



I Z S
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE



Avtorji: prof. dr. Bojan Stopar, univ. dipl. inž. geod.
Klemen Ritlop, mag. inž. geod. in geoinf.
Maja Filač, mag. inž. geod. in geoinf.
izr. prof. dr. Polona Pavlovčič Prešeren, univ. dipl. inž. geod.
doc. dr. Oskar Sterle, univ. dipl. inž. geod.

Pregledal: UO MSGeo

STROKOVNE PODLAGE ZA POTREBE SHRANJEVANJA PODATKOV GEODETSKIH MERITEV V ELABORAT GEODETSKE STORITVE

MATIČNA SEKCIJA GEODETOV

STROKOVNE PODLAGE ZA POTREBE SHRANJEVANJA PODATKOV GEODETSKIH MERITEV V ELABORAT GEODETSKE STORITVE

**Avtorji: prof. dr. Bojan Stopar, univ. dipl. inž. geod.
Klemen Ritlop, mag. inž. geod. in geoinf.
Maja Filač, mag. inž. geod. in geoinf.
izr. prof. dr. Polona Pavlovčič Prešeren, univ. dipl. inž. geod.
doc. dr. Oskar Sterle, univ. dipl. inž. geod.**

Pregledal: UO MSGeo

**Izdala:
Inženirska zbornica Slovenije
Jarška cesta 10 b, Ljubljana**

**Oblika izdaje:
elektronska verzija, dostopno na www.izs.si**

Ljubljana, december 2025



Kazalo

POVZETEK	4
1 UVOD	5
1.1 Trenutno veljavna regulativa na obravnavanem področju	6
1.2 Državni koordinatni sistem D96-17	7
2 OBSTOJEČA PRAKSA ARHIVIRANJA PODATKOV GNSS IZMERE	8
2.1 Omejitve obstoječega pristopa	10
3 NOVE SMERNICE ZA IZMERO IN ARHIVIRANJE PODATKOV	12
3.1 Izmera	13
3.1.1 Kontrolne meritve kot obvezni del zagotavljanja integritete	13
3.2 Analiza podatkovnih nizov, ki jih lahko zagotovi izvajalec izmere	14
3.2.1 Surova GNSS opazovanja – RTK izmera	15
3.2.2 Surova GNSS opazovanja – statična GNSS izmera	17
3.2.3 Projektna datoteka RTK izmere	18
3.3 Analiza podatkovnih nizov, ki jih lahko zagotovi upravljalec stalno delujoče GNSS postaje oziroma omrežja stalno delujočih GNSS postaj	19
3.3.2 Surova GNSS opazovanja stalno delujočih GNSS postaj oziroma virtualnih referenčnih postaj za namen naknadne obdelave	19
4 ZAKLJUČEK	21
LITERATURA	22

Povzetek

Dokument obravnava problematiko arhiviranja podatkov GNSS izmer v elaboratu geodetskih storitev in podaja prvi osnutek za arhiviranje teh podatkov da se lahko zagotovi sledljivost vseh tako podatkov kot tudi rezultatov, ki so bili pridobljeni v okviru geodetske storitve. Analizirana je trenutna regulativa, ki določa obveznost določitve koordinat v državnem koordinatnem sistemu D96-17, vendar ne predvideva shranjevanja surovih opazovanj. Obstoječa praksa temelji na oddaji zgolj končnih koordinat in minimalnega nabora spremljajočih podatkov, kar omejuje možnost ponovne obdelave in kontrole kakovosti. Dokument predlaga razširitev nabora podatkov, ki jih je treba arhivirati, vključno s surovimi GNSS opazovanji in dodatnimi podatkovnimi nizi, ter opredeljuje tehnične zahteve in priporočila za njihovo dolgoročno hrambo in kasnejšo uporabo. Poseben poudarek je na zagotavljanju sledljivosti, ponovljivosti in transparentnosti merskih postopkov, kar je ključno za strokovno integriteto in zanesljivost podatkov katastra nepremičnin.

