

Investitor: **HRVATSKE VODE**
10 000 ZAGREB, ULICA GRADA VUKOVARA 220

Naručitelj: **INSTITUT IGH D.D.**
ZAVOD ZA HIDROTEHNIKU
10 000 ZAGREB, JANKA RAKUŠE 1

Građevina: **SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI**
SN OPUZEN (FAZA A)

Predmet: **MIKROAKUMULACIJA LAĐIŠTE**

Knjiga: **E 0101: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I
HIDROGEOLOŠKI ELABORAT ZA SUSTAV
NAVODNJAVANJA OPUZEN (FAZA A)**

Radni nalog: **77506056**

Broj evidencije: **4300-17/13**

Voditelj Odjela za geološko
inženjerstvo i geofiziku **DAMIR GRGEC, dipl.ing.rud.**

Direktor Zavoda
za geotehniku: **DR. SC. DAVOR MILAKOVIĆ, dipl.ing.građ.**

Mjesto i datum: **Zagreb, lipanj 2013.**

KOPIJA BR. __

SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVA
-PODSUSTAV OPUZEN (FAZA A i J)

GENERALNI SADRŽAJ

GRUPA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

GRUPA	NAZIV GRUPE PROJEKATA
H	GRAĐEVINSKI PROJEKTI CJEVOVODA
C	PROJEKTI CRPNE STANICE
A	PROJEKTI AKUMULACIJE
G	GEOTEHNIČKI PROJEKTI I IZVJEŠTAJI
Z	OSTALI PROJEKTI
E	PRATEĆI ELABORATI

E - GEOTEHNIČKI ELABORATI

- E 0100 Geotehnički elaborat sustava navodnjavanja Opuzen (FAZA A i J)
- E 0101 Inženjerskogeološki i hidrogeološki elaborat za sustav navodnjavanja Opuzen (FAZA A),

Izradio: INSTITUT IGH d.d.
ZAVOD ZA GEOTEHNIKU
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Gradjevina: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI
SN OPUZEN (FAZA A)

Predmet: MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE

Knjiga: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT

Radni nalog: 77506056

Broj evidencije: 4300-17/13

I OPĆI DIO

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2013.

SADRŽAJ KNJIGE

Stranica

NASLOVNA STRANA	
GENERALNI SADRŽAJ	
I. OPĆI DIO.....	1
Sadržaj knjige.....	2
Popis sudionika na izvedbi istražnih radova i izradi elaborata	3
Upis IGH d.d. u sudski registar	4-6
Uvjerenje o položenom stručnom ispitu.....	7
II. TEHNIČKI DIO	1
1. UVOD	2
2. OSNOVNE GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	3
3. INŽENJERSKOGEOLOŠKE ZNAČAJKE STJENOVITE MASE	5
4. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE STJENOVITE MASE.....	7
5. GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA.....	8
6. ZAKLJUČAK	11
III. PRILOZI	
1. INŽENJERSKOGEOLOŠKA KARTA	1
2. INŽENJERSKOGEOŠKI PRESJECI	2.1-2.4
3. HIDROGEOLOŠKA KARTA.....	3
4. GEOMEHANIČKA KLASIFIKACIJA STIJENSKE MASE	4
5. GEOFIZIČKI PROFILI	5.1-5.2

POPIS SUDIONIKA NA IZVEDBI ISTRAŽNIH RADOVA I IZRADI ELABORATA

Voditelj predmeta:	Goran DIZDAR, dipl.ing.građ.
Terenski radovi - geologija:	Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol. Mirko KOLAČEVIĆ, dipl.ing.geol.
Terenski radovi - geofizika:	Damir GRGEC, dipl.ing.rud.
Elaborat:	Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol.
Voditelj Odjela za geološko inženjerstvo i geofiziku:	Damir GRGEC, dipl.ing.rud

[illegible][illegible]

POSREDOVANJE
 POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE
 POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE

POSREDOVANJE



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa
Klasa: UP/I-133-01/07-01/00005
Ur.br.: 533-08-07-5
Redni broj evidencije: 287
Zagreb, 19. prosinca 2007. godine

Na temelju članka 24. Pravilnika o uvjetima i načinu polaganja stručnog ispita i ispitnom programu za samostalno obavljanje geoloških istraživanja (NN 14/88 i 82/95)

MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I ŠPORTA

izdaje

UVJERENJE

O OSPOSOBLJENOSTI ZA SAMOSTALNO OBAVLJANJE GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA

KREŠIMIR (Josip) PAVIČIĆ, dipl. ing. geologije,

rođen 9. kolovoza 1975. godine u Novskoj, Republika Hrvatska,

zaposlen u Institutu građevinarstva Hrvatske d.d., Zagreb,

polagao je 27. studenoga 2007. godine stručni ispit za samostalno obavljanje geoloških istraživanja pred ispitnom komisijom Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa.

ISPITNA KOMISIJA JE OCIJENILA DA JE IMENOVANI-NA ISPIT POLOŽIO-LA.

Ovo uvjerenje oslobođeno je plaćanja upravnih pristojbi temeljem članka 7. stavak 1. točke 14. Zakona o upravnim pristojbama ("Narodne novine" broj 8/96, 131/97, 68/98, 163/03, 17/04 i 150/05).

Predsjednik Ispitne komisije
prof. dr. sc. Božidar Biondić



Ministar
prof. dr. sc. Dragan Primorac



Izradio: INSTITUT IGH d.d.
ZAVOD ZA GEOTEHNIKU
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Gradjevina: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI
SN OPUZEN (FAZA A)

Predmet: MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE

Knjiga: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT

Radni nalog: 77506056

Broj evidencije: 4300-17/13

II TEHNIČKI DIO

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2013.

1. UVOD

Radi izrade projekta za izgradnju miniakumulacije Lađište u okviru sustava navodnjavanja u području donje Neretve provedena su geotehnička istraživanja. Obavljeno je detaljno inženjerskogeološko i hidrogeološko kartiranje užeg područja, te geofizička mjerenja na području budućeg pregradnog mjesta.

Zadatak geotehničkih istraživanja bio je utvrditi litološki sastav i građu podzemlja, elemente strukturnog sklopa, te kvalitetu tla i stijene na predmetnoj lokaciji.

Inženjerskogeološka istraživanja rezultirala su inženjerskogeološkom kartom M 1:1000 (prilog 1) i prognoznim inženjerskogeološkim presjecima M 1:500 (prilog 2), te hidrogeološkom kartom (prilog 3).

Terenski radovi vezani za geotehnička istraživanja provedeni su u ožujku i travnju 2013. godine.

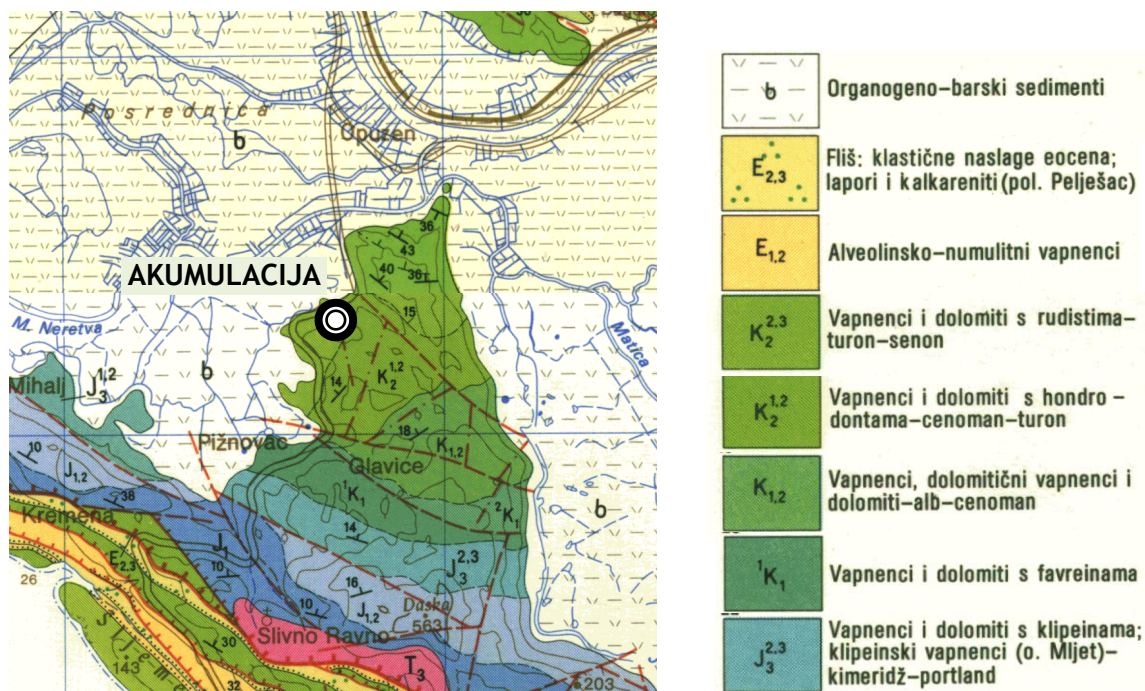


Slika 1. Panoramski pogled na teren budućeg miniakumulacije Lađište, sa vrha obližnjeg kamenoloma.

