

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



DIPLOMSKA NALOGA

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE TEHNIČNO UPRAVLJANJE NEPREMIČNIN

Ljubljana, 2021

Univerza
v Ljubljani

*Fakulteta za
gradbeništvo in
geodezijo*



Kandidat/-ka:

Diplomska naloga št.:

Graduation thesis No.:

Mentor/-ica:

Predsednik komisije:

Somentor/-ica:

Član komisije:

Ljubljana, _____

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

BIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	528.4(043.2)
Avtor:	Kristina Potočnik
Mentorica:	doc. dr. Simona Savšek
Naslov:	Geodetske meritve v kamnolomu CALCIT Stahovica
Obseg in oprema:	69 str., 14 pregl., 24 sl., 23 enačb, 6 prilog
Tip dokumenta:	diplomsko delo
Ključne besede:	kamnolom, geodetske meritve, izmera ceste, zaključeni poligon.

Izvleček:

V diplomski nalogi so predstavljene geodetske meritve v kamnolomih. Predstavljena je izmera etaž z namenom ocene zaloge kalcita in apnenca v kamnolomu Calcit Stahovica. Prikazana so geodetska dela za izgradnjo ceste in vzpostavitev zaključenega poligona. Glavna tema diplomske naloge je bila vzpostavitev in izmera zaključenega poligona za načrtovanje širitve kamnoloma. Zaključeni poligon smo merili na območju, kjer še ni izkoriščevalnega prostora. Opravili smo analizo kakovosti meritev in potrebne redukcije. Meritve smo izravnali in tako dobili najverjetnejše koordinate poligonskih točk, ki bodo osnova za načrtovanje etaž na novem predelu kamnoloma. Na osnovi rezultatov geodetskih meritev pa bodo podane usmeritve za nadaljnje izkoriščanje in širitev kamnoloma.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTATION PAGE AND ABSTRACT

UDC: 528.4(043.2)
Author: Kristina Potočnik
Mentor: Assistant Professor Simona Savšek PhD
Title: Geodetic measurements at the CALCIT Stahovica quarry
Document type: Thesis
Notes: 69 pages, 14 tables, 24 pictures, 23 equations, 6 attachments
Key words: quarry, geodetic measurements, road measurement, completed testing ground

Abstract:

The thesis presents geodetic measurements in quarries. It presents the measurement of levels with the intention of assessing the calcite and limestone reserves at the Calcit Stahovica quarry. Geodetic works for building a road and for setting up a completed testing ground are presented. The main topic of the thesis was setting up and measurement of the completed testing ground for planning of the quarry expansion. The completed testing ground was measured at an area that is currently not exploited. We made an analysis of measurement quality and the necessary reduction. We equalised the measurements and obtained the most possible coordinates of testing ground points, which will present a basis for planning of levels at the new quarry area. Based on the geodetic measurement results, suggestions for further exploitation and expansion of the quarry will be made.

ZAHVALA

Za mentorstvo in strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. Simoni Savšek.

Za pomoč pri izmeri zaključenega poligona v kamnolomu se iskreno zahvaljujem asist. Gašperju Štebetu, univ. dipl. inž. geod.

Iskreno se zahvaljujem se geodetu Antunu Mezgi pri podjetju Calcit, d. o. o., ki mi je veliko pomagal in svetoval pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se tudi podjetju Calcit, d. o. o., ki mi je omogočilo izvedbo diplomske naloge na delovišču podjetja.

Velika zahvala gre tudi mojim staršem in fantu Aljažu, ki so me podpirali in spodbujali med študijem.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PREDSTAVITEV KAMNOLOMA CALCIT STAHOVICA.....	2
3	GEODETSKA DELA V KAMNOLOMU	3
3.1	Predstavitev rudarskega projekta	3
3.2	Ločitev med odprtimi in končnimi zalogami kalcita in apnenca.....	6
3.3	Geodetske meritve na etažah	9
3.4	Izračun zalog kalcita in apnenca za leto 2019	11
3.5	Geodetski načrt kamnoloma v merilu 1 : 1000	13
3.6	Izmera nove ceste za nadaljnji odkop rude v kamnolomu.....	14
3.6.1	Pravila izmere ceste	14
3.6.2	Priprava podatkov na izmero	16
3.6.3	Geodetska dela pri izmeri ceste	17
3.7	Pomen vzpostavitve zaključenega poligona	18
4	IZMERA ZAKLJUČENEGA POLIGONA ZA NAČRTOVANJE ŠIRITVE KAMNOLOMA CALCIT STAHOVICA.....	19
4.1	Planiranje izmere poligona	19
4.2	Rekognosciranje terena.....	21
4.3	Stabilizacija novih poligonskih točk.....	22
4.4	Način signalizacije	23
4.5	Izvedba izmere zaključenega poligona	23
4.5.1	Merski instrument in ostala merska oprema.....	24
4.5.2	Metode izmere	26
5	OBDELAVA MERITEV IN IZRAVNAVA POLIGONA.....	27
5.1	Priprava podatkov za izravnavo.....	27

5.1.1	Horizontalni koti in zenitne razdalje	27
5.1.2	Redukcija poševnih dolžin	28
5.1.3	Izračun višinskih razlik	31
5.2	Posredna izravnava.....	31
5.2.1	Določitev horizontalnih koordinat poligonskih točk z izravnavo	33
5.2.2	Določitev višin poligonskih točk z izravnavo.....	36
6	ZAKLJUČEK	38
	VIRI (CHICAGO).....	40
PRILOGE		

Priloga A:	Vhodni podatki izravnave proste položajne mreže
Priloga B:	Poročilo o izravnavi proste položajne mreže
Priloga C:	Vhodni podatki izravnave vpete položajne mreže
Priloga D:	Poročilo o izravnavi vpete položajne mreže
Priloga E:	Vhodni podatki izravnave višinske mreže
Priloga F:	Poročilo o izravnavi višinske mreže

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Koordinate mejnikov pridobivalnega prostora v starem koordinatnem sistemu D48/GK	4
Preglednica 2: Koordinate mejnikov pridobivalnega prostora v novem koordinatnem sistemu D96/TM	4
Preglednica 3: Odkopane rude leta 2020.....	8
Preglednica 4: Stanje zalog in virov.....	13
Preglednica 5: Tehnične lastnosti tahimetra Leica TS06 (Leica, Tehnične lastnosti tahimetra TS06, 2009)	25
Preglednica 6: Izmerjeni meteorološki parametri na stojščih in višina instrumenta	26
Preglednica 7: Aritmetične sredine merjenih vrednosti	28
Preglednica 8: Merjene dolžine, vmesne dolžina Sr, reducirane dolžine in izračunane višinske razlike	30
Preglednica 9: Seznam koordinat danih točk D96/TM	33
Preglednica 10: Seznam približnih koordinat novih točk	33
Preglednica 11: Rezultati izravnave proste mreže	34
Preglednica 12: Izravnane vrednosti horizontalnih koordinat poligonskih točk in analiza natančnosti vpete mreže	35
Preglednica 13: Nadmorska višina poligonske točke 1	36
Preglednica 14: Izravnane nadmorske višine poligonskih točk	37

KAZALO SLIK

Slika 1 Kamnolom Calcit	3
Slika 2: Prikaz meje pridobivalnega prostora Calcit Stahovica (Calcit d. o. o., 2006).....	4
Slika 3: Meja pridobivalnega prostora na JZ smeri, lasten vir	5
Slika 4: Oznaka profila 5 v naravi	6
Slika 5: Izris profila 5 na načrtu	6
Slika 6: Površina profila P5	7
Slika 7: Površina profila P6	7
Slika 8: Prikaz prečnih in vzdolžnih profilov čez območje kamnoloma	10
Slika 9: Nove koordinate točk (y, x, H) na etaži	10
Slika 10: Prikaz izmerjenih točk na etaži 518	11
Slika 11: Geodetski načrt, december 2019	14
Slika 12: Simbolna slika elementov ceste, UR RS št. 14/2003	15
Slika 13: Odsek nove ceste (rdeče) v kamnolomu na severu	17
Slika 14: Izdelava ceste od zgoraj in spodaj	18
Slika 15: Označba geodetske točke s količkom na robu za zakoličbo projektirane ceste	18
Slika 16: Prikaz približnega poteka zaključenega poligona	19
Slika 17: Zaključeni poligon narisani v AutoCAD	20
Slika 18: Terenska skica poligona in oznaka, kjer je zelo strm teren	21
Slika 19: Stabilizacija poligonske točke z lesenim količkom	22
Slika 20: Stabilizacija poligonske točke s klinom	22
Slika 21: Signalizacija poligonskih točk	23
Slika 22: Shematski prikaz obstoječega in predvidenega razširjenega pridobivalnega prostora iz OPPN (LOCUS prostorske informacijske rešitve d. o. o., 2019)	24
Slika 23: »Meteo station«	25
Slika 24: Prikaz zaključenega poligona po izmeri z elipsami pogreškov	36

1 UVOD

Območje kamnoloma Stahovica se nahaja na desnem bregu reke Kamniške Bistrice. Na levem bregu reke se nahaja cesta, ki vodi do planinskega doma v Kamniški Bistrici. Odkopni prostor je lociran na zelo izpostavljenem območju in predstavlja precejšen poseg v prostor. Kamnolom je prostor za pridobivanje materiala peska vseh možnih frakcij. Geodeti s kontinuiranimi geodetskimi meritvami spremljajo odkopavanje rude v kamnolomu. Rezultat geodetskih meritev so natančni 3D-položaji značilnih točk in so ključni za pravilno vrtanje in miniranje rude.

Velikost pridobivalnega prostora znaša 87 ha. Odkopni prostor v kamnolomu se deli na severno in južno pobočje. Severno pobočje se deli na območje odkopavanja apnenca ter na območje odkopavanja kalcita v sistemučasne brežine. Ležišče obsega prelomno tektonsko zelo močno prizadeto obrobje apnenca ob jugozahodnem delu gore Grohat v pribl. 900 m dolgem in do 300 m širokem območju v smeri SZ–JZ vzdolž desnega brega reke Kamniške Bistrice. Južno pobočje ima nekaj vzporednih prelomov v smeri severozahod–jugovzhod. Prelomi močno presekajo kalcitno telo in se nadaljujejo v apnenec. Med profiloma P8 in P10 je močen vertikalni prelom, ki loči severni in južni del kamnoloma.

V območju ležišča najdemo veliko kamnin, vendar sta zanimiva le apnenec in kalcit. Apnenec in kalcit se po predelavi uporabljata za izdelavo papirja, barv, ometov, plastike ter v prehranski in farmacevtski industriji, v steklarstvu, ekologiji in kmetijstvu ter v gradbeništvu. Ocena zalog znaša 35 milijonov ton. Letna proizvodnja odkopanega materiala znaša 1 milijon ton. Podjetje Calcit, d. o. o., ima veljavno koncesijo za pridobivanje rude, ki velja do konca leta 2021.

Namen diplomske naloge je predstaviti geodetske meritve, kakršne so potrebne v kamnolomih. Predstavljena bo izmera etaž z namenom ocene zaloge kalcita in apnenca. Prikazana bodo geodetska dela za izgradnjo ceste in zaključenega poligona. Glavna tema diplomske naloge pa bo vzpostavitev in izmera zaključenega poligona za načrtovanje širitve kamnoloma Calcit Stahovica. Z obdelavo merskih vrednosti in izravnavo bomo dobili najverjetnejše koordinate poligonskih točk, ki bodo predstavljale izhodiščne točke za širitev kamnoloma.

Natančnost koordinat novih določenih točk izmeritvene mreže v poligonu v državnem koordinatnem sistemu je predpisana. To pomeni, da je zahtevana natančnost horizontalnih koordinat točke v daljši polosi standardne elipse zaupanja v koordinati točke krajša od 2 cm. Natančnost višine točke je ustrezna, ko je standardni odklon višine manjši od 2 cm. Ker ocenjujemo, da geodetska dela v kamnolomu spadajo na področje inženirskih meritev, bomo pri izpolnjevanju zahtev po natančnosti sledili zahtevam izmeritvene mreže. (Navodila za izvajanje klasične geodetske izmere v novem državnem koordinatnem sistemu, 2006)

2 PREDSTAVITEV KAMNOLOMA CALCIT STAHOVICA

Nahajališče kalcita in apnenca je nastalo 200 milijonov let nazaj v zgornjem triasu. V kamnolomu je različna tektonika, metamorfoza, ki je nastala zaradi različnega tlaka, temperature in vode skozi zgodovino. Pred milijoni let je bilo na območju Stahovice morje, zato so v kamnolomu različni sedimenti in različne plasti kalcita in apnenca. Kalcit in apnenec imata izjemno kemično čistost in visoko belino.

Za odkopavanje in pridobivanje surovine je obvezen sodoben in natančen rudarski projekt. Tehnologija odkopavanja temelji na vrtanju, miniranju in transportu odkopnega materiala na osnovni plato (bagri, buldožerji) pribl. 1.000.000 t/leto. Po končanem odkopavanju je potrebna sprotna sanacija končnih brežin. Pri vseh odkopavanjih pa je potrebno bogatenje surovine, ki se deli na primarno in sekundarno bogatenje. Primarno bogatenje je na mobilnih drobilnih in sejalnih napravah, kjer pridobivamo granulacijo 0-65 mm. Pri sekundarnem bogatenju pa material peremo in klasiramo v pralnici in klasirnici in pridobimo granulacije 0-65 mm in 0-2 mm. (Calcit d. o. o., 2006)

V kamnolomu je zelo pomembno, da skrbimo za čistost in ekologijo. Zato se izvajajo ukrepi v vseh fazah tehnološkega procesa (sprotna sanacija odkopov, miniranje z minimalnim seizmičnim učinkom, močenje materiala pred miniranjem in premetavanjem, sodobna mehanizacija (zaprte hale bogatenja), tehnološka voda v zaprtem krogu, asfaltiranje tehnološke poti in pranje koles kamionov). Surovina v kamnolomu je izjemne kakovosti. Ocenjujejo, da je zalog surovin v kamnolomu še za pribl. 40 let. Na separaciji je velika kapaciteta proizvodnje in hkrati ekološko sprejemljivo pridobivanje in bogatenje. Na sliki 1 prikazujemo kamnolom Calcit.



