

Geodetska izmjera staza u parku Maksimir

Duspara, Zvonimir

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geodesy / Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:256:178947>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-15**



Repository / Repozitorij:

repozitorij.geof.unizg.hr/en



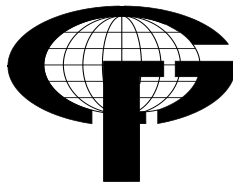
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET



Zvonimir Duspara

Geodetska izmjera staza u parku Maksimir

Diplomski rad



Zagreb, 2024.

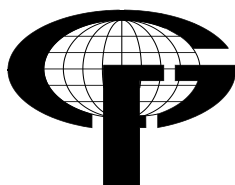
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF GEODESY



Zvonimir Duspara

Geodetic survey of paths in Maksimir park

Diploma Thesis



Zagreb, 2024

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEODETSKI FAKULTET



Na temelju članka 19. Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu i Odluke br.: 1_349_11 Fakultetskog vijeća Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, od 26. 10. 2017. godine (klasa: 643-03/16-07/03), uređena je obaveza davanja „Izjave o izvornosti“ diplomskog / specijalističkog / doktorskog rada koji se vrednuju na diplomskom, specijalističkom studiju i poslijediplomskom doktorskome studiju geodezije i geoinformatike, a u svrhu potvrđivanja da je rad izvorni rezultat rada studenta te da taj rad ne sadržava druge izvore osim onih koji su u njima navedeni.

IZJAVLJUJEM

Izjavljujem da je moj diplomski rad / specijalistički rad / doktorski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi tog rada nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni.

Datum:

18. 06. 2024.

Ime i prezime:

Zvonimir Duspara

Rad posvećujem obitelji i prijateljima koji su bili uz mene cijelo vrijeme mog studiranja

Zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Lorisu Redovnikoviću na odvojenom vremenu i korisnim savjetima pri izradi ovoga diplomskog rada.

Zahvaljujem kolegi Anti Zeba iz tvrtke Geo Zeba d.o.o. na ustupljenim geodetskim instrumentima i resursima tvrtke i Denisu Muhviću iz tvrtke Zona arhitekture d.o.o. na suradnji kod izrade projekta i savjetima kod izrade ovog rada.

Zahvaljujem kolegicama i kolegama studentima, a posebno Darku Jeličiću, Zoranu Leki, Josipu Bilošu i Ivanu Rojniću zbog kojih je moje studiranje bilo lakše, jednostavnije i manje stresno.

Zahvaljujem se majci Mari, sestri Ivani i njejoj obitelji na razumijevanju i potpori tijekom mog studiranja.

Zahvaljujem se posebno sinovima Luki i Gabrijelu što su istrpili moj kronični nedostatak vremena.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET
ZAVOD ZA PRIMIJENJENU GEODEZIJU
KATEDRA ZA ZEMLJOMJERSTVO
STUDENT: Zvonimir Duspara

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

U sklopu diplomskog rada bilo je potrebno izvršiti geodetsku izmjeru pješačkih staza u parku Maksimir za potrebe izrade idejnog i izvedbenog projekta, a čiji cilj je prilagodba i uređenje staza u skladu sa zahtjevima za pristupačnost osobama smanjene pokretljivosti.

U tu svrhu je potrebno obraditi sljedeće:

- prikupiti odgovarajuće podloge,
- izabrati najpovoljnije metode i pripadajući instrumentarij
- razviti geodetsku osnovu sa koje će se izvršiti izmjera,
- snimiti staze s naglaskom na detalje koji su utvrđeni s projektantom
- prikazati projektna rješenja

U Zagrebu, 26. veljače 2024.

Mentor:

doc. dr. sc. Loris Redovniković

I. AUTOR	
Ime i prezime:	Zvonimir Duspara
Datum i mjesto rođenja:	05. 07. 1976., Slavonski Brod, R. Hrvatska
II. DIPLOMSKI RAD	
Naslov:	Geodetska izmjera staza u parku Maksimir
Mentor:	doc. dr. sc. Loris Redovniković
Drugi mentor:	dr. sc. Sergej Baričević
Voditelj:	
III. OCJENA I OBRANA	
Datum zadavanja zadatka:	26. veljače 2024.
Datum obrane:	05. 07. 2024.
Sastav povjerenstva pred kojim je branjen diplomski rad:	doc. dr. sc. Loris Redovniković prof. dr. sc. Đuro Barković prof. dr. sc. Mladen Zrinjski

Geodetska izmjera staza u parku Maksimir

SAŽETAK. Rad prikazuje postupak geodetske izmjere staza u parku Maksimir. Krenulo se od projektnog zadatka u kojemu je definirano područje snimanja i upute za izmjeru i projektiranje. Zatim su opisane vrste podloga koje su tražene za potrebe projekta i kako se do njih došlo, kao i metode koje su se koristile za izmjeru. Poseban naglasak ovog rada je bio i na izmjeri i obradi podataka poligonskog vlaka i nivelmanskih vlakova koji su služili za potrebe uspostave geodetske osnove, te je izvršena i usporedba rezultata trigonometrijskog i geometrijskog nivelmana. Opisana su mjesta koja predstavljaju poteškoće za osobe sa smanjenom pokretljivošću na koja se obratila posebna pažnja prilikom izmjere i gdje je postojala potreba za poboljšanjem. Na kraju su opisana projektna rješenja iz idejnog projekta, a koja su bila konačni cilj naše izmjere.

Ključne riječi: geodetska izmjera, Maksimir, pješačke staze, tahimetrija, osobe s invaliditetom

Geodetic survey of paths in Maksimir park

ABSTRACT. The paper shows the process of geodetic surveying of paths in Maksimir Park. We started from the project task in which the recording area and instructions for measurement and design were defined. Then we described the types of substrates we need for the making of project and how we got them, as well as the methods we used for measurement. A special emphasis of this work was also on the calculation of the polygon train and leveling trains for the purposes of establishing the geodetic base, and we also performed a comparison of the results of the trigonometric and geometric leveling. We have described places that represent obstacles for people with reduced mobility, to which we paid special attention during the survey and where there was a need for improvement. At the end, we described the project solutions from the conceptual project, which were the final goal of our survey.

Keywords: geodetic survey, Maksimir, footpaths, tachymetry, persons with disabilities

S A D R Ź A J

1. UVOD	1
2. PROJEKTNI ZADATAK.....	2
2.1. OPIS PROJEKTA	2
2.1.1. Cilj projekta.....	2
2.1.2. Obuhvat projekta	3
2.1.3. Potrebni zahvati.....	4
3. PODLOGE	6
3.1. DIGITALNI KATASTARSKI PLAN.....	6
3.2. DIGITALNA ORTOFOTO KARTA	8
4. METODE IZMJERE	9
4.1. GNSS METODA.....	10
4.2. TAHIMETRIJA	12
4.3. NIVELMAN.....	14
4.3.1. GEOMETRIJSKI NIVELMAN	14
4.3.2. TRIGONOMETRIJSKI NIVELMAN	17
5. GEODETSKA MREŽA.....	18
5.1. POLIGONSKI VLAK	18
5.2. NIVELMANSKI VLAK	19
5.3. VISINSKO IZJEDNAČENJE POLIGONSKOG VLAKA	20
5.4. USPOREDBA VISINA I KONAČNI OPERATIVNI POLIGON	20
6. GEODETSKA IZMJERA	24
7. PROJEKTNA RJEŠENJA	31
8. ZAKLJUČAK.....	40
LITERATURA	41
POPIS SLIKA.....	43
POPIS TABLICA.....	45
PRILOZI	46
ŽIVOTOPIS.....	63

1. UVOD

Cilj idejnog i izvedbenog projekta koji je definiran projektnim zadatkom je prilagodba i uređenje pješačkih staza u parku Maksimir u skladu sa zahtjevima za pristupačnost osobama smanjene pokretljivosti s elementima parkovne signalizacije. Osnova za izradu projekta je geodetska podloga na kojoj su prikazane staze u položajnom i visinskom smislu. Geodetska podloga se dobije geodetskom izmjerom na terenu, a u ovom diplomskom radu se prikazalo na koji način se izvršila, te je prikazan cijeli postupak od izbora metode i pregleda instrumentarija koji se koristio do konačnog rezultata. Isto tako će se opisati postupak postavljanja i opažanja geodetske mreže i opisati postupak nabavke odgovarajućih podloga kao što su digitalni katastarski plan (DKP) i digitalna ortofoto karta (DOF). Na terenu su se definirala, zajedno sa projektantom, mjesta od posebnog interesa kojima treba obratiti posebnu pozornost, te se u skladu s tim i prikazala analiza dobivenih rezultata. Projekt je bio zahtjevan zbog ograničene mogućnosti djelovanje unutar parka, jer park Maksimir uživa dvostruku zaštitu. Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/2013) zaštićen je kao spomenik parkovne arhitekture, a Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN 69/1999) zaštićen je kao kulturno dobro i upisan u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske. Prikazat će se i određena projektna rješenja i zahvati kojima se pokušalo prilagoditi što više lokacija da bi se olakšao pristup osobama smanjene pokretljivosti uz što manje intervencija u postojeće stanje.

2. PROJEKTNI ZADATAK

Za izradu idejnog i izvedbenog projekta prilagodbe i uređenja pješačkih staza u skladu sa zahtjevima za pristupačnost osobama smanjene pokretljivosti s elementima parkovne signalizacije za osobe sa smanjenom pokretljivošću u parku Maksimir te izradu GIS karte s ucertanim stazama za kretanje osoba smanjene pokretljivosti je opisan projektni zadatak (Javna ustanova Maksimir 2023).

2.1. OPIS PROJEKTA

2.1.1. Cilj projekta

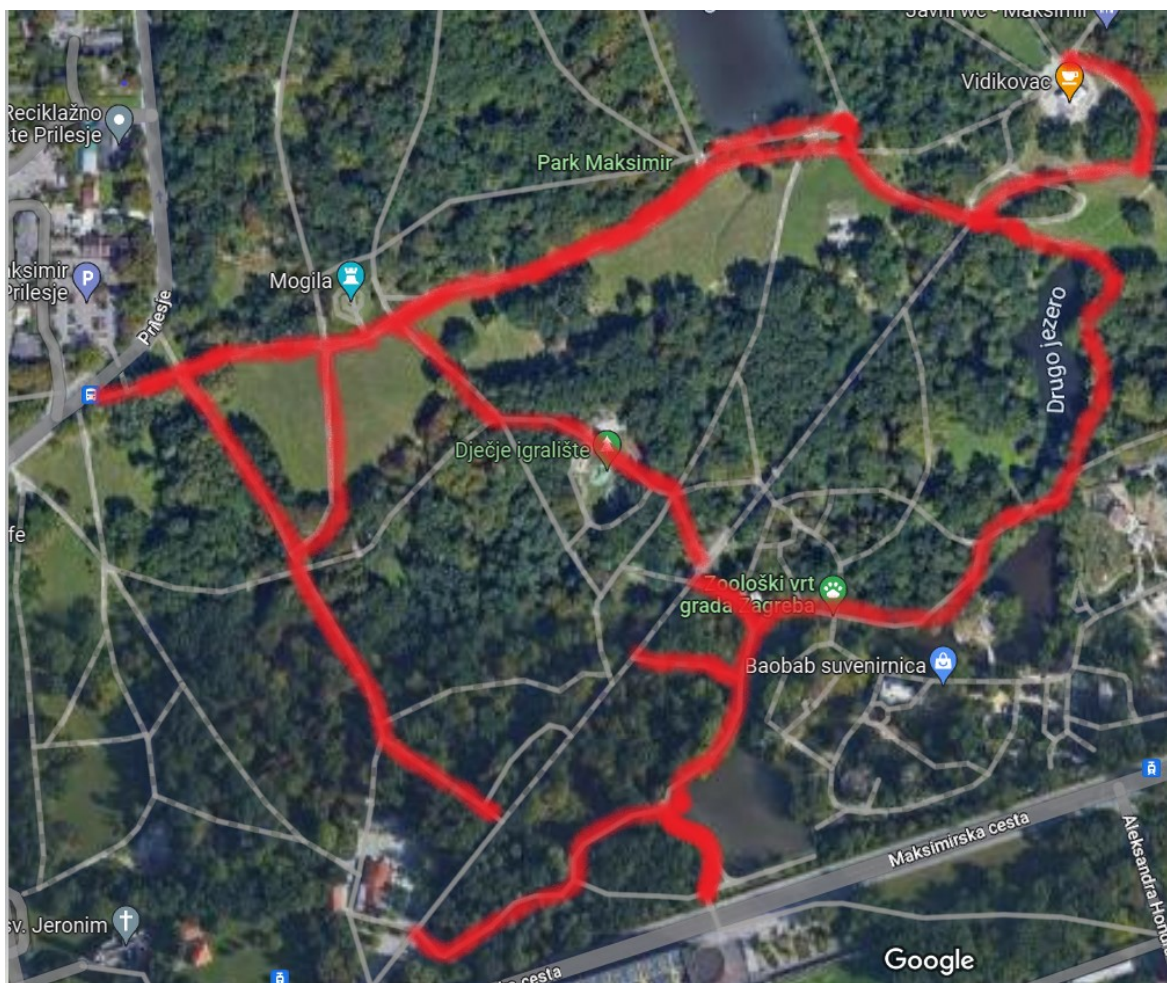
Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba je raspisala javni poziv za izradu idejnog projekta prilagodbe i uređenja pješačkih staza u skladu sa zahtjevima za pristupačnost osobama smanjene pokretljivosti s elementima parkovne signalizacije za osobe sa smanjenom pokretljivošću u parku Maksimir. Navedeni projekt izrađuje se kako bi se neki od najatraktivnijih sadržaja unutar parka učinili dostupnima za samostalni pristup osobama sa smanjenom pokretljivošću. Projekt obuhvaća dio staza u južnom dijelu parka Maksimir i manji dio staza koje pripadaju sjevernom dijelu parka. Cilj je da se osobama smanjene pokretljivosti omogući kontinuirani prolaz od glavnog ulaza u park Maksimir preko najjužnijeg dijela parka, uz obalu Prvog i Drugog jezera prema Vidikovcu te pristup Trećem jezeru. Prilikom izrade projektne dokumentacije bilo je potrebno napraviti detaljnu izmjeru staza radi pravilne kategorizacije i pronalaženja prihvatljivih rješenja za povećanje dostupnosti definiranih lokacija. Nakon izrade idejnog projekta cilj je bio i izrada GIS karte s kategoriziranim stazama za kretanje osoba u kolicima. Cilj projekta također je bio definirati rješenja pomoću kojih će se određene rute, uz minimalne zahvate i u skladu sa smjernicama izdanim od strane Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode, učiniti dostupnima osobama s otežanim kretanjem. Izrada idejnog projekta trebala je obuhvatiti i geodetsko snimanje definiranih staza i izradu geodetske podloge s uklopljenim katastarskim planom za potrebe projektiranja. Na slici 2.1. vidimo najstarije drvo u parku, popularni Dedek, koji je star oko 600 godina, a uz Dedeka vidimo i dijelove staza koje su predmet snimanja.




Slika 2.1. Dedek – najstarije drvo u parku Maksimir.

2.1.2. Obuhvat projekta

Projekt se odnosi na prostor južnog dijela parka uz Prvo i Drugo jezero, te na južnu stazu koja vodi do Vidikovca, a obuhvaća i pristup nasipu na južnoj strani Trećeg jezera. Za bolji pregled ukupnog obuhvata u nastavku je dana karta s označenim stazama koje se planiraju učiniti u potpunosti prohodnima za osobe u kolicima. Ukupna dužina staza predviđenih za prilagodbu je maksimalno 3 kilometra. Staze označene za prilagodbu na karti niže podložne su promjenama u skladu s preporukom projektanta (slika 2.2.).