2. OSNOVNE GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Šire područje predmetne lokacije istraživanja smješteno je na karbonatima u južnom rubu doline rijeke Neretve, uz cestu D8 Opuzen - Dubrovnik, udaljeno od Opuzena oko 2 km. Lokacija akumulacije nalazi pored zaselka Lađište, u uskoj dolini pružanja jugoistok-sjeverozapad, otvorenoj prema sjeverozapadu (slika 1). Dolinu okružuju stjenovita brda s vrhovima nadmorske visine 157 m i 175 m (Jainjak), s jugozapadne strane, 130 m odnosno oko 160 m (Glavica) s sjeveroistočne strane, te 197 m s jugoistočne strane. Dno doline nalazi se na nadmorskoj visini oko 50 m. Teren je tipično krški, dobro razvijen. Strmi dijelovi padine nagiba su 20 do 26°. Većinom je stijena prisutna na površini terena, a samo u najnižim dijelovima doline pokrivena je tlom. Površina terena obrasla je makijom, gustim grmljem i drvećem, mjestimice travom.

Prema osnovnoj geološkoj karti, listovi Metković (Rajić i dr, 1971) i list Ston (Račić i dr, 1980) šire područje terena najvećim dijelom izgrađuju naslage starosti gornje krede, te kvartarne naslage u dolini Neretve (slika 2).



Slika 2. Isječak iz OGK list Metković i list Ston, M 1:100 000, s naznačenom lokacijom akumulacije Lađište.

Na području kojeg obuhvaća karta na slici 2 najstarije su naslage gornjeg trijasa (T₃) smještene na maloj i uskoj površini, južno od buduće akumulacije, u zoni navlake starijih naslaga mezozoika na mlađe naslage mezozoika i paleogena. To su dolomiti i vapnenci s megalodonima. Na njima se prema sjeveru nalaze naslage jurske starosti i to vapnenci s litiotisima donje jure (J₁), te oolitični i pseudoolitični vapnenci donje i srednje jure (J_{1,2}). U gornjoj juri zastupljeni su vapnenci i dolomiti s klipeinama. Kreda je također zastupljena s

vapnencima i dolomitima koji sadrže različite fosilne vrste. U najstarijim donjokrednim naslagama (1K_1) to su vapnenci i dolomiti s favreinama, te nešto mlađi vapnenci s orbitolinama i salpingoporelami u mlađem dijelu (2K_1).

Na prijelazu donje u gornju kredu (alb-cenoman, $K_{1,2}$) prisutni su vapnenci, dolomitični vapnenci i dolomiti. U širem području Popovog polja i Stona češći su dolomiti i dolomitični vapnenci. Slojevitost ovih naslaga je dobro izražena. Pretežno su to mikroznati i sitnoznati dolomiti u kojima ima dosta kalcitnih zrna. Na mnogim mjestima dolomiti i dolomitični vapnenci postepeno prelaze u vapnence. Vapnenci su smeđe i tamnosmeđe, rijetko svijetlosmeđe boje, izgrađeni od mikrokristalastog kalcita.

Kontinuirano na navedene naslage talože se vapnenci i dolomiti s hondrodontama gornje krede (cenoman-turon, $K_2^{1,2}$). To su pretežno dobro uslojeni vapnenci, koji se često izmjenjuju s dolomitima i dolomitičnim vapnencima. Debljina slojeva je najčešće oko 30 do 60 cm, no lokalno može biti i manja. Boja im je smeđa, sivosmeđa ili siva. Vapnenci su mikrokristalaste strukture. Donji dio ovih naslaga predstavljen je vapnencima s čestim izmjenama dolomita, dok u višim dijelovima su prisutni gotovo samo vapnenci. Osim školjkaša hondrodonata dolaze i brojni ostaci slabo očuvanih rudista. U ovim naslagama smještena je buduća akumulacija Ladište.

U nastavku se kontinuirano talože vapnenci i dolomiti s rudistima gornje krede (turon-senon, $K_2^{2,3}$). U sjevernim i sjeveroistočnim dijelovima glavnog reversnog rasjeda ovaj dio krede najčešće je zastupljen s vapnencima. Rijetko se javljaju ulošci dolomita. Slojevitost je slabije izražena, a često su i masivni. Tamo gdje je slojevitost izražena najčešće dolaze kao debelo uslojeni. Jugozapadno od glavnog reversnog rasjeda uz vapnence se češće javljaju zone s dolomitima.

Naslage paleogena prisutne su u uskim zonama južno od glavnog reversnog rasjeda, južno od predmetne lokacije. U donjem i srednjem eocenu ($E_{1,2}$) to su foraminiferski vapnenci, a kasnije u srednjem i gornjem eocenu ($E_{2,3}$) prisutan je fliš, odnosno naslage sastavljene od pješčenjaka, lapora, glinovitih vapnenaca te konglomerata s tankim proslojcima gline.

Zapadno i sjeverno od lokacije pruža se široka dolina rijeke Neretve ispunjena najmlađim kvartarnim (Q) sedimentima sastavljenim pretežno od organogeno-barskih sedimenata, glina, praha, pijeska i treseta. Naslage kvartara također su mjestimice prisutne kao tanki pokrivač na karbonatnim stijenama. To su uglavnom deluvijalne naslage koje su prisutne na ravnim do blago nagnutim karbonatnim padinama. Sastoje se najčešće od crvenosmeđe, viskoplastične do niskoplastične i prahovite gline, mjestimice pomiješane sa sitnim karbonatnim kršjem i odlomcima.

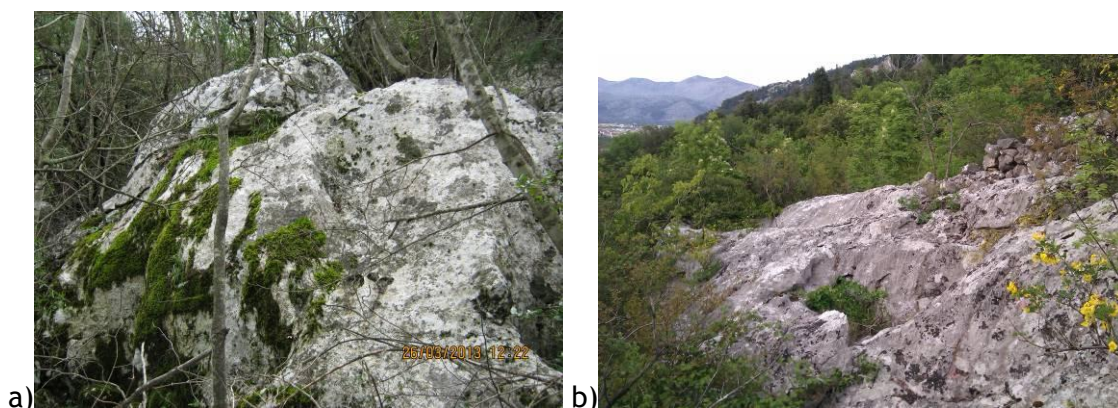
3. INŽENJERSKOGEOLOŠKE ZNAČAJKE STJENOVITE MASE

Buduća akumulacija smještena je u prostoru izdužene doline pomalo nepravilnog oblika, duljine oko 300 m, širine oko 100 m. Dolina se otvara prema sjeverozapadu, na čijem kraju se predviđa smještanje pregradne brane. Udaljenost pregradnog mjesta od prometnice D8 Opuzen-Dubrovnik je oko 120 m (slika 3). Ispod prometnice se nalazi betonski propust koji omogućuje otjecanje površinskih i oborinskih voda. U prostoru između prometnice i pregradnog mjesta nalaze se ostaci napuštenih kuća zaseoka Ladište.



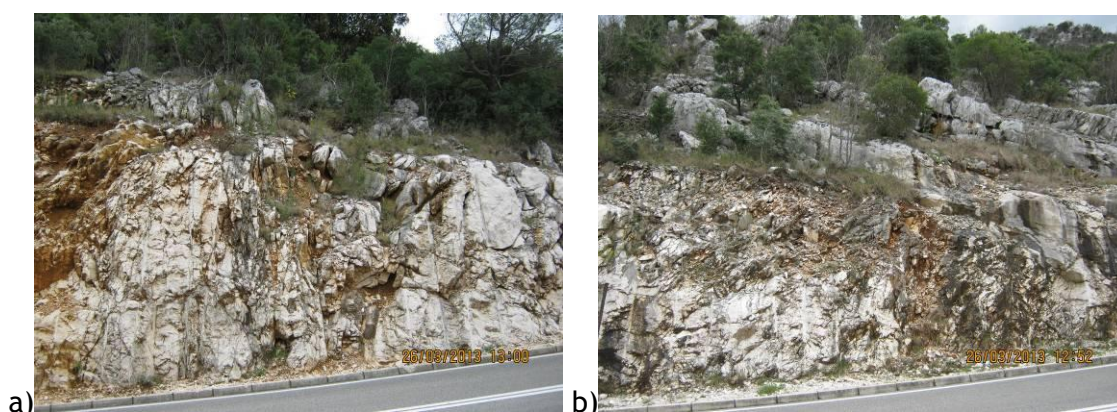
Slika 3. Pogled u smjeru doline i budućeg pregradnog mjesta sa ceste D8 Opuzen-Dubrovnik.

Teren izgrađuju karbonatne stijene gornjokredne starosti (cenoman-turon, $K_2^{1,2}$). To su većinom vapnenci i u manjoj mjeri dolomiti. Vapnenci su u rubovima doline dobro uslojeni, dok su u sredini doline često slabo uslojeni i masivni. Položaj slojeva je širokog raspona orijentacije, no najčešće s blagim nagibima prema zapadu, sjeverozapadu i jugozapadu. Na južnim i jugoistočnim padinama izmjerene su orijentacije 292/25 i 342/22, dok su na sjevernim stranama izmjerene: 230/38, 220/50, 340/25, 305/20, pa i 179/10. Slojevi su najčešće na razmaku 0,6 do 2,0 m, mjestimice sa zonama s razmakom 0,3 do 0,6 m. U središnjem dijelu doline vapnenci su masivni, zaobljenih ploha diskontinuiteta na površini. Često su to blokovi nerijetko i megablokovi s dimenzijama i preko 2 m. Slojevi se slabo ističu, a uglavnom su nagnuti prema jugozapadu i zapadu, s nagibima 20 do 50°.



