

Određivanje tvrdoće komercijalnih blokova arhitektonsko-građevnog kamena

Kosović, Kristian

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:169:259183>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij rudarstva

**ODREĐIVANJE TVRDOĆE KOMERCIJALNIH BLOKOVA ARHITEKTONSKO-
GRAĐEVNOG KAMENA**

Diplomski rad

Kristian Kosović

R292

Zagreb, 2022.



KLASA: 602-01/22-01/86
URBROJ: 251-70-11-22-2
U Zagrebu, 11.07.2022.

Kristian Kosović, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/86, URBROJ: 251-70-11-22-1 od 24.08.2022. priopćujemo vam temu diplomskog rada koja glasi:

Određivanje tvrdoće komercijalnih blokova arhitektonsko-građevnog kamena

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

Voditelj

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Zlatko Briševac

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Dubravko
Domitrović

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)

Određivanje tvrdoće komercijalnih blokova arhitektonsko-građevnog kamena

Kristian Kosović

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

Sažetak

Arhitektonsko-građevni kamen vrlo je vrijedna mineralna sirovina koja se eksploatira na području Republike Hrvatske, a Kamen d.d. najveća je tvrtka u državi koja je svoje gospodarsko poslovanje vezala uz tu mineralnu sirovinu. Susretljivošću uprave i zaposlenika Kamen d.d. bilo je moguće obaviti ispitivanja Schmidtove tvrdoće na komercijalnim blokovima arhitektonsko-građevnog kamena na eksploatacijskom polju Kanfanar-jug. Schmidtov čekić pokazao se kao odličan instrument za ispitivanje na terenu zbog njegovih dimenzija, jednostavnosti korištenja, pouzdanosti te načina prikupljanja i obrade podataka.

Ključne riječi: Arhitektonsko-građevni kamen, tvrdoća po Schmidtu, Kanfanar-jug,
Završni rad sadrži: 49 stranice, 87 tablica, 23 slika i 18 reference.
Jezik izvornika: Hrvatski
Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb
Mentor: Dr. sc. Zlatko Briševac, izvanredni profesor RGNF

Pomagao pri izradi: —

Ocjenjivači: Dr. sc. Zlatko Briševac, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Petar Hrženjak, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Tomislav Korman, izvanredni profesor RGNF

Determination of hardness of commercial blocks of architectural-building stone

Kristian Kosović

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

Abstract

Dimension stone is a very valuable mineral resource that is exploited in the territory of the Republic of Croatia and Kamen d.d. is the largest company in the country that has tied its economic operations to this raw material. With the friendliness of the management and employees of Kamen d.d. it was possible to perform Schmidt hardness tests on commercial blocks of dimension stone at the Kanfanar-South exploitation field. The Schmidt hammer has proven to be an excellent instrument for field testing due to its dimensions, ease of use, reliability, data collection and processing methods.

Keywords: Dimension stone, Schmidt hardness Kanfanar-South

Thesis contains: 49 pages, 87 tables, 23 figures and 18 references.

Original in: Croatian

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

Supervisors: Associate Professor Zlatko Briševac, Phd

Tech. assistance: -

Reviewers: Associate Professor Zlatko Briševac, Phd
Associate Professor Petar Hrženjak, Phd
Associate Professor Korman Tomislav, Phd

Defence date: September 09, 2022, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OSNOVNE INFORMACIJE O MJESTU ISTRAŽIVANJA	2
2.1. Mineralne sirovine Istarske županije	2
2.2. Opis i prostorni položaj eksploatacijskog polja Kanfanar-jug	3
2.3. Prikaz materijala i postojećih načina eksploatacije	5
2.4. Fizičko mehaničke značajke Istarskog žutog	8
3. ODREĐIVANJE TVRDOĆE POMOĆU SCHMIDTOVOG ČEKIĆA.....	10
3.1. Osnovni principi ispitivanja.....	10
3.2. Pregled dosad objavljenih radova.....	12
4. OPIS TERENSKIH ISTRAŽIVANJA.....	14
5. REZULTATI ISPITIVANJA	17
6. ANALIZA REZULTATA.....	41
7. ZAKLJUČAK	48
8. LITERATURA.....	49

POPIS SLIKA

Slika 2-1 Površinski kop Vinkuran (Brch Photography, 2018).....	2
Slika 2-2 Prikaz lokacije kopa Kanfanar-jug na satelitskoj snimci (Google Earth, 2022)....	3
Slika 2-3 Satelitski prikaz granica i područja eksploatacijskog polja Kanfanar-jug (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022).....	5
Slika 2-4 Varijetet Istarskog žutog - Korenići svijetli.....	5
Slika 2-5 Varijetet Istarskog žutog - Kanfanar plavi.....	6
Slika 2-6 Redoslijed radnji prilikom dobivanja primarnog bloka (Dunda i Kujundžić, 2003)	7
Slika 2-7 Obaranje primarnog bloka u površinskom kopu Kanfanar (Kamen d.d., 2022)....	7
Slika 2-8 Shematski prikaz podzemnog kopa s nepravilno raspoređenim zaštitnim stupovima i ventilacijskim sustavom (Franolić i dr., 2020).....	8
Slika 3-1 Shematski prikaz Schmidtovog čekića u različitim fazama ispitivanja (Aydin, 2009).....	10
Slika 3-2 Prikaz ispitivanja na granitima Schmidtovim čekićem (Vasconcelos i dr., 2007)	13
Slika 4-1 Prikaz digitalne verzije Schmidtovog čekića (Proceq, 2022)	14

Slika 4-2 Šablona za skupni način ispitivanja	15
Slika 4-3 Način i redoslijed prilikom raspršenog načina ispitivanja	16
Slika 6-1 Usporedba srednje vrijednosti odskoka kod ispitivanja na površinama različitih rezova.....	41
Slika 6-2 Usporedba rezultata ispitivanja skupnog i raspršenog načina prikupljanja podataka	42
Slika 6-3 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove prvog eksploatacijskog sloja.....	42
Slika 6-4 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove drugog eksploatacijskog sloja.....	43
Slika 6-5 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove trećeg eksploatacijskog sloja.....	43
Slika 6-6 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove četvrtog eksploatacijskog sloja	44
Slika 6-7 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove petog eksploatacijskog sloja	45
Slika 6-8 Prikaz vrijednosti odskoka za prvu klasu komercijalnih blokova	45
Slika 6-9 Prikaz vrijednosti odskoka za drugu klasu komercijalnih blokova	46
Slika 6-10 Prikaz vrijednosti odskoka za treću klasu komercijalnih blokova.....	46

POPIS TABLICA

Tablica 2-1 Koordinate vršnih točaka EP Kanfanar-jug	4
Tablica 5-1 Vrijednosti ispitivanja KJ-1 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 2. klasa)	18
Tablica 5-2 Vrijednosti ispitivanja KJ-2 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 2. klasa)	19
Tablica 5-3 Vrijednosti ispitivanja KJ-3 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 2. klasa)	19
Tablica 5-4 Vrijednosti ispitivanja KJ-4 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 2. klasa).....	19
Tablica 5-5 Vrijednosti ispitivanja KJ-5 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)	19
Tablica 5-6 Vrijednosti ispitivanja KJ-6 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	20
Tablica 5-7 Vrijednosti ispitivanja KJ-7 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)	20
Tablica 5-8 Vrijednosti ispitivanja KJ-8 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	20

Tablica 5-9 Vrijednosti ispitivanja KJ-9 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)	20
Tablica 5-10 Vrijednosti ispitivanja KJ-10 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)	21
Tablica 5-11 Vrijednosti ispitivanja KJ-11 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	21
Tablica 5-12 Vrijednosti ispitivanja KJ-12 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	21
Tablica 5-13 Vrijednosti ispitivanja KJ-13 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 3. klasa)	21
Tablica 5-14 Vrijednosti ispitivanja KJ-14 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 3. klasa)	22
Tablica 5-15 Vrijednosti ispitivanja KJ-15 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)	22
Tablica 5-16 Vrijednosti ispitivanja KJ-16 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)	22
Tablica 5-17 Vrijednosti ispitivanja KJ-17 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	22
Tablica 5-18 Vrijednosti ispitivanja KJ-18 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	23
Tablica 5-19 Vrijednosti ispitivanja KJ-19 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	23
Tablica 5-20 Vrijednosti ispitivanja KJ-20 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa).....	23
Tablica 5-21 Vrijednosti ispitivanja KJ-21 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	23
Tablica 5-22 Vrijednosti ispitivanja KJ-22 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	24
Tablica 5-23 Vrijednosti ispitivanja KJ-23 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	24
Tablica 5-24 Vrijednosti ispitivanja KJ-24 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	24
Tablica 5-25 Vrijednosti ispitivanja KJ-25 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	24

Tablica 5-26 Vrijednosti ispitivanja KJ-26 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	25
Tablica 5-27 Vrijednosti ispitivanja KJ-27 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 3. klasa).....	25
Tablica 5-28 Vrijednosti ispitivanja KJ-28 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 3. klasa).....	25
Tablica 5-29 Vrijednosti ispitivanja KJ-29 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 3. klasa).....	25
Tablica 5-30 Vrijednosti ispitivanja KJ-30 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 3. klasa).....	26
Tablica 5-31 Vrijednosti ispitivanja KJ-31 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa).....	26
Tablica 5-32 Vrijednosti ispitivanja KJ-32 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa).....	26
Tablica 5-33 Vrijednosti ispitivanja KJ-33 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa).....	26
Tablica 5-34 Vrijednosti ispitivanja KJ-34 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa).....	27
Tablica 5-35 Vrijednosti ispitivanja KJ-35 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa).....	27
Tablica 5-36 Vrijednosti ispitivanja KJ-36 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa).....	27
Tablica 5-37 Vrijednosti ispitivanja KJ-37 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa).....	27
Tablica 5-38 Vrijednosti ispitivanja KJ-38 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa).....	28
Tablica 5-39 Vrijednosti ispitivanja KJ-39 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 1. klasa).....	28
Tablica 5-40 Vrijednosti ispitivanja KJ-40 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 1. klasa).....	28
Tablica 5-41 Vrijednosti ispitivanja KJ-41 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 1. klasa).....	28
Tablica 5-42 Vrijednosti ispitivanja KJ-42 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 1. klasa).....	29

Tablica 5-43 Vrijednosti ispitivanja KJ-43 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	29
Tablica 5-44 Vrijednosti ispitivanja KJ-44 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	29
Tablica 5-45 Vrijednosti ispitivanja KJ-45 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	29
Tablica 5-46 Vrijednosti ispitivanja KJ-46 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	30
Tablica 5-47 Vrijednosti ispitivanja KJ-47 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 1. klasa)	30
Tablica 5-48 Vrijednosti ispitivanja KJ-48 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 1. klasa)	30
Tablica 5-49 Vrijednosti ispitivanja KJ-49 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	30
Tablica 5-50 Vrijednosti ispitivanja KJ-50 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	31
Tablica 5-51 Vrijednosti ispitivanja KJ-51 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	31
Tablica 5-52 Vrijednosti ispitivanja KJ-52 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	31
Tablica 5-53 Vrijednosti ispitivanja KJ-53 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)	31
Tablica 5-54 Vrijednosti ispitivanja KJ-54 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)	32
Tablica 5-55 Vrijednosti ispitivanja KJ-55 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)	32
Tablica 5-56 Vrijednosti ispitivanja KJ-56 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)	32
Tablica 5-57 Vrijednosti ispitivanja KJ-57 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)	32
Tablica 5-58 Vrijednosti ispitivanja KJ-58 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)	33
Tablica 5-59 Vrijednosti ispitivanja KJ-59 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)	33

Tablica 5-60 Vrijednosti ispitivanja KJ-60 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)	33
Tablica 5-61 Vrijednosti ispitivanja KJ-61 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	33
Tablica 5-62 Vrijednosti ispitivanja KJ-62 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)	34
Tablica 5-63 Vrijednosti ispitivanja KJ-63 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	34
Tablica 5-64 Vrijednosti ispitivanja KJ-64 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	34
Tablica 5-65 Vrijednosti ispitivanja KJ-65 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	34
Tablica 5-66 Vrijednosti ispitivanja KJ-66 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	35
Tablica 5-67 Vrijednosti ispitivanja KJ-67 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	35
Tablica 5-68 Vrijednosti ispitivanja KJ-68 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	35
Tablica 5-69 Vrijednosti ispitivanja KJ-69 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	35
Tablica 5-70 Vrijednosti ispitivanja KJ-70 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	36
Tablica 5-71 Vrijednosti ispitivanja KJ-71 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	36
Tablica 5-72 Vrijednosti ispitivanja KJ-72 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa).....	36
Tablica 5-73 Vrijednosti ispitivanja KJ-73 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (V sloj, 2. klasa)	36
Tablica 5-74 Vrijednosti ispitivanja KJ-74 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (V sloj, 2. klasa)	37
Tablica 5-75 Vrijednosti ispitivanja KJ-75 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	37
Tablica 5-76 Vrijednosti ispitivanja KJ-76 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	37

Tablica 5-77 Vrijednosti ispitivanja KJ-77 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)	37
Tablica 5-78 Vrijednosti ispitivanja KJ-78 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)	38
Tablica 5-79 Vrijednosti ispitivanja KJ-79 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)	38
Tablica 5-80 Vrijednosti ispitivanja KJ-80 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)	38
Tablica 5-81 Vrijednosti ispitivanja KJ-81 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	38
Tablica 5-82 Vrijednosti ispitivanja KJ-82 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	39
Tablica 5-83 Vrijednosti ispitivanja KJ-83 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)	39
Tablica 5-84 Vrijednosti ispitivanja KJ-84 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)	39
Tablica 5-85 Vrijednosti ispitivanja KJ-85 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	39
Tablica 5-86 Vrijednosti ispitivanja KJ-86 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)	40

1. UVOD

Postoji više načina određivanja tvrdoće stijenskog materijala. Tvrdoća po Schmidt u pripada u nerazorne indeksne metode ispitivanja fizičko mehaničkih značajki koje se najčešće primjenjuju u praksi mehanike stijena. Prednosti takvog načina ispitivanja ponajviše se očituju u očuvanju stijenskog materijala od oštećenja, a time i šire primjene, iskoristivosti te manje složenosti tih ispitivanja.

Opravdano se može pretpostaviti kako je primjena nerazornih metoda ispitivanja pogodna za određivanje fizičko mehaničkih svojstava stijenskog materijala koji je oblikovan za komercijalnu prodaju. Međutim, do sada su ispitivanja tvrdoće po Schmidt većinom obavljana na laboratorijskim uzorcima ili na terenskim slojevima stijenske mase. Zahvaljujući susretljivosti uprave i zaposlenika Kamen d.d. bilo je moguće obaviti ispitivanja i na komercijalnim blokovima arhitektonsko-građevnog kamena.

Zadatak diplomskog rada bio je istražiti uvjete za određivanje tvrdoće komercijalnih blokova na eksploatacijskom polju Kanfanar-jug. Pri tome treba ispitati utjecaj broja i mjesta opažanja (udaraca) te uvjete obradivosti površine udara na kvalitetu ispitivanja tvrdoće.

Svrha rada je iznaći optimalan način primjene Schmidtovog čekića za određivanje tvrdoće komercijalnih blokova arhitektonsko-građevnog kamena.

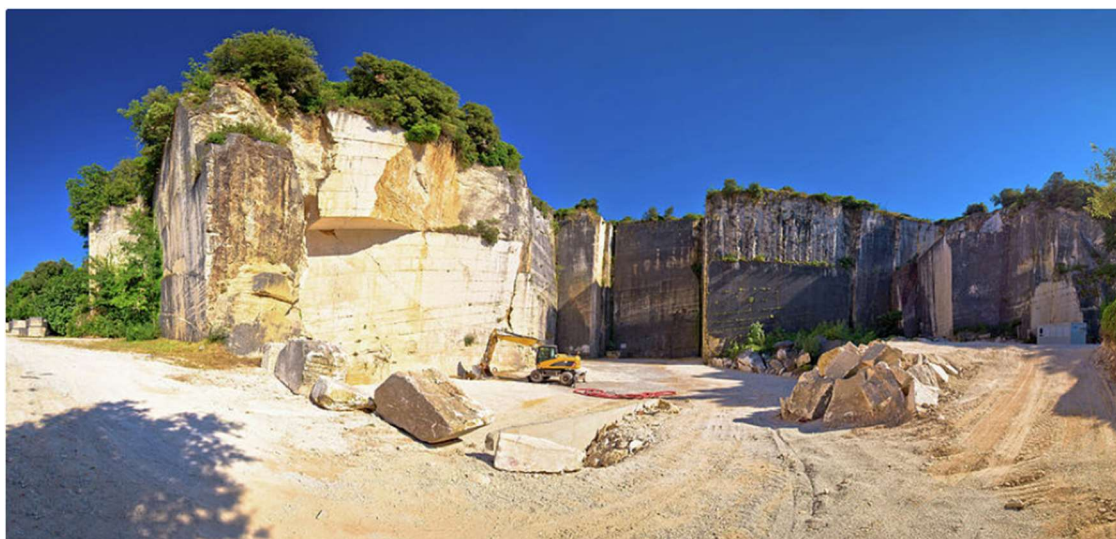
Postupak izrade sastoji se od proučavanja postojeće dostupne literature, terenskih ispitivanja pomoću digitalnog uređaja „Rock Schmidt“ tvrtke Proceq AG te na osnovu analize rezultata trebalo je donijeti zaključke o načinu i potrebi provođenja daljnjih ispitivanja.