Slika 1 Kamnolom Calcit

3 GEODETSKA DELA V KAMNOLOMU

3.1 Predstavitev rudarskega projekta

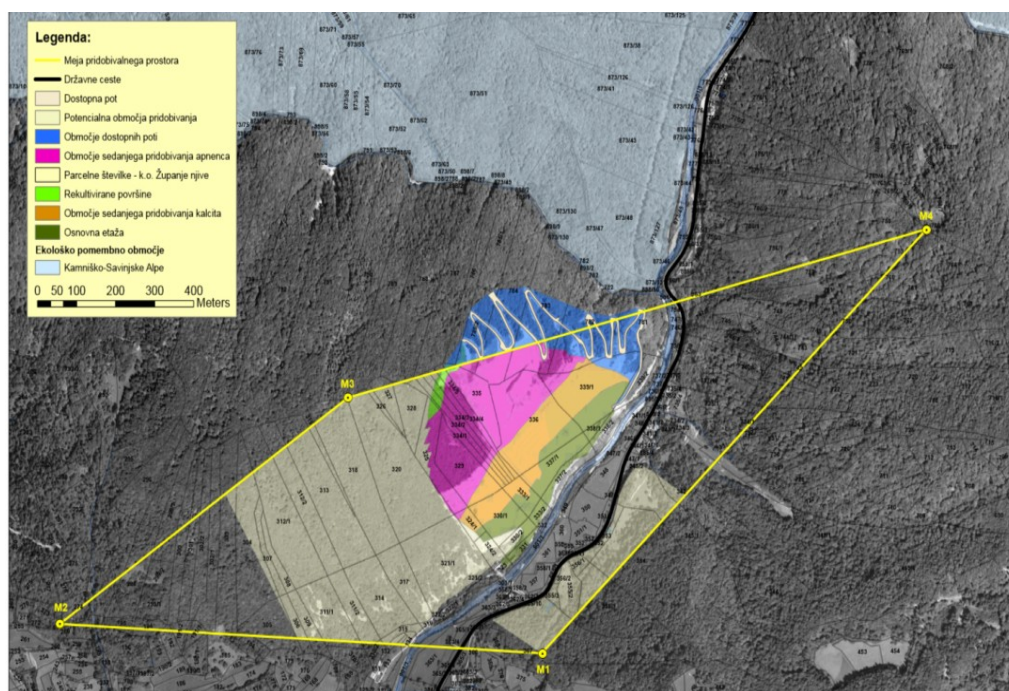
V podjetju kamnolom Calcit se dela izvajajo na osnovi projekta iz leta 1984, ki pa ima do danes še veliko dopolnitev k projektu (1996, 2001, 2006). Zadnji rudarski projekt za izkoriščanje kalcita in apnenca v pridobivalnem prostoru kamnoloma Calcit je iz leta 2006, ki pa ima tudi dopolnitev leta 2010. Razdeljen je na splošni in tehnični del. V splošnem delu so revizija, predpisana dokazila, odločbe, izjave, soglasja in mnenja, lokacijska informacija in seznam projektantov v pridobivalnem prostoru. V tehničnem delu pa so predstavljeni projektna naloga pridobivalnega prostora, odkopne metode in generalne tehnične rešitve pri izkoriščanju ter sočasni in fazni način izvajanja del ter raba prostora. Podjetje Calcit, d. d., iz Stahovice ima podpisano koncesijo z Republiko Slovenijo, ki jo zastopa Vlada Republike Slovenije z dne 10. 12. 2002. Sestavni del koncesije je dovoljenje za izkoriščanje z dnem 16. 5. 1961. V dovoljenju za izkoriščanje je določen pridobivalni prostor s štirimi označenimi mejniki (M1, M2, M3, M4). V preglednici 1 so izpisane horizontalne koordinate in nadmorske višine mejnih točk kamnoloma v koordinatnem sistemu D48/GK. V preglednici 2 so izpisane horizontalne koordinate in nadmorske višine mejnih točk kamnoloma v koordinatnem sistemu D96/TM. (Calcit d. o. o., 2006)

Preglednica 1: Koordinate mejnikov pridobivalnega prostora v starem koordinatnem sistemu D48/GK

Oznaka mejniov	Koordinate		
	Ordinata y [m]	Abscisa x [m]	Višina H [m]
M1	470324,64	125443,81	521,77
M2	469090,10	125500,30	617,78
M3	469830,84	126012,96	876,06
M4	471307,75	126404,69	848,87

Preglednica 2: Koordinate mejnikov pridobivalnega prostora v novem koordinatnem sistemu D96/TM

Oznaka mejniov	Koordinate		
	Ordinata y [m]	Abscisa x [m]	Višina H [m]
M1	469954,40	125930,17	521,77
M2	468719,89	159986,69	617,78
M3	469460,62	126499,32	876,06
M4	470937,52	126891,01	848,87



Slika 2: Prikaz meje pridobivalnega prostora Calcit Stahovica (Calcit d. o. o., 2006)

Odkopni prostor v kamnolomu se deli na severno in južno pobočje in skupaj znaša 87 ha. Severno pobočje se deli na območje odkopavanja apnenca ter na območje odkopavanja kalcita v sistemu

začasne brežine. Območje v kamnolomu je vedno razdeljeno na dva dela. Na enem delu mineralno surovino že pridobivajo in na drugem območju, na katerem bodo, ob izpolnitvi določenih pogojev, mineralno surovino pridobivali v prihodnje. Omenjeni območji sta le del celotnega pridobivalnega prostora, saj ta zajema tudi območja, na katerih izkoriščanje ni možno.

V kamnolomu imajo potencialna območja za pridobivanje materiala v prihodnje:

- Prvo potencialno območje: Poglobitev območja sedanjega pridobivanja. Ponovno se izdela dostop do najvišje delovne etaže in se začne pridobivanje apnenca od zgoraj navzdol, novo nastalo končno brežino pa se sproti rekultivira.
- Drugo potencialno območje: Iz geoloških kart in poročil je razvidno, da se kalcit in apnenec nahajata tudi v JZ smeri od sedanjega kamnoloma. Gre za veliko območje, saj obsega skoraj 26 ha. Na sliki 3 je prikazana meja pridobivalnega prostora na JZ smeri.
- Tretje potencialno območje: Kalcit se nahaja tudi na nasprotni strani doline.



Slika 3: Meja pridobivalnega prostora na JZ smeri, lasten vir

Za pridobivanje na potencialnih območjih bo treba:

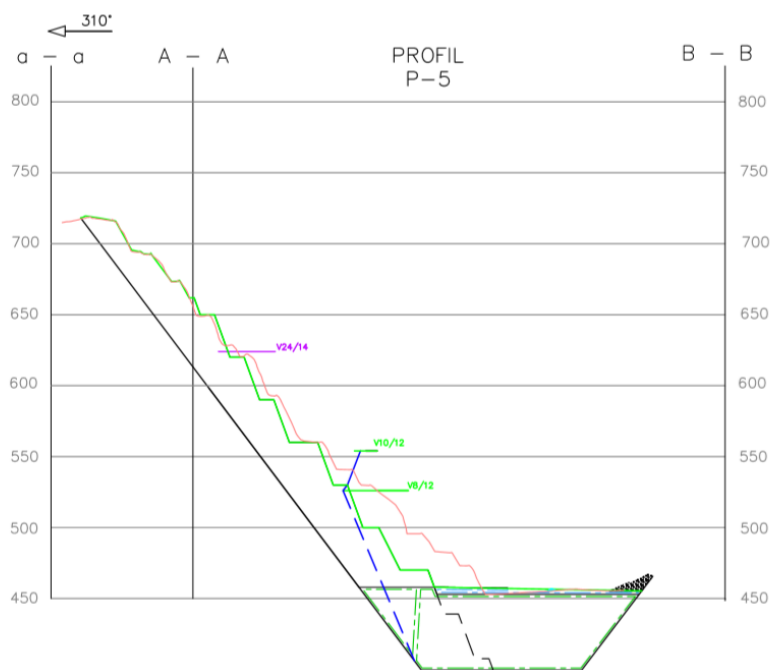
- izvesti odkup površin;
- izvesti potrebne geološke raziskave in izdelati oziroma dopolniti elaborat zalog in
- izdelati rudarski projekt za izvajanje del, ki zajema način odpiranja, načrt novih dostopnih poti, način transporta surovine, in drugo.

3.2 Ločitev med odprtimi in končnimi zalogami kalcita in apnenca

Med odprtimi in končnimi zalogami kalcita in apnenca ločimo tako, da poznamo mejo končne zaloge odkopavanja. Odkopavanje poteka skladno s projektom, kjer je zarisana meja končne zaloge. Na sliki 4 je prikazana označitev profila P5 v naravi. Na sliki 4 je prikazan prečni profil P5. V zeleni barvi je prikazana meja končne zaloge. Prečni profil v rdeči barvi pa nam predstavlja še odprte zaloge kalcita in apnenca.

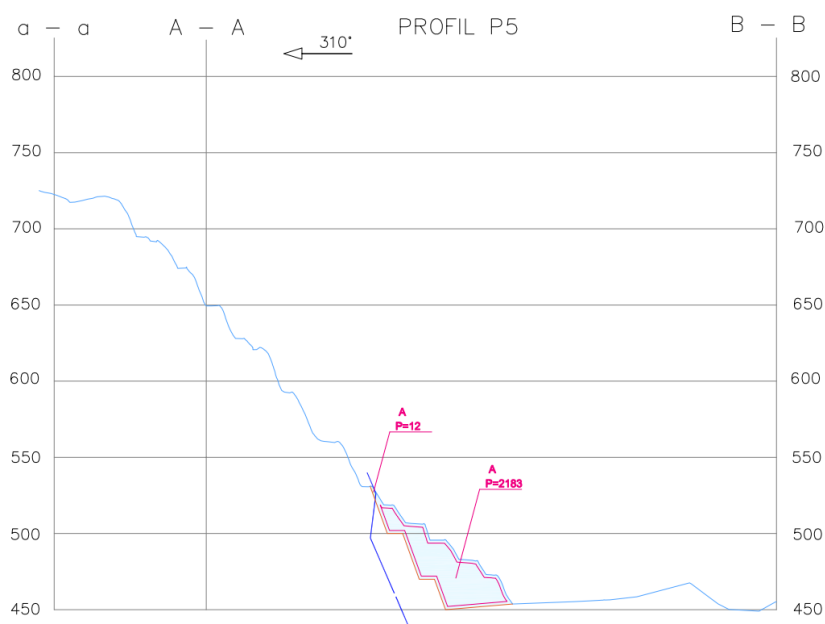


Slika 4: Oznaka profila 5 v naravi

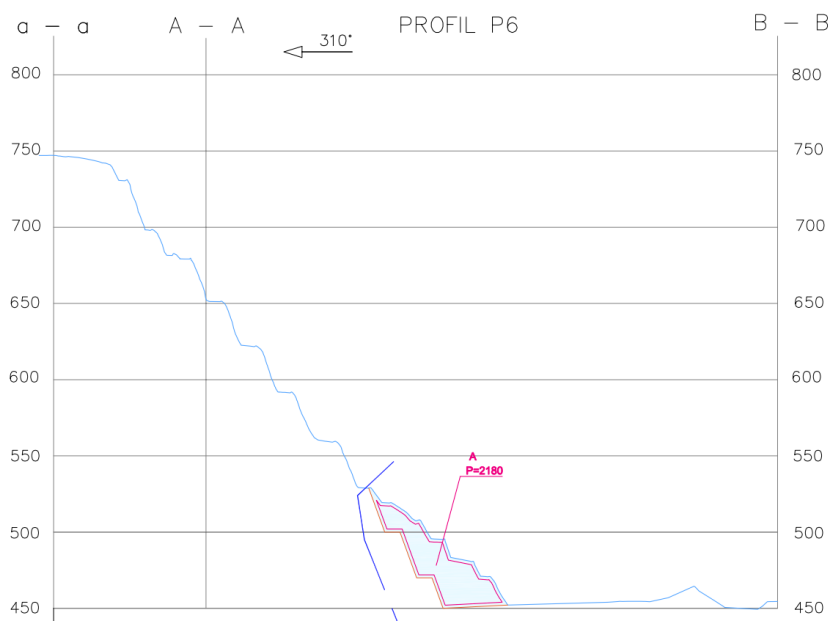


Slika 5: Izris profila 5 na načrtu

Razliko med odprtimi in končnimi zalogami nam predstavlja ruda, ki jo lahko še odkoplremo. Na podlagi tega lahko izračunamo površino zaloge na vseh prečnih profilih od P1 do P14. Razlika dveh profilov pa predstavlja volumen še ne odkopane rude. Na spodnjih slikah 6 in 7 je prikazana površina profila P5 in P6.



Slika 6: Površina profila P5



Slika 7: Površina profila P6

Volumen med profili izračunamo po spodnji enačbi:

$$V = \frac{P5+P6}{2} * d \quad \dots(1)$$

Kot primer smo izračunali volumen med profiloma P5 in P6, ki sta na razdalji 40 m:

$$V = \frac{2183 \text{ m}^2 + 2180 \text{ m}^2}{2} * 40 \text{ m} = 87260 \text{ m}^3 \quad \dots(2)$$

Ob koncu vsakega leta se izračuna količina odkopane rude v kamnolomu in rude, ki jo lahko še odkopavamo, da pridemo do končnih brežin po projektu. V spodnji preglednici 3 so prikazane odkopane rude leta 2020.

Preglednica 3: Odkopane rude leta 2020

Mesec	Peski [t]	Bela linija [t]	Siva linija[t]	Calplex NP [t]	Nasip III [t]	Skupaj [t]
Januar	22037,77	14557,40	45621,08	4463,60	3601,23	90281,08
Februar	21425,86	20002,20	45088,22	4754,68	797,36	92068,32
Marec	17515,22	19155,44	47634,20	5060,00	43,98	89408,84
April	18333,13	17236,22	43932,64	4181,14	187,66	83870,79
Maj	16658,92	15228,80	35564,96	4858,04	7842,12	80152,84
Junij	16493,78	16308,80	34671,58	5063,90	4793,08	77331,14
Julij	22412,67	19739,28	35581,84	5114,70	2341,32	85189,81
Avgust	20885,02	21159,11	32297,40	4999,18	3773,16	83113,87
September	34521,46	22351,10	34092,14	4133,84	4235,34	99333,88
Oktober	22700,68	21855,30	40640,70	5716,00	10622,12	101534,64
November	24044,70	17296,84	34935,44	5108,06	10774,60	93159,64
December	18811,88	14734,97	29877,04	4100,66	10880,62	78405,17
Skupaj [t]	255841,09	220625,46	459937,24	57553,80	59892,59	1053850,18

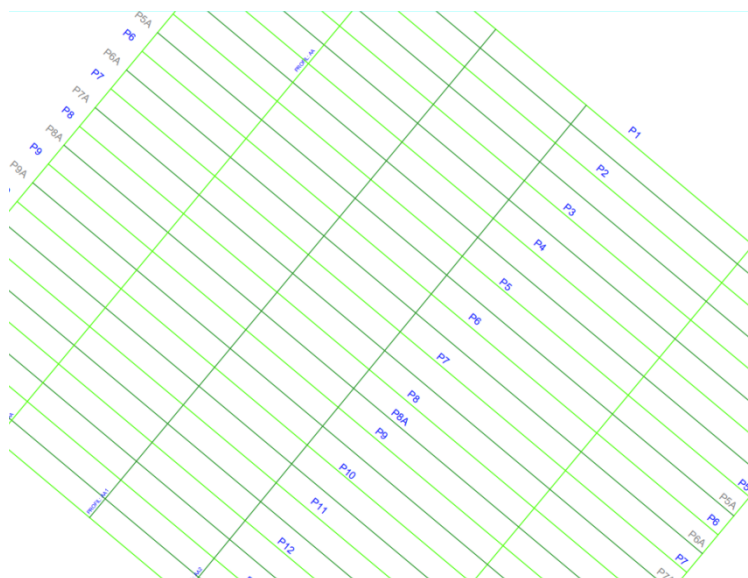
Razlaga posameznih materialov v Preglednici 3:

- **Peski** so različne granulacije materialov, ki se uporabljajo pri proizvodnji betona in asfalta. Nasipni in tamponski material se uporablja za ustroje cest, zasipe, izravnavo terena in utrjevanje tal na gradbiščih.
- **Bela linija** je kalcit, ki je namenjen za predelavo v proizvodnji.
- **Siva linija** je apnenec, ki je namenjen za predelavo v proizvodnji.
- **Calplex** je material, ki se po predelavi uporablja kot polnilo, predpremaz in premaz v vseh vrstah grafičnih papirjev in kartonov.
- **Nasip III** je jalovina z lesom, ilovico, kamenjem. To je odpadni material.

3.3 Geodetske meritve na etažah

Izmera etaž se izvaja z elektronskim tahimetrom TCR 307 Leica Geosystems na kotah 530, 540, 550 in 590 m, ki so pomembne za delo v kamnolomu in jih je zato treba izvajati približno tedensko. Model instrumenta TCR 307 je serije TPS300, ki so ga proizvedli v obdobju od leta 1998 do 2003. Natančnost merjenja kotov znaša $\sigma_{\alpha} \text{ (ISO 17123-3)} = 5''$, natančnost merjenja dolžin pa $\sigma_D \text{ (ISO 17123-4)} = 2 \text{ mm}$; 2 ppm.

Z geodetskimi meritvami je treba vseskozi spremljati potek odkopavanja. V ta namen se izvajajo tahimetrične meritve za površine etaž. Vedno izhajamo iz stalnih danih točk in se orientiramo na dane točke, da dobimo kakovostne rezultate meritev. Ko imamo izmerjene tlorise etaž, se izdelajo prečni profili, ki nam služijo za izračun odkopanih in še neodkopanih zalog, kot je prikazano na sliki 8.