Slika 4. Masivni vapnenci u dolini buduće miniakumulacije Lađište.

U terenu su prisutni brojni rasjedi od kojih dominira rasjed pružanja sjeverozapad-jugoistok, orijentacije 250/68, 230/88, u nastavku doline 205/75, odnosno 50/85-70. Izražen je smični rasjed pružanja sjever-jug istočnom dijelu doline, orijentacije 75-80/63-88. Izmjereni su još diskontinuiteti orijentacije 138/85, 294/85, 125/85, 318/88, te ostali. Međusobni razmak pukotina je raznolik, najčešće od 20 do 70 cm, nerijetko i preko 100 cm. U površinskom dijelu pukotinska ispuna je isprana, a u donjem dijelu prisutna je glina, mjestimice sa sitnim kršjem. Pukotine su u površinskom dijelu širine od nekoliko milimetara do 10-tak i više centimetara. U dubljim dijelovima su sužene na ispod 5 mm.



Slika 5. Razlomljena stijenska masa uz rasjede u zasjecima uz cestu D8, lijevo (a) i desno (b) od doline.

Površinski pojas trošenja sastavljen od mješavine gline i kršja, te odlomaka stijene debljine je 0,2 do 1,2 m. Nešto veća debljina može se očekivati kao ispuna dubljih zjapećih pukotina koje zalaze u gornji pojas trošenja vapnenačke stijene. Prema geofizičkim istraživanjima brzine seizmičkih valova (V_p) za površinski pojas trošenja manje su od 1000 m/s.

Gornji pojas trošenja stijenske mase predstavlja srednje i slabo razlomljen mjestimice kompaktan vapnenac, slabo do srednje okršen, svijetlosive do svijetlosmeđe boje. Karakteriziraju ga duboke zjapeće pukotine, dubine čak i preko 2 m. Trošenje zahvaća pojas do dubine 2,5 do 8,5 m, a dublji može biti uz zone rasjeda. Moguća je pojava kaverni osobito u nastavku zjapećih pukotina s površine terena. Brzine primarnih seizmičkih valova prema

geofizičkim istraživanjima su u rasponu 1000 do 3000 m/s. GSI za gornji pojas trošenja kreće se u rasponu od 52 do 64.

Osnovna stijena je uglavnom kompaktna, rjeđe slabo razlomljena, slabo trošna. Pojačana razlomljenost je moguća duž rasjednih i jače izraženih pukotinskih zona. Brzine seizmičkih valova su veće od 3000 m/s. GSI se procjenjuje u rasponu od 69 do 73.

Geomehanička klasifikacija stjenovite mase prikazana je u prilogu 4.

4. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE STJENOVITE MASE

Hidrogeološke prilike uvjetovane su krškom litologijom i morfogeneza, pa su i hidrogeološke značajke utvrđene i ocijenjene prema litološkom sastavu naslaga, intenzitetu tektonskih deformacija i stupnju okršnosti stijenske mase.

Dobro propusne stijene na razmatranom području predstavljaju dobro okršeni i razlomljeni vapnenci i dolomiti s hondrodontama gornje krede (cenoman-turon, $K_2^{1,2}$). Njihova značajka je sekundarna pukotinsko-kavernozna poroznost, uvjetovana tektonskom razlomljenošću i okršenošću naslaga. Na istraživanom području litološki sastav, strukturni položaj, stupanj razlomljenosti i okršnosti uvjetuju relativno visoku vodopropusnost i hidrauličku vodljivost. U tom smislu se u ovoj razlomljenoj i okršenoj sredini odvija infiltracija oborina, pa praktično nema mogućnosti zadržavanja vode na površini terena. Oborine se vrlo brzo infiltriraju u podzemlje, bez mogućnosti da se formiraju površinski vodotoci i kontinuirano vodno lice u podzemlju.

Dobro propusne karbonatne stijene često su pokrivene naslagama gline različite debljine. To su slabo propusne do nepropusne naslage koje se sastoje od crvenosmeđe, visokoplastične do niskoplastične i prahovite gline, mjestimice pomiješane sa sitnim karbonatnim kršjem i odlomcima, osobito u dubljim dijelovima koji su bliži stjenovitoj masi u podlozi. Za ovaj tip naslaga karakterističan je međuzrnski tip poroznosti uvjetovan granulometrijskim sastavom. Vodopropusnost se lokalno mijenja, ovisno o veličini i sortiranosti zrna te udjelu glinovite komponente, čijim porastom ovakve naslage postaju gotovo nepropusne.

Na užem prostoru miniakumulacije Lađište nema površinskih vodenih tokova. Najniže dno doline pokriveno s relativno plitkim slojem nepropusne gline mjestimice je vlažno, te su vidljivi tragovi tečenja malih količina povremenih površinskih tokova, vjerojatno nakon razdoblja intenzivnih oborina.

Rijeka Neretva je udaljena je oko 2,7 km sjeverno, a tok Male Neretve je na udaljenosti od oko 1 km sjeverozapadno od pregradnog mjesta buduće miniakumulacije. Međutim, najbliža površinska voda nalazi se na rubu neretvanske doline i udaljena je oko 230 m sjeverozapadno od mjesta buduće pregrade. Pretpostavlja se tok plitke podpovršinske i lokalne podzemne vode prema sjeverozapadu.

Hidrogeološka karta prikazana je u prilogu 3.

5. GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA

U sklopu geotehničkih istražnih radova na lokaciji mikroakumulacije Ladište kod Opuzena urađena su seizmička geofizička istraživanja. Primijenjena je plitka refrakcijska seizmika.

Na temelju rezultata seizmičkih istraživanja, analize rasporeda brzina prostiranja P valova moguće je za potrebe inženjerskogeološke kategorizacije kvalitete stjenovite mase i izrade geotehničkog projekta odrediti i ocijeniti:

- prostorni raspored pokrovnih i površinskih naslaga,
- vertikalne presjeke materijala i stijena duž zadanih profila,
- utvrđivanje jače razlomljenih zona
- određivanje stupanj trošnosti

Terenske radove i obradu rezultata uradili su djelatnici Zavoda za geotehniku, Instituta IGH d.d. iz Zagreba. Terenska mjerenja urađena su u svibnju 2013. godine.

Refrakcijska seizmika zasniva se na određivanju brzina seizmičkih valova i lociranju značajnijih elastičnih diskontinuiteta, a primjenjuje se u svrhu kontinuiranog praćenja prostornog rasporeda i promjena u fizičko-mehaničkim karakteristikama stjenovite mase i materijala u podlozi.

Refrakcijska metoda temelji se na refrakciji elastičnih seizmičkih valova na kontaktu dviju sredina čije seizmičke karakteristike zadovoljavaju uvjet, $V_2 > V_1$. Elastični val generira se na površini i počinje se širiti brzinom gornje površinske zone. Za ovu metodu od presudne je važnosti da val koji prolazi kroz gornju površinsku zonu stigne na granicu diskontinuiteta pod kritičnim kutom, kutom totalne refrakcije (prema Snellovom zakonu). On se dalje širi duž tog kontakta brzinom donjeg medija V_2 i vraća se na površinu (prema Hygensovom principu), gdje se njegov nailazak registrira geofonima. Iz geometrije rasporeda geofona i točaka paljenja na površini terena, te registriranih vremena prvih nailazaka seizmičkih valova do pojedinog geofonskog mjesta, od trenutka kada je val generiran, formiraju se s-t dijagrami tzv. dromokrona. Iz dobivenih dromokrona kombiniranim se tehnikama primjenom direktnih metoda i metoda inverznog modeliranja dobivaju dubine i prostorni rasporedi seizmičkih brzina.

Za uspješnu primjenu direktnih i inverznih metoda interpretacije seizmičke refrakcije (plus-minus metoda, metoda valne fronte, CMP-metoda, GRM-metoda i sl.), u određivanju granica različitih sredina po dubini treba postojati tzv. normalan slijed brzina, što znači da se materijali veće brzine elastičnih valova trebaju nalaziti ispod onih s manjom brzinom. U obrnutom slučaju ne može doći do totalne refrakcije valova duž plohe diskontinuiteta.

Inverzija brzina učestala je i sasvim normalna pojava (npr. u kršu kod pojave kaverni, zatim raspucanih vapnenaca ispod kompaktnih, fliških naslaga ispod vapnenaca, pa u takvim slučajevima metoda, korištena na "klasičan" način, ne daje posve točne rezultate po dubini, no njezina primjena je ipak opravdana jer se dobro može izdvojiti debljina prve, redovito prisutne, trošne zone materijala najmanje brzine.

Uvođenjem inverznog modeliranja i numeričkih metoda obrade podataka ovo je ograničenje uklonjeno i povećana je primjena refrakcijske seizmičke metode u rješavanju kompleksnih geoloških problema. Metoda koja se pored ranije navedenih refrakcijskih metoda koristi pri završnoj obradi rezultata seizmičkih istraživanja je inverzna Delta-t-V metoda, uvedena u siječnju 1999., (prvi put opisna od strane Gebrande, Miller, 1985). Delta-t-V metoda

daje kontinuirani raspored brzina sa dubinom u seizmičkom profilu, a uključuje vertikalne gradijente brzina, linearni porast brzine sa dubinom i inverzne rasporede brzina. Plići se dijelovi seizmičkih profila podvrgavaju kontroli WET (Wavepath Eikonal Traveltime; Schuster 1993, Watanabe 1999, Lecomte 2000.), tomografskom obradom, čime se dodatno poboljšavaju rezultati dobiveni Delta-t-V metodom na manjim dubinama.

