

# Produbljenje obuhvata rezervi tehničko-građevnog kamena (dijabaza) na dijelu površinskog kopa eksploatacijskog polja "Žervanjska"

---

**Matjašić, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:753202>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom](#).

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Diplomski studij geološkog inženjerstva

**PRODUBLJENJE OBUHVATA REZERVI TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA  
(DIJABAZA) NA DIJELU POVRŠINSKOG KOPA EKSPLOATACIJSKOG  
POLJA „ŽERVANJSKA“**

Diplomski rad

Marko Matjašić

GI451

Zagreb, 2023.



KLASA: 602-01/23-01/96  
URBROJ: 251-70-15-23-2  
U Zagrebu, 11. 9. 2023.

Marko Matjašić, student

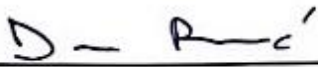
## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/23-01/96, URBROJ: 251-70-15-23-1 od 27. 6. 2023. priopćujemo vam temu diplomskog rada koja glasi:

**PRODUBLJENJE OBUHVATA REZERVI TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) NA DIJELU POVRŠINSKOG KOPA EKSPLOATACIJSKOG POLJA „ŽERVANJSKA“**

Za mentora ovog diplomskog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i obrani diplomskog rada Izv. prof. dr. sc. Dario Perković nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

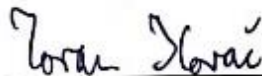
Mentor:

  
\_\_\_\_\_  
(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dario Perković

\_\_\_\_\_  
(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite:

  
\_\_\_\_\_  
(potpis)

Doc. dr. sc. Zoran Kovač

\_\_\_\_\_  
(titula, ime i prezime)

  
Prodekan za nastavu i studente

\_\_\_\_\_  
(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Borivoje  
Pašić

\_\_\_\_\_  
(titula, ime i prezime)

PRODUBLJENJE OBUHVATA REZERVI TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) NA  
DIJELU POVRŠINSKOG KOPA EKSPLOATACIJSKOG POLJA „ŽERVANJSKA“

Marko Matjašić

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Ležište tehničko-građevnog kamena dijabaza „Žervanjska“ nalazi se na Papuku, u blizini Grada Orahovice u Virovitičko-podravskoj županiji. Cilj ovog rada bio je opisati geološke, rudarske i geofizičke istražne radove potrebne za utvrđivanje novih rezervi kvalitetnog dijabaza sjeverozapadnog dijela eksploatacijskog polja „Žervanjska“. U sklopu istražnih radova određene su pozicije i dubine novih istražnih bušotina, izvedene su istražne bušotine s jezgrovanjem, determinirana je i fotografirana jezgra bušotina te su odabrani uzorci za laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava, određivanja kemijskog sastava te mineraloško-petrografskih određivanja. Na eksploatacijskom polju izvršeno je geološko kartiranje i mjerenje orijentacije diskontinuiteta otkopnih fronta površinskog kopa.

Stijensku masu ležišta „Žervanjska“ izgrađuju dva genetski i petrografski različita člana – dijabaz i semimetamorfiti „Radlovačke serije“. Pri tome je dijabaz vrlo kvalitetna mineralna sirovina tehničko-građevni kamen, dok se dio naslaga semimetamorfita „Radlovačke serije“, prvenstveno kompaktni metapješčenjaci, slabo metamorfozirani kvarcni areniti, metakonglomerati i bazalti mogu koristiti kao tehničko-građevni kamen nižih zahtjeva glede kakvoće. Ležište dijabaza „Žervanjska“ ima oblik izdužene grede generalnog pružanja SI-JZ, utisnute unutar Radlovačkog semimetamorfnog kompleksa

Profili bušotina, geološka karta i geološki profili izrađeni su u računalnom programu *Autocad LT*, a u izradi rada još su korišteni *QGIS*, *Inkscape* i *Google Earth Pro*. Kao rezultat istraživanja izrađena je geološka karta, geološki i proračunski profili i profili istražnih bušotina B-1/21 do B-4/21 ukupne dubine 187 m.

Ključne riječi: dijabaz, tehničko-građevni kamen, eksploatacijsko polje „Žervanjska“, Papuk

Diplomski rad sadrži: 46 stranica, 2 tablice, 14 slika, 4 priloga, i 27 reference.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Dario Perković, izvanredni profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Dario Perković, izvanredni profesor RGNF  
Dr. sc. Bojan Matoš, izvanredni profesor RGNF  
Dr. sc. Ana Maričić, izvanredna profesorica RGNF

Datum obrane: 18. 9. 2023., Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

DEEPENING THE SCOPE OF CRUSHED STONE RESERVES (DIABASE) IN PART OF THE OPEN  
PIT MINE OF THE EXPLOITATION FIELD "ŽERVANJSKA "

Marko Matjašić

Thesis completed at: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Department of Geology and Geological engineering  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

The „Žervanjska“ crushed stone diabase deposit is located on Papuk, near the town of Orahovica in the Virovitičko-Podravska County. The aim of this Master Thesis was to describe geological, mining, and geophysical explorations necessary to determine new reserves of high-quality diabase in the northwestern part of the „Žervanjska“ exploitation field. As part of the exploration works, the positions and depths of new exploration wells were determined, exploratory wells with core samples were drilled, the core of the boreholes was determined and photographed. Samples were selected for laboratory tests of physical-mechanical properties, determination of chemical composition and mineralogical and petrographic characteristics. On the exploitation field, geological mapping and measurement of the orientation of the discontinuities of the excavation fronts of the open pit mine was carried out.

The rock mass of the „Žervanjska“ deposit is made up of two genetically and petrographically different members - diabase and semimetamorphites of the „Radlovac series“. At the same time, diabase is a very high-quality building material, crushed stone, while part of the „Radlovac series“ semimetamorphite deposits, primarily compact metasandstones, poorly metamorphosed quartz arenites, metaconglomerates and basalts can be used as crushed stone with lower quality requirements. The „Žervanjska“ diabase deposit has the form of an elongated volcanic body with a general NE-SW trend, embedded within the Radlovac semimetamorphic complex.

The borehole profiles, geological map and geological profiles were created in the computer program *Autocad LT* while *QGIS*, *Inkscape* and *Google Earth Pro* were also used in the creation of the work. As a result of the research, a geological map, geological profiles and profiles of exploration wells B-1/21 to B-4/21 with a total depth of 187 m were created.

Keywords: diabase, crushed stone, exploitation field „Žervanjska“, Papuk

Thesis contains: 46 pages, 2 tables, 14 figures, 4 appendixes, i 27 references.

Original in: Croatian

Archived in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: Associate Professor Dario Perković, PhD

Reviewers: Associate Professor Dario Perković, PhD  
Associate Professor Bojan Matoš, PhD  
Associate Professor Ana Maričić, PhD

Defence date: September 18, 2023, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. PRETHODNA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA ŠIREG PODRUČJA LEŽIŠTA TEHNIČKO GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) ŽERVANJSKA</b> .....	<b>5</b>
<b>3. GEOLOŠKE I GENETSKE ZNAČAJKE ŠIREG PODRUČJA LEŽIŠTA MINERALNE SIROVINE TE MINERALOŠKO-PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE DIJABAZA</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1. Genetske i geološke značajke Radlovačkog stijenskog kompleksa</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2. Opis kartiranih jedinica šireg područja istraživanja</b> .....	<b>11</b>
3.2.1. <b>Prekambrij</b> .....	11
3.2.2. <b>Stariji paleozoik</b> .....	13
3.2.3. <b>Devon</b> .....	13
3.2.4. <b>Karbon-perm</b> .....	14
3.2.5. <b>Permotrijas</b> .....	15
3.2.6. <b>Trijas</b> .....	16
3.2.7. <b>Pliocen</b> .....	17
3.2.8. <b>Levant-donji pleistocen</b> .....	17
3.2.9. <b>Kvartar</b> .....	18
<b>3.3. Mineraloško-petrografske karakteristike dijabaza</b> .....	<b>18</b>
<b>4. METODE ISTRAŽIVANJA LEŽIŠTA TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) „ŽERVANJSKA“</b> .....	<b>20</b>
<b>5. GEOLOŠKA GRAĐA, HIDROGEOLOŠKE I INŽENJERSKOGEOLOŠKE ZNAČAJKE EKSPLOATACIJSKOG POLJA TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) „ŽERVANJSKA“</b> .....	<b>27</b>
<b>6. KAKVOĆA MINERALNE SIROVINE</b> .....	<b>38</b>
<b>7. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK</b> .....	<b>42</b>
<b>8. LITERATURA</b> .....	<b>44</b>

## POPIS SLIKA

Slika 1-1 Eksploatacijsko polje „Žervanjska“ .....	2
Slika 1-2 Topografska karta šireg područja eksploatacijskog polja „Žervanjska“ .....	4
Slika 3-1 Predloženi petrogenetski model bazita i metabazita Radlovačkog kompleksa (Preuzeto: Putak Juriček, 2016).....	10
Slika 3-2 Geološka karta šireg područja eksploatacijskog polja „Žervanjska“ (Prema OGK M 1:100 000; list Orahovica L 33-96, autori: Jamičić, D. & Brkić, M., 1987.).....	12
Slika 3-3 Dijabaz, fragment jezgre .....	19
Slika 4-1 Tomografski profili – interpretirani model otpornosti (Šumanovac, 2010).....	22
Slika 4-2 Izvedene istražne bušotine s jezgrovanjem oznaka B-1/21, B-2/21, B-3/21 i B-4/21 .....	23
Slika 4-3 Sanduk s jezgrom stijenske mase dijabaza istražne bušotine B-3/21 .....	25
Slika 5-1 Površinski kop eksploatacijskog polja „Žervanjska“- „Žervanjska stara“ .....	27
Slika 5-2 Površinski kop eksploatacijskog polja „Žervanjska“- „Žervanjska nova“.....	28
Slika 5-3 Geološka karta dijela eksploatacijskog polja „Žervanjska“ .....	32
Slika 5-4 Geološki i proračunski profil 1 .....	33
Slika 5-5 Geološki i proračunski profil 2 .....	34
Slika 5-6 Geološki i proračunski profil 3 .....	35

## POPIS TABLICA

Tablica 4-1 Osnovni podaci o istražnim bušotinama s jezgrovanjem izvedenim na eksploatacijskom polju „Žervanjska“ tijekom 2021. godine.....	24
Tablica 6-1 Srednje vrijednosti rezultata potpunih ispitivanja fizikalno-mehaničkih i kemijskih svojstava uzoraka odminirane stijenske mase i jezgre istražnih bušotina eksploatacijskog polja „Žervanjska“ .....	40

## **POPIS PRILOGA**

Prilog 1. Profil istražne bušotine s jezgrovanjem B-1/21

Prilog 2. Profil istražne bušotine s jezgrovanjem B-2/21

Prilog 3. Profil istražne bušotine s jezgrovanjem B-3/21

Prilog 4. Profil istražne bušotine s jezgrovanjem B-4/21



## 1. UVOD

Ležište tehničko-građevnog kamena „Žervanjska“ nalazi se u blizini Grada Orahovice u Virovitičko-podravskoj županiji. Samo eksploatacijsko polje „Žervanjska“ (Slika 1-1) nalazi se na sjeveroistočnom dijelu planine Papuk, u dolini potoka Žervanjska koji odvaja Ravno brdo od Viljevačke kose, oko 8 km zračne linije jugozapadno od grada Orahovice (Slika 1-2).

Eksploatacija tehničko-građevnog kamena dijabaza obavlja se na odobrenom eksploatacijskom polju površine 34,2 ha. Dosadašnjom eksploatacijom formirana su dva površinska kopa, „Žervanjska stara“ i „Žervanjska nova“.

Kamenolom „Žervanjska stara“ otvoren je u podnožju sjeverne padine Ravne kose, a kamenolom „Žervanjska nova“, u podnožju južne padine Viljevačke kose (Slika 1-2). Nadmorska visina ležišta u razini potoka je od 440 m u istočnom dijelu do 500 m u zapadnom, dok visine okolnih vrhova prelaze 700, odnosno 600 m (Viljevačka kosa, 768 m n.v. i Ravna kosa, 636 m n.v.).

Mineralnu sirovinu tehničko-građevni kamen na eksploatacijskom polju „Žervanjska“ na području Grada Orahovice eksploatira trgovačko društvo Radlovac d.d. sa sjedištem u Orahovici.

Eksploatacija tehničko-građevnog kamena (dijabaza) na području Radlovca započela je 1908. godine, kada je na inicijativu tadašnjeg vlasnika tog područja, baruna Gutmana, pokrenuta proizvodnja lomljenog kamena i tucanika u kamenolomu „Ajnzer“, danas napuštenom i obraslom vegetacijom. Površinski kopovi dijabaza su do 1953. godine bili u sastavu Slavonskih kamenoloma u Požegi, a od 15.4.1953. godine izdvojeni su kao samostalno trgovačko društvo, današnjeg naziva Radlovac d.d., Orahovica (Matjašić et al., 2023).



Slika 1-1 Eksploatacijsko polje „Žervanjska“

Prostorno najveći dio planine Papuk, površine od oko 336 km<sup>2</sup>, 1999. godine proglašen je Parkom prirode. Planina Papuk, s najvišim vrhom Papuk 953 m, poznata je po netaknutoj prirodi, raznolikim biljnim i životinjskim vrstama te brojnim jedinstvenim geološkim formacijama, zbog čega je 2007. godine osnovan Geopark Papuk. Pružanje Papuka je generalno ZSZ-IJI.

Ležište tehničko-građevnog kamena (dijabaza) „Žervanjska“ je tijekom dugogodišnje eksploatacije istraživano u više navrata, a razlog izrade posljednjeg elaborata o šestoj obnovi proračuna rezervi na eksploatacijskom polju „Žervanjska“ (Matjašić et al., 2023) bilo je utvrđivanje novih rezervi kvalitetnog dijabaza (mineralne sirovine tehničko-građevnog kamena) ispod nivoa trenutno potvrđenih rezervi u jugozapadnom dijelu eksploatacijskog polja.

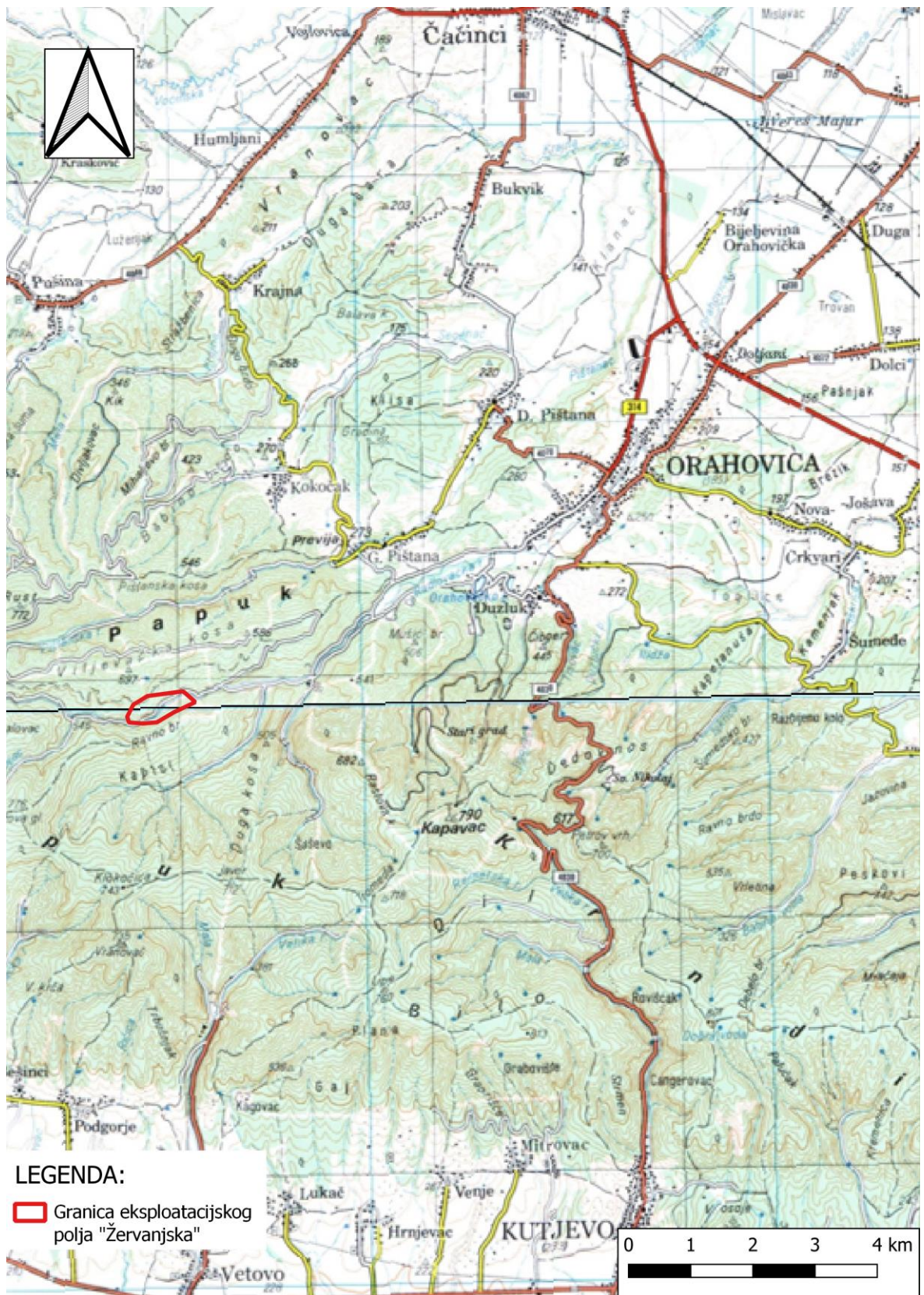
S ciljem izrade „Elaborata o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Žervanjska“ VI obnova proračuna rezervi“ (Matjašić et al., 2023) provedeni su geološki, inženjersko-geološki i rudarski istražni radovi, u sklopu kojih su određene pozicije i dubine novih istražnih bušotina, izvedene su istražne bušotine s jezgrovanjem,

determinirana je i fotografirana jezgra bušotina te su odabrani uzorci za laboratorijska ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava, određivanja kemijskog sastava te mineraloško-petrografskih karakteristika.