Slika 8: Prikaz prečnih in vzdolžnih profilov čez območje kamnoloma

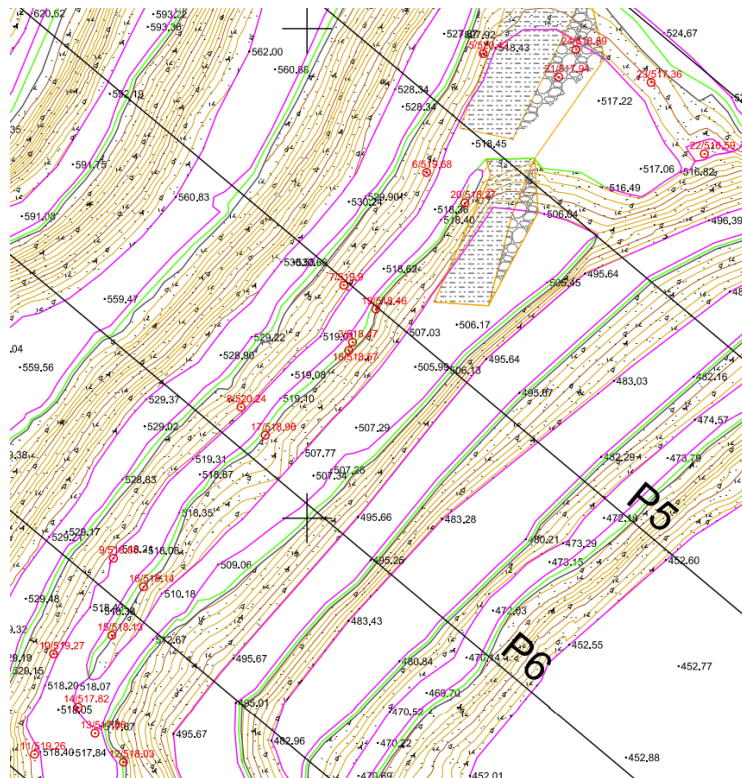
Za orientacijo odkopnih delovišč je na območju kamnoloma označenih 20 prečnih profilov, ki potekajo pravokotno na neodkopane etaže in so v razmiku 40 m, kar je prikazano na zgornji sliki 8. Ob izmeri etaž na posameznih kotah se označijo višine in lokacija posameznega profila. Odkopne etaže se projektirajo na 15 m in pri vrtanju minskih vrtin služijo vrtalcu za določitev globine vrtin. Velikost posameznega minskega polja je dolžine pribl. 20 m, širine pribl. 15 m in globine pribl. 15 m.

3	470309,327	126035,936	518,47
4	470343,824	126114,013	525,12
5	470336,032	126094,914	520,42
6	470324,472	126070,583	519,68
7	470307,521	126047,557	519,90
8	470286,552	126022,665	520,24
9	470260,446	125991,776	518,88
10	470248,232	125972,214	519,27
11	470244,346	125951,709	519,26
12	470262,498	125950,120	518,03
13	470256,677	125956,037	517,66
14	470253,231	125961,350	517,82
15	470260,126	125976,022	518,13
16	470266,588	125985,967	518,14
17	470291,474	126016,917	518,96
18	470308,572	126034,211	518,57
19	470314,109	126042,690	518,46
20	470332,313	126064,374	518,27
21	470351,481	126090,122	517,94
22	470381,223	126074,418	516,59
23	470370,349	126088,993	517,36

Slika 9: Nove koordinate točk (y, x, H) na etaži

Na podlagi geodetskih meritev na etažah pridobimo nove koordinate točk na sliki 9. Ko izvajamo terestrično polarno izmero, se postavimo na že znano točko in instrument orientiramo na dve znani točki. Na osnovi merjenih količin izračunamo 3D koordinate točk. Vhodno datoteko uvozimo v AutoCAD in izdelamo grafični prikaz. Na etaži izrišemo položaje merjenih točk, ki jim pripišemo

nadmorsko višino (slika 10). Višine geodetskih točk so zelo pomembne za nadaljnja zemeljska dela t. j. vrtnanje in odkop rude po projektu.



Slika 10: Prikaz izmerjenih točk na etaži 518

3.4 Izračun zalog kalcita in apnenca za leto 2019

Ob koncu leta 2019 smo naredili izračun zalog kalcita in apnenca in s tem ugotovili, koliko ton materiala rude je še mogoče odkopati v prihodnosti. Zaloge kalcita in apnenca smo računali po metodi geoloških prereзов. Osnova za izračun so prečni profili in načrt kamnoloma, ki je bil narejen decembra 2019. Načrt izdelamo v merilu 1 : 1000 na podlagi fotogrametričnega izvednotenja aeroposnetkov, izseka iz digitalnega katastrskega načrta in tahimetričnega posnetka. Na podlagi zgornjih metod je narejen načrt kamnoloma, ki je prikazan na sliki 11.

Pri izračunu zalog se upošteva:

- Zakon o rudarstvu (Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo in 61/17 – GZ),
- Pravilnik o klasifikaciji in kategorizaciji zalog in virov trdnih mineralnih surovin (Uradni list RS, št. 3/20),
- podatke predhodnih geoloških raziskav in

- dosedanje elaborate o zalogah.

Izračun zalog smo opravili trikrat zaradi kontrole. V preglednici 4 dodajamo prikaz izračuna zalog, ki se mora vsako leto oddati na Ministrstvo za infrastrukturo.

Kategorizacija zalog in virov (Elaborat o klasifikaciji in kategorizaciji, 2017):

- A-kategorija sodi med dokazne zaloge kalcita in apnenca, ki leži v kamnolomu nad koto osnovne etaže 450 m, kjer ga omejujejo odprte etaže in končna brežina.
- B-kategorija so raziskovalne zaloge, ki ležijo v nadaljevanju vrtin in v nadaljevanje zalog A-kategorije. Za zaloge B-kategorije so uporabili tudi dovoljeno ekstrapolacijo.
- C(1)-kategorija so premalo raziskane zaloge, ki ležijo v nadaljevanju zalog B-kategorije in so v mejah dovoljene ekstrapolacije.
- C(2)-kategorija so perspektivni viri določeni s pomočjo geološkega kartiranja in se nahajajo v nadaljevanju C(1)-kategorije.

Klasifikacija zalog in virov (Elaborat o klasifikaciji in kategorizaciji, 2017):

- Bilančne zaloge
To so zaloge v pridobivalnem prostoru, ki so omejene z odprtimi etažami in s končno brežino. Bilančne zaloge so ovrednotene z rudarskim projektom za izkoriščanje kalcita in apnenca, kjer ni tehnoloških omejitev glede pridobivanja kalcita in apnenca.
- Pogojno bilančne zaloge
Teh zalog trenutno ni mogoče pridobivati, ker se nahajajo med končno brežino in možno končno brežino. Izkoriščanje bo možno, ko bo narejen odmik od projekta za izkoriščanje.
- Izven bilančne zaloge
So zaloge, ki ležijo pod osnovno etažo in na območjih, kjer so pridobivalni objekti, deponije in transportne poti. Rudo, ki je v podtalnici, tudi štejemo za izven bilančne zaloge.
- Viri
Med viri sta opredeljena kalcit in apnenec v južnem delu, ki še ni dovolj raziskan.

V spodnji preglednici 4 so prikazane zaloge in viri rude v letu 2019.

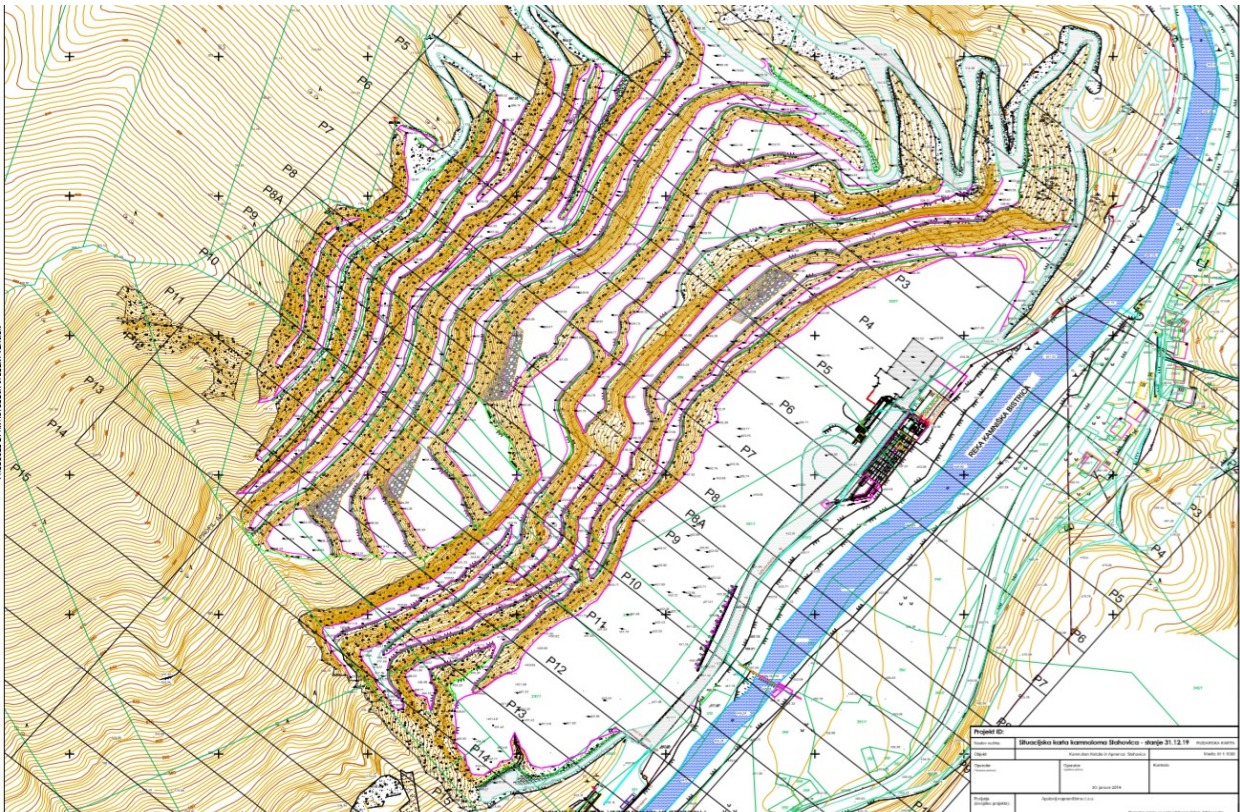
Preglednica 4: Stanje zalog in virov

Zaloge kategorija/razred	Bilančne zaloge [m³]	Pogojno bilančne zaloge [m³]	Izven bilančne zaloge [m³]	Skupaj m³
A – dokazane	1858068	-	-	1858068
B – raziskane	447923	310847	-	758770
C1 – premalo raziskane	-	-	-	-
Skupaj A+B+C1	2306991	310847	-	2616838

3.5 Geodetski načrt kamnoloma v merilu 1 : 1000

Ob koncu vsakega leta podjetje Calcit najame podjetje Apolonij, ki z brezpilotnim letalnikom izmeri območje kamnoloma. Na osnovi obdelave oblaka točk izrišejo nov geodetski načrt v merilu 1 : 1000, ki je osnova vsem delavcem v kamnolomu še vse naslednje leto in je prikazan na sliki 11.

Zajemanja prostorskih podatkov z brezpilotnim letalnikom je zelo pomembno, saj tako v zelo hitrem času enkrat letno lahko zajamejo vse detajle v kamnolomu. Sodobna geodetska metoda zajema prostorskih podatkov je še posebej uporabna na zahtevnih in težko dostopnih terenih kot je kamnolom Calcit in omogoča brezkontaktni zajem. Podatke najprej obdelajo in si pomagajo z oslonilnimi točkami, ki jih narišejo na robove etaž. Na podlagi oslonilnih točk lahko obdelajo oblak točk, iz katerega nato izdelajo nov načrt 2D prikaza kamnoloma.



Slika 11: Geodetski načrt, december 2019

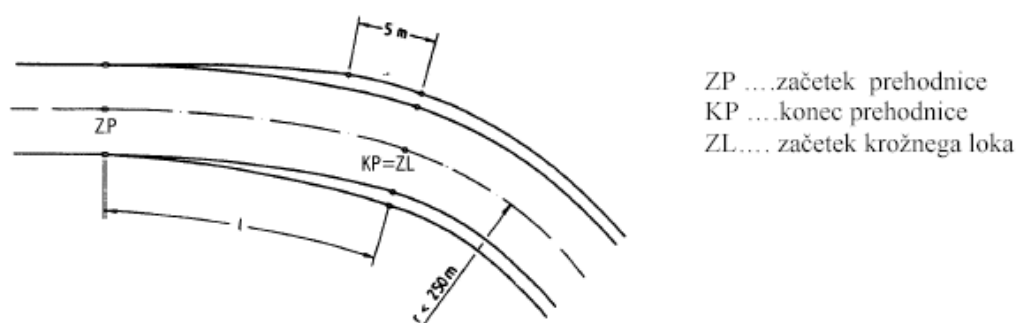
3.6 Izmera nove ceste za nadaljnji odkop rude v kamnolomu

3.6.1 Pravila izmere ceste

Trasa ceste je načrtno speljana pot z geometrijskimi elementi, ki se prilegajo reliefu, odgovarja dinamiki gibanja vozila in je matematično definirana. Pomembna pogoja pri načrtovanju trase sta tudi enostavna povezljivost med elementi trase in gospodarna gradnja. Geometrijski elementi trase se določijo na podlagi namena rabe ceste, količine in vrste prometa, karakteristike terena ter družbenega in gospodarskega pomena ceste. Trasa ceste je določena z elementi osi ceste v tlorisu in niveleto ter dimenzijo prečnega profila cestišča, ki je določena s predpisi za projektiranje cest (Berčič T., 2006).

Elementi osi ceste v tlorisu (slika 12):

- prema,
- prehodnica in
- krožni lok.



Slika 12: Simbolna slika elementov ceste, UR RS št. 14/2003

Projektiranje ceste (Koler, 2019)

- narisati moramo prečni in vzdolžni profil;
- cesto moramo umestiti v prostor;
- faze projektiranja ceste:
 - določitev poteka trase ceste v tlorisu,
 - izris vzdolžnega profila,
 - izris prečnega profila,
 - izračun prostornin,
 - optimiranje poti.

Postopek zakoličevanja trase ceste sestavljajo naslednje mersko-tehnične naloge (Breznikar, Koler, 2009):

- izračun ustreznih zakoličbenih elementov,
- kontrola podlag za zakoličevanje,
- izbor metode zakoličevanja vključno z izborom instrumentarija ob upoštevanju zahtevane natančnosti naročnika,
- kontrola navezovalnih točk geodetske mreže, iz katerih izvajamo zakoličevanje,
- zakoličba in označevanje točk,
- zavarovalne meritve,
- neodvisna kontrola vseh zakoličenih in označenih točk,
- predaja horizontalno in višinsko zakoličenih točk skupaj z zakoličbenimi podlagami izvajalcu gradbenih del.

3.6.2 Priprava podatkov na izmero

Na podlagi stanja v naravi smo planirali naklon trase ceste, ki se bo gradila na severnem delu kamnoloma. Plan za naklon trase ceste je:

- V odstotkih:

$$N = \frac{h}{l} * 100 = \frac{2}{13} * 100 = 15,38 \% \quad \dots (3)$$

- V stopinjah, minutah:

$$N = \sin^{-1}\left(\frac{h}{l}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{2}{13}\right) = 8^{\circ} 45' \quad \dots (4)$$

kjer so:

N ... naklon trase ceste,

h ... višinska razlika med plastnicami v metrih,

l ... dolžina poteka dela trase ceste v metrih.

Na načrtu v merilu 1 : 500, izdelanem na podlagi fotogrametričnega izvrednotenja aeroposnetkov, izseka iz digitalnega načrta, tahimetričnega posnetka in fotogrametričnega posnetka, smo na severnem delu projektirali cesto.