Slika 2.2. Karta parka Maksimir s označenim stazama koje su predmet projekta.

 - ruta predviđena za prilagodbu i omogućavanje kretanja osobama smanjene pokretljivosti

2.1.3. Potrebni zahvati

Staza koja vodi do Vidikovca južnom stranom ocijenjena je kao staza na kojoj je potrebno omogućiti samostalno kretanje osobama u kolicima te je procijenjeno kako je to moguće s obzirom da nagib ne prelazi 5,50 %. Uz manje zahvate koji će podrazumijevati promjenu podloge na pojedinim, najteže savladivim dijelovima, pretpostavka je da će se osobama u kolicima omogućiti samostalan pristup Vidikovcu tom stazom, što će se dodatno utvrditi pri izradi idejnog projekta. Staza koja vodi do Trećeg jezera u svom manjem dijelu vrlo je strma i na njoj je također potrebno izvesti određeni zahvat, u smislu smanjenja nagiba odnosno uspona, a moguće i promjene podloge iz sipine u kompaktnu podlogu. Idejnim projektom želi se definirati i koje su sve ostale staze na kojima je potrebno izvesti zahvate u smislu

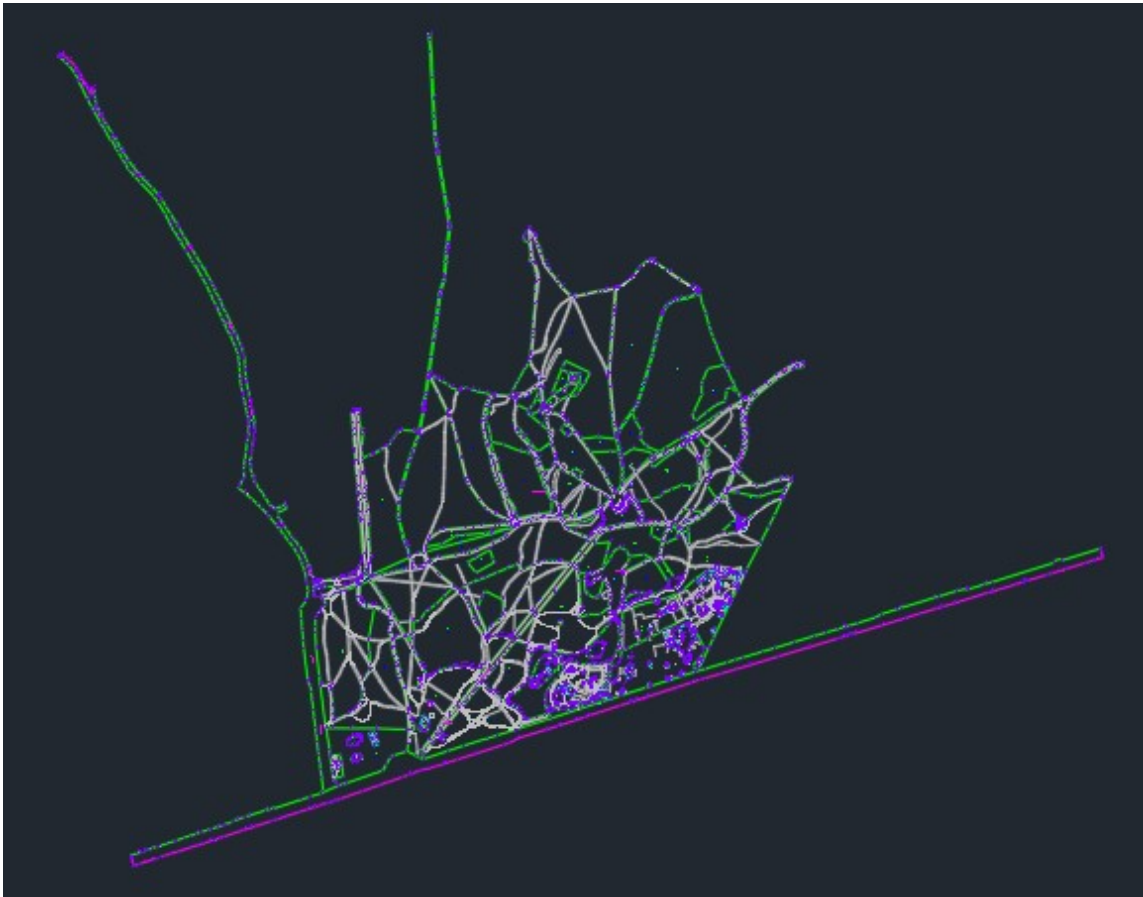
povećanja kompaktnosti sipine (sabijanja), poravnanja i slično te prilagodbe prijelaza sa sipine na mostove u parku u smislu minimalnih zahvata izjednačavanja razine podloge. Kako bi se omogućio pristup na pojedinim zahtjevnijim dijelovima crveno označenih staza, moguće je da će biti potrebno promijeniti podlogu iz sipine u neku kompaktniju vrstu podloge prilagođenu invalidskim kolicima. Izradom idejnog projekta potrebno je utvrditi konačni obuhvat i rutu koja će biti u potpunosti prilagođena osobama sa smanjenom pokretljivošću te definirati koji su to zahvati koje je potrebno izvesti da bi se omogućio pristup Vidikovcu i Trećem jezeru. Projektom treba obuhvatiti i postavljanje potrebne signalizacije na predmetnim stazama (putokazi, info i interpretacijske table).

3. PODLOGE

Za potrebe ovog projekta bilo je potrebno ishoditi i odgovarajuće podloge na osnovu kojih će biti lakše definirati i izraditi idejni projekt, a u konačnici i izvedbeni projekt kao razradu idejnog projekta.

3.1. DIGITALNI KATASTARSKI PLAN

Digitalni katastarski plan (DKP) (slika 3.1.) je jedna od podloga koja je uvjet za izradu projekta kako bi se vidjele katastarske čestice i s njima povezani podaci o nositeljima prava. DKP se preuzeo na stranici oss.uredjenazemlja.hr (URL 1) uz prijavu kao poslovni korisnik, te je dobivena i potvrda o izdanim podacima (slika 3.2.).



Slika 3.1. Preuzeti DKP.



REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE

OSS BROJ ZAHTEVA: 2228649/2023

Datum zahtjeva: 02.09.2023 10:53:18

GRADSKI URED ZA KATASTAR I GEODETSKE POSLOVE povodom zahtjeva broj 2228649/2023 zaprimljenog putem OSS-a za:

- GEO ZEBA d.o.o. za geodetske poslove, građenje i usluge, OIB: 20050126097

izdaju se sljedeći podaci:

- Izvoz iz geodetsko-tehničkog dijela katastarskog operata:
K.o.: MAKSIMIR, katastarske čestice: 2953, 2954, 2955, 2956, 2957, 2958, 2959, 2960, 2961, 2962, 2963, 2964, 2965, 2966, 2967, 3015, 3016, 3017, 3018, 3019, 3020, 3021, 3022, 3023, 3024, 3025, 3026, 3027, 3028, 3029, 3030, 3031, 3032, 3033, 3034, 3035, 3036, 3037, 3038/1, 3038/2, 3039, 3040, 3041, 3042, 3043, 3044, 3045, 3046, 3047, 3048, 3049, 3050, 3051, 3052, 3053, 3054, 3055, 3056, 3057, 3058, 3059, 3060, 3061, 3062, 3063, 3064, 3065, 3066, 3068, 3069/1, 3070/2, 4918/1, 4919/1, 4920, 4921, 4922, 4923, 4924, 4925, 4926, 4927, 4928, 4929, 4930, 4931/1, 4931/2, 4932, 4933, 4934, 4935, 4936, 4937, 4938, 4939, 4940, 4942, 4944, 4945, 5146/3, 5148/1 i druge. Broj čestica: 104.

Preuzeti podaci bit će korišteni isključivo u svrhu: Izrada geodetskih elaborata.

Navedeni podaci izdaju se u prije navedene svrhe te se u druge svrhe ne smiju uporabiti. Korisnik se obavezao da će izdane podatke upotrebljavati isključivo za odobrenu svrhu i na odobreni način, sukladno čl. 16. Pravilnika o određivanju visine stvarnih troškova uporabe podataka dokumentacije državne izmjere i katastra nekretnina (»Narodne novine«, br. 59/2018).

Svako umnožavanje, davanje dobivenih podataka na uporabu drugim osobama kao i uporaba istih u druge svrhe osim za svrhu za koju su izdani, kažnjivo u smislu čl. 183. Zakona o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (»Narodne novine«, br. 112/18).



Kontrolni broj: 188716732b4a607

Skeniranjem QR koda navedenog na ovom elektroničkom zapisu možete provjeriti točnost podataka. Isto možete učiniti i na internet adresi <http://oss.uredjenazemlja.hr/public/checkDocument.jsp> unosom kontrolnog broja. U oba slučaja sustav će prikazati izvornik ovog dokumenta. U slučaju da je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Državna geodetska uprava potvrđuje točnost dokumenta i stanje podataka u trenutku izrade isprave.

Slika 3.2. Potvrda o preuzetim podacima sa OSS-a.

3.2. DIGITALNA ORTOFOTO KARTA

Još jedna od podloga koja će se koristiti je i digitalna ortofoto karta (DOF) koja je preuzeta sa Geoportala putem korištenja WMS servisa za digitalni ortofoto 2022 za registrirane korisnike (URL 2). Digitalna ortofotokarta (DOF) je službena državna karta i izrađuje se u mjerilu 1:5000 (DOF5) za cjelokupno područje Republike Hrvatske i to sukladno odgovarajućim Tehničkim specifikacijama. Digitalna ortofoto karta izrađena je prevođenjem digitalne aerofotogrametrijske snimke (poznatih vrijednosti unutarnje i vanjske orijentacije) iz centralne u ortogonalnu projekciju uz upotrebu DMR-a odgovarajuće točnosti. (URL 3). Dobiveni DOF (slika 3.3.) je od velike pomoći jer je na njemu vidljivo područje zahvata sa svim obilježjima terena. Služi za snalaženje u prostoru, ali i kao podloga kod pripremnih radnji kao što je projekt operativnog poligona.



Slika 3.3. Preuzeti DOF.

4. METODE IZMJERE

Nakon što se proučio projektni zadatak krenulo se u odabir metoda izmjere. Od fotogrametrijske metode se odmah odustalo jer je iz DOF-a, ali i obilaskom terena bilo vidljivo da se većina predmetnih staza nalazi u šumi, te je ta metoda bila neprimjenjiva u ovom zadatku. Identična situacija je sa GNSS metodom gdje se odmah znalo da u šumi neće biti signala, tako da je logičan izbor metode bio klasična tahimetrija. Svejedno GNSS metoda se koristila na dijelovima gdje nema visokog drveća u blizini i za kontrolu početnih geodetskih točaka na osnovu kojih se definirala geodetska mreža sa koje su tahimetrijski snimani detalji. Što se tiče visinske izmjere točaka geodetske mreže odluka je pala na geometrijski nivelman. Kako će se mjerenjima tahimetrijskom metodom ujedno dobiti i podaci za trigonometrijski nivelman napraviti će se i usporedba visina dobivenih pomoću te dvije metode.

U skladu s izabranim metodama koristili su se i odgovarajući mjerni instrumenti. Za GNSS metodu se koristio GNSS uređaj Trimble R8 sa pripadajućim kontrolerom TSC2 (slika 4.1.) i to kinematika u stvarnom vremenu (RTK).



Slika 4.1. GNSS Trimble R8 sa kontrolerom TSC2

Za tahimetriju se koristila geodetska mjerna stanica Leica TS06, koja ima 5" točnost mjerenja kutova i 1.5 mm + 2 ppm točnost mjerenja udaljenosti, i pripadajuća mini prizma koja ima konstantu od +17.5 mm (slika 4.2.).



Slika 4.2. Totalna stanica Leica TS06 i mini prizma.

Za nivelman se koristio digitalni nivelir Leica Sprinter 150M s aluminijskom barkod letvom pomoću kojih se obavljalo automatsko čitanje. Točnost ovog nivelira je $\pm 1.5\text{mm}$ na kilometar dvostrukog mjerenja.

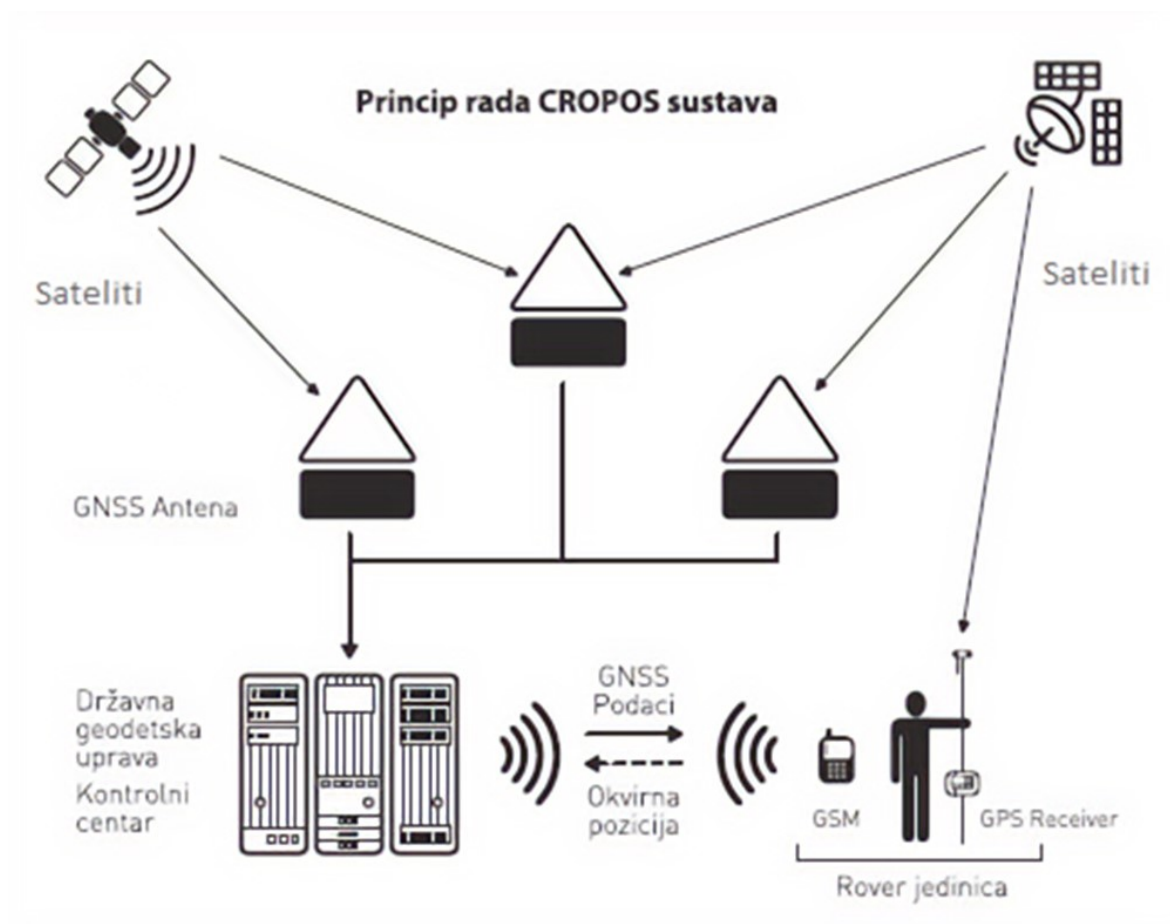


Slika 4.3. Digitalni nivelir Leica Sprinter 150M sa aluminijskom barkod letvom.