U sklopu geoloških istraživanja eksploatacijskog polja izvršeno je geološko kartiranje i mjerenje orijentacije diskontinuiteta otkopnih fronti površinskog kopa i izrađena je geološka karta s pripadajućim geološkim profilima. Geološka karta izrađena je na situacijskoj karti u mjerilu 1:1000.

Profili bušotina, geološka karta i geološki profili izrađeni su u računalnom programu *Autocad LT*, a u izradi rada još su korišteni *QGIS*, *Inkscape* i *Google Earth Pro*.





Slika 1-2 Topografska karta šireg područja eksploatacijskog polja „Žeravnjska“

## 2. PRETHODNA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA ŠIREG PODRUČJA LEŽIŠTA TEHNIČKO GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) ŽERVANJSKA

Prvi podaci o geološkoj građi Slavonskih planina potječu od austrijskih geologa. Tako je Wodiczka (1855) dao kratki prikaz o kristalinskim stijenama okolice Kutjeva. Stur (1861, 1862) daje prve geološke podatke o mezozojskim naslagama za potrebe izrade pregledne geološke karte Austro-Ugarske monarhije. Na toj karti (Hauer, 1867-1871) kao najstarije stijene su prikazani gnajsevi i graniti, dok su škriljavci Papuka i Krndije svrstani u donji trijas, a vapnenci i dolomiti u srednji i gornji trijas.

Petković 1932. godine objavljuje geološku kartu Kraljevine Jugoslavije 1:1 000 000, list Orahovica.

Bolčić & Jovanović (1954) obavljaju geološki pregled kamenoloma Radlovac.

Barić et al. (1970) opisali su pojave dijabaza uz potok Radlovac i pojave ksenolita okolnih metasedimenata Radlovačke serije u njima. Autori su objavili prve kemijske analize opisanih dijabaza.

Dijabaz Radlovačkog potoka i potoka Žervanjska, kao ekonomski vrlo važna sirovina, istraživan je detaljnije u više navrata. Godine 1962. procjenu rezervi s opisom kamenoloma „Točak-Brenzberg“, „Zdenčina“, „Radlovac“, „Zajednica“, „Žervanjska bankina“ i „Žervanjka nova“ dali su Spevec i Crnković, a 1978., Crnković i Tomašić izvršili su opsežna geološka istraživanja s utvrđivanjem rezervi u ležištima „Točak-Brenzberg“, „Zdenčina“, „Cvajer“, „Zajednica I i II“ te „Žervanjska stara i nova“. Tom je prilikom izbušeno i 11 bušotina ukupne dubine 471 m.

Spilitizirane dijabaze Radlovačkog i Žervanjskog potoka Jamičić (1983) opisuje kao dajkove ili nepravilne žile interstratificirane u Radlovačku seriju. Na kontaktima nije primijećena metamorfoza. Spominje vlakna azbesta dužine i do 10 cm, piše da leži diskordantno na starijem metamorfnom kompleksu. U Radlovačkoj seriji nalaze se i slabo zaobljeni fragmenti starijih granitno-metamorfnih stijena, pa cijeli kompleks ima molasni karakter. U donjem dijelu Radlovačke serije nalaze se grauvake, konglomeratične grauvake i konglomerati. Gornji dio obilježen je snižavanjem reljefa, pa se talože fino-zrnatiji sedimenti

duljeg transporta. Slaba metamorfoza se dogodila nakon donjeg perma, za vrijeme salskog izdizanja u okviru hercinskog orogenetskog ciklusa.

Pamić & Jamičić (1986) Radlovački semimetamorfni kompleks postavljaju između psunjskog metamorfnog kompleksa i papučkog metamorfnog kompleksa. Na Radlovački kompleks je navučen psunjski kompleks iz pravca juga. Tada nastaju prevrnute bore kasnije razbijene u manje blokove. Radlovački kompleks leži reversno preko papučkog od Orahovice do vrha Papuka na zapadu. Metabazične magmatske stijene (dijabazi) nalaze se samo u Radlovačkom kompleksu. Autori vežu magmatsku aktivnost za kraj hercinske i početak alpinske orogeneze. Opredjeljuju se za kasno hercinsku starost, jer nisu nađeni proboji vršnih dijelova Radlovačkog kompleksa. Ne izostavljaju mogućnost da su metabaziti nastali u kontinentalnim uvjetima vezani za riftne procese otvaranja mezozojskog Tetisa. Magmaatske stijene su metamorfozirane zajedno sa semimetamornim stijenama Radlovačkog kompleksa u P,T-uvjetima facijesa zelenih škriljavaca. Starost metamorfizma i prve deformacije moguće je locirati uz pomoć izotopnih određivanja.

List Orahovica Osnovne geološke karte SFRJ 1:100 000 tiskan je 1987. godine (Jamičić & Brkić), a pripadajući tumač, u kojem su detaljno opisane kartirane geološke jedinice, objavljen je iste godine (Jamičić et al., 1987).

Najcjelovitiji prikaz strukturnog sklopa Slavonskih planina dao je Jamičić (1988) u svojoj disertaciji.

Pamić et al. (1988) analizirali su radiometrijske starosti kristalinskih stijena Slavonskih planina. Na klinopiroksenima dijabaza Radlovačkog kompleksa  $K-Ar$  metodom određena je starost 318,8 Ma.

Pamić et al. (1988) analizirali su radiometrijske starosti kristalnih stijena u Slavonskim planinama. Primijenili su  $K-Ar$  metodu na klinopiroksenima dijabaza Radlovačkog kompleksa i utvrdili da je njihova starost iznosila 318,8 milijuna godina.

Pamić & Lanphere (1991) objavljuju rad o hercinskim granitnim i metamornim stijenama Papuka, Psunja i Krndije u kojem spominju bazite i metabazite Radlovačkog kompleksa.

Jerinić et al. (1994) na temelju pronađene asocijacije palinomorfa utvrđuju starost metasedimenata Radlovačkog kompleksa u rasponu od silura do starijeg karbona.

Pamić 1999. godine objavljuje članak o kristalinskim stijenama južnih dijelova Panonskog bazena na temelju podataka iz istražnih bušotina i geološkog kartiranja. Autor određuje gornjokarbonsku starost dijabaza i metadijabaza Radlovačkog kompleksa.

Pamić et al. (2003) objavljuju „Geološki vodič kroz Park prirode Papuk“, u kojem opisuju geološke značajke Parka prirode.

Biševac et al. (2009) objavljuju rad u kojem zaključuju da je područje istočnog Papuka bilo zahvaćeno vrlo niskim do niskim stupnjem metamorfizma pri tlaku 2-3 kbara i temperaturama 250–300 °C.

Biševac et al. (2010) utvrđuju starost metamorfizma dijela Radlovačkog kompleksa na uzorcima rekristaliziranog sitnozrnatog veziva metasedimenata K–Ar metodom izotopnog datiranja. Određena starost metamorfizma je u rasponu od 100 do 80 Ma i ukazuje na gornjokrednu starost.

Putak Juriček (2016) u diplomskom radu „Dijabazi i metadijabazi Radlovačkog metamorfnog kompleksa na Papuku“ zaključuje da subvulkanske intruzije bazičnih i metabazičnih stijena Radlovačkog kompleksa, a čiji su uzorci uzeti na lokalitetima Radiša, Češljakovci i Radlovac, pokazuju znatnu raznolikost struktura i krupnoće zrna koja je korelativna s debljinama magmatskih tijela. Autorica navodi da veće intruzije, smještene u istočnom dijelu stijenskog kompleksa u području Radlovca, dominantno sadrže krupnozrnate varijetete ofitne strukture, dok u manjim magmatskim tijelima, poput onih na lokalitetima Radiša i Češljakovci, prevladavaju intergranularni do porfirni varijeteti. Autorica navodi da su prema petrografskim karakteristikama stijene klasificirane kao dijabazi i metadijabazi, a na temelju kemijskog sastava, koji je relativno ujednačen na području cijelog Radlovačkog kompleksa, odgovaraju kalcijsko-alkalijskim bazaltnim andezitima kontinentalnog vulkanskog luka. Nadalje zaključuje da bi se alternativno moglo raditi i o kristalno kontaminiranim intrakontinentalnim toleitnim bazaltima čiji bi postanak bio asociran uz inicijalnu dezintegraciju Pangee.

### **3. GEOLOŠKE I GENETSKE ZNAČAJKE ŠIREG PODRUČJA LEŽIŠTA MINERALNE SIROVINE TE MINERALOŠKO-PETROGRAFSKE KARAKTERISTIKE DIJABAZA**

#### **3.1. Genetske i geološke značajke Radlovačkog stijenskog kompleksa**

Ležište tehničko-građevnog kamena (dijabaza) „Žervanjska“ pripada Radlovačkom stijenskom kompleksu smještenom u središnjem dijelu Papuka.

Regionalni geološki promatrano područje Papuka smješteno je na južnom rubu Panonskog bazena i u Savskoj suturnoj zoni, granice između Unutarnjih Dinarida i Tisije. Glavnina područja Panonskog bazena i konvergentne granice prekrivena je miocenskim, pliocenskim i kvartarnim sedimentima što otežava interpretaciju pred-neogenskih regionalnih geoloških odnosa (Putak Juriček, 2016). Usprkos složenim regionalnim geološkim odnosim ovog područja, većina se autora slaže da Papuk predstavlja jedno od izoliranih područja gdje je na površini otkrivena hercinska kristalinska osnova Tisije koje je danas okruženo mlađom sedimentnom ispunom Panonskog bazena (Schmid et al., 2008; Putak Juriček, 2016).

Radlovački kompleks predstavljen je metasedimentnim stijenama, silovima i većim nepravilnim tijelima bazičnih magmatskih stijena. Jamičić (1988) na temelju geoloških terenskih istraživanja smatra da su stijene Radlovačkog kompleksa transgresivne na Pšunjski i Papučki kompleks te su naknadno navučene preko Papučkog kompleksa (Putak Juriček, 2016).

Metasedimenti Radlovačkog kompleksa predstavljeni su dominantno izmjenom metapješčenjaka sa slejtovima i filitima (Jamičić et al., 1987), a njihova starost tema je brojnih radova. Biševac et al. (2013) na temelju izotopnog datiranja detritičnog monacita iz metasedimenata Th-U-Pb metodom utvrđuju karbonsku starost (Putak Juriček, 2016).

Pamić et al. (1988) analizirali su radiometrijske starosti kristalinskih stijena Slavonskih planina. Klinopiroksenima dijabaza Radlovačkog kompleksa,  $K-Ar$  metodom određena je gornjokarbonka starost od 318,8 Ma.

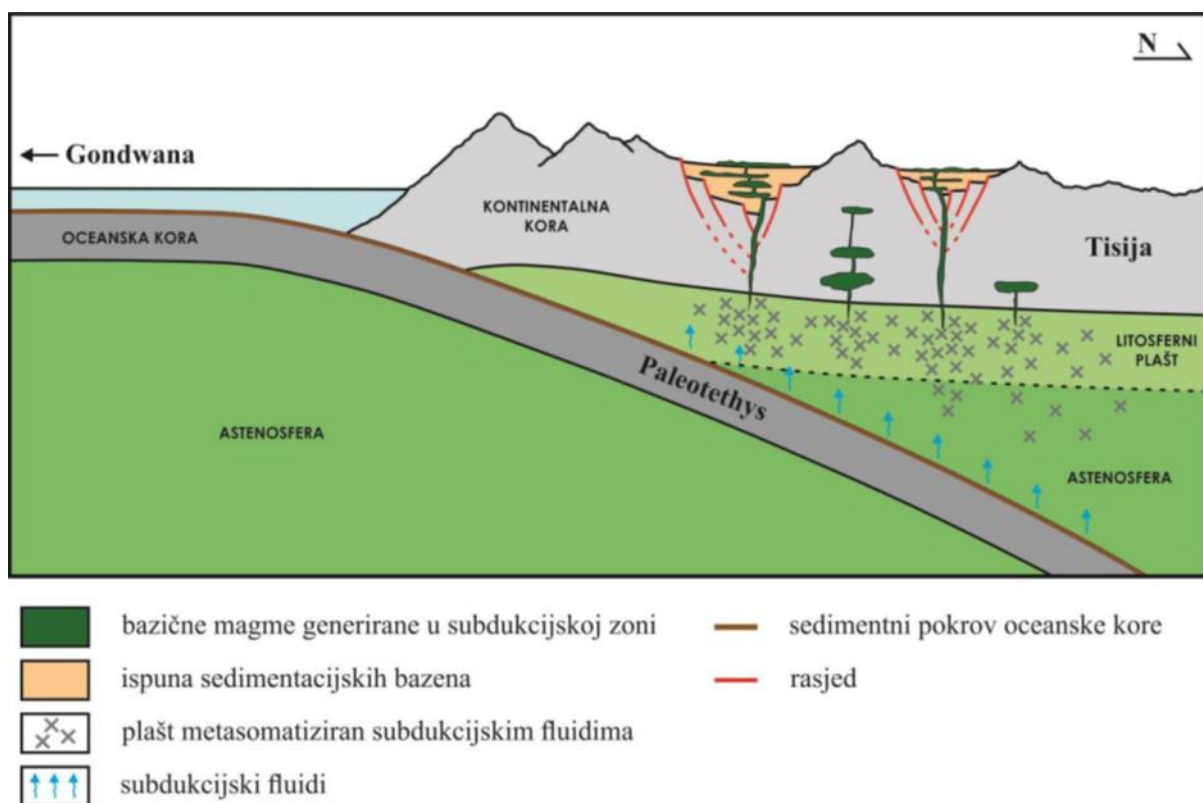


Dijabazi Radlovačkog kompleksa intrudirali su u završnim fazama hercinske orogeneze ili u inicijalnom stadiju riftne faze Pangee. McCann et al. (2006) navode da se krajem karbona i početkom perma u zapadnom se dijelu hercinskog orogena odvija kontinentalna kolizija Gondwane i Laurazije, dok se u istočnim Hercinidima, gdje je bilo smješteno područje Papuka, nastavlja subdukcija Paleotethysa pod južni rub Laurazije (Putak Juriček, 2016). McCann et al. (2006) također navode da istovremeno započinje i otvaranje brojnih ekstenzijskih bazena diljem područja današnje Europe koje pripisuju inicijalnom stadiju riftne faze Pangee (Putak Juriček, 2016)..

Pamić & Jamičić (1986) smatraju da su baziti i metabaziti Radlovačkog kompleksa jedna od pojava toleitnih bazičnih stijena nastalih intrakontinentalnim riftanjem vezanim uz početak dezintegracije Pangee. Putak Juriček (2016) navodi da su u međuvremenu usavršene nove analitičke metode koje pružaju mogućnost analiziranja mnogo šireg spektra elemenata u tragovima te se stoga ponovno pristupilo istraživanju bazita i metabazita Radlovačkog kompleksa s ciljem preciznijeg određivanja izvornog geotektonskog okoliša magmatskih stijena.

U okviru izrade diplomskog rada M. Putak Juriček 2016. godine ukupno je prikupila 16 uzoraka dijabaza i metadijabaza te 7 uzoraka okolnih metasedimentnih stijena Radlovačkog kompleksa, između ostalog i na području površinskih kopova eksploatacijskog polja „Žervanjska“, koje obuhvaća neka od najvećih do sada otkrivenih bazičnih magmatskih tijela Radlovačkog kompleksa. Dijabazi su na ovom lokalitetu izrazito krupnozrnati, premda se mjestimično pronalaze i sitnozrnatiji varijeteti, te se odlikuju ofitnom strukturom. (Putak Juriček, 2016)

M. Putak Juriček (2016) predlaže petrografski model (Slika 3-1) šireg područja Slavonskih planina.



**Slika 3-1** Predloženi petrogenetski model bazita i metabazita Radlovačkog kompleksa (Preuzeto: Putak Juriček, 2016)

Prema prikazanom modelu, M. Putak Juriček (2016) navodi da je formiranje dubokih rasjeda vezanih uz inicijalno riftanje Pangee moglo olakšati izdizanje magmi nastalih parcijalnim taljenjem subkontinentalnog plašnog klina iznad subdukcijske zone Paleotethysa pod Lauraziju (Slika 3-1). Autorica navodi da referirano izdizanje magmi, koje su genetski vezane uz procese u subdukcijskoj zoni, duž sustava rasjeda nastalih intrakontinentalnim riftovanjem moglo bi objasniti istovremenost riftnog magmatizma u SZ Europi i manjih magmatskih pojava unutar hercinskog orogena. McCann et al. (2006) navode da su centri magmatske aktivnosti krajem karbona i početkom perma vezani upravo uz ekstenzijske bazene što se također može objasniti ovakvim petrogenetskim modelom.

M. Putak Juriček (2016) navodi i da nije moguće u potpunosti zanemariti interpretaciju geotektonskog položaja koja uključuje ekstenzivnu krustalnu kontaminaciju magmi formiranih intrakontinentalnim riftovanjem. Rezultati njenog istraživanja upućuju da su dijabazi i metadijabazi Radlovačkog kompleksa, koji imaju geokemijske karakteristike

kalcijsko-alkalijskih bazaltnih andezita kontinentalnih vulkanskih lukova, vjerojatno genetski vezani uz procese u subdukcijskim zonama. Dalje navodi da se izvorni geotektonski položaj bazita i metabazita Radlovačkog kompleksa ne može jednoznačno odrediti na temelju vidljivih geoloških odnosa i geokemijskih analiza stijena napravljenih u okviru citiranog te prethodnih radova. Zaključno, Putak Juriček (2016) navodi da su Pamić & Jamičić (1986) zaključili da dijabazi i metadijabazi Radlovačkog kompleksa pripadaju toleitnoj seriji te da je njihov postanak vezan uz inicijalno riftinge Pangee što je u skladu s alternativnim petrogenetskim modelom.