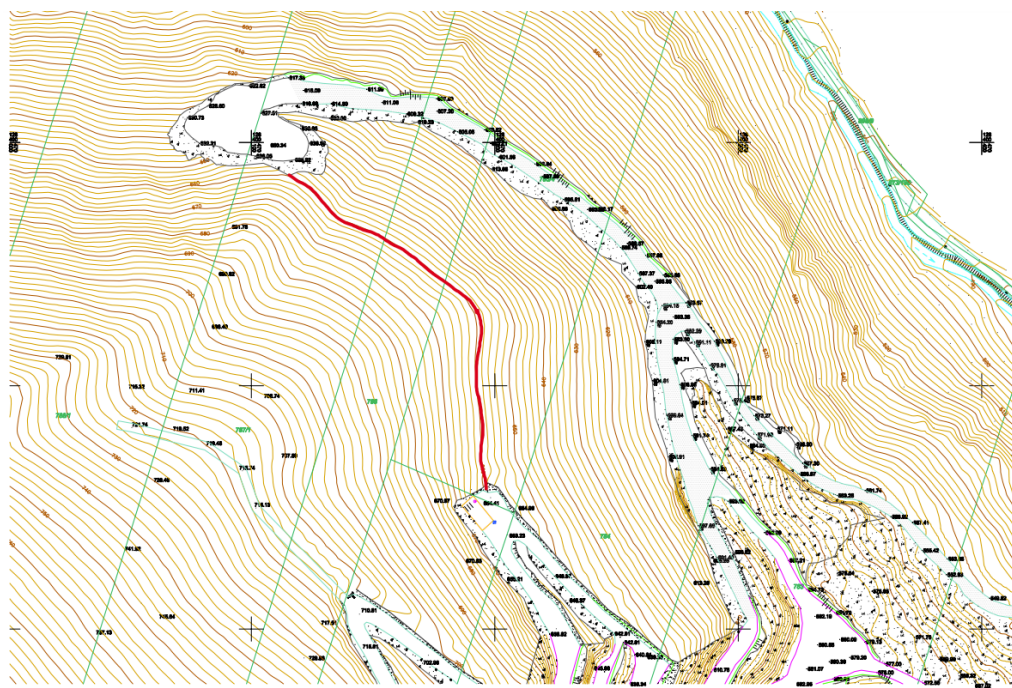
Najprej smo vse izrisali ročno na načrt. Na načrtu v merilu 1 : 500 smo izračunali, da je 2,6 cm razdalje na načrtu 2 m višinske razlike v naravi. Višinsko razliko smo na načrtu lažje spremljali kar z ekvidistanco plastnic 2 m.

Za zakoličbo celotne severne ceste potrebujemo 70 začasnih geodetskih točk (količkov), ki jih bomo nato prenesli na gradbene profile. Pomembno je, da v prečnem profilu postavimo gradbeni profil tja, kjer se dno nasipa ali vrh useka približa terenu. Gradbeni profil je sestavljen:

- iz dveh količkov, ki ju zabijemo v teren v smeri prečnega profila na razdalji približno 1 m;
- iz poševne deske, katere zgornji rob predstavlja linijo nasipa ali pa podaljšek useka.

Pomembno bo narediti projekt, v katerem bodo izrisani vsi prečni profili z vsemi elementi: razdaljo profila do osi ceste, širino ceste, naklon nasipa oziroma useka ter višinske kote.

Cesta je že zgrajena do faze, kot kaže slika 13. Z rdečo barvo je označen del ceste, ki je še v načrtu izgradnje, to je od kote 638 m (naprej od ovinka) do kote 660 m pri rezervoarju za vodo.



Slika 13: Odsek nove ceste (rdeče) v kamnolomu na severu

Planirana je cesta iz kote:

- 490-516 m, tu je bilo potrebnih 25 geodetskih točk. Skladno s projektom je bilo potrebno paziti na odmik 5m od meje kamnoloma;
- 516-600, tu je bilo potrebnih 45 geodetskih točk.

Še pred geodetskimi meritvami pa bo potrebno zagotoviti:

- posek gozda in odvoz lesa,
- potrditev elaborata za izkop kalcita in apnenca na tem območju.

3.6.3 Geodetska dela pri izmeri ceste

Pri izmeri ceste ja najbolj pomembno, da pravilno projektiramo naklon v dopustnih mejah za normalno vožnjo po kamnolomu. Naklon izračunamo tako, da na načrtu izmerimo, na kakšni dolžini bo trasa ceste in to delimo z višinsko razliko (enačbi 3 in 4). Na začetku smo imeli naklon približno 15 %, v načrtovanju trenutnega poteka ceste pa je naklon že 19 %. Najprej moramo zakoličiti os ceste in širino ceste. V kamnolomu se skoraj vedno dela vkop v kamnino, zato morajo tovarnjaki ves material najprej odpeljati na deponijo. Trasa ceste se zakoličuje iz že narejene ceste in danih točk na njej, naprej po planirani trasi. Cesta je v gradnji že približno pol leta, vendar gre gradnja trenutno bolj počasi zaradi velike strmine. Pred gradnjo ceste je najprej treba izsekati gozd, sledi vzorčenje kamnine, in na predelih, kjer je trda skala, je treba izvesti miniranje. Vedno je na robu ceste treba

narediti nasip, ki varuje vse stroje in avtomobile, ki so v kamnolomu na delu. V ovinku je cesto treba še dodatno razširiti, da se dve veliki strojni mehanizaciji lahko srečata. Na sliki 14 prikažemo potek gradnje ceste, na sliki 15 pa način označbe geodetske točke za zakoličbo.



Slika 14: Izdelava ceste od zgoraj in spodaj



Slika 15: Označba geodetske točke s količkom na robu za zakoličbo projektirane ceste

3.7 Pomen vzpostavitve zaključenega poligona

Vzpostavitev geodetskih točk zaključenega poligona je pomembna za prihodnje širjenje kamnoloma. Na podlagi meritev in izravnave smo dobili natančne položaje točk, iz katerih se bo načrtovala nova mreža prečnih profilov in posledično nove etaže na novo odprtem pridobivalnem prostoru. Pred tem pa se bo izvedla še raziskava geološke strukture tal na območju poligona. To pomeni, da bodo vrtalci vrtali 5 raziskovalnih vrtin, globine približno od 50 m do 90 m, odvisno od lege začetka vrtine. Pri

raziskovalnih vrtnah se spremlja material na vsak m globine in se vzame vzorec materiala. Na območju, kjer smo izvedli izmero zaključenega poligona, bo v prihodnje razširjen kamnolom. Do takrat pa je glavno geodetsko delo, da do območja trasiramo novo cesto. Ko bo cesta končana in se bo podjetju podaljšala koncesija, bo treba narediti plan nove etaže in spremljati, usmerjati strojna dela na območju razširitve kamnoloma Calcit Stahovica. Za boljšo prostorsko predstavbo na sliki 16 prikažemo približni potek zaključenega poligona na digitalnem ortofotu načrtu (DOF).



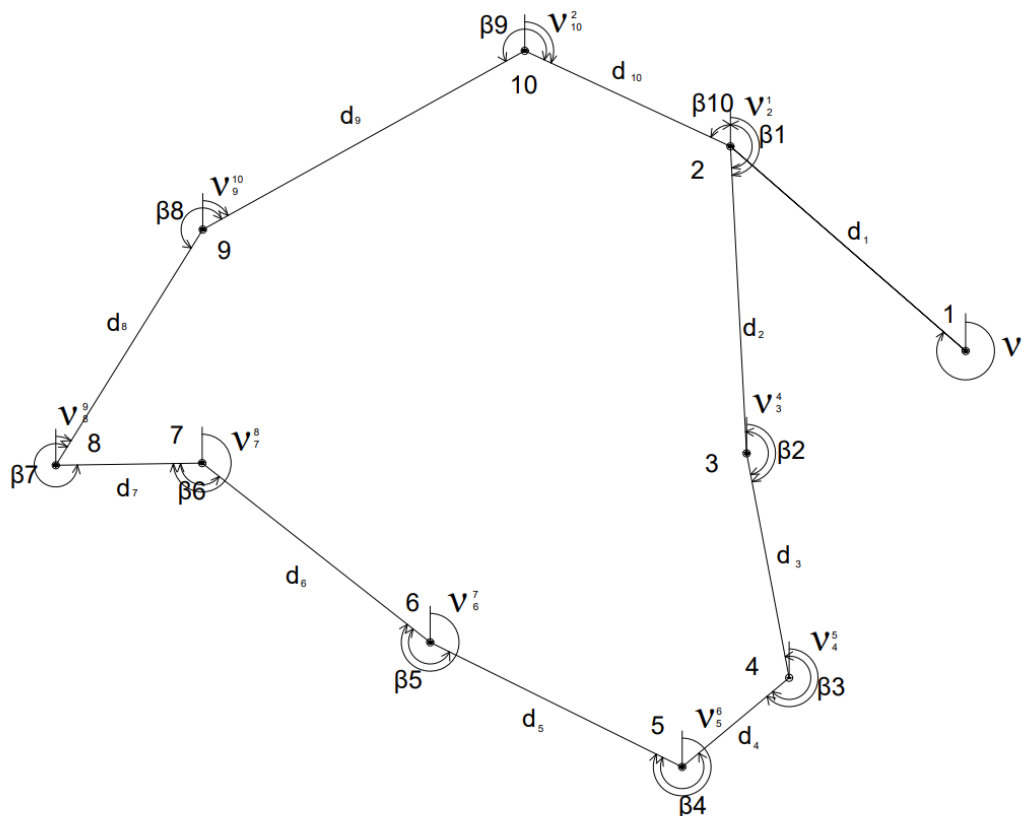
Slika 16: Prikaz približnega poteka zaključenega poligona

4 IZMERA ZAKLJUČENEGA POLIGONA ZA NAČRTOVANJE ŠIRITVE KAMNOLOMA CALCIT STAHOVICA

4.1 Planiranje izmere poligona

Poligonometrija je kombinirana metoda izmere, ki jo uporabljamo za natančno položajno določanje geodetskih točk, tako da kote in dolžine v poligonu merimo zelo natančno. Niz med seboj povezanih točk, navezanih na dve dani geodetski točki, se imenuje zaključeni poligon, zgostitvene točke pa poligonske točke. Če je zaključeni poligon vezan na začetku in na koncu na štiri trigonometrične točke, se takšen poligon imenuje priklepni poligon. Pri poligonu merimo priklepne in lomne kote ter poligonske stranice (dolžine). Metodo pogosto kombiniramo z metodo trigonometričnega višinomerstva in tako določimo tudi nadmorske višine poligonski točk.

Pri vzpostavitvi izmeritvene mreže (trigonometrične mreže ali poligona) je predpisana natančnost merske opreme. Natančnost teodolita mora biti pri čitanju na horizontalnem in vertikalnem krogu najmanj σ_α (ISO 17123-3) = 5", natančnost razdaljemera pa najmanj σ_D (ISO 17123-4) = ± 5 mm; 3 ppm. Za izmero poligona smo se odločili, ker smo morali meriti po precej zaraščenem terenu in ni bilo mogoče vzpostaviti trigonometrične mreže in za izmero uporabiti metodo triangulacije in trilateracije. Na območju kamnoloma tudi ni primerna izmera GNSS. Odločili smo se za vzpostavitev zaključenega poligona, saj smo imeli dani dve geodetski točki, kjer je bila točka 2 začetna in končna točka poligona. Točke poligona smo planirali približno po obodu prihodnjega razširjenega kamnoloma. Na sliki 17 je prikazan zaključen poligon narisan v AutoCAD. (Špacapan, I. 2006)



Slika 17: Zaključen poligon narisan v AutoCAD

4.2 Rekognosciranje terena

Rekognosciranje poligonske mreže pomeni, da na terenu izberemo položaje novih poligonskih točk. Rekognosciranje terena je eno bolj odgovornih del pri izvedbi planiranja izmere poligona, saj je od načrtovane geometrije odvisna kakovost določitve koordinat poligonskih točk in ekonomičnost del. Projekt mreže izdelamo pred ogledom terena. Pomembno je, da predvidimo približno število poligonskih točk in njihov položaj. Problem nastane, ker iz karte ne moremo natančno razbrati, če je med točkami zagotovljena vidnost. Zelo pomemben je ogled terena, kjer določimo dejanske položaje točk v naravi in predvidimo, katere vizure bo treba dodatno očistiti. Z ogledom terena smo pridobili zelo pomembne informacije o topografiji terena in zahtevnosti predvidene izmere. V pisarni smo precej dobro izvedli planiranje poligona, saj smo na terenskem ogledu morali dodati samo eno točko zaradi zelo strme vizure. Na sliki 18 prikažemo terensko skico, kjer smo nameravali realizirati direktno vizuro med točkama 2 in 4. Zaradi strme vizure, ki je na skici označena z zeleno barvo, smo morali dodati točko 3, ki smo jo tudi vrisali na terensko skico.



Slika 18: Terenska skica poligona in oznaka, kjer je zelo strm teren

4.3 Stabilizacija novih poligonskih točk

Vse nove poligonske točke smo na terenu začasno stabilizirali. Pred stabilizacijo je bilo treba posekati veje, da so bile vizure v gozdu vidne in nam na izmeri poligona to ni povzročalo večjih težav. Na želeni lokaciji smo stabilizirali lesene količke ali jeklene kline na katere smo med izmero centriralni stative. Lesene količke (slika 19) smo uporabili na mehkem terenu (zemlja, pesek ...), jeklene kline (slika 20) pa smo zabili v trd kamen. Na trasi poligona, ki bo osnova za nadaljnjo širitev kamnoloma, smo morali zaradi razgibanosti in naklona terena stabilizirati 9 novih poligonskih točk.



Slika 19: Stabilizacija poligonske točke z lesnim količkom



Slika 20: Stabilizacija poligonske točke s klinom

4.4 Način signalizacije

Poligonske točke smo signalizirali z reflektorji na stativu. Instrument in reflektor smo na fizično stabilizirano točko centralni s pomočjo optičnega grezila. Postavili smo 10 stativov, ki so bili v času merjenja poligona fiksni. Pri izmeri poligona smo uporabili način prisilnega centriranja, ki zagotavlja večjo natančnost centriranja. Za horizontiranje instrumenta smo uporabili precizno elektronsko libelo, za horizontiranje reflektorja pa precizen nastavek za reflektor s cevno libelo (slika 21).



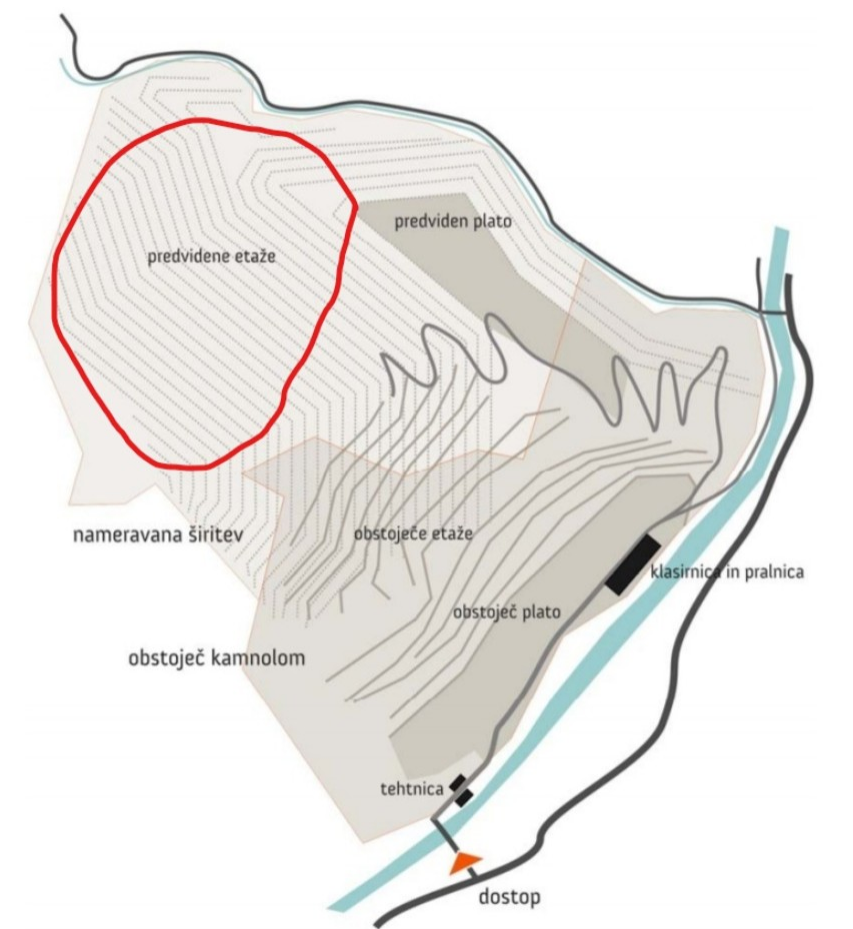
Slika 21: Signalizacija poligonskih točk

4.5 Izvedba izmere zaključenega poligona

Izmero zaključenega poligona smo izvajali 8. 7. 2020 od 9.00 do 13.00 v sončnem vremenu. Trasa poligona poteka po gozdu, zato je bila temperatura med izmero precej konstantna. Terensko ekipo smo sestavljali štirje, jaz kot operaterka na instrumentu, pomagali so mi asist. Gašper Štebe, Antun Mezga in Gašper Pančur. Poligon v tehničnem smislu ni bil zahteven, vendar je zaradi goste vegetacije, ki smo jo vmes še odstranjevali, terjal kar nekaj časa. Meritve sem na vsakem stojišču izvajala v treh girusih. Pred izmero smo vse točke signalizirali s stativi, zato smo med izmero premikali samo elektronski tahimeter in reflektorje z vizirnimi tarčami; tako je šlo hitreje.

