



Povzetek projekta Po kreativni poti do znanja 2017 – 2020, 2. odpiranje, za namen objave in predstavitve na spletni strani sklada

1. Polni naslov projekta: Razvoj 3D metodologije za analizo in napovedovanje diskontinuitet v nahajališčih naravnega kamna (3Disko)

- V katero področje na prvi klasifikacijski ravni KLASIUS-P-16 se uvršča projekt glede na vsebinsko zasnovu (neustrezno področje izbrišite):

05 - Naravoslovje, matematika in statistika

2. V sodelovanju z: (navede se univerza oz. samostojni visokošolski zavod, ki je prijavil projekt in članica, ki je nosilka projekta ter partner/ja – podjetje/ji oz. organizacija, ki je/sta bilo/i vključeno/i v projekt)

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta - MINERAL, podjetje za pridobivanje, predelavo in montažo naravnega kamna, d.o.o.

3. Besedilo:

- Opreделите problem, ki se je razreševal tekom izvajanja projekta

Gostota, orientacija in razpored geoloških diskontinuitet v kamninski masi odločilno vplivajo na pridobivanje kamninskih blokov v kamnolomih naravnega kamna, saj določajo gospodarnost pridobivanja, velikost ekstrahiranih blokov, ter določajo stabilnostne pogoje pri pridobivanju kamna, projektiranju kamnolomov, predvsem pa vplivajo tudi na varnost pri izkoriščanju. Ker so klasične metode popisovanja diskontinuitet na terenu zamudne in pogosto omejene z razgaljenostjo terena, z nedostopnostjo strmih in prepadnih odsekov, v aktivnih kamnolomih pa tudi z rednim delovnim procesom, ki močno omejuje možnosti za varno delo geologa, smo se v okviru projekta lotili strukturnogeološke analize z naprednimi metodami, ki temeljijo na izdelavi visokoločljivega digitalnega 3D modela terena z geodetskimi meritvami ter na kvalitativni in kvantitativni analizi diskontinuitet na digitalnem modelu z različnimi modernimi računalniškimi orodji. Z modernimi geodetskimi metodami za zajem prostorskih podatkov lahko zelo dobro izmerimo površje kamnoloma ter njegove značilnosti. Uporabili smo terestrično lasersko skeniranje ter fotogrametrični zajem za izdelavo 3D modelov. S klasičnimi geodetskimi metodami ter izmero GNSS smo si zagotovili enoten koordinatni okvir. Ključni izziv pri zajemu podatkov je bilo zagotoviti dovolj dobro ločljivost modelov za zanesljivo prepoznavanje geoloških struktur ob čimmanjši količini vložene dela in zajetih podatkov.

Na zajetih 3D modelih smo z naprednimi softverskimi orodji za geološko analizo linijsko in ploskovno digitalizirali žile, razpoke in prelome. Iz digitaliziranih elementov smo modelirali prostorsko zvezne geološke ploskovne strukture, katerih potek smo ekstrapolirali v neodkrito podpovršje in v že odkopane predele. Na interpretiranih strukturnih ploskvah smo pridobili statistične orientacije in gostote za vse glavne družine strukturnih elementov. Strukture smo genetsko interpretirali po relativnem kronološkem zaporedju, po kinematiki nastanka in glede na interpretirana paleonapetostna stanja. Izdelali smo konceptualni strukturni model nahajališča, ki na podlagi ugotovljenih lastnosti prognozira lego in orientacijo strukturnih elementov v prostoru.

- Opišite potek reševanja problema oz. kratek povzetek projekta

Po uvodnem ogledu širšega vplivnega območja kamnoloma smo definirali delovna območja in se seznanili s stanjem v kamnolomu.

Na zagonski delavnici v Cezlaku smo se seznanili z ležiščem tonalita, delovanjem kamnoloma, geološko dokumentacijo ter izdelali plan raziskav.

Z ničelno geodetsko izmero kamnoloma smo vzpostavili koordinatno osnovo za nadaljnje meritve – referenco v katero smo vklapljali vse meritve. S stativi smo stabilizirali osnovno geodetsko mrežo treh točk. Z RTK metodo GNSS izmere z navezavo na VRS smo izmerili položaje točk mreže. Med točkami smo izvedli kotna in dolžinska opazovanja z elektronskim tahimetrom. Namestili smo oslonilne točke za fotogrametrično izmero: snemanje iz zraka z brezpilotnim letalnikom ter terestrično s fotoaparatom. V laboratoriju smo meritve GNSS uporabili za vklop delovišča v Državni koordinatni sistem D96/TM. Koordinate oslonilnih točk smo izračunali s klasično polarno metodo, pri čemer dane količine zagotavljajo meritve GNSS.