4.1. GNSS METODA

GNSS (Globalni navigacijski satelitski sustav) metoda je tehnika koja koristi satelitske navigacijske sustave za precizno određivanje položaja na Zemlji, a najpoznatiji GNSS sustavi su američki GPS, ruski GLONASS, europski Galileo i kineski BeiDou. Svaki ovaj sustav ima mrežu satelita koji kontinuirano odašilju signale koji sadrže informacije o njegovoj poziciji i vremenu slanja. Prijamnik na Zemlji prima signale od satelita i mjerenjem vremena, koje je potrebno da signal stigne od satelita do prijarnika, može se izračunati udaljenost od svakog satelita. Lučnim presjekom ovih udaljenosti od satelita, ukoliko imamo mjerene duljine prema najmanje četiri satelita, moguće je odrediti poziciju prijarnika na

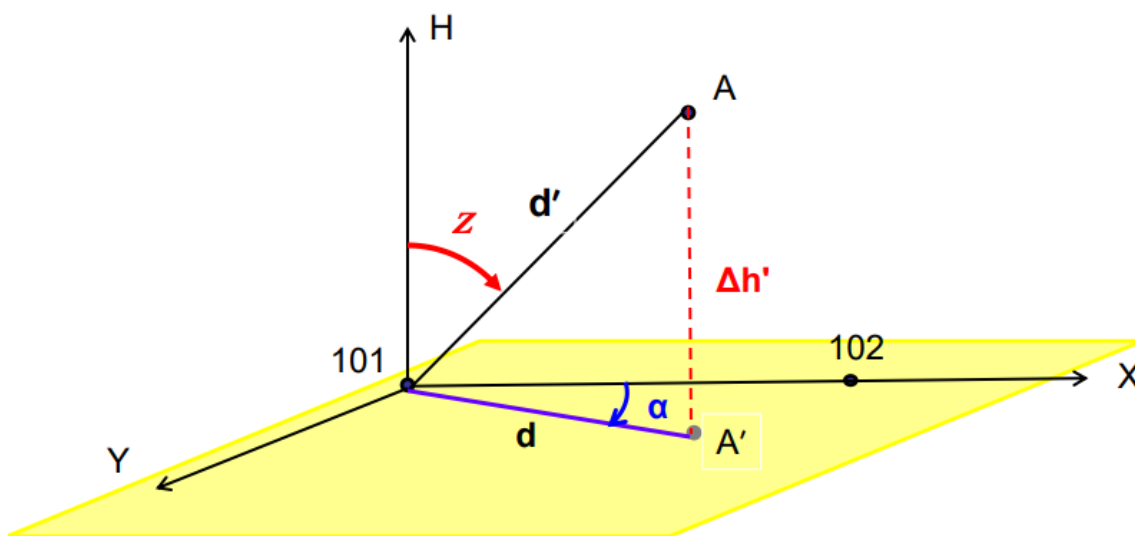
Zemlji. Da bi se postigla bolja točnost, potrebno je izvršiti korekcije za razne utjecaje, kao što su kašnjenje signala zbog prolaska signala kroz slojeve atmosfere različite gustoće, satelitske i prijemničke pogreške te refleksije signala. Najpoznatija i najčešće korištena vrsta GNSS mjerenja u geodeziji, a koja se koristila u konkretnoj izmjeri, je kinematika u stvarnom vremenu (RTK) (Real-Time Kinematic). To je napredna metoda koja koristi fazne mjere nositelja signala i korekcije u realnom vremenu od jedne ili više referentnih stanica. Za područje Republike Hrvatske uspostavljen je CROPOS (Hrvatski pozicijski sustav) sustav koji je državna mreža referentnih GNSS stanica. Na slici br. 4.4 je prikazan princip rada (URL 4), a svrha CROPOS sustava je omogućiti određivanje položaja u realnom vremenu i to s točnošću od 2 cm u horizontalnom smislu, te 4 cm u vertikalnom smislu na čitavom području države (Državna geodetska uprava, 2009)



Slika 4.4. Princip rada CROPOS sustava (URL 4).

4.2. TAHIMETRIJA

Tahimetrija je vrsta geodetske izmjere u kojoj se položaj neke točke na terenu, u položajnom i visinskom smislu, određuje mjerenjem udaljenosti do nje i mjerenjem horizontalnog i vertikalnog kuta. Dobila je naziv prema grčkim riječima *tahys* i *metron* što znači brzo mjerenje (Rezo 2013). Tahimetri su instrumenti kojima se izvode ova mjerenja, a sastoje se od dvije osnovne mjerne jedinice: jedinice za mjerenje kutova – teodolita i jedinice za mjerenje duljina – daljinomjera. Kad su ova dva modula integrirana u zajedničkom instrumentu i kad je u taj instrument ugrađen mikroprocesor i računalo govorimo o geodetskim mjernim stanicama (total station). Geodetske mjerne stanice imaju brojne mogućnosti mjerenja i računanja, a omogućuju nam neprekinuti tijek podataka od snimanja na terenu, registracije i memoriranja tih podataka, te računanje koordinata i visina točaka, odnosno automatsko kartiranje (Benčić 1990). Tahimetrija je u biti polarna metoda snimanja detalja koja se zasniva na rješavanju trokuta kod kojeg točke stajališta i orijentacije čine bazu trokuta.



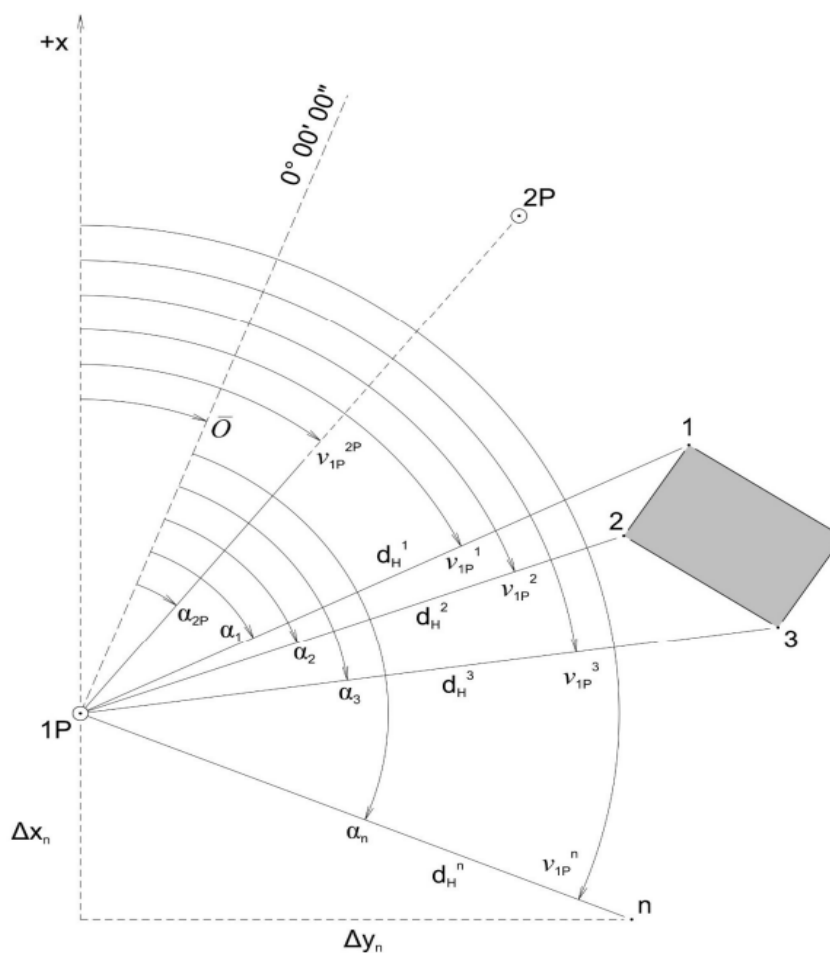
Slika 4.5. Mjerenje kutova i dužina - tahimetrija (URL 5).

Vrijednosti koje je potrebno mjeriti kod izmjere tahimetrijskom metodom su:

- z – zenitni kut
- d' – kosa dužina i
- α – horizontalni kut

Na osnovu mjerenih vrijednosti računaju se relativne koordinate u odnosu na stajalište i orijentaciju, gdje nam je točka br. 101 stajalište, a točka br. 102 nam je orijentacija (slika br.

4.5). Kod određivanja apsolutnih koordinata potrebno je izvršiti orijentaciju pravaca računanjem smjernih kutova s poznate stajališne točke na jednu ili više nepoznatih točaka, pri čemu se mjere horizontalni kutovi s te poznate točke prema svim poznatim i nepoznatim točkama (Barković i Zrinjski 2020) (slika 9). Moderne mjerne stanice, kako smo već rekli, imaju integrirana računala i softverska rješenja u kojima se automatski računaju smjerni kutovi, koordinate i visine točaka na osnovu koordinata poznatih točaka i mjerenih vrijednosti što znatno ubrzava postupak izmjere, ali i naknadnu obradu podataka, pa se mogu, u pravom smislu te riječi, zvati *brzomjeri* (Lasić 2007). Isto tako, mjerne stanice smanjuju mogućnosti pogreške kod registracije podataka i računanja. Sve to, uz pad cijena, dovelo je do njihove masovne primjene u geodeziji.



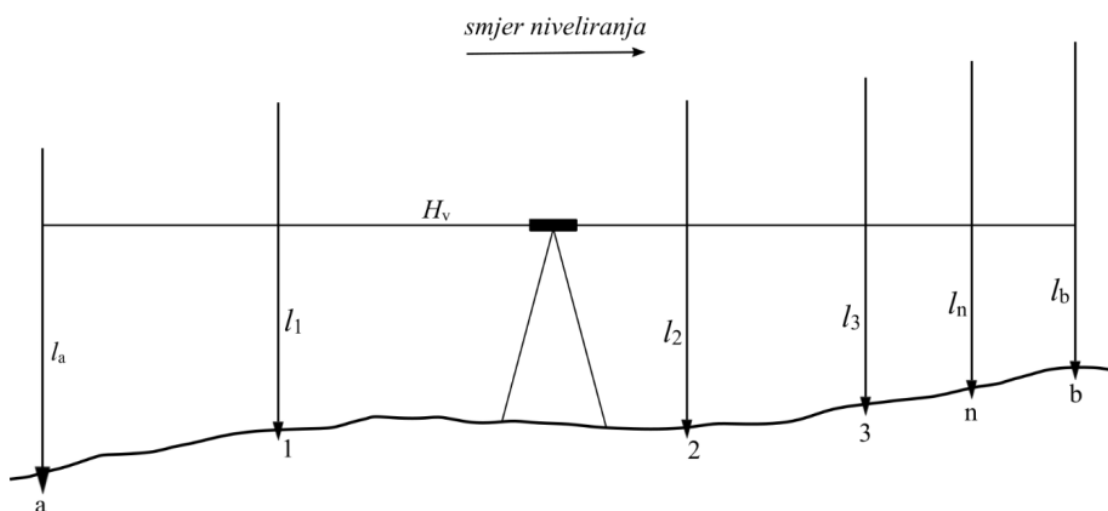
Slika 4.6. Tahimetrijska metoda (Zrinjski i dr. 2024).

4.3. NIVELMAN

Nivelman je metoda kojom se određuju visine točaka i visinske razlike, a prema svrsi se dijeli na generalni i detaljni nivelman. Generalnim se određuju visine repera koji će služiti za detaljno visinsko snimanje, a detaljni je neposredno određivanje visina karakterističnih točaka terena (Macarol 1961). Dvije metode koje su se koristile u konkretnom slučaju, prema načinu mjerenja, su geometrijski i trigonometrijski nivelman.

4.3.1. GEOMETRIJSKI NIVELMAN

Geometrijski nivelman je određivanje visinskih razlika pomoću horizontalne vizure i udaljenosti od nje. Horizontalna vizura se postiže pomoću nivelira kojemu se durbin okreće samo oko vertikalne osi, a kolimacijska os je postavljena okomito u odnosu na vertikalnu os. Okretanjem durbina oko vertikalne osi horizontiranog instrumenta, kolimacijska os opisuje horizontalnu ravninu odnosno dobiva se horizontalna vizura u prostoru. Još jedan od uvjeta za generalni nivelman je da nivelmanske letve koje nam služe za očitavanje visinske razlike na detaljnim točkama budu vertikalne. Visina pojedine detaljne točke dobije se tako da se dodavanjem na poznatu visinu repera doda očitavanje na letvi čime se dobije visina vizure, a zatim se od visine vizure oduzimaju vrijednosti očitavanja letve na pojedinim detaljnim točkama (slika 4.7.).



Slika 4.7. Određivanje visina detaljnih točaka (Zrinjski i dr. 2024).

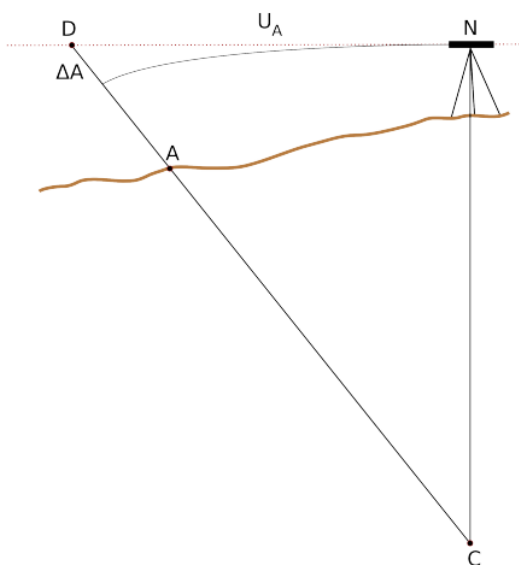
$$H_v = H_a + l_a \quad (1)$$

$$H_n = H_v - l_n \quad (2)$$

Gdje su:

- H_v – visina vizure
- H_a – visina repera a
- l_a – očitavanje letve na reperu a
- H_n – visina detaljnih točkaka 1, 2, 3...
- l_n – očitavanje letve na detaljnim točkama 1, 2, 3...

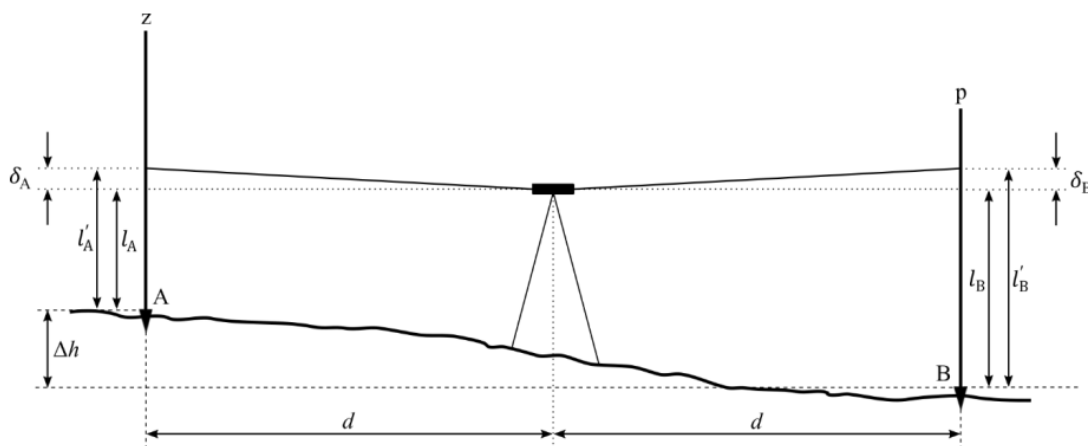
Kako se kod geometrijskog nivelmana opaža prividni horizont, a ne nivo ploha pravog horizonta uslijed nejednake udaljenosti instrumenta do letvi dolazi do pogreške zbog zakrivljenosti Zemlje (slika 4.8.).



Slika 4.8. Pogreška uslijed zakrivljenosti Zemlje (Džapo 2008).