2. OSNOVNE INFORMACIJE O MJESTU ISTRAŽIVANJA

2.1. Mineralne sirovine Istarske županije

Mineralne sirovine koje se danas eksploatiraju na području Istre su arhitektonsko-građevni kamen, karbonatne sirovine za industrijsku preradu, sirovina za cementnu industriju te tehničko-građevni kamen. Iako se tehničko-građevni kamen eksploatira u najvećoj mjeri, trenutno je arhitektonsko-građevni kamen najvrjednija nemetalna mineralna sirovina u Istri i Hrvatskoj. Utvrđene rezerve arhitektonsko-građevnog kamena u Istarskoj županiji iznose oko 10 000 000 m³, dok je proizvodnja u županiji oko 41 000 m³ godišnje, što ukazuje na slabu razvijenost ove vrste djelatnosti te veliki prostor za napredak u obliku otvaranja novih kopova te reaktivacije starih kopova (Miko i dr., 2013).

Na istarskom poluotoku, tradicija kamenarstva postoji više tisućljeća. Pronađeni su tragovi kamenarstva čak i u paleolitu i mezolitu te kasnije u neolitu. Na području Istre se također mogu pronaći gradine od kamena te isto tako i poznati istarski kašuni koje su težaci koristili za zaklon u slučaju loših vremenskih uvjeta tijekom ispaše i poljoprivrednih radova. Kamenarstvo na području Istre u prošlosti doseže svoj vrhunac izgradnjom amfiteatra u Puli u prvom stoljeću gdje se koristio gornjokredni rudistni vapnenac iz obližnjeg površinskog kopa u Vinkuranu (slika 2-1). Kroz povijest na području Istre izmjenjivali su se razni narodi, no svima je bio zajednički interes za kamenom koji su eksploatirali te izvozili u matične države (Miko i dr., 2013; Briševac i dr., 2021).



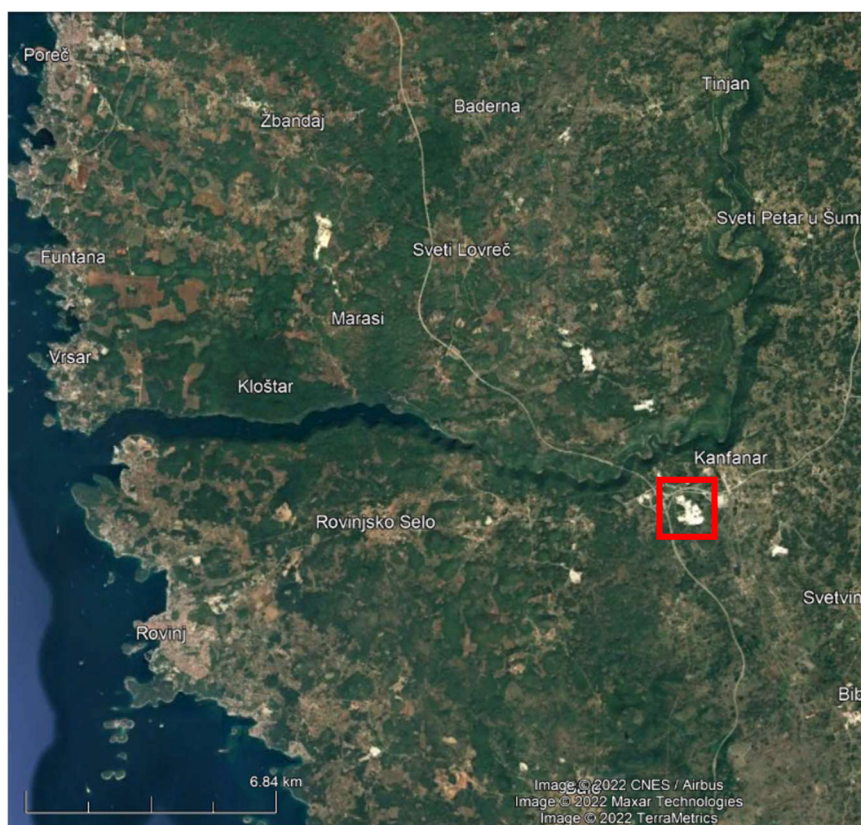
Slika 2-1 Površinski kop Vinkuran (Brch Photography, 2018)

Povijesno možda i najveću ulogu ima istarski kamen Kirmenjak, također poznat kao Vrsarski kamen (tal. Pietra d'Orsera), ponegdje nazivan i Istarski kamen (tal. Pietra d'Istria). Radi se o gornjojurskom vapnencu poznatom po svojoj čvrstoći i otpornosti na sol koji je korišten u većim količinama tijekom Mletačke republike pri izgradnji Venecije i okolnih gradova. Trenutno se aktivna eksploatacija ovog kamena izvodi u površinskom kopu Kirmenjak.

Ipak, danas najznačajniji i najpoznatiji kamen koji se eksploatira na području Istre je donjokredni vapnenac naziva Kanfanar, također poznat pod nazivom Istarski žuti (tal. Giallo d'Istria).

2.2. Opis i prostorni položaj eksploatacijskog polja Kanfanar-jug

Trenutno aktivni kopovi ove vrste arhitektonsko-građevnog kamena su Kanfanar-jug (slika 2-2), Selina te Kanfanar-sjever gdje se eksploatacija odvija površinskim i podzemnim načinom.



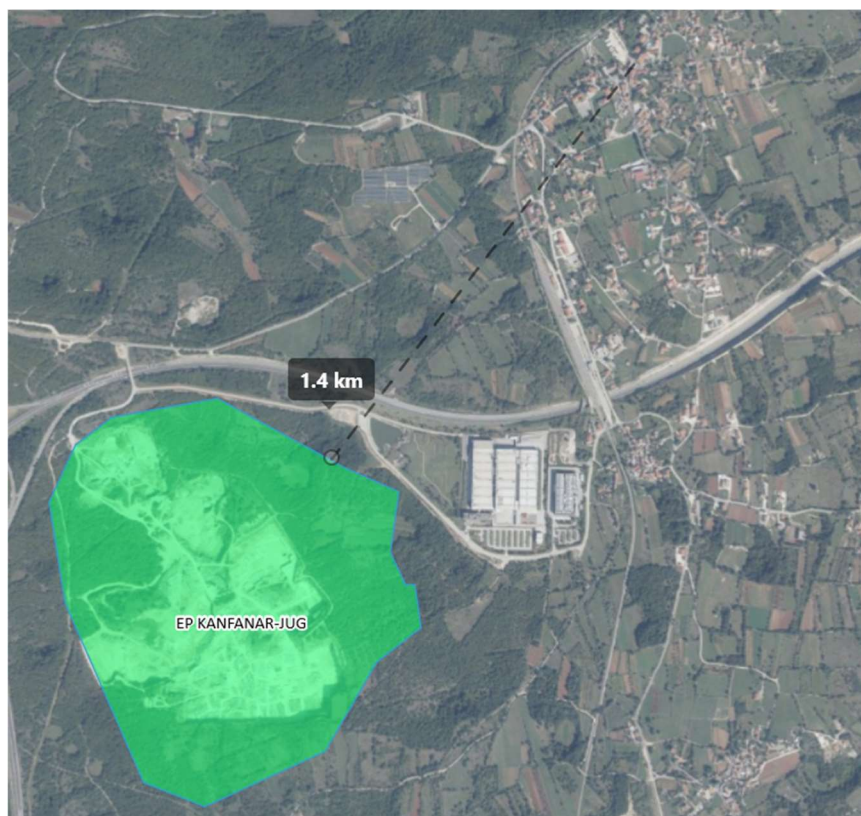
Slika 2-2 Prikaz lokacije kopa Kanfanar-jug na satelitskoj snimci (Google Earth, 2022)

U Istri eksploataciju svih aktivnih ležišta arhitektonsko-građevnog kamen obavlja tvrtka Kamen d.d. Pazin koja na području Istre, uz nabrojanu eksploataciju Istarskog žutog te Kirmenjaka, izvodi još eksploataciju kamena Valtura i Marčana u istoimenim površinskim kopovima arhitektonsko-građevnog kamena. Tvrtka Kamen d.d. Pazin osnovana je 1954. godine i bavi se eksploatacijom i preradom arhitektonsko-građevnog kamena te ju stalna ulaganja i modernizacija proizvodnih procesa kao i unaprjeđivanje istih čine vodećom regionalnom tvrtkom na području djelatnosti vezanih uz eksploataciju i preradu arhitektonsko-građevnog kamena. U ovom diplomskom radu ispitivat će se tvrdoća komercijalnih blokova arhitektonsko-građevnog kamena upravo iz jednog od kopova tvrtke Kamen d.d. Pazin – Kanfanar-jug.

Eksploatacijsko polje arhitektonsko-građevnog kamena Kanfanar-jug nalazi se u Istarskoj županiji na području Općine Kanfanar (tablica 2-1) te oko 1,4 km zračne linije od naselja Kanfanar (slika 2-3). U blizini se nalazi i čvor Kanfanar autoceste A8 (Istarski ipilon). Eksploatacijsko polje nepravilnog je oblika te se prostire na površini od 82,62 ha. Koordinate vršnih točaka eksploatacijskog polja Kanfanar-jug prikazane su u tablici 2-1. Godišnji kapacitet eksploatacijskog polja iznosi 12000 m³ blokova, dok je prosječno iskorištenje ležišta oko 50% (Miko i dr., 2013).

Tablica 2-1 Koordinate vršnih točaka EP Kanfanar-jug

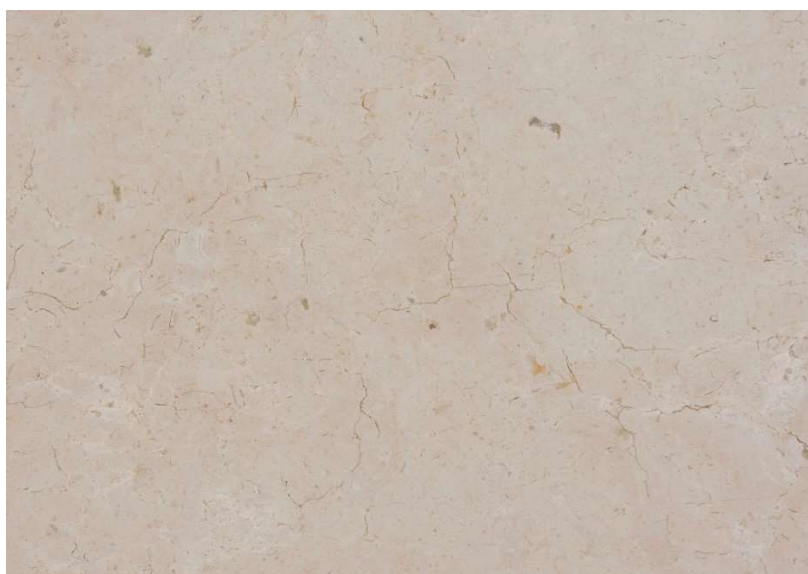
R.br.	E	N
1	289.019,913	5.000.389,14
2	289.092,491	5.000.548,954
3	289.195,032	5.000.627,121
4	289.492,602	5.000.680,017
5	289.846,716	5.000.485,979
6	290.000,549	5.000.418,083
7	289.977,388	5.000.248,405
8	290.020,728	5.000.157,544
9	290.045,735	5.000.157,08
10	290.063,512	5.000.036,673
11	289.939,165	4.999.938,397
12	289.794,741	4.999.690,008
13	289.456,808	4.999.533,737
14	289.284,958	4.999.600,837
15	289.064,182	5.000.105,25



Slika 2-3 Satelitski prikaz granica i područja eksploatacijskog polja Kanfanar-jug (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022)

2.3. Prikaz materijala i postojećih načina eksploatacije

Postoji više varijeteta ovog kamena i to su: svijetli (slika 2-4), tamni, plavi (slika 2-5) i žuto-plavi.



Slika 2-4 Varijetet Istarskog žutog - Korenići svijetli

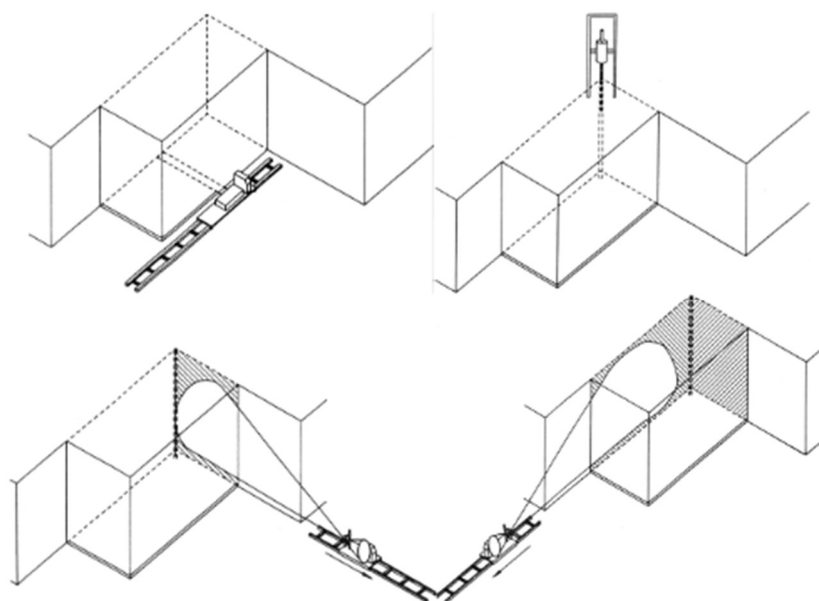


Slika 2-5 Varijetet Istarskog žutog - Kanfanar plavi

Stijenski materijal pogodan je za razne upotrebe te zadovoljava širok opseg zahtjeva koji se mogu javiti kod današnjih sve kompliciranijih projekata.

Eksploatacija ovog tipa materijala datira još iz 15. stoljeća, dok je eksploatacija na lokaciji započela šezdesetih godina prošlog stoljeća te se danas eksploatacija izvodi površinskim i podzemnim načinom. Podzemna eksploatacija započela je devedesetih godina prošlog stoljeća.

U početku se eksploatacija izvodila helikoidalnom žičnom pilom, dok su modernizacijom procesa devedesetih godina u proizvodnju uvedene dijamantna žična pila i lančana sjekačica. Otkrivka se na početku površinske eksploatacije uklanja presplitting metodom kod koje je vrlo bitno izbjeći bilo kakve moguće negativne utjecaje na eksploatabilne slojeve te se iz tog razloga otkrivka podsijeca lančanom sjekačicom cijelom dužinom, bušotine završavaju iznad eksploatabilnih slojeva te je samo punjenje minske bušotine znatno manje od klasičnih minskih bušotina. Nakon uklanjanja otkrivke pristupa se izradi horizontalnog reza po donjoj koti eksploatacijskih slojeva i vertikalnih bušotina. Zatim slijedi prodivanje žice kroz vertikalnu bušotinu te piljenje i obaranje primarnih blokova koji se zbog postojeće mehanizacije te zbog jednostavnosti obrade ne izvedu na dužini većoj od 12 metara. Cijeli proces prikazan je na slici 2-6. Površinska eksploatacija zahvaća 6 slojeva materijala visine etaže 6,80 m. Nakon obaranja primarnog bloka (slika 2-7) slijedi obrada u komercijalne blokove u, ukoliko je moguće, dimenzije pogodne za prihvat u gater.



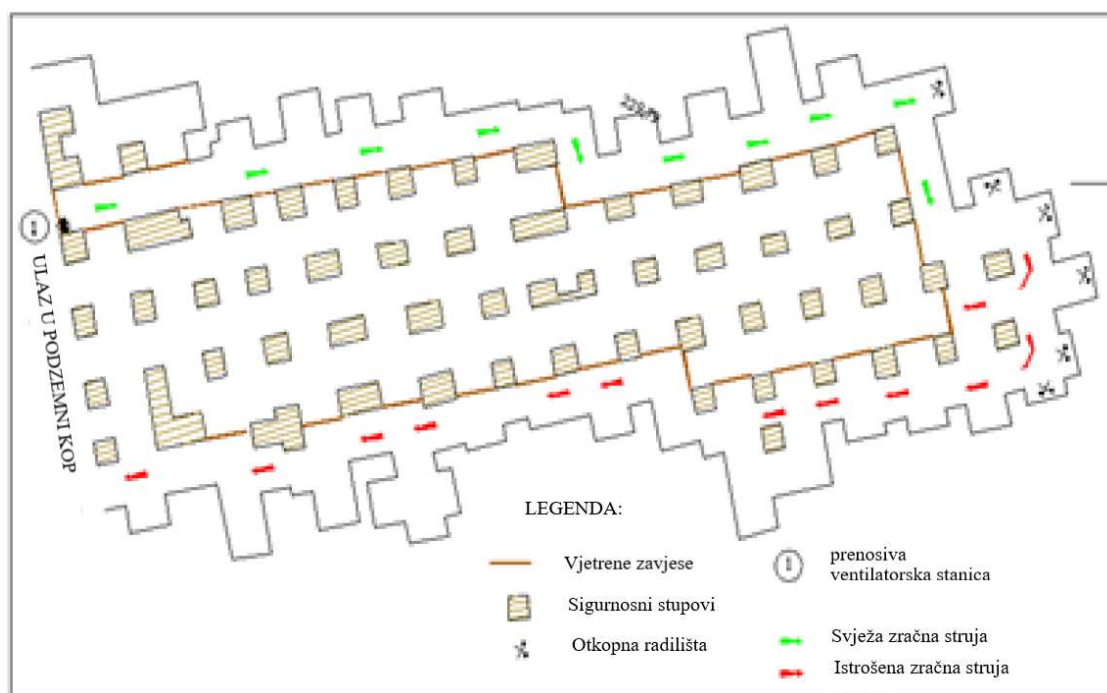
Slika 2-6 Redoslijed radnji prilikom dobivanja primarnog bloka (Dunda i Kujundžić, 2003)



Slika 2-7 Obaranje primarnog bloka u površinskom kopu Kanfanar (Kamen d.d., 2022)

Podzemna eksploatacija izvodi se komorno-stupnom metodom s nepravilnim rasporedom stupova prikazanih na slici 2-8 zajedno sa shematskim prikazom ventilacijskog sustava. Stupovi u podzemnom načinu eksploatacije predstavljaju najveći gubitak te se procjenjuje da on iznosi oko 30% (Miko i dr., 2013). Analizom stabilnosti podzemnih prostorija utvrđeno je kako je maksimalna širina razmaka između zaštitnih stupova 8,80 m, dok je maksimalna visina 5,75 m. Minimalna dopuštena površina poprečnog presjeka stupova iznosi 25 m². Podzemnim načinom eksploatacije se 5 slojeva. Za vertikalne i horizontalne rezove koristi se lančana sjekačica duljine reza 3,20 m s prosječnim učinkom od 6,93 m² po

satru. Projektiranje napredaka podzemnih prostorija izvodi se u hodu ovisno o rasporedu diskontinuiteta. Za jedan napredak u podzemlju potrebno je otprilike 4,5 dana. Napredak započinje izradom donjeg horizontalnog reza, zatim slijedi izrada svih vertikalnih rezova te nakon njih izrada preostalih horizontalnih rezova u koje se umeću čelične palice koje sprječavaju oštećenja blokova prilikom lomljenja te olakšavaju kasniji utovar blokova. Stražnje stranice blokova lome se limenim jastucima na vodu pod pritiskom te se zatim blokovi izvlače utovarivačima. Prilikom rada utovarivača u podzemlju utovarivač mora biti opremljen katalitičkim pročistačima na ispušnim cijevima koji smanjuju emisiju CO, nesagorivih ugljikovodika i organske topljive tvari za 90% (Miko i dr., 2013). Prilikom piljenja lančane sjekačice koristi se otprašivač koji radi na principu vrećastih filtara. Blokovi se zatim odlažu na osnovni plato površinskog kopa.



