji je cilj bio izdvajanje zona pogodnih za dalju izgradnju naselja sa gledišta dubine zaleganja podzemnih voda od površine terena i sagledavanje mogućnosti i načina zaštite niskih površina .

Zona za koju je analiziran režim podzemnih voda odnosio se na naselja Obrenovac, Zabrežje, Rvate, deo Zvečke i Belog Polja.

Tokom 1986.god "Energoprojekt" je izradio glavni projekat uređenja režima podzemnih voda na ovom području. Projektom je bila predviđena izrada 5 bunara sa crpkama u Zabrežju. Na području grada Obrenovca nisu bile predviđene nikakve mere. Naime, ovom dokumentacijom je predviđeno da zaštitu samom Obrenovcu treba da pruže rekonstruisani drenažni meliorativni sistemi (Zabreške livade, Belo polje, Velika bara-Kupinac i Vić bara). Međutim, u međuvremenu je na području šireg centra opštine planirana izgradnja naselja, što automatski uslovljava izmenu kriterijuma dubine do nivoa podzemnih voda (minimum 2m).

Od izrade pomenutog glavnog projekta "Energoprojekt"-a izvršeni su samo radovi na izgradnji (rekonstrukciji) kanalske mreže za zaštitu meliorativnog područja Zabreške livade. Pregledna karta sa prikazom postojeće i projektovane kanalske mreže data je u prilogu 1.

Tokom 1999-e god u Institutu "J.Černi" je za potrebe izrade regulacionog plana urađeno hidrotehničko rešenje uređenja terena u zoni naselja Begluk-Dudovi u Obrenovcu. Projektom je definisana minimalna kota nivoa vode u dovodnom kanalu crpne stanice "Zabreške livade", pre svega zato što su u dovodnom kanalu registrovani nivoi vode u granicama kota 71.60-71.70 mnm pa i više, oko kote 72.00 mnm, i kao takvi ne omogućavaju dreniranje nižih delova terena u naselju "Begluk-Dudovi". U tom delu naselja, se u sadašnjim uslovima mogu obezbediti dubine do nivoa podzemnih voda 0.8-1.5 m od površine terena, kakve se u dužem periodu godine i registruju. Takođe je utvrđeno da se rekonstrukcijom ulivnog bazena postojeće crpne stanice "Zabreške livade" i sa postojećom opremom mogu u dovodnom kanalu održavati nivoi vode približno na koti 70.50 mnm, što je niže od sadašnjih nivoa za oko 1.2 m. Kod definisanja režima rada crpne stanice vođeno je računa da se stvore uslovi za uređenje terena i na uzvodnim delovima područja koja se razmatraju u ovom zadatku.

3. HIDROLOŠKI USLOVI

Veličina uticaja uspora HE "Đerdap I" na vodostaje Save i Kolubare se najlakše može sagledati analizom vodostaja Save i Kolubare na najbližim vodomernim stanicama koje gravitiraju istražnom području (prilog 3.1), kao i krivih trajanja nivoa u prirodnom stanju i pri različitim režimima rada HE "Đerdap I" (prilozi 3.2 i 3.3).

Tabela 1

Stacionaža (km)	%	Vodostaji Save po režimima			
		Prirodni režim	"68/63"	"69,5/63"	"69,5 i više (I faza)
30+000	99	67,7	68,8	69,8	69,9
	50	70,9	71,1	71,5	71,7
	20	72,7	72,6 ⁺	72,9	73,1
	10	73,6	73,5 ⁺	73,5 ⁺	73,8
	1	75,4	75,4	75,4	75,4
40+000	99	67,9	68,9	69,9	69,9
	50	71,2	71,3	71,7	71,9
	20	73,0	72,9 ⁺	73,2	73,3
	10	73,9	73,9	73,9	74,0
	1	75,7	75,7	75,7	75,7

+/- Niži vodostaji su formirani u uslovima velikih bagerovanja dna korita Dunava i Save u zoni ušća, posle formiranja uspora

Trajanja su obrađena za period od 1931-1983. god. , a krive su prikazane u "Studiji dugoročnog uticaja režima uspora Dunava i Save na području grada Beograda". Interpolacijom nivoa između ušća Save u Dunav i Kupinova (km 54+980) na oko 30 km po stacionaži Save može se sa dovoljnom tačnošću sagledati uticaj povišenja nivoa Save i Kolubare na nizvodnom delu razmatranog područja, a na oko 40 km po stacionaži Save na uzvodnom kraju naselja Zabrežje.

Usporavanje za vodostaje trajanja 50% u režimu "69,5 i više" u zoni Obrenovca iznosi oko 0,7-0,8 m. Za vodostaje trajanja 10% za koje se uobičajeno i dimenzionišu drenažni sistemi, usporavanje u režimu "69,5 i više" iznosi svega 0,3 m, dok za nivoe trajanja 1% nema usporavanja vodostaja.

4. POSTOJEĆI SISTEMI ZAŠTITE PODRUČJA

Na razmatranom području praktično ne postoji drenažni sistem za zaštitu naselja, izuzev kanala Kupinac koji prolazi kroz Obrenovac, starog korita Tamnave koje prolazi obodom Obrenovca i područja naselja Belo Polje i spojnog kanala koji je izveden pored hotela (prilog 1). Ovi kanali odvođe prikupljene vode na crpnu stanicu "Zabreške livade". Zbog toga što su dnom ostali u gornjem slabije propusnom sloju praktično uglavnom služe za prikupljanje i odvođenje površinskih voda atmosferskog porekla. Okolna meliorativna područja u zoni naselja imaju ulogu drena kada je u pitanju sniženje podzemnih voda.

Okolna poljoprivredna područja koja se nalaze na nižim terenima imaju već izgrađene sisteme za odvođnjavanje. To su Vić bara, Zabreške livade, Kupinac-Skela, dok u Belom Polju tu ulogu ima staro korito Tamnave koje je povezano sa sistemom Zabreške livade.

U dosadašnjem periodu eksploatacije sistema u dužem periodu godine redovno se na širem prostoru grada javljaju problemi prouzrokovani usled visokih nivoa podzemnih voda. Razlog ovome trebalo bi tražiti prvenstveno zbog toga što su kanali dnom ostali u gornjem slabije propusnom sloju. Istovremeno, kod crpne stanice "Zabreške livade" u dovodnom kanalu održavani su nivoi vode koji ne mogu zadovoljiti tražene kriterijume zaštite.

5. OSMATRANJE NIVOVA PODZEMNIH VODA NA POSTOJEĆIM I NOVOIZVEDENIM PIJEZOMETRIMA

Kod sprovođenja analiza režima podzemnih voda korišćena su postojeća osmatranja pijezometara na području, koja je od 1966. godine organizovala HE "Đerdap". Kontinualna merenja od 1966. i 1969. godine do danas postoje na 7 pijezometara od 10 izvedenih (OD-1 do OD-5, ZD-1 do ZD-3, Dp-211 i Pp-212). Tokom 1984.god je urađeno još 8 novih pijezometara, DO-1 do DO-5 i DZ-1 do DZ-3, a tokom 2002.god. još 4 nova (OP-1, OP-2, OP-3 i OP-4). U međuvremenu su obnovljeni neki od uništenih pijezometara. Položaj pijezometara naznačen je na situaciji u prilogu 1, a oscilacije nivoa podzemnih voda, izmerena u pijezometrima u periodu od 1980-2001. godine prikazani su u prilogima 4.1-4.7.

Osmatranja svih pijezometara pokazuju da su amplitude oscilacija veće u zoni pored tokova Save i Kolubare i tu se najčešće kreću u granicama od 2,5-4,0 m. Udaljavanjem od vodotoka prema unutrašnjosti područja, amplitude oscilacija iznose oko 1,0 - 2,0.

Nivoi podzemnih voda se na delovima područja bliže vodotocima nalaze u direktnoj zavisnosti od vodostaja reke. To se pre svega odnosi na deo područja pored Save od crpne stanice Kupinac do naselja Zabrežje, zatim područje pored Kolubare od naselja Belo Polje do ušća u Savu. Na delu Zabreške livade i Vić Bara režim podzemnih voda zavisi i od efekata funkcionisanja postojećih sistema za odvodnjavanje. Međutim u samim naseljima Obrenovac, Rvati i Muzička kolonija, koja su nešto udaljenija od reka, na režim podzemnih voda dominantan uticaj pored vodostaja reke ima infiltracija (infiltracija od padavina kao i infiltracija vode iz septičkih jama - ovaj deo naselja nema kanalizaciju). Podaci o kretanju podzemnih voda za duži period godine, tj. od 1969. kada je na području naselja uspostavljena osmatračka mreža, pokazuju da se prosečni nivoi u periodu 1969-1974 godine nalaze na sličnim kotama. Početkom 1974 godine pa sve do kraja 1982 .godine na širem području naselja Obrenovac registruju se povišenja nivoa podzemnih voda koje u proseku iznosi oko 1 m. Ova pojava se registruje pre svega kao rezultat povećanih padavina u ovom periodu. Od 1983.god dolazi do blagog snižavanja prosečnih nivoa podzemnih voda, a od 1989.god se registruje smanjenje amplitude oscilacija i nastavak sniženja nivoa podzemnih voda kao posledica smanjenih količina padavina u odnosu na višegodišnji prosek.

Progušćenjem pijezometarske mreže koje je obavljeno u proteklom periodu stvorena je mogućnost detaljnijeg definisanja režima podzemnih voda. Nivoi podzemnih voda se, u periodu od 1985. god. (eksperimentalni rad HE "Đerdap I" u režimu "69,5 i više"), na delu Zabrežja i Obrenovca prema Zabreškim livadama, kreću uglavnom u granicama od 71,5-72,5 m tj. na prosečnoj koti oko 72,0; na delu Zabrežja prema Savi oko kote 71,5-73,5, prosečno oko 72,5 a u samom Obrenovcu i naselju Rvati i delu područja Belo polje oko 72,0-74,0, prosečno oko kote 73,00.

Vodotoci Sava i Kolubara imaju ulogu drena u većem periodu godine. Podaci osmatranja pijezometara pokazuju da se u periodu leto-jesen nivoi podzemnih voda nalaze na kotama koje su i do 1,5 m više od nivoa vode u Savi i Kolubari (prilozi 3.1 i 4.1-4.7). Na osnovu podataka merenja pijezometara na dan 15.04.1988. godine (u vreme poplavnog talasa - maksimalno visoki nivoi podzemnih voda) izrađena je karta izolinija osmotrenih pijezometarskih nivoa na razmatranom području i prikazana u prilogu 5.

Visoki nivoi podzemnih voda koji se javljaju praktično svakog proleća su na različitim kotama. Oni se u zoni vodotoka kreću oko kote 74,0 , a u centralnim delovima naselja oko 73,0-74,5.

Maksimalni do sada zabeleženi nivoi podzemnih voda 1981-godine su na koti 75,0 - 75,3 na rastojanju do 100 m od vodotoka (Save i Kolubare). Bliže centralnim delovima područja

zabeleženi su niži nivoi na kotama 74,0-74,5. Infiltracija vode iz reke u podzemlju obavlja se samo u prolećnom periodu tj. periodu visokih vodostaja reka.

6. DEFINISANJE UGROŽENIH POVRŠINA

Za definisanje ugroženosti pojedinih površina u pomenutim naseljima korišćena su dosadašnja iskustva u priobalju HE "Đerdap", "Studija hidrotehničkih problema Obrenovca", postojeći podaci osmatranja nivoa podzemnih voda, anketa sprovedena na terenu i sprovedeni hidrodinamički proračuni.

Prema do sada usvojenim kriterijumima, ugroženim su se smatrali delovi naselja u kojima se nivoi u dužem periodu godine nalaze na dubini manjoj od 2,0 m od površine terena.

Ovi dozvoljeni nivoi bi trebalo da zavise i od karaktera oscilacije nivoa podzemnih voda. Tamo gde su nivoi približno konstantni tj. mala je amplituda oscilacije kriterijum treba da bude stroži. Ako je amplituda oscilacije veća, onda bi se povremeno moglo dozvoliti i nešto plića zaleganja podzemnih voda, u zavisnosti od vrste objekata izgrađenih na određenim površinama.

"Studija hidrotehničkih problema Obrenovca" nije definisala kriterijume dozvoljenih dubina zaleganja podzemnih voda, zbog nedostatka neophodnih podloga. Usvojen je jedino kriterijum, pri izboru varijanti rešenja zaštite, da je minimalna dozvoljena dubina zaleganja podzemnih voda 1,0 m od površine terena za 1% trajanja.

Najniže kote terena sa izrađenim objektima su 73,50 uz reku stara Tamnava, dok je u najvećem delu naselja ta kota oko 75,00 mnm. S obzirom na do sada ostvarene visoke nivoe podzemnih voda (trajanja 1% i 10%) i napred usvojene kriterijume ugroženost zaleganjem podzemnih voda će se razmatrati samo za objekte izgrađene na kotama nižim od 76,0. Za objekte na kotama preko 76,0 se smatra da se jednom godišnje u trajanju od nekoliko dana može dozvoliti pojava nivoa podzemnih voda na dubini od oko 2,0 m od površine terena, a izuzetno 1,0 m za nivoe trajanja 1%.

U periodu od 1985-1989.god nivoi podzemnih voda su na delu Zabrežja i Obrenovca prema Zabreškim livadama (područje Begluk-Dudovi), uglavnom u granicama kota od 71,5-72,5 mnm tj. na prosečnoj koti oko 72,0 mnm (prosečne dubine do nivoa podzemnih voda iznose 0,5-1m, dok se visoki nivoi mestimično javljaju na površini terena); na delu Zabrežja prema Savi oko kote 71,5-73,5 mnm prosečno oko 72,5 mnm; u samom Obrenovcu i naselju Rvati i delu područja Belo polje oko 72,0-74,0 mnm, tj. prosečno oko kote 73,0 mnm. Od 1989.god ovi nivoi su u proseku sniženi

za oko 0,5 m.

Slična je situacija i na nižim terenima naselja Topolice (74,0-75,0 mnm), gde su dubine zaleganja podzemne vode prosečno 1,0-1,5 m, a u prolećnom periodu blizu ili na površini terena.

Na terenima oko kote 74,0 su izgrađeni hotel Obrenovac i kompleks bazena. U ovoj zoni nivoi podzemnih voda se za prolećne visoke vode kreću na prosečnoj dubini od oko 1,0 m ispod površine terena, a za trajanje 1% na površini terena. Ova zona je izrazito ugrožena visokim nivoima podzemnih voda.

Deo Obrenovca (naselje Šljivice) koje se nalazi između starog korita Tamnave i Kolubare i deo na levoj obali starog korita Tamnave, izgrađeno je na kotama 74,5 - 75,5. Prosečni nivoi se nalaze na dubini 1,5-2,5 m, prosečni prolećni visoki nivoi na 1,0-1,5 m od površine terena a za trajanje 1% blizu ili na površini terena. Ovaj deo naselja je takođe ugrožen visokim nivoima podzemnih voda (prilog 6).

U delu Obrenovca u zoni kanala Kupinac i delu naselja Rvati izgrađenom na kotama 74,5-75,5 mnm nivoi podzemnih voda su prosečno na dubini od 1,5-2,0 m, u prolećnom periodu najčešće na oko 1,0 m dubine i manje, a ekstremni visoki nivoi trajanja 1% na 0,5-0,7 m od površine terena.

7. IZRADA HIDROGEOLOŠKIH PODLOGA ZA IZRADU PREDLOGA REŠENJA

Istražno područje obuhvaćeno regulacionim planom "Centar" karakterišu složene hidrogeološke karakteristike uslovljene litološkom heterogenošću tla. Radi sveobuhvatnije analize hidrogeoloških karakteristika tla na posmatranom području, izvršena su dopunska istraživanja, koja se sastoje u izradi 4 pijezometarske bušotine i to: OP-1, OP-2, OP-3 i OP-4). Litološki stubovi na lokacijama pomenutih pijezometara prikazni su u prilogima 2.3-2.6.

Sa hidrogeološkog aspekta, u vertikalnom smislu posmatrajući celokupni istražni prostor, možemo izdvojiti dve osnovne celine (prilozi 2.1-2.2):

- hidrogeološki kolektor, i
- hidrogeološki izolator.

Granica između ove dve formacije je određena na osnovu litološkog sastava i koeficijentata filtracije, imajući u vidu izražene promene granulometrijskog sastava, kako u horizontalnom, tako i u vertikalnom smislu.

Vodonosni sloj čine aluvijalne naslage izgrađene od peskova, šljunkovitih peskova i peskovitih šljunkova. Granicu ovih sedimenata predstavljaju površinski tokovi Save, sa severne i zapadne, i Kolubare, sa istočne strane, dok su sa južne strane oivičeni slabije propusnim neogenim sedimentima na koje naležu van istražnog područja.

Osnovni vodonosni sloj odlikuju dobra filtraciona svojstva, sa koeficijentima filtracije (prema granulometrijskim analizama) reda veličine 10^{-3} do 10^{-4} m/s. Na delu uz Savu ovaj sloj izgrađen je od sitnozrnih, srednjezrnih i šljunkovitih peskova debljine do 10,0 m, a vrednosti koeficijentata filtracije su uglavnom od $5,0 \times 10^{-4}$ - $1,0 \times 10^{-3}$ m/s. U centralnom delu područja debljina izdani se smanjuje do 6,0 m, a vodonosni sloj je u najvećoj meri izgrađen od šljunkova sa manjim ili većim procentom peska, pa koeficijenti filtracije idu i do $2,5 \times 10^{-3}$ m/s. U obodnim delovima terena prema Kolubari, izdan je izgrađena od peskovitih šljunkova i šljunkovitih peskova čiji se koeficijenti uglavnom kreću u granicama od $5,0 \times 10^{-4}$ - $1,0 \times 10^{-3}$ m/s.

Hidrogeološki izolatori, povlata i podina vodonosnog sloja, su izgrađeni od peskovitih glina, suglina i glina sa sočivima peska. Debljina ovih tvorevina u povlata kolektora je najčešće od 4-6 m. U obodnim delovima područja je izolator izgrađen od glina, a u centralnim se ispod glina nalaze peskovite gline koje predstavljaju postepen prelaz ka peskovima i šljunkovima kolektora.

Povlatne sedimente izgrađene od glina karakterišu koeficijenti filtracije reda 10^{-8} - 10^{-7} m/s, a mestimično i do 10^{-6} m/s. Ove pojave, lokalnog karaktera, sa hidrogeološkog aspekta predstavljaju samo zone gde se u nešto većoj meri vrši prihranjivanje izdani od strane padavina.