Seizmička istraživanja metodom plitke refrakcijske seizmike urađena su paralelno s osi buduće brane akumulacije i okomito na os brane.

Istraživanje na seizmičkom profilu REF_LA-1 paralelnim s osi buduće brane na akumulaciji urađen je s 24 kanalnim dispozitivom ukupne duljine 115 metara, dok je seizmički profilu REF_LA-2 okomit na os buduće brane urađen s 12 kanalnim dispozitivom duljine 55 metara. Snimljene su brzine uzdužnih valova (P-valova) s kontinuiranom pokrivenošću geofonskih mjesta od 5 metra, po pojedinom profilu. Snimanje je izvršeno digitalnim seizmografom TERRALOC ABEM MARK 6. Kao izvor vala na mjestima pobude poslužili su udarci čekićem po metalnoj ploči. Broj točaka paljenja bio je 13 za duljine profila 115 metara i 9 za profil duljine 55 metara. Za prijem signala korišteni su vertikalni geofoni SENZOR SM-4, rezonantne frekvencije 10 Hz.

Rezultati refrakcijskih istraživanja predloženi su u formi refrakcijskih presjeka prema mikrolokacijama seizmičkih profila. Za prikaz rezultata korišteni su 2D presjeci "gridova" dobivenih Kriging metodom i modificiranom Delaunayovom triangulacijom. Dubinski seizmički presjeci predložuju rasporede brzina na refrakcijskim seizmičkim profilima dobivenim kombinacijom Delta-t-V metode s WET tomografijom.

Na dubinskim presjecima refrakcijskih profila izolinije brzina longitudinalnih valova prikazane su u intervalu od 100 -6000 m/s, sa inkrementom 100 m/s. Prikazi su upotpunjeni litološkim opisom uz legendu. Vrsta i kvaliteta stjenovite mase time je litološkim opisom determinirana a sa brzinama seizmičkih valova dodatno prostorno određena do prosječno 30-tak metara dubine.

Interpretirani seizmički dubinski presjeci prikazuju raspodjelu brzina širenja P-valova na temelju kojih se može, zaključivati o vrsti i kvaliteti materijala u plićem podzemlju; osobito površinskoj zoni i gornjoj zoni trošenja te osnovnoj stijeni. Plitkom refrakcijskom seizmikom utvrđeni su seizmički diskontinuiteti i prvenstveno su po dubini razdvojene trošne zone do osnovne stijene; temeljnog seizmičkog refraktora, kojeg na ispitivanom dijelu dionice čine vapnenci. Nadalje je praćen stupanj trošnosti stjenovite mase i lateralne promjene vezane uz pojavu rasjednih zona i pukotinskih sistema.

Dubinski seizmički presjeci prikazuju raspodjelu brzina širenja P-valova u podzemlju na temelju koje se mogu izdvojiti tri karakteristične sredine uglavnom vezane za pojaseve trošenja i blokove različite razlomljenosti i raspucalosti te stupnja okršavanja karbonatne stjenovite mase.

Brzina širenja P-vala (m/s)	Vrsta materijala
< 1000	Pokrovni i površinski pojas trošenja, glina, , kršje karbonatne stjenovite mase. Debljina pokrovnog i površinskog pojasa kreće se od 1 do 2 metra.
1000 - 3000	Gornja zona trošenja karbonatne stjenovite mase, okršena karbonatna stjenovita masa, razlomljena u pukotinskim zonama. Lateralno smanjenja brzine i povećanja debljine gornjeg pojasa trošenja vidljivo je na profilu REF_LA-1 od 0 do 35 metara.
> 3000	Osnovna stijena, vapnenac, slabo razlomljena do kompaktna stijena. Vidljive inverzije seizmičkih brzina u osnovnoj stijeni ukazuju na zone jače razlomljenosti u osnovnoj stijeni ispod kompaktnijih vapnenaca. Takva zona vidljiva je od od 35 do 65 metara na profilu REF_LA-1 te od 0 do 10 metara i od 45 do 55 metara na profilu REF_LA-2.

6. ZAKLJUČAK

Za potrebe izrade projekta izgradnje miniakumulacije Lađište provedena su geomehnička istraživanja. Izvedeno je detaljno inženjerskogeološko i hidrogeološko kartiranje terena, te su izvedena geofizička mjerenja metodom refrakcijske seizmike s dva okomita profila na pregradnom mjestu buduće akumulacije.

Na temelju terenskih istraživanja vidljivo je da je akumulacija smještena u izduženoj dolini pružanja generalno sjeverozapad-jugoistok, otvorenoj prema sjeverozapadu. Dolinu izgrađuju vapnenci s hondrodontama gornje krede (cenoman-turon, $K_2^{1,2}$), rijetko su prisutni dolomiti. Stijenska masa je slabo razlomljena do kompaktna, okršena, u rubovima doline dobro uslojena, u središnjem dijelu masivna i blokovita. Slojevi su nagnuti većinom s blagim kutevima nagiba ($20-50^\circ$), generalno prema zapadu, sjeverozapadu i jugozapadu. Gornji pojas trošenja zahvaća stijensku masu oko 2,5 do 8,5 m u dubinu.

Manje količine deluvijalnih naslage kvartarne starosti prisutne su u nižim dijelovima doline, a sastoje se najčešće od crvenosmeđe, visokoplastične do niskoplastične i prahovite gline, mjestimice pomiješane sa sitnim karbonatnim kršjem i odlomcima. Pretpostavlja se njihova debljina od 0,2 do 2,0 m, a u jače izraženim rasjednim zonama može biti i dublje.

Dolinu prate rasjedi pružanja sjeverozapad-jugoistok, a prisutno je i nekoliko smičnih rasjeda dijagonalnog pružanja u odnosu na dolinu.

Na prostoru predviđenom za izgradnju miniakumulacije Lađište nema površinskih vodenih tokova. Stijensku masu karakterizira sekundarna pukotinsko-kavernozna poroznost. Infiltracija oborina odvija se u razlomljenoj i okršenoj sredini pa praktično nema mogućnosti zadržavanja vode na površini terena. Oborine se vrlo brzo infiltriraju u podzemlje, bez mogućnosti da se formiraju površinski vodotoci i kontinuirano vodno lice u podzemlju. Pretpostavlja se lokalni tok plitke podpovršinske i podzemne vode prema sjeverozapadu.

Izradio: INSTITUT IGH d.d.
ZAVOD ZA GEOTEHNIKU
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Gradjevina: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI
SN OPUZEN (FAZA A)

Predmet: MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE

Knjiga: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT

Radni nalog: 77506056

Broj evidencije: 4300-17/13

III PRILOZI

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2013.

Izradio: INSTITUT IGH d.d.
ZAVOD ZA GEOTEHNIKU
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Građevina: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI
SN OPUZEN (FAZA A)

Predmet: MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE

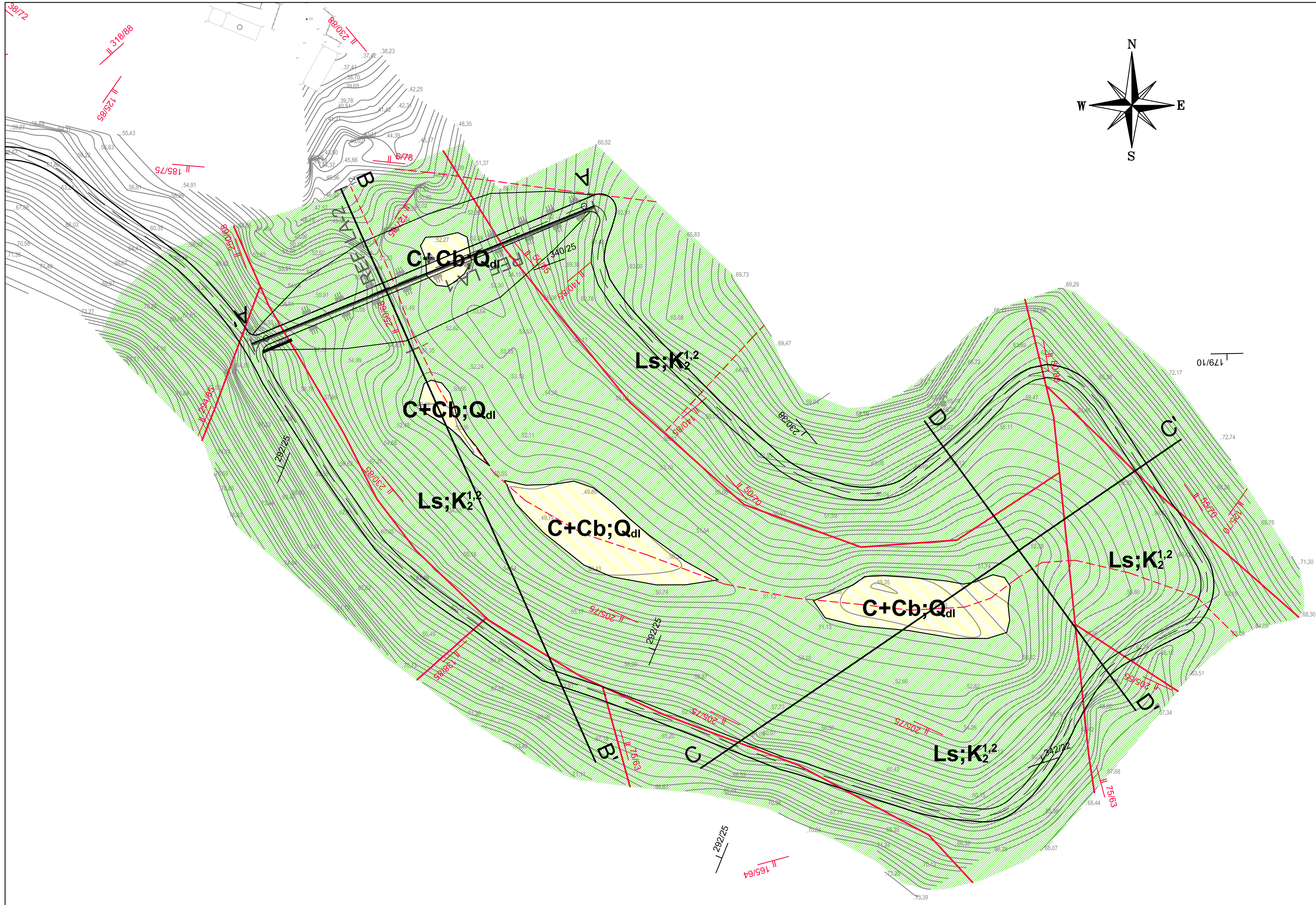
Knjiga: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT

Radni nalog: 77506056

Broj evidencije: 4300-17/13

1. INŽENJERSKOGEOLOŠKA KARTA

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2013.