Slika 2-8 Shematski prikaz podzemnog kopa s nepravilno raspoređenim zaštitnim stupovima i ventilacijskim sustavom (Franolić i dr., 2020)

2.4. Fizičko mehaničke značajke Istarskog žutog

Procjenu UCS-a i Youngovog modula elastičnosti Istarskog žutog napravili su Briševac i dr. (2017). Ispitivanja su rađena prema ISRM-u (International Society for Rock Mechanics) i ona su bila sljedeća: određivanje gustoće i poroznosti materijala; određivanje UCS-a i deformabilnosti materijala; određivanje brzine ultrazvučnih elastičnih P-valova (P-brzina);

određivanje indeksne čvrstoće postupkom određivanja u točki PLT (point load strength indeks) te određivanje vrijednosti odskoka kuglice Schmidtovog čekića SRH (Schmidt rebound hardness). Ispitivanja su izvođena na pripremljenim uzorcima u obliku malih blokova dimenzija 23 x 30 x 23 cm u Geomehničkom laboratoriju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Uzorci su pripremljeni iz sva tri ležišta Istarskog žutog (Kanfanar, Selina i Korenići) te izvađeni iz svih eksploatacijskih slojeva. Prosječne dobivene vrijednosti su sljedeće: gustoća 2621,5 kg/m³; poroznost 2,9 %; PLT 3,8 MPa; SRH 61,0; P-brzina 5,9 km/s; UCS 114,2 MPa te E 59,4 GPa. Prosječna vrijednost SRH za uzorke iz slojeva izvađenih samo iz ležišta Kanfanar (C, B, I, II, IV, V, VI) iznosi 62,7. Eksploatacijski sloj IV najkvalitetniji je sloj ležišta Kanfanar te se iz njega eksploatiraju blokovi najveće klase. Prosječna vrijednost SRH za sloj IV prema Briševac i dr. (2017) iznosi 63,8.

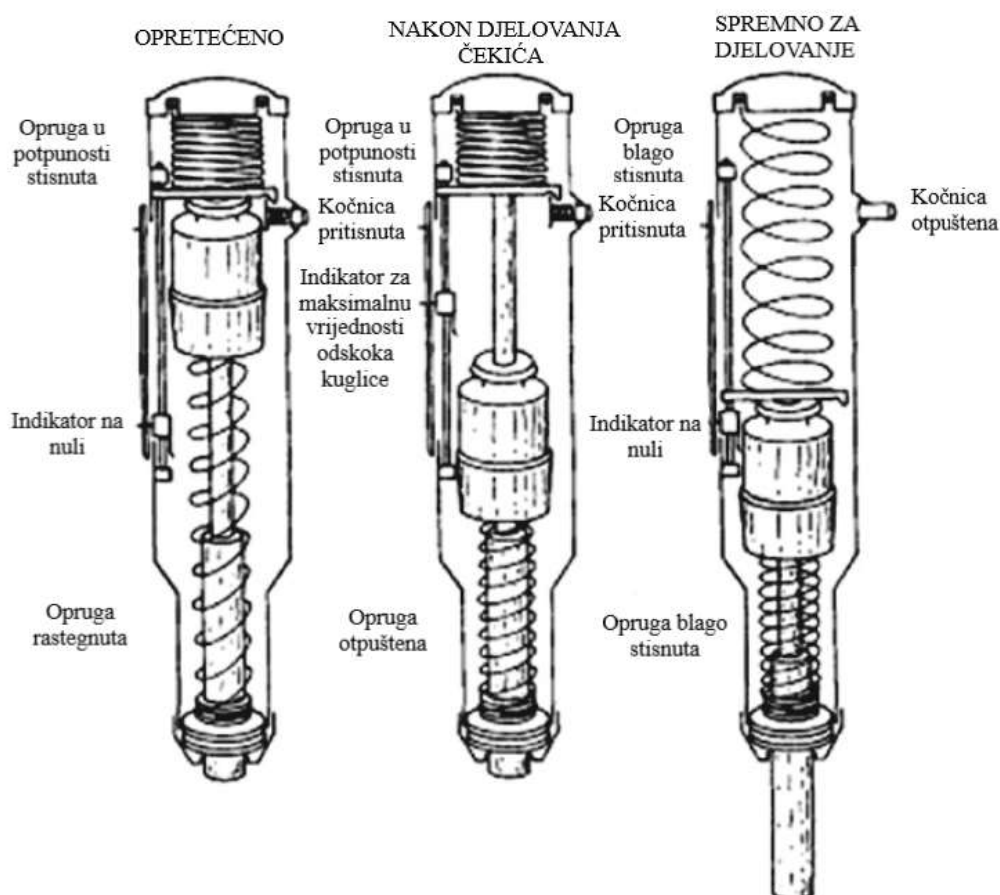
Također, od strane Kamen d.d. Pazin, naručena su ispitivanja koja su izvedena od strane Laboratorija za mramor Veleučilišta u Torinu (Laboratorio Marmo del Politecnico di Torino, 2007). Ispitivanja su provedena u svrhu upotrebe i ugradnje kamena i kamenog materijala te su izvedena prema europskim normama. Prema navedenom ispitivanju, karakteristike Istarskog žutog su sljedeće: prostorna masa 2643 kg/m³; upijanje vode 0,68 %; tlačna čvrstoća 186,00 MPa; čvrstoća na savijanje 9,6 MPa te otpornost na habanje 14.

3. ODREĐIVANJE TVRDOĆE POMOĆU SCHMIDTOVOG ČEKIĆA

3.1. Osnovni principi ispitivanja

Otpor koji tijelo pruža prilikom prodiranja drugog tijela u njegovu površinu naziva se tvrdoća. Određivanje tvrdoće spada u najraširenije i najkorištenije postupke prilikom ispitivanja fizičko mehaničkih svojstva materijala te su se za potrebe istog razvili mnogobrojni različiti postupci. U mehanici stijena tvrdoća ovisi o tvrdoći pojedinih minerala i veziva u sklopu stijenskog materijala. Najčešći postupak utvrđivanja tvrdoće stijenskog materijala je odskok čelične kuglice Schmidtovog čekića. Prvotno razvijen za utvrđivanje čvrstoće betona, Schmidtov čekić pronašao je svoju primjenu prilikom određivanja tvrdoće stijenskog materijala i čvrstoće na stijenama diskontinuiteta (Briševac, 2012).

Schmidtov čekić (SH) (slika 3-1) svojom je pristupačnošću i jednostavnošću upotrebe idealan instrument za ispitivanje, čemu svjedoči i porast popularnosti instrumenta te njegov širok raspon primjene.



Slika 3-1 Shematski prikaz Schmidtovog čekića u različitim fazama ispitivanja (Aydin, 2009)

Iznos odskoka kuglice Schmidtovog čekića SRH (Schmidt rebound hardness) jedna je od najviše korištenih indeksnih značajki u mehanici stijena za procjenu jednoosne tlačne čvrstoće UCS (uniaxial compressive strength) i modula elastičnosti E (modulus of elasticity) intaktne stijene u laboratoriju te na terenu. SH je također korišten za procjenu čvrstoće stijenci diskontinuiteta i za ocjenu obradivosti stijenske mase (rezanje, poliranje, mljevenje) i mogućnosti otkopavanja stijenske mase mehaničkim sredstvima (drobljenje, strojno otkopavanje, otkopavanje bušenjem i miniranjem). Istraživači se konstantno trude uspostaviti korelaciju između vrijednosti odskoka kuglice R s UCS i E za različite vrste stijena. Razumijevanje mehanizama instrumenta te načina stvaranja udubljenja prilikom udarca krucijalno je za smanjivanje raspršivanja podataka (Aydin, 2009).

Schmidtov čekić sastoji se od udarnog tijela s oprugom koja se oslobađa kada se klip pritisne na površinu (slika 3-1). Udar klipa na klip prenosi energiju na materijal. Stupanj do kojeg se energija obnavlja ovisi o tvrdoći materijala, koji se izražava kao postotak maksimalno rastegnute duljine glavne opruge u odnosu na njenu duljinu nakon odskoka.

Postoje L-tip i N-tip SH-a te se oni razlikuju po udarnoj energiji koja kod L-tipa čekića iznosi 0,735 Nm, a kod N-tipa čekića 2,207 Nm. Pogodniji za rad na terenu je N-tip zbog manje osjetljivosti na nepravilnosti površine materijala te jača energija udara smanjuje raspršenost podataka vrijednosti odskoka kuglice dok L-tip posjeduje veću osjetljivost u manjem rasponu i daje bolje rezultate kada se ispituju slabije, poroznije i istrošenije stijene. Važno je da čekić zadrži istu standardnu vrijednost odskoka prije i poslije terenskih ispitivanja.

Uzorci trebaju biti intaktni, petrološki jednoliki i reprezentativni uzorci stijene domaćina koja se ispituje. Površine i kontaktne točke trebaju biti čiste i bez prašine i čestica. Tijekom terenskih istraživanja, može se koristiti abrazivan materijal za zaglađivanje površina ukoliko je potrebno. Također, može se koristiti i fini brusni papir za zaglađivanje površine uzoraka i jezgri, posebno kada piljenje i bušenje uzrokuje oštre rubove. Minimalna veličina uzorka iznosi 84 mm za N-tip čekića i 54,7 mm za L-tip čekića. Minimalna potrebna debljina uzorka 100 mm na kontaktnoj točki. Također, kontaktna točka ne smije biti preblizu rubu uzorka zbog moguće pojave pucanja ili raspršivanja udarnih valova. Iz tih razloga točka ispitivanja treba biti jednu dužinu polumjera udaljena od najbližeg ruba jezgre uzorka te pola dužine debljine od rubova uzorka. Primjerice, ako uzmemo da je razmak između kontaktnih točaka 2 cm, dužina jezgre od 43,5 cm ili blok površine 268 cm² (za 10 cm debljine) potrebni su za pridobivanje 20 očitavanja. Ukoliko se dogodi 10 uzastopnih očitavanja koji se razlikuju za 4

(± 2), ispitivanje se može prekinuti. Ispitivanje je uglavnom nerazarajuće za stijene srednje čvrstoće (>80 MPa) te se isti uzorak može koristiti za određivanje UCS i E (Aydin, 2009).

Prilikom ispitivanja SH mora biti okomit na površinu na kojoj se ispitivanje izvodi, no Aydin i Basu (2005) normalizirali su vrijednosti i ispitivanje radi čega se test može izvoditi u kojem god smjeru uz zabilježbu nagiba uz pomoć digitalnih ili mehaničkih kutomjera (ispitivanje obliha površina stijenki diskontinuiteta ili cilindričnih stijenki tunela). Tijekom terenskih ispitivanja potrebno je zabilježiti dimenzije ispitivanih blokova, postojanost materijala, porijeklo bloka, eventualne nepravilnost površine te kako su se kontaktne točke pripremile za ispitivanje.

Veličina i raspored zrna i relativna čvrstoća matrice znatno utječu na stupanj raspršenosti vrijednosti odskoka kuglice. Ukoliko površina sadrži zrna sličnih promjera kao promjer klipa, očitavanja uzrokovana tim zrnima mogu stvarati odstupanja od prosjeka u velikoj mjeri. U takvim slučajevima potrebno je posebno izvršiti ispitivanje na kontaktnim točkama gdje se nalaze zrna te na matrici. Izračun aritmetičkih vrijednosti ovih komponenti može uzrokovati pogreške prilikom određivanja tvrdoće. Mikro promjene u strukturi uzrokovane atmosferilijama rezultiraju različitim vrijednostima odskoka te značajno utječu na njih. Iz tog razloga potrebno je da su uzorci materijala jednako zahvaćeni i potrošeni atmosferilijama u cijelom obujmu te također da uzorci imaju jednaku razinu vlažnosti (Aydin, 2009).

3.2. Pregled dosad objavljenih radova

Pored prije spomenutih znanstvenih radova (Briševac, 2012; Briševac i dr., 2017) pretragom dostupne literature pronađeni su i drugi radovi u kojima je opisano utvrđivanje Schmidtove tvrdoće arhitektonsko-građevnog kamena.

Pamuk i Büyüksaraç (2017) obavili su nerazorna ispitivanja na arhitektonsko-građevnom kamenu s područja Ürgüp (Nevşehir). Ispitivanja Schmidtovim čekićem N-tipa obavljena su na uzorcima dimenzija $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3$ prikupljenih u regiji Kapadokija u Turskoj. Vrste ispitivanog arhitektonsko-građevnog kamena su: Vişne, Devetüyük, Gülkurusu, Kirli Beyaz i Sarı. Na svakom uzorku obavljena su ispitivanja na 3 različite stranice uzorka te se na svakoj stranici obavilo 10 udaraca po šablona u obliku mreže, nakon čega se računala srednja vrijednost. Srednja vrijednost odskoka kreće se u rasponu od 15,8 do 23. Najveća vrijednost odskoka zabilježena je kod uzorka Sarı, dok je najmanja zabilježena kod uzorka Kirli Beyaz.

Ispitivanja na granitima obavljena su od strane Vasconcelos i dr. (2007) po normi ASTM D5873 gdje se na kubičnim uzorcima označila šablona za 5 udaraca na jednoj bočnoj stranici

(slika 3-2) te ista stvar na suprotnoj stranici. Korišten je Schmidov čekić NR-tipa s udarnom energijom od 2,207 Nm. Ukupno su ispitana 4 uzorka granita nakon čega se računala aritmetička sredina za obavljeno ispitivanje. Rezultati variraju u rasponu od 62,5 do 71,6 za različite vrste granita te su blizu pretpostavljenim vrijednostima odskoka u literaturi. Također je primijećeno da istrošenost uzoraka i sadržaj vlage značajno utječe na vrijednost odskoka Schmidovog čekića koja ujedno može biti indikator elastičnih svojstava te svojstava čvrstoće. Ovo se ispitivanje može primijeniti kao brz i jednostavan način određivanja stupnja istrošenosti granita.



Slika 3-2 Prikaz ispitivanja na granitima Schmidovim čekićem (Vasconcelos i dr., 2007)

4. OPIS TERENSKIH ISTRAŽIVANJA

Ispitivanja su obavljena 29. travnja 2022. godine u EP Kanfanar-jug na blokovima arhitektonsko-građevnog kamena proizašlih iz podzemne eksploatacije. Blokovi postaju komercijalni nakon što se obave mjerenja dimenzija i mase te određivanje klase bloka ili nakon eventualne naknadne obrade u potrazi za što povoljnijim blokom, na što se nastavlja već navedeni postupak. Zbog velike potražnje i proizvodnje, blokovi se ne zadržavaju dugo na zalihi te bivaju utovareni na kamione te transportirani direktno u izvoz ili u pogon za obradu kamena u Pazinu.

Za ispitivanje se koristio L-tip digitalna verzija čekića (slika 4-1). Ovakva verzija čekića razlikuje se od klasične verzije prema načinu mjerenja apsorbirane kinetičke energije. Klasična verzija čekića mjeri koliko je uteg odskočio u odnosu na svoj početni položaj, dok se kod digitalne verzije čekića postotak apsorbirane energije izražava kao odnos brzine prije i poslije udarca. Kod obje verzije čekića mjeri se apsorbirana kinetička energije, rezultati će se razlikovati zbog utjecaja gravitacije kod klasične verzije čekića. Ne postojanje potrebe za normalizacijom rezultata predstavlja jednu od glavnih prednosti digitalne verzije čekića u odnosu na klasičnu verziju čekića. Uz to, najveća razlika i prednost digitalne verzije čekića u odnosu na analognu verziju je prikupljanje, pohrana i obrada podataka (Briševac, 2012).