Strujanje podzemnih voda u vodonosnom sloju je pod pritiskom izuzev duž kontakta sa rekama Savom i Kolubarom gde se pri nižim vodostajima registruje strujanje sa slobodnim nivoom.

8. IZRADA MATEMATIČKOG MODELA

Analiza nepovoljnog uticaja nivoa podzemnih voda na području koje obuhvata regulacioni plan "Centar" urađena je na bazi podataka dobijenih hidrodinamičkih proračuna sprovedenih za hidrogeološki profil prikazan na prilogu br 7. S obzirom na kompleksnu problematiku za potrebe definisanja stanja užeg centra grada bilo je potrebno uzeti u razmatranje znatno šire područje (od Save do Kolubare). Šematizacija i određivanje početnih hidrodinamičkih karakteristika za profile izvršeni su na bazi postojećih topografskih i hidrogeoloških podloga i ranije izvršenih hidrodinamičkih analiza. Etaloniranje je izvršeno u uslovima nestacionarnog strujanja za period od 1980-2001.god u procesu usklađivanja računskih i merenih vrednosti pijezometarskih nivoa, za uslove dvoslojevite porozne sredine.

Za proces etaloniranja, kao i proračune u kasnijim fazama, kao ulazni podaci korišćeni su:

- osmotreni nivoi Save (km 40+000) i Kolubare (km 4+150) na mestu proračunskih profila,
- prirodni faktori vertikalnog bilansa - padavine i evapotranspiracija usvojeni na osnovu podataka merodavnih za Obrenovac (uz dopunu podacima za Beograd).

Etaloniranjem modela dobijena je zadovoljavajuća saglasnost merenih i proračunatih pijezometarskih nivoa (prilozi 8.1-8.3). Hidrodinamički parametri usvojeni na osnovu izvršenih proračuna su dati na šematskom prikazu matematičkih modela (prilozi 8.1-8.6).

Rezultati dobijeni proračunom ukazuju da je hidraulički kontakt izdani sa Savom i Kolubarom relativno dobar. Padavine uz infiltraciju iz septičkih jama (u delovima naselja bez kanalizacije) i smanjena isparavanja usled izgrađenosti naselja utiču na formiranje strujne slike u unutrašnjosti naselja. Drenažni efekti kanala Kupinac i Stara Tamnava koji svojim dnom uglavnom ne zadiru u vodonosni sloj su samo lokalnog značaja.

Nakon sprovedenog etaloniranja, na istim modelima izvršeni su hidrodinamički proračuni u sklopu analize rešenja zaštite ugroženih delova područja, tako što su na deonicama proračunskih profila koje reprezentuju kanale zadavani odgovarajući uslovi – pijezometarski pritisci, usvajajući da kanali imaju punu drenažnu funkciju, odnosno da predstavljaju savršen rov.

Rezultati sprovedenih proračuna prikazani su na šematizovanim hidrogeološkim profilima (prilozi 8.1-8.6). Na ovim profilima prikazane su linije nivoa podzemnih voda trajanja 1%, 10% i 50% za uslove osmotrenog režima i predviđene intervencije na kanalu Kupinac i Starom koritu Tamnave (jedino je moguće na ovim lokacijama intervenisati na podzemne vode i izvršiti njihovo sniženje).

U skladu sa rezultatima proračuna osmotrenog stanja dubina do nivoa podzemnih voda trajanja kraćeg od 10% na niskim deonicama u okviru proračunskog profila I-I' preko Obrenovca, na terenima oko kote 75,0 m iznosi oko 1,5 m, a na najnižim terenima uz kanale Kupinac i Stara Tamnava, čije su kote 72,5-74,0 m na 0,5-1 m ili na površini terena. Za trajanja kraća od 50% nivoi formirani u prirodnim uslovima u Obrenovcu su na dubinama većim od 2,0 m, izuzev na nižim terenima uz Tamnavu i Kolubaru gde su na 1-1,5 m (prilozi 8.1-8.6).

9. DEFINISANJE PREDLOGA REŠENJA

Imajući u vidu stepen stvarne ugroženosti pojedinih delova područja obuhvaćenih regulacionim planom "Centar", koje je registrovano tokom proteklog perioda, definisana je potreba

izvođenja zaštite od visokih nivoa podzemnih voda na pojedinim lokalitetima gde su izvedeni objekti za stanovanje, kao i tamo gde se može planirati njihova gradnja.

Posebno je bitno istaći da pored vodostaja u rekama Savi i Kolubari, na režim nivoa podzemnih voda u samom naselju Obrenovac posebno značajan uticaj ima infiltracija. To je posebno jasno izraženo u periodima nižih vodostaja u rekama. Tada se u samom, naselju Obrenovac nivoi podzemnih voda javljaju na kotama koje su i do 2 m više od vodostaja reka. Ovo ujedno pokazuje da intervencija na pijezometarske nivoe pored vodotoka, poštujući kriterijume zaštite u toj zoni, ne može ispuniti kriterijum zaštite u centralnom delu naselja koji je ugrožen visokim nivoima podzemnih voda.

Iz napred navedenih razloga nameće se potreba linije zaštite kroz centralni deo područja odnosno duž ugrožene zone oko Kupinca (naselja Rvati) koja će povoljno uticati u zoni plana "Centar". U ovoj zoni se tokom proteklog perioda i registruju najviši nivoi podzemnih voda. To je takođe slučaj i sa zonom između starog korita Tamnave koju takođe obuhvata regulacioni plan "Centar". Kao drenažni objekti koji bi održavali pritisak u gornjem sloju duž drenažne linije na potrebnoj koti mogu se primeniti vertikalni cevni savršeni ili nesavršeni bunari, drenažni kanali, horizontalni dren, itd. Koji će se od ovih tipova drenažnih objekata prihvatiti za zaštitu naselja zavisi od prirodnih uslova i tehnoekonomske opravdanosti. Međutim, raspoloživi podaci govore da otvoreni kanal duž drenažne linije zbog relativno velikih dimenzija (dubina veća od 5 m) ne bi mogli da budu primenjeni. Drenažnu zaštitu otvorenim kanalima manjih dimenzija i samoizlivnim bunarima moguće je sprovesti za drenažnu liniju kroz naselje Rvati duž kanala Kupinac, duž spojnog kanala, duž starog korita Tamnave (prilog 9).

Na bazi sprovedenih proračuna (prilozi 8.4-8.6) dat je predlog intervencije na pijezometarske nivoe u osnovnom vodonosnom sloju. Kote pijezometarskih nivoa na mestu drenažnog sistema usvojene su tako da se unutar branjenog područja kao i na potezu između linije sistema i spoljnih vodotoka održava nivo vode u gornjem sloju na dubinama većim od 2 m za 10% trajanja vodostaja u Savi i Kolubari. Istovremeno ovaj sistem bi pružio bezbednu zaštitu i za vodostaj verovatnoće pojave 1%. Naime, s obzirom da je ovo trajanje vodostaja kratkotrajno, uticaj izmene nivoa podzemnih voda zahvata samo užu zonu pored vodotoka. Unutar branjenog područja u ovim uslovima došlo bi do kratkotrajnog povišenja nivoa podzemnih voda do 0,3 m.

Na modelu je hidrodinamički proračun sproveden za položaj linijske drenaže duž Kupinca i starog korita Tamnave. Dotok podzemnih voda u linijski sistem na predviđenim lokalitetima sračunat je na modelu. Kod određivanja rastojanja samoizlivnih drenažnih bunara vođeno je računa o dopunskim otporima koji se kod primene ovog tipa drenažnog sistema javlja, zatim o prijemnoj

sposobnosti bunara (obezbedenost dozvoljenih ulaznih brzina¹) u prifilterskoj zoni bunara.

Dopunski otpori u odnosu na savršeni drenažni rov određeni su iz izraza:

$$\Delta S = \frac{Q}{2\pi T} * \ln \frac{\sigma}{r_0}$$

gde je:

Q - proticaj po bunaru (l/s)

T - vodoprovodnost vodonosnog sloja (m²/s)

σ - rastojanje između bunara (m)

r₀ - poluprečnik bušenja (m)

Duž kanala Kupinac neophodno je održavanje pijezometarskog nivoa na koti 72,00. Bunari bi se gradili na međusobnom rastojanju od oko 120 m sa proticajem po bunaru Q = 8 l/s (potreban broj samoizlivnih bunara je 9-10 – prilog 9). Duž starog korita Tamnave gde je zahtevana kota pijezometarskog nivoa 71,50 bunari bi se gradili na međusobnom rastojanju od oko 100-110 m sa proticajem po bunaru koji iznosi 4-5 l/s (potreban broj bunara je 9 – prilog 9).

Izrada samoizlivnih bunara kao način intervencije u ovim uslovima predlaže se duž kanala Kupinac i duž starog korita Tamnave kao i deonica spojnog kanala od gravitacionog ispusta do trupa stare pruge Obrenovac-Beograd. Duž spojnog kanala bunare bi trebalo graditi na međusobnom rastojanju od oko 120 m. Zahtevana kota pijezometarskog nivoa iznosi 71,50 mm, sa proticajem po bunaru koji iznosi Q≈5,0 l/s (7 samoizlivnih bunara – prilog 9).

Izrada bunara i održavanje zahtevanih kota podzemnih voda duž linije drenažnog sistema podrazumeva produbljenje kanala Kupinac uzvodno od ulivnog bazena crpne stanice Zabreške livade kao i produbljenje starog korita Tamnava nizvodno od puta za Belo Polje (stacionaža km 1+500), do uliva u spojni kanal, i produbljavanje spojnog kanala na delu pored hotela "Obrenovac", kao i snižavanje radnih nivoa postojeće crpne stanice "Zabreške livade" za cca 1,0 m.

Izgradnjom samoizlivnih drenažnih bunara povećava se dotok podzemnih voda na crpnu stanicu Zabreške livade za cca 100 l/s.

¹ Maksimalnu dozvoljenu stvarnu brzinu od 2 mm/s preporučuju sovjetski stručnjaci na osnovu rezultata istraživanja prof Gavrilka jer ona obezbeđuje sporo opadanje izdašnosti bunara u toku eksploatacije

Samozlivne drenažne bunare bi trebalo izraditi od materijala otpornih na koroziju, prosečne dubine 12-14 m. Procenjuje se da bi na pomenutim lokalitetima trebalo uraditi oko 27 bunara (shematski prikaz tipskog samozlivnog bunara dat je u prilogu br. 10)

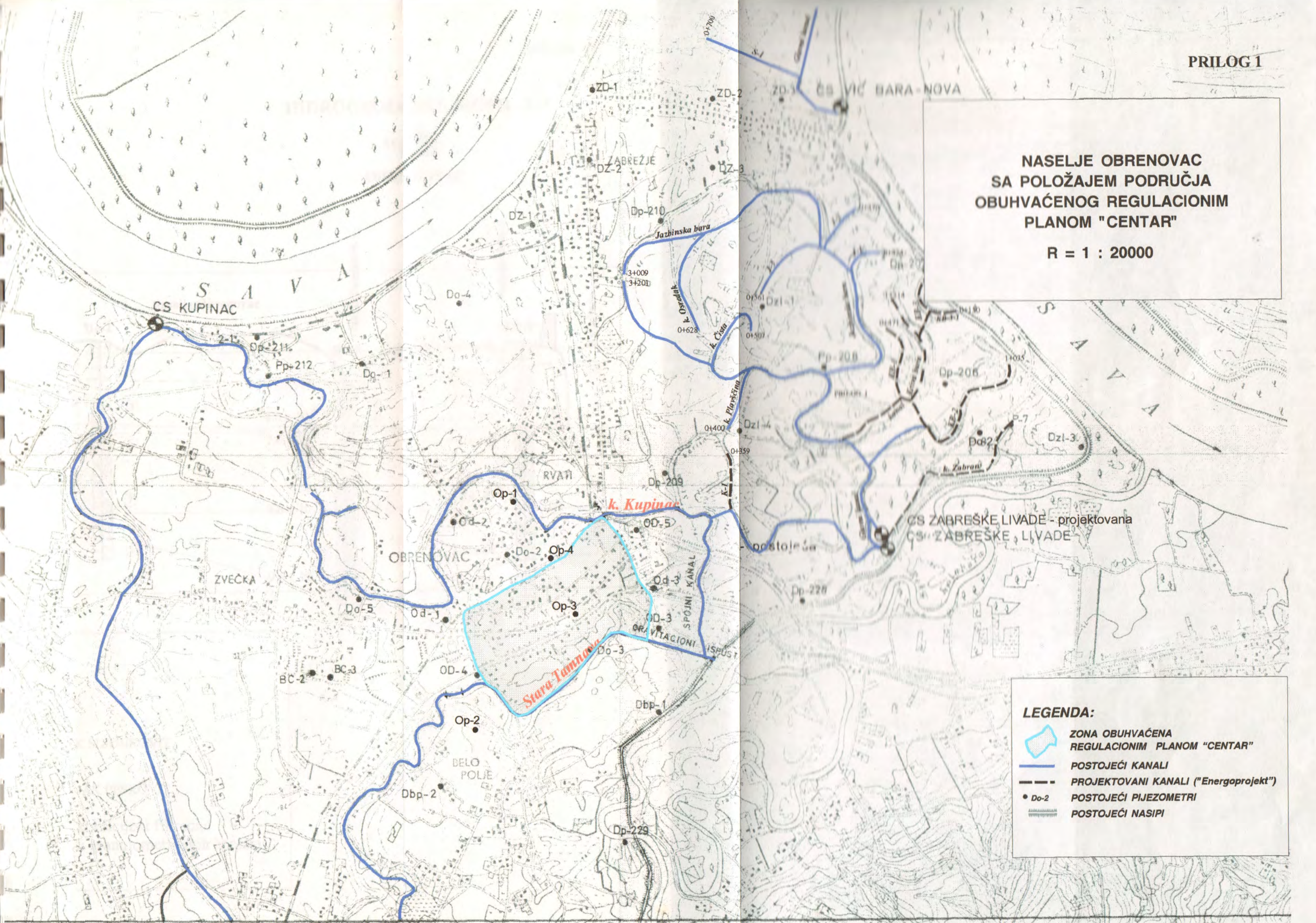
10. ZAKLJUČCI

1. Razmatrano područje obuhvata znatno širi prostor nego što obuhvata područje regulacionog plana "Centar". Ovo je učinjeno pre svega iz razloga što je problematika hidrotehničkog uređenja u funkciji većeg broja faktora (vodostaji Save i Kolubare), starog toka Tamnave i uticaj Kupinca na severnom delu područja kao granični uslovi.
2. Hidrotehničko rešenje uređenja terena prostora regulacioni plan "Centar" je urađeno na bazi raspoloživih podataka iz prethodnog perioda kao i namenski urađene geološko-geotehničke dokumentacije urađene za potrebe regulacionog plana od strane DP "Geozavod", Zavod za hidrogeologiju i inženjersku geologiju, Beograd, koja je predstavljala osnovnu podlogu.
3. Na području regulacionog plana "Centar" u postojećim uslovima zaštite od povišenih voda nisu obezbedeni adekvatni uslovi koje zahteva prostor za stanovanje. Ovo se posebno odnosi na teren u zoni starog korita Tamnave (prilog br. 8).
4. Intervenciju na visoke nivoe podzemnih voda neophodno je sprovesti linijom zaštite paralelno Kolubari zatim kroz centralni deo područja (to znači duž starog korita Tamnave do gravitacionog ispusta i spojnog kanala do trupa stare pruge Beograd-Obrenovac, odnosno duž kanala Kupinac uzvodno od mosta na putu za Zabrležje). Ovo rešenje podrazumeva potpunu zaštitu od uticaja vodostaja Save iz pravca Zabrležkih livada, koja je predviđena u Glavnom projektu Energoprojekta i Studiji "Jaroslav Černi" iz 1997. godine.
5. Kroz hidrodinamički proračun je obuhvaćena zaštita duž Kupinca i starog korita Tamnave. Najpovoljnije rešenje predstavlja izrada linijske drenažne zaštite duž kanala Kupinac kroz središnji deo područja i duž starog korita Tamnave i spojnog kanala. Istovremeno staro korito Tamnave prolazi najnižim delovima terena te stoga omogućava produbljenje dna kako bi se postigle zahtevane kote pijezometarskih nivoa na mestu zaštite. Gradnja samozlivnih bunara duž kanala Kupinac i starog korita Tamnave podrazumeva produbljenje ovih kanala u odnosu na stanje predviđeno glavnim projektom. Ovo produbljenje je realno moguće s obzirom na udaljenje ovih lokaliteta od crpne stanice Zabrležke Livade i radnih nivoa predviđenih kod ove crpne stanice. Rešenje predviđa niže vodostaje kod crpne stanice za oko 1 m.






6. Samoizlivni drenažni bunari bi trebalo da budu od polifib materijala, prosečne dubine 12-14 m. Procenjuje se da bi na pomenutim lokalitetima trebalo uraditi oko 27 bunara. Nije nerealno ovaj sistem dograditi u dve faze. U prvoj fazi bi trebalo izvesti svaki drugi bunar i tek nakon osmatranja efekata rada ovog sistema predložiti tačan broj i raspored preostalih potrebnih bunara.
7. Predloženo hidrotehničko rešenje ostvaruje istovremeno zaštitu i naselju Rvati i naselju Šljivice koja su takođe ugrožena visokim nivoima podzemnih voda.