S terestričnim laserskim skenerjem (TLS) smo skenirali celoten kamnolom, s čimer smo dobili koordinate oslonilnih točk, fotografije ter skenograme – oblaki točk. Z večkratno pridobljenimi posnetki na terenu smo izvedli postopke fotogrametričnega procesiranja in izdelave virtualnega modela izdanka (VMI) – 3D modela v različnih ločljivostih.

Strukturno kartiranje diskontinuitet je potekalo na VMI z različnimi računalniškimi orodji. Preko veznih točk smo združili skenograme zajete s TLS v skupni projektni koordinatni sistem. Preko GNSS meritev smo te podatke vpeli v DKS D96/TM. Oblake točk zajete na ravninskih odsekih kamnoloma smo projecirali na ravnino in prevzorčili v rastrsko podobo, z algoritmi za zaznavanje robov smo prepoznali meje med belimi žilami in temnejšo okoliško kamnino. Točke na mejah smo transformirali nazaj v 3D koordinatni sistem ter jih lično izrisali.

Vzorci kamnin smo v laboratoriju pripravili in pregledali z metodami optične in elektronske mikroskopije. Izvedli smo EDS in WDS meritve mineralnih faz ter izračunali P-T pogoje kristalizacije posameznih mineralov z uporabo geobarometričnih metod.

Vzpostavili smo spletno stran na naslovu <http://pkp3disko.fgg.uni-lj.si/>.

- Navedite in opišite rezultate projekta ter njihov doprinos k družbeni koristnosti

Neposredni rezultati projekta so 3D modeli površja kamnoloma v obliki oblaka točk in ploskovnega modela, in 3D strukturni model razporeda belih aplitnih žil in razpok v kamnolomu v obliki ploskovnih modelov.

Izdelani 3D model nazorno podaja potek diskontinuitet v kamnolomu, ki je pomemben za optimalno načrtovanje bodočega izkoriščanja, s čimer se zmanjšuje vpliv teh posegov na okolico kamnoloma. Na podlagi rezultatov projekta se lahko izboljšala varnost pri pridobivanju, kar bo pripomoglo k zmanjšanju ekonomskih in socialnih stroškov za družbo, ki so povezani z delovnimi nesrečami, poškodbami in smrtnimi primeri.

Način spremljave del in pridobivanja podatkov za izdelavo 3D modela je bil predstavljen zaposlenim v kamnolomu v okviru prenosa znanj. Le ti so videli uporabno vrednost tovrstnega pristopa k delu in ga bodo lahko uporabili tudi v drugih kamnolomih, ki jih ima v lasti podjetje, kjer se srečujejo s podobnimi problemi vezanimi na diskontinuitete v kamninski masi.

Značilni tonalit z belimi žilami iz kamnoloma Cezlak je v Sloveniji eden najpomembnejših in tudi najbolj pogosto uporabljenih naravnih kamnov za okrasne in arhitektonske namene. Dolgoročno

zagotavljanje dostopnosti tega kamna bo postajalo vedno bolj pomembno za ohranjanje in prenavljanje arhitektonske in kulturne dediščine. Rezultati našega projekta in metodologije, ki bo iz projekta izhajala, bodo k temu v veliki meri pripomogli.

Poznavanje diskontinuitet v kamnolomu, ki ga bodo izboljšali rezultati projekta, je pomembno tudi za optimalno načrtovanje bodočega izkoriščanja, s čimer se zmanjšuje vpliv teh posegov na okolico kamnoloma. Prav tako se bo na podlagi rezultatov projekta lahko izboljšala varnost pri pridobivanju, kar bo pripomoglo k zmanjševanju ekonomskih in socialnih stroškov za družbo, ki so povezani z delovnimi nesrečami, poškodbami in smrtnimi primeri.

4. Priloge:

- Slikovno gradivo: Priložite vsaj dve sliki npr. sliko končnega produkta, sliko študentov pri delu na projektu, sliko s sestankov ipd. Pri pošiljanju slik bodite pozorni, v kolikor gre za končni produkt, da bo zadoščeno zahtevam glede informiranja in obveščanja (ustrezni logotipi itd.).



Delovna ekipa v kamnolomu



Slika kamnoloma iz zraka