Slika 4-1 Prikaz digitalne verzije Schmidtovog čekića (Proceq, 2022)

Kod digitalne verzije čekića, vrijednost odskoka kuglice neovisna je o kutu pod kojim se ispitivanje izvodi. Noviji modeli optimizirani su za terensku upotrebu te se može izvršiti velik broj udaraca i očitavanja koji se kasnije mogu pohraniti u obliku prikladnom za rad na računalu i rad u računalnim programima. Također, čekić posjeduje alate koji unaprijed računaju raspon obavljenih ispitivanja i njihovu srednju vrijednost te ostale statističke vrijednosti. Kod digitalne verzije čekića se po formuli 4-1 izračunava vrijednost odskoka.

$$R_{PQ} = 100(E_{ref}/E_{for})^{0,5}$$

$$R_{PQ} = 100[(0,5 m v_r^2)/[(0,5 m v_0^2)]]^{0,5}$$

$$R_{PQ} = 100 v_R/v_0 \quad (4-1)$$

gdje je:

R_{PQ} - vrijednosti odskoka kod Proceq izvedbe Schmidtovog čekića,

m - masa utega,

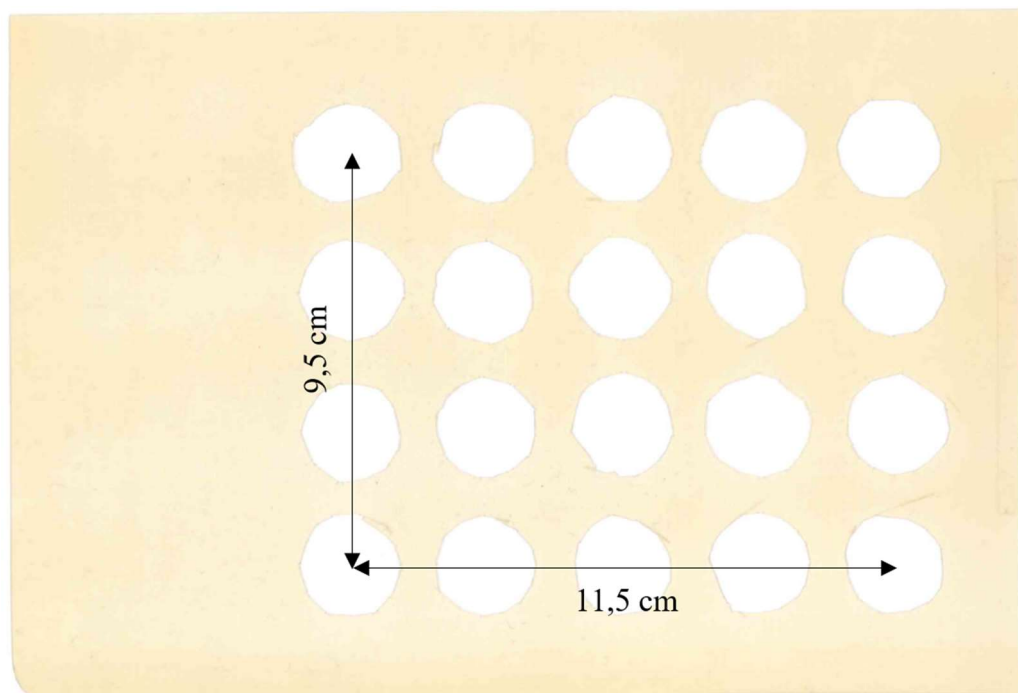
E_{for} - energija prije odskoka,

E_{ref} - energija nakon odskoka,

v_0 - brzina neposredno prije odskoka,

v_R - brzina neposredno poslije odskoka.

Prvi set ispitivanja izvršio se na način da se po šablona (slika 4-2) obavilo 20 udaraca na jednoj bočnoj stranici bloka, dok se drugi set ispitivanja izvršio na način da se 20 udaraca nasumično rasporedilo po jednoj bočnoj stranici bloka (slika 4-3).



Slika 4-2 Šablona za skupni način ispitivanja



Slika 4-3 Način i redoslijed prilikom raspršenog načina ispitivanja

Prvi set ispitivanja izvodio se na sredini bočnih stranica, odnosno na visini od oko 0,75 m. Drugi set ispitivanja izvodio se na način da se pokuša obuhvatiti sve nepravilnosti na bočnoj stranici bloka, ukoliko je to moguće zbog uvjeta na terenu. Udarci čekića moraju biti udaljeni za barem jednu vrijednost duljine promjera klipa čekića, kao što je vidljivo na šabloni. U sklopu ispitivanja potrebno je izgladiti eventualne značajnije nepravilnosti na površini koje možemo očekivati kod stranica blokova koje su dobivene kalanjem i lomljenjem. U sklopu ovih ispitivanja glavni fokus bio je obuhvatiti dvije vrste obrade površina bloka, a to su dobivanje površine nakon piljenja dijamantnom žičnom pilom te dobivanje površine nakon piljenja lančanom sjekačicom. Kod obje obrade površina stranica blokova nije potrebno obrađivanje površine prije ispitivanja.

5. REZULTATI ISPITIVANJA

U nastavku su prikazani rezultati obavljenih ispitivanja u obliku tablica s vrijednostima svih 20 udaraca, njihove srednje vrijednosti, standardne devijacije, vrijednosti s 95% pouzdanosti, vrijednosti s 68% pouzdanosti te njihove maksimalne i minimalne vrijednosti. U naslovu tablica navedena je oznaka ispitivanja, kako je ispitivanje obavljano te o kojoj obradi površine se radilo. Također, naznačena je komercijalna oznaka bloka, sloj iz kojeg je eksploatiran te klasa koja označava kvalitetu komercijalnog bloka.

Aritmetička sredina se za skup prikupljenih podataka koje možemo označiti od x_1 do x_n po jednadžbi 5-1 definira kao

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (4-1)$$

gdje je:

- $\bar{x}$ - vrijednost aritmetičke sredine,
- x_n - vrijednost odskoka jednog udarca,
- n - ukupan broj udaraca prilikom ispitivanja.

Standardna devijacija za brojevni niz podataka od x_1 do x_n definira se po jednadžbi 5-2 kao

$$s = \sqrt{\frac{(\bar{x} - x_1)^2 + (\bar{x} - x_2)^2 + \dots + (\bar{x} - x_n)^2}{n}} \quad (4-2)$$

gdje je:

- s - vrijednost standardne devijacije,
- $\bar{x}$ - vrijednost aritmetičke sredine,
- x_n - vrijednost odskoka jednog udarca,
- n - ukupan broj udaraca prilikom ispitivanja.

Prilikom obrade podataka, aritmetička sredina, odnosno prosjek, jedna je od najkorištenijih vrijednosti. Ona je zapravo broj koji se često u teoriji i praksi smatra najbližim podacima. Standardna devijacija definira se kao mjera odstupanja od aritmetičke sredine i kolika je spomenuta bliskost podataka aritmetičkoj sredini. Drugim riječima, što je vrijednost standardne devijacije manja, to je aritmetička sredina bliža realnim podacima. Ukoliko standardna devijacija iznosi nula, sve vrijednosti bit će iste, a aritmetička sredina jednaka svim vrijednostima. Vrijednosti uz 95% i 68% podataka proizlaze iz pravila 68-95-

99 koje postoji kod normalne distribucije kada su podaci koncentrirani oko aritmetičke sredine te što su vrijednosti udaljenije od aritmetičke sredine, to se manje podataka s tim vrijednostima može pronaći. Unutar vrijednosti jedne standardne devijacije, tj. intervala dobivenog oduzimanjem i dodavanjem vrijednosti jedne standardne devijacije aritmetičkoj sredini, nalazi se približno 68% podataka. Unutar vrijednosti dvije standardne devijacije, tj. intervala dobivenog oduzimanjem i dodavanjem vrijednosti dvije standardne devijacije, nalazi se približno 95% podataka (Tadić, 2017).

U tablicama od 5-1 do 5-86 prikazani su rezultati ispitivanja zajedno s osnovnim statističkim podacima poput srednje vrijednosti, standardne devijacije, maksimalne vrijednosti, minimalne vrijednosti te vrijednosti s određenim postotkom pouzdanosti.

Tablice neparnih brojeva i oznaka (5-1, 5-3, 5-5,...,5-85) prikazuju ispitivanja obavljena skupnim načinom, dok tablice parnih brojeva i oznaka (5-2, 5-4, 5-6,..., 5-86) prikazuju ispitivanja obavljena raspršenim načinom. Vrijednosti ispitivanja na površinama obrađenim dijamantnom žičnom pilom prikazane su u tablicama: 5-1, 5-2, 5-9, 5-10, 5-15, 5-16, 5-27, 5-28, 5-31, 5-32, 5-37, 5-38, 5-39, 5-40, 5-47, 5-48, 5-53, 5-54, 5-57, 5-58, 5-73, 5-74, 5-77, 5-78, 5-79, 5-80, 5-83, 5-84. Vrijednosti ispitivanja na površinama obrađenim lančanom sjekačicom prikazane su u tablicama: 5-3, 5-4, 5-5, 5-6, 5-7, 5-8, 5-11, 5-12, 5-13, 5-14, 5-17, 5-18, 5-19, 5-20, 5-21, 5-22, 5-23, 5-24, 5-25, 5-26, 5-29, 5-30, 5-33, 5-34, 5-35, 5-36, 5-41, 5-42, 5-43, 5-44, 5-45, 5-46, 5-49, 5-50, 5-51, 5-52, 5-55, 5-56, 5-59, 5-60, 5-61, 5-62, 5-63, 5-64, 5-65, 5-66, 5-67, 5-68, 5-69, 5-70, 5-71, 5-72, 5-75, 5-76, 5-81, 5-82, 5-85, 5-86.

Tablica 5-1 Vrijednosti ispitivanja KJ-1 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	74,0	74,5	76,5	76,0	75,0	75,0	74,0	76,0	73,0	77,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,0	76,5	72,5	75,5	74,5	76,5	78,5	75,0	77,0	75,0
Srednja vrijednost				75,30		Standardna devijacija				1,47
Vrijednost uz 95% podataka				75,30		Najmanja vrijednost				72,5
Vrijednost uz 68% podataka				75,30		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-2 Vrijednosti ispitivanja KJ-2 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	77,5	75,0	76,0	74,5	74,5	77,5	73,0	74,0	76,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,0	76,5	73,5	74,0	72,5	75,5	74,5	73,0	76,0	73,0
Srednja vrijednost				74,90		Standardna devijacija				1,51
Vrijednost uz 95% podataka				74,90		Najmanja vrijednost				72,5
Vrijednost uz 68% podataka				74,90		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-3 Vrijednosti ispitivanja KJ-3 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	73,5	75,0	73,0	73,5	74,5	75,0	76,0	77,5	76,5	74,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	75,5	76,0	76,5	71,5	70,0	77,0	75,0	76,0	75,5	73,5
Srednja vrijednost				74,73		Standardna devijacija				1,92
Vrijednost uz 95% podataka				74,97		Najmanja vrijednost				70
Vrijednost uz 68% podataka				74,73		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-4 Vrijednosti ispitivanja KJ-4 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	73,0	75,0	74,0	73,5	67,5	70,0	70,5	73,0	72,5	76,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	71,5	74,0	72,5	66,0	70,0	74,5	70,5	69,0	71,5	72,5
Srednja vrijednost				71,88		Standardna devijacija				2,58
Vrijednost uz 95% podataka				72,18		Najmanja vrijednost				66
Vrijednost uz 68% podataka				71,88		Najveća vrijednost				76,5

Tablica 5-5 Vrijednosti ispitivanja KJ-5 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	63,0	58,0	60,0	73,0	69,0	59,5	71,5	66,5	73,0	57,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	68,0	73,0	72,0	68,0	70,0	71,5	68,5	72,5	71,5	70,5
Srednja vrijednost				67,83		Standardna devijacija				5,29
Vrijednost uz 95% podataka				67,83		Najmanja vrijednost				57,5
Vrijednost uz 68% podataka				67,83		Najveća vrijednost				73

Tablica 5-6 Vrijednosti ispitivanja KJ-6 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	68,0	69,0	72,5	74,0	67,0	62,0	67,0	71,0	63,5	66,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	68,0	63,0	69,0	64,5	71,0	69,0	62,0	60,5	73,5	69,5
Srednja vrijednost				67,53		Standardna devijacija				3,94
Vrijednost uz 95% podataka				67,53		Najmanja vrijednost				60,5
Vrijednost uz 68% podataka				67,53		Najveća vrijednost				74

Tablica 5-7 Vrijednosti ispitivanja KJ-7 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	71,5	75,5	73,5	74,5	65,5	77,5	72,5	67,0	69,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	70,5	68,5	69,0	73,5	72,0	75,0	74,0	68,0	71,0	72,0
Srednja vrijednost				71,75		Standardna devijacija				3,17
Vrijednost uz 95% podataka				71,75		Najmanja vrijednost				65,5
Vrijednost uz 68% podataka				71,75		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-8 Vrijednosti ispitivanja KJ-8 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	74,0	72,0	73,0	64,0	74,0	76,0	68,0	75,0	70,0	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,5	67,0	67,0	72,0	69,0	78,5	76,5	74,0	73,0	74,0
Srednja vrijednost				72,40		Standardna devijacija				3,82
Vrijednost uz 95% podataka				72,40		Najmanja vrijednost				64
Vrijednost uz 68% podataka				72,40		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-9 Vrijednosti ispitivanja KJ-9 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	78,5	77,5	77,0	77,5	76,0	80,0	77,0	77,5	74,5	76,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	78,0	76,0	76,0	76,0	75,5	78,0	77,5	77,5	77,5	76,5
Srednja vrijednost				77,03		Standardna devijacija				1,21
Vrijednost uz 95% podataka				76,87		Najmanja vrijednost				74,5
Vrijednost uz 68% podataka				77,03		Najveća vrijednost				80

Tablica 5-10 Vrijednosti ispitivanja KJ-10 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	77,5	78,0	76,5	78,5	78,0	76,5	76,0	76,0	76,5	78,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	78,5	78,0	77,5	73,0	78,0	75,5	76,0	77,5	76,5	77,0
Srednja vrijednost				76,98		Standardna devijacija				1,33
Vrijednost uz 95% podataka				77,18		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				76,98		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-11 Vrijednosti ispitivanja KJ-11 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	72,0	64,0	71,0	66,0	64,0	71,0	74,5	65,5	70,0	65,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	61,5	64,0	70,5	75,5	69,5	71,5	72,0	66,5	68,0	71,5
Srednja vrijednost				68,68		Standardna devijacija				3,89
Vrijednost uz 95% podataka				68,68		Najmanja vrijednost				61,5
Vrijednost uz 68% podataka				68,68		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-12 Vrijednosti ispitivanja KJ-12 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	55,0	73,5	71,0	73,0	65,5	74,0	73,0	70,0	70,0	64,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,5	65,5	68,5	64,0	67,5	69,0	69,5	67,5	75,0	71,0
Srednja vrijednost				68,95		Standardna devijacija				4,65
Vrijednost uz 95% podataka				68,68		Najmanja vrijednost				55
Vrijednost uz 68% podataka				68,95		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-13 Vrijednosti ispitivanja KJ-13 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 3. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	72,0	70,0	72,0	73,0	71,5	72,0	68,0	64,0	67,0	67,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,5	71,0	64,0	69,0	68,5	64,0	68,5	69,0	66,5	69,0
Srednja vrijednost				68,93		Standardna devijacija				2,88
Vrijednost uz 95% podataka				68,93		Najmanja vrijednost				64
Vrijednost uz 68% podataka				68,93		Najveća vrijednost				73

Tablica 5-14 Vrijednosti ispitivanja KJ-14 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 3. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	73,0	67,0	50,5	69,5	73,5	73,0	69,5	72,5	70,5	72,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	68,5	68,0	74,0	73,0	74,5	74,5	76,0	61,0	69,0	67,5
Srednja vrijednost				69,88		Standardna devijacija				5,75
Vrijednost uz 95% podataka				70,89		Najmanja vrijednost				50,5
Vrijednost uz 68% podataka				69,88		Najveća vrijednost				76

Tablica 5-15 Vrijednosti ispitivanja KJ-15 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	76,0	75,5	75,5	74,5	75,0	73,0	73,0	80,0	77,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,0	77,0	76,5	76,5	77,0	79,5	73,0	74,5	73,0	75,5
Srednja vrijednost				75,75		Standardna devijacija				1,97
Vrijednost uz 95% podataka				75,75		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				75,75		Najveća vrijednost				80

Tablica 5-16 Vrijednosti ispitivanja KJ-16 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	78,5	73,0	76,0	78,0	77,0	78,0	78,0	76,5	77,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,0	76,5	76,0	76,5	76,0	75,0	74,5	75,0	74,0	74,0
Srednja vrijednost				76,13		Standardna devijacija				1,5
Vrijednost uz 95% podataka				76,13		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				76,13		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-17 Vrijednosti ispitivanja KJ-17 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	72,0	76,0	76,5	77,5	74,0	75,5	71,5	73,0	74,5	73,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,0	74,0	73,5	73,5	73,5	72,0	71,0	74,0	71,0	75,0
Srednja vrijednost				73,75		Standardna devijacija				1,77
Vrijednost uz 95% podataka				73,75		Najmanja vrijednost				71
Vrijednost uz 68% podataka				73,75		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-18 Vrijednosti ispitivanja KJ-18 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	67,0	73,5	73,5	75,5	74,0	78,0	76,5	79,5	70,0	72,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,0	69,5	64,5	77,0	71,0	76,0	74,5	70,5	74,5	77,0
Srednja vrijednost				73,53		Standardna devijacija				3,81
Vrijednost uz 95% podataka				74,00		Najmanja vrijednost				64,5
Vrijednost uz 68% podataka				73,53		Najveća vrijednost				79,5

Tablica 5-19 Vrijednosti ispitivanja KJ-19 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	64,0	63,0	71,0	70,0	75,0	73,5	75,0	74,5	73,5	67,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	66,0	67,0	68,5	69,0	72,0	69,5	73,0	70,0	69,5	67,0
Srednja vrijednost				69,93		Standardna devijacija				3,54
Vrijednost uz 95% podataka				69,93		Najmanja vrijednost				63,0
Vrijednost uz 68% podataka				69,93		Najveća vrijednost				75,0