- LEGENDA:
- C+Cb;Q_{dl} Glina s rijetkim kršjem; deluvij; kvartar
 - Ls;K₂^{1,2} Vapnenci; gornja kreda (cenoman-turon)
 - Rasjed - utvrđen, pretpostavljen
 - 40/16 Orijentacija slojevitosti
 - 275/77 Orijentacija pukotina i rasjeda
 - REF__LA-1 Profil refrakcijske seizmike
 - A A' Inženjerskogeološki presjek

INVESTITOR: Hrvatske vode 10000 Zagreb, ulica grada Vukovara 220		 INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA GEOTEHNIKU ODJEL ZA GEOLOŠKO INŽENJERSTVO I GEOFIZIKU 10000 ZAGREB, J. RAKUŠE 1
NARUČITELJ: Institut IGH d.d. Zavod za hidrotehniku 10000 Zagreb, J. Rakuše 1		
GRADEVINA: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI MIKROAKUMULACIJA LAĐIŠTE		
KNJIGA: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT		
SADRŽAJ: INŽENJERSKOGEOLOŠKA KARTA		
IZRADIO: Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol.		MJERILO: 1:1000
		DATUM: lipanj, 2013.
PREGLEDAO: Damir GRGEC, dipl.ing.rud.		BROJ EVIDENCIJE: 4300-17/13
		BROJ PRILOGA: 1
OZNAKA DOKUMENTA: IGH - 4300-17/13 - IG - 1 - 0		

Izradio: INSTITUT IGH d.d.
ZAVOD ZA GEOTEHNIKU
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Građevina: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI
SN OPUZEN (FAZA A)

Predmet: MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE

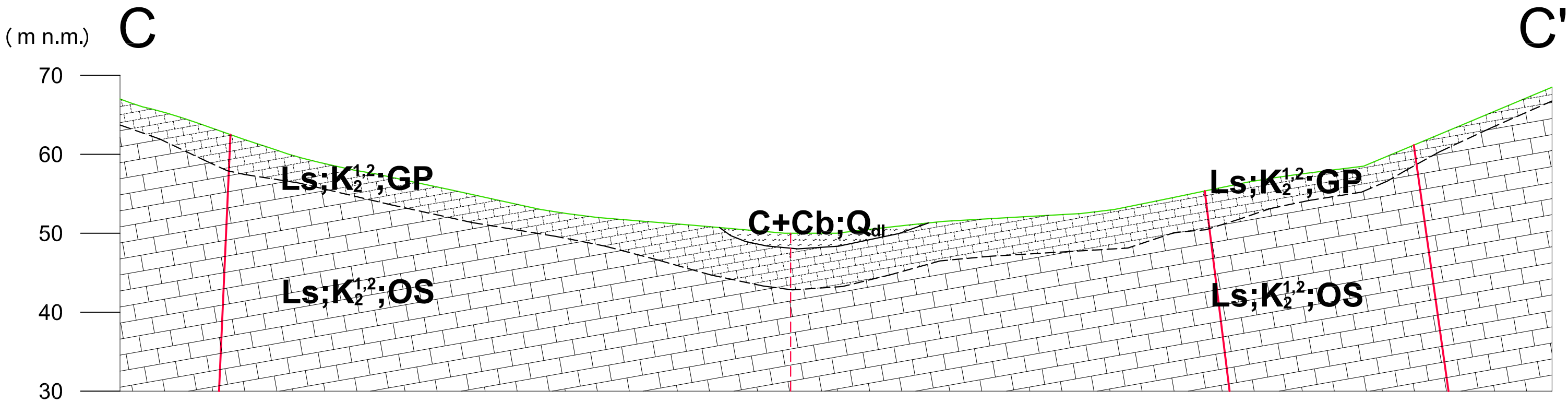
Knjiga: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT

Radni nalog: 77506056





Broj evidencije: 4300-17/13


2. INŽENJERSKOGEOLOŠKI PRESJECI

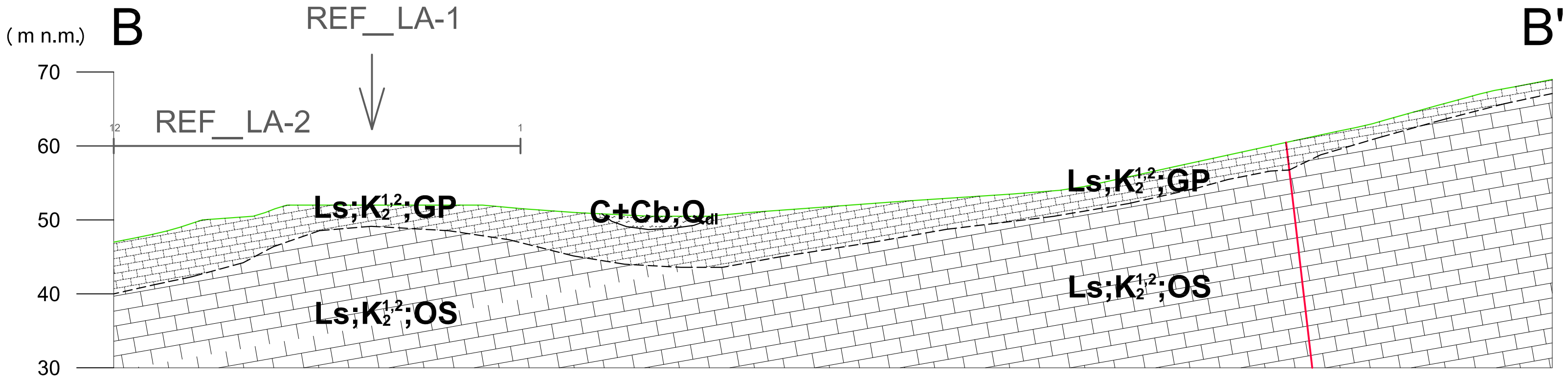
Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2013.



LEGENDA:

- C+Cb;Q_{dl}  Glina s rijetkim odlomcima stijene; deluvij; kvartar
- Ls;K₂^{1,2};GP  Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; gornji pojas trošenja
- Ls;K₂^{1,2};OS  Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; osnovna stijena
- Inženjerskogeološka granica
- Rasjed - utvrđen, pretpostavljen
- REF__LA-1  Profil refrakcijske seizmike

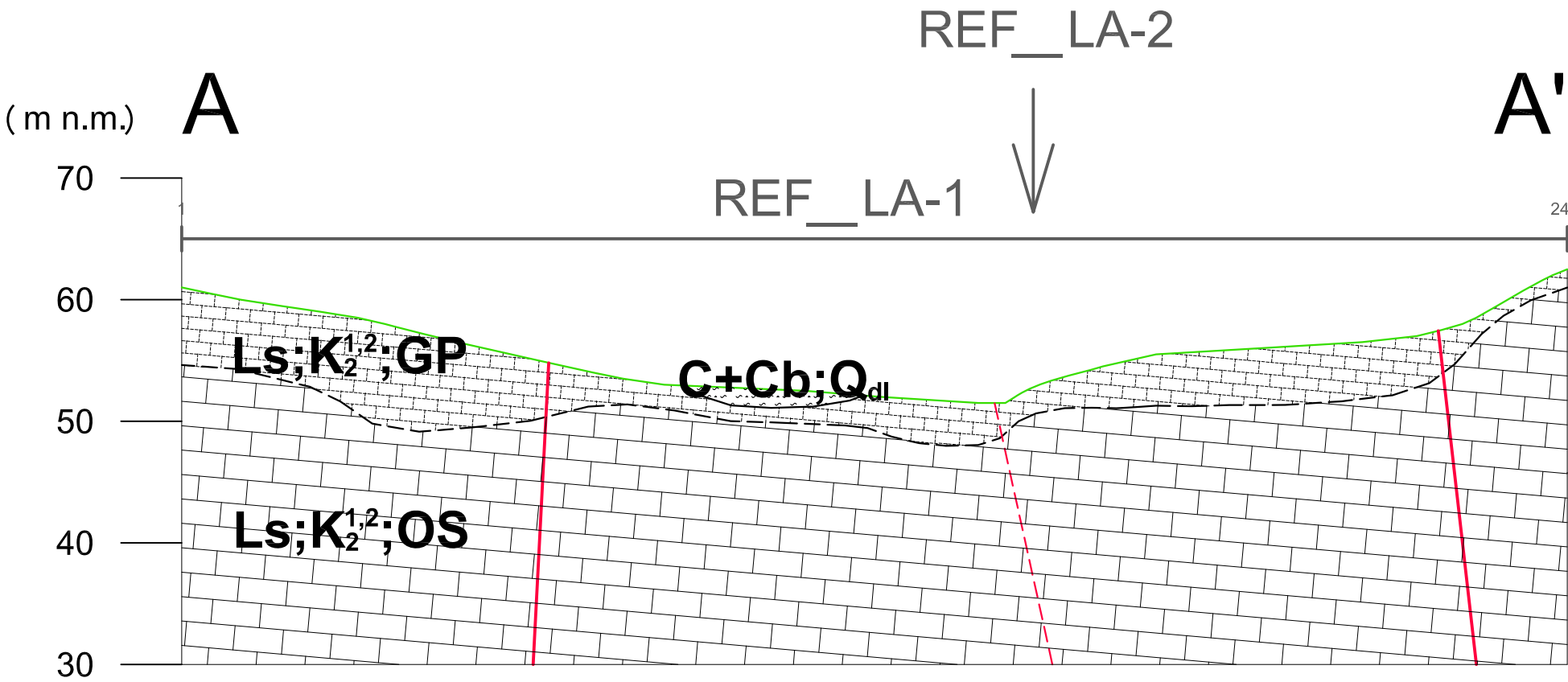
INVESTITOR:	Hrvatske vode 10000 Zagreb, ulica grada Vukovara 220	 INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA GEOTEHNIKU ODJEL ZA GEOLOŠKO INŽENJERSTVO I GEOFIZIKU 10000 ZAGREB, J. RAKUŠE 1
NARUČITELJ:	Institut IGH d.d. Zavod za hidrotehniku 10000 Zagreb, J. Rakuše 1	
GRAĐEVINA:	SUSTAV NAVODNJVANJA U DONJOJ NERETVI MIKROAKUMULACIJA LAĐIŠTE	
KNJIGA:	INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT	
SADRŽAJ:	INŽENJERSKOGEOLOŠKI PRESJEK C-C'	
IZRADIO:	Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol.	MJERILO: 1:500
		DATUM: lipanj, 2013.
PREGLEDAO:	Damir GRGEC, dipl.ing.rud.	BROJ EVIDENCIJE: 4300-17/13
		BROJ PRILOGA: 2.3
OZNAKA DOKUMENTA:	IGH - 4300-17/13 - IG - 2 - 3	