Pri zaključenem poligonu potrebujemo dve dani točki za navezavo. Novo vzpostavljene poligonske točke bodo po izmeri in določitvi koordinat osnova za širjenje kamnoloma. V prihodnje se bomo na te točke lahko navezali pri načrtovanju predvidene etaže v razširjenem kamnolomu. Na sliki 22 je

shematski prikaz obstoječega in predvidenega pridobivalnega prostora iz OPPN. Na prikazu, kjer sem označila z rdečo barvo, bo nameravana širitev in predvidene etaže. Po obodu sem izmerila zaključeni poligon. Predvidene etaže v kamnolomu se vedno planirajo od vrha navzdol.



Slika 22: Shematski prikaz obstoječega in predvidenega razširjenega pridobivalnega prostora iz OPPN (LOCUS prostorske informacijske rešitve d. o. o., 2019)

4.5.1 Merski instrument in ostala merska oprema

Meritve smo izvajali z instrumentom Leica Geosystems TS06 FlexLine, ki ima deklarirano natančnost merjenja horizontalnih smeri in zenitnih razdalj $\sigma_{\alpha} \text{ (ISO 17123-3)} = 2''$ ter natančnost merjenja dolžin $\sigma_D \text{ (ISO 17123-4)} \pm 1,5 \text{ mm; } 2 \text{ ppm}$. Tehnični podatki merskega instrumenta Leica TS06 FlexLine so prikazani v preglednici 5.

Preglednica 5: Tehnične lastnosti tahimetra Leica TS06 (Leica, Tehnične lastnosti tahimetra TS06, 2009)

LEICA TS06	
Natančnost merjenja kotov σ_{α} (ISO 17123-3)	2" (0,6mgon)
Domet razdaljemera / (brez reflektorja)	3500 m/1000 m
Natančnost merjenja razdalj z reflektorjem σ_D (ISO 17123-4)	1,5 mm; 2 ppm
Natančnost merjenja razdalj brez reflektorja σ_D (ISO 17123-4)	2 mm; 2 ppm
Kompenzator	4-osni kompenzator
Natančnost kompenzatorja	0,5"
Pomnilnik	100000 točk/ 60000 meritev
Povečava daljnogleda	30 x
Vidno polje daljnogleda m	1° 30' / 2,7 m na 100 m
Fokus	> 1,7 m
Teža	5,1 kg

Ostala merska oprema:

- 8 trinožnih stativov,
- dve podnožji Leica,
- rektificirani reflektorji z vizirno tarčo, ki sem jih uporabila za signalizacijo merskih točk,
- žepni merski trak za določitev višine instrumenta in reflektorjev,
- rektificirani merilniki meteoroloških parametrov:
 - »Meteo station« ločljivosti 1 mbar (slika 23) in
 - termometer.



Slika 23: »Meteo station«

4.5.2 Metode izmere

○ Metoda poligonometrije

Poligonometrija je kombinirana metoda izmere, kjer z elektronskim tahimetrom merimo kote in dolžine. Z elektronskim teodolitom smo merili horizontalne kote t. i. lomne kote med poligonskimi točkami, z elektronskim razdaljemerom pa smo merili poševne dolžine poligonskih stranic. Lomne kote smo merili po girusni metodi v treh girusih, poševne dolžine pa v treh ponovitvah v obeh krožnih legah. Na ta način eliminiramo večino sistematičnih instrumentalnih pogreškov. Rezultat kotnih meritev so reducirane smeri, ki so med seboj mersko odvisne vrednosti. Merili smo meteorološke parametre, ki jih potrebujemo pri redukciji dolžin, zato smo merili tlak in temperaturo na vsakem stojišču instrumenta, kot je prikazano v preglednici 6.

Preglednica 6: Izmerjeni meteorološki parametri na stojiščih in višina instrumenta

Stojišče	Temperatura [°C]	Tlak [mbar]	i [m]
2	17,9	935,0	1,511
3	18,0	932,0	1,288
4	18,7	930,1	1,293
5	20,0	927,1	1,630
6	19,9	926,7	1,561
7	19,2	926,5	1,491
8	18,1	926,2	1,558
9	18,2	928,9	1,409
10	19,8	933,7	1,430

○ Metoda trigonometričnega višinomerstva

Trigonometrično višinomerstvo je metoda določanja višinskih razlik med točkami na osnovi merjene zenitne razdalje in poševne ali horizontalne dolžine med točkama. Uporabimo jo na strmem in težje dostopnem terenu.

Zenitne razdalje smo merili sočasno z merjenjem horizontalnih smeri v treh ponovitvah v obeh krožnih legah. Višinske razlike med točkami poligona smo izračunali s pomočjo zenitne razdalje in poševne dolžine po enačbi 16. Pri izračunu višin poligonskih točk sta zelo pomembni višini instrumenta in reflektorja, kateri izmerimo z žepnim merskim trakom.

5 OBDELAVA MERITEV IN IZRAVNAVA POLIGONA

Poligonsko mrežo sestavljajo poligonske točke, ki so med seboj povezane. Na osnovi merjenih poligonskih stranic in lomnih kotov računamo horizontalne koordinate poligonskih točk. Na osnovi merjenih zenitnih razdalj in poligonskih stranic izračunamo višinske razlike za izračun nadmorskih višin poligonskih točk.

5.1 Priprava podatkov za izravnavo

5.1.1 Horizontalni koti in zenitne razdalje

Vhodni podatek za horizontalno izravnavo so reducirane sredine treh girusov opazovanih horizontalnih smeri na posameznih stojiščih t. i. lomnih kotov.

Aritmetične sredine zenitnih razdalj treh ponovitev v dveh krožnih legah smo uporabili za redukcijo dolžin in za izračun višinskih razlik med poligonskimi točkami.

Merili smo horizontalne smeri in zenitne razdalje, kot je prikazano v preglednici 7.

Preglednica 7: Aritmetične sredine merjenih vrednosti

Aritmetične sredine merjenih vrednosti Hz in Zr		
Točka	Hz [° ' "]	Zr [° ' "]
Stojišče 2		
1	0 00 00,0	97 16 18,7
10	163 53 58,0	84 12 17,7
3	45 57 28,9	74 16 34,8
Stojišče 3		
2	0 00 00,0	105 43 42,0
4	172 17 00,0	71 15 56,7
Stojišče 4		
3	0 00 00,0	251 16 04,2
5	240 54 54,4	295 41 58,8
Stojišče 5		
4	0 00 00,0	115 42 2,3
6	246 08 8,1	82 11 59,5
Stojišče 6		
5	0 00 00,0	97 48 22,7
7	191 51 07,27	84 44 00,8
Stojišče 7		
6	0 00 00,0	95 15 59,2
8	140 59 19,5	93 50 38,8
Stojišče 8		
7	0 00 00,0	86 09 19,5
9	302 47 00,6	109 07 44,0
Stojišče 9		
8	0 00 00,0	70 52 16,8
10	209 01 14,2	114 24 09,2
Stojišče 10		
9	0 00 00,0	294 24 11,8
2	233 57 56,5	264 12 24,5

5.1.2 Redukcija poševnih dolžin

Iz opazovanih poševnih dolžin v treh ponovitvah v dveh krožnih legah smo izračunali aritmetično sredino posamezne dolžine D' , ki smo jo v nadaljevanju še reducirali.

Pri redukciji dolžin smo najprej izračunali pogrešek določitve ničelne točke razdaljemera in reflektorja.

$$D_a = D' * k_m + k_a \quad \dots(5)$$

Sledijo meteorološki, geometrični in projekcijski popravki. (Kogoj, D. 2002)

○ **Meteorološki popravki**

Meteorološki popravki so izračun razlike med vrednostjo, ki jo prikaže instrument in geometrično dolžino poti svetlobnega žarka med razdaljemerom in reflektorjem. Popravke izračunamo z upoštevanjem atmosferskih pogojev v času merjenja dolžine. Dejanski meteorološki pogoji (t in p) vplivajo na optično gostoto zraka in s tem na hitrost širjenja valovanja. Izračunali smo prvi (enačba 6) in drugi popravek hitrosti (enačba 8).

$$D_1 = D_a * \frac{n_0}{n_D} = D_a * k_n \quad \dots(6)$$

$$k_{\Delta n} = -(k - k^2) * \frac{D_1^3}{12 * R^2} \quad \dots(7)$$

$$D_2 = D_1 + k_{\Delta n} \quad \dots(8)$$

○ **Geometrični popravki**

Pri geometričnih popravkih smo najprej izračunali popravek zaradi ukrivljenosti merskega žarka S_r , nato še redukcijo zaradi vertikalne ekscentritete razdaljemera in reflektorja. Rezultat je poševna dolžina na nivoju točk (dolžina »kamen-kamen«).

$$k_r = -(k^2) * \left(\frac{D_2^3}{(24 * R^2)} \right) \quad \dots(9)$$

$$S_r = D_2 + k_r \quad \dots(10)$$

$$z_r = z + \left(\frac{S_r}{(2 * R)} \right) * k \quad \dots(11)$$

$$S_p = S_r - (1 - i) * \cos(z_r) + \frac{[(1-i) * \sin(z_r)]^2}{2 * S_r} \quad \dots(12)$$

$$S_k = S_p - \frac{i * S_p}{R} \quad \dots(13)$$

○ **Projekcijski popravki**

Izračun projekcijskih popravkov pomeni prehod s prostorske poševne dolžine na nivoju točk na sferni lok na izbrani referenčni ploskvi. Za izračun smo uporabili direktno redukcijo s pomočjo merjene zenitne razdalje.

$$z_k = z_r + \arctan\left(\frac{(1-i) \cdot \sin(z_r)}{S_r - (1-i) \cdot \cos(z_r)}\right) \quad \dots(14)$$

$$S = (R + H_0) \arctan\left(\frac{S_k \cdot \sin(z_k)}{R + H_A + S_k \cdot \cos(z_k)}\right) \quad \dots(15)$$

Merjene dolžine, vmesne dolžina S_r , reducirane dolžine in izračunane višinske razlike smo izračunali in so prikazane v preglednici 8.

Preglednica 8: Merjene dolžine, vmesne dolžina S_r , reducirane dolžine in izračunane višinske razlike

Stojišče	Točke	D' [m]	Sr [m]	S [m]	Δh [m]
2	1	87,0763	87,0764	86,3775	11,1115
	10	63,1610	63,1611	62,8392	6,4587
	3	88,4660	88,4661	85,1567	24,1975
3	2	88,4660	88,4661	85,1554	24,2037
	4	66,8280	66,8281	63,2882	21,4590
4	3	66,8280	66,8281	63,2894	21,4562
	5	42,8170	42,8171	38,5820	18,2309
5	4	42,8168	42,8169	38,5818	18,2313
	6	78,6225	78,6226	77,8962	10,7399
6	5	78,6220	78,6221	77,8948	10,7475
	7	80,6753	80,6755	80,3360	7,4754
7	6	80,6758	80,6759	80,3367	7,4747
	8	40,6417	40,6417	40,5509	2,7916
8	7	40,6417	40,6417	40,5509	2,7921
	9	81,4340	81,4341	76,9391	26,5362
9	8	81,4340	81,4341	76,9386	26,5365
	10	112,0535	112,0537	102,0456	46,3148
10	9	112,0530	112,0532	102,0431	46,3173
	2	63,1610	63,1611	62,8395	6,4561

5.1.3 Izračun višinskih razlik

Za določitev višin poligonskih točk je bila uporabljena metoda trigonometričnega višinomerstva. Merjene količine v izravnavi so višinske razlike.

Na osnovi merjene in za meteorološke parametre reducirane poševne dolžine, reducirane zenitne razdalje ter ob upoštevanju višine instrumenta in reflektorja smo po enačbi 16 izračunali višinsko razliko.

$$\Delta h = (S_r * \cos(z_r) + \left(\frac{S_r^2}{2R}\right)) * ((1 - k) * \sin(z_r^2)) + i - l \quad \dots(16)$$

V preglednici 8 izračunamo višinske razlike med poligonskimi točkami, ki so vhodni podatek za višinsko izravnavo.

5.2 Posredna izravnavo

Zaključeni poligon smo izravnavali po posredni metodi izravnavo, ločeno za izračun horizontalnih koordinat in ločeno za izračun višin. Za horizontalno izravnavo smo uporabili program Ram, ver. 4.0, dec. 02, Tomaž Ambrožič in Goran Turk in za višinsko izravnavo pa VIM, ver. 4.0, dec. 02, Tomaž Ambrožič in Goran Turk. (UL FGG, Ambrožič, T., Turk, G.) Programska orodja omogočajo strogo izravnavo po metodi najmanjših kvadratov (MNK).

Posredna izravnavo po MNK predstavlja posplošitev in ponastavitev posrednega postopka metode najmanjših kvadratov. (Stopar, B. 2019)

Enačbe popravkov:

n – število meritev = število enačb popravkov,

n_0 – število nujno potrebnih opazovanj za enolično rešitev problema,

r – število nadštevilnih opazovanj,

$u = n_0$ število neznank.

$$v = A * x + f \quad \dots(17)$$

Enačbo 17 lahko matrično zapišemo kot:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F_1}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial F_1}{\partial x_u} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial F_n}{\partial x_1} & \cdots & \frac{\partial F_n}{\partial x_u} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta x_1 \\ \vdots \\ \delta x_u \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} \quad \dots(18)$$

V enačbi so elementi določeni kot:

- v Vektor popravkov opazovanj, velikosti $n * 1$ ($l = l + v$).
- A Matrika koeficientov enačb popravkov, izračunana s približnimi vrednostmi neznank, velikosti $n * u$, oz. $n * n_0$.
- x Vektor neznanih količin (neznank =, velikosti $u * 1$, oz. $n_0 * 1$).
- f Vektor odstopanj oz. prostih členov enačb popravkov, velikosti $n * 1$.

Rešitev posredne izravnave po MNK:

Sistem normalnih enačb posredne izravnave ima obliko:

$$N = A^T * P * A \quad \dots(19)$$

$$t = A^T * P * f \quad \dots(20)$$

Rešitev posredne izravnave, oziroma rešitev funkcionalnega modela posredne izravnave so trije vektorji, in sicer:

$$x = N^{-1} * t \quad \dots(21)$$

$$v = f * A * x \quad \dots(22)$$

$$\hat{l} = l + v \quad \dots(23)$$

Δ – vektor neznank,

v – vektor popravkov opazovanj,

l – vektor meritev,

$\hat{l}$ – vektor izravnanih (ocenjenih) meritev.

Rešitve posredne izravnave so v poglavju 5. 2. 1.

5.2.1 Določitev horizontalnih koordinat poligonskih točk z izravnavo

Rezultati izravnave so vrednosti horizontalnih koordinat točk zaključenega poligona, ki so določeni na osnovi nadštevilnih meritev ter podatki o natančnosti merjenih in iskanih količin. Seznam koordinat danih točk D96/TM je prikazan v preglednici 9, seznam približnih koordinat novih točk pa v preglednici 10.

Preglednica 9: Seznam koordinat danih točk D96/TM

Točka	Y [m]	X [m]
1	470146,230	126210,810
2	470081,080	126267,500

Preglednica 10: Seznam približnih koordinat novih točk

Točka	Y [m]	X [m]
3	470085,557	126182,461
4	470097,341	126120,278
5	470067,705	126095,573
6	469997,882	126130,110
7	469934,720	126179,759
8	469894,172	126179,164
9	469934,877	126244,454
10	469934,877	126244,454

Uporabili smo posredno izravnavo opazovanj, ker smo imeli možnost izmere nadštevilnih opazovanj, kar omogoča izravnavo in oceno natančnosti neznank.

Vhodni podatek za horizontalno izravnavo so približne horizontalne koordinate poligonskih točk, reducirane sredine girsov horizontalnih smeri in reducirane dolžine. A priori natančnost meritev ocenimo iz meritev glede na uporabljeni merski instrument.