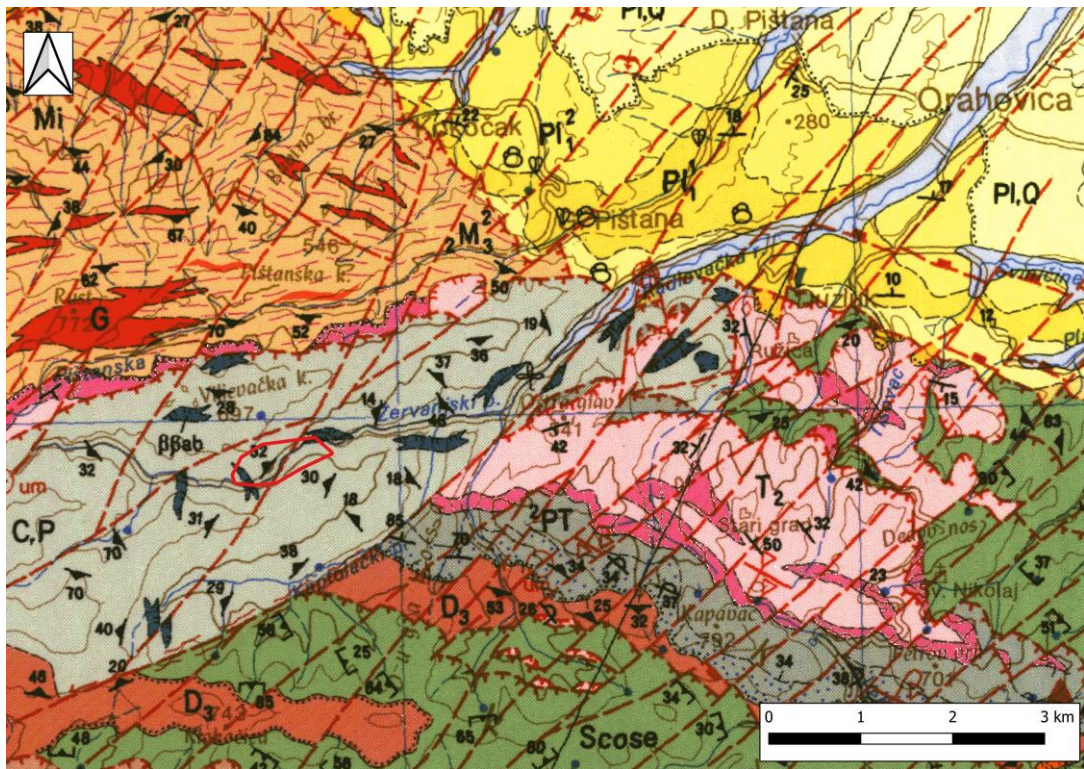
### **3.2. Opis kartiranih jedinica šireg područja istraživanja**

Eksploatacijskim poljem „Žervanjska“ zahvaćen je dio ukupnih rezervi tehničko-građevnog kamena, kojeg čini dijabazna greda unutar Radlovačkog semimetamornog kompleksa (Slika 3-2).

Prikaz geoloških odnosa i opis kartiranih jedinica šireg područja ležišta “Žervanjska” dan je prema Osnovnoj geološkoj karti, list Orahovica (L33-96) s pripadajućim tumačem (Jamičić et al., 1987).

#### **3.2.1. Prekambrij**

**Klorit sericitski škriljavci (Scose)** nalaze se u zoni koja se pruža centralnim dijelom Krndije u pravcu istok-zapad (južni dio pregledne geološke karte, Slika 3-2). Izrazito su škriljave i borane do mikroborane stijene sivozelenkaste boje, a po makroskopskom izgledu najslinije su filitima. Udio glavnih sastojaka (kvarc, klorit i albit te podređeno muskovit) u njima varira, a što se manifestira promjenom boje i škriljavosti (Jamičić et al., 1987).



LEGENDA:

	Aluvij		
	Šljunci, pijesci, sitnopjeskovite gline		Normalna granica: utvrđena, pretpostavljena
	Pijesci, pješčenjaci, glinoviti lapori, pojave ugljena		Erozijska granica: utvrđena, pretpostavljena
	Glinoviti i sitnopjeskoviti lapori, pijesci		Elementi pada sloja: normalan, prevrnut
	Vapneni i siltozni lapori		Elementi položaja folijacije: pojedinačno mjerenje, vertikalna, horizontalna i folijacija po klivažu osne ravnine
	Konglomerati, vapnenci, lapori, tufovi		Rasjed: pokriven ili pretpostavljen, lijevi raseje, relativn spušten blok, fotogeološki rasjed
	Dolomiti, dolomitični vapnenci, vapnenci		Reversni rasjed, pretpostavljen
	Pješčenjaci, šejlovi, siltiti		Makrofauna: morska, brakična, slatkodvodna
	Kvarcni pješčenjaci		Mikrofauna, makroflora, mikroflora
	Spilitizirani dijabazi		Kamenolom građevinskog kamena
	Metagrauvake, metapješčenjaci, slejtovi		
	Granitoidi		Eksploatacijsko polje „Žeravnska“
	Migmatiti		
	Klorit sericitski škriljavci		

Slika 3-2 Geološka karta šireg područja eksploatacijskog polja „Žeravnska“ (Prema OGK M 1:100 000; list Orahevnica L 33-96, autori: Jamičić, D. & Brkić, M., 1987.)

### 3.2.2. Stariji paleozoik

**Migmatitski gnajsevi (Mi)** javljaju se u orografskoj osi Papuka od Zvečeva do Orahovica, gdje se izmjenjuju s granitom koje pretežno okružuju. Na preglednoj geološkoj karti (Slika 3-2) zauzimaju prostor sjeverno od Viljevačke kose i istočno od Pištana i Kokočaka. Na osnovi teksturnih značajki razlikuju se heterogeni i homogeni migmatiti, pri čemu heterogeni migmatiti predstavljaju prelazne varijetete od paragnajseva prema homogenim migmatitima. Među homogenim migmatitskim gnajsevima izdvajaju se sitnoborani gnajsevi i porfiroblastični gnajsevi. Rasprostranjeniji su porfiroblastični gnajsevi, koji tvore široku zonu od Orahovice do Zvečeva. Glavni mineralni sastav sitnoboranih i porfiroblastičnih gnajseva je isti. Glavni minerali su kvarc, mikroklin, kiseli plagioklas i biotit. Udio im varira u granicama vrijednosti granodiorita i granita tako da se razlikuju samo po strukturnim i teksturnim značajkama. Sitnoborani gnajsevi većinom su sitnozrnate do srednjezrnate leukokratske stijene, a porfiroblastični gnajsevi, srednje do krupnozrnate heteroplastične strukture s porfiroblastičnim mikroklinom ponekad veličine i do 3 cm (Jamičić et al., 1987).

**Granitoidne stijene (G)** pojavljuju se u obliku manjih izduženih i nepravilnih masa koje su najčešće konkordantno uložene u migmatitske gnajseve. Jednostavnog su mineralnog sastava. Glavni sastojci su kvarc, kiseli plagioklas, kalijski feldspat (mikroklin) i biotit, akcesorni su granat, apatit, cirkon, turmalin i opaki minerali, a kao produkte izmjene nalazimo coisit, epidot, sericit, klorit i saganit. Udio glavnih minerala varira u širokim granicama tako da nalazimo sve varijetete od kvarcdiorita do leukokratskih plagiogranita, granodiorita i granita. Pretežno su srednjezrnate, rijede sitnozrnate stijene hipidiomorfne do alotriomorfne strukture, homogene do nebulitske, ponekad paralelne teksture, a u zonama jačih tektonskih kretanja, u njima se zapažaju slabo izražene flazer strukture (Jamičić et al., 1987).

### 3.2.3. Devon

**Metagrauvake i kloritoidni škriljavci (D<sub>3</sub>)** nalaze se između vrha Kapavac (792 m) i Kaptolačkog potoka (Slika 3-2). Zastupljene su grafitičnim slejtovima, grafitičnim

grauvakama, kvarc sericitskim škriljalcima i konglomeratičnim pješčenjacima, a postoje i svi prelazi između ovih varijeteta. Odlikuju se jače ili slabije izraženom škriljavom teksturom, ovisno o odnosu listićavih i zrnatih minerala. Boje su od gotovo crne do tamnosive, sivozelenkaste i zelene. Tamna boja potječe od grafitične supstance. Glavni mineralni sastojci su kvarc, muskovit, sericit, kloritoid i klorit. Pretežni dio stijena sadrži kloritoid, a stijene koje ga sadrže više od 15% nazvane su kloritoidnim škriljalcima. To je tipičan metamorfni indeks mineral karakterističan za stijene niskog stupnja metamorfizma pa ga nalazimo u rasponu od zeolitskog do amfibolitskog facijesa (Jamičić et al., 1987).

#### 3.2.4. **Karbon-perm**

**Metagrauvake, metapješčenjaci, slejtovi (C,P)** nalaze se u obliku široke zone koja se pruža od Orahovice prema istoku. Izgrađuju ju filiti, metagrauvake, metaarkoze, kloritski škriljavci, brusilovci i kvarcni konglomerati. Nabrojana asocijacija stijena poznata je pod nazivom Radlovački semimetamorfni kompleks. Serija se kontinuirano nastavlja na naslage devona. U baznom dijelu zastupljena je krupnozrnim, slabije škriljavim metagrauvakama, svjetlosive do sive boje na prijelomu sedefastog sjaja. Struktura ovih stijena je blastosamitska do blastopsefitska. Kao granoklasti prevladavaju zrna kvarca, plagioklasa i mikrokлина, pri čemu kvarca ima oko 50%. Vezivo je prekrystalizirano u agregat kvarca, sericita i klorita. Prekrystalizacija veziva bila je istovremena s mrvljenjem i prekrystalizacijom granoklasta i litoklasta tako da nalazimo izrazitu mortar strukturu. Listićavi sastojci i izdužena zrnca kvarca su subparalelno orijentirana, a okcasta struktura je posljedica djelomične prekrystalizacije ishodišne stijene koja se je vršila pod jakim usmjerenim tlakom, pri čemu je dolazilo i do mikroklizanja duž prekrystaliziranog pelitskog matriksa. Metagrauvake se izmjenjuju sa zelenosivim, tamnosivim, katkad crnim slejtovima koji prevladavaju prema gornjim dijelovima serije. Većinom su tankopločaste do pločaste stijene dobre cjepljivosti te sedefastog sjaja. Mineralni sastojci su vrlo sitni, veličine između 0,03 i 0,4 mm. Boja stijene ovisi o udjelu pojedinog minerala. Tako povećani udio hematita i limonita daje stijeni ljubičastu boju koja lateralno prelazi u zelenkastu i zelenkasto sivu. Kada stijena sadrži dispergiranu organsku tvar, poprima sivu do tamnosivu boju (Jamičić et al., 1987).

**Spilitizirani dijabazi ( $\beta\beta ab$ )** nalaze se više mjesta uz potoke Radlovac i Žervanjska (Slika 3-2) i u njima su otvoreni kamenolomi. Pojavljuju se kao blokovi, nepravilne žile ili su interstratificirani unutar Radlovačkog kompleksa. Na kontaktnim plohama prema okolnim stijenama nema metamorfnih promjena. Uzduž ploha jačeg klizanja katkad se javljaju vlakna azbesta dužine do 10 cm. U mineralni sastav ulaze albit, klorit, amfibol (aktinolit i hornblenda), relikti klinopiroksena, kalcit i magnetit. Homogene je teksture, tipične krupnozrnaste strukture doleritskog tipa do sitnozrnaste ofitske strukture. U kontaktnim zonama dijabaz je mjestimično vrlo sitnog zrna i izrazito škriljave teksture (Jamičić et al., 1987).

### 3.2.5. Permotrijas

Naslage permotrijasa podijeljene su u dva paketa: donji paket filitnih konglomerata ( $^1PT$ ) i gornji paket kvarcnih pješčenjaka ( $^2PT$ ), koji kontinuirano prelazi u donji trijas.

**Filitni konglomerati ( $^1PT$ )** nalaze se južno od Orahovice, gdje leže transgresivno na prekambrijskim stijenama i stijenama devona. U njima se nalaze valutice filita, porijeklom iz prekambrijskih metamorfnih stijena. Uz filitne valutice nalaze se i valutice slejtova, metagrauvaka i vrlo rijetko granita. Za cijeli paket karakteristična je ljubičasta boja. U višim nivoima javljaju se i ljubičasti pješčenjaci. Valutice su dobro do srednje zaobljene, loše sortirane i mogu biti veličine do 10 cm promjera (Jamičić et al., 1987).

**Kvarcni pješčenjaci ( $^2PT$ )** leže konkordantno na filitnim konglomeratima i čine prijelazni horizont prema donjotrijaskim naslagama. To su pješčenjaci subarkoznog, protokvarcinitnog tipa, a uz sericitno vezivo nalazi se kvarcni i karbonatni cement. Karbonatni utjecaj povećava se prema vrhu serije. Prelazom filitnih konglomerata u kvarcne pješčenjake gubi se ljubičasta boja i stijene poprimaju zelenkastu i sivozelenkastu. Granicu prema donjotrijaskim dolomitima teško je utvrditi, ali se s velikom pouzdanošću može pretpostaviti da jedan dio kvarcnih pješčenjaka pripada donjem trijasu (Jamičić et al., 1987).



### 3.2.6. **Trijas**

Naslage trijasa na preglednoj geološkoj karti (Slika 3-2) izgrađuju prelazno područje Papuka koje se prostire južno od Orahovice.

**Pješčenjaci, šejlovi i siltiti (T<sub>1</sub>) donjeg trijasa** naliježu kontinuirano na permo-trijaskim tvorevinama. Nalazimo ih u vidu uskih, često tektonski reduciranih zona. Duž Viljevačke kose, na njih su reversno natisnute stijene Radlovačke serije, a južno od Orahovice čine tektonski isprekidan pojas. Naslage su debljine od nekoliko cm u bazi do najviše 30 cm. Naslage su neznatno uškriljene i malo metamorfozirane, a što je posljedica složenih tektonskih odnosa. Petrografski su determinirani kao protokvarciti, subarkoze, šejlovi, siltiti i slejt, uz moguće prelazne varijacije. Glavni sastojci su kvarc i feldspati, sporedni sericit, kvarcit, kvarc-sericitni škriljavac, klorit, dok je vezivo kvarc kemijskog porijekla, limonit te dolomit u vršnom dijelu naslaga. Boja im varira od sive, sivosmeđe, crvenosmeđe do zelenkastosive, što ovisi o količini željeza i klorita (Jamičić et al., 1987).

**Dolomiti, dolomitični vapnenci i vapnenci (T<sub>2</sub>) srednjeg trijasa**, zbog velike tektonske poremećenosti i oskudnih paleontoloških podataka, nisu detaljnije raščlanjene. Temeljem superpozicije utvrđena je prisutnost anizika, dok je ladinik tek mjestimično paleontološki dokumentiran. Naslage anizika čini nepravilna izmjena dolomita, dolomitičnih vapnenaca i dolomitno-karbonatnih breča. Dolomiti su sive do tamnosive boje, krupnokristalaste građe, šupljikavi te često razgrađeni u dolomitni pijesak. Vapnenci su sive, žućkastobijele i ružičaste boje i sparitske osnove. Dobro su uslojeni, a slojevi su centimetarske do metarske debljine. Dolomitno-karbonatne breče sadrže fragmente opisanih dolomita i vapnenaca s karbonatnim vezivom. Mlađi dio anizičkih naslaga u Papuku i Krndiji ukazuje na moguću diferencijaciju sedimentacijskog prostora od karbonatnog šelfa do dublje marinske sredine. U Istočnom dijelu Papuka i u Krndiji veći dio srednjetrijaskih karbonata pripada ladiniku. Prevladavaju kristalinični dijagenetski dolomiti s ulošcima laporovitih vapnenaca. Južno od Orahovice nalazimo dolomite s ostacima algi, foraminifera, bodlji ježinaca i gastropoda (Jamičić et al., 1987).



### 3.2.7. Pliocen

**Donji pont (Pl<sub>1</sub><sup>1</sup>)** predstavljen je **glinovitim i sitnopjeskovitim laporima i pijescima** koje još nazivamo i *abichi* naslagama. Sedimente donjeg ponta nalazimo na sjevernim padinama Papuka, u sjeveroistočnom dijelu pregledne geološke karte u području Pištana (Slika 3-2). Karakterizira ih izmjena glinovitih, siltno-pjeskovitih i manje karbonatnih lapora s ulošcima pijeska. Taloženi su nakon gornjopanonskih naslaga. Laporima su uglavnom neuslojeni ili slabo uslojeni uz izmjene s pijescima, sive su boje, s plavičastim i zelenkastim nijansama. U laporima i vapnenim pijescima udio CaCO<sub>3</sub> je u rasponu od 40-70%. Osnovni mineralni sastav čine feldspati i kvarc, a u teškoj mineralnoj frakciji glavni sastojci su granat, epidot i cirkon te disten, rutil, apatit i klorit (Jamičić et al., 1987).

**Gornji Pont (Pl<sub>1</sub><sup>2</sup>)** predstavljen je **pijescima, pješčenjacima, glinovitim laporima i pojavama ugljena** koje još nazivamo *rhomboidea* naslagama. Sedimente gornjeg ponta na preglednoj geološkoj karti (Slika 3-2) nalazimo između Kokočaka i Orahovice. Dijelom kontinuirano prate granicu donjopontskih naslaga, a dijelom ingresivno prekrivaju starije naslage ili su s njima u rasjednom kontaktu. Pretežni dio ovih naslaga čine nevezani i slabo vezani pijesci, pjeskoviti i glinoviti laporima s proslojcima pješčenjaka i ponegdje laporovitog vapnenca. Pijesci su obično homogeni i dobro sortirani, ponekad s primjesama silta, šljunka i gline. Proslojci pješčenjaka su determinirani kao tinjčasta subgrauvaka, dok se laporoviti vapnenci sastoje od mikrokristalastog kalcita s nejednoliko raspoređenim primjesama gline, kvarca, tinjaca i feldspata (Jamičić et al., 1987).