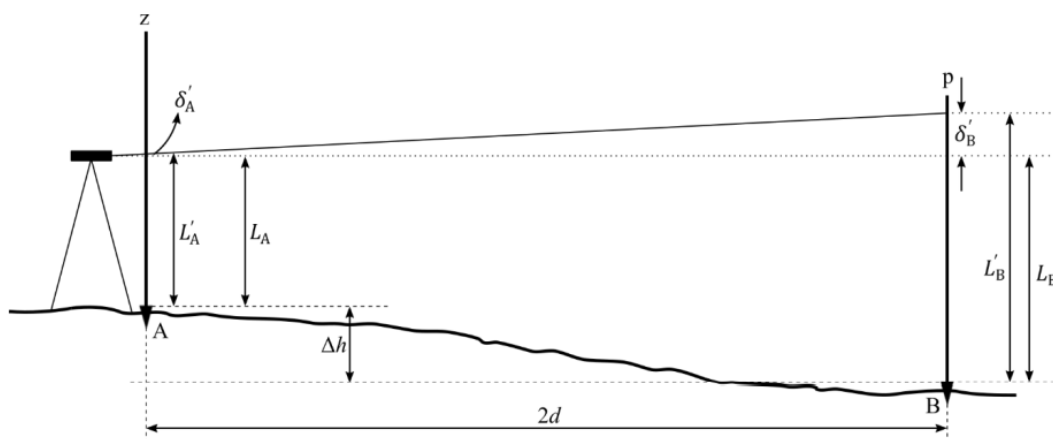
Utjecaj te pogreške će za udaljenosti letve od nivelira od 50 m i 80 m, te radijus Zemlje od 6 370 000 m biti 0.3059 mm (Džapo 2008).

Kako je uvjet geometrijskog nivelira da horizontalna vizura bude u prostoru horizontalna, prije samog mjerenja napravilo se ispitivanje nivelira metodom *iz sredine i s kraja*. Mjerila se visinska razlika između dvije točke udaljenosti cca 50 m na način da se instrument postavio u sredinu između tih točkaka (slika 4.9).



Slika 4.9. Niveliranje iz sredine (Zrinjski i dr. 2024).

U slučaju da nije zadovoljen glavni uvjet odnosno da vizurna os nije horizontalna u prostoru, zbog jednakih udaljenosti do mjernih letvi visinska razlika će biti ispravna jer su pogreške očitavanja letvi jednake, te se u razlici očitavanja eliminiraju (Benčić 1990). Zatim se instrument postavlja u smjeru točaka bliže jednoj točki (slika 4.10) i mjerimo očitavanja na letvama.



Slika 4.10. Niveliranje s kraja (Zrinjski i dr. 2024).

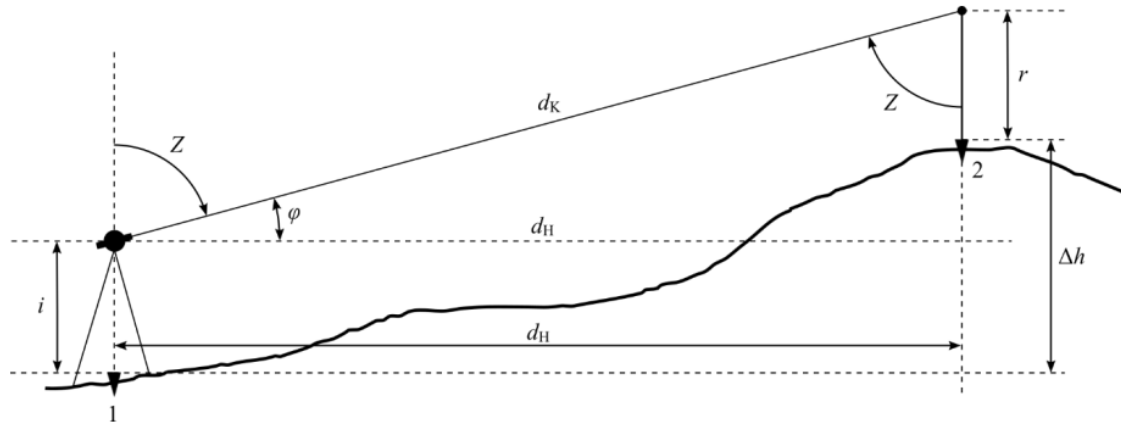
U slučaju neispravnog instrumenta visinske razlike mjerenja iz sredine i s kraja bi se znatno razlikovale. Nakon što je utvrđeno da je instrument ispravan (Tablica 1) pristupilo se mjerenjima nivelmanskog vlaka, s tim da se prilikom mjerenja vodilo računa o tome da instrument bude, što je više moguće, u sredini između dvije letve.

Tablica 1 Kontrola nivelira iz sredine i s kraja

	iz sredine	s kraja
očitanje točka A	1.363	1.3471
očitanje točka B	1.2008	1.1871
A-B	0.1622	0.1600

4.3.2. TRIGONOMETRIJSKI NIVELMAN

Trigonometrijskim nivelmanom se određuju visinske razlike mjerenjem kosih duljina i zenitnog ili elevacijskog kuta. Osim duljine i kutova potrebno je izmjeriti visinu instrumenta i visinu signala (slika 4.11.). Ova metoda, posebno dolazi do izražaja na brdovitom terenu, koji je nepovoljan za geometrijski nivelma.



Slika 4.11. Trigonometrijski nivelman (Zrinjski i dr. 2024).

Visinske razlike mogu se izračunati pomoću izraza:

$$\Delta h = d_K \cdot \cos Z + i - r \quad (3)$$

$$\Delta h = d_H \cdot \cot Z + i - r \quad (4)$$

ili

$$\Delta h = d_H \cdot \cot Z + i - r \quad (5)$$

$$\Delta h = d_K \cdot \cos Z + i - r \quad (6)$$

gdje su:

Δh – visinska razlika

d_K – kosa duljina od instrumenta do signala

d_H – horizontalna duljina

Z – zenitni kut

i – visina instrumenta

r – visina signala

5. GEODETSKA MREŽA

Prvi korak koji je napravljen, nakon odabira metode, je izrada projekta geodetske mreže na osnovu kojeg se izvršila stabilizaciju poligona. Na mjestima gdje je asfalt poligoni su se stabilizirali sa čeličnim klinovima, a za ostala područja korištene su čelično-plastične oznake. Za početne točke poligonskog vlaka uzete su postojeće GNSS točke, koje je uspostavio Gradski ureda za katastar Grada Zagreba i to točke 2754 i 2836 (Prilog 2), a ostale točke koje bi mogle biti od koristi nisu pronađene na terenu, te je pretpostavka da su kroz vrijeme uništene. GNSS točke 2754 i 2836 imaju definirane položajne koordinate u HTRS96/TM sustavu koje su kao takve i preuzete, dok su visinski određene u datumu *Trst* što je vidljivo na položajnim opisima (slika 6.1. i slika 6.2.). Kako je službeni visinski referentni sustav HVRS71 izvršena je transformacija visina koristeći program *Kora*.

5.1. POLIGONSKI VLAK

Poligonski vlak je niz međusobno povezanih poligonskih točaka u kojem su mjereni poligonski kutovi i dužine poligonskih stranica (Macarol 1961). Poligonske točke određene u poligonskom vlaku će biti osnova sa kojih će se izvršiti snimanje detalja. Za potrebe računanja poligonskog vlaka izvršila su se mjerenja na način da se na poligonskoj točki koja je stajalište, nakon centriranja i horizontiranja, izmjeri visina instrumenta, te se opažaju kutovi i dužine prema susjednim točkama u vlaku. Opažanjem se direktno mjere horizontalni kut, zenitni kut i kosa dužina, te se bilježi i visina prizme (Prilog 1).

Mjerenja su izvedena u jednom girusu, dakle u dva položaja durbina, a za konačne vrijednosti uzete su aritmetičke sredine mjerenja. Kako su mjerene kose dužine bilo je potrebno, prije računanja aritmetičke sredine, napraviti redukciju na horizontalnu dužinu. To se radi pomoću izraza:

$$Hd = \cos(90 - Vz) \cdot Sd \quad (7)$$

Gdje je:

Hd – horizontalna dužina

Vz – vertikalni zenitni kut

Sd – kosa dužina

Osim redukcije dužina sa kosih na horizontalne potrebno je izvršiti redukciju dužina u ravninu projekcije, ali kako su mjerenja relativno blizu centralnog meridijana ona nije računata, jer su vrijednosti zanemarive za ovu razinu radova i zahtijevanu točnost.

Nakon određivanja konačnih vrijednosti horizontalnih kutova računaju se poligonski kutovi (β) sa kojima se, uz konačne vrijednosti dužina, pristupa računanju poligonskog vlaka.

Poligonski vlak je obostrano priključen što znači da je priključen na početku i na kraju na točke poznate po koordinatama i to na točke 2836 i 2754. Na osnovu poznatih točaka se računaju početni i završni smjerni kut na veznim točkama.

Najveća dopuštena kutna pogreška računa se prema izrazu:

$$f\beta_{\max} [^\circ] = 20''\sqrt{n} \quad (8)$$

gdje je n broj veznih i prijelomnih kutova.

Najveća dopuštena uzdužna pogreška računa se prema izrazu:

$$\Delta f d = 0.0010\sqrt{[d]} + 0.00012[d] \quad (9)$$

gdje je $[d]$ suma dužina poligonskih stranica.

Utvrđeno je da se ne prelaze najveće dopuštene pogreške, te se pristupilo izjednačenju poligonskog vlaka (Prilog 3) čime su se dobile konačne koordinate točaka operativnog poligona.

5.2. NIVELMANSKI VLAK

Za određivanje visina poligonskih točaka koristio se geometrijski nivelman, jer je generalno točnija metoda od trigonometrijskog nivelmana. Geometrijski nivelman se općenito više koristi na ravničarskom terenu kao što je područje staza u Maksimiru, a koje je predmet projektnog zadatka. Nivelmanski vlak je obostrano zatvoren i to na repere 2836 i 2754, a visinska razlika između početnog i završnog repera se računa kao suma visinskih razlika na pojedinim stajalištima instrumenta (Macarol, 1961).

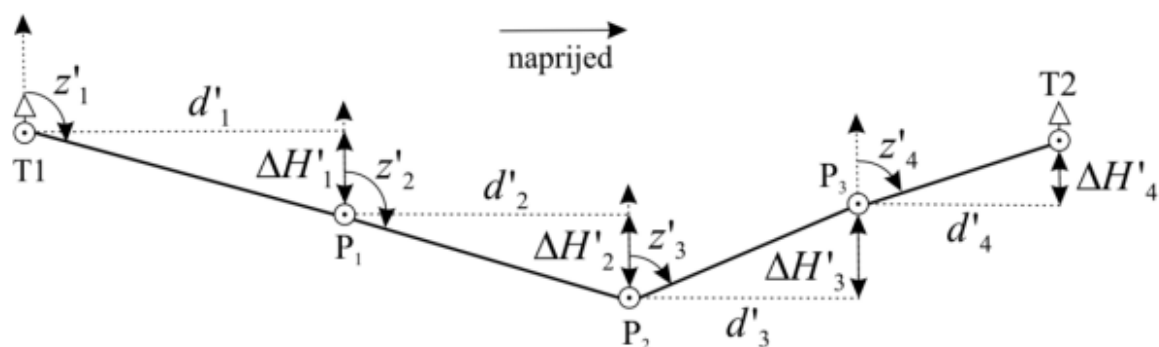
Dopušteno odstupanje u nivelmanskom vlaku priključenom na dva repera za ravničarski teren će biti:

$$fh = \pm 32 * \sqrt{D + 0.06D^2} \text{ mm} \quad (10)$$

Kada se utvrdilo da je odstupanje unutar dozvoljenog odstupanja, pristupilo se izjednačenju nivelmanskog vlaka (Prilog 4) kojim su se dobile konačne visine poligonskih točaka.

5.3. VISINSKO IZJEDNAČENJE POLIGONSKOG VLAKA

U postupku izmjere poligonskog vlaka dobiveni su i podaci za izračun visinskih razlika trigonometrijskim nivelmanom. Izmjereni su kose duljine i zenitni kutovi, kao i visine instrumenta i signala na pojedinim stajalištima točaka poligonskog vlaka. Za kraće dužine poligonskih strana (do 400m) pri određivanju visinskih razlika nije potrebno voditi računa o zakrivljenosti Zemljine površine (Džapo, 2008). Ovaj vlak je, također, obostrano priključen na repera 2836 i 2754, a visinska razlika između repera se računa kao suma visinskih razlika između točaka vlaka. Opažanjem sa točaka vlaka dobiju se dvije vrijednosti, naprijed i natrag, a visinska razlika između susjednih točaka je aritmetička vrijednost ta dva rezultata. Izjednačenjem vlaka (Prilog 5) dobile su se visine poligonskih točaka koje su služile za kontrolu, budući je geometrijski nivelman mjerjen u jednom smjeru.



Slika 5.1 Visinske razlike – smjer „naprijed“ (Rezo, 2013)

5.4. USPOREDBA VISINA I KONAČNI OPERATIVNI POLIGON

Nakon izračuna geometrijskog i trigonometrijskog nivelmana usporedili su se rezultati visina dobivenih pomoću ove dvije metode (Tablica 2) gdje se vidi da je najveće odstupanje 9mm, ali kako je geometrijski nivelman točnija metoda preuzete su njegove visine.

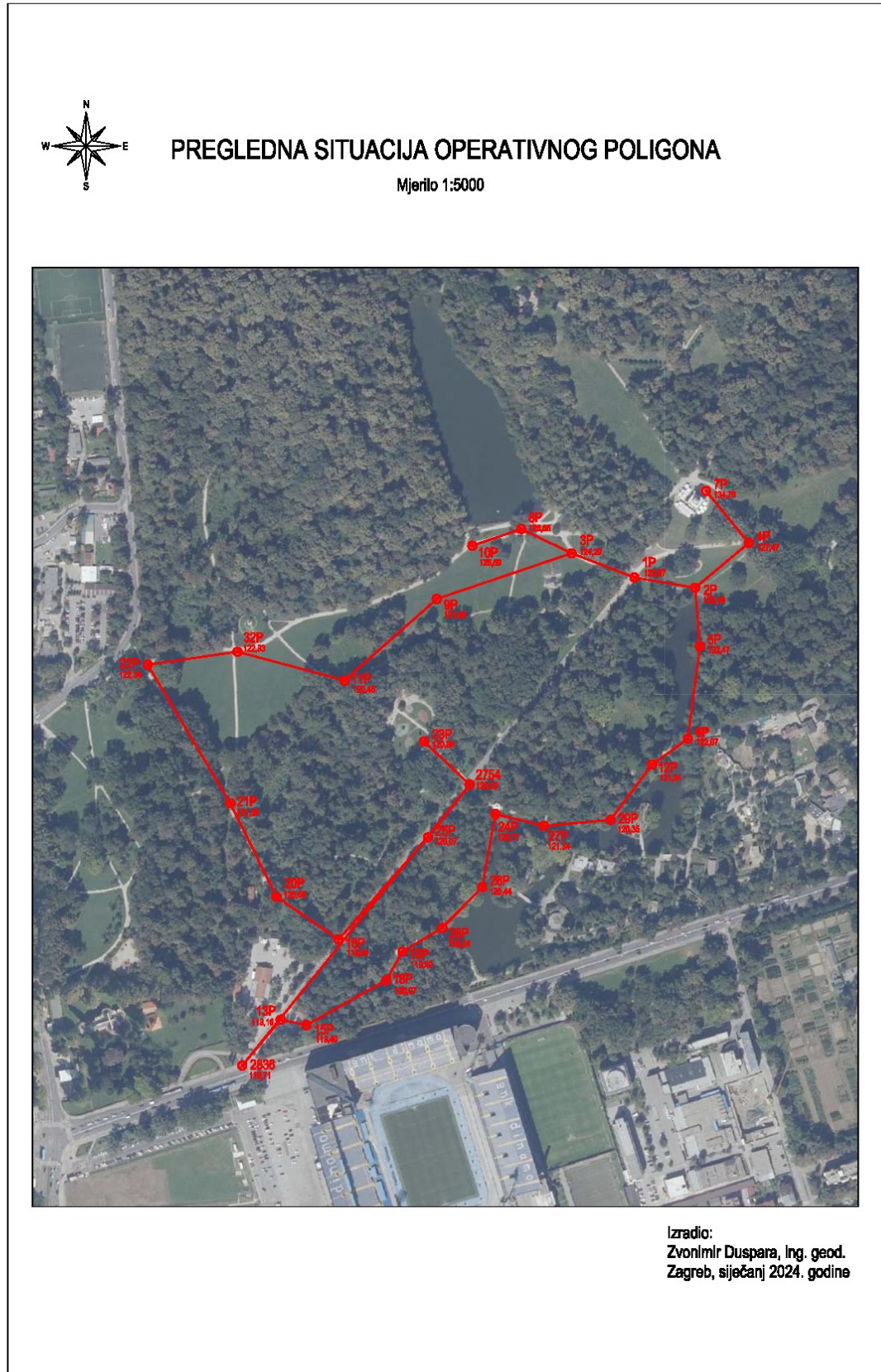
Tablica 2 Usporedba visina geometrijskog i trigonometrijskog nivelmana