Najprej smo mrežo izravnali kot prosto, kar nam omogoča odkrivanje grobih pogreškov v meritvah in oceno natančnosti meritev. Za oceno natančnosti kotnih in dolžinskih meritev smo uporabili »a posteriori« metodo po Ebnerju. (Stopar, B., Koler, B., Kuhar, M. 2020)

V preglednici 11 so predstavljeni rezultati izravnave proste mreže s pripadajočo oceno natančnosti koordinat poligonskih točk. Izravnava mreže kot proste nam omogoča realno oceno natančnosti meritev, brez vpliva danih količin. Iz preglednice 11 lahko sklepamo na odlično doseženo natančnost. V izravnavi smo uporabili »a priori« srednji pogrešek utežne enote smeri 5" in »a priori« srednji pogrešek utežne enote dolžin 0,4 mm, ki smo ju ocenili iz meritev. Podrobnejše rezultate proste mreže najdemo v prilogi B.

Preglednica 11: Rezultati izravnave proste mreže

Točka	Y [m]	X [m]	a [m]	b [m]	Theta [°]
1	470146,240	126210,801	0,002	0,001	49.
2	470081,079	126267,502	0,001	0,001	58.
3	470085,554	126182,464	0,001	0,001	91.
4	470097,338	126120,282	0,001	0,001	98.
5	470067,703	126095,577	0,001	0,001	42.
6	469997,881	126130,112	0,001	0,001	30.
7	469934,721	126179,758	0,001	0,001	66.
8	469894,175	126179,161	0,001	0,001	99.
9	469934,877	126244,452	0,001	0,001	134.
10	470024,092	126293,987	0,001	0,001	177.

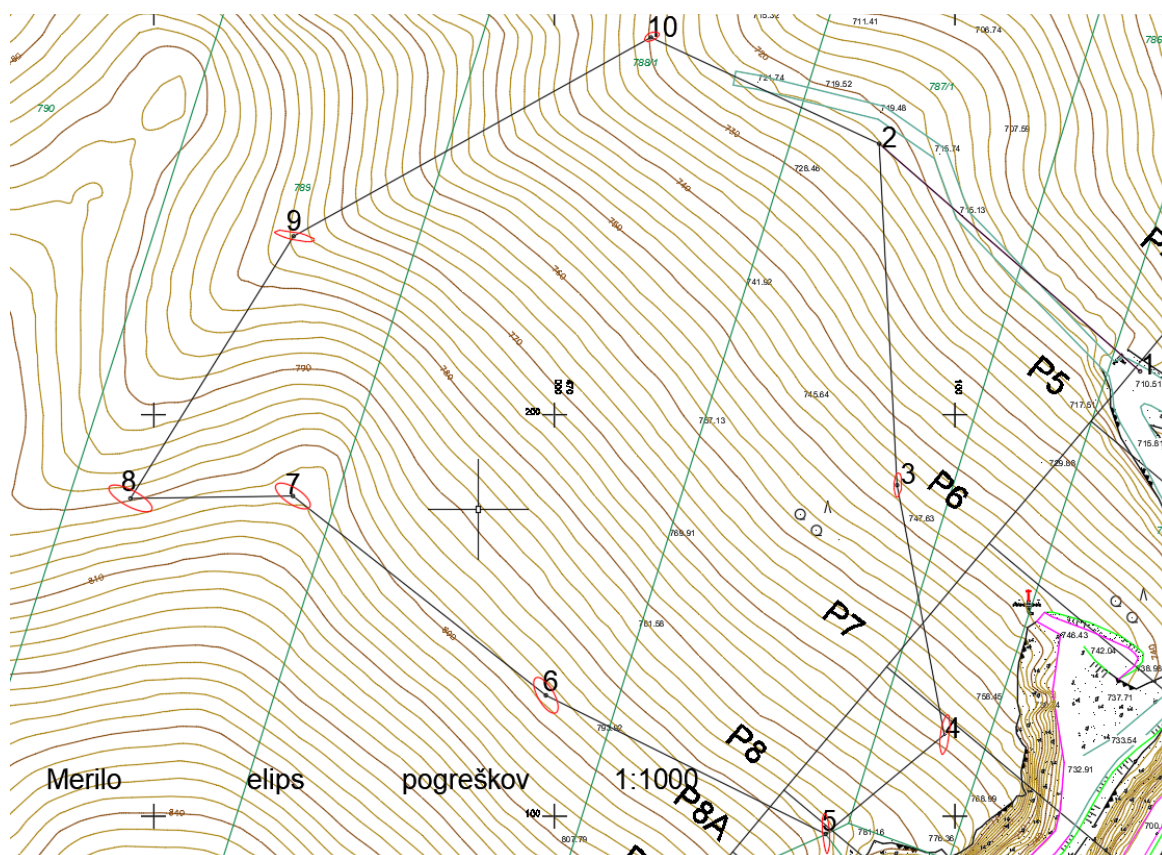
Zaključeni poligon smo navezali na dve dani točki 1 in 2 in mrežo ponovno izravnali kot vpeto mrežo. Najverjetnejše vrednosti horizontalnih koordinat in analiza natančnosti vpete mreže so predstavljene v preglednici 12.

Preglednica 12: Izravnane vrednosti horizontalnih koordinat poligonskih točk in analiza natančnosti vpete mreže

Točka	Y [m]	X [m]	a [m]	b [m]	Theta
3	470085,557	126182,462	0,003	0,001	87.
4	470097,340	126120,280	0,005	0,001	83.
5	470067,705	126095,575	0,005	0,001	94.
6	469997,884	126130,110	0,005	0,002	120.
7	469934,724	126179,756	0,005	0,002	147.
8	469894,177	126179,159	0,006	0,002	152.
9	469934,879	126244,450	0,005	0,001	169.
10	470024,094	126293,984	0,002	0,001	25.

V Navodilu za klasično geodetsko izmero je zapisana zahteva za natančnost horizontalnih koordinat točk izmeritvene mreže. Natančnost točk je ustrezna, ko je daljša polos standardne elipse zaupanja v koordinati točke krajša od 2 cm. Rezultati horizontalne izravnave so zelo dobri, saj gre za izmeritveno mrežo t. i. poligonsko mrežo. Iz preglednice 12 lahko sklepamo, da je dosežena horizontalna natančnost koordinat poligonskih točk precej boljša od zahtevane. Srednji pogrešek merjenih horizontalnih smeri znaša 4,66", kar je glede na kratke dolžine in strme vizure pričakovana vrednost. Srednji pogrešek merjenih dolžin je znotraj milimetra, kar je posledica velikega števila ponovitev in kratkih dolžin v poligonu, ki ne presegajo 100 metrov. Podrobne rezultate horizontalne izravnave najdemo v prilogi D.

Elipse pogreškov smo narisali s pomočjo elementov elips pogreškov a, b in theta, ki so prikazane na sliki 24. Iz preglednice 12 lahko vidimo, da je v smeri velike polosi nekoliko slabša natančnost glede na malo polos, kar pripisujemo specifični geometriji, ki se ji v poligonu ne moremo izogniti. Kljub temu lahko zaključimo, da je dosežena položajna natančnost koordinat poligonskih točk bistveno boljša od zahtevane in vsekakor zadosti potrebam geodetskih del v kamnolomu. Standardne elipse pogreškov so narisane v merilu 1 : 1000. (Savšek, S. 2020)



Slika 24: Prikaz zaključenega poligona po izmeri z elipsami pogreškov

5.2.2 Določitev višin poligonskih točk z izravnavo

Višinsko mrežo izravnavamo tako, da višinski geodetski datum določa točka 1, ostale višine so približne. Vhodni podatek za višinsko izravnavo so aritmetične sredine merjenih višinskih razlik in reducirane dolžine S med točkami v poligonu za določitev uteži. Nadmorska višina poligonske točke 1 je prikazana v preglednici 13.

Preglednica 13: Nadmorska višina poligonske točke 1

Točka	H [m]
1	709,870

Izravnanje nadmorske višine reperjev so prikazane v preglednici 14.

Preglednica 14: Izravnanje nadmorske višine poligonskih točk

Točka	Približna višina	Popravek višine	Definitivna višina	Srednji pogrešek višine
2	720,981	0,001	720,982	0,003
3	745,181	0,000	745,181	0,003
4	766,642	-0,004	766,638	0,004
5	784,870	-0,001	784,869	0,004
6	795,617	-0,005	795,612	0,004
7	803,089	-0,003	803,086	0,004
8	800,295	-0,001	800,294	0,004
9	773,756	0,001	773,757	0,004
10	727,439	0,001	727,440	0,003

Zahtevana natančnost višin točk v izmeritveni mreži je ustrezna, ko je standardni odklon višine manjši od 2 cm. Iz preglednice 14 je razvidno, da so višine poligonskih točk v zaključenem poligonu dosežene z veliko natančnostjo, bistveno boljšo od zahtevane. Podrobnejši rezultati višinske izravnave so prikazani v prilogi F.

6 ZAKLJUČEK

Geodetska dela so pri načrtovanju del v kamnolomu velikega pomena. Glavna naloga diplomskega dela je bila, da vzpostavimo in izmerimo zaključeni poligon za načrtovanje širitve kamnoloma Calcit Stahovica. Zaključeni poligon smo merili na območju, kjer še ni izkoriščevalnega prostora. Stabilizirali smo poligonske točke po principu zaključenega poligona, saj zaradi zahtevnega in zaraščenega terena vzpostavitev trigonometrične mreže ni bila mogoča. Pomembno je, da so točke na terenu dobro stabilizirane, saj bodo uporabne za nadaljnja dela v kamnolomu. Območje izmere je bilo zelo zahtevno in poraslo z vegetacijo, zato smo pred meritvami morali zagotoviti vidnost med točkami in izsekati vizure.

Vzpostavitev geodetskih točk zaključenega poligona je pomembna za prihodnje širjenje kamnoloma. Na podlagi meritev in izravnave smo dobili natančne položaje točk, iz katerih se bo načrtovala nova mreža prečnih profilov in posledično nove etaže na novo odprtem pridobivalnem prostoru. Pred tem pa se bo izvedla še raziskava geološke strukture tal na območju poligona. Na območju, kjer smo izvedli izmero zaključenega poligona, bo v prihodnje razširjen kamnolom. Do takrat pa je glavno geodetsko delo, da se do območja trasirna nova cesta.

Pomembno je, da se geodetska dela opravijo korektno in natančno. Na tako zahtevnem delovišču kot je bil primer kamnoloma, je potrebno biti zbran, previden in usposobljen za delo na višini. Pomembna je tudi ostala delovna ekipa, da meritve potekajo nemoteno. Za zanesljive meritve je potrebno zagotoviti kalibriran instrument. Smiselno je, da se meritve izvajajo avtomatizirano, da ne prihaja do napak ali grobih pogreškov pri geodetskih meritvah v kamnolomu.

Za izmero zaključenega poligona smo uporabili metodo poligonometrije in trigonometričnega višinomerstva ter merili z instrumentom LEICA TS06 FlexLine. Po izmeri smo meritve obdelali in izravnali. Pri izravnavi je pomembno, da imamo zanesljive izhodiščne koordinate in meritve. Skladno z Navodilom za klasično geodetsko izmero je zahtevana natančnost horizontalnih koordinat točk izmeritvene mreže ustrezna, ko je daljša polos standardne elipse zaupanja v koordinati točke krajša od 2 cm. Rezultati horizontalne izravnave zaključenega poligona so zelo dobri. Največji položajni pogrešek se pojavi na poligonski točki P8 in znaša 6,4 mm. Z višinsko izravnavo dobimo izravnane nadmorske višine točk z natančnostjo 4 mm, kar je odlično. Dosežena natančnost horizontalnih koordinat in nadmorskih višin poligonskih točk je bistveno boljša od zahtevane natančnosti in je vsekakor ustrezna za nadaljnja geodetska dela v kamnolomu.

Na osnovi vzpostavljenega poligona bodo lahko do tja zakoličili cesto in izdelali etaže skladno z rudarskim projektom. Na podlagi ugotovljenih zalog za obstoječi kamnolom se bodo z odkopavanjem novega dela kamnoloma odkopne kapacitete podvojile, kar bo podaljšalo dobo rudarskih del v kamnolomu Stahovica. V prihodnje bodo lahko izračunali predvidene zaloge novega pridobivalnega prostora. Pretekle in sedanje meritve v kamnolomu se izvajajo z instrumentom Leica TCR 300, ki je slabše natančnosti kot Flexline, vendar je za rudarska dela vseeno primeren. Pri dnevnih geodetskih meritvah se izravnava le redko uporablja, saj praviloma zadostuje nekaj centimetrska natančnost. Opravljena izmera v okviru diplomskega dela je za kamnolom pomembna, saj smo zagotovili kakovostno koordinatno osnovo za nadaljnja dela v kamnolomu.

VIRI (CHICAGO)

Ambrožič, T., Turk, G. 2002. Navodila za uporabo programa Ram ver. 4.0, dec. 02 in VIM ver. 4.0, dec. 02. Ljubljana, 2002. (UL FGG, Ambrožič, T., Turk, G.).

Berčič, T. 2006. Vpliv geometrijskih elementov ceste na vizualno zaznavanje trase. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza, FGG, 13 f. <https://core.ac.uk/download/pdf/12088413.pdf> (Pridobljeno 15. 2. 2020.)

Breznikar, A., Koler, B. 2009. Inženirska geodezija. Gradivo za strokovne izpite. Ljubljana, Inženirska zbornica Slovenije. Matična sekcija geodetov: 17 str.

Calcit, d. o. o. 2019. Izhodišča SD OPN Kamnik Stahovica. Domžale: LOCUS prostorske informacijske rešitve d. o. o. https://www.kamnik.si/resources/files/doc/LEA_2019/OPN/JULIJ/Izhodisca_SDOPN_Kamnik_Stahovica_maj2019.pdf (Pridobljeno 15. 1. 2021.)

Calcit d. o.o. 2006. Rudarski projekt za izkoriščanje kalcita in apnenca v pridobivalnem prostoru kamnoloma Calcit Stahovica. Stahovica, CALCIT d.d.: 17, 20, 21str.

FGG. (dr. Dušan Kogoj, dr. Tomaž Ambrožič, dr. Simona Savšek - Safić, Sonja Bogatin, Aleš Marjetič, dr. Bojan Stopar), Geodetski inštitut Slovenije (mag. Dalibor Radovan, Sandi Berk, Nika Mesner). Navodila za izvajanje klasične geodetske izmere v novem državnem koordinatnem sistemu (Različica 1.1, 20. 11. 2006) https://www.eprostor.gov.si/fileadmin/DPKS/Navodila/Navodilo_za_klasicno_izmero_v1_2006_GUR_S.pdf (Pridobljeno 22. 3. 2021.)

Jerše, Z., Špeglič, M., Mezga, A. 2017. Elaborat o klasifikaciji in kategorizaciji izračunanih zalog in virov mineralnih surovin kalcita, apnenca za industrijske namene in tehničnega kamna – apnenca na območju pridobivalnega prostora kamnoloma Stahovica. Stahovica, CALCIT d.d.: 27, 28 f.

Kogoj, D. 2002. Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljemeri. Izbrana poglavja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG. 159 str

Koler B. 2019. Zapiski predavanj Inženirska geodezija. Univerza v Ljubljani, FGG. 4str.

Leica, Tehnične lastnosti tahimetra TS06. 2009. www.leica-geosystem.com (Pridobljeno 14. 2. 2021.)

Pravilnik o klasifikaciji in kategorizaciji zalog in virov trdnih mineralnih surovin. UL RS, št. 3/20.

Stopar, B., Koler, B., Kuhar, M. 2020. Programska zasnova in priprava gradiv za izvedbo strokovnega dela izpita iz geodetske stroke Geodetski inštitut Slovenije (GI), Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (FGG). Ljubljana, Inženirska zbornica Slovenije, Matična sekcija geodetov https://www.eprostor.gov.si/fileadmin/DPKS/Horizontalna_sestavina/Dodatna_gradiva/GEODETSKA_IZMERA.pdf (Pridobljeno 13. 12. 2020.)

Stopar, B. 2019. Zapiski predavanj Analiza opazovanj 1, Posredna izravnava. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG. 15, 16str.

Savšek, S. 2020. Poročilo o specialnih geodetskih meritvah v območju sidra S2 na jezu MELJE (18. Geodetska izmera horizontalnih in vertikalnih premikov geodetskih točk). Ljubljana, FGG.