### 3.2.8. Levant-donji pleistocen

**Šljunci, pijesci i sitnopjeskovite gline (Pl,Q) donjeg pleistocena** otkriveni su u sjeveroistočnom dijelu pregledne geološke karte na području D. Pištane (Slika 3-2), gdje su transgresivni na gornjopontske sedimente. Pokriveni su lesom i mlađim nanosima kvartara. To su slatkovodni sedimenti molasnog tipa. Izgrađuju ih srednje ili loše sortirani pjeskoviti šljunci, pijesci, siltne pijesci s proslojcima breča-konglomerata te siltno-pjeskovite gline s lećama šljunka. Lokalno su ove naslage povremeno eksploatirane (Jamičić et al., 1987).

### 3.2.9. **Kvartar**

**Aluvij recentnih tokova (a)** je materijal kojim su zapunjene doline i aluvijalna korita donesen je sustavom manjih potoka i postepeno pretaloživan u niže dijelove terena. Nataloženi sedimenti su molasnog tipa s pojavama kose i ukrštene slojevitosti i sastavljeni od čestica različite veličine. Analizom nanosa utvrđeni su šljunci, šljunkoviti pijesci i siltovi te različite vrste matičnih stijena (Jamičić et al., 1987).

### 3.3. **Mineraloško-petrografske karakteristike dijabaza**

Po načinu pojavljivanja i strukturi, dijabazi pripadaju žilnim stijenama, odnosno hipabisalnim stijenama bazične magme. Pojave dijabaza su rezultat hlađenja jedne nediferencirane magme. Dijabazi se mogu javiti kao posebne intruzije u obliku silova i dajkova, bez ikakve veze s dubinskim stijenama. Po svome sastavu identični su vulkanskim stijenama – bazaltima, no imaju ofitsku strukturu. Velika razlika je u načinu njihovog pojavljivanja, jer dok se bazalti, kao vulkanske stijene pojavljuju u vidu kupa i vulkanskih ploča, dijabazi, kao hipabisalne stijene, javljaju kao plitke intruzije u obliku sila i žila (Ristić i Pamić, 1981).

Moguće je pronaći i dijabaze koji imaju analogan način pojavljivanja kao i bazalti. U tim slučajevima također imaju ofitsku strukturu, koja obično prelazi u intersertalnu. To je i razlog da su ih neki autori stavljali u hipabisalne, a drugi u vulkanske stijene. U Americi, umjesto naziva dolerit, koristi se termin dijabaz. Međutim, kod nas u Europi se termin dolerit koristi za označavanje krupnozrnatog bazalta, odnosno dijabaza. Dolerit je krupnozrnatiji od dijabaza, ali u osnovi su obje stijene istog mineralnog sastava i istih strukturnih karakteristika (Ristić i Pamić, 1981).

U sastav dijabaza ulaze plagioklasi i monoklinski pirokseni. Plagioklas je najčešće labrador. Piroksen je najčešće augit do titanogaugit, rjeđe – hipersten i broncit. Hornblenda je rijetko primarna u dijabazima, pojava vlaknastog uralita je česta, a biotit se sreće kao akcesorni mineral. U nekim dijabazima javlja se olivin (olivinski dijabaz), a kada se javlja u većim

količinama naziva se i pikrit-dijabaz. Postoje i kiseli dijabazi (kvarcni dijabazi) kod kojih se kvarc javlja zajedno sa K-Na feldspatom (Ristić i Pamić, 1981).

Plagioklasi su uvijek prizmatični i idiomorfni u odnosu na piroksene. Promjene pojedinih komponenata u dijabazima su veoma česta pojava. Plagioklasi mogu prijeći u albit, karbonate, minerale grupe epidot – coizita i druge sekundarne minerale. Dijabazi s olivinom podliježu procesu serpentinizacije, a vrste dijabaza koje sadrže broncit podliježu pretvaranju u bastit. Albitizacija dijabaza je čest proces, pri čemu se takvi dijabazi nazivaju albitiskim dijabazima, odnosno spiliti ili albitiziranim dijabazima. Dijabazi koji su sasvim promijenjeni nazivaju se metadijabazima, kod njih su i plagioklasi i primarni femski minerali prešli u sekundarne minerale (Ristić i Pamić, 1981).



**Slika 3-3** Dijabaz, fragment jezgre

#### **4. METODE ISTRAŽIVANJA LEŽIŠTA TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) „ŽERVANJSKA“**

Metode istraživanja mineralne sirovine tehničko-građevni kamen propisane su Pravilnikom o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina (NN 138/22). Odredbama Pravilnika su propisane maksimalne udaljenosti i vrsta istražnih radova pri istraživanju različitih mineralnih sirovina. Temeljem tako provedenih istraživanja vrši se kategorizacija mineralnih sirovina.

S obzirom na veličinu i složenost oblika (morfološka obilježja), genetske značajke i složenost geološke građe, mineraloško-petrografski sastav i strukturno-tektonska obilježja, eksploatacijsko polje „Žervanjska” svrstano je u drugu skupinu ležišta tehničko-građevnog kamena članka 6. i članka 51. Pravilnika o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina (NN 138/22). Zbog toga su najveće propisane udaljenosti između istražnih radova mogle biti 60 m za A kategoriju, 120 m za B kategoriju i 240 m za C1 kategoriju, bez mogućnosti korištenja ekstrapolacije pri proračunavanju rezervi B i C1 kategorije.

Obim i međusobna udaljenost istražnih radova (istražne bušotine s jezgrovanjem i na ispuh, istražni raskopi, otvoreni eksploatacijski profili, usjeci pristupnih puteva) te provedena geofizička istraživanja omogućili su upoznavanje geološke građe eksploatacijskog polja, a laboratorijskim ispitivanjima utvrđena je kakvoća mineralne sirovine. Navedenim istraživanjima eksploatacijskog polja utvrđeni su ležišni uvjeti glede zalijeganja, prostiranja, veličine i oblika mineralne sirovine, a shodno tome i građe ležišta. Utvrđena su osnovna tehnološka svojstva potrebna za određivanje uvjeta oplemenjivanja i prerade. Isto tako su utvrđeni tektonski odnosi te hidrogeološki, inženjerskogeološki i drugi prirodni uvjeti u opsegu koji omogućuje dobivanje osnovnih elemenata za izbor metoda eksploatacije.

Provedenim istražnim radovima postignut je dovoljan stupanj istraženosti ležišta, na osnovi kojeg se rezerve stijenske mase dijela eksploatacijskog polja „Žervanjska” mogu svrstati u bilančne, izvanbilančne i eksploatacijske rezerve C1 kategorije.

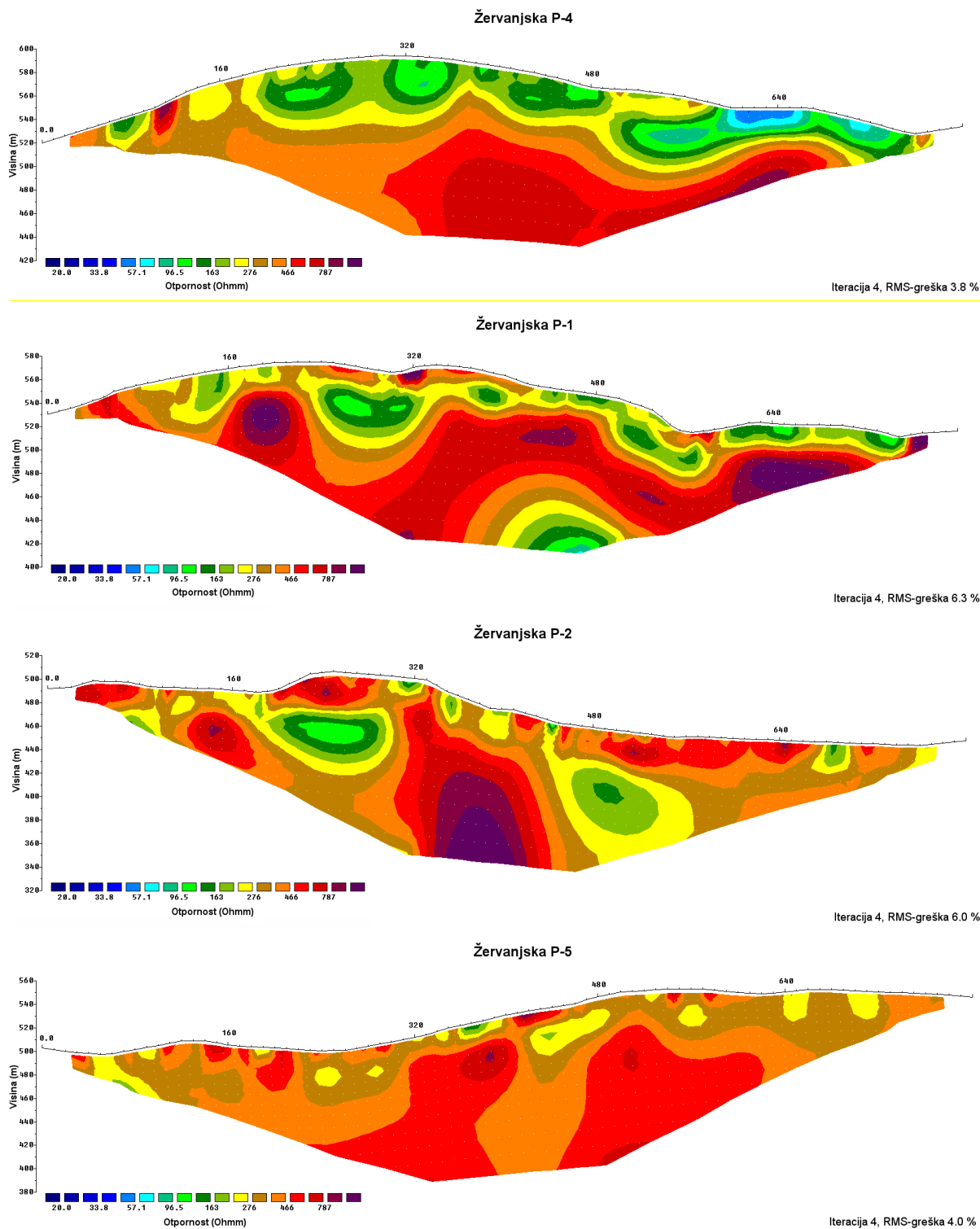
Najnovija geološka istraživanja ležišta imala su cilj utvrđivanje novih rezervi kvalitetnog dijabaza (mineralne sirovine tehničko-građevnog kamena) ispod razine trenutno potvrđenih

rezervi u jugozapadnom dijelu eksploatacijskog polja, površinskom kopu „Žervanjska nova“.

Tijekom srpnja i listopada 2009. godine su na cijelom eksploatacijskom polju obavljena opsežna geofizička istraživanja metodom dvodimenzionalne električne tomografije. Izmjerena su 4 tomografska profila oznaka P-1, P-2, P-4 i P-5 (Slika 4-1), pojedinačnih dužina 800 m. Podatke je obradio i interpretirao prof. dr. sc. Franjo Šumanovac s RGN fakulteta. Položaj tomografskih profila označen je na situacijskoj i geološkoj karti eksploatacijskog polja (Slika 5-3) te geološkim i proračunskim profilima (Slike 5-4 do 5-6).

Korelacijom rezultata istražnog bušenja s izmjerenim otporima na tomografskim profilima (Slike 5-4 do 5-6) uočena je dobra podudarnost. Više otpornosti (preko 400  $\Omega$ m) dobro se podudaraju sa nabušnim dijabazom i kompaktnim metapješčenjacima „Radlovačke serije“. Niže otpornosti (ispod 300  $\Omega$ m) podudaraju se sa nabušnim naslagama „Radlovačke serije“, gdje otpornosti ispod 100  $\Omega$ m zasigurno ukazuju na trošne, zaglinjene laminirane metamorfozirane siltite (slejt-filit) i metaškrljavce (Šumanovac, 2010). Pošto su tomografski profili bili postavljeni duž pružanja dijabazne grede (gotovo paralelno s Žervanjskim potokom), relativno su dobro ukazali na poprečne rasjede, kojima je dijabazno tijelo razlomljeno u manje blokove (Šumanovac, 2010).

Na osnovi geoloških i geofizičkih istraživanja zapadnog i jugozapadnog dijela eksploatacijskog polja – površinskog kopa „Žervanjska nova“ provedenih do 2020. godine pretpostavljeno je prostiranje kvalitetnog dijabaza i ispod tadašnje kote dna proračuna rezervi na oko 475 m n.v. Stoga se tijekom 2021. godine odlučilo izraditi 4 istražne bušotine u jugozapadnom dijelu eksploatacijskog polja, kojima bi se utvrdilo prostiranje i kakvoća dijabaza te kota dna dijabazne grede („sill“) tog dijela ležišta.



**Slika 4-1** Tomografski profili – interpretirani model otpornosti (Šumanovac, 2010)

Istražne bušotine oznaka B-1/21 i B-2/21 su cijelom dužinom do kote dna na oko 440 m n.v. registrirale kvalitetan dijabaz – mineralnu sirovinu tehničko-građevni kamen. Provedenim

istražnim radovima se tako na dijelu eksploatacijskog polja kota proračuna kvalitetne sirovine spustila za oko 40 m..

Izvedene istražne bušotine s jezgrovanjem oznaka B-1/21, B-2/21, B-3/21 i B-4/21 ukupne su dubine 187 m (Slika 4-2). Najniže kote bušotina B-1/21 i B-2/21 iznose 440 m n.v. Najniža kota bušotina B-3/21 iznosi 449 m n.v., a bušotina B-4/21 463 m n.v. Bušotine B-1/21 i B-2/21 su cijelom dužinom unutar manje alteriranog dijabaza, a istražnim bušotinama oznaka B-3/21 i B-4/21 je na koti 458,2, odnosno 470,3 m n.v. utvrđena podina dijabaza, koju čine metamorfozirana kvarcna grauvaka i arenit, te metamorfozirani šejl.

Bušotinski radovi su provedeni od strane trgovačkog društva Geoservis A.S. d.o.o. iz Sesevskog Kraljevca. Krajem 2021. godine je izvršena je makroskopska determinacija, opis i uzorkovanje jezgre za laboratorijska ispitivanja.

Na uzorcima jezgri istražnih bušotina su u ovlaštenom laboratoriju trgovačkog društva Institut IGH d.d. u Zagrebu tijekom 2022. godine izvršena ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava i određivanja kemijskog i mineraloško-petrografskog sastava. Ispitivanja su izvedena sukladno važećem pravilniku.



**Slika 4-2** Izvedene istražne bušotine s jezgrovanjem oznaka B-1/21, B-2/21, B-3/21 i B-4/21

Za potrebe ovog rada obavljena je geološka prospekcija eksploatacijskog polja koja je prethodila planiranju istražnih radova, jezgra istražnih bušotina je determinirana i makroskopski opisana. Nakon dobivenih rezultata laboratorijskih ispitivanja, izrađeni su profili istražnih bušotina s jezgrovanjem u programu *AutoCAD* te geološka karta i geološki i proračunski profili eksploatacijskog polja „Žervanjska“.

Osnovni podaci o pozicijama i dubinama istražnih bušotina nalaze se u Tablici 4-1, a profili istražnih bušotina se nalaze u Prilozima od 1 do 4.

**Tablica 4-1** Osnovni podaci o istražnim bušotinama s jezgrovanjem izvedenim na eksploatacijskom polju „Žervanjska“ tijekom 2021. godine

Oznaka bušotine	Koordinate ušća bušotina HTRS96/TM		Kota ušća (m n.v.)	Kota dna (m n.v.)	Dubina buš. (m)
	E	N			
B-1/21	600 166	5 040 629	490,0	440,0	50,0
B-2/21	600 162	5 040 657	490,0	440,0	50,0
B-3/21	600 235	5 040 724	509,0	449,0	60,0
B-4/21	600 299	5 040 665	490,0	463,0	27,0

Položaj istražnih bušotina s jezgrovanjem izvedenih tijekom 2021. godine prikazan je na isječku situacijske i geološke karte (Slika 5-3) s pripadajućim geološkim profilima (Slika 5-4 do 5-6)

Profili istražnih bušotina (Prilog 1 do 4) izrađeni su u računalnom programu *AutoCAD LT* u mjerilu 1:100. Tijekom istražnog bušenja jezgra je slagana u sanduke veličine 1 x 1 m. Svaki sanduk s jezgrom je označen nazivom bušotine i dubinom s koje je jezgra izvađena. Prije determinacije jezgra je oprana vodom te je fotografirana (Slika 4-3). Jezgra je makroskopski determinirana, izmjereni su uzorci jezgre duljine veće od 10 cm da bi se izračunao RQD indeks te je izračunat postotak jezgre (ukupna dužina bušotine podijeljena s dužinom izvađene jezgre). Odabrani su reprezentativni uzorci jezgre i poslani na daljnja mineraloško-petrografska, kemijska i ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava u laboratorij trgovačkog



društva Institut IGH d.d. u Zagrebu. Dobiveni podaci prikazani su na profilima istraţnih bušotina B-1/21 do B-4/21 (Prilog 1 do 4).