1 UVOD

Glavni namen dokumenta je pregled trenutnega stanja na področju ravnanja in arhiviranja s podatki, ki jih geodeti pridobijo pri geodetskih izmerah z uporabo GNSS tehnologije, izvedenih v okviru različnih katastrskih postopkov, ter analiza možnosti uporabe in arhiviranja različnih podatkovnih nizov za izboljšanje sledljivosti, ponovljivost, nadzora nad kakovostjo in nad morebitno potvorjenimi podatki samih GNSS izmer. Za vsak podatkovni niz bo definirana njegova uporabna vrednost (tj. kaj z njim lahko nadziramo), navedene pa bodo tudi morebitne tehnične omejitve in pomisleki.

V dokumentu opredelimo enotne, pregledne in strokovno utemeljene smernice za ravnanje s podatki, ki nastajajo pri različnih metodah GNSS izmere v katastrskih postopkih, ter za njihovo ustrezno arhiviranje v okviru zbirk prostorskih podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije. Dokument podaja minimalne tehnične zahteve, priporočene prakse in elemente arhiviranja, ki omogočajo preverjanje kakovosti podatkov, njihovo sledljivost, ponovljivost (možnost ponovne vzpostavitve stanja na terenu) ter neodvisnost rezultatov izmer. Poseben poudarek je na vzpostavitvi pogojev, pod katerimi lahko izvajalec dokaže nepristranskost in pravilnost opravljenih meritev, naročnik ali nadzorni organ pa preveri integriteto in kakovost predanih podatkov.

Smernice so prvenstveno namenjene arhiviranju podatkov, nastalih pri geodetskih izmerah v katastrskih postopkih, kjer sta za kakovost rezultatov ključnega pomena visoka natančnost in točnost določitve koordinat ter zagotovljena sledljivost in preverljivost merskega postopka. Zaradi primerljivih zahtev glede natančnosti, točnosti, zanesljivosti in ponovljivosti se smernice lahko uporabljajo tudi pri drugih geodetskih nalogah, kjer se uporabljajo različne metode GNSS izmere (statična izmera, kinematična izmera z naknadno obdelavo, RTK izmera ali kombinirana izmera). Primeri takšnih nalog so topografska izmera, izdelava geodetskih načrtov, prenos koordinat točk v naravo (zakoličba), določitev koordinat fotogrametričnih oslonilnih točk in druge naloge, pri katerih je potrebna strokovno preverljiva kakovost rezultatov.

Nadgrajeni postopki arhiviranja podatkov GNSS izmer, izvedenih z namenom določitve koordinat katastrskim točkam, naj bi dali odgovore na naslednja vprašanja:

- Ali je geodet izvedel GNSS izmero na katastrskih točkah, ki so predmet določenega elaborata?
- Ali je bila izmera izvedena v skladu s trenutno veljavnimi predpisi?
- Kako je bil zagotovljen dostop do državnega koordinatnega sistema?
- Ali je bila GNSS izmera izvedena v primernih pogojih?
- Ali so bile v času izvajanja izmere prisotne namerne ali nenamerne motnje GNSS signalov?
- Ali so koordinate katastrskih točk določene z ustrezno natančnostjo in točnostjo?

1.1 Trenutno veljavna regulativa na obravnavanem področju

Izvajalci geodetskih izmer in pripravljavci elaboratov se pri obravnavi in arhiviranju podatkov ravna po veljavnih predpisih, ki urejajo vodenje, vzdrževanje in posodabljanje katastra nepremičnin.

Temeljni pravni akt je *Zakon o katastru nepremičnin* [1], ki določa vsebino, način vodenja ter obveznosti izvajalcev v postopkih določanja in evidentiranja podatkov katastra.

Zakonske določbe se podrobneje izvajajo s *Pravilnikom o vodenju podatkov katastra nepremičnin* [2], ki opredeljuje vrste podatkov izmere, obvezne sestavine elaborata, vsebino tehničnih podatkov in minimalne informacije, ki jih mora izvajalec predložiti v postopku evidentiranja.

Dodatna pojasnila in operativna navodila so zbrana v dokumentu *Navodila za izpolnitev obrazcev Priloge 5 Pravilnika o vodenju katastra nepremičnin* [3], ki predstavljajo trenutno najožjo operativno podlago za pripravo elaboratov in zagotavljanje vsebinsko popolnih podatkov izmere.

Za razumevanje trenutne prakse in enotno uporabo zakonodaje so pomembni tudi *Regionalni posveti na temo izvajanja Zakona o katastru nepremičnin* [4], ki obravnavajo interpretacijo zahtev v praksi in izpostavljajo odprta strokovna vprašanja.