Tablica 5-20 Vrijednosti ispitivanja KJ-20 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (III sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	70,0	69,0	72,0	65,0	68,5	66,5	71,5	67,0	67,5	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	68,5	70,0	71,0	75,5	73,0	66,5	69,5	72,0	75,5	65,0
Srednja vrijednost				69,85		Standardna devijacija				3,15
Vrijednost uz 95% podataka				69,85		Najmanja vrijednost				65,0
Vrijednost uz 68% podataka				69,85		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-21 Vrijednosti ispitivanja KJ-21 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,5	77,0	73,0	74,5	74,0	73,5	74,5	75,5	74,5	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,5	71,5	77,0	78,0	78,0	74,5	71,0	73,5	75,0	71,5
Srednja vrijednost				74,50		Standardna devijacija				1,99
Vrijednost uz 95% podataka				74,50		Najmanja vrijednost				71
Vrijednost uz 68% podataka				74,50		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-22 Vrijednosti ispitivanja KJ-22 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	73,5	77,5	75,0	74,0	75,5	78,0	70,0	75,5	74,5	75,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,0	73,5	71,0	71,5	74,5	72,5	76,0	73,5	74,0	77,0
Srednja vrijednost				74,30		Standardna devijacija				2,06
Vrijednost uz 95% podataka				74,30		Najmanja vrijednost				70
Vrijednost uz 68% podataka				74,30		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-23 Vrijednosti ispitivanja KJ-23 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	75,5	69,5	73,5	70,5	68,5	70,5	70,5	71,0	66,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,0	65,5	71,5	72,5	73,5	70,0	73,5	69,5	73,0	69,0
Srednja vrijednost				71,05		Standardna devijacija				2,61
Vrijednost uz 95% podataka				71,05		Najmanja vrijednost				65,5
Vrijednost uz 68% podataka				71,05		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-24 Vrijednosti ispitivanja KJ-24 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	77,0	73,0	75,0	71,5	68,0	74,0	72,0	71,0	67,5	67,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	67,0	68,0	65,5	69,0	75,5	65,0	71,0	71,0	68,5	65,5
Srednja vrijednost				70,13		Standardna devijacija				3,53
Vrijednost uz 95% podataka				70,13		Najmanja vrijednost				65
Vrijednost uz 68% podataka				70,13		Najveća vrijednost				77

Tablica 5-25 Vrijednosti ispitivanja KJ-25 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	71,5	74,0	67,0	72,5	75,5	65,5	66,5	71,5	68,5	71,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	68,0	73,5	65,0	70,0	74,0	69,0	71,5	66,5	67,0	67,0
Srednja vrijednost				69,75		Standardna devijacija				3,17
Vrijednost uz 95% podataka				69,75		Najmanja vrijednost				65
Vrijednost uz 68% podataka				69,75		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-26 Vrijednosti ispitivanja KJ-26 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	66,0	73,0	73,5	69,0	72,0	75,5	75,5	73,5	75,5	69,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	73,5	67,0	75,0	64,5	67,5	69,5	73,0	67,0	74,5	74,0
Srednja vrijednost				71,43		Standardna devijacija				3,57
Vrijednost uz 95% podataka				71,43		Najmanja vrijednost				64,5
Vrijednost uz 68% podataka				71,43		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-27 Vrijednosti ispitivanja KJ-27 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 3. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	73,0	78,0	76,5	77,0	77,0	76,0	74,0	74,5	75,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,5	78,5	76,5	73,0	75,5	78,0	79,0	76,0	76,0	75,5
Srednja vrijednost				76,08		Standardna devijacija				1,65
Vrijednost uz 95% podataka				76,08		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				76,08		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-28 Vrijednosti ispitivanja KJ-28 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 3. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	76,0	78,0	77,5	77,5	73,0	77,5	74,5	76,0	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	75,5	76,0	75,0	73,5	74,0	75,5	73,0	76,0	74,5	75,0
Srednja vrijednost				75,53		Standardna devijacija				1,53
Vrijednost uz 95% podataka				75,53		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				75,53		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-29 Vrijednosti ispitivanja KJ-29 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 3. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,5	74,5	75,5	75,0	78,0	76,0	75,5	77,5	74,5	71,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,5	77,5	77,0	72,0	75,0	77,0	74,5	75,5	78,5	75,5
Srednja vrijednost				75,53		Standardna devijacija				1,79
Vrijednost uz 95% podataka				75,74		Najmanja vrijednost				71,5
Vrijednost uz 68% podataka				75,53		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-30 Vrijednosti ispitivanja KJ-30 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 3. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	74,5	73,5	75,5	76,5	73,0	78,0	74,5	75,0	76,0	73,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	73,0	69,0	71,5	76,5	71,5	76,0	75,0	72,0	74,5	71,0
Srednja vrijednost				73,98		Standardna devijacija				2,24
Vrijednost uz 95% podataka				73,98		Najmanja vrijednost				69
Vrijednost uz 68% podataka				73,98		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-31 Vrijednosti ispitivanja KJ-31 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	78,0	79,0	77,0	78,0	75,5	77,0	76,0	76,5	78,0	76,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	77,0	76,0	76,5	77,0	77,0	78,5	73,5	73,0	78,0	77,5
Srednja vrijednost				76,78		Standardna devijacija				1,5
Vrijednost uz 95% podataka				76,97		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				76,78		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-32 Vrijednosti ispitivanja KJ-32 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	79,5	73,5	76,0	77,0	76,0	79,0	78,0	78,0	78,5	79,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	78,0	79,5	77,0	75,5	76,5	78,0	76,0	78,5	77,5	79,5
Srednja vrijednost				77,53		Standardna devijacija				1,59
Vrijednost uz 95% podataka				77,74		Najmanja vrijednost				73,5
Vrijednost uz 68% podataka				77,53		Najveća vrijednost				79,5

Tablica 5-33 Vrijednosti ispitivanja KJ-33 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	74,0	73,5	72,0	71,0	71,5	72,5	75,0	70,5	75,0	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	70,0	75,0	74,5	71,0	66,0	78,0	71,0	73,0	73,0	74,0
Srednja vrijednost				72,70		Standardna devijacija				2,51
Vrijednost uz 95% podataka				73,05		Najmanja vrijednost				66
Vrijednost uz 68% podataka				72,70		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-34 Vrijednosti ispitivanja KJ-34 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	73,5	71,0	69,0	63,5	69,5	65,0	73,5	69,0	60,0	68,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	65,0	64,0	68,5	75,0	74,5	70,0	74,5	66,0	70,5	70,5
Srednja vrijednost				69,03		Standardna devijacija				4,14
Vrijednost uz 95% podataka				69,03		Najmanja vrijednost				60
Vrijednost uz 68% podataka				69,03		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-35 Vrijednosti ispitivanja KJ-35 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,5	72,0	73,5	75,5	77,0	72,5	70,5	73,5	71,0	78,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	71,0	73,0	74,5	71,0	76,0	75,0	75,5	75,0	77,5	75,5
Srednja vrijednost				74,20		Standardna devijacija				2,32
Vrijednost uz 95% podataka				74,20		Najmanja vrijednost				70,5
Vrijednost uz 68% podataka				74,20		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-36 Vrijednosti ispitivanja KJ-36 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	69,5	73,0	72,0	75,0	75,0	72,5	71,5	74,0	69,0	74,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	68,0	74,0	69,0	72,0	72,5	71,0	71,0	72,0	72,0	69,0
Srednja vrijednost				71,83		Standardna devijacija				2,11
Vrijednost uz 95% podataka				71,83		Najmanja vrijednost				68
Vrijednost uz 68% podataka				71,83		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-37 Vrijednosti ispitivanja KJ-37 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	78,0	76,5	73,5	76,0	77,5	74,0	77,0	75,5	77,5	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	79,0	75,0	76,0	78,0	78,0	76,5	79,0	76,0	75,0	74,0
Srednja vrijednost				76,48		Standardna devijacija				1,63
Vrijednost uz 95% podataka				76,48		Najmanja vrijednost				73,5
Vrijednost uz 68% podataka				76,48		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-38 Vrijednosti ispitivanja KJ-38 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	76,5	79,0	79,0	76,5	79,0	76,5	76,0	74,0	77,0	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	76,0	80,0	74,5	77,5	77,0	79,0	78,0	78,0	75,5	74,5
Srednja vrijednost				77,05		Standardna devijacija				1,69
Vrijednost uz 95% podataka				77,05		Najmanja vrijednost				74
Vrijednost uz 68% podataka				77,05		Najveća vrijednost				80

Tablica 5-39 Vrijednosti ispitivanja KJ-39 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	75,5	74,5	73,5	73,5	74,0	72,0	75,0	74,0	74,0	74,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	74,0	76,0	75,0	75,5	76,0	74,0	74,0	76,0	74,0	74,0
Srednja vrijednost				74,45		Standardna devijacija				1,01
Vrijednost uz 95% podataka				74,58		Najmanja vrijednost				72
Vrijednost uz 68% podataka				74,45		Najveća vrijednost				76

Tablica 5-40 Vrijednosti ispitivanja KJ-40 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (II sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	73,5	75,5	76,5	78,0	74,0	76,0	74,0	76,0	73,0	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	75,0	73,0	75,0	78,5	77,0	80,0	74,5	75,0	76,0	74,0
Srednja vrijednost				75,40		Standardna devijacija				1,9
Vrijednost uz 95% podataka				75,16		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				75,40		Najveća vrijednost				80

Tablica 5-41 Vrijednosti ispitivanja KJ-41 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	75,0	73,0	74,0	77,0	72,0	70,0	79,5	75,0	75,0	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	70,0	77,0	70,0	77,5	74,0	72,0	70,5	72,0	76,0	76,5
Srednja vrijednost				74,18		Standardna devijacija				2,89
Vrijednost uz 95% podataka				74,18		Najmanja vrijednost				70
Vrijednost uz 68% podataka				74,18		Najveća vrijednost				79,5

Tablica 5-42 Vrijednosti ispitivanja KJ-42 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (II sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	65,5	67,0	76,0	77,0	73,0	74,0	76,0	76,5	76,5	76,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,5	77,0	74,0	77,0	75,0	75,0	75,5	72,5	76,5	77,5
Srednja vrijednost				74,75		Standardna devijacija				3,24
Vrijednost uz 95% podataka				75,69		Najmanja vrijednost				65,5
Vrijednost uz 68% podataka				74,75		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-43 Vrijednosti ispitivanja KJ-43 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	69,5	63,0	68,5	68,0	68,0	70,0	71,0	71,5	75,0	72,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	71,5	71,0	76,0	76,5	70,0	73,0	72,5	76,0	65,5	72,0
Srednja vrijednost				71,05		Standardna devijacija				3,47
Vrijednost uz 95% podataka				71,47		Najmanja vrijednost				63
Vrijednost uz 68% podataka				71,05		Najveća vrijednost				76,5

Tablica 5-44 Vrijednosti ispitivanja KJ-44 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	76,0	75,0	64,5	73,0	73,5	63,0	75,0	66,0	73,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,5	72,0	72,5	72,0	67,0	73,0	69,5	73,5	72,0	72,5
Srednja vrijednost				71,68		Standardna devijacija				3,75
Vrijednost uz 95% podataka				72,13		Najmanja vrijednost				63
Vrijednost uz 68% podataka				71,68		Najveća vrijednost				76

Tablica 5-45 Vrijednosti ispitivanja KJ-45 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	68,5	74,0	72,0	70,0	69,0	77,5	74,0	68,0	69,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,0	74,0	76,0	73,5	78,5	77,0	79,0	73,5	75,0	73,5
Srednja vrijednost				73,53		Standardna devijacija				3,17
Vrijednost uz 95% podataka				73,53		Najmanja vrijednost				68
Vrijednost uz 68% podataka				73,53		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-46 Vrijednosti ispitivanja KJ-46 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	71,5	76,0	78,0	74,5	65,5	72,5	65,0	73,0	72,5	73,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,0	68,0	65,0	74,5	70,5	74,5	75,0	76,0	72,5	71,5
Srednja vrijednost				72,15		Standardna devijacija				3,71
Vrijednost uz 95% podataka				72,15		Najmanja vrijednost				65
Vrijednost uz 68% podataka				72,15		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-47 Vrijednosti ispitivanja KJ-47 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	77,0	77,0	78,0	79,0	78,0	77,0	78,0	77,5	77,5	78,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,5	76,0	77,0	76,5	77,5	77,5	76,5	78,5	77,5	74,0
Srednja vrijednost				77,25		Standardna devijacija				1,08
Vrijednost uz 95% podataka				77,42		Najmanja vrijednost				74
Vrijednost uz 68% podataka				77,25		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-48 Vrijednosti ispitivanja KJ-48 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	72,0	75,5	77,5	78,0	77,5	77,0	77,0	76,0	74,5	75,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	73,0	77,5	75,0	81,0	74,5	74,5	76,0	71,0	67,5	75,0
Srednja vrijednost				75,25		Standardna devijacija				2,89
Vrijednost uz 95% podataka				75,66		Najmanja vrijednost				67,5
Vrijednost uz 68% podataka				75,25		Najveća vrijednost				81

Tablica 5-49 Vrijednosti ispitivanja KJ-49 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	70,0	71,0	73,5	73,5	69,0	67,0	67,5	69,0	71,5	69,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,5	73,0	72,5	70,0	71,5	69,0	71,0	68,5	72,0	72,5
Srednja vrijednost				70,68		Standardna devijacija				1,99
Vrijednost uz 95% podataka				70,68		Najmanja vrijednost				67
Vrijednost uz 68% podataka				70,68		Najveća vrijednost				73,5

Tablica 5-50 Vrijednosti ispitivanja KJ-50 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	69,5	72,0	69,5	68,0	69,0	69,5	75,5	76,0	68,5	70,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	72,5	66,5	75,0	66,5	74,0	74,0	73,0	73,5	68,0	69,0
Srednja vrijednost				70,98		Standardna devijacija				3,02
Vrijednost uz 95% podataka				70,98		Najmanja vrijednost				66,5
Vrijednost uz 68% podataka				70,98		Najveća vrijednost				76

Tablica 5-51 Vrijednosti ispitivanja KJ-51 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	68,5	66,5	72,0	65,5	75,5	64,5	70,5	74,5	72,0	71,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	74,5	66,5	64,0	72,5	70,0	69,0	65,5	73,0	71,0	73,5
Srednja vrijednost				70,03		Standardna devijacija				3,59
Vrijednost uz 95% podataka				70,03		Najmanja vrijednost				64
Vrijednost uz 68% podataka				70,03		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-52 Vrijednosti ispitivanja KJ-52 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	71,5	73,0	72,5	70,0	75,5	74,0	68,5	73,5	76,0	69,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	75,0	79,0	70,0	76,5	68,0	67,5	67,5	64,0	72,5	67,5
Srednja vrijednost				71,55		Standardna devijacija				3,84
Vrijednost uz 95% podataka				71,55		Najmanja vrijednost				64
Vrijednost uz 68% podataka				71,55		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-53 Vrijednosti ispitivanja KJ-53 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odkok	78,0	77,0	77,0	77,5	76,0	77,5	77,5	75,5	76,5	75,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odkok	77,5	77,5	77,5	76,0	77,5	77,0	78,5	78,5	78,0	77,5
Srednja vrijednost				77,18		Standardna devijacija				0,88
Vrijednost uz 95% podataka				77,18		Najmanja vrijednost				75,5
Vrijednost uz 68% podataka				77,18		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-54 Vrijednosti ispitivanja KJ-54 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	78,0	76,5	74,5	78,0	78,0	79,0	76,0	77,0	76,0	75,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,5	75,5	72,0	75,5	75,0	77,5	76,0	77,5	72,0	77,0
Srednja vrijednost				76,18		Standardna devijacija				1,87
Vrijednost uz 95% podataka				76,18		Najmanja vrijednost				72
Vrijednost uz 68% podataka				76,18		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-55 Vrijednosti ispitivanja KJ-55 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	77,0	76,0	74,0	74,0	78,0	77,5	75,0	74,5	75,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	70,0	73,0	72,5	73,5	73,0	75,0	77,5	74,0	69,0	76,5
Srednja vrijednost				74,58		Standardna devijacija				2,37
Vrijednost uz 95% podataka				74,87		Najmanja vrijednost				69
Vrijednost uz 68% podataka				74,58		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-56 Vrijednosti ispitivanja KJ-56 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	70,5	75,0	73,0	74,5	76,5	77,0	77,5	74,0	74,0	68,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,5	70,0	61,5	75,0	62,0	73,0	73,5	68,5	73,5	73,5
Srednja vrijednost				72,43		Standardna devijacija				4,50
Vrijednost uz 95% podataka				73,61		Najmanja vrijednost				61,5
Vrijednost uz 68% podataka				72,43		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-57 Vrijednosti ispitivanja KJ-57 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	80,5	77,5	78,0	77,0	77,0	76,5	80,0	77,0	78,5	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,5	79,5	75,5	75,0	76,5	75,5	76,0	74,0	71,5	74,5
Srednja vrijednost				76,70		Standardna devijacija				2,12
Vrijednost uz 95% podataka				76,97		Najmanja vrijednost				71,5
Vrijednost uz 68% podataka				76,70		Najveća vrijednost				80,5