geometrijski nivelman	br. Točke	trigonometrijski nivelman	geometrijski - trigonometrijski
119.164	13P	119.167	-0.003
119.399	15P	119.401	-0.002
120.076	18P	120.080	-0.004
119.800	19P	119.794	0.006
120.534	26P	120.527	0.008
120.436	28P	120.430	0.006
120.710	24P	120.702	0.008
121.332	27P	121.325	0.007
120.345	29P	120.336	0.009
121.345	12P	121.337	0.008
122.062	6P	122.067	-0.004
122.489	5P	122.490	-0.001
122.499	2P	122.500	-0.001
122.882	1P	122.884	-0.002
124.297	3P	124.290	0.007
121.625	9P	121.630	-0.005
120.476	11P	120.476	0.000
122.916	32P	122.916	-0.001
122.351	22P	122.350	0.000
121.398	21P	121.397	0.002
120.694	20P	120.697	-0.004
119.558	16P	119.557	0.001
120.091	25P	120.091	0.000

Izjednačenjem poligonskih i nivelmanskih vlakova dobile su se konačne koordinate geodetske mreže sa koje se izvršilo snimanje detalja, a koje se mogu vidjeti u tablici popis koordinata (Tablica 3). Na preglednoj situaciji (slika 5.2.) je prikazan operativni poligon.

Tablica 3 Popis koordinata

Broj točke	E koordinata HTRS96/TM (m)	N koordinata HTRS96/TM (m)	Visina HVR571 (m)
1	2	3	4
1P	462753.965	5076134.170	122.882
2P	462816.419	5076123.602	122.499
3P	462689.282	5076159.154	124.297
4P	462871.640	5076169.690	127.470
5P	462821.373	5076063.385	122.489
6P	462809.021	5075967.987	122.062
7P	462827.740	5076223.350	134.780
8P	462637.590	5076184.080	126.569
9P	462550.684	5076112.038	121.625
10P	462587.300	5076166.880	125.590
11P	462455.921	5076028.000	120.476
12P	462772.412	5075941.672	121.345
13P	462390.031	5075678.600	119.164
15P	462416.649	5075672.974	119.399
16P	462449.612	5075761.092	119.558
18P	462498.746	5075719.094	120.076
19P	462515.458	5075748.625	119.800
20P	462385.782	5075805.100	120.694
21P	462338.370	5075901.699	121.398
22P	462253.362	5076044.275	122.351
23P	462537.720	5075965.250	120.360
24P	462611.022	5075890.522	120.710
25P	462541.632	5075866.383	120.091
26P	462556.616	5075773.318	120.534
27P	462660.902	5075878.291	121.332
28P	462597.673	5075815.205	120.436
29P	462729.522	5075884.497	120.345
32P	462345.823	5076057.577	122.916
GPS2754	462584.670	5075920.680	120.090
GPS2836	462350.610	5075631.280	118.710



Slika 5.2. Pregledna situacija operativnog poligona.

6. GEODETSKA IZMJERA

Nakon uspostavljanja geodetske mreže pristupilo se izmjeri detaljnih točaka tahimetrijskom metodom, koristeći geodetsku mjernu stanicu Leica TC06. Mjerenje je trajalo 6 dana. Prilikom snimanja točaka koristilo se kodiranje što je znatno ubrzalo obradu u uredu. Program za geodetsku obradu Kora (URL 6) preko kodne liste automatski spaja detalje i ubacuje simbole. Staze su snimane po profilima, a razmak između profila je bio oko 10 m u pravcu, a oko 5 m, pa i manje, u zavojima. U dogovoru s projektantom, snimane su dodatne točke terena u profilu, oko 2m lijevo i desno od ruba staze, uzimajući u obzir konfiguraciju terena. Kod izrade ovog projekta, a samim tim i izmjere na terenu bilo je nekoliko aspekata na koje je trebalo obratiti posebnu pozornost. Jedan od najvažnijih je bilo rješavanje uspona prema Vidikovcu (slika 6.1. i slika 6.2.) i Trećem jezeru (slika 6.3. i slika 6.4.). Naime, željelo se postići da nagib ne bude veći od 5%, a osnova za to je bila geodetska snimka. Na njoj se vidi koliki je trenutni nagib i kako bi se sa minimalnom intervencijom moglo postići da osobe sa smanjenom pokretljivošću mogu samostalno sa kolicima, bez tuđe pomoći, pristupiti navedenim lokacijama.



Slika 6.1. Pristup Vidikovcu – smjer pružanja staze zapad - istok.



Slika 6.2. Pristup Vidikovcu – smjer pružanja staze jug – sjever.



Slika 6.3. Zapadni pristup Trećem jezeru.



Slika 6.4. Istočni pristup Trećem jezeru.

Slijedeće na što se morala obratiti pozornost su fizičke prepreke na terenu, kao što je primjerice beton oko pumpe za vodu (slika 6.5.) ili šahte na terenu koji otežavaju pristup odnosno predstavljaju prepreke. Slično je bilo i sa mostovima koji su uglavnom uzdignuti u odnosu na stazu (slika 6.6.), a jedan most je bio posebno problematičan, jer je zaštićen, a predstavlja problem kako osobama sa smanjenom pokretljivošću, tako i slabovidnim osobama. Most je izveden u kombinaciji rampe, koja ima veliki uspon, i stepenica (slika 6.7.), a na slici 6.8. se lijepo vidi i zašto je dobio ime *Čipkasti most*.



Slika 6.5 Otežani pristup pumpi za vodu



Slika 6.6 Otežani pristup na mostu



Slika 6.7 „Čipkasti“ most



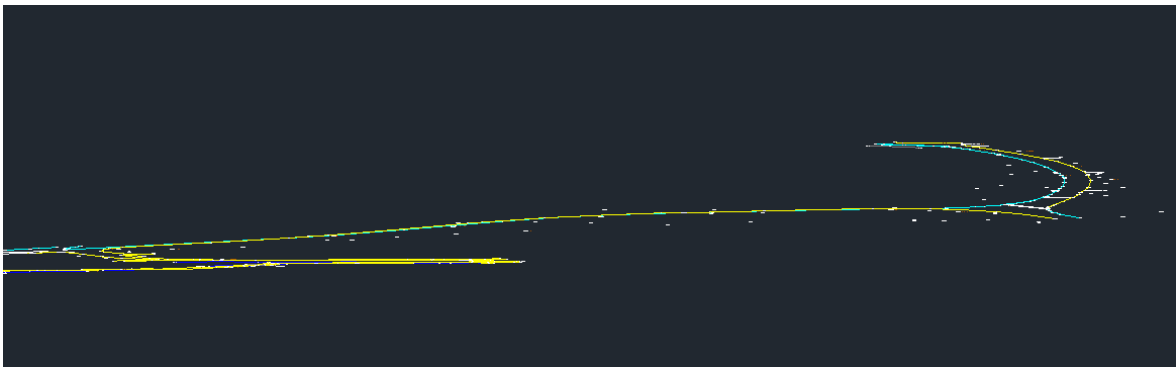
Slika 6.8 "Čipkasti" most

Slijedeći zadatak u ovom projektu bio je i odabir nove podloge za postojeće staze. Naime, postojeća podloga na nekim mjestima predstavlja problem prilikom kretanja osoba u kolicima jer je nekompaktna i kotači propadaju u debeli sloj šljunka. To je posebno izraženo u dijelu koji je zadnji obnovljen prilikom izgradnje pristaništa na Prvom jezeru (slika 6.9). Tamo se nalazi debeli sloj šljunka sa kojim problema imaju i biciklisti, a ne samo osobe u kolicima. Ideja je da se napravi smjesa koja izgleda kao postojeća staza, ali će biti kompaktna, uz uvjet da bude vodopropusna. Jedan od razloga geodetske izmjere staza je i zbog izračuna količina, u slučaju implementacije nekog od rješenja, gdje se na snimci lako mogu izračunati površine zahvata.



Slika 6.9. Staza kod pristaništa na Prvom jezeru

Nakon svih ovih detalja, na koje se morala obratiti posebna pažnja kod snimanja i nakon obrade u uredu, dobila se geodetska situacija koja je pripremljena posebno u 3D (slika 6.10.), a dodatno je sve spušteno u ravninu da bi se dobio i 2D prikaz (slika 6.11.). Na temelju tih podloga moglo se pristupiti izradi idejnog i izvedbenog projekta.

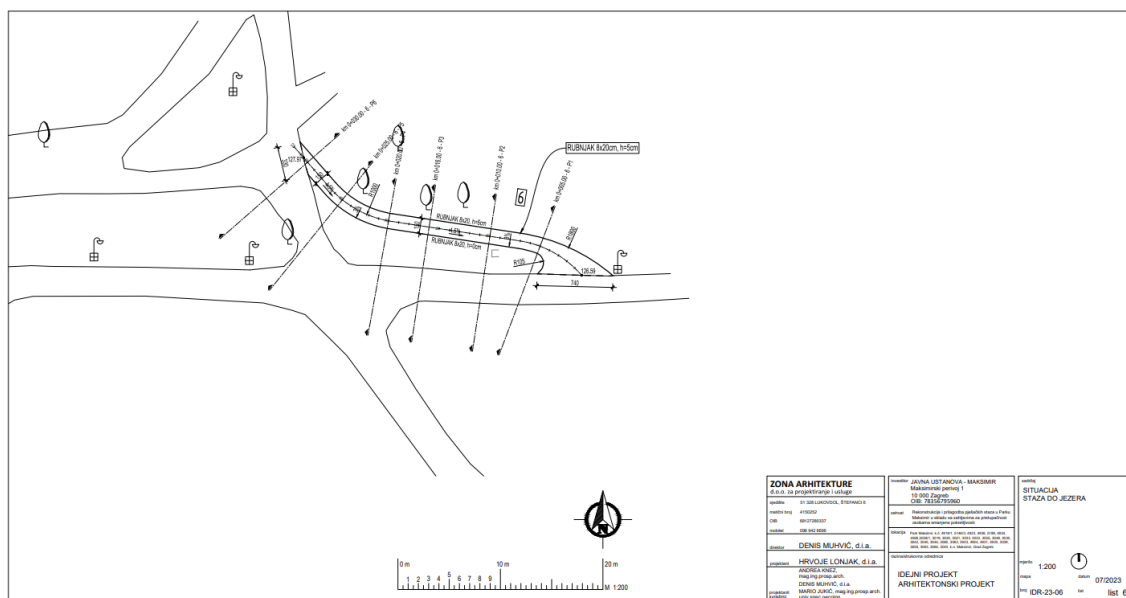


Slika 6.10. Detalj uspona prema Vidikovcu u 3D.



Slika 6.11. Geodetska podloga za projektiranje u 2D.

Vezivo je 100% prirodnog podrijetla, a kameni agregat je u skladu sa profilom za staze i ostalim površinama od kamenog drobljenca u parku.



Slika 7.2. Situacija nove staze za pristup Trećem jezeru.

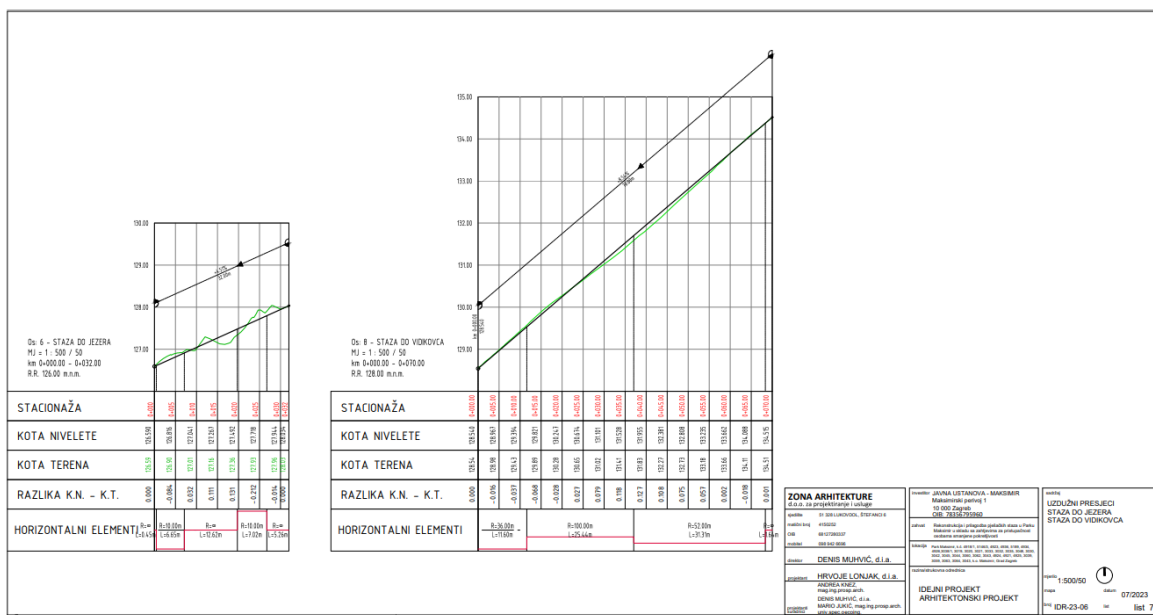


Slika 7.3. Primjer obloge od Stabilizer 2000.