Trenutni pravni akti in operativna navodila za določitev koordinat prostorskih entitet v državnem koordinatnem sistemu ne predvidevajo shranjevanja surovih GNSS opazovanj za naknadno obdelavo in analizo kakovosti. Končni rezultati izmer so zgolj koordinate prostorskih entitet v državnem koordinatnem sistemu, brez arhivira GNSS opazovanj. Posledično ni mogoče izvesti ponovne obdelave opazovanj, identificirati morebitnih napak ali zagotoviti, da so položaji dejansko določeni v državnem koordinatnem sistemu D96-17. Sledljivost postopka določitve koordinat je omejena na opis uporabljene metode izmere in končne koordinate, kar omejuje možnost neodvisne kontrole kakovosti s ponovljeno analizo izvornih opazovanj.

1.2 Državni koordinatni sistem D96-17

Trenutno veljavni *Zakon o katastru nepremičnin* [1] določa, da morajo biti ravninske koordinate in višine katastrskih točk določene v državnem prostorskem koordinatnem sistemu D96-17, ne opredeljuje pa načina, kako mora izvajalec katastrske izmere dostopati do državnega koordinatnega sistema. Najkakovostnejši in najzanesljivejši dostop zagotavljata državno omrežje stalno delujočih postaj *SIGNAL* in zasebno omrežje *Geoservis SmartNet*. Obe omrežji za svoje delovanje uporabljata programsko opremo priznanih proizvajalcev geodetskih instrumentov in programskih rešitev. V obeh omrežjih se izvajajo stalne kontrole tako za nadzor kakovosti podatkov in produktov, ki jih omrežji ponujata ter za nadzor stabilnosti in skladnosti koordinat referenčnih postaj z državnim koordinatnim sistemom. Dodatno, koordinate stalnih postaj v okviru obeh omrežij so določene s postopki obdelave GNSS opazovanj, ki zagotavljajo najvišjo točnost in natančnost določitve koordinat.

Omenjena omrežja niso edini način dostopa do državnega koordinatnega sistema D96-17. Na območju Slovenije delujejo tudi številne zasebne stalno delujoče GNSS postaje, za katere ni zagotovila o kakovostni vzpostavitvi in delovanju (uporaba ustreznega instrumentarija, ustrezen način stabilizacije, kakovostna določitev referenčnih koordinat v državnem koordinatnem sistemu ...). Ne nazadnje pa si lahko geodet na delovišču vzpostavi lastno bazno stojišče za RTK izmero katastrskih točk. Tudi v tem primeru ni trenutno na voljo nobenega podatka oziroma možnosti nadzora nad kakovostjo koordinat baznega stojišča in posledično tudi kakovostjo koordinat točk, ki se določijo z uporabo tega baznega stojišča.

2 OBSTOJEČA PRAKSA ARHIVIRANJA PODATKOV GNSS IZMERE

Obstoječa ureditev arhiviranja podatkov geodetske izmere izhaja iz zahtev, opredeljenih v poglavju 7.1 Podatki o določitvi koordinat *Navodila za izpolnitev obrazcev Priloge 5 Pravilnika o vodenju katastra nepremičnin* [3], katerega večino vsebine navajamo spodaj.

Vsebina podatkov geodetske izmere je odvisna od vrste katastrskega postopka, uporabljene metode izmere, načina izračuna, stanja v naravi.

Vsebina **poročila o geodetski izmeri** so:

- splošni podatki geodetske izmere – podjetje, ki je izvedlo meritve in datum izmere,
- podatki o metodi izmere – izmero lahko izvedemo z različnimi metodami:
 - metoda izmere GNSS,
 - kombinirana metoda (GNSS in klasična metoda).

Pri izmeri GNSS je treba podati naslednje informacije: tip instrumenta in antene, metodo izmere, uporabljeno omrežje stalnih GNSS-postaj, uporabljen tip omrežnih popravkov opazovanj in programsko opremo, s katero je izvedena obdelava GNSS-opazovanj (razen pri metodi RTK).

Pri kombinirani metodi izmere je treba podati naslednje informacije: tip instrumenta in antene za GNSS-izmero, tip instrumenta za klasično izmero, metodo izmere, uporabljeno omrežje stalnih GNSS-postaj, uporabljen tip omrežnih popravkov opazovanj, programsko opremo, s katero je izvedena obdelava GNSS-opazovanj in programsko opremo, s katero je izvedena obdelava klasičnih opazovanj.