Tablica 5-58 Vrijednosti ispitivanja KJ-58 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	74,0	75,5	77,0	75,0	69,5	74,0	74,5	75,0	75,5	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,5	70,5	73,0	75,5	76,0	76,5	77,0	67,5	72,5	73,0
Srednja vrijednost				74,13		Standardna devijacija				2,6
Vrijednost uz 95% podataka				74,47		Najmanja vrijednost				67,5
Vrijednost uz 68% podataka				74,13		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-59 Vrijednosti ispitivanja KJ-59 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	70,5	72,0	65,0	73,5	72,5	71,0	70,5	69,5	70,0	75,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,0	75,5	75,0	72,0	70,5	67,5	69,5	72,0	71,0	74,5
Srednja vrijednost				71,48		Standardna devijacija				2,63
Vrijednost uz 95% podataka				71,82		Najmanja vrijednost				65
Vrijednost uz 68% podataka				71,48		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-60 Vrijednosti ispitivanja KJ-60 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	73,0	74,0	76,0	71,5	70,5	71,0	72,0	72,0	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	69,5	74,0	75,0	69,0	69,5	66,5	76,0	74,0	76,0	71,0
Srednja vrijednost				72,65		Standardna devijacija				2,88
Vrijednost uz 95% podataka				72,65		Najmanja vrijednost				66,5
Vrijednost uz 68% podataka				72,65		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-61 Vrijednosti ispitivanja KJ-61 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	73,5	70,0	72,0	74,5	75,5	74,0	71,5	76,0	73,5	73,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	75,0	67,0	71,5	69,5	76,0	68,5	72,5	70,5	71,0	68,0
Srednja vrijednost				72,15		Standardna devijacija				2,68
Vrijednost uz 95% podataka				72,15		Najmanja vrijednost				67
Vrijednost uz 68% podataka				72,15		Najveća vrijednost				76

Tablica 5-62 Vrijednosti ispitivanja KJ-62 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (I sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	67,0	75,0	70,5	64,0	69,0	66,5	68,0	77,0	70,5	67,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	60,5	67,5	72,0	71,5	66,0	72,5	66,0	70,5	69,5	63,5
Srednja vrijednost				68,73		Standardna devijacija				3,94
Vrijednost uz 95% podataka				68,73		Najmanja vrijednost				60,5
Vrijednost uz 68% podataka				68,73		Najveća vrijednost				77

Tablica 5-63 Vrijednosti ispitivanja KJ-63 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	69,0	70,5	69,0	72,0	73,5	68,5	71,5	66,5	66,5	72,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,0	72,5	71,5	72,5	66,0	66,0	72,0	68,0	66,5	62,0
Srednja vrijednost				69,53		Standardna devijacija				3,21
Vrijednost uz 95% podataka				69,92		Najmanja vrijednost				62
Vrijednost uz 68% podataka				69,53		Najveća vrijednost				74

Tablica 5-64 Vrijednosti ispitivanja KJ-64 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	69,0	70,0	72,5	66,0	67,5	72,5	75,0	69,0	71,0	67,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	60,5	72,0	67,5	67,0	68,0	68,5	68,5	69,0	70,5	72,5
Srednja vrijednost				69,18		Standardna devijacija				3,11
Vrijednost uz 95% podataka				69,63		Najmanja vrijednost				60,5
Vrijednost uz 68% podataka				69,18		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-65 Vrijednosti ispitivanja KJ-65 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	73,0	75,0	66,5	72,0	68,5	69,5	69,5	69,5	73,5	70,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,0	73,5	69,0	70,0	71,5	70,5	73,0	72,0	67,5	72,5
Srednja vrijednost				70,93		Standardna devijacija				2,22
Vrijednost uz 95% podataka				70,93		Najmanja vrijednost				66,5
Vrijednost uz 68% podataka				70,93		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-66 Vrijednosti ispitivanja KJ-66 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	69,5	74,5	71,5	72,0	72,5	68,5	70,0	75,0	70,5	67,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	70,0	68,5	68,0	72,5	66,5	67,5	72,0	64,5	70,0	68,5
Srednja vrijednost				69,95		Standardna devijacija				2,68
Vrijednost uz 95% podataka				69,95		Najmanja vrijednost				64,5
Vrijednost uz 68% podataka				69,95		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-67 Vrijednosti ispitivanja KJ-67 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	74,0	65,0	70,5	71,5	72,0	69,0	62,5	72,0	65,5	69,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	65,0	67,5	62,0	68,0	61,0	74,0	73,5	70,5	67,0	64,5
Srednja vrijednost				68,23		Standardna devijacija				4,07
Vrijednost uz 95% podataka				68,23		Najmanja vrijednost				61
Vrijednost uz 68% podataka				68,23		Najveća vrijednost				74

Tablica 5-68 Vrijednosti ispitivanja KJ-68 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	63,0	65,5	72,5	68,0	72,0	68,5	69,0	71,5	67,0	71,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	70,5	63,5	60,5	65,5	69,0	69,5	66,5	68,0	69,0	64,0
Srednja vrijednost				67,73		Standardna devijacija				3,28
Vrijednost uz 95% podataka				67,73		Najmanja vrijednost				60,5
Vrijednost uz 68% podataka				67,73		Najveća vrijednost				72,5

Tablica 5-69 Vrijednosti ispitivanja KJ-69 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	67,0	72,0	62,0	69,0	66,0	69,5	68,0	65,5	63,5	69,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	64,5	61,0	72,5	73,5	63,5	65,0	71,5	70,5	67,5	65,0
Srednja vrijednost				67,33		Standardna devijacija				3,62
Vrijednost uz 95% podataka				67,33		Najmanja vrijednost				61
Vrijednost uz 68% podataka				67,33		Najveća vrijednost				73,5

Tablica 5-70 Vrijednosti ispitivanja KJ-70 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	72,0	73,5	65,5	67,5	73,5	73,0	64,5	70,5	65,5	66,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	70,5	74,0	63,0	74,0	70,0	65,0	61,0	72,0	63,0	64,5
Srednja vrijednost				68,45		Standardna devijacija				4,29
Vrijednost uz 95% podataka				68,45		Najmanja vrijednost				61
Vrijednost uz 68% podataka				68,45		Najveća vrijednost				74

Tablica 5-71 Vrijednosti ispitivanja KJ-71 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	73,5	69,0	73,5	62,5	67,0	74,5	65,5	71,0	71,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	65,5	72,0	65,0	69,0	63,0	75,0	70,0	66,0	65,0	64,0
Srednja vrijednost				68,90		Standardna devijacija				4,27
Vrijednost uz 95% podataka				68,90		Najmanja vrijednost				62,5
Vrijednost uz 68% podataka				68,90		Najveća vrijednost				76

Tablica 5-72 Vrijednosti ispitivanja KJ-72 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	74,0	73,0	65,5	71,5	70,5	68,5	68,0	71,5	68,0	70,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	67,0	71,0	70,5	61,0	62,5	68,0	69,0	70,0	71,0	64,5
Srednja vrijednost				68,78		Standardna devijacija				3,36
Vrijednost uz 95% podataka				69,18		Najmanja vrijednost				61
Vrijednost uz 68% podataka				68,78		Najveća vrijednost				74

Tablica 5-73 Vrijednosti ispitivanja KJ-73 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	78,5	77,5	78,5	77,0	76,5	78,0	76,0	75,5	71,5	76,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,0	75,0	77,0	74,5	73,0	76,0	77,0	71,5	73,0	75,0
Srednja vrijednost				75,65		Standardna devijacija				2,08
Vrijednost uz 95% podataka				75,65		Najmanja vrijednost				71,5
Vrijednost uz 68% podataka				75,65		Najveća vrijednost				78,5

Tablica 5-74 Vrijednosti ispitivanja KJ-74 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (V sloj, 2. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	78,0	76,0	75,5	76,0	78,0	73,0	75,0	76,5	76,5	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,0	76,0	75,0	74,5	74,0	71,5	72,5	72,0	76,0	74,5
Srednja vrijednost				75,00		Standardna devijacija				1,82
Vrijednost uz 95% podataka				75,00		Najmanja vrijednost				71,5
Vrijednost uz 68% podataka				75,00		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-75 Vrijednosti ispitivanja KJ-75 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	74,0	71,5	74,0	68,0	74,5	71,5	69,5	73,5	74,5	73,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,0	70,0	72,5	69,0	70,5	68,0	71,5	72,5	75,0	71,0
Srednja vrijednost				71,83		Standardna devijacija				2,17
Vrijednost uz 95% podataka				71,83		Najmanja vrijednost				68
Vrijednost uz 68% podataka				71,83		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-76 Vrijednosti ispitivanja KJ-76 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	71,0	73,5	68,0	74,0	71,0	62,0	72,0	75,5	70,0	71,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	69,0	74,0	75,0	70,5	73,5	70,5	71,0	71,5	74,5	74,5
Srednja vrijednost				71,63		Standardna devijacija				3,08
Vrijednost uz 95% podataka				72,13		Najmanja vrijednost				62
Vrijednost uz 68% podataka				71,63		Najveća vrijednost				75,5

Tablica 5-77 Vrijednosti ispitivanja KJ-77 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	77,5	79,0	77,5	77,5	79,0	78,0	77,0	76,5	77,0	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,0	78,5	78,0	76,0	77,0	74,5	77,0	80,0	77,0	77,0
Srednja vrijednost				77,38		Standardna devijacija				1,21
Vrijednost uz 95% podataka				77,53		Najmanja vrijednost				74,5
Vrijednost uz 68% podataka				77,38		Najveća vrijednost				80

Tablica 5-78 Vrijednosti ispitivanja KJ-78 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	77,0	75,5	77,0	79,0	78,0	78,0	77,5	74,0	75,0	75,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	73,0	77,0	75,5	72,5	76,0	76,0	76,5	74,0	72,5	74,0
Srednja vrijednost				75,65		Standardna devijacija				1,89
Vrijednost uz 95% podataka				75,65		Najmanja vrijednost				72,5
Vrijednost uz 68% podataka				75,65		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-79 Vrijednosti ispitivanja KJ-79 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	76,0	74,5	76,0	77,5	76,5	76,0	76,0	74,5	77,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	76,5	77,0	77,5	74,0	78,0	73,0	76,0	75,0	77,5	78,0
Srednja vrijednost				76,10		Standardna devijacija				1,41
Vrijednost uz 95% podataka				76,10		Najmanja vrijednost				73
Vrijednost uz 68% podataka				76,10		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-80 Vrijednosti ispitivanja KJ-80 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	77,5	75,5	77,5	75,0	75,0	77,0	78,0	76,5	72,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,0	76,5	72,5	76,0	76,5	76,0	72,0	74,0	77,0	76,0
Srednja vrijednost				75,43		Standardna devijacija				1,93
Vrijednost uz 95% podataka				75,43		Najmanja vrijednost				72
Vrijednost uz 68% podataka				75,43		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-81 Vrijednosti ispitivanja KJ-81 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	76,0	76,0	74,5	76,0	69,0	72,0	68,0	76,0	76,5
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	72,0	75,5	74,5	74,0	72,5	77,5	71,5	71,0	74,0	78,0
Srednja vrijednost				73,98		Standardna devijacija				2,72
Vrijednost uz 95% podataka				73,98		Najmanja vrijednost				68
Vrijednost uz 68% podataka				73,98		Najveća vrijednost				78

Tablica 5-82 Vrijednosti ispitivanja KJ-82 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	76,0	72,0	77,5	75,5	71,0	75,0	74,5	75,5	75,5	72,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	74,0	67,0	71,0	73,5	73,5	75,0	75,5	75,5	74,0	70,5
Srednja vrijednost				73,70		Standardna devijacija				2,47
Vrijednost uz 95% podataka				74,05		Najmanja vrijednost				67
Vrijednost uz 68% podataka				73,70		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-83 Vrijednosti ispitivanja KJ-83 skupno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	78,5	77,0	77,5	77,0	78,0	78,5	76,5	77,5	77,5	76,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	79,0	78,5	77,5	77,0	76,0	76,0	76,0	77,0	75,5	77,5
Srednja vrijednost				77,20		Standardna devijacija				0,99
Vrijednost uz 95% podataka				77,20		Najmanja vrijednost				75,5
Vrijednost uz 68% podataka				77,20		Najveća vrijednost				79

Tablica 5-84 Vrijednosti ispitivanja KJ-84 raspršeno na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	75,0	76,0	76,5	76,5	77,0	70,5	74,0	73,0	77,5	76,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	77,5	75,5	75,5	76,5	76,0	73,5	75,5	76,5	75,5	76,0
Srednja vrijednost				75,50		Standardna devijacija				1,67
Vrijednost uz 95% podataka				75,76		Najmanja vrijednost				70,5
Vrijednost uz 68% podataka				75,50		Najveća vrijednost				77,5

Tablica 5-85 Vrijednosti ispitivanja KJ-85 skupno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

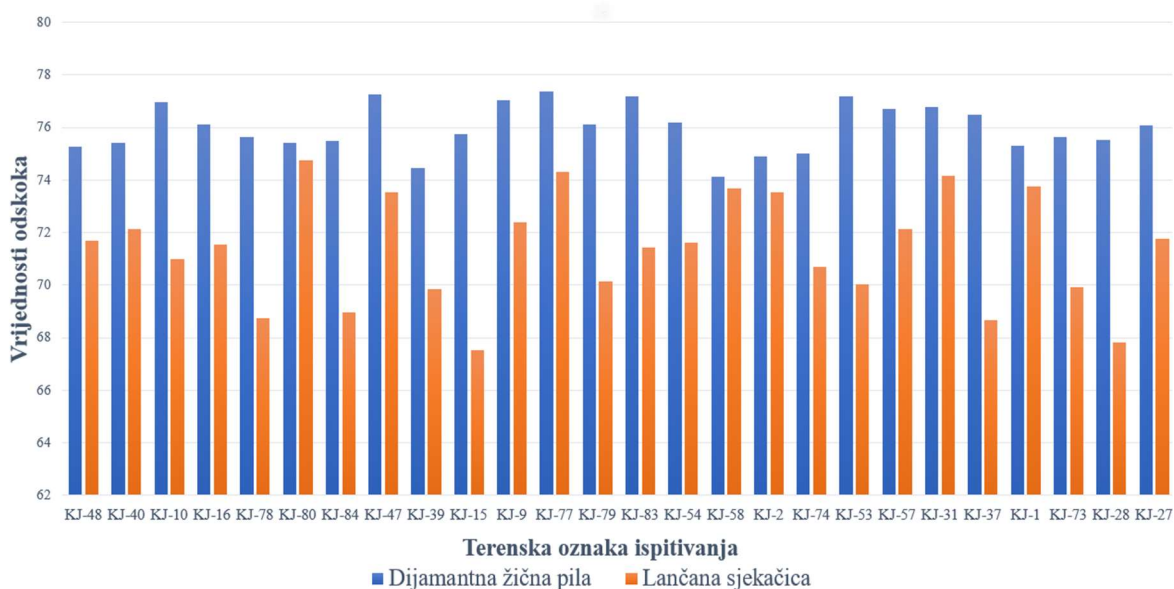
R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	72,0	71,5	73,0	68,0	70,0	74,5	74,0	70,0	65,5	70,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	75,0	74,5	73,5	73,0	75,0	66,5	70,0	73,0	68,0	68,0
Srednja vrijednost				71,25		Standardna devijacija				2,95
Vrijednost uz 95% podataka				71,25		Najmanja vrijednost				65,5
Vrijednost uz 68% podataka				71,25		Najveća vrijednost				75

Tablica 5-86 Vrijednosti ispitivanja KJ-86 raspršeno na površini obrađenoj lančanom sjekačicom (IV sloj, 1. klasa)

R. br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Odskok	67,5	68,5	71,5	72,5	71,0	76,0	74,0	69,5	70,0	73,0
R. br.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Odskok	70,5	65,5	70,0	72,0	65,0	73,0	71,5	66,0	68,0	65,5
Srednja vrijednost				70,03		Standardna devijacija				3,08
Vrijednost uz 95% podataka				70,03		Najmanja vrijednost				65
Vrijednost uz 68% podataka				70,03		Najveća vrijednost				76

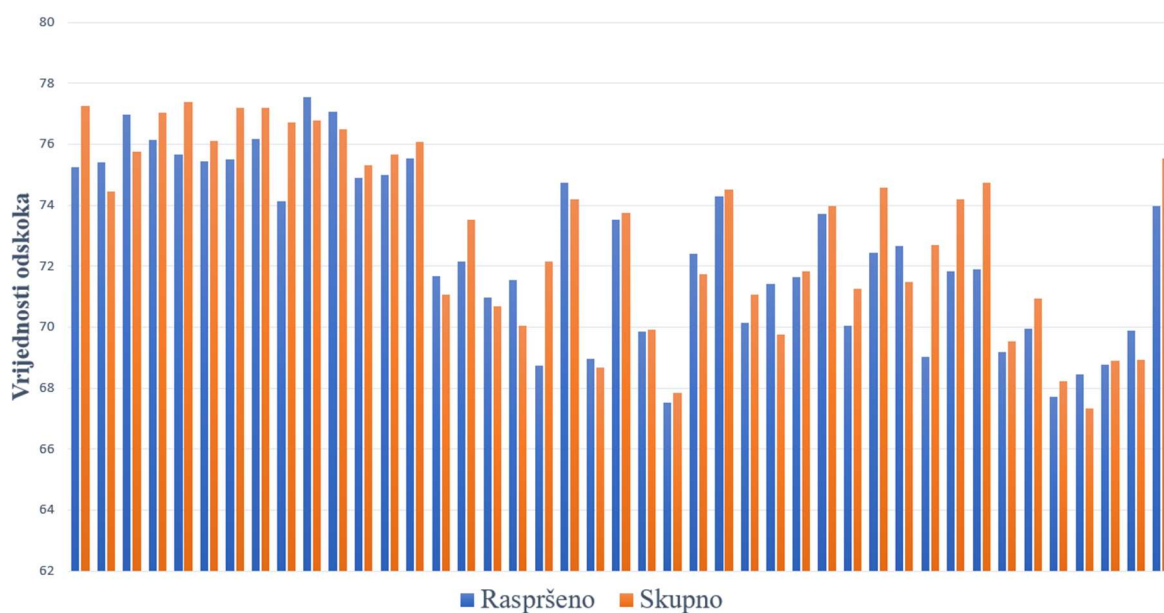
6. ANALIZA REZULTATA

Slika 6-1 prikazuje usporedbu srednje vrijednosti odskoka kod obrade površine dijamantnom žičnom pilom i kod obrade površine lančanom sjekačicom. Na dijagramu je jasno vidljivo da su vrijednosti odskoka značajno veće prilikom ispitivanja na površinama obrađenim dijamantnom žičnom pilom (na slici označeno plavom bojom) nego na površinama obrađenim lančanom sjekačicom (na slici označeno narančastom bojom), što je i bilo za očekivati s obzirom na to da takva vrsta obrade daje iznimno glatke površine bez vidljivih nepravilnosti i neravnina te se samo ispitivanje može provesti na lakši način i energija udarca se bolje prenosi na površinu.