Na lokaciji br. 7, koja je dio uspona na Vidikovac sa južne strane, je predviđen popravak prijelaza sa sipine na popločenje, dok je na lokaciji br. 8 uz popravak prijelaza sa sipine na popločenje predviđena i obnova kanalice. Na lokaciji br. 9, koja je istočni uspon prema Vidikovcu (slika 7.4.), će se popraviti staza u cijelosti kao monolitno izvedeni kulir od lijevanog betona tipa Coolir Basic (slika 7.5.) zbog velikog nagiba i prevelikog ispiranja

Lokacija br. 10 je na vrhu uspona do Vidikovca gdje je predviđen popravak obloge za pristup slavini za vodu. Lokacija br. 11 je dio staze od asfalta podno Vidikovca do Drugog jezera gdje je predviđen popravak podloge nabijenim tucanikom. Na lokaciji br. 12, koja je uz Drugo jezero, predviđen je popravak staze od klupice do mostića i popravak prijelaza na mostić sa dodavanjem betonskog podzida. Lokacija br. 13 zahtijeva popravak prijelaza s druge strane tog mostića također sa dodavanjem betonskog podzida. Na lokaciji br. 14, koja je isto uz Drugo jezero, predviđen je popravak podloge nabijenim tucanikom. Lokacije br. 15. i br. 16 su na Čipkastom mostu, na njima će se popraviti prijelaz na most s dodatnim čeličnim limom debljine 3 mm i podlogom Stabilizer 2000. Na lokaciji br. 17 popravljaju se staza između dvije klupe. Na lokaciji br. 18 se popravljaju staza oko revizionog okna i ulaza na plato suvenirnice i prodaje karata kod ulaza u zoološki vrt. Lokacija br. 19 ide od prvog jezera do aleje i tu je predviđen popravak staze u cijelosti s tim da je predviđen popravak spoja na aleju sa Stabilizerom 2000, a to je lokacija br. 24. Uz prvo jezero kod pristaništa je predviđen popravak staze sa proširenjem i to je lokacija br. 20. Na lokaciji br. 21 je popravak prijelaza mosta sa Stabilizerom 2000. Lokacija br. 22 uz Prvo jezero predviđa stabilizaciju staze. Lokacija br. 23 je južni ulaz u park kod stadiona i tu se stabilizira staza i popravljaju prijelaz na most uz Stabilizer 2000. Lokacija br. 25 je popravak prijelaza na most sa Stabilizerom 2000 kod ulaza na dječje igralište.

Na osnovu geodetskog snimka postavljena je trasa za novu stazu za pristup Trećem jezera, te su izrađeni uzdužni (slika 7.6.) i poprečni presjeci (slika 7.7.)



Slika 7.6. Uzdužni presjeci za novu stazu do Trećeg jezera i stazu do Vidikovca.



Slika 7.9. Postojeći putokazi u parku.



Slika 7.10. Oznake prema Pravilniku.

Oznake su upečatljive plave boje s bijelim i uočljive su iz daljine, a predstavljaju:

- OZP-1.1 Oznaka pristupačnosti osoba u invalidskim kolicima
- OZP-1.8 Oznaka pristupačne rampe
- OZP-1.14 Oznaka pristupačnog WC-a
- OZP-1.16 Oznaka pristupačne kavane i restorana

Isto tako predlaže se postavljanje oznaka koje nisu prema Pravilniku o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (NN 78/13) za pristupačnost osoba u invalidskim kolicima samo uz pratnju, te su prikazani primjeri mogućeg označavanja (slika 7.11.)



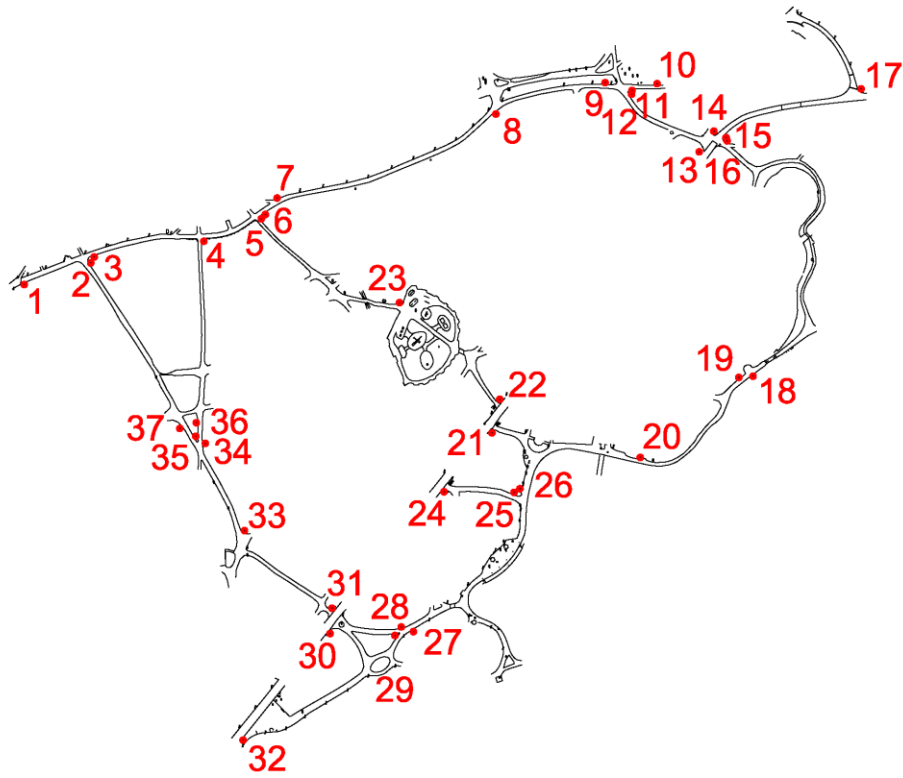
Slika 7.11. Primjer mogućeg označavanja na putokazima

Na putokazima je potrebno još označiti i udaljenosti, kako bi osobe s poteškoćama u kretanju mogle točno znati koliko je do odredišta, radi lakšeg snalaženja i radi procjene o zahtjevnosti staze kojom se kreću. U nastavku je dan popis koordinata (Tablica 4) lokacija novih putokaza za iskolčenje, a isto je vidljivo i na preglednoj skici (slika 32).

Tablica 4. Popis koordinata lokacija novih putokaza

Broj točke	E koordinata HTRS96/TM (m)	N koordinata HTRS96/TM (m)
1	462202.65	5076022.66
2	462255.71	5076039.86
3	462258.47	5076044.64
4	462345.89	5076057.04
5	462391.61	5076074.92
6	462394.87	5076078.47
7	462404.33	5076091.57
8	462578.61	5076158.63
9	462665.74	5076183.61
10	462707.07	5076182.62
11	462687.11	5076177.37
12	462686.74	5076174.39
13	462740.62	5076128.37
14	462752.34	5076144.95
15	462762.11	5076139.92
16	462762.86	5076137.27

Broj točke	E koordinata HTRS96/TM (m)	N koordinata HTRS96/TM (m)
17	462869.69	5076178.57
18	462783.51	5075949.64
19	462772.14	5075948.50
20	462693.69	5075884.85
21	462575.55	5075904.41
22	462581.64	5075931.10
23	462501.71	5076008.15
24	462537.21	5075857.44
25	462593.09	5075856.90
26	462597.87	5075859.85
27	462512.87	5075745.91
28	462503.14	5075749.52
29	462498.23	5075742.84
30	462446.39	5075744.47
31	462447.98	5075764.70
32	462377.13	5075659.49
33	462378.17	5075826.43
34	462347.02	5075896.00
35	462339.33	5075901.64
36	462339.87	5075912.45
37	462326.65	5075907.98



Slika 7.12. Pregledna skica pozicije novih znakova.

8. ZAKLJUČAK

Projekt opisan u ovom radu usmjeren je na prilagodbu i uređenje pješačkih staza u parku Maksimir kako bi bile pristupačne osobama smanjene pokretljivosti, uz integraciju parkovne signalizacije. Ključna komponenta ovog projekta bila je geodetska izmjera, na temelju koje su napravljene precizne geodetske podloge, koja su bile neophodne za ispravno planiranje i prilagodbu staza. U procesu geodetske izmjere korištene su različite metode i instrumenti, uključujući GNSS RTK metodu, tahimetriju i nivelman, uz upotrebu specijalizirane opreme poput GNSS uređaja Trimble R8, mjerne stanice Leica TS06 i digitalnog nivelira Leica Sprinter 150M. Projekt također uključuje detaljnu analizu i prilagodbu određenih dijelova staza, posebice onih koje vode do ključnih lokacija poput Vidikovca i Trećeg jezera, kako bi se osigurao pristup osobama u kolicima. Pritom se uzimaju u obzir i specifični zahvati na postojećim stazama kako bi se povećala njihova prohodnost i sigurnost. Dodatni aspekt projekta je osiguravanje zaštite kulturnog i prirodnog nasljeđa parka Maksimir, koji ima status spomenika parkovne arhitekture i kulturnog dobra. Ovaj aspekt zahtijevao je pažljivo planiranje kako bi se osiguralo da zahvati ne narušavaju postojeće vrijednosti parka. Sve u svemu, ovaj rad detaljno predstavlja složen zadatak prilagodbe staza u parku Maksimir, s ciljem povećanja dostupnosti za osobe smanjene pokretljivosti, uz istovremeno očuvanje njegovih prirodnih i kulturnih vrijednosti.

LITERATURA

- Barković, Đ., Zrinjski, M. (2020): Terenska mjerenja, sveučilišni priručnik, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Benčić, D. (1990): Geodetski instrumenti, Školska knjiga, Zagreb.
- Državna geodetska uprava (2009): Pravilnik o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova, Državna geodetska uprava, Zagreb.
- Džapo, M. (2008): Skripta iz kolegija Izmjera zemljišta, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba (2023): Projektni zadatak, Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima Grada Zagreba.
- Lasić, Z. (2007): Geodetski instrumenti, predavanja, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Macarol, S. (1961): Praktična geodezija, Tehnička knjiga Zagreb, Zagreb.
- Narodne novine (2013): Zakonom o zaštiti prirode, Narodne novine br. 80, Zagreb.
- Narodne novine (1999): Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara, Narodne novine br. 69, Zagreb.
- Narodne novine (2013): Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti, Narodne novine br. 78, Zagreb.
- Rezo, M. (2013): Ravninska geodezija, zbirka zadataka, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Zrinjski, M., Redovniković, L., Tupek, A., Špoljar, K., Družević, L., Jagetić, J. (2024): Izmjera zemljišta, interna skripta za vježbe, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Mrežne adrese

URL 1: Oss uredjena zemlja

<https://oss.uredjenazemlja.hr/private/login?returnUrl=%2Fprivate>

02. 09. 2023.

URL 2: Digitalni ortofoto 2022. - WMS servis za registrirane korisnike

https://geoportal.dgu.hr/services/auth/inspire/orthophoto_2022/wms?authKey=8d4be467-bc0b-4ba1-b316-0f9a0ad6b816

02. 09. 2023.

URL 3: DGU - DOF

<https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/sluzbene-drzavne-karte-i-ostale-karte/digitalna-ortofotokarta/174>

14. 01. 2024.

URL 4: CROPOS

<https://www.cropos.hr/o-sustavu/koncept-umrezenih-referentnih-stanica>

(24. 6. 2024.).

URL 5: Geoskola: Z. Šimić, Tahimetrija

https://www.geoskola.hr/~gsurina/TAHIMETRIJA_2015_16.pdf

(25. 6. 2024.).

URL 6: Kora – geodetski software s CAD-om

<http://www.kos.htnet.hr/#/>

(26. 6. 2024.).

POPIS SLIKA

SLIKA 2.1. DEDEK – NAJSTARIJE DRVO U PARKU MAKSIMIR	3
SLIKA 2.2. KARTA PARKA MAKSIMIR S OZNAČENIM STAZAMA KOJE SU PREDMET PROJEKTA.....	4
SLIKA 3.1. PREUZETI DKP.	6
SLIKA 3.2. POTVRDA O PREUZETIM PODACIMA SA OSS-A.	7
SLIKA 3.3. PREUZETI DOF.	8
SLIKA 4.1. GNSS TRIMBLE R8 SA KONTROLEROM TSC2.....	9
SLIKA 4.2. TOTALNA STANICA LEICA TS06 I MINI PRIZMA.....	10
SLIKA 4.3. DIGITALNI NIVELIR LEICA SPRINTER 150M SA ALUMINIJSKOM BARKOD LETVOM.....	10
SLIKA 4.4. PRINCIP RADA CROPOS SUSTAVA (URL 4).	11
SLIKA 4.5. MJERENJE KUTOVA I DUŽINA - TAHIMETRIJA (URL 5).	12
SLIKA 4.6. TAHIMETRIJSKA METODA (ZRINJSKI I DR. 2024).....	13
SLIKA 4.7. ODREĐIVANJE VISINA DETALJNIH TOČAKA (ZRINJSKI I DR. 2024).	14
SLIKA 4.8. POGREŠKA USLIJED ZAKRIVLJENOSTI ZEMLJE (DŽAPO 2008).	15
SLIKA 4.9. NIVELIRANJE IZ SREDINE (ZRINJSKI I DR. 2024).....	16
SLIKA 4.10. NIVELIRANJE S KRAJA (ZRINJSKI I DR. 2024).	16
SLIKA 4.11. TRIGONOMETRIJSKI NIVELMAN (ZRINJSKI I DR. 2024).	17
SLIKA 5.1 VISINSKE RAZLIKE – SMJER „NAPRIJED“ (REZO, 2013).....	20
SLIKA 5.2. PREGLEDNA SITUACIJA OPERATIVNOG POLIGONA.	23
SLIKA 6.1. PRISTUP VIDIKOVCU – SMJER PRUŽANJA STAZE ZAPAD - ISTOK.	24
SLIKA 6.2. PRISTUP VIDIKOVCU – SMJER PRUŽANJA STAZE JUG – SJEVER.	25
SLIKA 6.3. ZAPADNI PRISTUP TREĆEM JEZERU.	25
SLIKA 6.4. ISTOČNI PRISTUP TREĆEM JEZERU.....	26
SLIKA 6.5 OTEŽANI PRISTUP PUMPI ZA VODU.....	27
SLIKA 6.6 OTEŽANI PRISTUP NA MOSTU	27
SLIKA 6.7 „ČIPKASTI“ MOST	28
SLIKA 6.8 "ČIPKASTI“ MOST	28
SLIKA 6.9. STAZA KOD PRISTANIŠTA NA PRVOM JEZERU	29
SLIKA 6.10. DETALJ USPONA PREMA VIDIKOVCU U 3D.	29
SLIKA 6.11. GEODETSKA PODLOGA ZA PROJEKTIRANJE U 2D.	30
SLIKA 7.1. PLAN UREĐENJA NA DOF-U	31
SLIKA 7.2. SITUACIJA NOVE STAZE ZA PRISTUP TREĆEM JEZERU.	32
SLIKA 7.3. PRIMJER OBLOGE OD STABILIZER 2000.	32
SLIKA 7.4. SITUACIJA STAZE DO VIDIKOVCA.	33
SLIKA 7.5. PRIMJER OBLOGE OD KULIR LIJEVANOG BETONA – COOLIR BASIC.....	33
SLIKA 7.6. UZDUŽNI PRESJECI ZA NOVU STAZU DO TREĆEG JEZERA I STAZU DO VIDIKOVCA.	34
SLIKA 7.7. POPREČNI PRESJECI ZA NOVU STAZU DO TREĆEG JEZERA I STAZU DO VIDIKOVCA.	35

SLIKA 7.8. OZNAKE ZNAMENITOSTI U PARKU MAKSIMIR KOJE SE KORISTE NA POSTOJEĆIM SLUŽBENIM PUTOKAZIMA.	35
SLIKA 7.9. POSTOJEĆI PUTOKAZI U PARKU.	36
SLIKA 7.10. OZNAKE PREMA PRAVILNIKU.....	36
SLIKA 7.11. PRIMJER MOGUĆEG OZNAČAVANJA NA PUTOKAZIMA.....	37
SLIKA 7.12. PREGLEDNA SKICA POZICIJE NOVIH ZNAKOVA.	39

POPIS TABLICA

TABLICA 1 KONTROLA NIVELIRA IZ SREDINE I S KRAJA.....	16
TABLICA 2 USPOREDBA VISINA GEOMETRIJSKOG I TRIGONOMETRIJSKOG NIVELMANA	21
TABLICA 3 POPIS KOORDINATA	22
TABLICA 4. POPIS KOORDINATA LOKACIJA NOVIH PUTOKAZA	37

PRILOZI

Popis priloga:

Prilog 1. Mjerenja

Prilog 2. Položajci

Prilog 3. Poligonski vlak

Prilog 4. Nivelmanski vlak

Prilog 5. Visinsko izjednačenje poligonskog vlaka

Prilog 1. Mjerenja

STN_ID GPS2836
INST_HT 2.003

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
GPS2754	38.96131	89.89753	372.244	1.3
GPS2754	218.96381	270.09900	372.249	1.3
13P	39.79039	90.23247	61.585	1.3
13P	219.79458	269.77000	61.581	1.3

STN_ID 13P
INST_HT 1.676

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
GPS2836	219.79919	90.77586	61.598	1.3
GPS2836	39.79858	269.22514	61.598	1.3
15P	101.93931	90.30294	27.208	1.3
15P	281.93961	269.69772	27.205	1.3

STN_ID 15P
INST_HT 1.657

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
13P	281.91673	91.24310	27.209	1.3
13P	101.91422	91.24685	27.209	1.3
18P	60.65305	89.80865	94.161	1.3
18P	240.65578	89.80568	94.161	1.3

STN_ID 18P
INST_HT 1.659

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
15P	240.65331	90.63398	94.167	1.3
15P	60.65619	90.63125	94.167	1.3
19P	29.48589	91.09151	33.936	1.3
19P	209.48933	91.09415	33.936	1.3

STN_ID 19P
INST_HT 1.541

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
18P	209.48603	89.92472	33.933	1.3
18P	29.48889	270.07453	33.931	1.3
26P	59.02006	90.83314	47.999	0.1
26P	239.01872	269.16806	47.999	0.1

STN_ID 26P
INST_HT 1.247

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
19P	239.05378	92.22464	48.032	0.1
19P	59.05372	267.76942	48.031	0.1
28P	44.44358	90.04231	58.655	1.3
28P	224.44267	269.95600	58.657	1.3

STN_ID 28P
INST_HT 1.578

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
26P	224.44369	90.17556	58.648	1.3
26P	44.44603	269.82347	58.647	1.3
24P	10.06953	90.00631	76.489	1.3
24P	190.06886	269.99464	76.485	1.3

STN_ID 24P
INST_HT 1.568

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
28P	190.07042	90.40250	76.498	1.3
28P	10.07058	269.59522	76.493	1.3
27P	103.79958	89.60453	51.356	1.3
27P	283.80289	270.39250	51.352	1.3

STN_ID 27P
INST_HT 1.652

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
24P	283.79933	91.08875	51.369	1.3
24P	103.80253	268.91581	51.365	1.3
29P	84.85669	92.10578	68.943	0.1
29P	264.85475	267.88506	68.941	0.1

STN_ID 29P
INST_HT 1.603

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
27P	264.85389	90.42414	68.900	0.1
27P	84.85419	269.57478	68.899	0.1
12P	36.89539	89.44106	71.470	1.3
12P	216.89500	270.55608	71.474	1.3

STN_ID 12P
INST_HT 1.598

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
29P	216.89494	91.04058	71.491	1.3
29P	36.89989	268.95867	71.484	1.3
6P	54.31569	89.45283	45.084	1.3
6P	234.31553	270.54611	45.085	1.3

STN_ID 6P
INST_HT 1.632

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
12P	234.32843	91.34612	45.098	1.3
12P	54.33068	91.34882	45.098	1.3
5P	7.41309	89.94984	96.192	1.3
5P	187.41669	89.95249	96.192	1.3

STN_ID 5P
INST_HT 1.659

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
6P	187.41764	90.46897	96.199	1.3
6P	7.41681	269.53011	96.200	1.3
2P	355.33492	90.33078	60.418	1.3
2P	175.33875	269.66358	60.416	1.3

STN_ID 2P
INST_HT 1.651

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
5P	175.29061	90.34244	60.425	1.3
5P	355.29175	269.65564	60.428	1.3
1P	279.60081	89.97114	63.346	1.3
1P	99.60328	270.02661	63.345	1.3

STN_ID 1P
INST_HT 1.672

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
2P	99.63261	90.68047	63.347	1.3
2P	279.63983	269.31417	63.349	1.3
3P	291.15236	89.15244	69.344	1.3
3P	111.15092	270.84397	69.342	1.3

STN_ID 3P
INST_HT 1.597

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
1P	111.12821	91.41191	69.374	1.3
1P	291.13290	91.41487	69.374	1.3
9P	251.23639	91.16104	146.425	1.3
9P	71.24066	91.15857	146.425	1.3

STN_ID 9P
INST_HT 1.596

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
3P	71.23366	89.07398	146.415	1.3
3P	251.23757	89.07685	146.415	1.3
11P	228.44732	90.66180	126.669	1.3
11P	48.44363	90.66426	126.669	1.3

STN_ID 11P
INST_HT 1.645

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
9P	48.43022	89.63839	126.666	1.3
9P	228.43261	270.36089	126.669	1.3
32P	285.03228	88.94953	114.027	1.3
32P	105.03489	271.04961	114.027	1.3

STN_ID 32P
INST_HT 1.657

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
11P	105.02242	91.40553	114.040	1.3
11P	285.02514	268.59292	114.041	1.3
22P	261.80086	90.56650	93.423	1.3
22P	81.80269	269.43308	93.428	1.3

STN_ID 22P
INST_HT 1.633

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
32P	81.79231	89.85600	93.416	1.3
32P	261.80022	270.14469	93.416	1.3
21P	149.17967	90.44589	165.988	1.3
21P	329.18281	269.55453	165.999	1.3

STN_ID 21P
INST_HT 1.604

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
22P	329.18086	89.77475	165.995	1.3
22P	149.18169	270.22425	165.993	1.3
20P	153.84283	90.53635	107.612	1.3
20P	333.84573	90.53877	107.612	1.3

STN_ID 20P
INST_HT 1.635

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
21P	333.84514	89.80869	107.602	1.3
21P	153.84219	89.80498	107.602	1.3
16P	124.56869	91.09352	77.546	1.3
16P	304.57142	91.09620	77.546	1.3

STN_ID 16P
INST_HT 1.664

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
P20	304.57503	89.42858	77.525	1.3
P20	124.57458	270.56947	77.530	1.3
P25	41.13900	89.93267	139.826	1.3
P25	221.13953	270.06586	139.837	1.3

STN_ID 25P
INST_HT 1.633

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
16P	221.17358	90.35406	139.830	1.3
16P	41.17419	269.64278	139.836	1.3
GPS2754	38.42589	90.27744	69.287	1.3
GPS2754	218.42311	269.71967	69.282	1.3

STN_ID GPS2754
INST_HT 1.911

TgtID	Hz	Vz	Sdist	RefHt
25P	218.40581	90.50561	69.288	1.3
25P	38.40686	269.49439	69.281	1.3
GPS2836	218.97144	90.29400	372.247	1.3
GPS2836	38.97389	269.70486	372.245	1.3

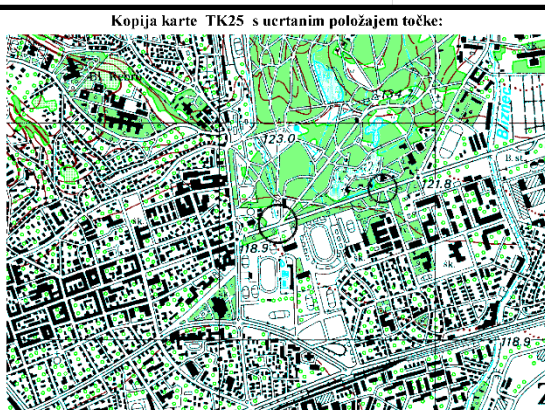
Prilog 2. Položajci



REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA KATASTAR I
GEODETSKE POSLOVE

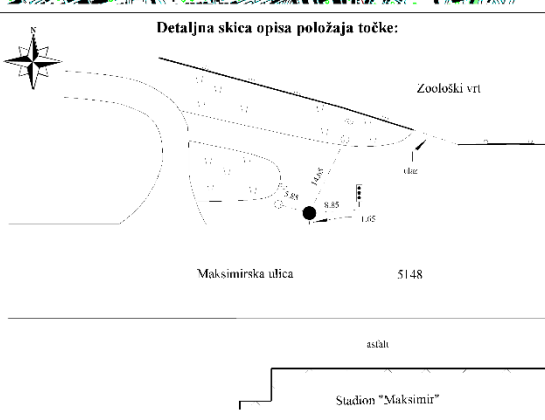
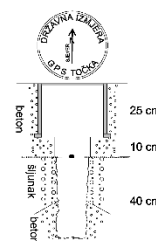
PODACI O GEODETSKOJ TOČKI

Broj, ime točke: 2836 ZG 36	TK 1 : 25 000 Zagreb (istok) 321-1-3	Naselje: Zagreb	Red: GPS mreže gradova
Trig, kotar: ZAGREB	HOK 1 : 5000	Vrsta točke: GPS točka	Identifikacijski broj:
Područni ured : -	Zagreb		
Kat. općina: Maksimir, 335339	5122-36		



Tip stabilizacije:
Betonski stup dimenzija 15x15x40 cm s prokrom
reperom, u zaštitnom šahtu

Način stabilizacije:



Način signalizacije / Fotografija točke:

ITRS96/ETRS'89		ITRF		KOORDINATE U RAVNINI PROJEKCIJE					
elipsoid GRS80		ITRF:		Gauss-Krügerova projekcija (elipsoid Bessel)		ITRS96/TM96			
Epoha:		Epoha:		y = 5579281.74		E = 462350.61			
$\varphi = 45^{\circ} 49' 10.24163''$		$\varphi = 45^{\circ} 49' 10.24766''$		x = 5075534.94		N = 5075631.28			
$\lambda = 16^{\circ} 00' 55.78349''$		$\lambda = 16^{\circ} 00' 55.79088''$		Nadmorska visina (Trst):		Visina terena HVRS71:			
h = 164.26		h = 164.26		H trig = 118.89	H geom. =	H =			
Stabilizirao: Geoprojekt d.o.o. Zagreb						Dana: 1.10.1997			
Primjedba: vizurne točke 2805 određene nove koordinate u studenom 2002.									
Pristup:									
Revizija:	Pronadana	Oštećena	Uništena	GPS pogodna	Mog. obn.	Obnovljena	Ocjena	Službenik	Datum



REPUBLIKA HRVATSKA
GRAD ZAGREB
GRADSKI URED ZA KATASTAR I
GEODETSKE POSLOVE

PODACI O GEODETSKOJ TOČKI

Broj, ime točke: 2754 ZG 36	TK 1 : 25 000 Zagreb (istok) 321-1-3	Naselje: Zagreb	Red: GPS mreže gradova
Trig. kotar: ZAGREB	HOK 1 : 5000 Zagreb 5122-36	Vrsta točke: GPS točka	Identifikacijski broj: 1043244
Područni ured : -			
Kat. općina: Maksimir, 335339			

Kopija karte TK25 s ucrtanim položajem točke:

Tip stabilizacije:
 Betonski stup dimenzija 15x15x40 cm s prokrom reprecrom, u zaštitnom šahtu

Način stabilizacije:

Detaljna skica opisa položaja točke:

Način signalizacije / Fotografija točke:

HTRS96/ETRS'89		ITRF		KOORDINATE U RAVNINI PROJEKCIJE					
elipsoid GRS80		ITRF: ITRF1996		Gauss-Krügerova projekcija (elipsoid Bessel)		HTRS96/TM96			
Epoha: 1997.8		Epoha: 1997.8							
$\varphi = 45^{\circ} 49' 19.66160''$	$\varphi = 45^{\circ} 49' 19.66763''$			y = 5579510.33	E = 462584.67				
$\lambda = 16^{\circ} 01' 06.54558''$	$\lambda = 16^{\circ} 01' 06.55297''$			x = 5075828.71	N = 5075920.68				
				Nadmorska visina (Trst):		Visina terena HVRS71:			
h = 165.66	h = 165.66			H trig = 120.27	H geom. =	H =			
Stabilizirao: Geoprojekt d.o.o. Zagreb						Dana: 1.10.1997			
Primjedba: vizurne točke 2694									
Pristup:									
Revizija:	Pronadena	Oštećena	Uništena	GPS pogodna	Mog. obn.	Obnovljena	Ocjena	Službenik	Datum

Prilog 3. Poligonski vlak

Br. točke	HZ [°]	v [°]	D [m]	dY [m]	dX [m]	Y [m]	X [m]
	fβ [°]		suma D [m]	fdy [m]	fdx [m]	dY' [m]	dX' [m]
	fβmax. [°]			fd [m]	fdmax. [m]		
GPS2754	218.965128						
GPS2836	0.829931			0.003	0.000	462350.610	5075631.280
	-0.000712	39.794346	61.587	39.418	47.320	39.421	47.320
13P	242.140569			0.001	0.000	462390.031	5075678.600
	-0.000712	101.934203	27.204	26.616	-5.626	26.618	-5.626
15P	138.738944			0.005	0.000	462416.649	5075672.974
	-0.000712	60.672435	94.161	82.093	46.120	82.097	46.120
18P	148.832861			0.002	0.000	462498.746	5075719.094
	-0.000712	29.504584	33.931	16.711	29.530	16.712	29.530
19P	209.531931			0.002	0.000	462515.458	5075748.625
	-0.000712	59.035803	47.994	41.155	24.693	41.157	24.693
26P	165.389375			0.003	0.000	462556.616	5075773.318
	-0.000712	44.424465	58.651	41.054	41.887	41.057	41.887
28P	145.624333			0.004	0.000	462597.673	5075815.205
	-0.000712	10.048087	76.490	13.346	75.317	13.349	75.317
24P	273.730736			0.003	0.000	462611.022	5075890.522
	-0.000712	103.778110	51.355	49.877	-12.231	49.880	-12.231
27P	161.054792			0.003	0.000	462660.902	5075878.291
	-0.000712	84.832190	68.896	68.616	6.206	68.620	6.206
29P	132.041153			0.004	0.000	462729.522	5075884.497
	-0.000712	36.872630	71.472	42.886	57.176	42.890	57.176
12P	197.418194			0.002	0.000	462772.412	5075941.672
	-0.000712	54.290113	45.084	36.607	26.315	36.610	26.315
6P	133.085333			0.005	0.000	462809.021	5075967.987
	-0.000712	7.374734	96.194	12.347	95.398	12.352	95.398
5P	167.919611			0.003	0.000	462821.373	5076063.385
	-0.000712	355.293633	60.421	-4.957	60.217	-4.954	60.217
2P	104.310861			0.003	0.000	462816.419	5076123.602
	-0.000712	279.603782	63.344	-62.457	10.568	-62.453	10.568
1P	191.515417			0.004	0.000	462753.965	5076134.170
	-0.000712	291.118486	69.344	-64.687	24.984	-64.683	24.984
3P	140.107972			0.007	0.000	462689.282	5076159.154
	-0.000712	251.225746	146.395	138.606	-47.116	-138.599	-47.116
9P	157.209861			0.006	0.000	462550.684	5076112.038
	-0.000712	228.434895	126.663	-94.769	-84.037	-94.763	-84.037
11P	236.602167			0.006	0.000	462455.921	5076028.000

	-0.000712	285.036349	114.007	110.103	29.577	-110.098	29.577
32P	156.778000			0.005	0.000	462345.823	5076057.577
	-0.000712	261.813637	93.418	-92.466	-13.302	-92.461	-13.302
22P	67.384972			0.008	0.000	462253.362	5076044.275
	-0.000712	149.197897	165.990	84.999	142.576	85.008	-142.576
21P	184.663000			0.005	0.000	462338.370	5075901.699
	-0.000712	153.860185	107.605	47.407	-96.599	47.412	-96.599
20P	150.726389			0.004	0.000	462385.782	5075805.100
	-0.000712	124.585862	77.528	63.827	-44.008	63.831	-44.008
16P	96.564458			0.007	0.000	462449.612	5075761.092
	-0.000712	41.149608	139.831	92.013	105.292	92.020	105.292
25P	177.250611			0.004	0.000	462541.632	5075866.383
	-0.000712	38.399507	69.283	43.034	54.297	43.038	54.297
GPS2754	0.566333					462584.670	5075920.680
		38.965128					
GPS2836	3998.9829			234.060	289.400	234.060	289.400
			1966.849				
SUM β [°]	3998.9658					0	0
v(GPS2836-GPS2754)[°]	38.965128	38.982933					
				fy=	0.099	fx=	-0.004
f β [°]=	0.000000				fd=	0.100	
	-0.017806	-0.000712					
f β max [°]=	0.0277778				Δ fd=	0.310	