**Slika 4-3** Sanduk s jezgrom stijenske mase dijabaza istraţne bušotine B-3/21

Podloga na kojoj je izrađena detaljna geološka karta (Slika 5-3.) je situacijska karta mjerila 1:1000 na koju su s geološke karte, izrađene u sklopu „Elaborata o rezervama tehničko građevnog-kamena na eksploatacijskom polju „Žervanjska“-V obnova rezervi“, preneseni geološki i proračunski profili, pozicije istraţnih bušotina i geofizičkih profila izvedenih do 2020. godine. Na situacijsku kartu ucrtane su terenske točke opaţanje i pozicije novih bušotina, čije su koordinate, isto kao i situacijska karta, u HTRS96/TM koordinatnom sustavu. Na situacijsku kartu su, na temelju podataka dobivenih inţenjerskogeološkim kartiranjem, istraţnim bušenjem s jezgrovanjem, fotografija snimljenih tijekom geološkog kartiranja, 3D modela eksploatacijskog polja „Žervanjska“ izrađenog od strane navedenog geodeta i snimaka dronom, ucrtani položaji diskontinuiteta i kontakt dijabaza, naslaga Radlovačke serije te jalovišta. Kategorizacija rezervi tehničko-građevnog kamena i završna kosina izmijenjene su u odnosu na prethodni model u sjeverozapadnom dijelu geološke karte uzimajući u obzir nova saznanja dobivena istraţnim bušenjem s jezgrovanjem i

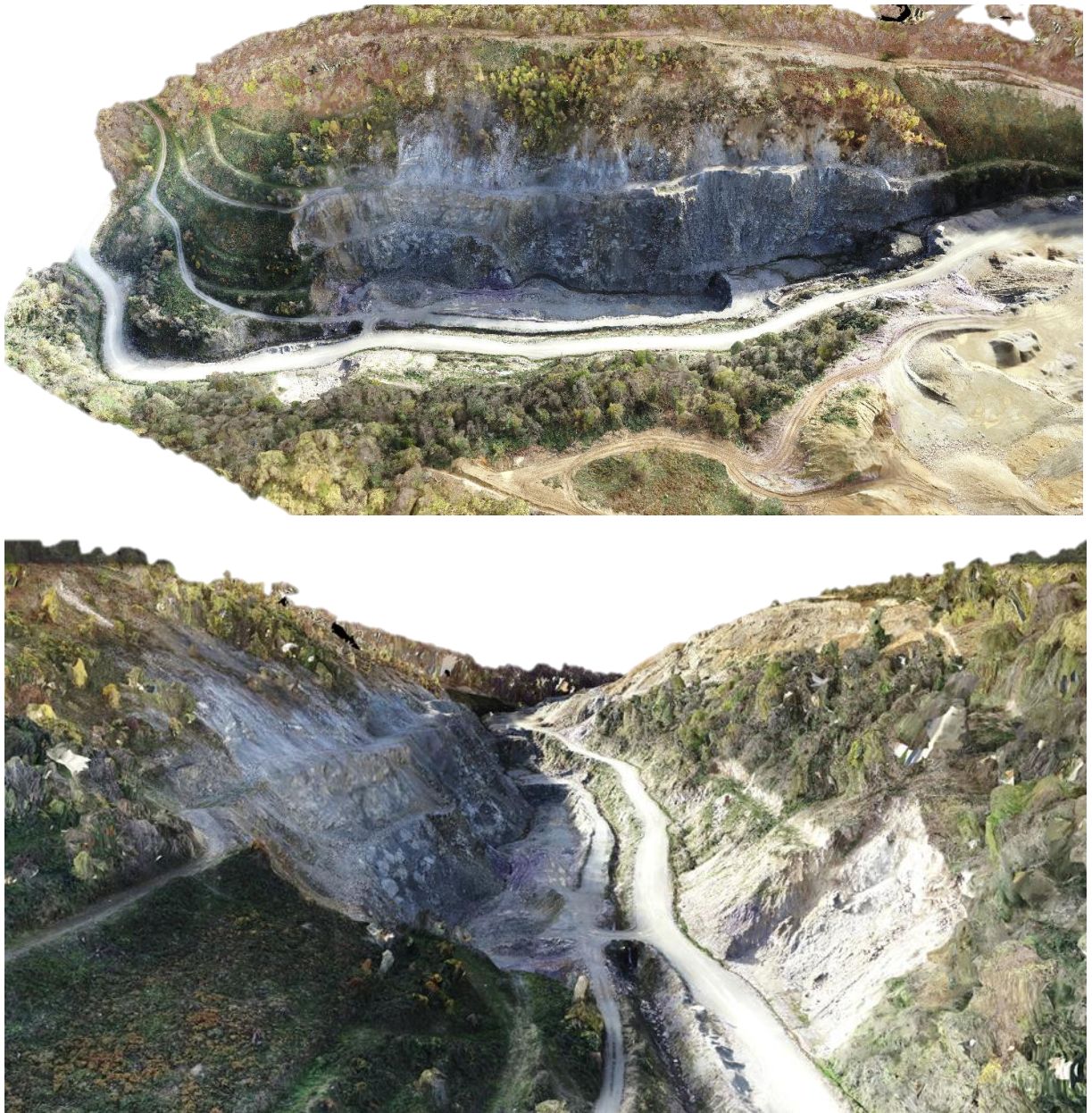
laboratorijskom ispitivanjima. Situacijska karta je grafički uređena i dodani su svi potrebni kartografski elementi: sastavnica, legenda, litološke oznake i okvir.

Na temelju izrađene geološke karte i novih saznanja, geološki i proračunski profili (Slika 5-4 do 5-6) ažurirali su prijašnji geološki model izrađen u sklopu „Elaborata o rezervama tehničko građevnog-kamena na eksploatacijskom polju „Žervanjska“-V obnova rezervi“. Na temelju nadmorskih visina sa situacijske karte, izračunate su vrijednosti nadmorske visine za točke na geološkim i proračunskim profilima, te je pomoću njih konstruirana nova linija površine terena. Unesene su nove istražne bušotine i geološki kontakti s geološke karte, na temelju kojih je poboljšan prijašnji geološki model. Proračunate su i kategorizirane rezerve mineralne sirovine i jalovine, te je konstruirana nova generalna završna kosina u sjeverozapadnom dijelu površinskog kopa.



## 5. GEOLOŠKA GRAĐA, HIDROGEOLOŠKE I INŽENJERSKOGEOLOŠKE ZNAČAJKE EKSPLOATACIJSKOG POLJA TEHNIČKO-GRAĐEVNOG KAMENA (DIJABAZA) „ŽERVANJSKA“

Dosadašnjom eksploatacijom formirana su dva površinska kopa, „Žervanjska stara“ i „Žervanjska nova“. Na površinskom kopu „Žervanjska stara“ osnovni plato se nalazi na oko 445 m n.v. dok se na površinskom kopu „Žervanjska nova“ nalazi na 485-495 m n.v. (Slika 5-1).

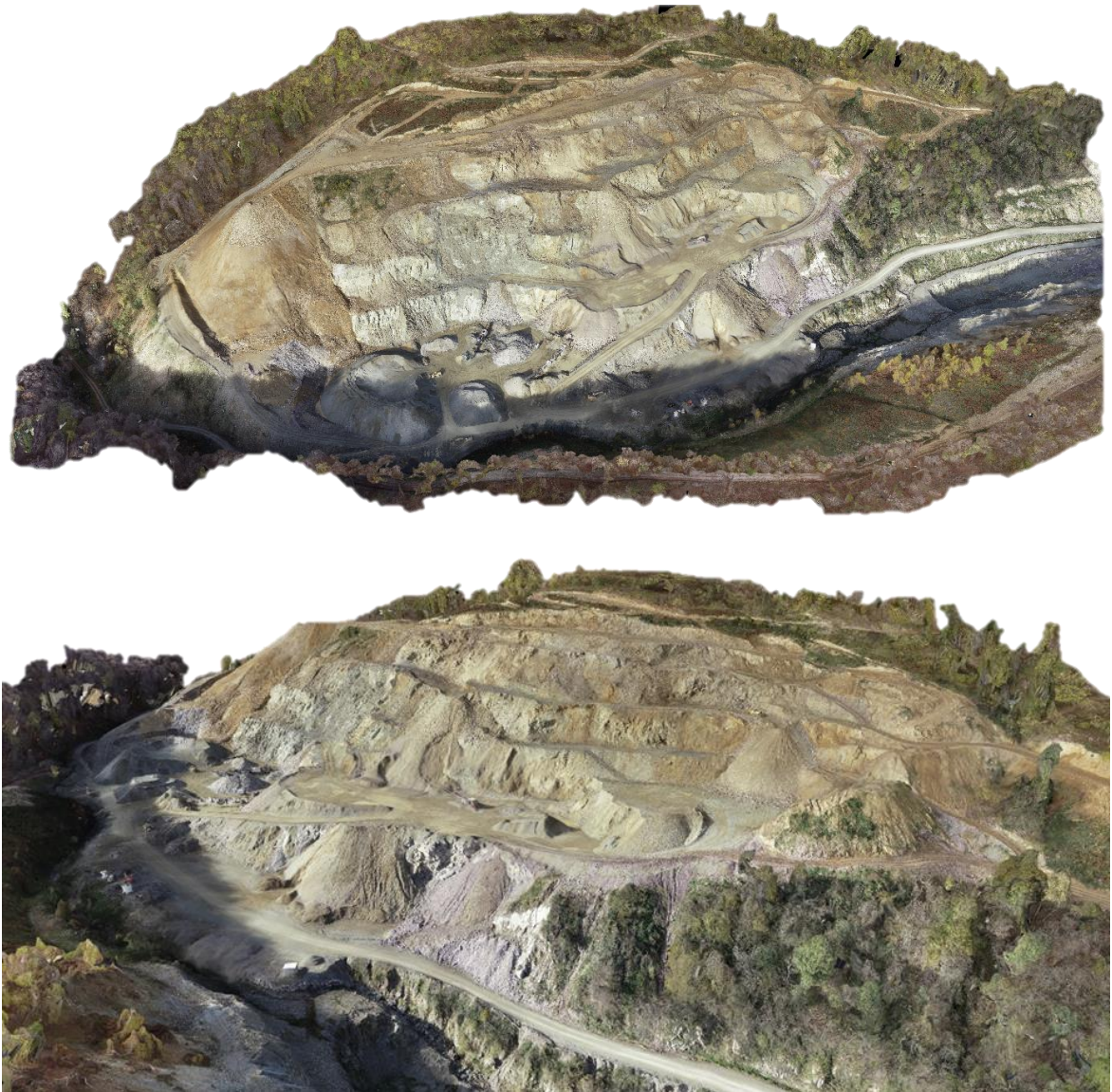


Slika 5-1 Površinski kop eksploatacijskog polja „Žervanjska“- „Žervanjska stara“



Površinski kop „Žervanjska stara“ smješten je u istočnom i jugoistočnom dijelu eksploatacijskog polja „Žervanjska“, u podnožju sjeverne padine Ravnog brda, uz desnu obalu Žervanjskog potoka. Eksploatacija se vrši na trima visinskim etažama s kotama etažnih ravni na 460-465 m n.v., 480-490 m n.v. i 490-500 m n.v. Plato druge etaže prati kontakt dijabaza i krovinskih naslaga „Radlovačke serije“ (slika 5-1).

Površinski kop „Žervanjska nova“ nalazi se u zapadnom dijelu eksploatacijskog polja „Žervanjska“, u podnožju južne padine Viljevačke kose, uz lijevu obalu Žervanjskog potoka. Dosadašnjom eksploatacijom formirane su četiri visinske etaže s etažnim ravnima na oko 510 m n.v., oko 530 m n.v., oko 550 m n.v. i oko 580 m n.v. Plato prve i druge etaže većim dijelom prati kontakt dijabaza i krovinskih naslaga metapješčenjaka Radlovačke serije (slika 5-2).



**Slika 5-2** Površinski kop eksploatacijskog polja „Žervanjska“- „Žervanjska nova“

Na osnovi geoloških i geofizičkih istraživanja zapadnog i jugozapadnog dijela eksploatacijskog polja – površinskog kopa „Žervanjska nova“ provedenih do 2020. godine pretpostavljeno je prostiranje kvalitetnog dijabaza i ispod tadašnje kote dna proračuna rezervi na oko 475 m n.m. Stoga se tijekom 2021. godine odlučilo izraditi 4 istražne bušotine u jugozapadnom dijelu eksploatacijskog polja, kojima bi se utvrdilo prostiranje i kakvoća dijabaza te kota dna dijabazne grede („sill“) tog dijela ležišta (prilog 1 do 4). Istražnim bušotinama oznaka B-3/21 i B-4/21 je na koti 458,2, odnosno 470,3 m n.m. utvrđena podina dijabaza, koju čine metamorfozirana kvarcna grauvaka i arenit te metamorfozirani šejl. Istražne bušotine oznaka B-1/21 i B-2/21 su cijelom dužinom do kote dna na oko 440 m n.m. registrirale kvalitetan dijabaz – mineralnu sirovinu tehničko-građevni kamen. Provedenim istražnim radovima se tako na dijelu eksploatacijskog polja kota proračuna kvalitetne sirovine spustila za oko 40 m.

Geološka građa ležišta „Žervanjska“ utvrđena je na osnovi analize rezultata brojnih istraživanja rađenih za potrebe eksploatacije dijabaza na površinskim kopovima otvorenim duž Radlovačke rijeke i potoka Žervanjska, detaljnog geološkog kartiranja užih područja površinskih kopova, izradom istražnih bušotina te primjenom geofizičkih istraživanja.

Stijensku masu ležišta „Žervanjska“ izgrađuju dva genetski i petrografski različita člana - dijabaz i semimetamorfiti Radlovačke serije. Pri tome je dijabaz vrlo kvalitetna mineralna sirovina tehničko-građevni kamen, dok se dio naslaga semimetamorfita Radlovačke serije, prvenstveno kompaktni metapješčenjaci, slabo metamorfozirani kvarcni areniti, metakonglomerati i bazalti mogu koristiti kao tehničko-građevni kamen nižih zahtjeva glede kakvoće.

Ležište dijabaza „Žervanjska“ ima oblik izdužene grede („sill“) generalnog pružanja SI-JZ, utisnute unutar Radlovačkog semimetamorfnog kompleksa, kojeg izgrađuju različito obojene filitoidne stijene (slejtovi), metagrauvake, slabo metamorfozirane i metamorfozirane kvarcne grauvake (metapsamiti), slabo metamorfozirani kvarcni areniti (metapsamit), metakonglomerati, metamorfozirani šejlovi (metapelit), tinjčevi škriljavci, kloritski škriljavci, bazalti, metakonglomerati i kvarcni konglomerati.

Površinski kopovi „Žervanjska stara“ i „Žervanjska nova“ otvoreni su unutar jedinstvenog, ali tektonikom poremećenog rudnog tijela, koga čini gore spomenuta dijabazna greda („sill“). Smješteni su u dubokom, morfološki vrlo jasno izraženom jarku-kanjonu potoka Žervanjska, pri čemu se površinski kop „Žervanjska nova“ nalazi s lijeve strane potoka, a površinski kop „Žervanjska stara“ s njegove desne strane. Pružanje otvorenih otkopnih fronti u oba površinska kopa uglavnom se podudara s pružanjem dijabazne grede i Radlovačke serije.

Rezultati dosadašnjih istraživanja ležišta „Žervanjska“ ukazuju da je dijabazna greda uložena u semimetamorfite Radlovačke serije. Debljina dijabazne grede je oko 75 m (varira između 60 i 100 m, Slika 5-4 do 5-6). Debljina joj je određena istražnom bušotinom s jezgrovanjem oznake ŽJ-3/06 (Matjašić, 2020), koja je jedina nabušila krovinu i podinu dijabaza i novim istražnim bušotinama oznaka BJ-3/21 i BJ-4/21 (Prilog 3 i 4), koje su registrirale podinu dijabaza. Ostale istražne bušotine su većim dijelom definirale krovinske naslage dijabaza, dijelom zabušile dijabaz te zbog nemogućnosti dubljeg bušenja (ograničenja opreme ili pojava vode) nisu dosegle podinu.

Opis dijabaza dan je na osnovi makroskopskog pregleda uzoraka odminiranog kamena, jezgri istražnih bušotina, zasjeka pristupnih puteva na etaže, kao i njihovih mikroskopskih analiza. Makroskopski, dijabaz je homogene teksture i krupnozrnaste do sitnozrnaste ofitske ili tipične dijabazne strukture. Štapičasta zrna zelene boje jasno se razlikuju od tamnosive osnove. Dijabaz ima nepravilan do ravan lom, a površine prijeloma su hrapave. Glavni primarni sastojci su plagioklasi, međusobno su isprepleteni i često su uklopljeni u trna piroksena (subofitska struktura). Dimenzije plagioklasa mjerene u mikroskopskim preparatima iznose do 8 mm. Djelomično su ili u cijelosti alterirani i ispunjeni sekundarnim produktima (sosiritom, sericitom i kloritom). Dijabaz eksploatacijskog polja „Žervanjska“ određen je kao alterirani, albitizirani, sosiritizirani, aktinolitizirani i spilitizirani dijabaz, uz konstataciju da opisane alteracije ne utječu značajnije na njegovu kakvoću pri primjeni kao tehničko-građevni kamen. Novijim petrografskim ispitivanjima jezgre istražnih bušotina izvedenih tijekom 2022. godine uzorci su klasificirani kao dijabaz (manje izmijenjen), u kojem su plagioklasi alterirani, a pirokseni imaju rubove izmijenjene procesima aktinolitizacije i tremolitizacije.

Kontakti dijabaza s okolnim naslagama Radlovačke serije promatrani su na prostranim otkopnim frontama površinskih kopova i usjecima pristupnih puteva. Kontakti su jednim dijelom tektonski, a dijelom ima pojava koje daju izgled primarnog kontakta. Gotovo u pravilu, duž rasjednih kontakata je dijabaz sitnozrnati, alteriran i intenzivno raspucan, fragmentiran. Površine pukotina prevučene su žuto-smeđom mineralnom tvari dok je na svježem prijelomu smečkasto zelene boje koja upućuje na visok stupanj alteracije. Filiti Radlovačke serije su često duž rasjednih kontakata s dijabazom crne boje, vrlo rastrošeni, ponegdje „zemljasta izgleda”.