**NASELJE OBRENOVAC
SA POLOŽAJEM PODRUČJA
OBUHVAĆENOG REGULACIONIM
PLANOM "CENTAR"**

R = 1 : 20000



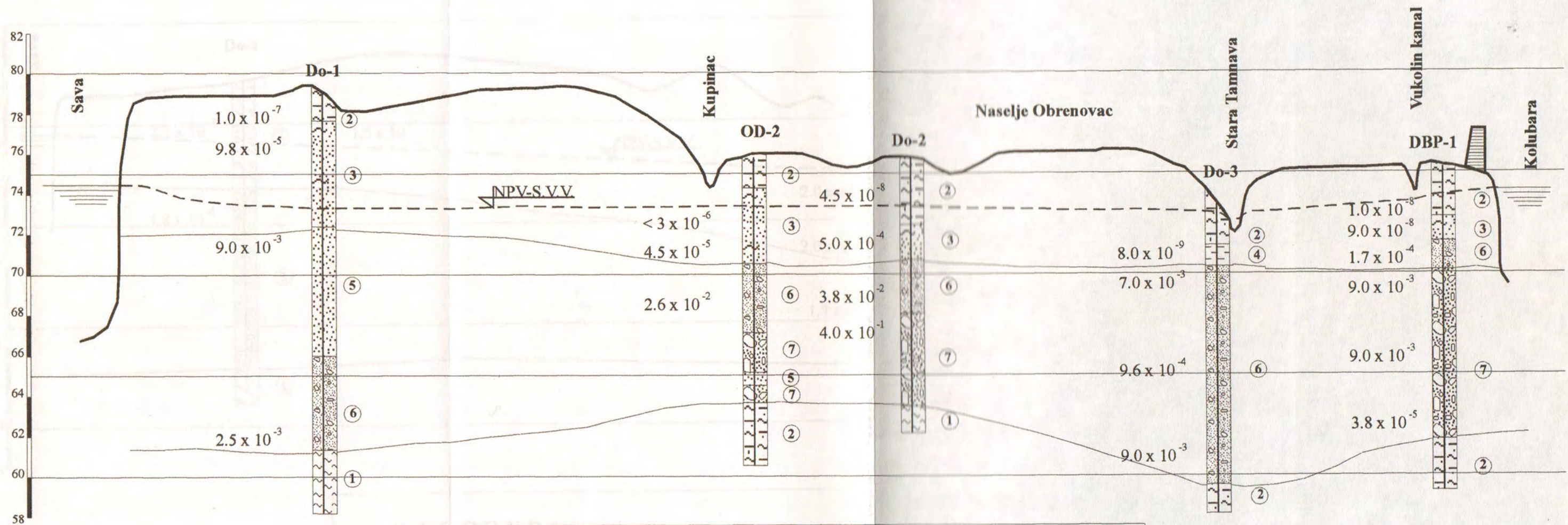
LEGENDA:

-  ZONA OBUHVAĆENA REGULACIONIM PLANOM "CENTAR"
-  POSTOJEĆI KANALI
-  PROJEKTOVANI KANALI ("Energoprojekt")
-  Do-2 POSTOJEĆI PIJEZOMETRI
-  POSTOJEĆI NASIPI

HIDROGEOLOŠKI PROFIL I-I'

1: $\frac{200}{10000}$

OBRENOVAC



LEGENDA:

- 1 GLINA
- 2 SUGLINA
- 3 SUPESAK
- 4 PRAŠINA

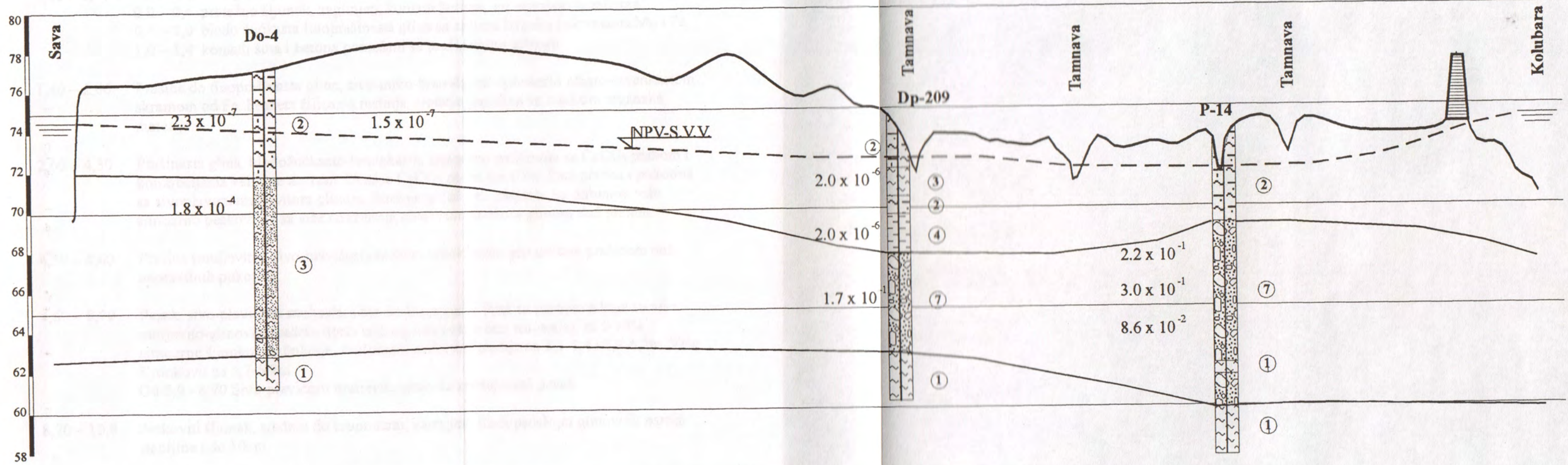
- 5 PESAK
- 6 PESAK ŠLJUNKOVIT
- 7 ŠLJUNAK PESKOVIT

4.0×10^{-1} (cm/s) - koeficijent filtracije
dobijen na osnovu granulometrijskih analiza

HIDROGEOLOŠKI PROFIL II-II'

1: $\frac{200}{10000}$

ZABREŠKE LIVADE



LEGENDA:

- 1 GLINA
- 2 SUGLINA
- 3 SUPESAK
- 4 PRAŠINA

- 5 PESAK
- 6 PESAK ŠLJUNKOVIT
- 7 ŠLJUNAK PESKOVIT

2.0×10^{-61} (cm/s) - koeficijent filtracije
dobijen na osnovu granulometrijskih analiza

Pijezometar OP-1

- 0,00 – 1,40 Nasuto tlo – regulacija terena pored potoka "Kupinac"
 0,0 – 0,4 pretežno šljunak, zaglinjen, komadi betona, pri površini humiziran.
 0,4 – 1,0 bledo žućkasta finoprašnasta glina sa zrnima šljunka i skramama Mn i Fe.
 1,0 – 1,4 komadi šuta i betona pomešani sa prašinastom glinom.
- 1,40 – 2,60 Prašina do finoprašnasta glina, sivo-mrko-braonkasta sa izrazito rdasto-crvenkastom skramom od Fe. Prožeta žilicama rastinja, srednje gnječiva sa mirisom organske materije.
- 2,60 – 4,30 Prašinasta glina, bledožućkasto-braonkasta, sitnozrno peskovita sa CaCO_3 prahom i kongrecijama veličine do 1cm. Učešće CaCO_3 praha do 10%. Duž prslina i pukotina sa sivoplavom muljevitom glinom. Srednje gnječiva i zbijena. Sa dubinom više sitnozrno peskovita i sa više izraženom sivom muljevitom glinom duž prslina.
- 4,30 – 4,60 Prašina (muljevita), sivo-plavičasta sa tamnožućkastom glinovitom prašinom duž nepravilnih pukotina.
- 4,60 – 8,70 Pesak, sivo-plavičasti muljevit, sitno do krupnozrni (čist sa partijama koje su više muljevito-glinovite, sadrže dosta bilnog detritusa u fazi truljenja), sa 5-10% sitnozrne šljunkovite frakcije. Prašinasto-muljevite partije na 5,1-5,4 i 5,9-6,2m. Više šljunkovit na 5,7-5,9m.
 Od 5,9 - 8,70 Sivo-plavičasti muljeviti, sitno do srednjezni pesak.
- 8,70 – 10,8 Peskoviti šljunak, srednje do krupnozrni, zaobljen. Ređi proslojci glinovitih partija debljine i do 10cm.
- 10,8 – 12,0 Laporovita prašinasta glina, masivna sivo-plavičasta-zelenkasta sa retkom faunom. Ujednačenog sastava sitno liskunovita, suva, tvrda, školjkastog preloma.

Pijezometar OP-1

0,00 - 1,40	Nasuto tlo - šljaka, gar, crne boje, prašinsto, rastresito.
1,40 - 2,50	Prašnasta glina, sive boje, muljevita, jako deformabilna, sa biljnim detritusom.
2,50 - 4,50	Pesak, sivozelenkaste boje, sa proslojcima muljevitih prašina od 6,00 - 6,40 i 7,00 - 7,50. Peskovita frakcija pretežno sitno do srednjezrna, retko sitnozrno šljunkovita.
4,50 - 7,50	Pesak, sivoplavičaste boje, srednje do krupnozrni, neznatno sitnozrno šljunkovit.
7,50 - 9,50	Šljunak, srednje do krupnozrn, veličina oblutaka 7 - 9cm.
9,50 - 10,5	Laporovita glina, sivozelenkaste boje, liskunovita, sa ostacima faune, kompaktna, školjkastog preloma, tvrda.
10,5 - 12,0	Pesak, sivozelenkast, sa dosta faune, srednje do krupnozrn.

Pijezometar OP-2

0,00 - 3,60	Nasuto tlo - šljaka, gar, crne boje, prašinsto, rastresito.
3,60 - 4,50	Prašnasta glina, sive boje, muljevita, jako deformabilna, sa biljnim detritusom.
4,50 - 7,50	Pesak, sivozelenkaste boje, sa proslojcima muljevitih prašina od 6,00 - 6,40 i 7,00 - 7,50. Peskovita frakcija pretežno sitno do srednjezrna, retko sitnozrno šljunkovita.
7,50 - 9,50	Pesak, sivoplavičaste boje, srednje do krupnozrni, neznatno sitnozrno šljunkovit.
9,50 - 10,5	Šljunak, srednje do krupnozrn, veličina oblutaka 7 - 9cm.
10,5 - 12,0	Laporovita glina, sivozelenkaste boje, liskunovita, sa ostacima faune, kompaktna, školjkastog preloma, tvrda.
12,0 - 12,0	Pesak, sivozelenkast, sa dosta faune, srednje do krupnozrn.

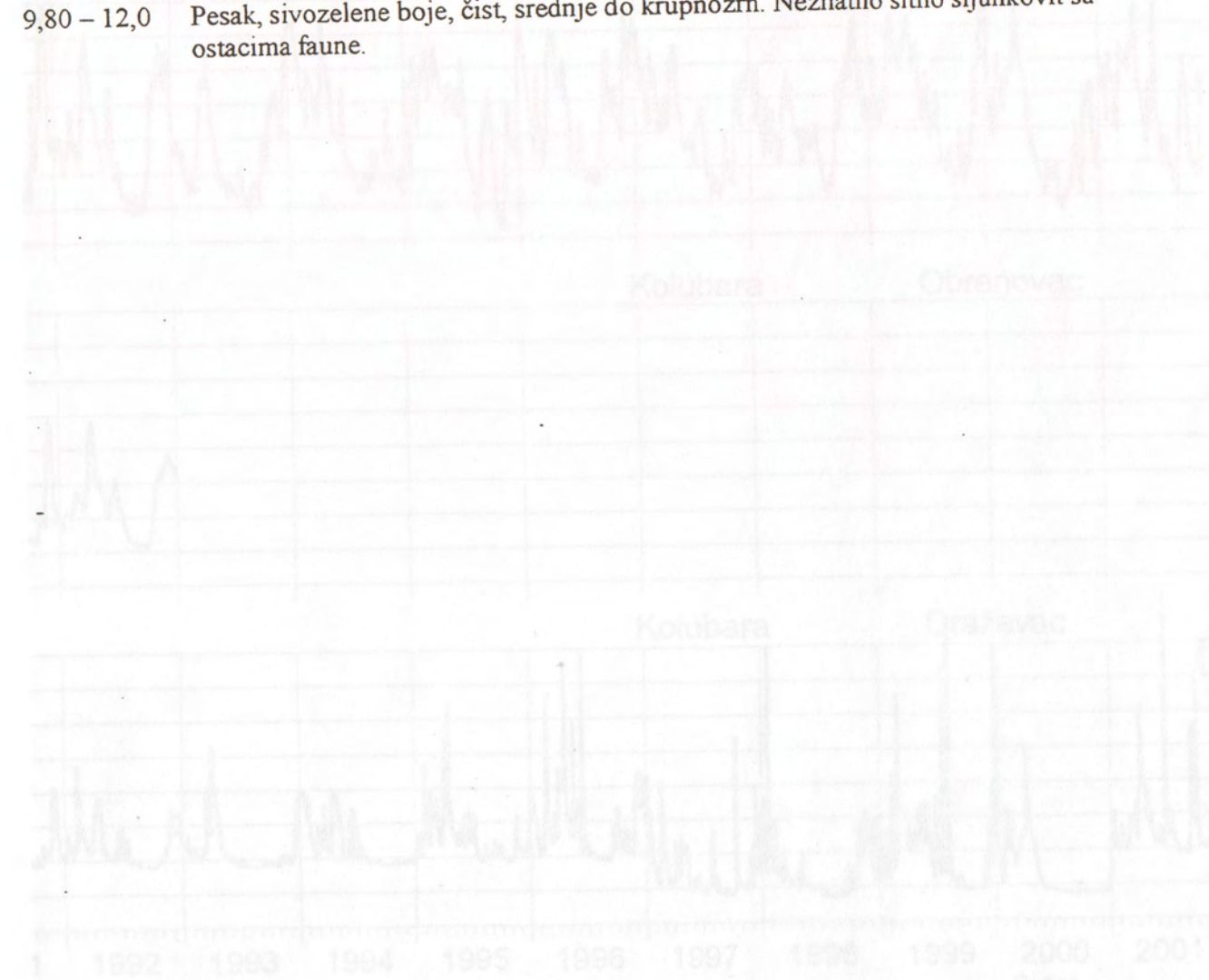
Pijezometar OP – 3

- | | |
|-------------|---|
| 0,00 – 3,70 | Nasuto tlo – žućkasto-braonkasta glina sa šljakom, šutom, komadima cigle i betona. Veoma heterogena sredina slabo konsolidovana. |
| 3,70 – 4,90 | Peskovita prašina – prašinasta glina, sivo-braonkasta jako, muljevita. Lako deformabilna. |
| 4,90 – 8,00 | Pesak, zaglinjen, prašinast, srednje do krupnozrn. Neznatno sitnozrno šljunkovit od 5-10%. Boje sivo-braonkasto-plavičaste, sa ređim oker Fe partijama. Više glinovito-muljevite partije na 4,0-4,6 i 7,0-8,0m. |
| 8,00 – 9,00 | Peskoviti šljunak, sitno do srednjezrni žućkasto-braonkasti. Srednje do krupnozrne peskovite frakcije do 30%. |
| 9,00 – 10,0 | Pesak, sivo-zelenkast prašinast glinovit, pretežno srednje do krupnozrn, neznatno sitnozrno šljunkovit. |
| 10,0 – 12,0 | Pesak, sivo-zelenkast, sa dosta faune, srednje do krupnozrn. |