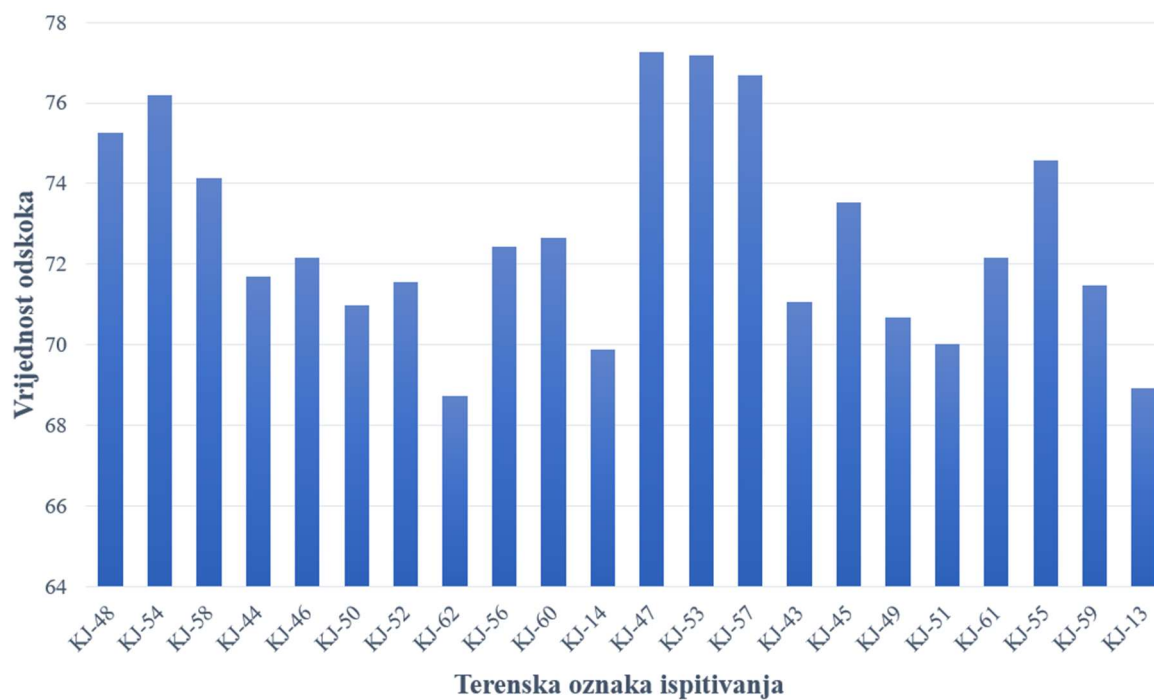
Slika 6-1 Usporedba srednje vrijednosti odskoka kod ispitivanja na površinama različitih rezova

Slika 6-2 prikazuje usporedbu srednjih vrijednosti odskoka prilikom skupnih i raspršenih načina ispitivanja opisanih u poglavlju 4. Skupnim načinom ispitivanja zabilježene su veće vrijednosti odskoka te je srednja vrijednost skupnog načina ispitivanja 73,1, dok je srednja vrijednost raspršenog načina ispitivanja 72,6. Prilikom skupnog načina ispitivanja obuhvaća se značajno manja površina (11,5 x 9,5 cm) nego prilikom raspršenog načina ispitivanja te je moguć ishod u kojem nije moguće obuhvatiti sve nepravilnosti i značajke bloka koje mogu utjecati na rezultat ispitivanja. Iz tog razloga ovakav rezultat bio je vjerojatan i izgledan.



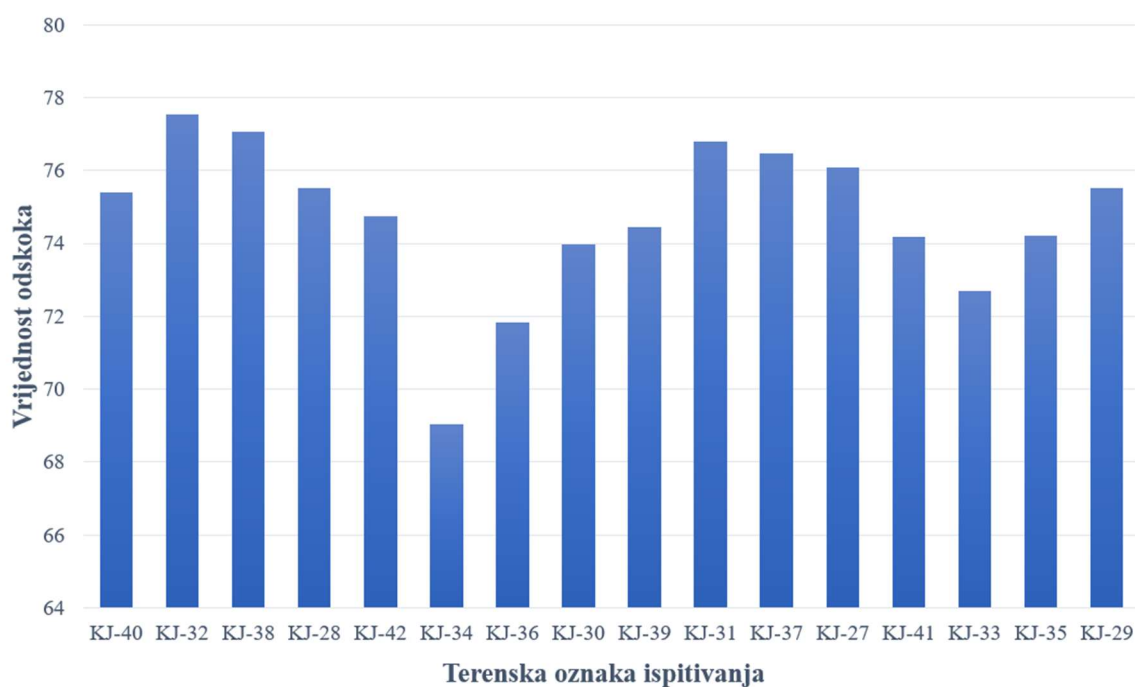
Slika 6-2 Usporedba rezultata ispitivanja skupnog i raspršenog načina prikupljanja podataka

Dijagrami na slikama od 6-3 do 6-7 prikazuju usporedbu srednjih vrijednosti odskoka Schmidtovog čekića za različite eksploatacijske slojeve u EP Kanfanar-jug. Sva ispitivanja obavljena su na blokovima eksploatiranih podzemnim načinom upotrebom lančane sjekačice te kalanjem zadnje stranice. Blokovi trećeg i četvrtog sloja pokazuju najveću kvalitetu te se iz njih obično dobiva najveći broj komercijalnih blokova prve klase.

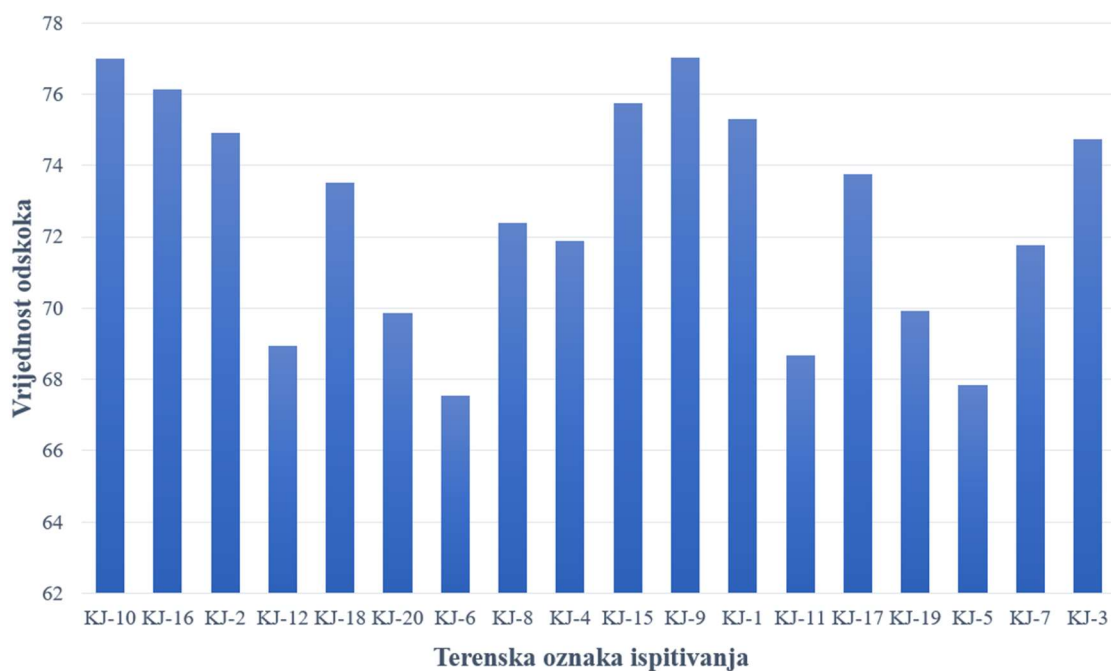


Slika 6-3 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove prvog eksploatacijskog sloja

Zbrajanjem svih vrijednosti odskoka za prvi eksploatacijski sloj te dijeljenjem s ukupnim brojem ispitivanja dobiva se uprosječena vrijednost za prvi eksploatacijskih sloj i ona iznosi 72,7. Na isti način, putem izračuna aritmetičke sredine, dobivena je prosječna vrijednost odskoka za drugi eksploatacijski sloj koja iznosi 74,2. Za blokove trećeg eksploatacijskog sloja prosječna vrijednost Schmidtove tvrdoće iznosi 72,6.



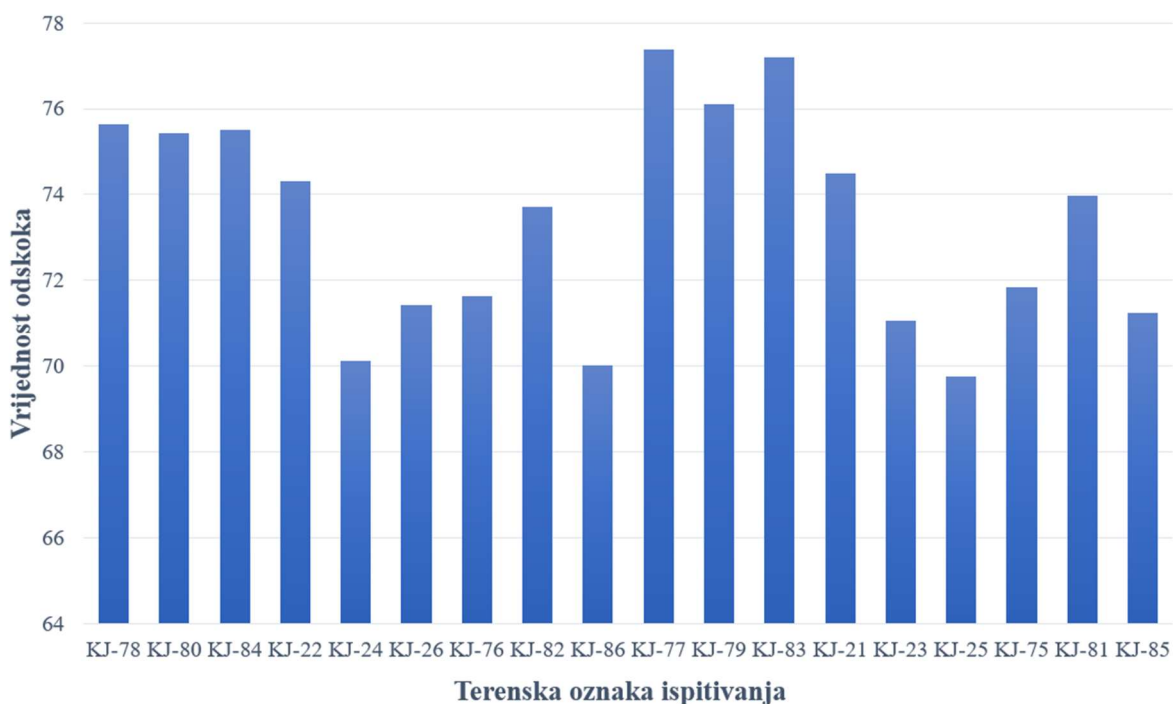
Slika 6-4 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove drugog eksploatacijskog sloja



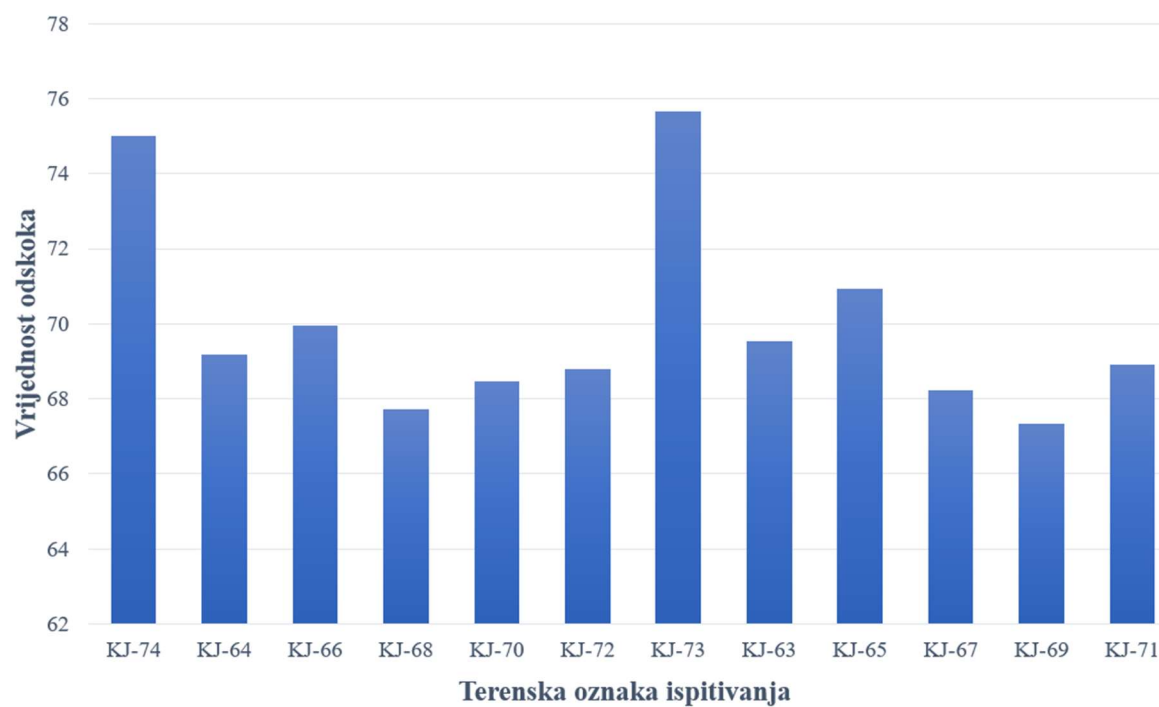
Slika 6-5 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove trećeg eksploatacijskog sloja

Na slici 6-6 prikazane su vrijednosti odskoka za blokove četvrtog eksploatacijskog sloja. Srednja vrijednost izvedenih ispitivanja iznosi 73,4. Za peti eksploatacijski sloj također je dobivena srednja vrijednost za sva ispitivanja na način da su se rezultati zbrojili te podijelili s ukupnim brojem ispitivanja te srednja vrijednost iznosi 70,0.

Prema zabilježenim rezultatima najveću tvrdoću prilikom ispitivanja ima drugi eksploatacijski sloj čija uprosječena vrijednost iznosi 74,7. Zatim slijedi četvrti sloj čija prosječna vrijednost iznosi 73,4, nakon kojeg prvi i treći eksploatacijskih sloj imaju približno istu tvrdoću i njihove prosječne vrijednosti dostižu 72,7 odnosno 72,6. Najmanje vrijednosti odskoka zabilježene su kod petog eksploatacijskog sloja i one prosječno rezultiraju tvrdoćom od 70,0. Peti sloj je po riječima tamošnjeg tehničkog rukovoditelja najvarijabilniji u kvaliteti. Također, blokovi iz petog eksploatacijskog sloja manjih su dimenzija od ostalih jer prirodna visina petog sloja iznosi samo 45 cm.