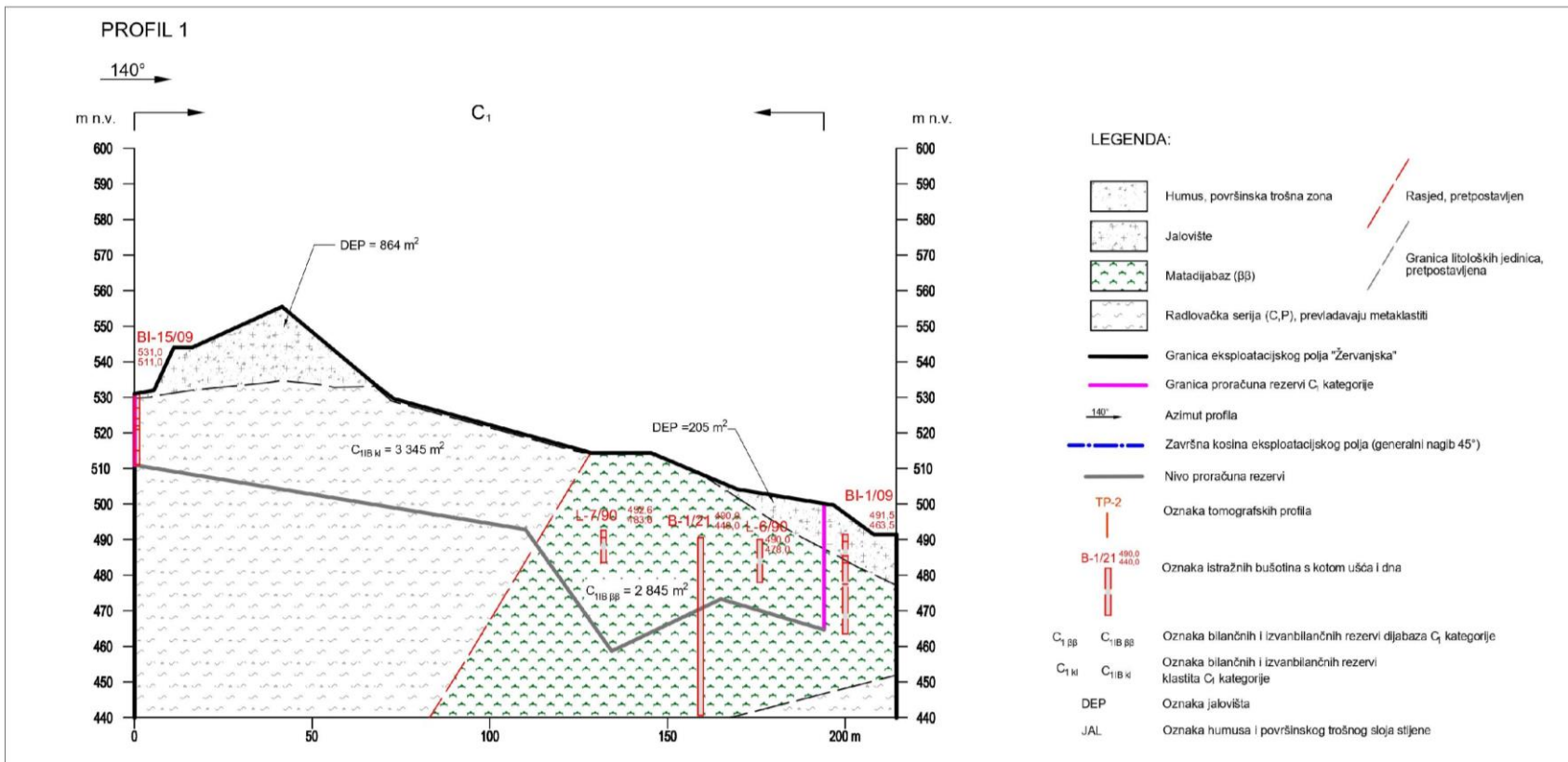
Na proračunskom i geološkom profilu 2 (Slika 5-5) vidi se da su bušotine B-1/21 i B-2/21 u potpunosti unutar dijabazne grede, a na proračunskom i geološkom profilu 3 su bušotine B-3/21 i B-4/21 većim dijelom unutar dijabaza, a pri dnu su registrirane naslage podine, metamorfozirana kvarcna grauvaka i arenit te metamorfozirani šejl tamnije sive boje. Rezultati istražnog bušenja dobro se poklapaju s prijašnjim modelom geološke građe ležišta, a utvrđeni kontakt dijabaza i podinskih metamorfoziranih klastita dublji je nego se to registriralo prethodnim istražnim radovima (veća debljina dijabazne grede tog dijela ležišta). U odnosu na prethodne istražne radove, utvrđen je dublji kontakt dijabaza i metamorfoziranih klastita podine, u prosjeku oko 15 m, a mjestimice i više od 20 m. To je osobito izraženo između proračunskih i geoloških profila oznaka 2 i 3 (Slika 5-5) i 3 (Slika 5-6).

Tekstura i struktura dijabaza uzorkovanog iz jezgre istražnih bušotina oznaka B-3/21 i B-4/21 ukazuje na sitnokristalasti varijetet na kontaktu s naslagama podine – metamorfozirana kvarcna grauvaka na dubini 50,8 m u B-3/21 i metamorfoziranom kvarcnom grauvakom na dubini 19,7 m u B-4/21.

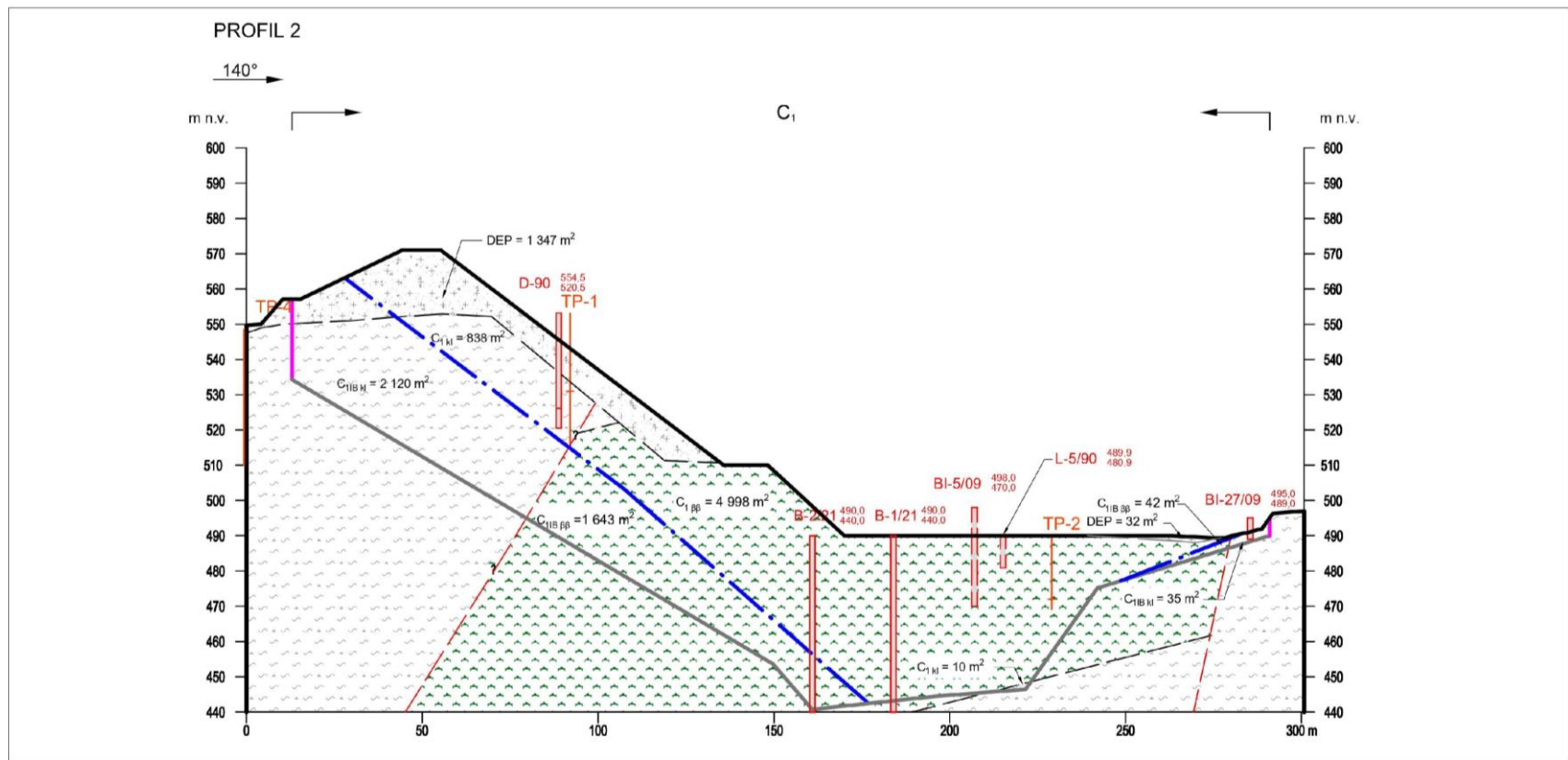




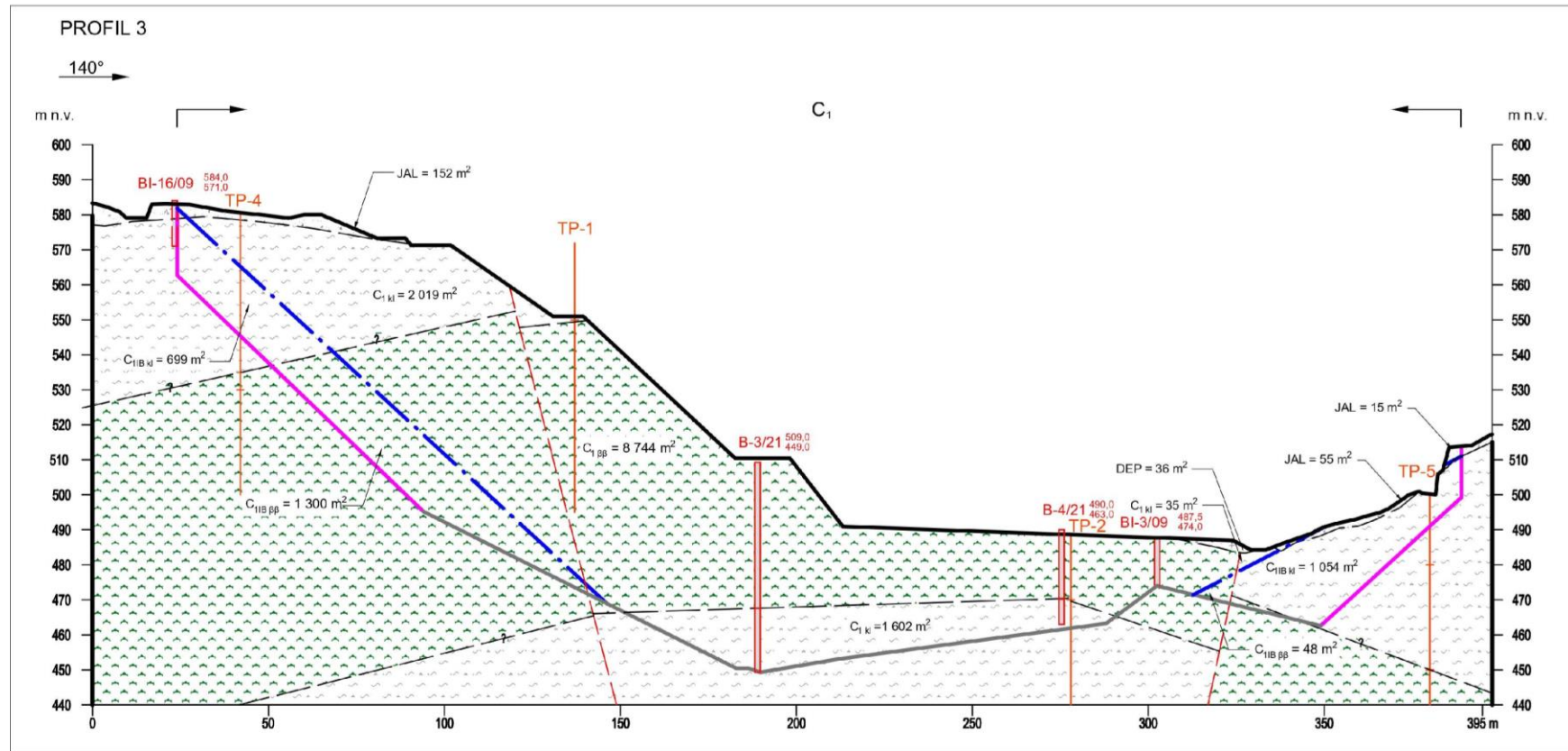




Slika 5-4 Geološki i proračunski profil 1



Slika 5-5 Geološki i proračunski profil 2



Slika 5-6 Geološki i proračunski profil 3

Geološkom prospekcijom tijekom 2022. godine na otkopnim frontama su izmjereni diskontinuiteti (rasjedi, pukotine, škriljavost) i njihov položaj je ucrtan na situacijsku i geološku kartu eksploatacijskog polja (slika 5-3).

Prva i druga etaža površinskog kopa „Žervanjska nova“ (od kote 480 m n.m. do kote 530 m n.v.) imaju sličan strukturni sklop, gdje prevladavaju diskontinuiteti položaja 200/55 (perzistencije preko 30 m, sa limonitno-hematitno-glinovitom ispunom), 160/45 (perzistencije preko 20 m), 120/85 (perzistencije preko 20 m), 310/85 (perzistencije preko 20 m), 100/55 (kraći diskontinuiteti perzistencije do 5 m) i 10/20 (perzistencije do 5 m).

Unutar stijenske mase dijabaza treće etaže (nadmorska visina 540-550 m n.m.) prevladavaju diskontinuiteti položaja 290/80, 180/45 (perzistencije preko 10 m), 25/35, 240/25, 115/60 (perzistencije preko 10 m), 160/50, 145/65, 290/30, 320/20 (perzistencije preko 30 m), 60/80 i 185/25. U metamorfoziranim šejlovima iznad dijabaza dominira škriljavost položaja 345/10.

Iznad dijabaza sjeveroistočnog dijela eksploatacijskog polja, na gornjim etažama površinskog kopa „Žervanjska nova“, na površini su registrirane naslage ljubičastih metamorfoziranih šejlova (škriljavost 200/10, 320/30), metamorfoziranih pješčenjaka (škriljavost 320/25), glinovitih škriljavaca smečkaste boje (škriljavost 5/45) te metasiltita ili filita smečkasto-crvene boje (škriljavost 315/25 i 160/40). Dijabazi sjeveroistočnog ruba površinskog kopa „Žervanjska nova“ na nadmorskoj visini 540-560 m.n.v. su sitnokristalasti, površinski alterirani i nemaju izražene dominantne diskontinuitete.

U površinskom kopu „Žervanjska stara“ prevladavaju vertikalni i subvertikalni rasjedi generalnog pružanja 175-355 i 165-345, a podređeni su rasjedi pružanja 5-185. S obzirom da su subvertikalni na pružanje otkopne fronte površinskog kopa, ne utječu značajnije na generalnu stabilnost kosina etaže. Isto vrijedi i za rasjede generalnog pružanja 170-350, 130-310 i 45-225 koji su subvertikalni na pružanje otkopne fronte površinskog kopa „Žervanjska nova“. Međutim, rasjedi položaja 160/38 i 82-262 subparalelni su po pružanju, a i po nagibu (160/38) s otkopnom frontom površinskog kopa Žervanjska nova te mogu imati nepovoljan utjecaj na stabilnost kosine etaža.

Na području eksploatacijskog polja „Žervanjska“ nisu obavljena posebna hidrogeološka istraživanja. Potok Žervanjska izvire u Smrdljivom Jarku, zapadno od eksploatacijskog polja i odvaja Ravno brdo od Viljevačke kose. Na istraživanom području prevladavaju vodonepropusne stijene s pukotinskom ili rjeđe međuzrnskom poroznošću. Na području oba površinska kopa nisu zapaženi izvori. Dijabazi imaju manju poroznost i upijanje vode te se brže i bolje dreniraju od stijena Radlovačke serije.

## 6. KAKVOĆA MINERALNE SIROVINE

Kakvoća mineralne sirovine tehničko-građevnog kamena eksploatacijskog polja „Žervanjska” zasebno je utvrđena za mineralnu sirovinu bolje kakvoće dijabaz, a zasebno za metamorfozirane kvarcne arenite i grauvake (metapsamite), siltite, metamorfozirane tinjčve škiljavce, metakonglomerate i bazalte Radlovačke serije – mineralnu sirovinu lošije kakvoće.

Kakvoća kvalitetne mineralne sirovine tehničko-građevnog kamena dijabaza utvrđena je potpunim i djelomičnim ispitivanjima fizikalno-mehaničkih svojstava te određivanjem kemijskog i mineraloško-petrografskog sastava uzoraka jezgre istražnih bušotina izvedenih tijekom 2006. (CSS d.o.o.) i 2021. godine (Institut IGH d.d.), ispitivanjima fizikalno-mehaničkih svojstava i određivanjem mineraloško-petrografskog sastava kompozitnih uzoraka jezgre istražnih bušotina, ispitivanjem fizikalno-mehaničkih svojstava i petrografskim određivanjem uzoraka odminirane stijenske mase.

Za metamorfozirane pješčenjake i siltite Radlovačke serije kakvoća je utvrđena potpunim i djelomičnim ispitivanjem fizikalno-mehaničkih svojstava i mineraloško-petrografskog sastava uzoraka jezgri istražnih bušotina te uzoraka krhotina i praha istražnih bušotina na ispuh, izvedenih tijekom 2009. i 2010. (CSS d.o.o.). Kakvoća metamorfoziranih kvarcnih arenita, tinjčevih škrljivaca, metakonglomerata te bazalta Radlovačke serije utvrđena je ispitivanjem fizikalno-mehaničkih svojstava i mineraloško-petrografskim analizama uzoraka odminirane stijenske mase (Institut IGH, d.d.

Procjenjuje se da opisanom načinom uzorkovanja ispitani uzorci čine reprezentativni uzorak za više od 80% mineralne sirovine eksploatacijskog polja „Žervanjska“.

Rezultati potpunih ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava uzoraka jezgre dijabaza iz istražnih bušotina B-1/21, B-2/21, B-3/21 i B-4/21 i petrografsko ispitivanje kompozitnih uzoraka jezgre dani su u tablici 6-1.