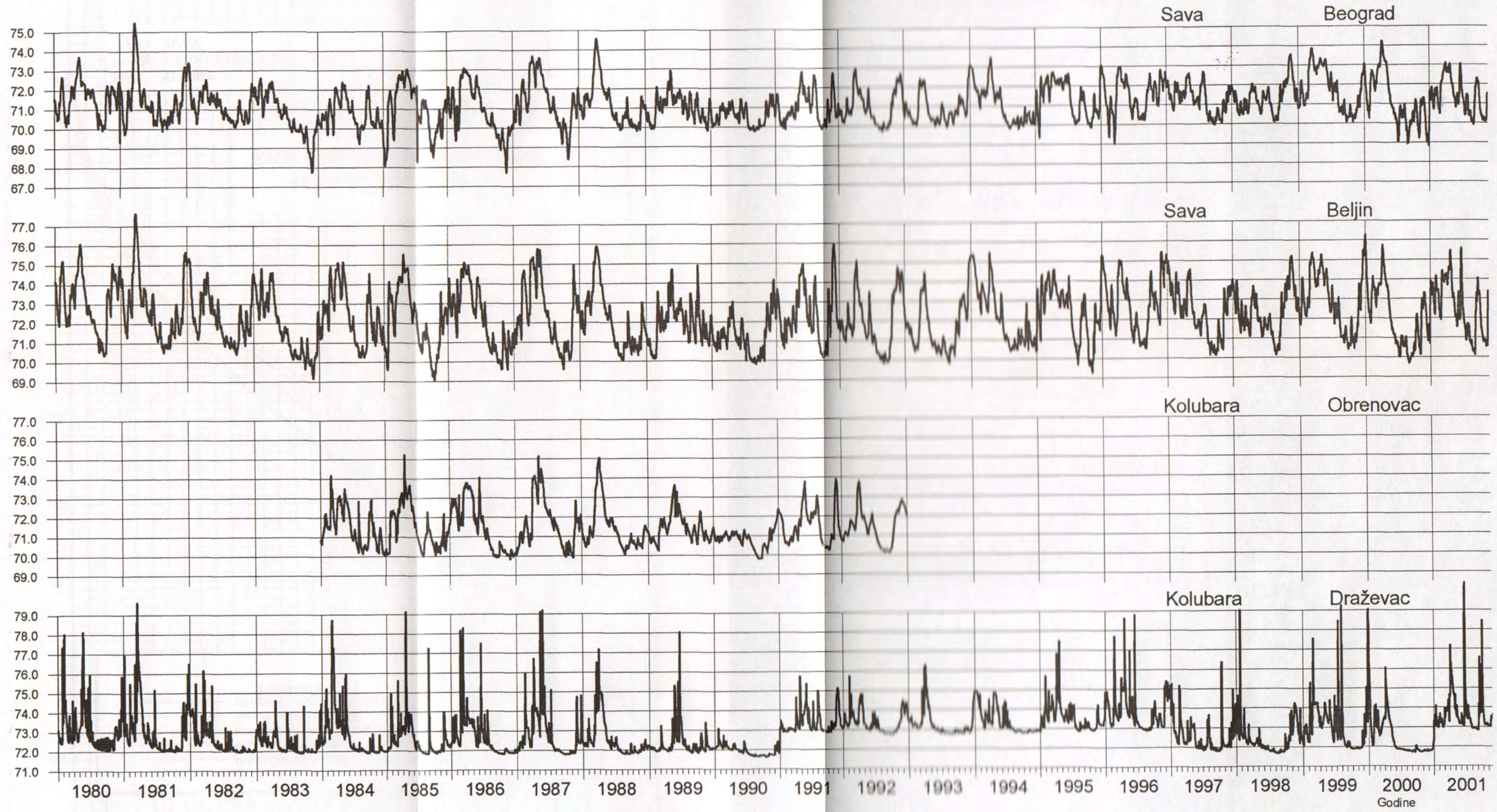
VODOSTAJI SAVE I KOLUBARE
NA VODOMERNIM STANICAMA

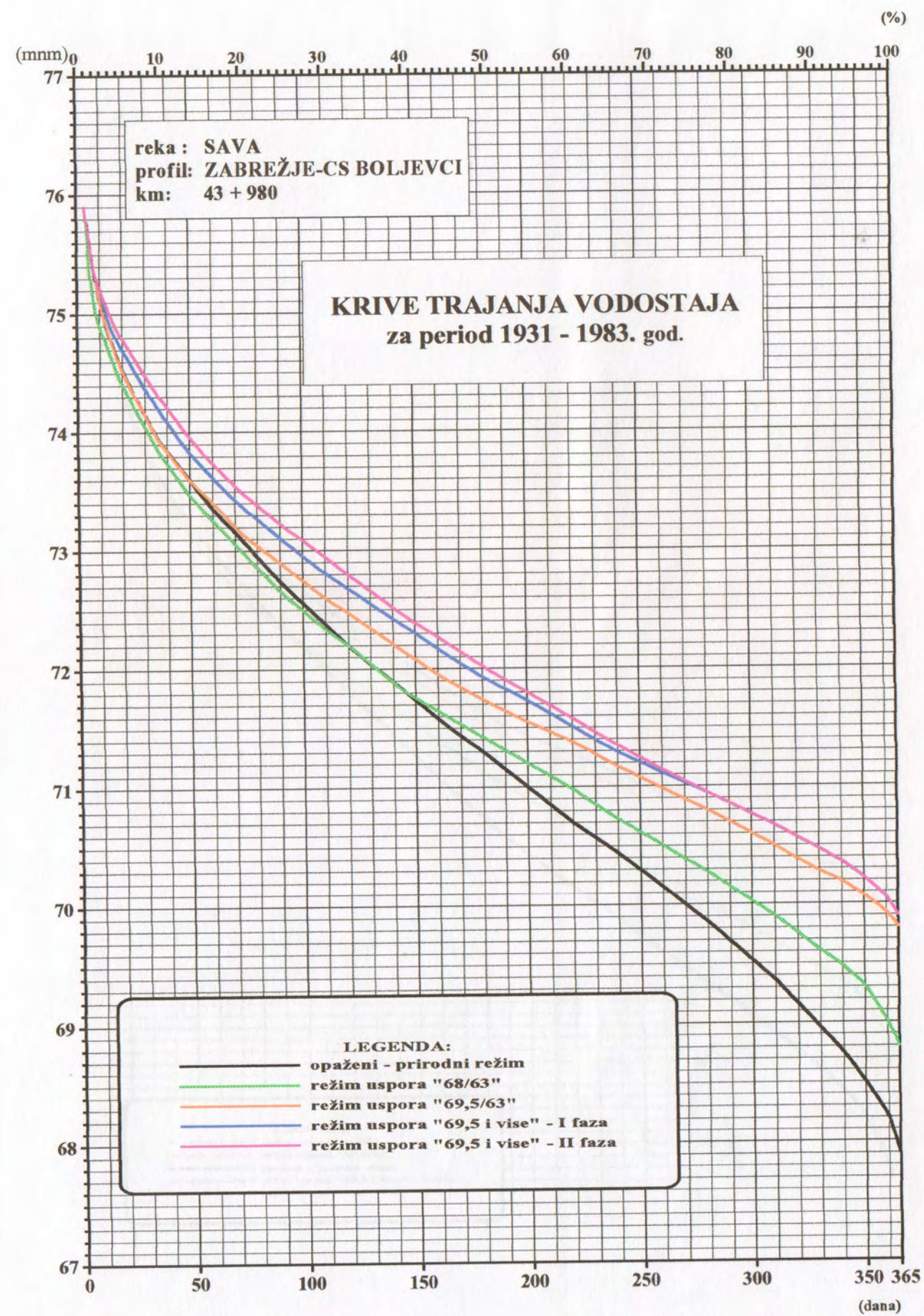
Pijezometar OP – 4

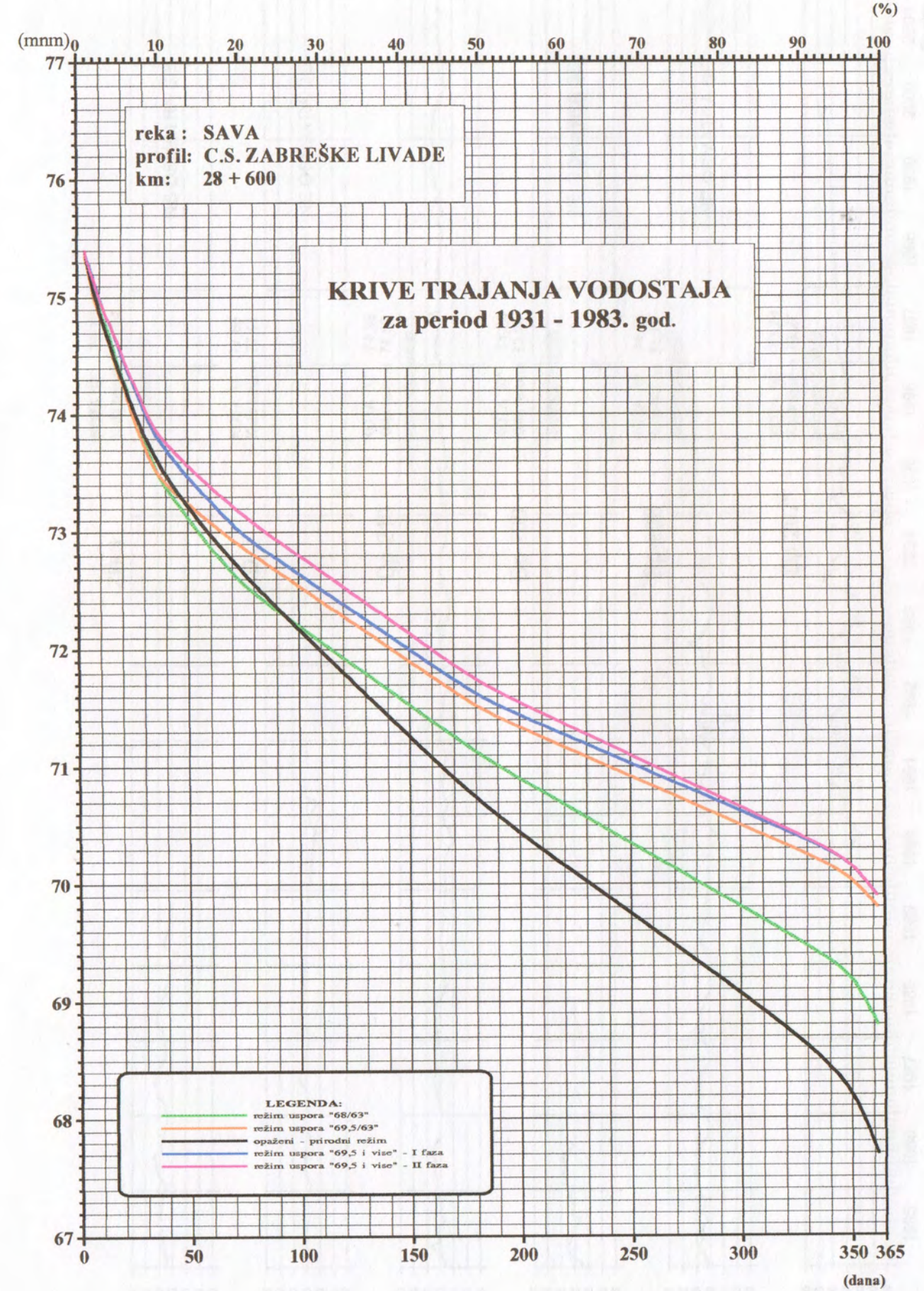
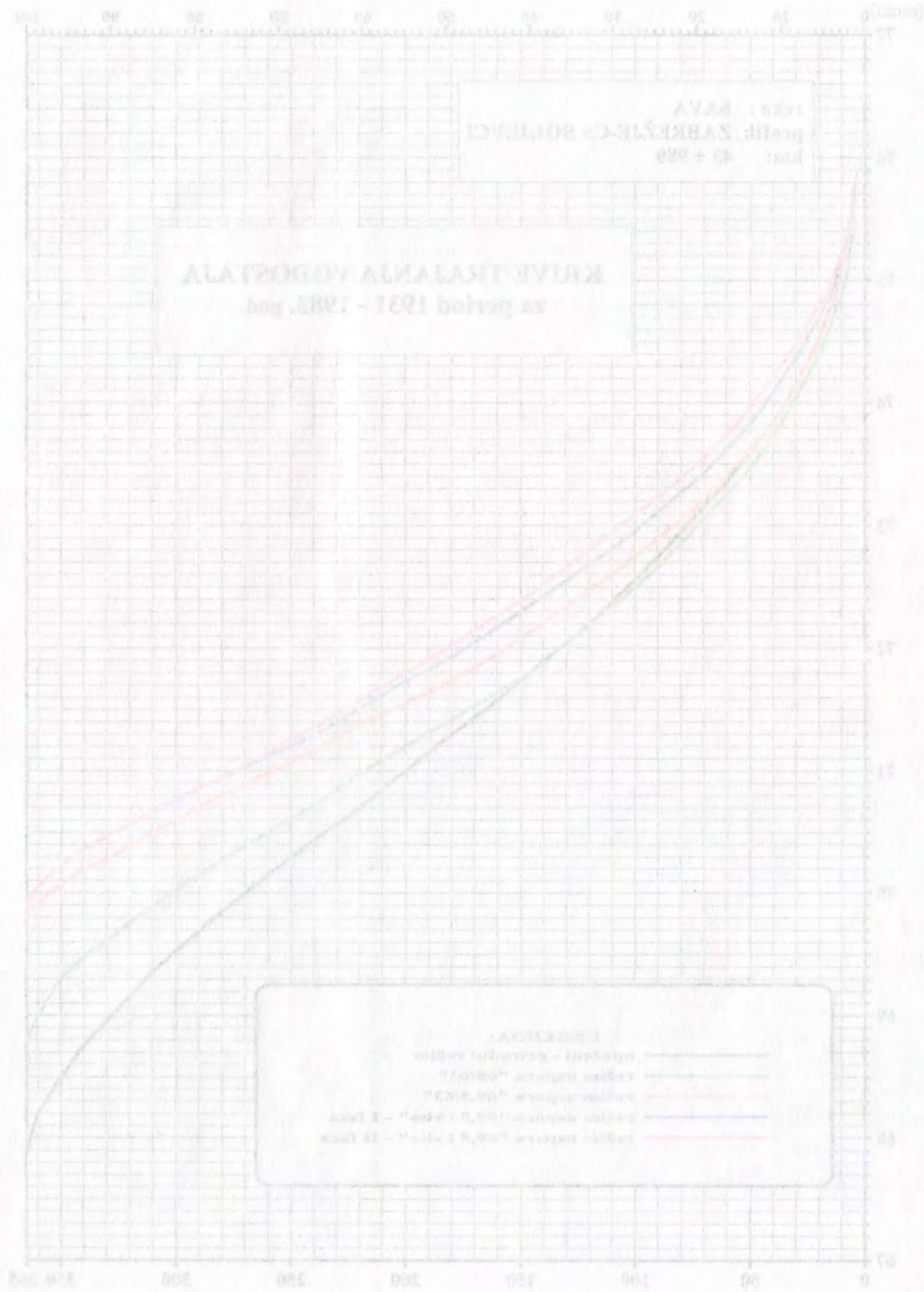
0,00 – 3,50	Nasuto tlo, braonkasto – žućkaste gline sa građevinskim šutom, ciglom, komadima betona, šljake, mulja. Sloj deformabilan i slabo konsolidovan.
3,50 – 4,80	Prašinasta glina tamnožućkaste boje. Meka, lako gnječiva, sa neznatnom sitnozrnim peskovitom frakcijom.
4,80 – 6,50	Šljunkovit pesak, žućkaste boje, zaglinjen. Peskovita frakcija je srednje do krupnozrna.
6,50 – 9,80	Pesak, sivoplavičaste boje, srednje do krupnozrn, neznatno šljunkovit.
9,80 – 12,0	Pesak, sivozelene boje, čist, srednje do krupnozrn. Neznatno sitno šljunkovit sa ostacima faune.



VODOSTAJI SAVE I KOLUBARE
NA VODOMERNIM STANICAMA







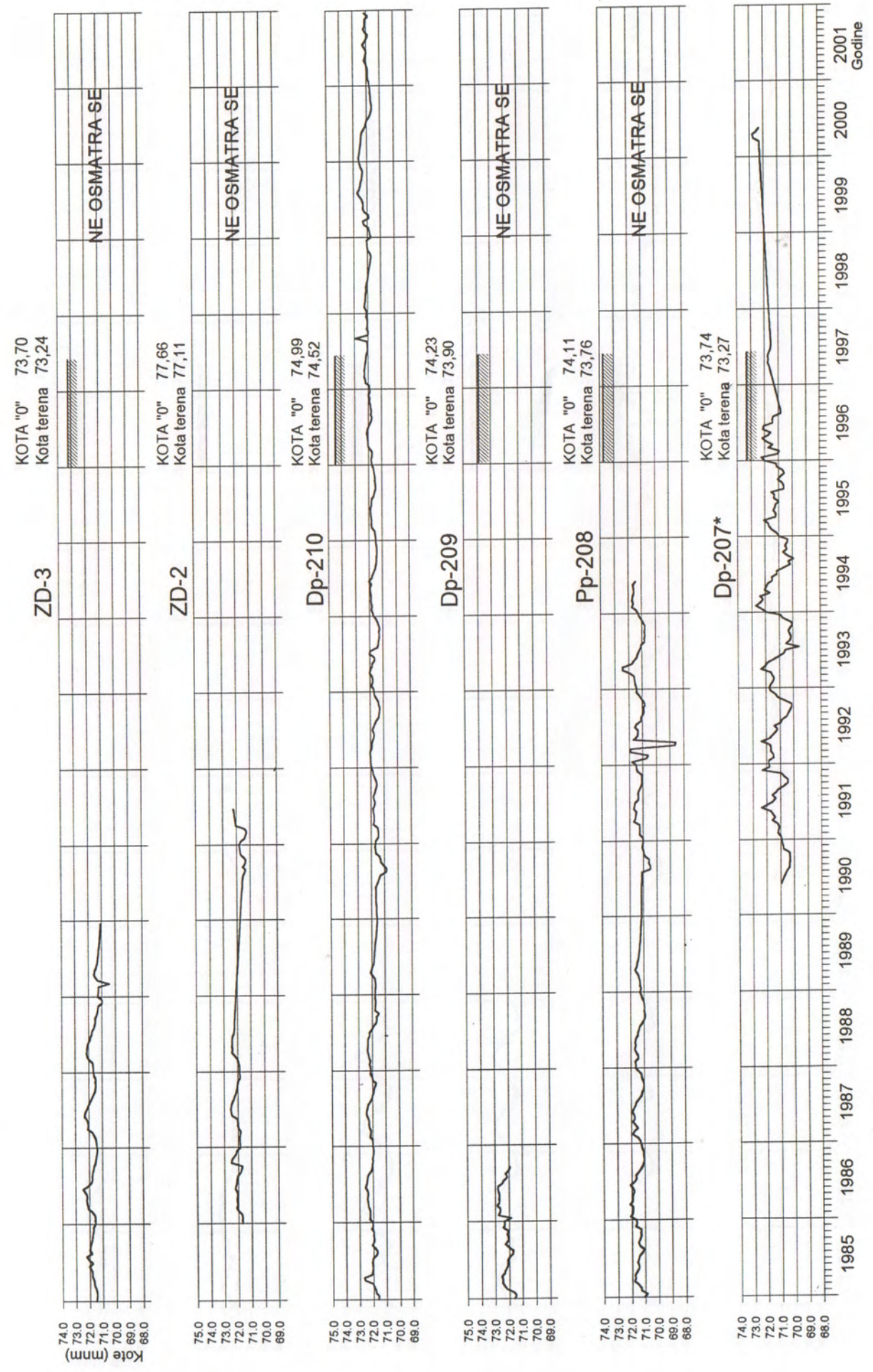
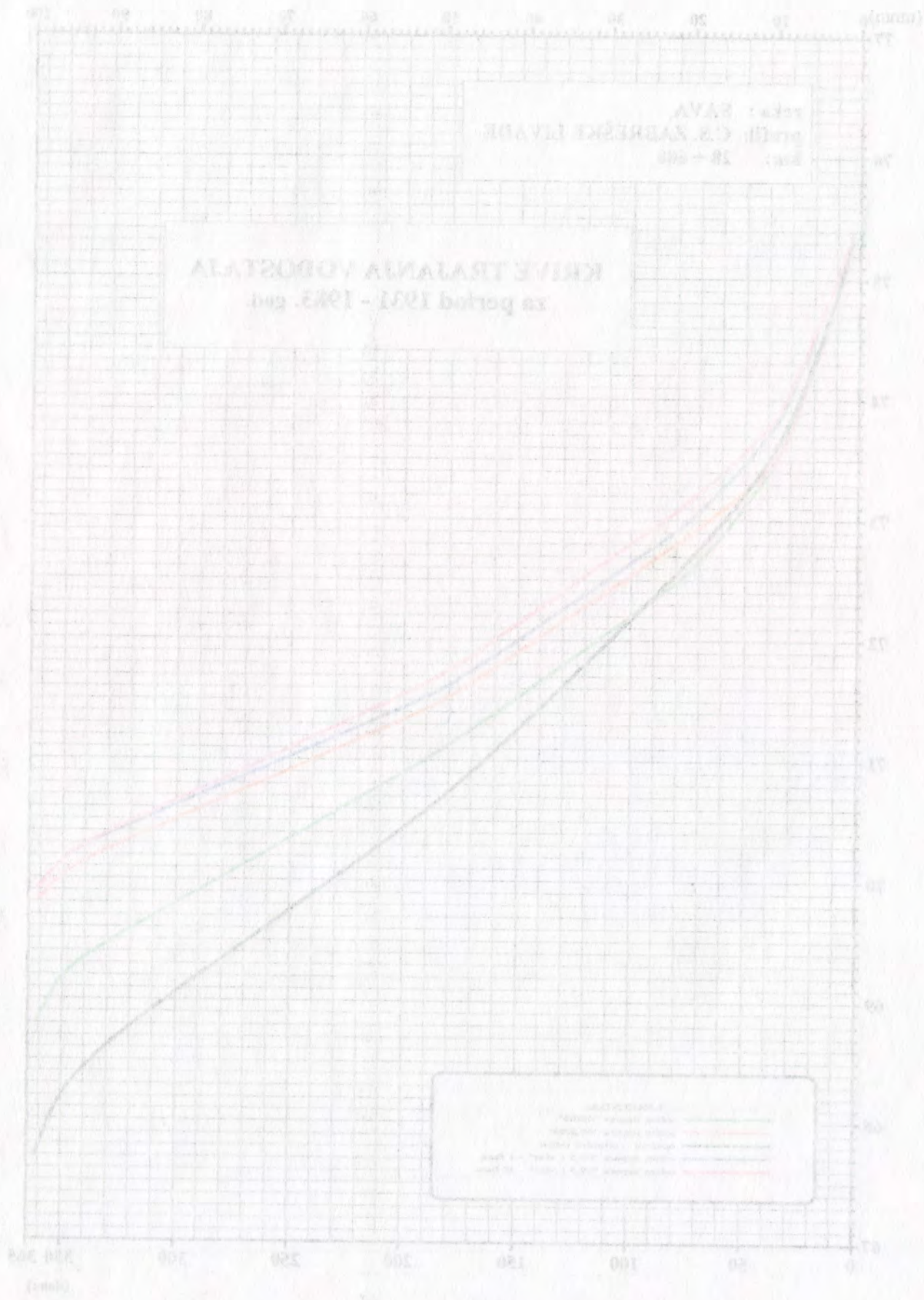
reka : SAVA
 profil: C.S. ZABREŠKE LIVADE
 km: 28 + 600

KRIVE TRAJANJA VODOSTAJA
 za period 1931 - 1983. god.