LEGENDA:


- C+Cb;Q_{dl} Glina s rijetkim odlomcima stijene; deluvij; kvartar
- Ls;K₂^{1,2};GP Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; gornji pojas trošenja
- Ls;K₂^{1,2};OS Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; osnovna stijena
- Inženjerskogeološka granica
- Rasjed - utvrđen, pretpostavljen
- REF__LA-1 Profil refrakcijske seizmike

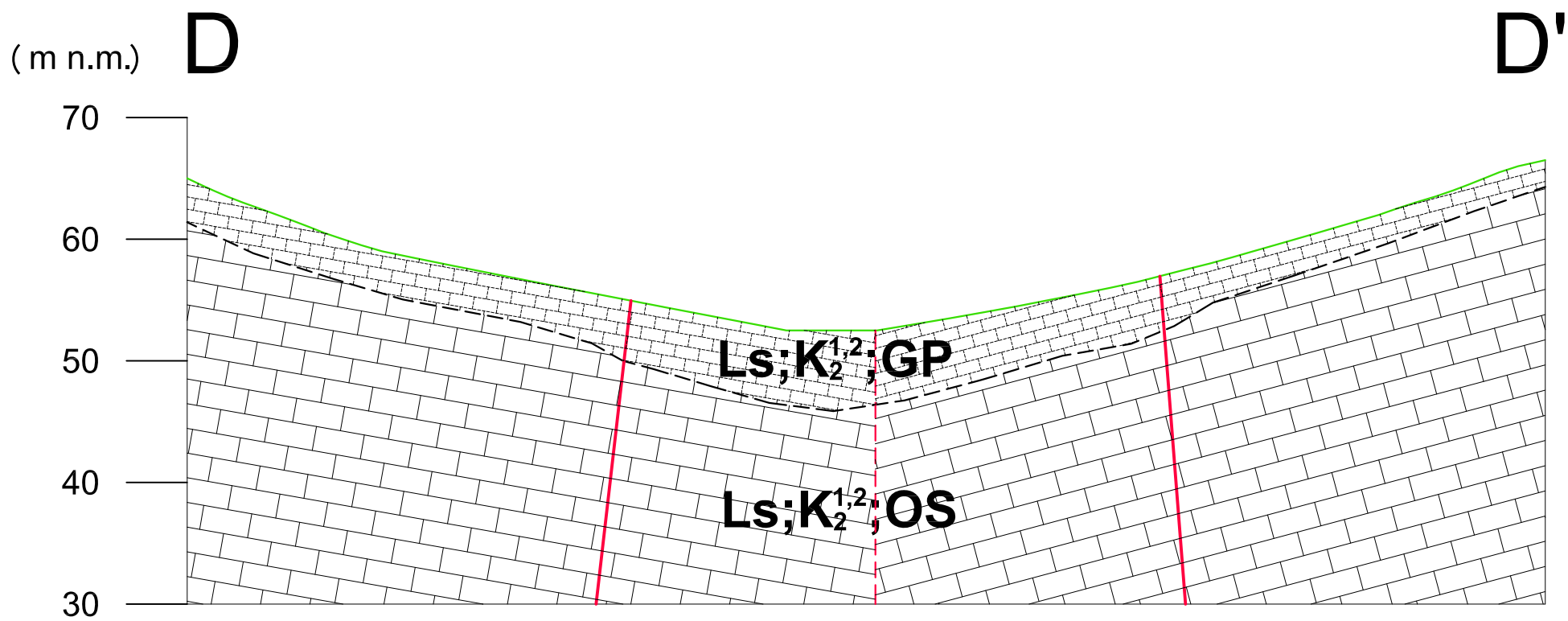
INVESTITOR: Hrvatske vode 10000 Zagreb, ulica grada Vukovara 220		
NARUČITELJ: Institut IGH d.d. Zavod za hidrotehniku 10000 Zagreb, J. Rakuše 1		
GRADEVINA: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI MIKROAKUMULACIJA LAĐIŠTE		
KNJIGA: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT		
SADRŽAJ: INŽENJERSKOGEOLOŠKI PRESJEK B-B'		
IZRADIO: Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol.		MJERILO: 1:500
		DATUM: lipanj, 2013.
PREGLEDAO: Damir GRGEC, dipl.ing.rud.		BROJ EVIDENCIJE: 4300-17/13
		BROJ PRILOGA: 2.2
OZNAKA DOKUMENTA: IGH - 4300-17/13 - IG - 2 - 2		



LEGENDA:

- C+Cb;Q_{dl}  Glina s rijetkim odlomcima stijene; deluvij; kvartar
- Ls;K₂^{1,2};GP  Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; gornji pojas trošenja
- Ls;K₂^{1,2};OS  Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; osnovna stijena
-  Inženjerskogeološka granica
-  Rasjed - utvrđen, pretpostavljen
-  REF_LA-1 Profil refrakcijske seizmike

INVESTITOR:	Hrvatske vode 10000 Zagreb, ulica grada Vukovara 220	 INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA GEOTEHNIKU ODJEL ZA GEOLOŠKO INŽENJERSTVO I GEOFIZIKU 10000 ZAGREB, J. RAKUŠE 1
NARUČITELJ:	Institut IGH d.d. Zavod za hidrotehniku 10000 Zagreb, J. Rakuše 1	
GRADEVINA:	SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI MIKROAKUMULACIJA LAĐIŠTE	
KNJIGA:	INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT	
SADRŽAJ:	INŽENJERSKOGEOLOŠKI PRESJEK A-A'	
IZRADIO:	Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol.	MJERILO: 1:500
		DATUM: lipanj, 2013.
PREGLEDAO:	Damir GRGEC, dipl.ing.rud.	BROJ EVIDENCIJE: 4300-17/13
		BROJ PRILOGA: 2.1
OZNAKA DOKUMENTA:	IGH - 4300-17/13 - IG - 2 - 1	




LEGENDA:

- C+Cb;Q_{dl}

Glina s rijetkim odlomcima stijene; deluvij; kvartar
- Ls;K₂^{1,2};GP

Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; gornji pojas trošenja
- Ls;K₂^{1,2};OS

Vapnenci, rijetko ulošci dolomita; gornja kreda; osnovna stijena
- Inženjerskogeološka granica
- Rasjed - utvrđen, pretpostavljen
- Profil refrakcijske seizmike

INVESTITOR: Hrvatske vode 10000 Zagreb, ulica grada Vukovara 220		 INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA GEOTEHNIKU ODJEL ZA GEOLOŠKO INŽENJERSTVO I GEOFIZIKU 10000 ZAGREB, J. RAKUŠE 1
NARUČITELJ: Institut IGH d.d. Zavod za hidrotehniku 10000 Zagreb, J. Rakuše 1		
GRAĐEVINA: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI MIKROAKUMULACIJA LAĐIŠTE		
KNJIGA: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT		
SADRŽAJ: INŽENJERSKOGEOLOŠKI PRESJEK D-D'		
IZRADIO: Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol.		MJERILO: 1:500
		DATUM: lipanj, 2013.
PREGLEDAO: Damir GRGEC, dipl.ing.rud.		BROJ EVIDENCIJE: 4300-17/13
		BROJ PRILOGA: 2.4
OZNAKA DOKUMENTA: IGH - 4300-17/13 - IG - 2 - 4		

Izradio: INSTITUT IGH d.d.
ZAVOD ZA GEOTEHNIKU
10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1

Gradjevina: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI
SN OPUZEN (FAZA A)