U Tablici 6-1. srednje vrijednosti rezultata potpunih ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava uzoraka determiniranih kao dijabaz pripadaju mineralnoj sirovini bolje kakvoće, a

uzorci ostalih varijeteta, pretežito metamorfnih stijena, Radlovačke serije mineralnoj sirovini lošije kakvoće.

Mineraloško-petrografskim analizama su uzorci istražnih bušotina mineralne sirovine bolje kakvoće određeni kao dijabaz i izmijenjeni, spilitizirani dijabaz, a mineralne sirovine lošije kakvoće kao blago metamorfozirani silit do pješčenjak, slabo metamorfozirani kvarcni arenit (metapsamit), bazalt, tinjčev škriljavac, metakonglomerat i metamorfozirani šejl (metapelit).

Usporedbom srednjih vrijednosti rezultata fizičko-mehaničkih svojstava uzoraka dijabaza, klastita i metamorfoziranih klastita Radlovačke serije ispitanih tijekom 2021. i 2022. godine vidljivo je generalno poboljšanje ako se gleda raspon kakvoće u odnosu na rezultate ispitivanja prethodnih razdoblja. Tome je uzrok bolja kakvoća stijenske mase registrirane istražnim bušotinama ispitanim 2022. godine te boljom kakvoće odminirane stijenske mase dijabaza te klastita i metamorfoziranih klastita Radlovačke serije ispitanih tijekom 2021. i 2022. godine.

Ocjena podobnosti stijenske mase dijabaza, kao mineralne sirovine tehničko-građevni kamen, dana je na osnovi rezultata laboratorijskih ispitivanja fizikalno-mehaničkih svojstava i određivanjem kemijskog i mineraloško-petrografskog sastava uzoraka jezgre istražnih bušotina prikazanih u tablici 6-1. Stijenska masa dijabaza eksploatacijskog polja „Žervanjska“ (mineralne sirovine bolje kakvoće) ocijenjena je povoljnom sirovinom za proizvodnju:

- 1) kamene sitneži za izradu asfaltnih mješavina tipa asfaltbetona na autocesti i cestama svih razreda prometnog opterećenja (HRN U.E4.014)
- 2) kamene sitneži za izradu gornjih (BNS) i donjih (DBNS) nosivih slojeva od bitumeniziranog materijala na autocesti i cestama svih razreda prometnog opterećenja (OTU-Zgb/89, HRN U.E9.028, HRN B.B3.100 i HRN U.E9.021)
- 3) drobljenog kamena za izradu donjih nosivih tamponskih slojeva mehanički ili kemijski stabiliziranih (HRN U.E9.024, HRN U.E9.020, HRN U.E9.028)
- 4) drobljenog nesepariranog kamena za izgradnju i održavanje gospodarskih cesta
- 5) agregata za beton (HRN.B.B2.009)
- 6) drobljenog kamena za asfaltne kolničke zastore, kategorija K-I (OTU, Knjiga III)

**Tablica 6-1** Srednje vrijednosti rezultata kompletnih ispitivanja fizikalno-mehaničkih i kemijskih svojstava uzoraka odminirane stijenske mase i jezgre istražnih bušotina eksploatacijskog polja „Žervanjska“

VRSTA ISPITIVANJA	UZORCI STIJSKE MASE		JEZGRA		
	72560-0496/22 <i>Radlovačka serija</i>	220/21 <i>Dijabaz</i>	72560-0495/22 <i>Dijabaz</i>	1783/10 BJ-1/09 <i>Radlovačka serija</i>	2/07 ŽJ-1;3;4;7 <i>Dijabaz</i>
Tlačna čvrstoća (MPa)					
- u suhom stanju	174	199	206	111,5	151,1
- u vodom zasićenom stanju	108	-	177	49,9	148,5
- nakon smrzavanja	156	-	213	85,6	135,3
Otpornost na habanje po Böhme-u (gubitak cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup> )	7,1	-	7,2	13,8	10,3
Upijanje vode (mas.%)	0,34	0,2	0,09	0,49	0,17
Obujmna masa (t/m <sup>3</sup> )	2,730	2,930	2,930	2,69	2,930
Gustoća (t/m <sup>3</sup> )	2,800	2,980	2,960	2,717	2,935
Stupanj gustoće	-	-		0,964	0,998
Poroznost (vol.%)	2,60	1,7	1,14	3,57	0,17
Otpornost na drobljenje – LA test	26	-	9	-	-
Postojanost na mrazu (25-26 cikl.)	postojan	postojan	postojan	<i>postojan</i>	postojan
Ispitivanje postojanosti metodom otopine Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	0,16	-
Brzina prolaza ultrazv. val. (m/s)	4 416, 6 736, 5 117, 5 352	-	-	3 345	-
Gubitak žarenjem 1000 °C (mas.%)	-	-	-	-	2,89
Silicijev dioksid, SiO <sub>2</sub> (mas.%)	-	-	-	-	49,91
Netopivi ostatak (mas.%)	-	-	-	-	1,39
Željezni oksid, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mas.%)	-	-	-	-	6,58
Titanov dioksid, TiO <sub>2</sub> (mas.%)	-	-	-	-	0,64
Aluminijev oksid, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mas.%)	-	-	-	-	17,20
Kalcijev oksid, CaO (mas.%)	-	-	-	-	8,83
Magnezijev oksid, MgO (mas.%)	-	-	-	-	8,16
Sumporni trioksid, SO <sub>3</sub> (mas.%)	-	-	-	-	0,29
Natrijev oksid, Na <sub>2</sub> O (mas.%)	-	-	-	-	2,71
Kalijev oksid, K <sub>2</sub> O (mas.%)	-	-	-	-	0,70
<b>UKUPNO:</b>	-	-	-	-	99,36
Mineraloško-petrografska determinacija	Var.I: slabo metamorfozirani kvarcni arenit; var.II: bazalt; var.III: tinjčev škriljavac; var.IV: metakonglomerat	<i>Izmije-njeni dijabaz</i>	<i>Dijabaz</i>	<i>Metamorfozirani siltit do pješčenjak</i>	<i>Dijabaz</i>



Mišljenje o upotrebljivosti stijenske mase Radlovačke serije (metamorfozirani kvarcni areniti i grauvake (metapsamiti), siliti, metamorfozirani tinjčevi škiljavci, metakonglomerati i bazalti) kao tehničko-građevni kamen eksploatacijskog polja „Žervanjska“ (mineralne sirovine lošije kakvoće) dano je temeljem kompletne analize fizikalno-mehaničkih svojstava, određenjem mineraloško-petrografskog sastava i kemijske čistoće uzoraka jezgre istražne bušotine, te uzoraka odminirane stijenske mase prikazanih tablično (tablica 6-1). Stijenska masa različitih varijeteta, pretežito metamorfnih stijena, Radlovačke serije eksploatacijskog polja „Žervanjska“, ocijenjena je povoljnom sirovinom za proizvodnju:

- 1) drobljenog pijeska za mortove i žbuke (HRN U.M2.010, HRN U.M2.012)
- 2) drobljenog kamena za izradu donjih nosivih tamponskih slojeva mehanički i kemijski stabiliziranih (HRN U.E9.024, HRN U.E9.028)
- 3) drobljenog nesepariranog kamena za izgradnju i održavanje gospodarskih cesta
- 4) drobljenog kamena za asfaltne kolničke zastore, kategorija K-I (OTU, Knjiga III)

uz napomenu da je zaključkom Analize rezultata ispitivanja broj 72560-0496-1/22 navedeno: s obzirom na velike razlike u svojstvima među pojedinim varijetetima, potrebno je ispitati fizičko-mehanička svojstva na drobljenim frakcijama kako bi se potvrdilo da se materijal može koristiti za navedene namjene.

Prema srednjoj vrijednosti ispitivanja upijanja vode i otpornosti na drobljenje metodom Los Angeles, ispitani uzorci ispuha bušotina su sirovina pogodna za proizvodnju:

- 1) drobljenog pijeska za mortove i žbuke (HRN U.M2.010, HRN U.M2.012);
- 2) drobljenog kamena za izradu donjih nosivih tamponskih slojeva mehanički i kemijski stabiliziranih (HRN U.E9.024);
- 3) drobljenog nesepariranog kamena za izgradnju i održavanje gospodarskih cesta

Utvrđena kakvoća mineralne sirovine tehničko-građevni kamen eksploatacijskog polja „Žervanjska“ usklađena je s odredbama članka 53. Pravilnika o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina (NN 138/22).

## 7. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Predmet geoloških, geofizičkih i rudarskih istraživanja opisanih ovim diplomskim radom je mineralna sirovina tehničko-građevni kamen – dijabaz eksploatacijskog polja „Žervanjska“. Ležište i samo eksploatacijsko polje „Žervanjska“ nalazi se u blizini Grada Orahovice u Virovitičko-podravskoj županiji.

Eksploatacija tehničko-građevnog kamena dijabaza obavlja se na odobrenom eksploatacijskom polju površine je 34,2 ha. Dosadašnjom eksploatacijom formirana su dva površinska kopa, „Žervanjska stara“ i „Žervanjska nova“.

Cilj novih geoloških i rudarskih istraživanja je bio utvrditi nove rezerve kvalitetnog dijabaza sjeverozapadnog dijela eksploatacijskog polja „Žervanjska“ ispod trenutne razine eksploatacije osnovnog platoa površinskog kopa „Žervanjska nova“.

Temeljem istraživanja eksploatacijskog polja „Žervanjska“ obavljenih do 2010. godine konstruiran je geološki model prostiranja dijabaza (kvalitetne mineralne sirovine) i različitih stijena Radlovačke serije (manje kvalitetne mineralne sirovine i dijelom jalovine). Na osnovi tog modela, kojem su ulazni podaci bili dotada izrađena geološka karta eksploatacijskog polja, izvedene istražne bušotine s jezgrovanjem i na ispuh te obavljena geofizička istraživanja, napravljen je program istraživanja sjeverozapadnog dijela eksploatacijskog polja, površinskog kopa „Žervanjska nova“.

Tijekom 2021. godine izvedene su četiri istražne bušotine s jezgrovanjem oznaka B-1/21 do B-4/21. Istražne bušotine oznaka B-1/21 i B-2/21 su cijelom dužinom do kote dna na oko 440 m n.m. registrirale kvalitetan dijabaz – mineralnu sirovinu tehničko-građevni kamen. Provedenim istražnim radovima se tako na dijelu eksploatacijskog polja kota proračuna kvalitetne sirovine spustila za oko 40 m. Istražnim bušotinama oznaka B-3/21 i B-4/21 je na koti 458,2, odnosno 470,3 m n.m. utvrđena podina dijabaza, koju čine metamorfozirana kvarcna grauvaka i arenit te metamorfozirani šejl.

Na uzorcima jezgre istražnih bušotina su u ovlaštenom laboratoriju trgovačkog društva Institut IGH d.d. u Zagrebu tijekom 2022. godine izvršena ispitivanja fizikalno-mehaničkih

svojstava i određivanja kemijskog i mineraloško-petrografskog sastava. Ispitivanja su izvedena sukladno važećem Pravilniku o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina (Narodne novine, broj 138/22).

Iz rezultata ispitivanja fizičko mehaničkih svojstava uzoraka jezgri i stijenske mase eksploatacijskog polja Žervanjska, razvidno je da kakvoća dijabaza uzorkovanog iz jezgre istražnih bušotina iz 2021. godine znatno kvalitetnija od kakvoće dijabaza određene iz stijenske mase i jezgre istražnih bušotina izvedenih do 2020. godine.

Za potrebe ovog diplomskog rada obavljena je geološka prospekcija eksploatacijskog polja koja je prethodila planiranju istražnih radova, jezgra istražnih bušotina je determinirana i makroskopski opisana. Nakon dobivenih rezultata laboratorijskih ispitivanja, izrađeni su profili istražnih bušotina s jezgrovanjem u programu *AutoCAD* te geološka karta i geološki i proračunski profili eksploatacijskog polja „Žervanjska“.

Rezultate provedenih istraživanja sjeverozapadnog dijela eksploatacijskog polja „Žervanjska“ pokušalo se interpretirati sukladno novim spoznajama o genezi dijabaza istraživanog područja, prvenstveno modelom kojeg je Putak Juriček (2016) ponudila u diplomskom radu „Dijabazi i metadijabazi radlovačkog metamorfnog kompleksa na Papuku“.

Iz provedenih geoloških i rudarskih istraživanja opisanih u ovom radu može se zaključiti da tekstura i struktura dijabaza uzorkovanog iz jezgre istražnih bušotina oznaka B-3/21 i B-4/21 ukazuje na sitnokristalasti varijetet na kontaktu s naslagama podine – metamorfozirana kvarcna grauvaka na dubini 50,8 m B-3/21 i metamorfoziranom kvarcnom grauvakom na dubini 19,7 m B-4/21. Navedeno ukazuje na metamorfozirane klastične naslage u zoni kontakta s dijabazima te je u skladu s predloženim modelom Putak Juriček (2016).

Novija istraživanja šireg područja ležišta te provedeni geološki, geofizički i rudarski istražni radovi ukazuju da je dijabazna greda utisnuta duž tektonske zone u „Radlovačku seriju“ semimetamorfita. Mišljenja da je do izljeva dijabaza došlo između dvije faze taloženja ishodišnih stijena Radlovačke serije nisu našla potvrdu u provedenim istraživanjima ležišta.

## 8. LITERATURA

BARIĆ, LJ., CRNKOVIĆ, B. & VRAGOVIĆ, M. (1970): *Vodič za mineraloško-petrografsku ekskurziju: intruzivne, efuzivne i metamorfne stijene slavonskih masiva*. VII. Kongres geologa SFRJ, Zagreb, 1-27.

BIŠEVAC, V., BALEN, D., TIBLJAŠ, D. & ŠPANIĆ, D. (2009): *Preliminary results on degree of thermal alteration recorded in the eastern part of Mt. Papuk, Slavonia, Croatia*. Geol. Croatica 62/1, p 63-72.

BIŠEVAC, V., BALOGH, K., BALEN, D. & TIBLJAŠ, D. (2010): *Eoalpine (Cretaceous) very low- to low-grade metamorphism recorded on the illite-muscovite rich fraction of metasediments from South Tisia (eastern Mt. Papuk, Croatia)*. Geol. Carpathica 61/6, p. 469-481.

BIŠEVAC, V., KRENN, E., FINGER, F., LUŽAR-OBERITER, B. & BALEN, D. (2013): *Provenance od Paleozoic very low- to low-grade metasedimentary rocks of South Tisia (Slavonian Mountains, Radlovac Complex, Croatia)*. Geol. Carpathica 64/1, p. 3-22.

BOLČIĆ, I. & JOVANOVIĆ, D. (1954): *Geološki pregled kamenoloma Radlovac u Slav. Orahovici*. Fond struč. dok. IGI, Zagreb.

JAMIČIĆ, D. (1983): *Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka*. Geol. vjesnik 36, p. 51-72.

JAMIČIĆ, D. & BRKIĆ, M. (1987): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, list Orahovica, L33-96*. Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.

JAMIČIĆ, D. (1988): *Strukturni sklop slavonskih planina*. Neobjav. Disertacija, Sveuč. u Zagrebu, 152 p.

JAMIČIĆ, D., BRKIĆ, M., CRNKO, J. & VRAGOVIĆ, M. (1987): *Tumač Osnovne geološke karte SFRJ 1:100.000 list Orahovica*. Savezni geološki zavod Beograd, 72 p.

JERINIĆ, G., PAMIĆ, J., SREMAC, J. & ŠPANIĆ D. (1994): *First palinological data and organic petrographic data on very low-grade metamorphic rocks in Slavonian Mountains (North Croatia)*. Geol. Croatica 47, p. 149-155.

MALJKOVIĆ, Z. (2012): *Veliki atlas Hrvatske*. Mozaik knjiga, Zagreb

MATJAŠIĆ, I. (2020): *Elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Žervanjska“ V obnova proračuna rezervi*. Calx d.o.o., Zagreb

MATJAŠIĆ, I., HORVATIĆ, M. & MATJAŠIĆ, M. (2023): *Elaborat o rezervama tehničko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju „Žervanjska“ VI obnova proračuna rezervi*. Calx d.o.o., Zagreb

McCANN, T., PASCAL, C., TIMMERMAN, M. J., KRZYWIEC, P., LÓPEZ-GÓMEZ, J., WETZEL, A., KRAWCZYK, C. M., RIEKE, H. & LAMARCHE, J. (2006): *Post-Variscan (end Carboniferous–Early Permian) basin evolution in Western and Central Europe*. European Lithosphere Dynamics, Geological Society, London, Memoirs, 32, 355-388.

NARODNE NOVINE br. 56/13 i 98/19. *Zakon o rudarstvu*. Zagreb: Narodne novine d.d.

NARODNE NOVINE br. 138/22. *Pravilnik o utvrđivanju rezervi i eksploataciji mineralnih sirovina*. Zagreb: Narodne novine d.d.

PAMIĆ, J. (1999): *Kristalinska podloga južnih dijelova Panonskog bazena temeljena na površinskim i bušotinskim podacima*. Nafta 50 (9), p. 291-310.

PAMIĆ, J. & JAMIČIĆ, D. (1986): *Metabasic intrusive rocks from the Paleozoic Radlovac complex of Papuk Mt. in Slavonija (northern Croatia)*. Rad Jugos. Akad. Znan. 424 (21), p. 97-127.

PAMIĆ, J. & LANPHERE M. (1991): *Hercinske granitne i metamorfne stijene Papuka, Pšunja, Krndije i okolne podloge Panonskog bazena u Slavoniji (sjeverna Hrvatska)*. Monogr., Geologija 34, p. 81-253.

PAMIĆ, J., LANPHERE, M. & McKEE, E. (1988): *Radiometric ages of metamorphic and associated igneous rocks of the Slavonian Mountains in Southern part of the Pannonian Basin*. Acta Geologica 18, p. 13-39.

PAMIĆ, J., RADONIĆ, G. & PAVIĆ, G. (2003): *Geološki vodič kroz Park prirode Papuk*. 66 p., Požega.

PETKOVIĆ, K. V. (1932): *Geološka karta Kraljevine Jugoslavije 1:1,000.000*, Beograd.