LEGENDA:
 — režim uspora "68/63"
 — režim uspora "69,5/63"
 — opaženi - prirodni režim
 — režim uspora "69,5 i više" - I faza
 — režim uspora "69,5 i više" - II faza

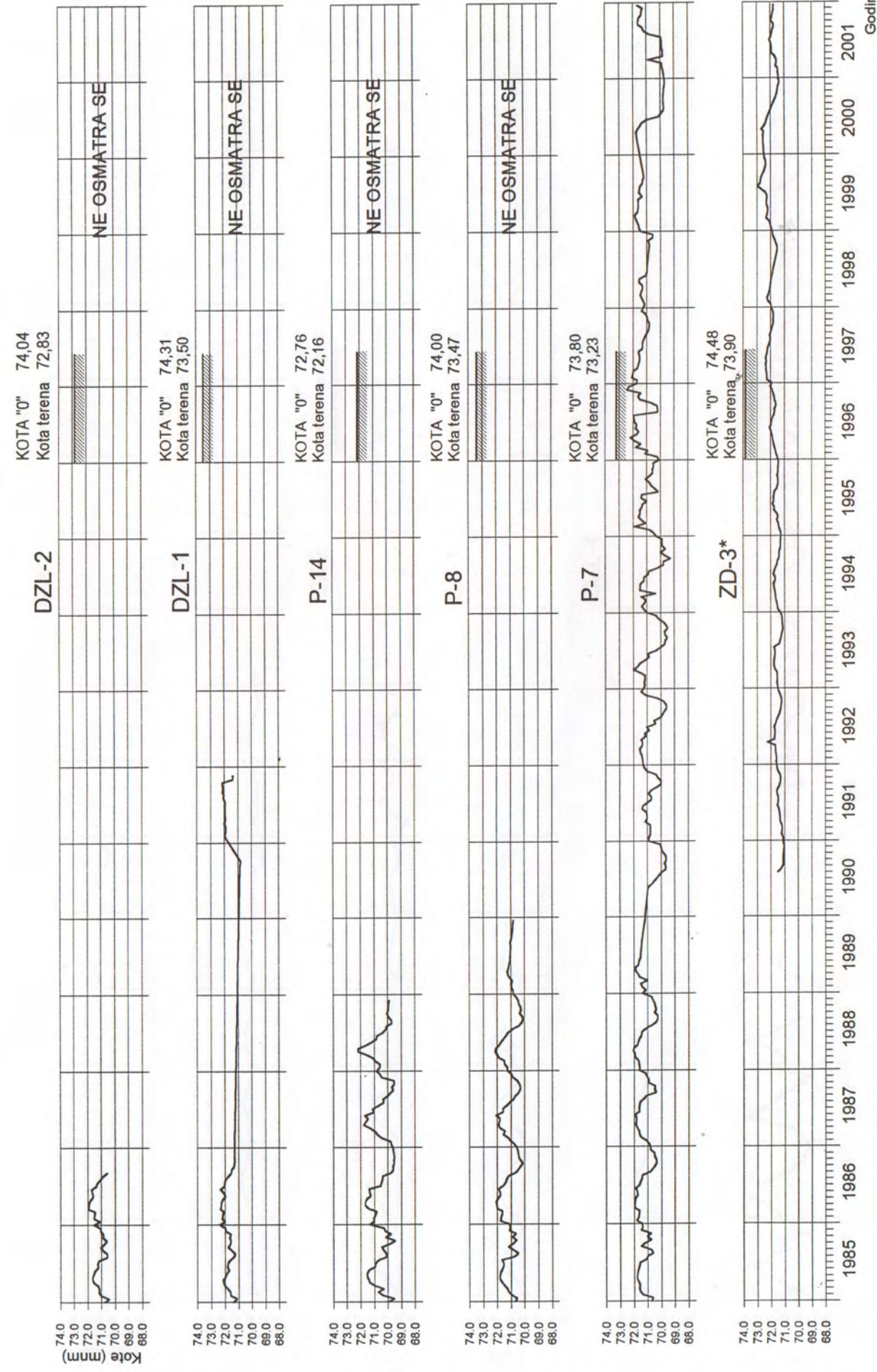
OSCILACIJE NIVOA PODZEMNIH VODA

ZABREŽJE SA ZABREŠKIM LIVADAMA

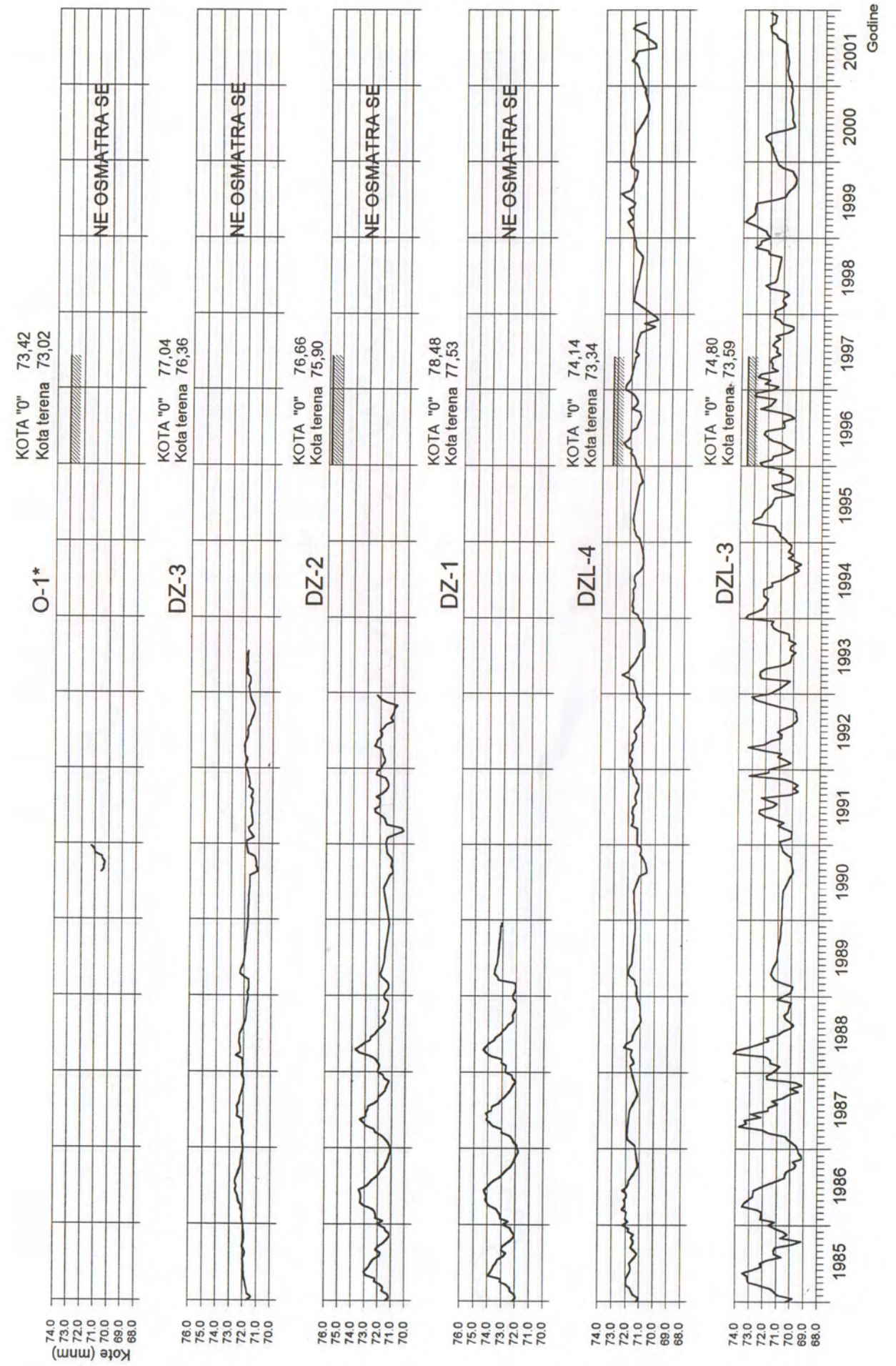


OSCILACIJE NIVOVA PODZEMNIH VODA

ZABREŠJE SA ZABREŠKIM LIVADAMA

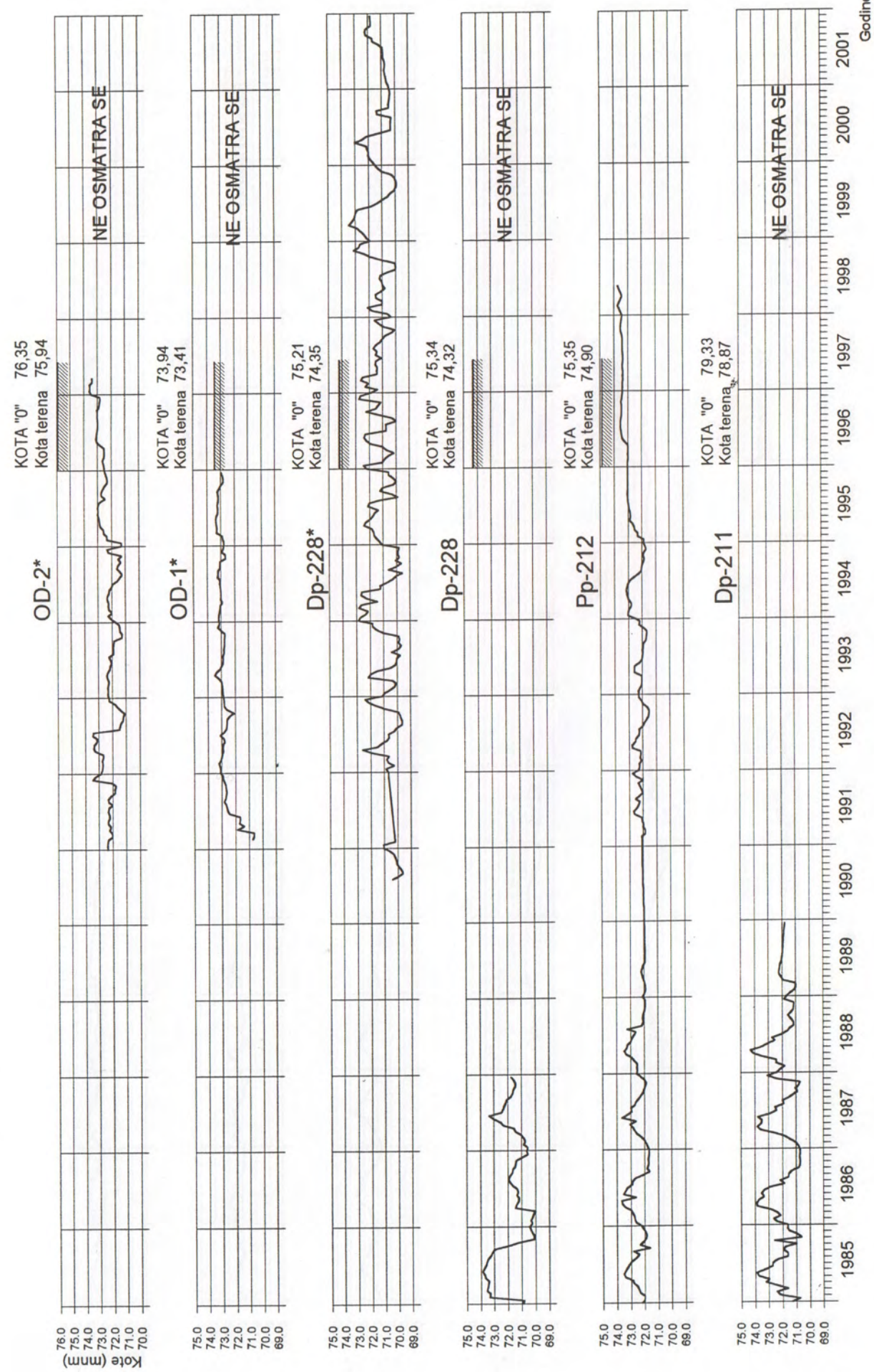


OSCILACIJE NIVOVA PODZEMNIH VODA
ZABREŽJE SA ZABREŠKIM LIVADAMA



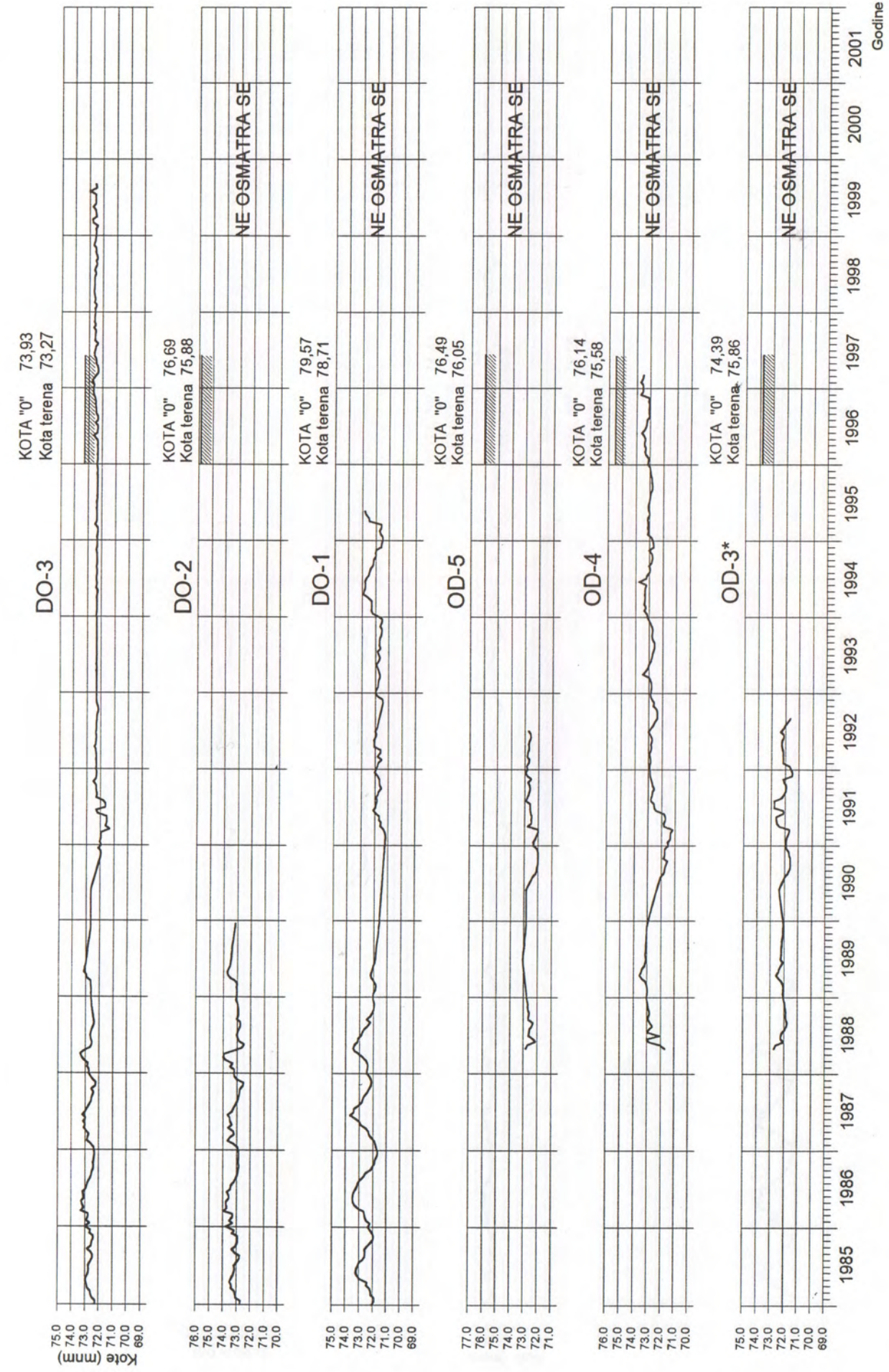
OSCILACIJE NIVOVA PODZEMNIH VODA

OBRENOVAC



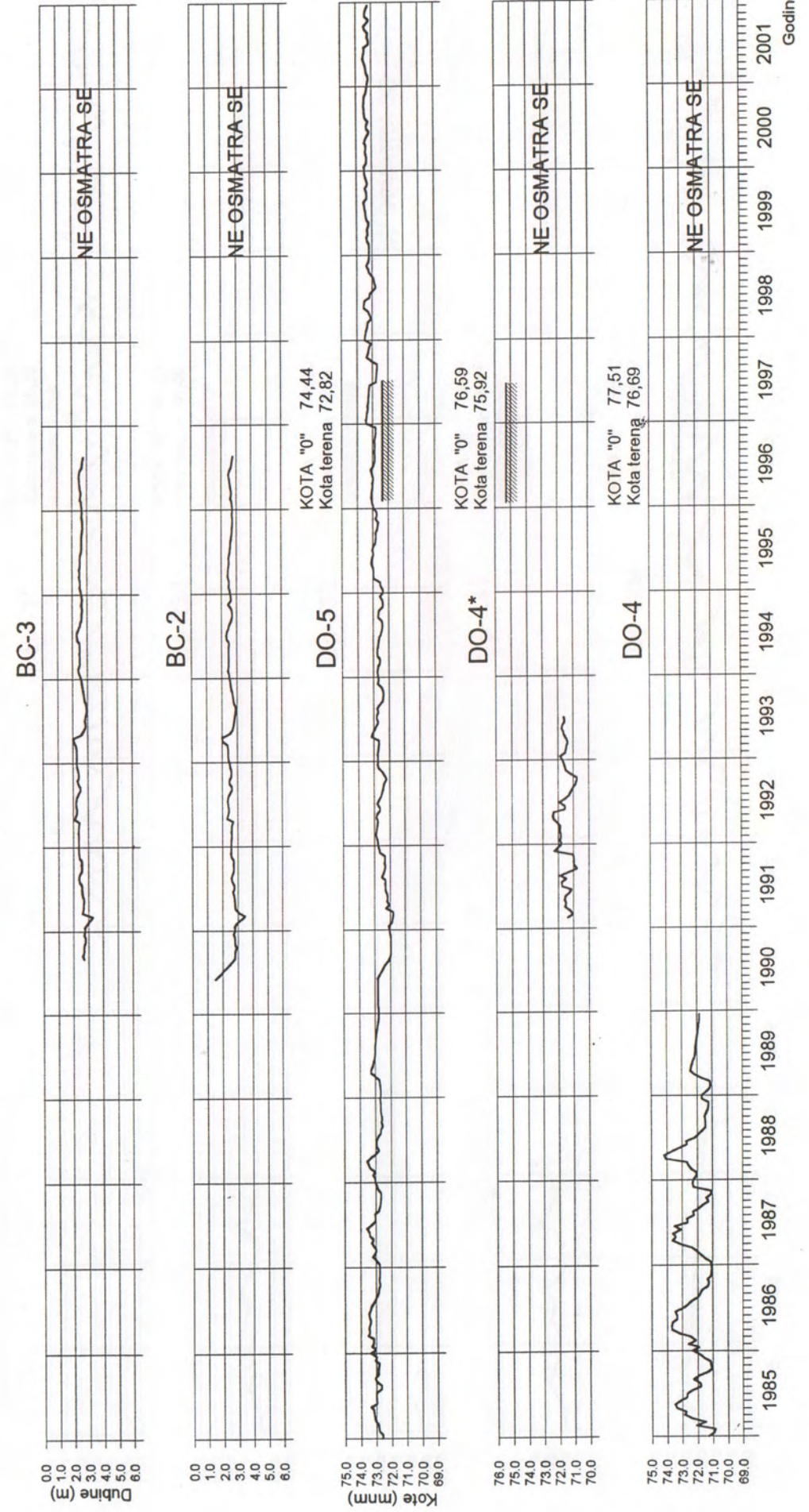
OSCILACIJE NIVOVA PODZEMNIH VODA

OBRENOVAC



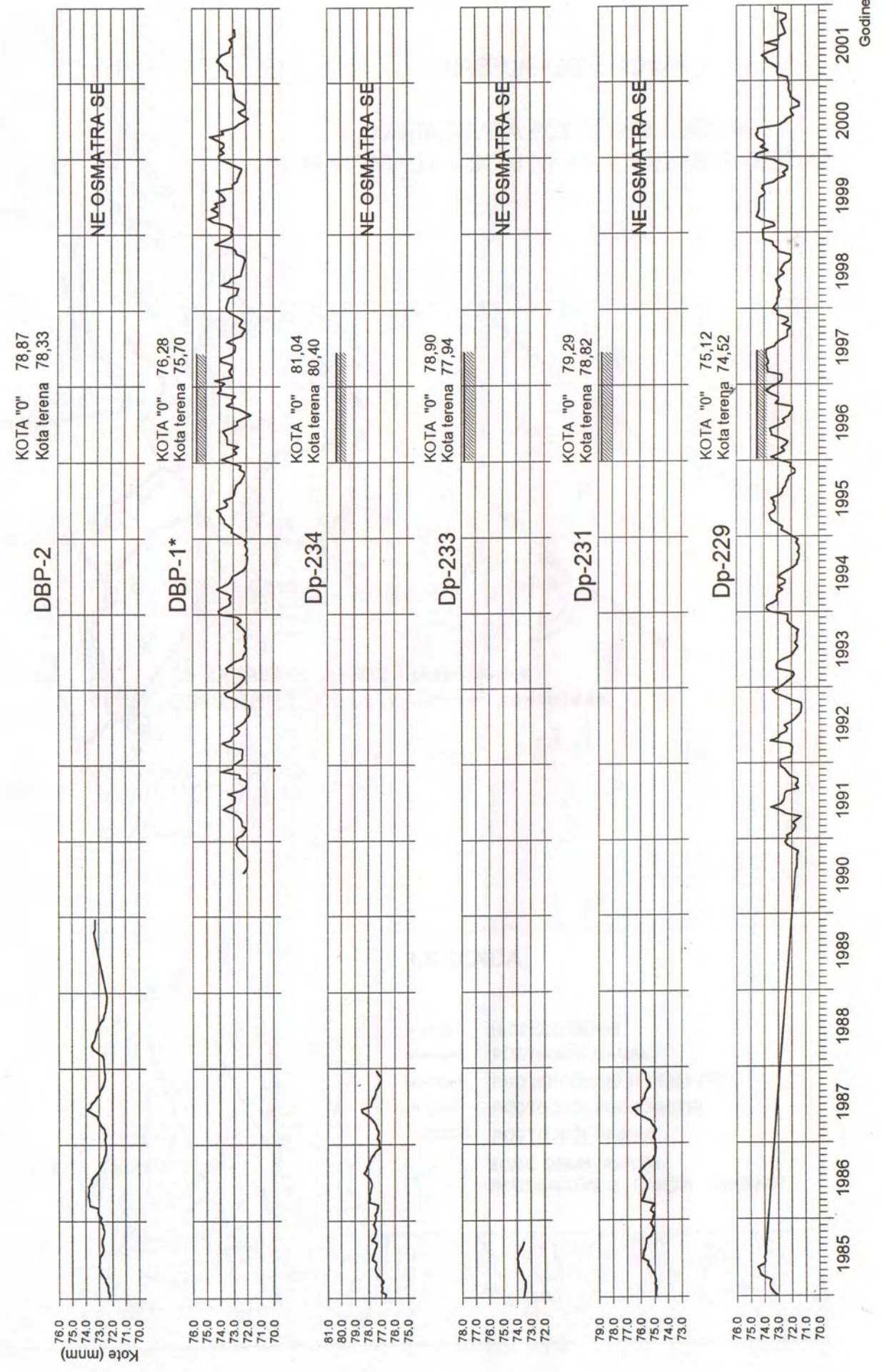
OSCILACIJE NIVOVA PODZEMNIH VODA