- podatki o transformaciji – v primeru določitve koordinat točk s transformacijo je potrebno podati naslednje informacije: število v postopku izmerjenih veznih točk in programsko opremo, s katero je bila izvedena transformacija.

Vsebina **podatkov izmere** glede na uporabljeno metodo izmere:

- **Metoda izmere GNSS:**

- kinematična metoda izmere v realnem času (RTK):
 - podatki iz sprejemnika (številka točke, koordinate točk, datum meritev, začetek meritev, trajanje meritev (št. epoh), kakovost geometrijske razporeditve satelitov (GDOP ali PDOP in VDOP), ponovljivost določitve koordinat, višina antene),
 - izračun končnih koordinat točk na iz sredin večkrat neodvisno določenih koordinat istih točk.
- hitra statična (FS) in kinematična metoda izmere z naknadno obdelavo (PPK – Stop&Go):
 - podatki instrumenta (št. točke, koordinate točk, datum merjenja, pričetek merjenja, čas merjenja (št. epoh), kazalnik kakovosti razporeditve satelitov na obzorju (DOP), višina antene),
 - seznam koordinat (po naknadni obdelavi),
 - poročilo iz programa (naknadne obdelave), iz katerega je razvidna natančnost določitve koordinat.

- **Klasična metoda izmere:** tahimetrični zapisnik.

V vsebini tahimetričnega zapisnika so zapisana vsa opazovanja detajlnih točk in točk geodetske mreže, katerih koordinate so bile določene z uporabo klasične metode geodetske izmere. Priporočljivo je, da so v tahimetričnem zapisniku zapisana samo opazovanja detajlnih točk in točk geodetske izmere, ki so prikazane na skici.

- **Kombinirana metoda** je kombinacija ene izmed metod GNSS izmere in klasične metode. Podatki kombinirane metode so podatki izmere GNSS metode kot tudi podatki klasične metode.

Izpiski morajo vsebovati naslednjo vsebino:

ZK TOČKE DOLOČENE Z METODO	KINEMATIČNA V REALNEM ČASU (RTK)	KINEMATIČNA Z NAKNADNO OBDELAVO (PPK - Stop&Go)	HITRA STATIČNA (FS)	KOMBINIRANA (GNSS in klasična izmera)	TRANSFORMACIJA (GNSS in klasična izmera)
Splošni podatki o izmeri	LIST A4 (predpisan)	LIST A4 (predpisan)	LIST A4 (predpisan)	LIST A4 (predpisan)	LIST A4 (predpisan)
Številka točke					
Koordinate opazovanj e, n, H	GNSS izmera			GNSS izmera	GNSS izmera
Koordinate sredine opazovanj e, n, H	GNSS izmera	če se izvede več meritev	če se izvede več meritev	GNSS izmera	GNSS izmera
Datum merjenja					
Začetek merjenja	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera
Čas merjenja	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera
Natančnost določitve koordinat	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera
Kazalnik kakovosti razporeditve satelitov (DOP)	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera	GNSS izmera
Višina antene					
Kontrola dolžin					
Izpis tahimetrije					
Poročilo o transformaciji					
Opomba:					
OBVEZNA SESTAVINA					

Podatki kontrolnih merjenj predstavljajo primerjavo dolžine, merjene na terenu med točkama, in računane iz koordinat točk v horizontalni ravnini. Ne glede na uporabljeno metodo izmere določitve koordinat točk so podatki kontrolnih merjenj lahko prikazani v enem izpisu.

Meri se kontrolne razdalje, ki so krajše od 50 m. Do točke, ki ima dodane ali spremenjene koordinate, se praviloma izmeri dve kontrolni razdalji. Število izmerjenih kontrolnih razdalj naj bo vsaj 0,5 dodanih in/ali spremenjenih ZK točk.

Kontrolne razdalje se lahko meri z merskim trakom, instrumentom (kontrolna meritev mora biti neodvisna, t. i. meritev iz različnih stojišč ali vsaj različna višina instrumenta na istem stojišču s ponovnimi orientacijami ter izmera s sprejemnikom GNSS (tretje neodvisno merjenje, ki se šteje za kontrolo).