PUTAK JURIČEK, M: (2016): *Dijabazi i metadijabazi Radlovačkog metamorfnog kompleksa na Papuku*. Diplomski rad.

RISTIĆ, P. & PAMIĆ, J. (1981): *Petrologija i petrografija magmatskih stijena*. Sarajevo.

SCHMID, S. M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATENCO, L., SCHEFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M. & USTASZEWSKI, K. (2008): *The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units*. Swiss J Geosci 101, p. 139–183.

ŠUMANOVAC, F. (2010): *Istraživanja električnom tomografijom na području kamenoloma Žervanjska i Brenzberg*. Calx d.o.o., Zagreb

WODICZKA, P. (1855): *Bericht über Geologische Untersuchung der K.K. Studien-Fondsherrschaft Kutjevo in Slavonien*. Jahrb. Geol. Reichsanst., 6/4 (Verh.), str. 858, Wien.

# EKSPLOATACIJSKO POLJE "ŽERVANJSKA"

Bušotina: B-1/21

Datum bušenja: kolovoz, 2021.





Determinirali: Igor Matjašić, dipl.ing.geol., Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Izradio: Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Koordinate: E 600 166

N 5 040 629

Z 490,0

	490,0	0 m	% JEZGRE	ROD (%)	PROFILER JEZGRE (mm)	OPIS JEZGRE	OSTALE PRIMJEDBE, ZNAČAJKE I ODREĐIVANJA
0 m							
5 m			100	61	84	Dijabaz, zelenkasto - sive boje i homogena tekstura. S povećanjem dubine veličina kristala se smanjuje, struktura prelazi iz krupnozrnate u srednjezrnatu i sitnozrnatu. Nepravilnog je loma i hrapave prijelomne površine. Štapičasta zrna zelene boje jasno se razlikuju od tamnosive osnove. Štapići plagioklasa međusobno su isprepleteni, najčešće su uklopljeni u zrna piroksena. S hladnom, razrijeđenom HCl (5%) kamen ne reagira. Relativne tvrdoće po Mohs-u između 6 i 7, nema mirisa niti okusa.	 MPA na 3,5 m - DIJABAZ
10 m				14		U intervalu 0,0 - 10,0 m prevladava dijabaz krupnozrnate strukture, s plagioklasima veličine do 1 cm, izrazito krupnokristalast i jače alteriran. Lakše se lomi čekićem ponegdje s 2-3 udaraca. Intenzivnije razlomljen, u intervalu do 3 m prevladavaju subvertikalne rasjedne plohe sa strijama (harniši nagiba 40°), ostale pukotine su prevladavajućeg nagiba 30-ak ° do 50-ak ° uglavnom ravnih, relativno glatkih prijelomnih površina, prevučeni serpentinom - nepovoljni za stabilnost radnih i završnih kosina.	 MPA na 10,5 m - DIJABAZ
15 m				0		U intervalu 10,0 - 50,0 m prevladava dijabaz svjetlije zelenkasto - sive boje, teško se lomi čekićem, potrebno čak 10-ak udaraca. Općenito ispod 15 m jezgra je uglavnom kompaktnija a prevladavajuće pukotine su zijeva do 2 mm ,bez ispune i hrapave ili prevučene s mekanim serpentinom masnog sjaja. Pukotine su prevladavajućeg nagiba 50 - 70°.	 MPA na 21,4 m - DIJABAZ
20 m				40		U intervalu 16,0 - 23,0 m prevladavaju subvertikalne pukotine zijeva 2-3 mm zapunjene hematitno-limonitnom tvari.	
25 m				0		U intervalu 30,0 - 31,0 m registrirane su zacijeljene pukotine zijeva do 5 cm zapunjene providnim kvarcom (ne reagira s HCl) i žučkastim kalcitom (reagira s HCl), nagiba 20-40°.	
30 m						Zbog čestih subvertikalnih pukotina relativno malo jezgre punog profila.	
35 m				56		<b>FIZIČKO-MEHANIČKA SVOJSTVA B-1/21</b> u intervalu: 0,0 - 50,0 m: - tlačna čvrstoća: u suhom stanju                   213 MPa u vodozasićenom stanju       203 MPa nakon 25 ciklusa mraza        216 MPa - otpornost na smrzavanje        postojan - promjena vol.nakon 25 ciklusa mraza   0,04% - upijanje vode                    0,10% - otpornost na abraziju - metoda B   8 249 mm <sup>2</sup> - otpornost na drobljenje- metoda LA   9 - brzina prolaska ultrazvučnog impulsa 6 671 m/s <sup>2</sup> - prostorna masa                   2 930 kg/m <sup>3</sup> - stvarna gustoća                  2 980 kg/m <sup>3</sup> - otvorena poroznost               0,31% - ukupna poroznost                1,55%	 MPA na 48,7 m - DIJABAZ
40 m				19			
45 m				94			
50 m	440,0	50,0	100	37	84		

# EKSPLOATACIJSKO POLJE "ŽERVANJSKA"

Bušotina: B-2/21

Datum bušenja: studeni, 2021.



















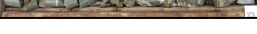



Determinirali: Igor Matjašić, dipl.ing.geol., Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Izradio: Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Koordinate: E 600 162

N 5 040 657

Z 490,0

		% JEZGRE	ROD (%)	PROJELER JEZGRE (mm)	OPIS JEZGRE	OSTALE PRIMJEDBE, ZNAČAJKE I ODREĐIVANJA
0 m	490,0	0 m	0		Nasip - zaglinjeni prah pomiješan s fragmentima dijabaza zelenkasto - sive boje.	
	489,0	1,0	84		Dijabaz, zelenkasto – sive boje i homogene teksture. S povećanjem dubine veličina kristala se smanjuje, struktura prelazi iz krupnozrnate u srednjzrnatu i sitnozrnatu. Nepravilnog je loma i hrapave prijelomne površine. Štapičasta zrna zelene boje jasno se razlikuju od tamnosive osnove. Štapići plagioklasa međusobno su isprepleteni, najčešće su uklopljeni u zrna piroksena. S hladnom, razrijeđenom HCl (5%) kamen ne reagira. Relativne tvrdoće po Mohs-u između 6 i 7, nema mirisa niti okusa.	
5 m		100			U intervalu 0,0 – 15,0 m prevladava dijabaz krupnozrnate strukture, s plagioklasima veličine do 1 cm, izrazito krupnokristalast, teško se lomi čekićem.	
			14		U intervalu 15,0 – 40,0 m prevladava dijabaz srednjzrnate strukture, a intervalu 40,0 – 50,0 m prevladava dijabaz sitnozrnate strukture.	
10 m					Jezgra je skoro cijelom dužinom raspucana i prevladavaju pukotine nagiba 40-50°. U intervalu 0,0 – 15,0 m prevladavaju pukotine zjewa 2-3 mm, glatke prijelomne površine i zacijeljene masnim serpentinom.	
					Na dubini 7,6 m zabilježena je pukotina zjewa 4 cm ispunjena potpuno trošnim, mekim serpentinom, nagiba 60°.	
15 m					U intervalu od 15,0 – 50,0 m zabilježeno je više pukotina zjewa do 2 mm, često neravnih stijenki, ispunjenih hematitno-imonitnom tvari.	
					U intervalu 25,0 – 40,0 m zabilježeno je više subvertikalnih pukotina nagiba 70-80°.	
20 m					U intervalu 40,5 – 45,0 m jezgra se lakše lomi po paralelnim pukotinama razmaka nekoliko centimetara i stijena je intenzivnije alterirana.	
			100		U intervalu 41,0 – 42,5 jezgra se "lista" pukotinama nagiba 20-ak°, centimetarskog razmaka.	
		100	0	84	U intervalu 41,0 – 43,8 m registrirane su pukotine zjewa 1- 5 cm, zacijeljene s prozirnim kvarcom i s malo žučkastog kalcita.	
25 m					<b>FIZIČKO-MEHANIČKA SVOJSTVA B-2/21</b> -tlačna čvrstoća: u suhom stanju                   176 MPa u vodozasićenom stanju       141 MPa nakon 25 ciklusa mraza       160 MPa -otpornost na smrzavanje       postojan -promjena vol.nakon 25 ciklusa mraza   0,04% -upijanje vode                   0,16% -otpornost na abraziju - metoda B   6 000 mm <sup>3</sup> -otpornost na drobljenje- metoda LA   9 -brzina prolaska ultrazvučnog impulsa   6 366 m/s <sup>2</sup> -prostorna masa                   2 930 kg/m <sup>3</sup> -stvarna gustoća                  2 970 kg/m <sup>3</sup> -otvorena poroznost               0,42% -ukupna poroznost               1,56%	
			36			
30 m						
						
35 m						
			0			
40 m						
						
45 m						
		100	36	84		
50 m	440,0	50,0				



# EKSPLOATACIJSKO POLJE "ŽERVANJSKA"

Bušotina: B-3/21

Datum bušenja: rujan, 2021.









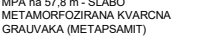
Determinirali: Igor Matjašić, dipl.ing.geol., Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Izradio: Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Koordinate: E 600 235

N 5 040 724

Z 509,0

	509,0	0 m	% JEZGRE	RPO (%)	PROMJER JEZGRE (mm)	OPIS JEZGRE	OSTALE PRIMJEDBE, ZNAČAJKE I ODREĐIVANJA
0 m			100	0	84	Dijabaz, zelenkasto - sive boje i homogene teksture. S povećanjem dubine veličina kristala se smanjuje, struktura prelazi iz krupnozrnate u srednjezrnatu i sitnozrnatu. Nepravilnog je loma i hrapave prijelomne površine. Štapičasta zrna zelene boje jasno se razlikuju od tamnosive osnove. Štapići plagioklas međusobno su isprepleteni, najčešće su uklopljeni u zrna proksena. S hladnom, razrijeđenom HCl (5%) kamen ne reagira. Relativne je tvrdoće po Mohs-u između 6 i 7, nema mirisa niti okusa.	
5 m			37			U intervalu 0,0 - 4,0 m prevladava dijabaz tamno sivo-zelene boje i krupnozrnate strukture. Intenzivnije je alteriran i pukotine su prevučene serpentinom. Lakše se lomi čekićem ponegdje s 2-3 udarca.	MPA na 5,1 m - DIJABAZ
10 m			29			U intervalu 4,0 - 41,7 m prevladava kompaktniji dijabaz svijetlo sivo-zelene boje, srednjezrnate do sitnozrnate strukture. Pukotine su uglavnom subvertikalne do vertikalne ili nagiba 40-50°. Prijelomna površina je neravna, uglavnom su bez ispune, a u intervalu do 30 m neke pukotine su prevučene serpentinom.	
15 m			58			U intervalu 28,5 - 31,8 m zabilježena je zona s pukotinama zjeva do 5 cm, nagiba 10-ak° zacijeljenih prozirnim kvarcom i žučkastim kalcitom. Jezgra se lako lomi po diskontinuitetima s 3-4 udarca čekićem.	MPA na 17,1 m - DIJABAZ
20 m			16			<b>FIZIČKO-MEHANIČKA SVOJSTVA B-3/21</b> -Ilačna čvrstoća: u suhom stanju                   221 MPa u vodozasicećenom stanju   193 MPa nakon 25 ciklusa mraza       256 MPa -otpornost na smrzavanje       postojan -promjena vol.nakon 25 ciklusa mraza   0,04% -upijanje vode                   0,04% -otpornost na abraziju - metoda B   6 966 mm <sup>3</sup> -otpornost na drobljenje- metoda LA   9 -brzina prolaska ultrazvučnog impulsa 6 209 m/s <sup>3</sup> -prostorna masa                   2 950 kg/m <sup>3</sup> -stvarna gustoća                  2 970 kg/m <sup>3</sup> -otvorena poroznost               0,11% -ukupna poroznost               0,79%	
25 m			57				MPA na 28,2 m - DIJABAZ
30 m			18				
35 m			58				MPA na 37,0-37,9 m - DIJABAZ
40 m	467,3	41,7				Dijabaz tamnije sivo-zelene boje, intenzivno raspucan i alteriran, poligonalnog loma, pukotine su intenzivno hematizirane i limonizirane. Nakon pranja, jezgra se sporo suši - povećano upijanje vode.	
45 m	464,6	44,4	10			Dijabaz, zelenkasto - sive boje, homogene teksture i sitnozrnate strukture. Nepravilnog je loma i hrapave prijelomne površine. Štapičasta zrna zelene boje jasno se razlikuju od tamnosive osnove. S hladnom, razrijeđenom HCl (5%) kamen ne reagira. Relativne je tvrdoće po Mohs-u između 6 i 7, nema mirisa niti okusa.	
50 m	458,2	50,8				Slabo metamorfizirana kvarcna grauvaka (metapsamit), sive do tamno sive boje, slabo škrljave teksture i srednjezrnate do sitnozrnate strukture. Nepravilnog je loma, s blago hrapavim prijelomnim površinama. S hladnom, razrijeđenom HCl (5%) kamen ne reagira. Relativne je tvrdoće po Mohs-u oko 7, nema mirisa niti okusa.	
	456,7	52,3	60			Dijabaz, zelenkasto - sive boje, homogene teksture i sitnozrnate strukture.	MPA na 56,1 m - SLABO METAMORFOZIRANI KVARCNI ARENIT (METAPSAMIT)
	455,9	53,1	13			Slabo metamorfizirana kvarcna grauvaka (metapsamit), sive do tamno sive boje, slabo škrljave teksture i srednjezrnate do sitnozrnate strukture. Nepravilnog je loma, s blago hrapavim prijelomnim površinama.	
55 m	453,0	56,0				Slabo metamorfizirani kvarcni arenit (metapsamit) svijetlosive do tamnosive boje, homogene teksture i srednjezrnate strukture. Nepravilnog je loma, s hrapavim prijelomnim površinama.	
60 m	449,0	60,0	100	32	84	Slabo metamorfizirana kvarcna grauvaka (metapsamit), sive do tamno sive boje, slabo škrljave teksture i srednjezrnate do sitnozrnate strukture. Nepravilnog je loma, s blago hrapavim prijelomnim površinama.	MPA na 57,8 m - SLABO METAMORFOZIRANA KVARCNA GRAUVAKA (METAPSAMIT)

# EKSPLOATACIJSKO POLJE "ŽERVANJSKA"

Bušotina: B-4/21

Datum bušenja: kolovoz, 2021.







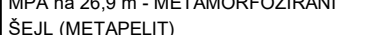
Determinirali: Igor Matjašić, dipl.ing.geol., Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Izradio: Marko Matjašić, univ.bacc.ing.geol.

Koordinate: E 600 299

N 5 040 665

Z 490,0

		% JEZGRE	ROD (%)	PROMJER JEZGRE (mm)	OPIS JEZGRE	OSTALE PRIMJEDBE, ZNAČAJKE I ODREĐIVANJA
0 m	490,0					
	0 m					
	489,0	100	63	84	<p>Nasip - fragmenti dijabaza svjetlije sivo - zelene boje, sitnozrnate strukture, pri dnu intervala pomiješan sa zaglinjenim prahom sive boje.</p> <p>Dijabaz, sivkasto - zelene boje, homogena teksture i sitnozrnate strukture. Nepravilnog je loma i hrapave prijelomne površine. Štapičasta zrna zelene boje jasno se razlikuju od tamnosive osnove. Štapići plagioklasa međusobno su isprepleteni, najčešće su uklopljeni u zrna piroksena. S hladnom, razrijeđenom HCl (5%) kamen ne reagira. Relativne tvrdoće po Mohs-u između 6 i 7, nema mirisa niti okusa.</p> <p>U intervalu 1,0 - 3,5 prevladava kompaktniji i kvalitetniji dijabaz sa subvertikalnim pukotinama. Pukotine su ravne, blagohrapave prijelomne površine, zijeva do 2 mm s limonitno-hematitinom ispunom.</p> <p>U intervalu 3,5 - 6,8 m prevladava intenzivno razlomljen i umjereno alterirani dijabaz. Pukotine su nagiba 40-60°, blagohrapave prijelomne površine, zijeva do 2 mm s limonitno-hematitinom ispunom.</p> <p>U intervalu 6,8 - 9,0 m prevladava razlomljeni, ponegdje alterirani dijabaz. Lomi se pod 2-3 udarca čekićem.</p> <p>U intervalu 9,0 - 10,0 m fragmenti dijabaza pomiješani sa zaglinjenim siltom i pijeskom. Rasjedna zona.</p> <p>U intervalu 10,0 - 19,7 m prevladava razlomljeni, ponegdje alterirani dijabaz. Lomi se pod 2-3 udarca čekićem.</p> <p>FIZIČKO-MEHANIČKA SVOJSTVA B-4/21 u intervalu 1,0 - 19,7 m:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-tlačna čvrstoća: <ul style="list-style-type: none"> <li>u suhom stanju 219 MPa</li> <li>u vodozasićenom stanju 159 MPa</li> <li>nakon 25 ciklusa mraza 219 MPa</li> </ul> </li> <li>-otpornost na smrzavanje postojan</li> <li>-promjena vol.nakon 25 ciklusa mraza 0,04%</li> <li>-upijanje vode 0,08%</li> <li>-otpornost na abraziju - metoda B 7 652 mm<sup>3</sup></li> <li>-otpornost na drobljenje- metoda LA 9</li> <li>-brzina prolaska ultrazvučnog impulsa 6 487 m/s<sup>3</sup></li> <li>-prostorna masa 2 900 kg/m<sup>3</sup></li> <li>-stvarna gustoća 2 930 kg/m<sup>3</sup></li> <li>-otvorena poroznost 0,24%</li> <li>-ukupna poroznost 0,83%</li> </ul>	
5 m						
10 m			8			
15 m						
	470,3					
20 m						<p>MPA na 20,9 i 21,1 m - METAMORFOZIRANA KVARCNA GRAUVAKA (METAPSAMIT)</p> 
	465,7					
	465,0					
25 m						<p>MPA na 26,9 m - METAMORFOZIRANI ŠEJL (METAPELIT)</p> 
27 m	463,0					