Špacapan, I. 2006. Vzpostavitev koordinatne osnove cestnega odseka Zali log – Davča. Diplomaska naloga. Kraj, Univerza, FGG 36, 38 in 44 f. <https://core.ac.uk/download/pdf/12088413.pdf>
(Pridobljeno 12. 12. 2020.)

Zakon o rudarstvu. UL RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo in 61/17 – GZ.

PRILOGE

Priloga A: Vhodni podatki izravnave proste položajne mreže

Priloga B: Poročilo o izravnavi proste položajne mreže

Priloga C: Vhodni podatki izravnave vpete položajne mreže

Priloga D: Poročilo o izravnavi vpete položajne mreže

Priloga E: Vhodni podatki izravnave višinske mreže

Priloga F: Poročilo o izravnavi višinske mreže

Priloga A: Vhodni podatki izravnave proste položajne mreže

```

*n
1      470146.230 126210.810
2      470081.080 126267.500
3      470085.557 126182.461
4      470097.341 126120.278
5      470067.705 126095.573
6      469997.882 126130.110
7      469934.720 126179.759
8      469894.172 126179.164
9      469934.877 126244.454
10     470024.095 126293.986
*o
1      2      1      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      2      10     163 53 58.00      1.00      1      DA
1      2      3      45 57 28.93      1.00      1      DA
1      3      2      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      3      4      172 17 00.03      1.00      1      DA
1      4      3      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      4      5      240 54 54.40      1.00      1      DA
1      5      4      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      5      6      246 08 08.10      1.00      1      DA
1      6      5      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      6      7      191 51 07.27      1.00      1      DA
1      7      6      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      7      8      140 59 19.50      1.00      1      DA
1      8      7      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      8      9      302 47 00.60      1.00      1      DA
1      9      8      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      9      10     209 01 14.20      1.00      1      DA
1      10     9      0 00 00.00      1.00      1      DA
1      10     2      233 57 56.50      1.00      1      DA
2      2      1      86.37753900      1.0000      NE
2      2      10     62.8391964      1.0000      DA
2      2      3      85.15671669      1.0000      DA
2      3      2      85.15536727      1.0000      DA
2      3      4      63.28820727      1.0000      DA
2      4      3      63.28941853      1.0000      DA
2      4      5      38.58204727      1.0000      DA
2      5      4      38.58180562      1.0000      DA
2      5      6      77.89624033      1.0000      DA
2      6      5      77.89484328      1.0000      DA
2      6      7      80.33604377      1.0000      DA
2      7      6      80.33671341      1.0000      DA
2      7      8      40.55092851      1.0000      DA
2      8      7      40.55086823      1.0000      DA
2      8      9      76.93910942      1.0000      DA
2      9      8      76.93862349      1.0000      DA
2      9      10     102.0456323      1.0000      DA
2      10     9      102.0431115      1.0000      DA
2      10     2      62.83954809      1.0000      DA

```

```

*PS
5
*RU
D .1
K .001
I 20
*PD
0.0004
*RK
S
*IK
DM
*IS
DE
*Konec

```

Priloga B: Poročilo o izravnavi proste položajne mreže

Izravnavna Ravninske geodetske Mreže

Program: RAM, ver.4.0, dec. 02

Copyright (C) Tomaž Ambrožič~ & Goran Turk

Ime datoteke s podatki: prostam.pod

Ime datoteke za rezultate: prostam.rez

Ime datoteke za risanje slike mreže: prostam.ris

Ime datoteke za izračun premikov: prostam.koo

Datum: 25. 5.2021

Čas: 10:15:31

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk

=====

Točka	Y (m)	X (m)
1	470146.2300	126210.8100
2	470081.0800	126267.5000
3	470085.5570	126182.4610
4	470097.3410	126120.2780
5	470067.7050	126095.5730
6	469997.8820	126130.1100
7	469934.7200	126179.7590
8	469894.1720	126179.1640
9	469934.8770	126244.4540
10	470024.0950	126293.9860

Vseh točk je 10.

Pregled OPAZOVANJ

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer (stopinje)	W (")	Utež	Dolžina (m)	Du (m)	Utež Gr
1	2	1	0 0 0.0	0.000	1.00			1
2	2	10	163 53 58.0	0.000	1.00			1
3	2	3	45 57 28.9	0.000	1.00			1
4	3	2	0 0 0.0	0.000	1.00			1
5	3	4	172 17 0.0	0.000	1.00			1
6	4	3	0 0 0.0	0.000	1.00			1
7	4	5	240 54 54.4	0.000	1.00			1
8	5	4	0 0 0.0	0.000	1.00			1
9	5	6	246 8 8.1	0.000	1.00			1
10	6	5	0 0 0.0	0.000	1.00			1
11	6	7	191 51 7.3	0.000	1.00			1
12	7	6	0 0 0.0	0.000	1.00			1
13	7	8	140 59 19.5	0.000	1.00			1
14	8	7	0 0 0.0	0.000	1.00			1
15	8	9	302 47 0.6	0.000	1.00			1
16	9	8	0 0 0.0	0.000	1.00			1
17	9	10	209 1 14.2	0.000	1.00			1
18	10	9	0 0 0.0	0.000	1.00			1
19	10	2	233 57 56.5	0.000	1.00			1

20	2	1	86.3775	0.0000	1.00
21	2	10	62.8392	0.0000	1.00
22	2	3	85.1567	0.0000	1.00
23	3	2	85.1554	0.0000	1.00
24	3	4	63.2882	0.0000	1.00
25	4	3	63.2894	0.0000	1.00
26	4	5	38.5820	0.0000	1.00
27	5	4	38.5818	0.0000	1.00
28	5	6	77.8962	0.0000	1.00
29	6	5	77.8948	0.0000	1.00
30	6	7	80.3360	0.0000	1.00
31	7	6	80.3367	0.0000	1.00
32	7	8	40.5509	0.0000	1.00
33	8	7	40.5509	0.0000	1.00
34	8	9	76.9391	0.0000	1.00
35	9	8	76.9386	0.0000	1.00
36	9	10	102.0456	0.0000	1.00
37	10	9	102.0431	0.0000	1.00
38	10	2	62.8395	0.0000	1.00

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 5.00 sekund.

Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 0.400 mm.

Število enačb popravkov je 38.
 - Število enačb popravkov za smeri je 19.
 - Število enačb popravkov za dolžine je 19.
 Število neznank je 29.
 - Število koordinatnih neznank je 20.
 - Število orientacijskih neznank je 9.
 Defekt mreže je 3.

A-POSTERIORI ocena uteži merjenih količin

=====

Izbran delni kriterij prekinitve iteracijskega procesa $_X_{dop} = 0.10$ mm.

Izbran končni kriterij prekinitve iteracijskega procesa $1 - m0^{**2} = 0.0010$.

Izbrano največje število iteracijskih korakov = 20.

* ... izpolnjen je delni kriterij prekinitve iteracijskega procesa

It. korak	m0_smeri (sekunde)	m0_dolžin (mm)	m0**2	éxxâ koord.
0	5.0000	0.4000		
1	4.9339	0.6421	3.45484	0.27360E-03
2*	4.8716	0.7385	1.47132	0.27233E-03
3*	4.8151	0.7847	1.16771	0.27163E-03
4*	4.7649	0.8080	1.06299	0.27122E-03
5*	4.7209	0.8202	1.01888	0.27097E-03
6*	4.6826	0.8266	0.99925	0.27081E-03

POPRAVKI približnih vrednosti

=====

Točka	Dy (m)	Dx (m)	Do (")
1	0.0100	-0.0087	
2	-0.0022	0.0020	-1.4

3	-0.0026	0.0028	1.2
4	-0.0032	0.0036	-1.1
5	-0.0022	0.0036	-3.1
6	-0.0007	0.0018	-2.5
7	0.0012	-0.0010	-5.9
8	0.0026	-0.0028	-8.6
9	-0.0002	-0.0018	-7.1
10	-0.0027	0.0005	-5.9

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti
=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
1	470146.2400	126210.8013	0.0019	0.0017	0.0026	0.0024	0.0008	49.
2	470081.0778	126267.5020	0.0008	0.0006	0.0010	0.0009	0.0005	58.
3	470085.5544	126182.4638	0.0011	0.0006	0.0012	0.0011	0.0006	91.
4	470097.3378	126120.2816	0.0008	0.0007	0.0011	0.0008	0.0007	98.
5	470067.7028	126095.5766	0.0008	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	42.
6	469997.8813	126130.1118	0.0009	0.0012	0.0015	0.0013	0.0007	30.
7	469934.7212	126179.7580	0.0009	0.0007	0.0012	0.0010	0.0006	66.
8	469894.1746	126179.1612	0.0010	0.0006	0.0011	0.0010	0.0006	99.
9	469934.8768	126244.4522	0.0009	0.0009	0.0012	0.0011	0.0006	134.
10	470024.0923	126293.9865	0.0006	0.0010	0.0011	0.0010	0.0006	177.

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 0.99963.
 épvvâ = 11.9910096121
 éxxâ vseh neznank = 214.2371949734
 éxxâ samo koordinatnih neznank = 0.0002708140
 Srednji pogrešek aritmetične sredine /m_arit/ je 0.00019.

Srednji pogrešek smeri /m0*m0_smeri/ je 4.6808 sekund.
 Srednji pogrešek dol`in /m0\*m0\_dol`in/ je 0.8263 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp_max/ je 0.0026 metrov.
 Najmanjši položajni pogrešek /Mp_min/ je 0.0010 metrov.
 Srednji položajni pogrešek /Mp_sred/ je 0.0014 metrov.

PREGLED opazovanih SMERI
=====

Smerni koti in dolžine so izračunani iz zaokroženih koordinat.
 Smeri in smerni koti so izpisani v stopinjah.

Nova točka: 2			Y =	470081.0778	X =	126267.5020	Orientacijski kot = 131 1 41.1			
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
1	1	1.00	0 0	0.0	131	1 41.1	131	1 41.0	-0.1	86.378
10	1	1.00	163 53	58.0	294	55 39.1	294	55 37.4	-1.7	62.839
3	1	1.00	45 57	28.9	176	59 10.0	176	59 11.8	1.8	85.156
Nova točka: 3			Y =	470085.5544	X =	126182.4638	Orientacijski kot = 356 59 11.5			
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
2	1	1.00	0 0	0.0	356	59 11.5	356	59 11.8	0.3	85.156
4	1	1.00	172 17	0.0	169	16 11.5	169	16 11.3	-0.3	63.289
Nova točka: 4			Y =	470097.3378	X =	126120.2816	Orientacijski kot = 349 16 9.6			
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
3	1	1.00	0 0	0.0	349	16 9.6	349	16 11.3	1.7	63.289
5	1	1.00	240 54	54.4	230	11 4.0	230	11 2.3	-1.7	38.582
Nova točka: 5			Y =	470067.7028	X =	126095.5766	Orientacijski kot = 50 10 59.5			
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	

4	1	1.00	0	0	0.0	50	10	59.5	50	11	2.3	2.8	38.582
6	1	1.00	246	8	8.1	296	19	7.6	296	19	4.7	-2.8	77.896

Nova točka: 6 Y = 469997.8813 X = 126130.1118
Orientacijski kot = 116 19 2.3

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
5	1	1.00	0	0	0.0	116 19 2.3	116 19 4.7	2.4	77.896
7	1	1.00	191	51	7.3	308 10 9.6	308 10 7.2	-2.4	80.336

Nova točka: 7 Y = 469934.7212 X = 126179.7580
Orientacijski kot = 128 10 6.0

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
6	1	1.00	0	0	0.0	128 10 6.0	128 10 7.2	1.2	80.336
8	1	1.00	140	59	19.5	269 9 25.5	269 9 24.2	-1.2	40.551

Nova točka: 8 Y = 469894.1746 X = 126179.1612
Orientacijski kot = 89 9 22.5

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
7	1	1.00	0	0	0.0	89 9 22.5	89 9 24.2	1.7	40.551
9	1	1.00	302	47	0.6	31 56 23.1	31 56 21.4	-1.7	76.939

Nova točka: 9 Y = 469934.8768 X = 126244.4522
Orientacijski kot = 211 56 21.7

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
8	1	1.00	0	0	0.0	211 56 21.7	211 56 21.4	-0.3	76.939
10	1	1.00	209	1	14.2	60 57 35.9	60 57 36.2	0.3	102.044

Nova točka: 10 Y = 470024.0923 X = 126293.9865
Orientacijski kot = 240 57 38.5

Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
9	1	1.00	0	0	0.0	240 57 38.5	240 57 36.2	-2.3	102.044
2	1	1.00	233	57	56.5	114 55 35.0	114 55 37.4	2.3	62.839

PREGLED merjenih DOLŽIN

=====

Dolžine so izračunane iz zaokroženih koordinat.
Multiplikacijska konstanta ni bila izračunana (= 1).
Adicijska konstanta ni bila izračunana (= 0 metra).

Od točke	Do točke	Utež dolž	Merjena dolžina	Modulirana Mer.*Mk+Ak	Definitivna Proj.-Du	Popravek Mod.dol`.	Projekcij. iz koo.
2	1	1.00	86.3775	86.3775	86.3776	0.0000	86.3776
2	10	1.00	62.8392	62.8392	62.8393	0.0001	62.8393
2	3	1.00	85.1567	85.1567	85.1559	-0.0008	85.1559
3	2	1.00	85.1554	85.1554	85.1559	0.0006	85.1559
3	4	1.00	63.2882	63.2882	63.2888	0.0006	63.2888
4	3	1.00	63.2894	63.2894	63.2888	-0.0006	63.2888
4	5	1.00	38.5820	38.5820	38.5820	-0.0001	38.5820
5	4	1.00	38.5818	38.5818	38.5820	0.0002	38.5820
5	6	1.00	77.8962	77.8962	77.8956	-0.0007	77.8956
6	5	1.00	77.8948	77.8948	77.8956	0.0007	77.8956
6	7	1.00	80.3360	80.3360	80.3364	0.0004	80.3364
7	6	1.00	80.3367	80.3367	80.3364	-0.0003	80.3364
7	8	1.00	40.5509	40.5509	40.5510	0.0001	40.5510
8	7	1.00	40.5509	40.5509	40.5510	0.0001	40.5510
8	9	1.00	76.9391	76.9391	76.9388	-0.0003	76.9388
9	8	1.00	76.9386	76.9386	76.9388	0.0002	76.9388
9	10	1.00	102.0456	102.0456	102.0444	-0.0013	102.0444
10	9	1.00	102.0431	102.0431	102.0444	0.0013	102.0444
10	2	1.00	62.8395	62.8395	62.8393	-0.0003	62.8393

Priloga C: Vhodni podatki izravnave vpete položajne mreže

*d

1 470146.230 126210.810

2 470081.080 126267.500

*n

3 470085.557 126182.461

4 470097.341 126120.278

5 470067.705 126095.573

6 469997.882 126130.110

7 469934.720 126179.759

8 469894.172 126179.164

9 469934.877 126244.454

10 470024.095 126293.986

*o

1 2 1 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 2 10 163 53 58.00 1.00 1 DA

1 2 3 45 57 28.93 1.00 1 DA

1 3 2 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 3 4 172 17 00.03 1.00 1 DA

1 4 3 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 4 5 240 54 54.40 1.00 1 DA

1 5 4 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 5 6 246 08 08.10 1.00 1 DA

1 6 5 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 6 7 191 51 07.27 1.00 1 DA

1 7 6 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 7 8 140 59 19.50 1.00 1 DA

1 8 7 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 8 9 302 47 00.60 1.00 1 DA

1 9 8 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 9 10 209 01 14.20 1.00 1 DA

1 10 9 0 00 00.00 1.00 1 DA

1 10 2 233 57 56.50 1.00 1 DA

2 2 10 62.8391964 1.0000 DA

2 2 3 85.15671669 1.0000 DA

2 3 2 85.15536727 1.0000 DA

2 3 4 63.28820727 1.0000 DA

2 4 3 63.28941853 1.0000 DA

2 4 5 38.58204727 1.0000 DA

2 5 4 38.58180562 1.0000 DA

2 5 6 77.89624033 1.0000 DA

2 6 5 77.89484328 1.0000 DA

2 6 7 80.33604377 1.0000 DA

2 7 6 80.33671341 1.0000 DA

2 7 8 40.55092851 1.0000 DA

2 8 7 40.55086823 1.0000 DA

2 8 9 76.93910942 1.0000 DA

2 9 8 76.93862349 1.0000 DA

2 9 10 102.0456323 1.0000 DA

2 10 9 102.0431115 1.0000 DA

2 10 2 62.83954809 1.0000 DA

*PS

4.6808

*PD

0.0008263

*RK

S

*IK

DM

*IS

DE

*Konec

Priloga D: Poročilo o izravnavi vpete položajne mreže

Izravnavna Ravninske geodetske Mreže
 Program: RAM, ver.4.0, dec. 02
 Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk

Ime datoteke s podatki: k.pod
 Ime datoteke za rezultate: k.rez
 Ime datoteke za risanje slike mreže: k.ris
 Ime datoteke za izračun premikov: k.koo

Datum: 24. 5.2021
 Čas: 12:48:20

Seznam koordinat DANIH točk
 =====

Točka	Y (m)	X (m)
1	470146.2300	126210.8100
2	470081.0800	126267.5000

Vseh točk je 2.