OBRENOVAC

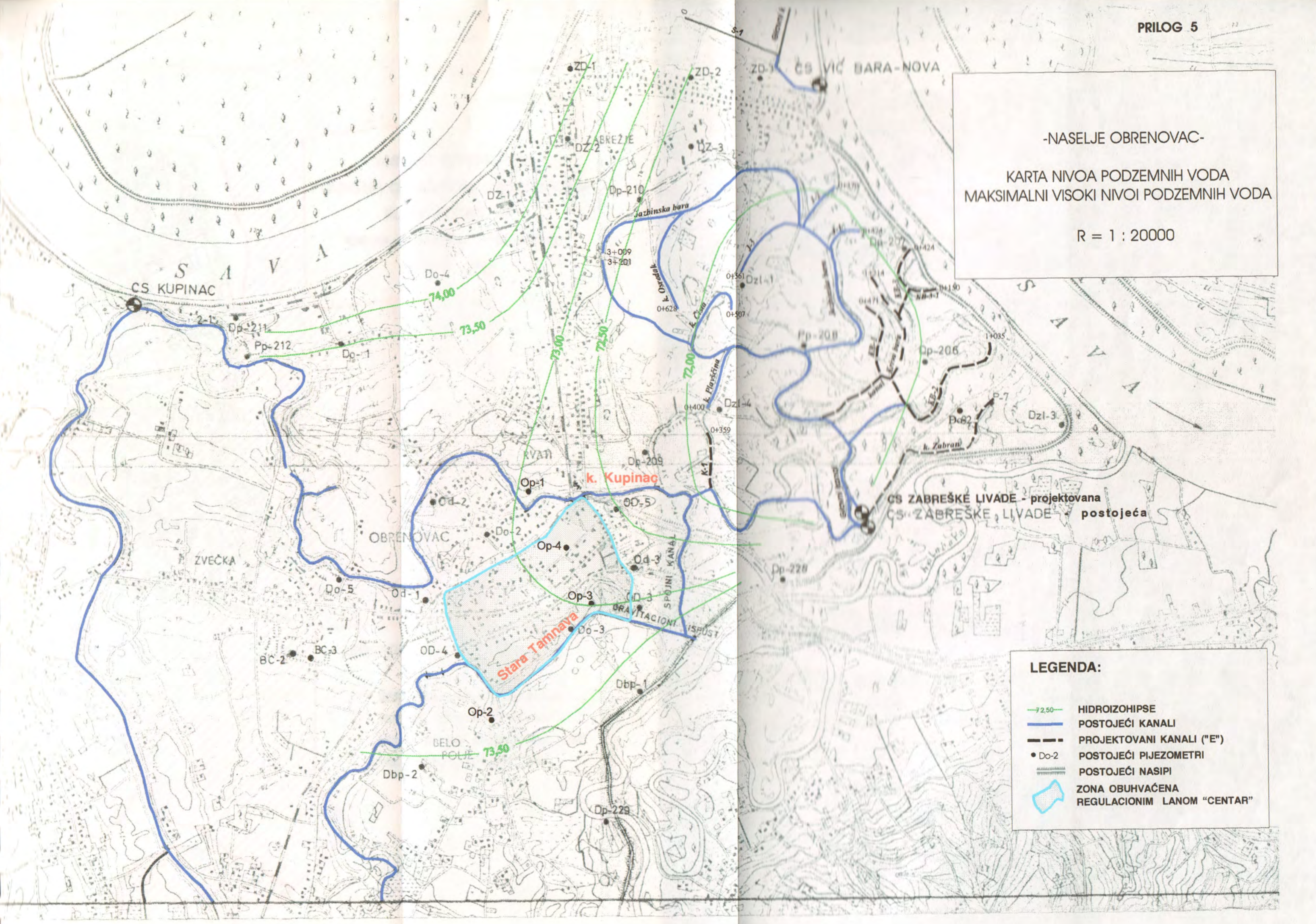


OSCILACIJE NIVOVA PODZEMNIH VODA

BELO POLJE I VELIKO POLJE



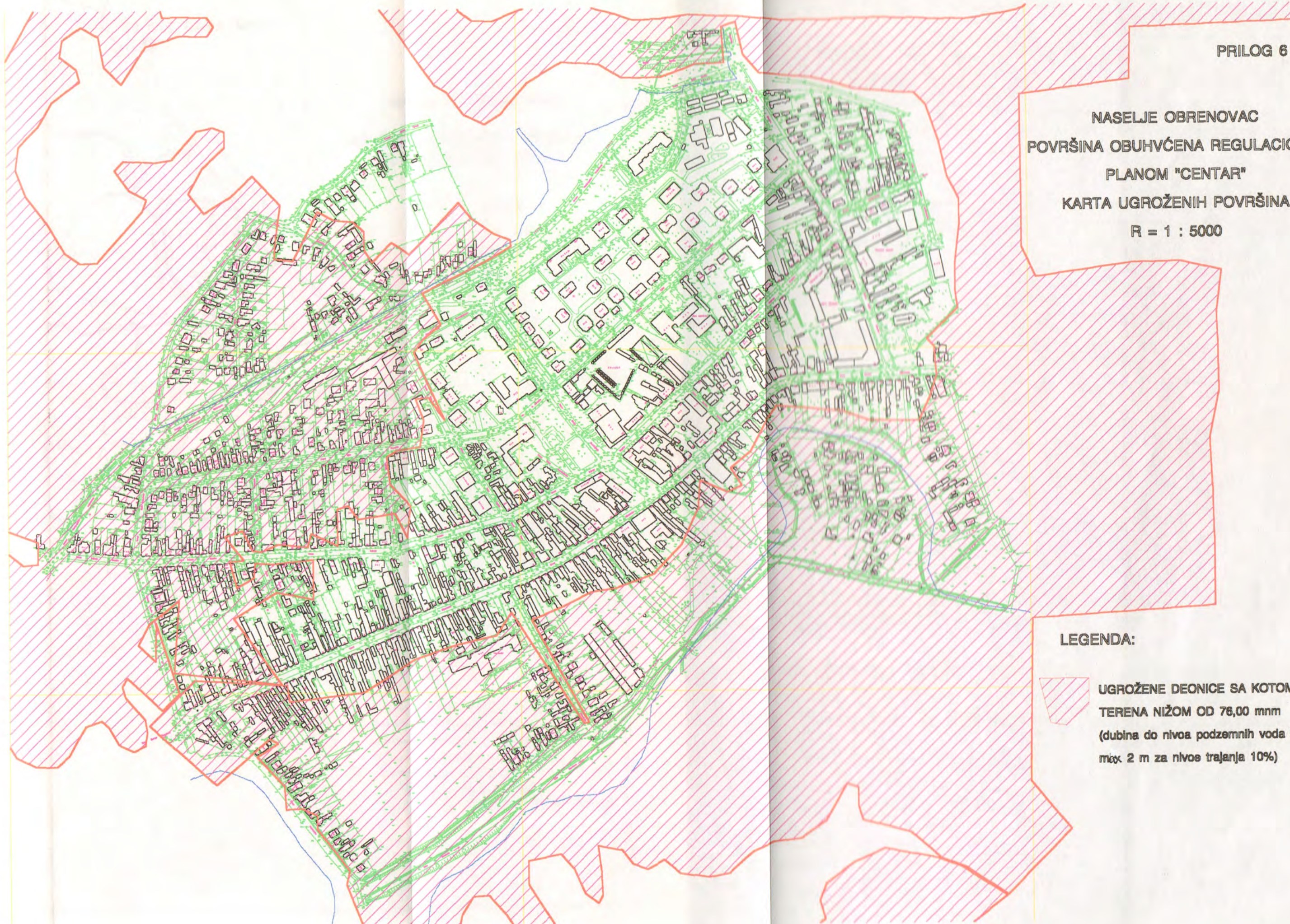
-NASELJE OBRENOVAC-
 KARTA NIVOVA PODZEMNIH VODA
 MAKSIMALNI VISOKI NIVOI PODZEMNIH VODA
 R = 1 : 20000




LEGENDA:

- 72.50— HIDROIZOHIPSE
- POSTOJEĆI KANALI
- - - PROJEKTOVANI KANALI ("E")
- Do-2 POSTOJEĆI PIJEZOMETRI
- POSTOJEĆI NASIPI
- ZONA OBUHVAĆENA REGULACIONIM LANOM "CENTAR"

NASELJE OBRENOVAC
POVRŠINA OBUHVĆENA REGULACIONIM
PLANOM "CENTAR"
KARTA UGROŽENIH POVRŠINA
R = 1 : 5000

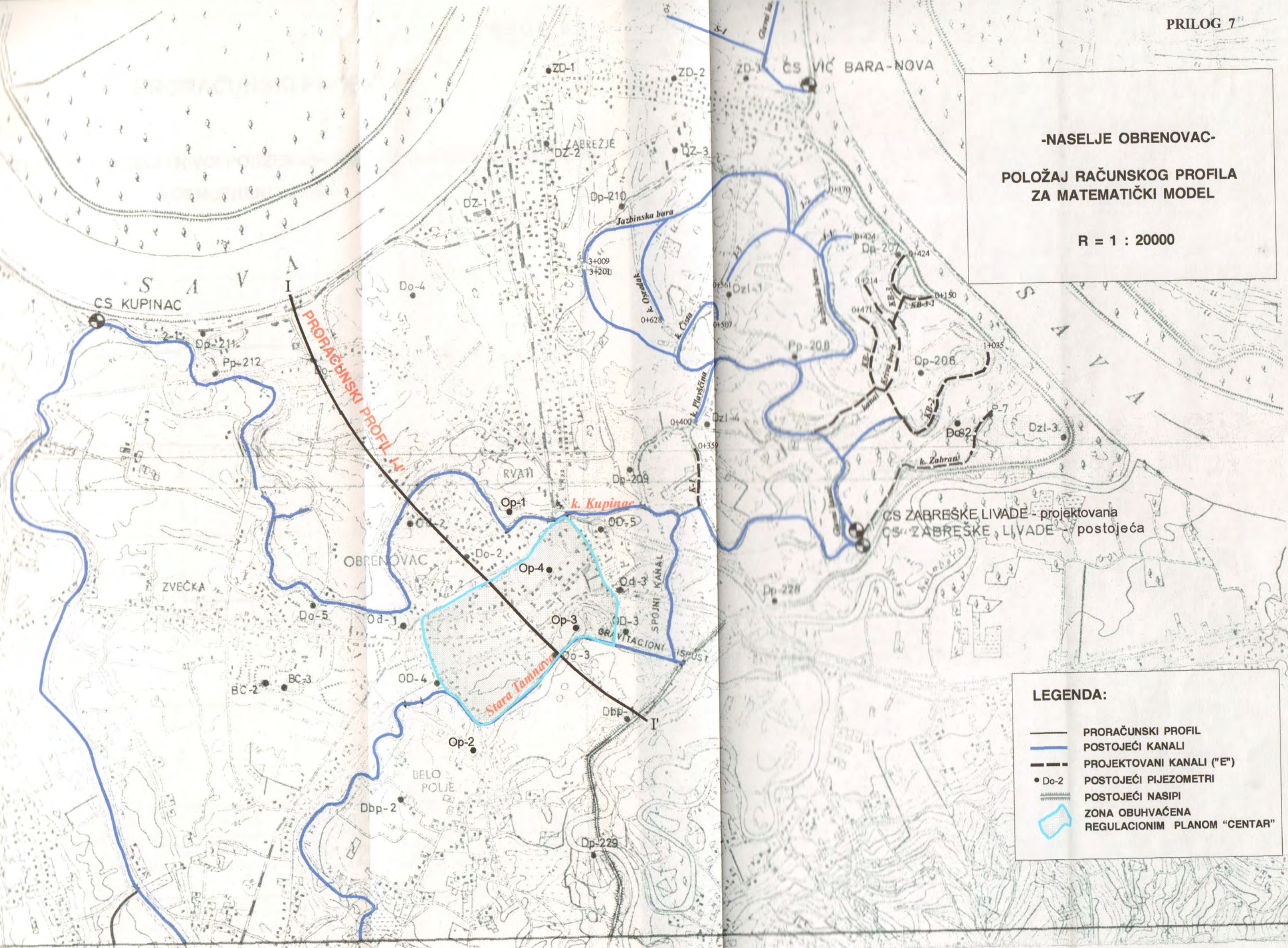


LEGENDA:

 UGROŽENE DEONICE SA KOTOM
TERENA NIŽOM OD 76,00 mnm
(dubina do nivoa podzemnih voda iznosi
maks. 2 m za nivo trajanja 10%)