Predmet: MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE

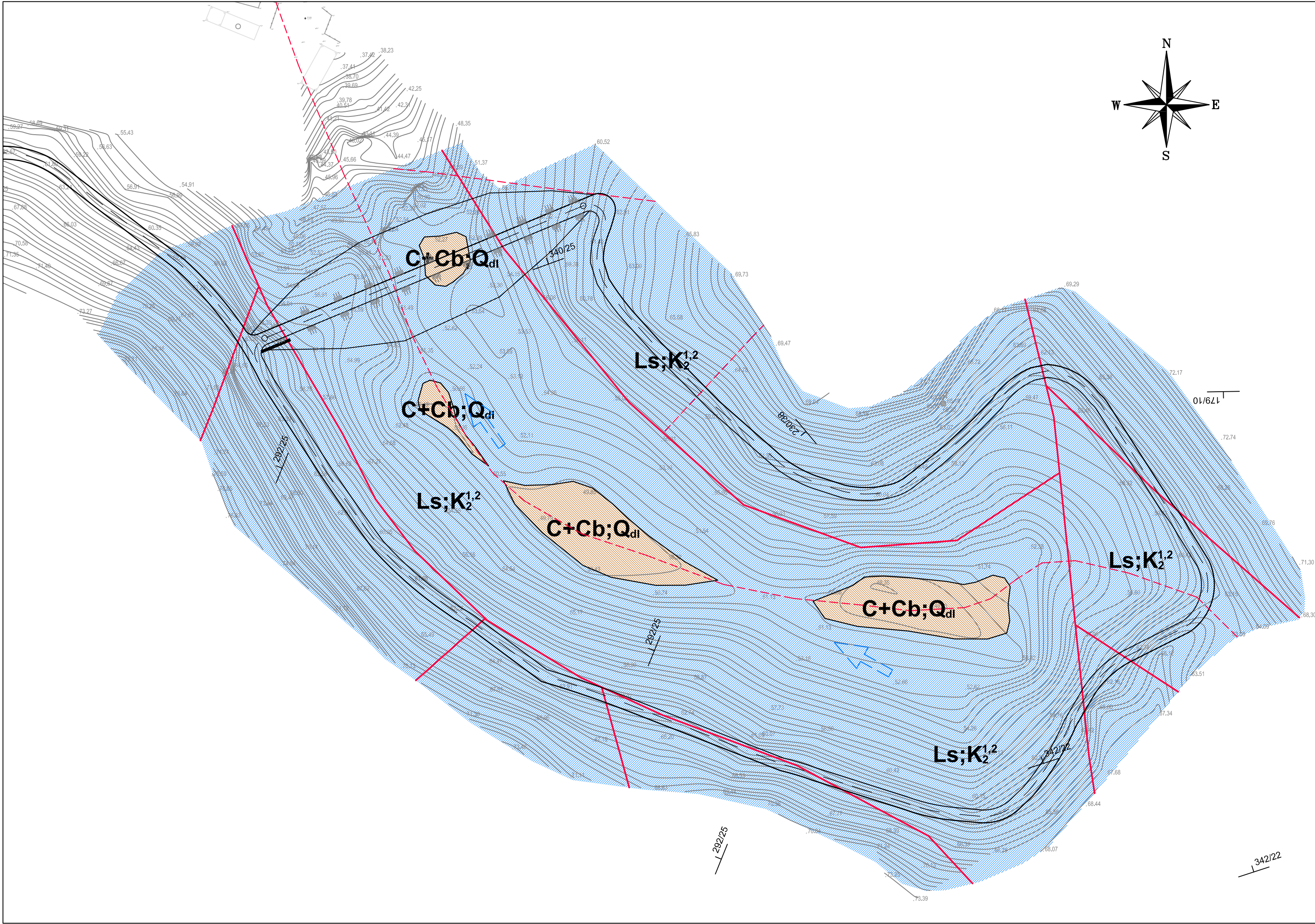
Knjiga: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT

Radni nalog: 77506056

Broj evidencije: 4300-17/13

3. HIDROGEOLOŠKA KARTA

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2013.



LEGENDA:

- C+Cb;Q_{dl}

Ls;K₂^{1,2}
-
- Rasjed - utvrđen, pretpostavljen

Orientacija slojevitosti

Smjer toka podzemne vode - pretpostavljeno

INVESTITOR: Hrvatske vode 10000 Zagreb, ulica grada Vukovara 220		 INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA GEOTEHNIKU ODJEL ZA GEOLOŠKO INŽENJERSTVO I GEOFIZIKU 10000 ZAGREB, J. RAKUŠE 1
NARUČITELJ: Institut IGH d.d. Zavod za hidrotehniku 10000 Zagreb, J. Rakuše 1		
GRAĐEVINA: SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI MIKROAKUMULACIJA LAĐIŠTE		
KNJIGA: INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT		
SADRŽAJ: HIDROGEOLOŠKA KARTA		
IZRADIO: Krešimir PAVIČIĆ, mag.geol.		MJERILO: 1:1000
		DATUM: lipanj, 2013.
PREGLEDAO: Damir GRGEC, dipl.ing.rud.		BROJ EVIDENCIJE: 4300-17/13
		BROJ PRILOGA: 3
OZNAKA DOKUMENTA: IGH - 4300-17/13 - IG - 3 - 0		

Izradio:	INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA GEOTEHNIKU 10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1
Gradjevina:	SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI SN OPUZEN (FAZA A)
Predmet:	MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE
Knjiga:	INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT
Radni nalog:	77506056
Broj evidencije:	4300-17/13

4. GEOMEHANIČKA KLASIFIKACIJA STIJENSKE MASE

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2013.

INVESTITOR: Hrvatske vode

DIONICA: Sustav navodnjavanja u donjoj Neretvi



OBJEKT: Miniakumulacija Lađište

GEOMEHANIČKA KLASIFIKACIJA STJENOVITE MASE (RMR)

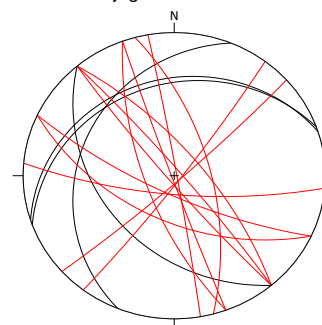
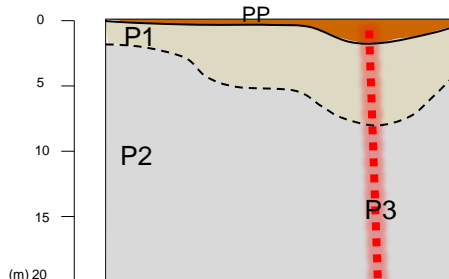
(Bieniawski 1989.)

Pojednostavljeni inženjersko-geološki model:

Strukturni dijagram:

Opis stjenovite mase:

Vapnenci s rijetkim ulošcima dolomita - gornja kreda ($K_2^{1,2}$). Površina terena djelomično je pokrivena s glinom i rijetkim sitnim kršjem, debljine 0,2-1,2m, u sredini doline vjerojatno i dublje. U gornjem pojasu trošenja (P1), dubine oko 2,5 do 8,5 m, stijena je srednje trošna i razlomljena. Osnovna stijena (P2) je slabije razlomljena do kompaktna, slabo trošna. U zonama rasjeda (P3) stijena je jače razlomljena i veća je vjerojatnost za pojavu kaverni i pukotina



RAZMAK DISKONTINUITETA (m)		P1			P2			P3		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
> 2	20									
0,6 - 2	15	X			X	X	X	X		
0,2 - 0,6	10		X	X					X	
0,06 - 0,2	8									X
< 0,06	5									
BODOVI:		15	10	10	15	15	15	15	10	8

ORIJENTACIJA DISKONTINUITETA

Sustav diskontinuiteta	Smjer / kut nagiba
D1 (SS)	292/25, 340/25, 220/50
D2 (II b)	138/85, 80/85
D3 (L b)	250/68, 50/85, 230/88
Pokos	205/75, 125/85, 318/88, 75/63, 294/85

STANJE DISKONTINUITETA		P1			P2			P3		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
DULJINA (m)	< 1	6								
	1 - 3	4								
	3 - 10	2	X			X				
	10 - 20	1	X		X		X	X		
	> 20	0							X	X
	BODOVI:									
RASTROŠENOST	nerastrošene	6								
	neznatno	5			X	X	X			
	umjereno	3	X	X						
	jako	1		X				X	X	
	potpuno	0								X
HRAPAVOST	vrlo hrapave	6								
	hrapave	5								
	neznatno	3	X	X	X	X	X			
	glatke	1		X				X		
	skliske	0							X	X
ZIJEV (mm)	zatvorene	6								
	< 0,1	5								
	0,1 - 1	4			X	X				
	1 - 5	1	X				X			
	> 5	0		X	X			X	X	X
ISPUNA	bez	6								
	tvrda <5mm	4			X					
	tvrda >5mm	2	X			X				
	meka <5mm	2		X			X			
	meka >5mm	0		X				X	X	X
BODOVI:		10	10	3	17	16	12	3	1	0

ČVRSTOĆA (MPa)	P1	P2	P3
> 250	15		
100 - 250	12	X	X
50 - 100	7		
25 - 50	4		X
< 25	0-2		
BODOVI:	12	12	4

RQD (%)	P1	P2	P3
90 - 100	20	X	
75 - 90	17	X	
50 - 75	13		
25 - 50	8		X
< 25	3		
BODOVI:	17	20	8

VODA:	suho
BODOVI:	15

KOREKCIJA:	D1	D2	D3
BODOVI:	0	0	0

Napomena:

ZBROJ BODOVA		P1			P2			P3		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
RMR		69	64	57	79	78	74	45	38	35
		63			77			39		
GSI		64	59	52	74	73	69	40	33	30
		58			72			34		

DATUM: 20.6.2013.