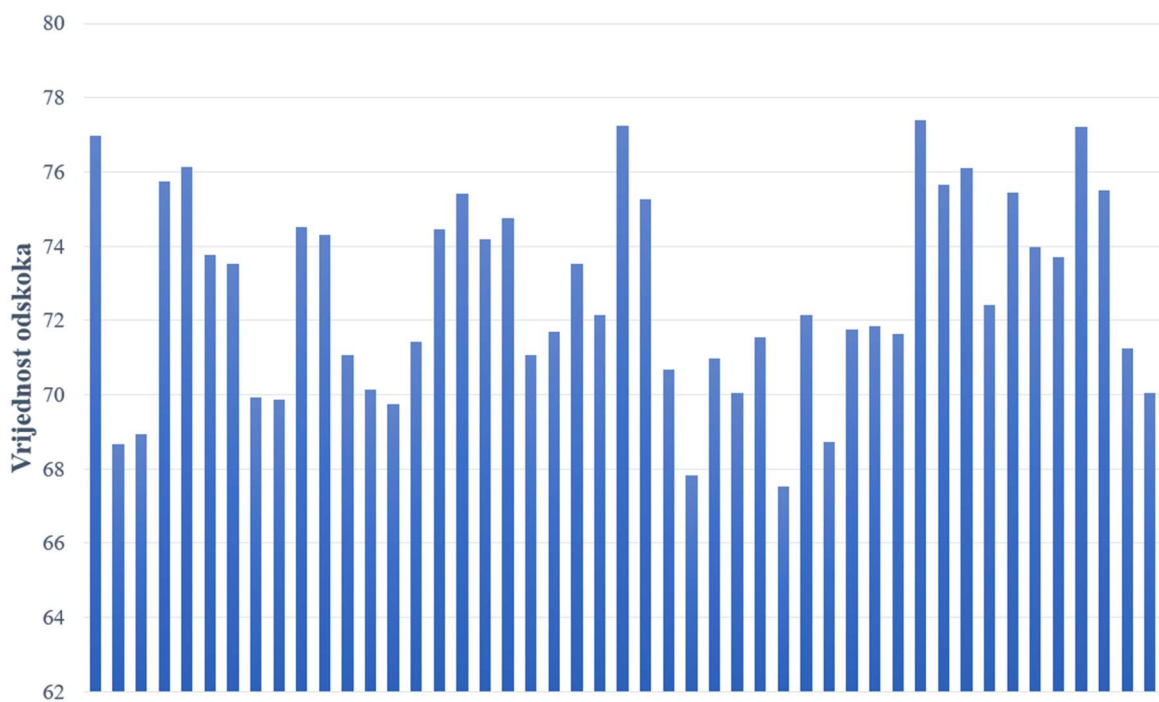


Slika 6-6 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove četvrtog eksploatacijskog sloja



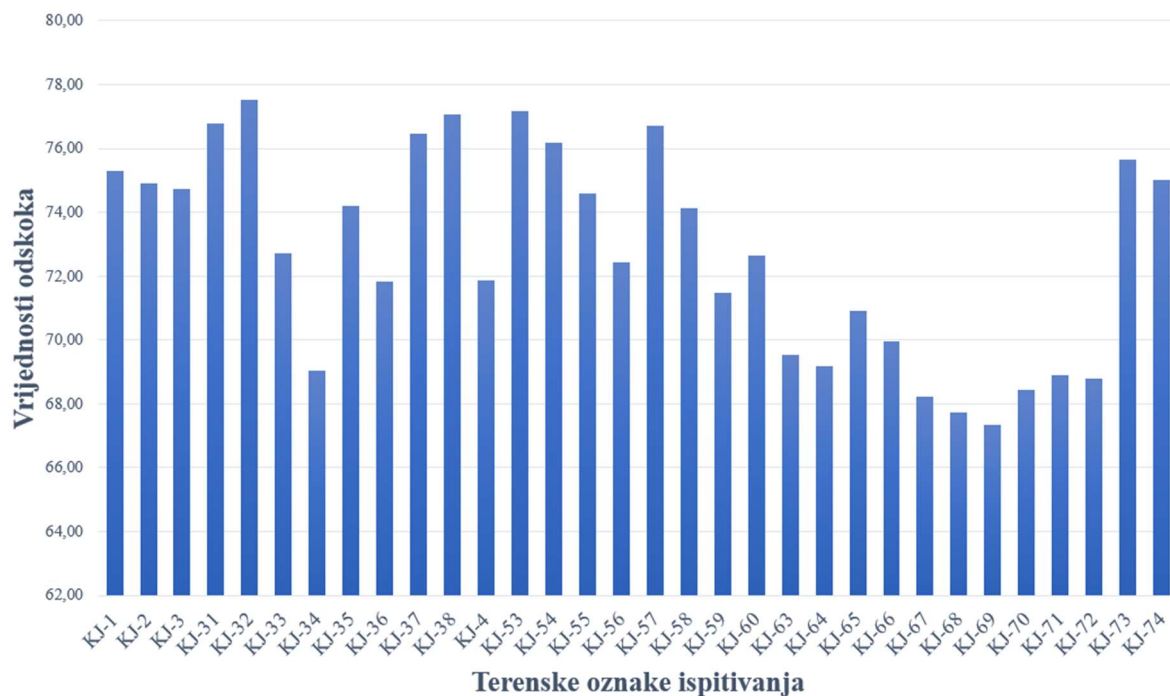
Slika 6-7 Prikaz rezultata ispitivanja za blokove petog eksploatacijskog sloja

Na slici 6-8 prikazane su vrijednosti ispitivanja izvedenih na komercijalnim blokovima prve klase. Srednja vrijednost za ispitivanja komercijalnih blokova prve klase dobivena je izračunom aritmetičke sredine te ona iznosi 72,8.

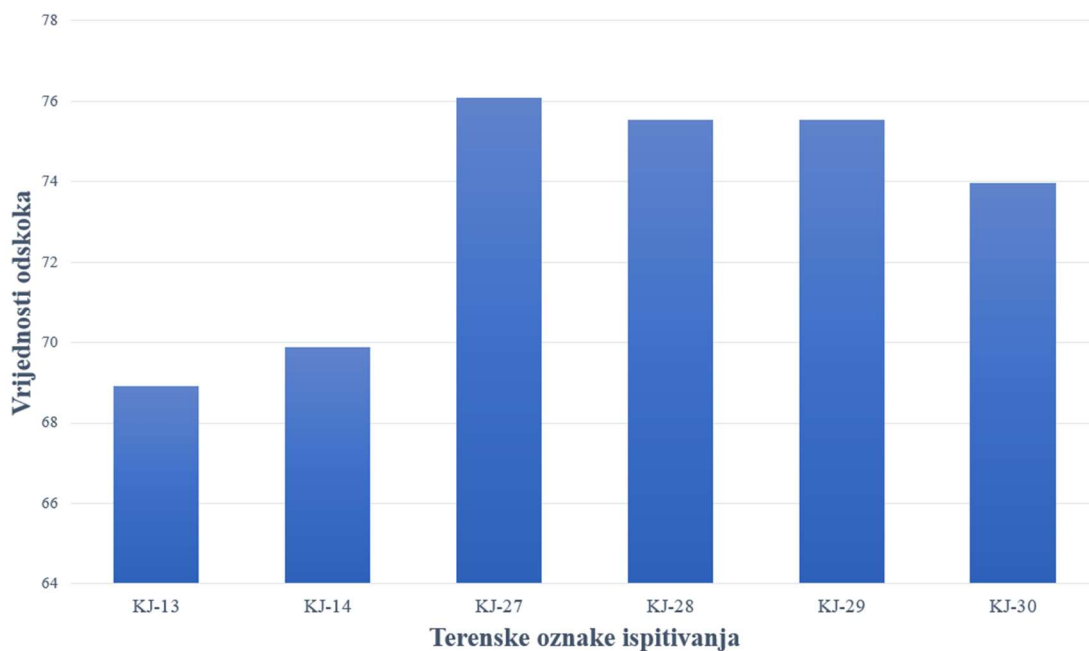


Slika 6-8 Prikaz vrijednosti odskoka za prvu klasu komercijalnih blokova

Slika 6-9 prikazuje vrijednosti Schmidtove tvrdoće za komercijalne blokove druge klase. Ispitivanja su provedena skupno i raspršeno te na površinama obrađenim dijamantnom žičnom pilom te lančanom sjekačicom. Na blokovima druge klase provedeno je 14 ispitivanja na površinama obrađenim dijamantnom žičnom pilom i 34 ispitivanja na stranicama blokova čija je površina obrađena lančanom sjekačicom. Srednja vrijednost dobivena izračunom aritmetičke sredine iznosi 72,7. Prosječan iznos vrijednosti odskoka za ispitivanja na trećoj klasi komercijalnih blokova iznosi 73,3.



Slika 6-9 Prikaz vrijednosti odskoka za drugu klasu komercijalnih blokova



Slika 6-10 Prikaz vrijednosti odskoka za treću klasu komercijalnih blokova

Može se ustvrditi kako treća klasa ima malo veću tvrdoću, odnosno vrijednost odskoka, a ona prosječno iznosi 73,3. Prva i druga klasa imaju približno istu tvrdoću koje dosežu prosječnu vrijednost odskoka od 72,8, odnosno 72,7. Razlika srednjih vrijednosti između treće te prve i druge klase povećava se kod izračuna s 95% pouzdanosti gdje uprosječene srednje vrijednosti tada iznose 73,5 za treću klasu te 72,9 za prvu i drugu klasu. Maksimalna vrijednost odskoka zabilježena je kod raspršenog ispitivanja prve klase na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom i ona iznosi 81, dok je zabilježena minimalna vrijednost 50,5 kod raspršenog ispitivanja na bloku treće klase na površini obrađenoj lančanom sjekačicom. Međutim, s obzirom na malen broj ispitivanja izvršenih na blokovima treće klase (5 u odnosu na 48 (prva klasa) ili 32 (druga klasa)), ove rezultate treba uzeti s rezervom.

U tri slučaja utvrđeno je kako se rezultat ne bi promijenio niti da je načinjen manji broj udaraca od dvadeset. Tablica 5-10 prikazuje slučaj kada se ispitivanje može prekinuti uslijed dobivanja 10 rezultata zaredom koji su u intervalu ± 2 . Radi se o ispitivanju izvedenom na površini obrađenoj dijamantnom žičnom pilom gdje su udarci raspoređeni raspršeno po jednoj bočnoj stranici bloka. Započevši s vrijednošću 77,5, svih prvih 10 vrijednosti nalazi se u intervalu od 75,5 do 79,5. Također, u većini ispitivanja poklapaju se srednja vrijednost i vrijednosti s 95% i 68% pouzdanosti. U ovom ispitivanju to nije slučaj zbog toga što srednja vrijednost i srednja vrijednost s pouzdanošću od 68% iznose 76,98, dok srednja vrijednost s pouzdanošću od 95% iznosi 77,18. Tablica 5-47 prikazuje još jedan slučaj gdje je ispitivanje moglo biti prekinuto. Prvi udarac iznosi 77,0 te u prvih 10 udaraca nije zabilježena vrijednost odskoka koja varira za više od ± 2 od prve vrijednosti. I u ovom slučaju srednja vrijednost i srednja vrijednost s pouzdanošću od 68% podudaraju se, dok je srednja vrijednost s pouzdanošću od 95% različita i ona iznosi 77,42. Tablica 5-55 prikazuje treći slučaj ispitivanja kada se ispitivanje moglo prekinuti uslijed dobivenih vrijednosti u zadanom intervalu. Vrijednost prvog udarca iznosi 76,0 te u prvih 10 udaraca najmanja vrijednost 74,0, a najveća 78,0. U tablici 5-77 zabilježen je još jedan slučaj mogućnosti prekida ispitivanja nakon 10 udaraca zbog vrijednosti koje ne odstupaju za više od ± 2 . Minimalna vrijednost u prvih 10 udaraca iznosi 76,5 dok je maksimalna vrijednost 79. Također, ovo je jedan od slučajeva kada se srednja vrijednost odskoka ne podudara sa srednjom vrijednošću odskoka s 95% pouzdanosti.

7. ZAKLJUČAK

Arhitektonsko-građevni kamen vrlo je vrijedna mineralna sirovina koja se eksploatira na području Republike Hrvatske, a Kamen d.d. najveća je tvrtka u državi koja je svoje gospodarsko poslovanje vezala uz tu mineralnu sirovinu. Na jednom od njenih eksploatacijskih polja Kanfanar-jug obavljena su ispitivanja tvrdoće Schmidtovim čekićem na komercijalnim blokovima arhitektonsko-građevnog kamena. Schmidtov čekić još se jednom pokazao kao odličan instrument za ispitivanje na terenu zbog njegovih dimenzija, jednostavnosti korištenja, pouzdanosti te načina prikupljanja i obrade podataka.

Površine blokova obrađene dijamantnom žičnom pilom pogodnije su za ispitivanja tvrdoće Schmidtovim čekićem zbog glatke površine te mogućnosti da se nepravilnosti uoče pravovremeno i obuhvate prilikom samog ispitivanja bez potrebe za dodatnom obradom površine.

Prilikom različitih načina ispitivanja uočena je razlika između skupnog i raspršenog načina ispitivanja gdje se veće vrijednosti postižu skupnim načinom ispitivanja. Međutim, razlike nisu značajne te se predlaže daljnje ispitivanje u ovom smjeru, odnosno otvorena je mogućnost da se prilikom ove vrste ispitivanja koriste oba načina ovisno o njihovoj primjenjivosti i uvjetima na terenu.

Iz ispitivanja na komercijalnim blokovima iz različitih eksploatacijskih slojeva dobivenih podzemnim načinom eksploatacije zaključeno je da blokovi drugog eksploatacijskog sloja imaju najveću tvrdoću (74,7), a blokovi petog eksploatacijskog sloja najmanju tvrdoću koja iznosi 70,0. Predlažu se dodatna ispitivanja u ovome smjeru u svrhu korelacije s kvalitetom kamena, posebno na petom eksploatacijskom sloju koji se pokazao kao najvarijabilniji u svojim fizičko mehaničkim karakteristikama.

Ispitivanja Schmidtove tvrdoće na komercijalnim blokovima različitih klasa pokazala su kako među klasama nema većeg odstupanja u tvrdoći. Međutim, zbog manjeg broja ispitivanja na komercijalnim blokovima treće klase, u budućnosti je potrebno provoditi dodatna istraživanja na svim klasama komercijalnih blokova kako bi se ova spoznaja dodatno istražila.

8. LITERATURA

- AYDIN, A. 2009. ISRM *Suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness: Revised version*. International Journal of Rock Mechanics, Mining Sciences, 46, 627–634.
- AYDIN, A., BASU, A. 2005. *The Schmidt Hammer in rock material characterization*. Engineering Geology. 81. 1-14. 10.1016/j.enggeo.2005.06.006.
- BRIŠEVAC Z. 2012. *Model međuovisnosti fizikalno-mehaničkih značajki karbonatnih stijena*. Doktorska disertacija. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet.
- BRIŠEVAC, Z., HRŽENJAK, P., COTMAN, I. 2017. *Estimate of Uniaxial Compressive Strength and Young's Modulus of the Elasticity of Natural Stone Giallo d'Istria*. U: Konicek, P., Soucek, K. & Konecny, P. (ur.)Procedia Engineering, vol. 191 doi:10.1016/j.proeng.2017.05.201.
- BRIŠEVAC, Z., MARIČIĆ, A., BRKIĆ, V., BRALIĆ, V. 2021. *An overview and future prospects of Croatian geotechnological heritage*. Rudarsko-geološko-Naftni Zbornik, 36(1). <https://doi.org/10.17794/rgn.2021.1.7>
- DUNDA, S., KUJUNDŽIĆ T. 2003. *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena*. U: Bužančić, T. (ur.) Klesarstvo i graditeljstvo.
- FRANOLIĆ, V., MRKOCI, S., DOMANOVAC, T., JURKIĆ, I., PRANJIĆ, V., VRBANEK, A., ORLOVIĆ, A., PAŠALIĆ, G., NOVAK MUJANOVIĆ, S., PERKOVIĆ, E. 2020. *Izmjena eksploatacije arhitektonsko-građevnog kamena utvrđenom eksploatacijskom polju "Kanfanar-jug" smanjenjem površinske eksploatacije te nastavkom isključivo podzemne eksploatacije - ocjena o potrebi procjene*. Elaborat zaštite okoliša, IPZ Uniprojekt Terra d.o.o., Zagreb. https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA-ZA-PROCJENU-UTJECAJA-NA-OKOLIS-ODRZIVO-GOSPODARENJE-OTPADOM/Opuo/26_02_2020_Elaborat_EP_Kanfanar-jug.pdf
- KAMEN d.d. 2022. *Mrežna stranica Kamen d. d.* URL: <https://www.kamen.hr/> (16.3.2022.)
- MIKO, S., KRUK, B., DEDIĆ, Ž., KRUK, LJ., PEH, Z., KOVAČEVIĆ-GALLOVIĆ, E., GABRIĆ, A. 2013. *Rudarsko geološka studija potencijala i gospodarenja mineralnim sirovinama Istarske županije*. HGI, Zagreb.
- MINISTARSTVO GOSPODARSTVA I ODRŽIVOG RAZVOJA. 2020. *Jedinstveni informacijski sustav mineralnih sirovina*. URL: <https://jisms.gospodarstvo.gov.hr/#/maps> (15.3.2022.)

- PAMUK, E., BÜYÜKSARAÇ, T. 2017. *Investigation of Strength Characteristics of Natural Stones in Ürgüp (Nevşehir/Turkey)*. Journal of Science and Technology. 74-79. 10.17678/beuscitech.305653.
- PIXELS. 2018. *Historic Roman quarry Cave Romanae in Vinkuran panoramic view*. URL: <https://pixels.com/featured/historic-roman-quarry-cave-romanae-in-vinkuran-panoramic-view-brch-photography.html> (16.3.2022.)
- TADIĆ, T. 2017. Aritmetička sredina i standardna devijacija. Poučak, 18(69), str. 10-24.
- VASONCELOS, G., LOURENCO, P., ALVES, C., PAMPLONA, J. 2007. *Prediction of the mechanical properties of granites by ultrasonic pulse velocity and Schmidt hammer hardness*. 10th North American Masonry Conference.