-NASELJE OBRENOVAC-
POLOŽAJ RAČUNSKOG PROFILA
ZA MATEMATIČKI MODEL

R = 1 : 20000



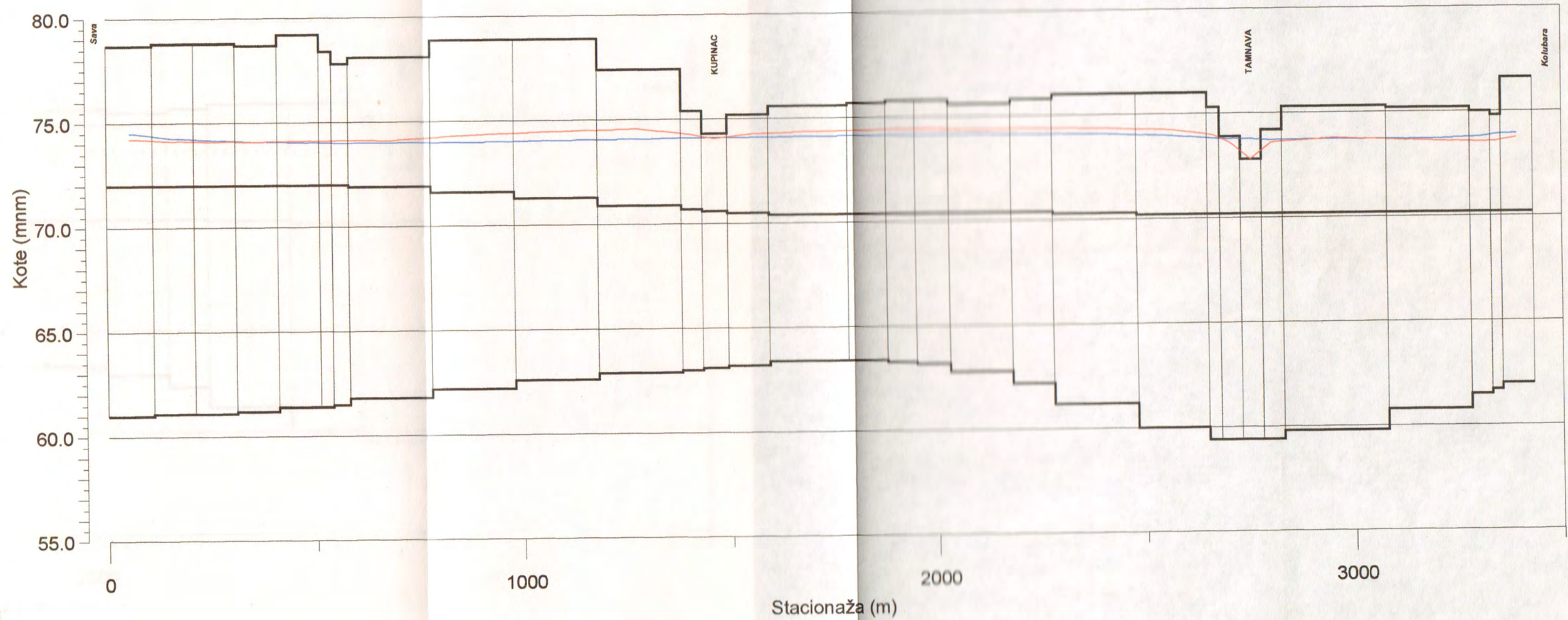
LEGENDA:

- PRORAČUNSKI PROFIL
- POSTOJEĆI KANALI
- - - PROJEKTOVANI KANALI ("E")
- Do-2 POSTOJEĆI PIJZOMETRI
- ▬▬▬ POSTOJEĆI NASIPI
- ▭ ZONA OBUHVAĆENA REGULACIONIM PLANOM "CENTAR"

LEGENDA:
 — PIJEZOMETARSKI PRITISCI 1% trajanja
 — NIVOI PODZEMNIH VODA 1% trajanja

PRORAČUNSKI PROFIL I-I'

PIJEZOMETARSKI PRITISCI I NIVOI PODZEMNIH VODA DOBIJENI PRORAČUNOM
 - OSMOTRENI REŽIM

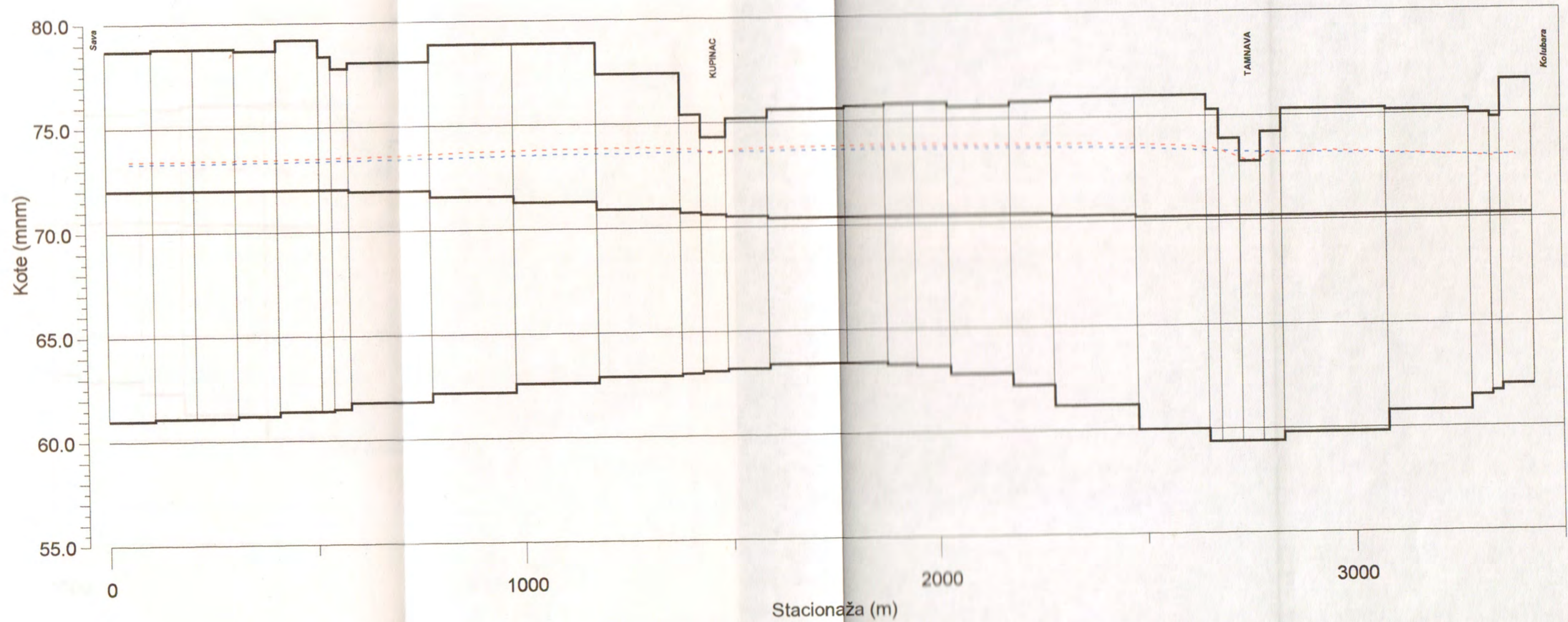


BROJ DEONICE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DUŽINA DEONICE (m)	110	100	100	100	100	30	40	200	200	200	200	50	60	100	190	100	70	80	150	100	200	170	30	50	50	50	250	200	50	25	75
KOEFICIJENT FILTRACIJE VODONOSNOG SLOJA (m/s)	1.2×10^{-2}								3.0×10^{-3}							1.0×10^{-3}						5.0×10^{-4}						1.0×10^{-4}			
KOEFICIJENT FILTRACIJE POVLATNOG SLOJA (m/s)	1.0×10^{-7}								8.0×10^{-8}							1.0×10^{-8}															

LEGENDA:
 - - - - - PIJEZOMETARSKI PRITISCI 10% trajanja
 - - - - - NIVOI PODZEMNIH VODA 10% trajanja

PRORAČUNSKI PROFIL I-I'

PIJEZOMETARSKI PRITISCI I NIVOI PODZEMNIH VODA DOBIJENI PRORAČUNOM
 - OSMOTRENI REŽIM

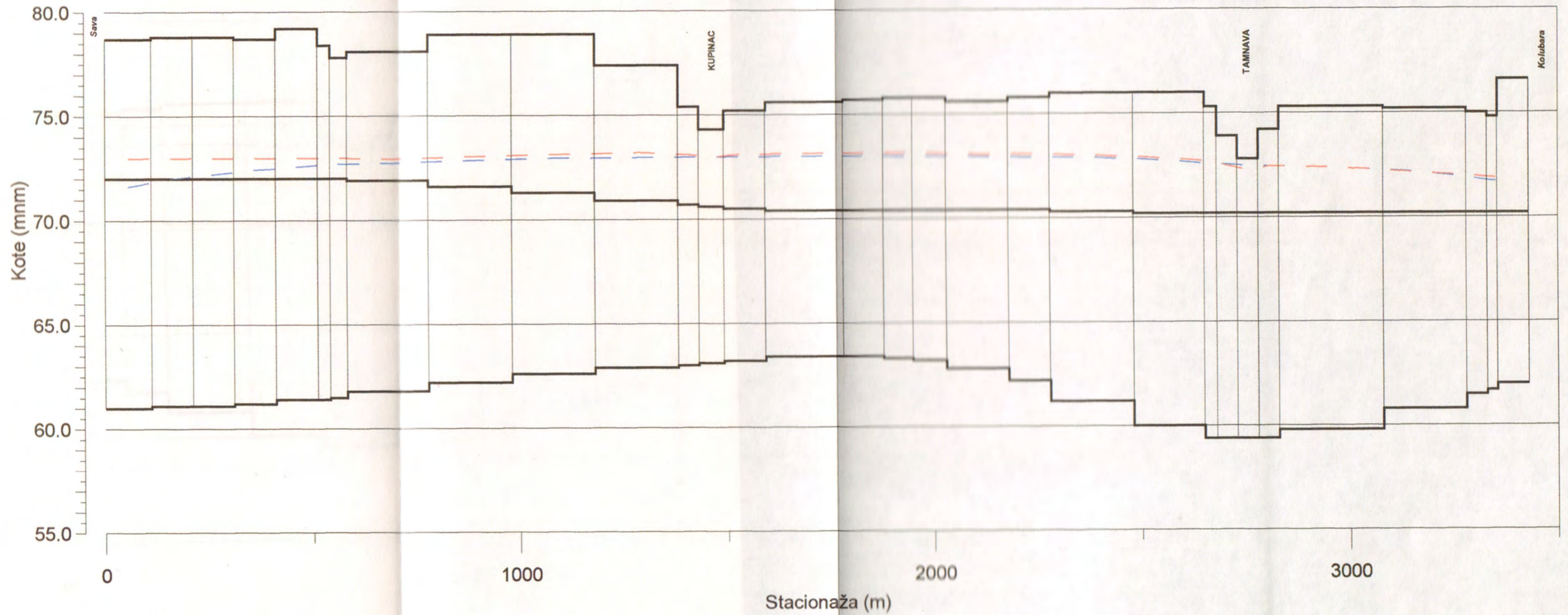


BROJ DEONICE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DUŽINA DEONICE (m)	110	100	100	100	100	30	40	200	200	200	200	50	60	100	190	100	70	80	150	100	200	170	30	50	50	50	250	200	50	25	75
KOEFICIJENT FILTRACIJE VODONOSNOG SLOJA (m/s)	1.2 × 10 ⁻²								3.0 × 10 ⁻³							1.0 × 10 ⁻³						5.0 × 10 ⁻⁴				1.0 × 10 ⁻⁴					
KOEFICIJENT FILTRACIJE POVLATNOG SLOJA (m/s)	1.0 × 10 ⁻⁷								8.0 × 10 ⁻⁸							1.0 × 10 ⁻⁸															

LEGENDA:
 — — — PIJEZOMETARSKI PRITISCI 50% trajanja
 — — — NIVOI PODZEMNIH VODA 50% trajanja

PRORAČUNSKI PROFIL I-I'

PIJEZOMETARSKI PRITISCI I NIVOI PODZEMNIH VODA DOBIJENI PRORAČUNOM
 - OSMOTRENI REŽIM



BROJ DEONICE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DUŽINA DEONICE (m)	110	100	100	100	100	30	40	200	200	200	200	50	60	100	190	100	70	80	150	100	200	170	30	50	50	50	250	200	50	25	75
KOEFICIJENT FILTRACIJE VODONOSNOG SLOJA (m/s)	1.2 × 10 ⁻²								3.0 × 10 ⁻³							1.0 × 10 ⁻³					5.0 × 10 ⁻⁴					1.0 × 10 ⁻⁴					
KOEFICIJENT FILTRACIJE POVLATNOG SLOJA (m/s)	1.0 × 10 ⁻⁷								8.0 × 10 ⁻⁸							1.0 × 10 ⁻⁸															

PRORAČUNSKI PROFIL I-I'

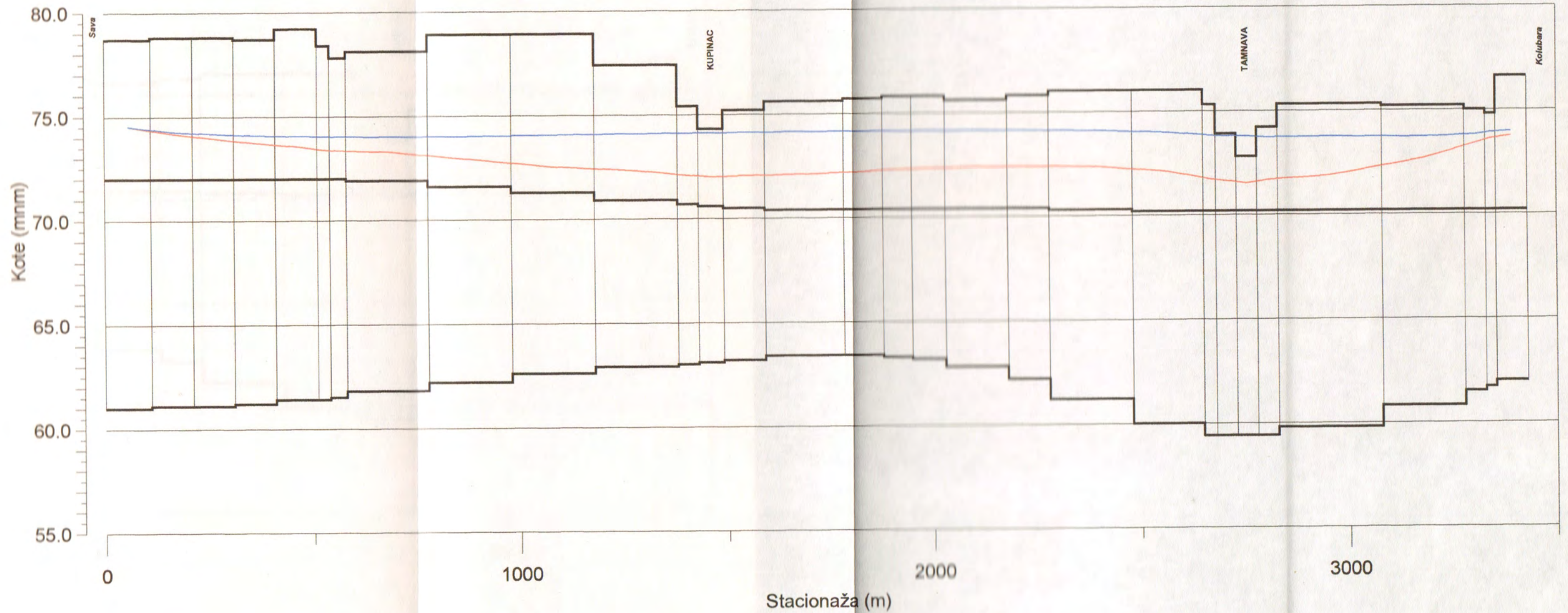
LEGENDA:

- osmotreni režim 1% trajanja
- u uslovima intervencije 1% trajanja

PRORAČUNSKI PROFIL I-I'

PIJEZOMETARSKI PRITISCI PODZEMNIH VODA DOBIJENI PRORAČUNOM

- KUPINAC 72,00 mm
- TAMNAVA 71,50 mm



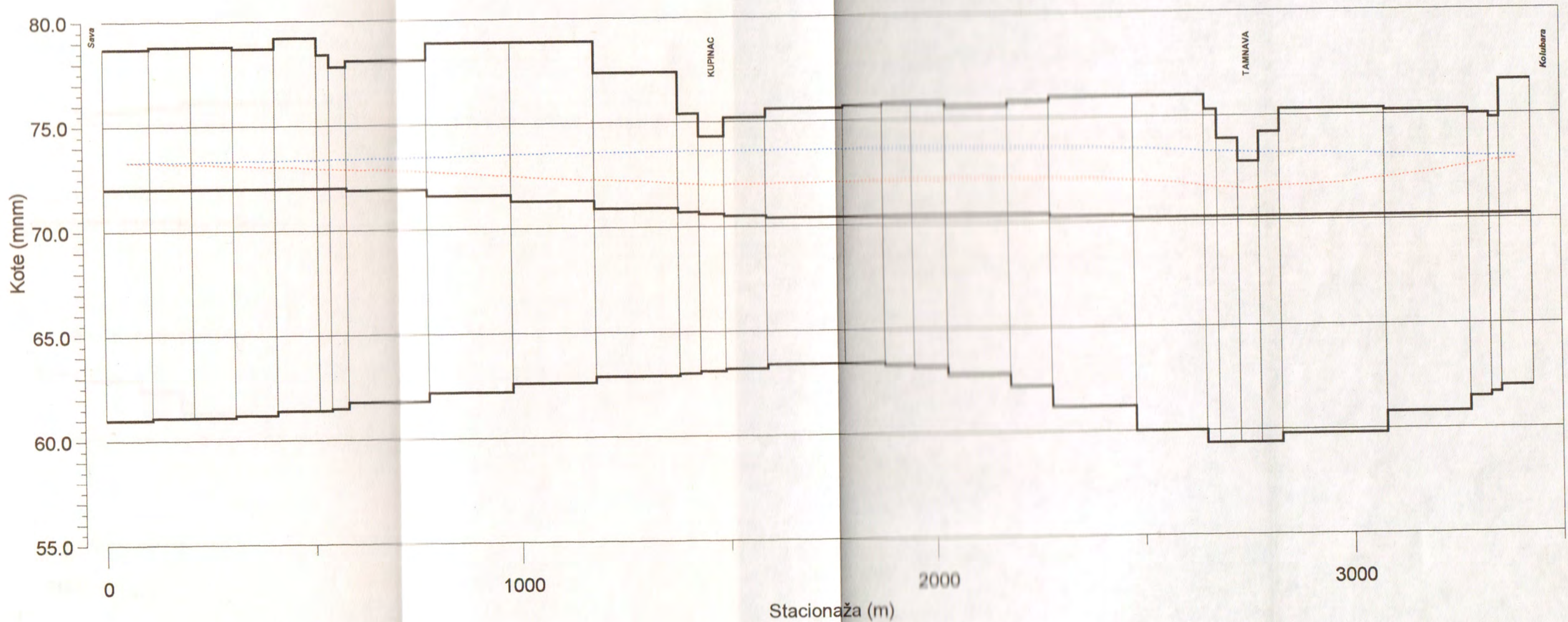
BROJ DEONICE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
DUŽINA DEONICE (m)	110	100	100	100	100	30	40	200	200	200	200	50	60	100	190	100	70	80	190	100	200	170	30	50	50	50	250	200	50	25	75	
KOEFICIJENT FILTRACIJE VODONOSNOG SLOJA (m/s)	1.2×10^{-2}								3.0×10^{-3}							1.0×10^{-3}							5.0×10^{-4}							1.0×10^{-4}		
KOEFICIJENT FILTRACIJE POVLATNOG SLOJA (m/s)	1.0×10^{-7}								8.0×10^{-8}							1.0×10^{-8}																