IZRADIO: Krešimir Pavičić, mag.geol.

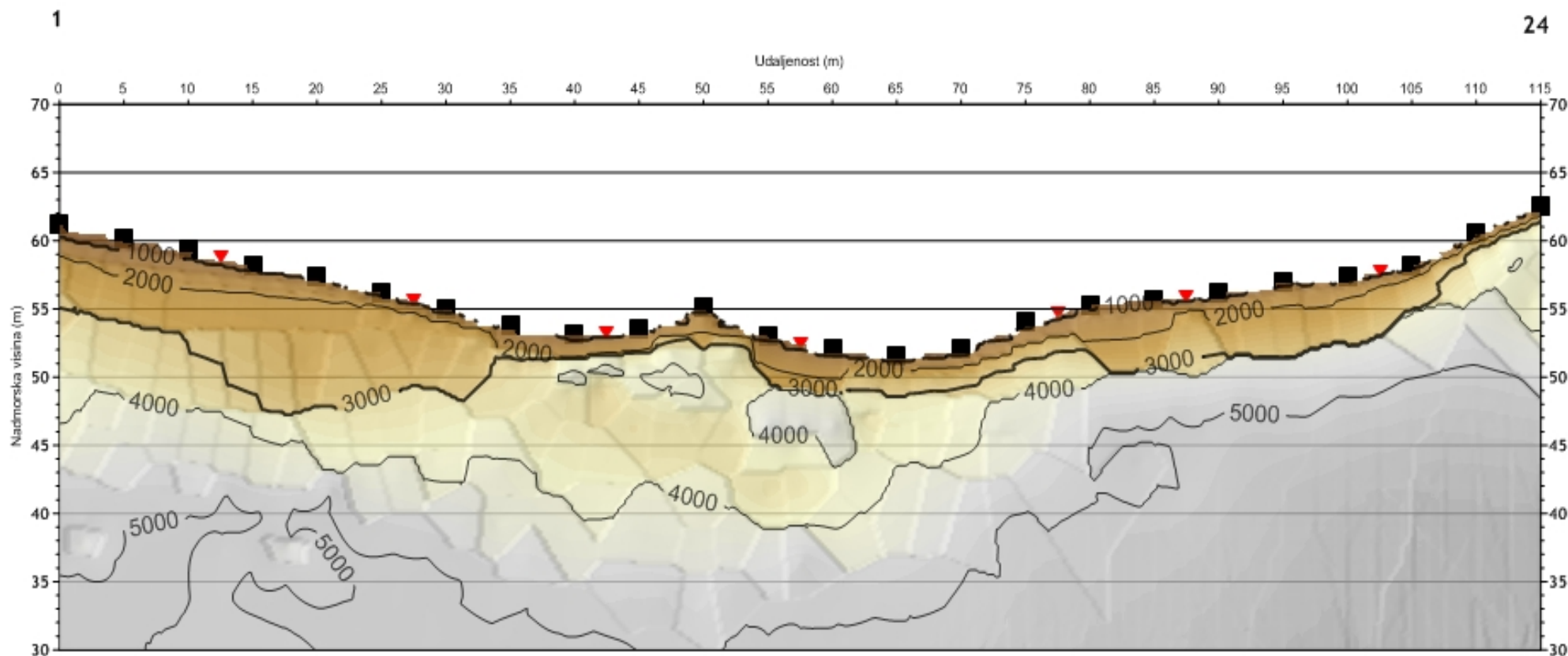
PRILOG: 4

Izradio:	INSTITUT IGH d.d. ZAVOD ZA GEOTEHNIKU 10 000 Zagreb, Janka Rakuše 1
Građevina:	SUSTAV NAVODNJAVANJA U DONJOJ NERETVI SN OPUZEN (FAZA A)
Predmet:	MINIAKUMULACIJA LAĐIŠTE
Knjiga:	INŽENJERSKOGEOLOŠKI I HIDROGEOLOŠKI ELABORAT
Radni nalog:	77506056
Broj evidencije:	4300-17/13

5. GEOFIZIČKI PROFILI

Mjesto i datum:	Zagreb, lipanj 2013.
-----------------	----------------------

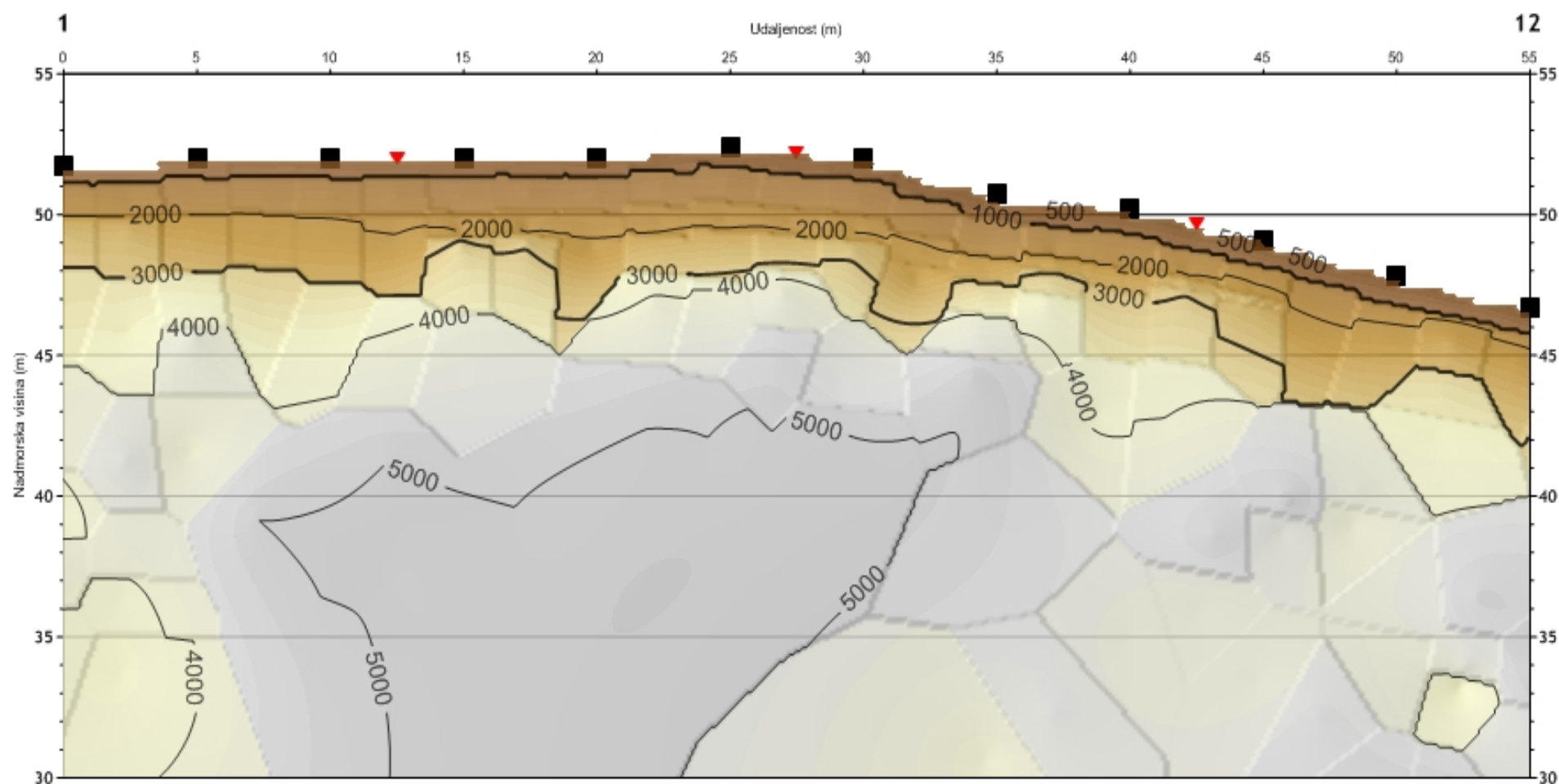
DUBINSKI SEIZMIČKI PRESJEK REF_LA-1 paralelno s osi brane



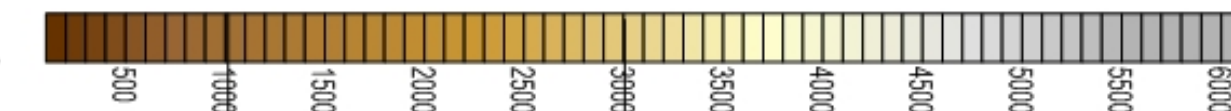
PROGNOZNA LITOLOŠKA
DETERMINACIJA



DUBINSKI SEIZMIČKI PRESJEK REF_LA-2 okomito na osi brane



PROGNOZNA LITOLOŠKA
DETERMINACIJA



POKROVNI I POVRŠINSKI
POJAS TROŠENJA
KRŠJA KARBONATNE
STUENOVITE MASE

GORNJI POJAS TROŠENJA
JAKO DO SREDNJE OKRŠENA RAZLOMLJENA
STUENOVITA MASA, PUKOTINE ISPUNJENE
GLINENOM I SPUNOM I KRŠJEM

KOMPAKтна STUJENA,
KOMPAKтна STUJENA,
KARBONATNA STUJENOVITA
MASA, SLABO OKRŠENA,
MJEŠTIMOČNO RASPUĆANA,
RAZLOMLJENA I OKRŠENA,
INVERZIJA SEIZMIČKE BRZINE
VIDLJIVA JE OD 0 DO 5 METARA
I OD 40 DO 55 METARA
NA MJERENOM PROFILU

M = 1:250

Brzina P-valova m/s

Obrada i interpretacija:
Damir Grget
Damir Grget, dipl.ing.rud

Prilog: 5.2