Prilog 4. Nivelmanski vlak

Br. Točke	I1	Dh	D.d.	popravak	H-n
	I2	nap.			H-n
	[m]	[h' n]	[km]	[m]	[m]
2836	1.6531				118.710
13P	1.1991	0.454	0.062	0.000	119.164
13P	1.5434				
15P	1.3090	0.234	0.027	0.000	119.399
15P	2.0292				
18P	1.3530	0.676	0.094	0.001	120.076
18P	1.5318				
19P	1.8081	-0.276	0.036	0.000	119.800
19P	1.6267				
26P	0.8929	0.734	0.049	0.000	120.534
26P	1.3940				
28P	1.4929	-0.099	0.059	0.000	120.436
28P	1.4037				
24P	1.1297	0.274	0.077	0.001	120.710
24P	1.2809				
27P	0.6600	0.621	0.053	0.000	121.332
27P	0.6066				
29P	1.5936	-0.987	0.069	0.001	120.345
29P	2.1005				
12P	1.1011	0.999	0.072	0.001	121.345
12P	1.8983				
6P	1.1817	0.717	0.045	0.000	122.062
6P	1.6592				
5P	1.2333	0.426	0.097	0.001	122.489
5P	1.5188				
2P	1.5092	0.010	0.075	0.001	122.499

2P	1.5117				
1P	1.1293	0.382	0.064	0.001	122.882
1P	2.0437				
3P	0.6286	1.415	0.068	0.001	124.297
3P	2.9855				
8P	0.7273	2.258	0.060	0.000	126.556
8P	0.5938				
V5	3.7474	-3.154	0.077	0.001	123.403
V5	0.4591				
9P	2.2373	-1.778	0.040	0.000	121.625
9P	0.8950				
11P	2.0452	-1.150	0.127	0.001	120.476
11P	2.6404				
32P	0.2018	2.439	0.119	0.001	122.916
32P	1.2158				
22P	1.7814	-0.566	0.094	0.001	122.351
22P	0.2786				
21P	1.2322	-0.954	0.166	0.001	121.398
21P	1.0321				
20P	1.7378	-0.706	0.108	0.001	120.694
20P	1.3134				
16P	2.4494	-1.136	0.078	0.001	119.558
16P	1.8424				
25P	1.3106	0.532	0.140	0.001	120.091
25P	1.8363				
2754	1.8379	-0.002	0.069	0.001	120.090
	lma	1.364	2.026	0.016	0.000
	Treba	1.380			
	fh=	0.016			
	fhmax. [m]=	±0.048			

Prilog 5. Visinsko izjednačenje poligonskog vlaka

Br. Točke	Vz	SDist	RefHt	VD	Dhi	popravak	H	STN_ID	HDist
						dH			
STN_ID	2836						118.710	2836	
INST_HT	2.003								
GPS2754	89.89753	372.244	1.3						
GPS2754	270.09900	372.249	1.3						
13P	90.23247	61.585	1.3	-0.250	0.453				
13P	269.77000	61.581	1.3	-0.247	0.456				
									61.587
						0.001			
STN_ID	13P					0.456	119.167	13P	
INST_HT	1.676								
GPS2836	90.77586	61.598	1.3	-0.834	-0.458				
GPS2836	269.22514	61.598	1.3	-0.833	-0.457				
15P	90.30294	27.208	1.3	-0.144	0.232				27.204
15P	269.69772	27.205	1.3	-0.144	0.232				
						0.001			
STN_ID	15P					0.233	119.401	15P	
INST_HT	1.657								
13P	91.24310	27.209	1.3	-0.590	-0.233				
13P	91.24685	27.209	1.3	-0.592	-0.235				
18P	89.80865	94.161	1.3	0.314	0.671				94.161
18P	89.80568	94.161	1.3	0.319	0.676				
						0.002			
STN_ID	18P					0.677	120.080	18P	
INST_HT	1.659								
15P	90.63398	94.167	1.3	-1.042	-0.683				
15P	90.63125	94.167	1.3	-1.037	-0.678				
19P	91.09151	33.936	1.3	-0.646	-0.287				33.931
19P	91.09415	33.936	1.3	-0.648	-0.289				
						0.001			
STN_ID	19P					-0.287	119.794	19P	
INST_HT	1.541								
18P	89.92472	33.933	1.3	0.045	0.286				
18P	270.07453	33.931	1.3	0.044	0.285				
26P	90.83314	47.999	0.1	-0.698	0.743				47.994
26P	269.16806	47.999	0.1	-0.697	0.744				

						0.001			
STN_ID	26P					0.732	120.527	26P	
INST_HT	1.247								
19P	92.22464	48.032	0.1	-1.864	-0.717				
19P	267.76942	48.031	0.1	-1.869	-0.722				
28P	90.04231	58.655	1.3	-0.043	-0.096				58.651
28P	269.95600	58.657	1.3	-0.045	-0.098				
						0.001			
STN_ID	28P					-0.097	120.430	28P	
INST_HT	1.578								
26P	90.17556	58.648	1.3	-0.180	0.098				
26P	269.82347	58.647	1.3	-0.181	0.097				
24P	90.00631	76.489	1.3	-0.008	0.270				76.490
24P	269.99464	76.485	1.3	-0.007	0.271				
						0.001			
STN_ID	24P					0.271	120.702	24P	
INST_HT	1.568								
28P	90.40250	76.498	1.3	-0.537	-0.269				
28P	269.59522	76.493	1.3	-0.540	-0.272				
27P	89.60453	51.356	1.3	0.354	0.622				51.355
27P	270.39250	51.352	1.3	0.352	0.620				
						0.001			
STN_ID	27P					0.622	121.325	27P	
INST_HT	1.652								
24P	91.08875	51.369	1.3	-0.976	-0.624				
24P	268.91581	51.365	1.3	-0.972	-0.620				
29P	92.10578	68.943	0.1	-2.533	-0.981				68.896
29P	267.88506	68.941	0.1	-2.544	-0.992				
						0.001			
STN_ID	29P					-0.990	120.336	29P	
INST_HT	1.603								
27P	90.42414	68.900	0.1	-0.510	0.993				
27P	269.57478	68.899	0.1	-0.511	0.992				
12P	89.44106	71.470	1.3	0.697	1.000				71.472
12P	270.55608	71.474	1.3	0.694	0.997				
						0.001			
STN_ID	12P					1.000	121.337	12P	
INST_HT	1.598								
29P	91.04058	71.491	1.3	-1.298	-1.000				
29P	268.95867	71.484	1.3	-1.299	-1.001				

6P	89.45283	45.084	1.3	0.431	0.729				45.084
6P	270.54611	45.085	1.3	0.430	0.728				
						0.001			
STN_ID	6P					0.728	122.067	6P	
INST_HT	1.632								
12P	91.34612	45.098	1.3	-1.059	-0.727				
12P	91.34882	45.098	1.3	-1.062	-0.730				
5P	89.94984	96.192	1.3	0.084	0.416				96.194
5P	89.95249	96.192	1.3	0.080	0.412				
						0.002			
STN_ID	5P					0.422	122.490	5P	
INST_HT	1.659								
6P	90.46897	96.199	1.3	-0.787	-0.428				
6P	269.53011	96.200	1.3	-0.789	-0.430				
2P	90.33078	60.418	1.3	-0.349	0.010				60.421
2P	269.66358	60.416	1.3	-0.355	0.004				
						0.001			
STN_ID	2P					0.009	122.500	2P	
INST_HT	1.651								
5P	90.34244	60.425	1.3	-0.361	-0.010				
5P	269.65564	60.428	1.3	-0.363	-0.012				
1P	89.97114	63.346	1.3	0.032	0.383				63.344
1P	270.02661	63.345	1.3	0.029	0.380				
						0.001			
STN_ID	1P					0.382	122.884	1P	
INST_HT	1.672								
2P	90.68047	63.347	1.3	-0.752	-0.380				
2P	269.31417	63.349	1.3	-0.758	-0.386				
3P	89.15244	69.344	1.3	1.026	1.398				69.344
3P	270.84397	69.342	1.3	1.021	1.393				
						0.001			
STN_ID	3P					1.405	124.290	3P	
INST_HT	1.597								
1P	91.41191	69.374	1.3	-1.709	-1.412				
1P	91.41487	69.374	1.3	-1.713	-1.416				
9P	91.16104	146.425	1.3	-2.967	-2.670				146.395
9P	91.15857	146.425	1.3	-2.961	-2.664				
						0.003			
STN_ID	9P					-2.663	121.630	9P	

INST_HT	1.596								
3P	89.07398	146.415	1.3	2.366	2.662				
3P	89.07685	146.415	1.3	2.359	2.655				
11P	90.66180	126.669	1.3	-1.463	-1.167				126.663
11P	90.66426	126.669	1.3	-1.469	-1.173				
						0.002			
STN_ID	11P					-1.157	120.476	11P	
INST_HT	1.645								
9P	89.63839	126.666	1.3	0.799	1.144				
9P	270.36089	126.669	1.3	0.798	1.143				
32P	88.94953	114.027	1.3	2.090	2.435				114.007
32P	271.04961	114.027	1.3	2.089	2.434				
						0.002			
STN_ID	32P					2.438	122.916	32P	
INST_HT	1.657								
11P	91.40553	114.040	1.3	-2.797	-2.440				
11P	268.59292	114.041	1.3	-2.800	-2.443				
22P	90.56650	93.423	1.3	-0.924	-0.567				93.418
22P	269.43308	93.428	1.3	-0.924	-0.567				
						0.002			
STN_ID	22P					-0.568	122.350	22P	
INST_HT	1.633								
32P	89.85600	93.416	1.3	0.235	0.568				
32P	270.14469	93.416	1.3	0.236	0.569				165.990
21P	90.44589	165.988	1.3	-1.292	-0.959				
21P	269.55453	165.999	1.3	-1.291	-0.958				
						0.003			
STN_ID	21P					-0.957	121.397	21P	
INST_HT	1.604								
22P	89.77475	165.995	1.3	0.653	0.957				
22P	270.22425	165.993	1.3	0.650	0.954				107.605
20P	90.53635	107.612	1.3	-1.007	-0.703				
20P	90.53877	107.612	1.3	-1.012	-0.708				
						0.002			
STN_ID	20P					-0.702	120.697	20P	
INST_HT	1.635								
21P	89.80869	107.602	1.3	0.359	0.694				
21P	89.80498	107.602	1.3	0.366	0.701				77.528
16P	91.09352	77.546	1.3	-1.480	-1.145				
16P	91.09620	77.546	1.3	-1.484	-1.149				

						0.001			
STN_ID	16P					-1.141	119.557	16P	
INST_HT	1.664								
P20	89.42858	77.525	1.3	0.773	1.137				
P20	270.56947	77.530	1.3	0.771	1.135				139.831
P25	89.93267	139.826	1.3	0.164	0.528				
P25	270.06586	139.837	1.3	0.161	0.525				
						0.003			
STN_ID	25P					0.531	120.091	25P	
INST_HT	1.633								
16P	90.35406	139.830	1.3	-0.864	-0.531				
16P	269.64278	139.836	1.3	-0.872	-0.539				69.283
2754	90.27744	69.287	1.3	-0.336	-0.003				
2754	269.71967	69.282	1.3	-0.339	-0.006				
						0.001			
STN_ID	2754					-0.002	120.090	2754	
INST_HT	1.911								
25P	90.50561	69.288	1.3	-0.611	0.000		0.000		1966.84 9
25P	269.49439	69.281	1.3	-0.611	0.000	fh=	0.037		
2836	90.29400	372.247	1.3						
2836	269.70486	372.245	1.3						

ŽIVOTOPIS

EUROPEAN CURRICULUM VITAE FORMAT



OSOBNJE OBAVIJESTI

Ime	Zvonimir Duspara
Adresa	
Telefon	
E-pošta	
URL	
Nacionalnost	Hrvat
Državljanstvo	Hrvatsko
Datum rođenja	05. 07. 1976.

RADNO ISKUSTVO

- | | |
|--------------------------------------|---|
| • Datum (od – do) | 01. 03. 2000-16. 06. 2000. |
| • Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja | Geooperativa d.o.o., Gorjanska 18, Zagreb |
| • Vrsta posla ili područje | Geodetsko-katastarski poslovi |
| • Zanimanje i položaj koji obnaša | Inženjer geodezije |
| • Osnovne aktivnosti i odgovornosti | Geodetsko-katastarski poslovi |
| • Datum (od – do) | 16. 07. 2001-18. 08. 2014. |
| • Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja | Hidroelektra-projekt d.o.o., Čazmanska 2, Zagreb |
| • Vrsta posla ili područje | Projektant – stručni suradnik |
| • Zanimanje i položaj koji obnaša | Inženjer geodezije - Projektant |
| • Osnovne aktivnosti i odgovornosti | Izrada geodetskih projekata, podloga za projektiranje, te izrada odgovarajućih geodetskih elaborata |

- Datum (od – do) 21. 12. 2015. -
- Naziv i sjedište tvrtke zaposlenja GEO ZVODUS j.d.o.o., I Resnik 129F, Zagreb
- Vrsta posla ili područje Inženjerstvo i s njim povezano tehničko savjetovanje
- Zanimanje i položaj koji obnaša Direktor
- Osnovne aktivnosti i odgovornosti Geodetsko- katastarsko savjetovanje i konzalting

ŠKOLOVANJE I IZOBRAZBA

- Datum (od – do) 1995. - 17. 12. 1999.
- Naziv i vrsta obrazovne ustanove Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Dodiplomski studij
- Osnovni predmet /zanimanje Geodezija
- Naslov postignut obrazovanjem Inženjer geodezije
- Stupanj nacionalne kvalifikacije VŠS
- Datum (od – do) 1991. – 1995.
- Naziv i vrsta obrazovne ustanove Gimnazija Matija Mesić, Slavonski Brod
- Osnovni predmet /zanimanje Prirodoslovno-matematički smijer
- Naslov postignut obrazovanjem
- Stupanj nacionalne kvalifikacije SSS

OSOBNJE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

MATERINSKI JEZIK

HRVATSKI JEZIK

DRUGI JEZICI

ENGLJSKI JEZIK

- sposobnost čitanja
- sposobnost pisanja
- sposobnost usmenog izražavanja

IZVRSNO
VRLO DOBRO
DOBRO

SOCIJALNE VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI

Življenje i rad s drugim ljudima u višekulturnim okolinama gdje je značajna komunikacija, gdje je timski rad osnova (npr. u kulturnim ili sportskim aktivnostima).

**ORGANIZACIJSKE
VJEŠTINE I SPOSOBNOSTI**

*Npr. koordinacija i upravljanje
osobljem, projektima, financijama;
na poslu, u dragovoljnom radu (npr.
u kulturi i športu) i kod kuće, itd.*

**TEHNIČKE VJEŠTINE I
SPOSOBNOSTI**

*S računalima, posebnim vrstama
opreme, strojeva, itd.*

Aktivno korištenje računala.

Aktivno korištenje MS Office paketa, AutoCAD-a, QGIS-a

VOZAČKA DOZVOLA

A i B kategorija

DODATNE OBAVIJESTI