LEGENDA:
 - - - - - osmotreni režim 10% trajanja
 - - - - - u uslovima intervencije 10% trajanja

PRORAČUNSKI PROFIL I-I'

PIJEZOMETARSKI PRITISCI PODZEMNIH VODA DOBIJENI PRORAČUNOM

- KUPINAC 72,00 mm
 - TAMNAVA 71,50 mm



BROJ DEONICE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DUZINA DEONICE (m)	110	100	100	100	100	30	40	200	200	200	200	50	60	100	190	100	70	80	190	100	200	170	30	50	50	50	250	200	50	25	75
KOEFICIJENT FILTRACIJE VODONOSNOG SLOJA (m/s)	1.2 × 10 ⁻²								3.0 × 10 ⁻³							1.0 × 10 ⁻³						5.0 × 10 ⁻⁴					1.0 × 10 ⁻⁴				
KOEFICIJENT FILTRACIJE POVLATNOG SLOJA (m/s)	1.0 × 10 ⁻⁷								8.0 × 10 ⁻⁸							1.0 × 10 ⁻⁸															

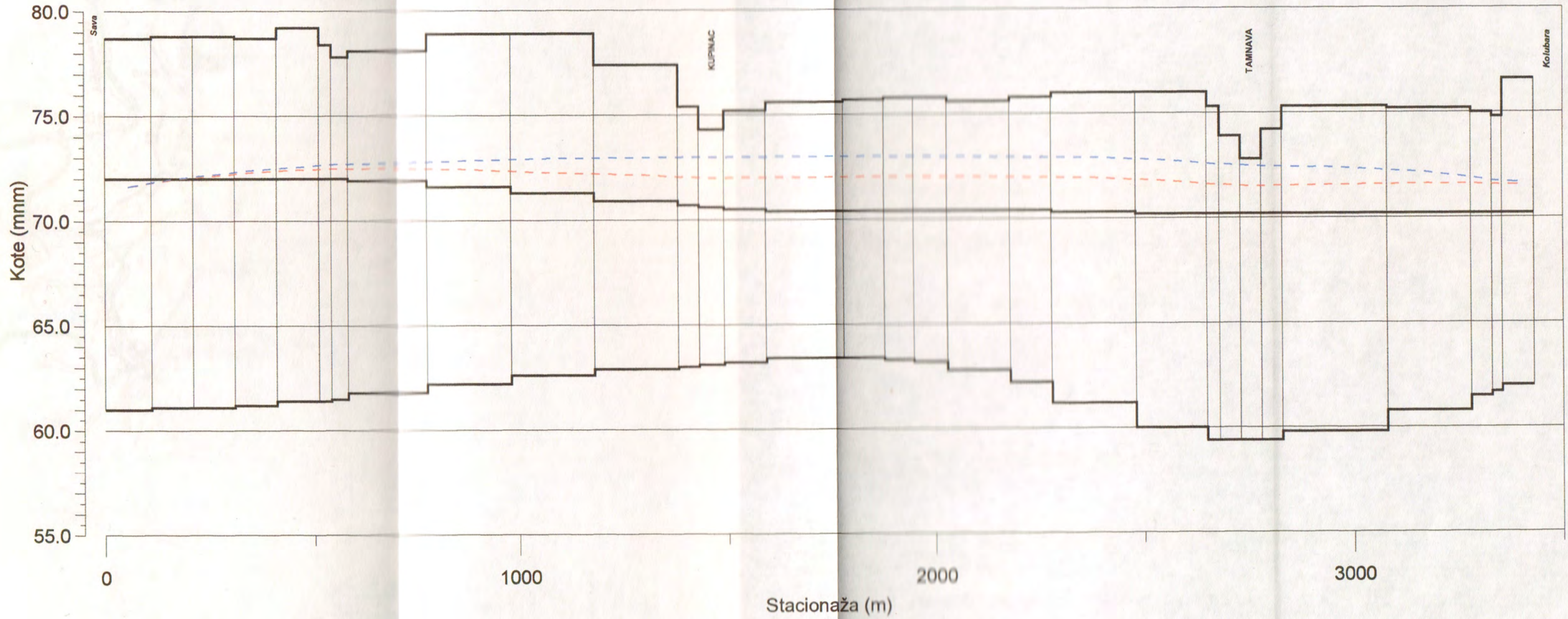
LEGENDA:

- — — osmotreni režim 50% trajanja
- — — u uslovima intervencije 50% trajanja

PRORAČUNSKI PROFIL I-I'







PIJEZOMETARSKI PRITISCI PODZEMNIH VODA DOBIJENI PRORAČUNOM

- KUPINAC 72,00 mm
- TAMNAVA 71,50 mm



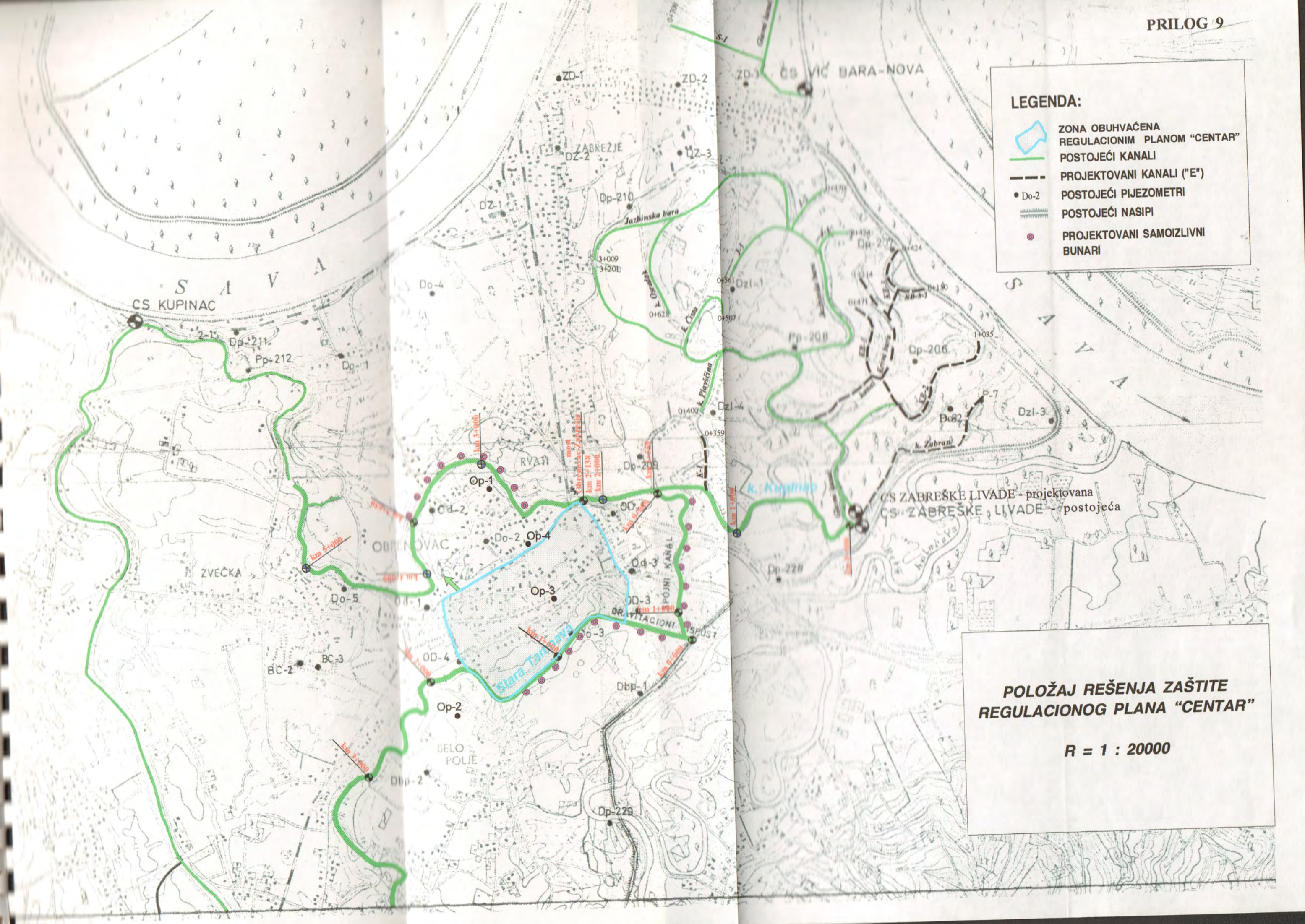
BROJ DEONICE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
DUŽINA DEONICE (m)	110	100	100	100	100	30	40	200	200	200	200	50	60	100	190	100	70	80	180	100	200	170	30	50	50	50	250	200	50	25	75
KOEFICIJENT FILTRACIJE VODNOSNOG SLOJA (m/s)	1.2 × 10 ⁻²								3.0 × 10 ⁻³							1.0 × 10 ⁻³						5.0 × 10 ⁻⁴					1.0 × 10 ⁻⁴				
KOEFICIJENT FILTRACIJE POVLATNOG SLOJA (m/s)	1.0 × 10 ⁻⁷								8.0 × 10 ⁻⁸							1.0 × 10 ⁻⁸															

LEGENDA:

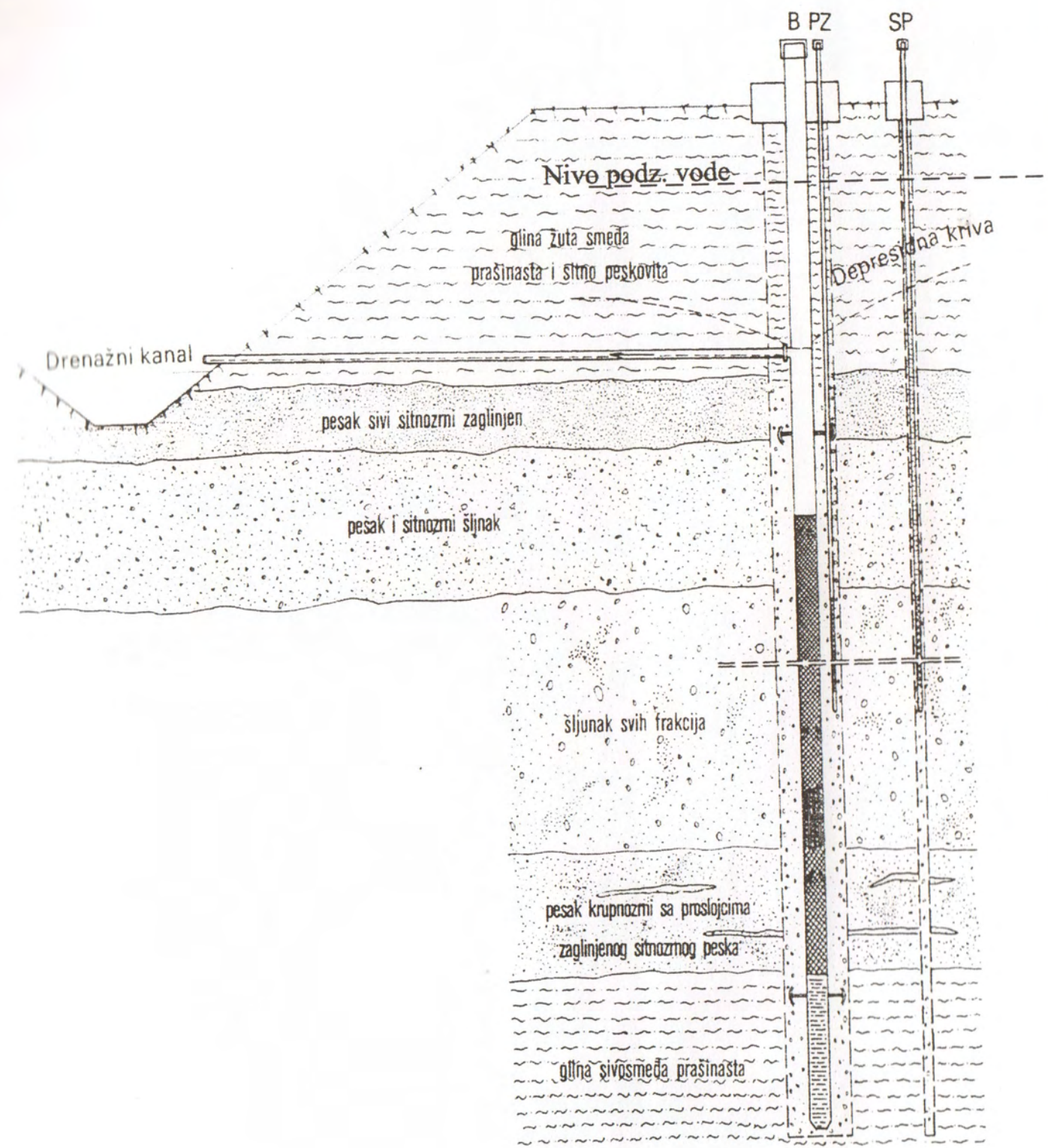
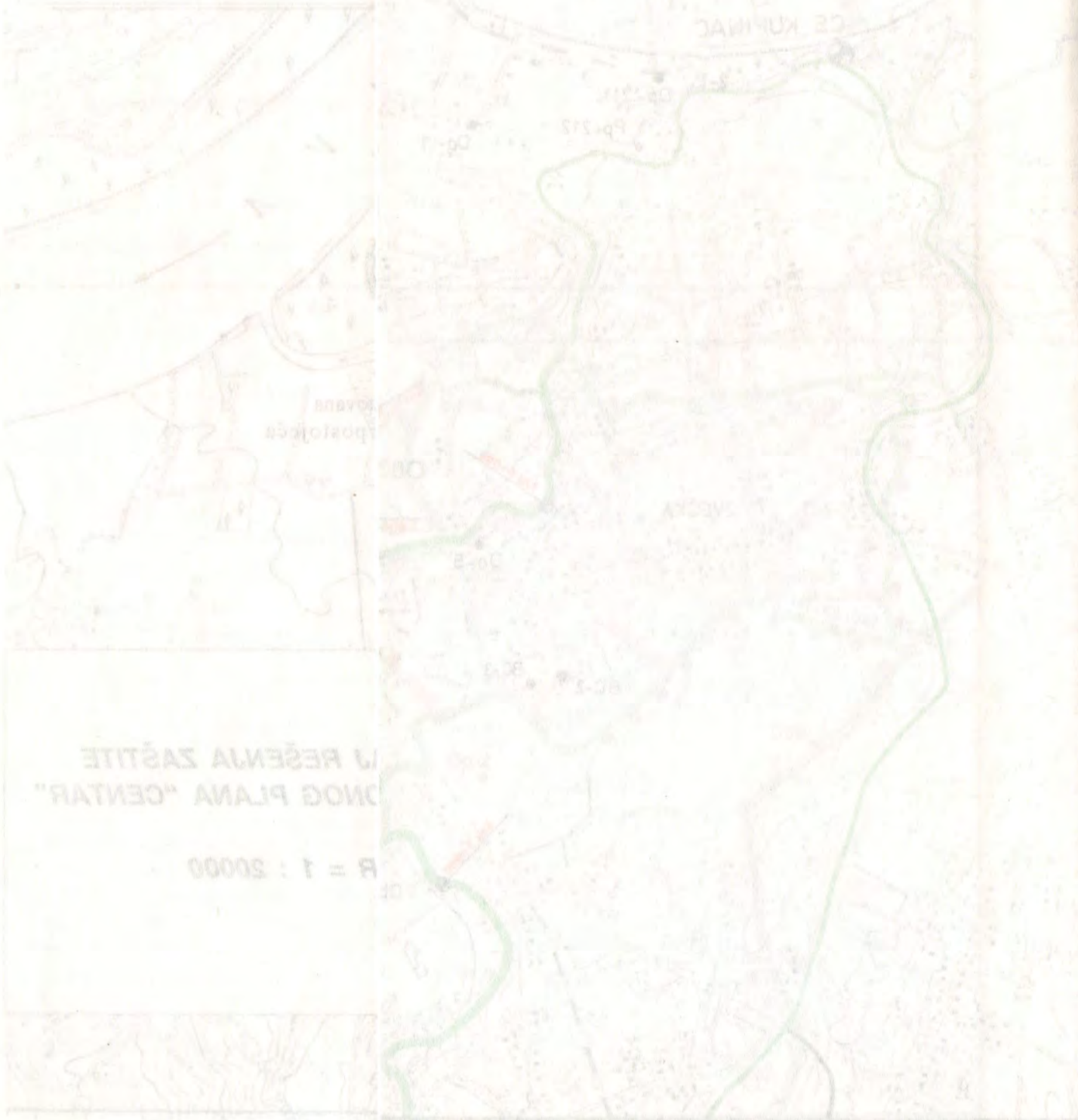
-  ZONA OBUHVAĆENA REGULACIONIM PLANOM "CENTAR"
-  POSTOJEĆI KANALI
-  PROJEKTOVANI KANALI ("E")
-  POSTOJEĆI PIJEZOMETRI
-  POSTOJEĆI NASIPI
-  PROJEKTOVANI SAMOIZLIVNI BUNARI

POLOŽAJ REŠENJA ZAŠTITE REGULACIONOG PLANA "CENTAR"

R = 1 : 20000



- BUNARI
- PROJEKTOVANI SAMOIZLIVNI
- POSTOJEĆI NASIPI
- POSTOJEĆI PUEZOMETRI
- PROJEKTOVANI KANALI ("E")
- POSTOJEĆI KANALI
- REGULACIONI PLAN "CENTAR"
- ZONA OGRANIČENA



Shematski prikaz samoizlivnog drenažnog bunara