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk
 =====

Točka	Y (m)	X (m)
3	470085.5570	126182.4610
4	470097.3410	126120.2780
5	470067.7050	126095.5730
6	469997.8820	126130.1100
7	469934.7200	126179.7590
8	469894.1720	126179.1640
9	469934.8770	126244.4540
10	470024.0950	126293.9860

Vseh točk je 8.

Pregled OPAZOVANJ
 =====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer (stopinje)	W (")	Utež	Dolžina (m)	Du (m)	Utež	Gr
1	2	1	0 0 0.0	0.000	1.00				1
2	2	10	163 53 58.0	0.000	1.00				1
3	2	3	45 57 28.9	0.000	1.00				1
4	3	2	0 0 0.0	0.000	1.00				1
5	3	4	172 17 0.0	0.000	1.00				1
6	4	3	0 0 0.0	0.000	1.00				1
7	4	5	240 54 54.4	0.000	1.00				1
8	5	4	0 0 0.0	0.000	1.00				1
9	5	6	246 8 8.1	0.000	1.00				1
10	6	5	0 0 0.0	0.000	1.00				1
11	6	7	191 51 7.3	0.000	1.00				1
12	7	6	0 0 0.0	0.000	1.00				1

13	7	8	140	59	19.5	0.000	1.00		1
14	8	7	0	0	0.0	0.000	1.00		1
15	8	9	302	47	0.6	0.000	1.00		1
16	9	8	0	0	0.0	0.000	1.00		1
17	9	10	209	1	14.2	0.000	1.00		1
18	10	9	0	0	0.0	0.000	1.00		1
19	10	2	233	57	56.5	0.000	1.00		1
20	2	10						62.8392	0.0000 1.00
21	2	3						85.1567	0.0000 1.00
22	3	2						85.1554	0.0000 1.00
23	3	4						63.2882	0.0000 1.00
24	4	3						63.2894	0.0000 1.00
25	4	5						38.5820	0.0000 1.00
26	5	4						38.5818	0.0000 1.00
27	5	6						77.8962	0.0000 1.00
28	6	5						77.8948	0.0000 1.00
29	6	7						80.3360	0.0000 1.00
30	7	6						80.3367	0.0000 1.00
31	7	8						40.5509	0.0000 1.00
32	8	7						40.5509	0.0000 1.00
33	8	9						76.9391	0.0000 1.00
34	9	8						76.9386	0.0000 1.00
35	9	10						102.0456	0.0000 1.00
36	10	9						102.0431	0.0000 1.00
37	10	2						62.8395	0.0000 1.00

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 4.68 sekund.

Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 0.826 mm.

Število enačb popravkov je 37.
 - Število enačb popravkov za smeri je 19.
 - Število enačb popravkov za dolžine je 18.
 Število neznank je 25.
 - Število koordinatnih neznank je 16.
 - Število orientacijskih neznank je 9.

POPRAVKI približnih vrednosti

=====

Točka	Dy (m)	Dx (m)	Do (")
3	-0.0004	0.0007	1.0
4	-0.0009	0.0016	-1.3
5	0.0001	0.0015	-3.3
6	0.0016	-0.0003	-2.7
7	0.0035	-0.0031	-6.1
8	0.0049	-0.0050	-8.7
9	0.0020	-0.0039	-7.3
10	-0.0006	-0.0016	-6.1
2			-1.6

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
3	470085.5566	126182.4617	0.0026	0.0006	0.0026	0.0026	0.0006	87.
4	470097.3401	126120.2796	0.0046	0.0010	0.0047	0.0046	0.0008	83.
5	470067.7051	126095.5745	0.0054	0.0011	0.0055	0.0054	0.0011	94.
6	469997.8836	126130.1097	0.0044	0.0030	0.0053	0.0050	0.0018	120.
7	469934.7235	126179.7559	0.0032	0.0045	0.0055	0.0052	0.0016	147.
8	469894.1769	126179.1590	0.0032	0.0056	0.0064	0.0063	0.0015	152.
9	469934.8790	126244.4501	0.0014	0.0044	0.0046	0.0045	0.0011	169.
10	470024.0944	126293.9844	0.0010	0.0017	0.0020	0.0019	0.0006	25.

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 0.99575.

,pvv² = 11.8982702564,xx² vseh neznank = 226.6121425707,xx² samo koordinatnih neznank = 0.0001014069

Srednji pogrešek aritmetične sredine /m_arit/ je 0.00019.

Srednji pogrešek smeri /m0*m0_smeri/ je 4.6609 sekund.

Srednji pogrešek dolžin /m0*m0_dol'in/ je 0.8228 milimetrov.

Največji položajni pogrešek /Mp_max/ je 0.0064 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek /Mp_min/ je 0.0020 metrov.

Srednji položajni pogrešek /Mp_sred/ je 0.0048 metrov.

PREGLED opazovanih SMERI

=====

Smerni koti in dolžine so izračunani iz zaokroženih koordinat.

Smeri in smerni koti so izpisani v stopinjah.

Dana točka: 2						Y =	470081.0800	X =	126267.5000	Orientacijski kot = 131 1 40.9		
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
1	1	1.00	0 0	0.0	131	1 40.9	131	1 40.9	0.0	86.361		
10	1	1.00	163 53	58.0	294	55 38.9	294	55 37.0	-1.9	62.839		
3	1	1.00	45 57	28.9	176	59 9.8	176	59 11.8	2.0	85.156		
Nova točka: 3						Y =	470085.5566	X =	126182.4617	Orientacijski kot = 356 59 11.3		
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
2	1	1.00	0 0	0.0	356	59 11.3	356	59 11.8	0.5	85.156		
4	1	1.00	172 17	0.0	169	16 11.4	169	16 10.9	-0.5	63.289		
Nova točka: 4						Y =	470097.3401	X =	126120.2796	Orientacijski kot = 349 16 9.2		
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
3	1	1.00	0 0	0.0	349	16 9.2	349	16 10.9	1.7	63.289		
5	1	1.00	240 54	54.4	230	11 3.6	230	11 1.9	-1.7	38.582		
Nova točka: 5						Y =	470067.7051	X =	126095.5745	Orientacijski kot = 50 10 59.3		
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
4	1	1.00	0 0	0.0	50	10 59.3	50	11 1.9	2.6	38.582		
6	1	1.00	246 8	8.1	296	19 7.4	296	19 4.7	-2.6	77.896		
Nova točka: 6						Y =	469997.8836	X =	126130.1097	Orientacijski kot = 116 19 2.3		
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
5	1	1.00	0 0	0.0	116	19 2.3	116	19 4.7	2.4	77.896		
7	1	1.00	191 51	7.3	308	10 9.6	308	10 7.2	-2.4	80.336		
Nova točka: 7						Y =	469934.7235	X =	126179.7559	Orientacijski kot = 128 10 5.7		
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina			
6	1	1.00	0 0	0.0	128	10 5.7	128	10 7.2	1.5	80.336		
8	1	1.00	140 59	19.5	269	9 25.2	269	9 23.7	-1.5	40.555		

Od točke	Do točke	Utež dolž	Merjena dolžina	Modulirana Mer.*Mk+Ak	Definitivna Proj.-Du	Popravek Mod.dol`.	Projekcij. iz ko.
2	10	1.00	62.8392	62.8392	62.8393	0.0001	62.8393
2	3	1.00	85.1567	85.1567	85.1560	-0.0007	85.1560
3	2	1.00	85.1554	85.1554	85.1560	0.0007	85.1560
3	4	1.00	63.2882	63.2882	63.2887	0.0005	63.2887
4	3	1.00	63.2894	63.2894	63.2887	-0.0007	63.2887
4	5	1.00	38.5820	38.5820	38.5821	0.0000	38.5821
5	4	1.00	38.5818	38.5818	38.5821	0.0003	38.5821
5	6	1.00	77.8962	77.8962	77.8956	-0.0007	77.8956
6	5	1.00	77.8948	77.8948	77.8956	0.0007	77.8956
6	7	1.00	80.3360	80.3360	80.3364	0.0004	80.3364
7	6	1.00	80.3367	80.3367	80.3364	-0.0003	80.3364
7	8	1.00	40.5509	40.5509	40.5510	0.0001	40.5510
8	7	1.00	40.5509	40.5509	40.5510	0.0001	40.5510
8	9	1.00	76.9391	76.9391	76.9389	-0.0002	76.9389
9	8	1.00	76.9386	76.9386	76.9389	0.0002	76.9389
9	10	1.00	102.0456	102.0456	102.0443	-0.0014	102.0443
10	9	1.00	102.0431	102.0431	102.0443	0.0012	102.0443
10	2	1.00	62.8395	62.8395	62.8393	-0.0002	62.8393

Priloga E: Vhodni podatki izravnave višinske mreže

```

*d
'1'      709.870
*n
'10'     727.439
'2'      720.981
'3'      745.181
'4'      766.642
'5'      784.870
'6'      795.617
'7'      803.089
'8'      800.295
'9'      773.756
*E
'm'
*o
'2'      '1'      -11.1115      86.3775
'2'      '10'     6.4587      62.8392
'2'      '3'      24.1975      85.1567
'3'      '2'      -24.2037      85.1554
'3'      '4'      21.4590      63.2882
'4'      '3'      -21.4562      63.2894
'4'      '5'      18.2309      38.5820
'5'      '4'      -18.2313      38.5818
'5'      '6'      10.7399      77.8962
'6'      '5'      -10.7475      77.8948
'6'      '7'      7.4754      80.3360
'7'      '6'      -7.4747      80.3367
'7'      '8'      -2.7916      40.5509
'8'      '7'      2.7921      40.5509
'8'      '9'      -26.5362      76.9391
'9'      '8'      26.5365      76.9386
'9'      '10'     -46.3148      102.0456
'10'     '9'      46.3173      102.0431
'10'     '2'      -6.4561      62.8395
*k

```

Priloga F: Poročilo o izravnavi višinske mreže

Izravnavna VIŠINSKE geodetske Mreže
 Program: VIM, ver.4.0, dec. 02
 Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk

Ime datoteke s podatki: kk.pod
 Ime datoteke za rezultate: kk.rez
 Ime datoteke za deformacijsko analizo: kk.def
 Ime datoteke za S-transformacijo: kk.str

Datum: 24. 5.2021
 Čas: 12:45:53

NADMORSKE VIŠINE REPERJEV

Reper	Nadm.viš.	Opomba
1	709.8700	Dani reper
10	727.4390	Novi reper
2	720.9810	Novi reper
3	745.1810	Novi reper
4	766.6420	Novi reper
5	784.8700	Novi reper
6	795.6170	Novi reper
7	803.0890	Novi reper
8	800.2950	Novi reper
9	773.7560	Novi reper

Število vseh reperjev = 10
 Število danih reperjev = 1
 Število novih reperjev = 9

MERITVE VIŠINSKIH RAZLIK IN DOLŽIN

Reper zadaj	Reper spredaj	Merjena viš.razlika	Merjena dolžina
2	1	-11.1115	86.3775
2	10	6.4587	62.8392
2	3	24.1975	85.1567
3	2	-24.2037	85.1554
3	4	21.4590	63.2882
4	3	-21.4562	63.2894
4	5	18.2309	38.5820
5	4	-18.2313	38.5818
5	6	10.7399	77.8962
6	5	-10.7475	77.8948
6	7	7.4754	80.3360
7	6	-7.4747	80.3367
7	8	-2.7916	40.5509
8	7	2.7921	40.5509
8	9	-26.5362	76.9391
9	8	26.5365	76.9386
9	10	-46.3148	102.0456
10	9	46.3173	102.0431
10	2	-6.4561	62.8395

Število opazovanj = 19

Vektor normalnih enačb je zaseden 0.00 %.

ENAAČBE POPRAVKOV VIŠINSKIH RAZLIK

Št. Reper op. zadaj	Reper spredaj	Koeficienti			Utež
		a1	a2	f	
1 2	1	1.	0.	-0.0005	11.5771
2 2	10	-1.	1.	-0.0007	15.9136
3 2	3	-1.	1.	0.0025	11.7431
4 3	2	1.	-1.	-0.0037	11.7432
5 3	4	-1.	1.	0.0020	15.8007
6 4	3	1.	-1.	0.0048	15.8004
7 4	5	-1.	1.	-0.0029	25.9188
8 5	4	1.	-1.	-0.0033	25.9190
9 5	6	-1.	1.	0.0071	12.8376
10 6	5	1.	-1.	-0.0005	12.8378
11 6	7	-1.	1.	-0.0034	12.4477
12 7	6	1.	-1.	-0.0027	12.4476
13 7	8	1.	-1.	0.0024	24.6604
14 8	7	-1.	1.	0.0019	24.6604
15 8	9	1.	-1.	0.0028	12.9973
16 9	8	-1.	1.	0.0025	12.9974
17 9	10	1.	-1.	0.0022	9.7995
18 10	9	-1.	1.	-0.0003	9.7998
19 10	2	1.	-1.	0.0019	15.9136

IZRAČUNANI POPRAVKI VIŠINSKIH RAZLIK

Št. Reper op. zadaj	Reper spredaj	Merjena			Definitivna viš.razlika
		viš.razl.	Popravek viš.razl.	viš.razl.	
1 2	1	-11.1115	0.0000	-11.1115	
2 2	10	6.4587	-0.0007	6.4580	
3 2	3	24.1975	0.0022	24.1997	
4 3	2	-24.2037	0.0040	-24.1997	
5 3	4	21.4590	-0.0020	21.4570	
6 4	3	-21.4562	-0.0008	-21.4570	
7 4	5	18.2309	-0.0002	18.2307	
8 5	4	-18.2313	0.0006	-18.2307	
9 5	6	10.7399	0.0030	10.7429	
10 6	5	-10.7475	0.0046	-10.7429	
11 6	7	7.4754	-0.0012	7.4742	
12 7	6	-7.4747	0.0005	-7.4742	
13 7	8	-2.7916	-0.0007	-2.7923	
14 8	7	2.7921	0.0002	2.7923	
15 8	9	-26.5362	-0.0009	-26.5371	
16 9	8	26.5365	0.0006	26.5371	
17 9	10	-46.3148	-0.0023	-46.3171	
18 10	9	46.3173	-0.0002	46.3171	
19 10	2	-6.4561	-0.0019	-6.4580	

Srednji pogrešek utežne enote, $m_0 = 0.00939$

Izračunano odstopanje = ***** mm (s = 1.342 km).

Dopustni odstopanji v sklenjeni niv. zanki:

- mreža NVM $f = \pm 1 \cdot \sqrt{s+0.04 \cdot s^2} = 1.2 \text{ mm}$
 - mestna niv. mreža 1. reda $f = \pm 2 \cdot \sqrt{s+0.04 \cdot s^2} = 2.4 \text{ mm}$

IZRAVNANE NADMORSKE VIŠINE REPERJEV

Reper	Približna višina	Popravek višine	Definitivna višina	Sred.pog. višine
10	727.4390	0.0005	727.4395	0.0032
2	720.9810	0.0005	720.9815	0.0028
3	745.1810	0.0002	745.1812	0.0033
4	766.6420	-0.0038	766.6382	0.0036
5	784.8700	-0.0011	784.8689	0.0037
6	795.6170	-0.0052	795.6118	0.0038

7	803.0890	-0.0030	803.0860	0.0038
8	800.2950	-0.0012	800.2938	0.0038
9	773.7560	0.0006	773.7566	0.0036