Če zaradi stanja v naravi ni možno nobeno merjenje kontrolne razdalje, je potrebno zapisati opombo.

Primer: v katastrskem postopku je skupno 20 spremenjenih in dodanih točk. Minimalno število kontrolnih merjenj je 10 ($20 \times 0,5$).

2.1 Omejitve obstoječega pristopa

Obstoječa ureditev, v kateri imajo pri dokumentiranju GNSS izmer osrednjo vlogo predvsem končno izračunane koordinate, pri tem pa arhiviranje surovih opazovanj in diagnostičnih podatkov ni sistemsko urejeno, ustvarja več strokovnih in operativnih omejitev, in sicer:

- omejena sledljivost postopka: brez surovih opazovanj GNSS ni mogoče ugotoviti, kateri dejavniki so vplivali na izmero, niti ni možno preveriti obstoja motenj, tehničnih težav ali nepravilne uporabe opreme;
- otežena neodvisna kontrola: nadzorni organi razpolagajo le s končnimi koordinatami, ne pa tudi z vhodnimi podatki, ki bi omogočali objektivno preverjanje kakovosti izmere in uporabljenih metod in parametrov, ki bi omogočali objektivno preverjanje kakovosti izmere ter možno identifikacijo vzrokov za odstopanja;
- nezmožnost ponovnega izračuna (angl. reprocessing): v primerih dvoma, sporov ali potrebe po dodatni presoji kakovosti izmere ni mogoče izvesti ponovnega izračuna koordinat pod istimi pogoji, kar zmanjšuje preglednost in ponovljivost postopkov;
- pomanjkanje zaščite izvajalcev: brez standardiziranega niza arhivskih podatkov izvajalci težje dokazujejo pravilnost, nepristranskost in strokovno utemeljenost svojega dela, zlasti v primerih naknadnih preverjanj ali neskladij na terenu;
- neizkoriščen operativni potencial podatkov: rezultati preteklih GNSS izmer se ne uporabljajo sistematično, čeprav bi lahko služili za referenco pri novih izmerah, za oceno merskih pogojev ali za optimizacijo terenskega dela.

V praksi se izvajalci pogosto soočajo tudi z izrazitimi razlikami v kakovosti sprejema GNSS signalov zaradi urbanega okolja, vegetacije, tehničnih motenj sprejemnika ali delovanja omrežja ter v posameznih primerih tudi zaradi prisotnosti virov elektromagnetnega valovanja v frekvenčnem območju signalov GNSS. Prisotnost ovir vodi v poslabšanje geometrije razporeditve satelitov na obzorju, opredeljenih s faktorji DOP (angl. *Dilution of Precision*), padce vrednosti razmerja med signalom in šumom (SNR, angl. *Signal-to-Noise Ratio*) ter povečanje prisotnosti večpotja (angl. *multipath*). Poleg povečanih vrednosti DOP zaradi slabih pogojev GNSS izmere se izvajalci soočajo z nestabilnimi rešitvami faznih neznank v definicijskem območju celih števil (angl. *fixed ambiguity solution*) ter v večjem tveganju določitve koordinat slabše točnosti.

Posebej zahtevno obliko tveganja predstavlja namerno motenje signalov GNSS, ki je zaradi svoje spremenljive intenzivnosti in omejenega dosega pogosto časovno in prostorsko zelo težko zaznavno in opredeljivo. Namerno motenje z oddajanjem motilnega signala višje moči v frekvenčnem območju signalov GNSS (angl. *jamming*) oziroma motenje z oddajanjem lažnih signalov (angl. *spoofing*) sta v praksi izjemno težko zaznavni, saj se njun učinek pogosto ne odraža v značilnih kazalnikih kakovosti pozicioniranja (npr. v faktorjih DOP ali številu satelitov na obzorju) in ju je na podlagi končno določenih koordinat težko identificirati. Ker takšni vplivi niso sistematično dokumentirani, naknadna analiza praviloma ni mogoča. To otežuje preverjanje kakovosti izmer GNSS in identifikacijo vzrokov napačnih določitvev koordinat ter postavlja izvajalca v težak položaj pri utemeljevanju pravilnosti izvedbe izmere in ohranjanju strokovne integritete. Določitev položaja v situacijah motenje signalov (angl. *interference*) je izven nadzora izvajalca, četudi ta izvaja postopek izmere v vseh predpisih in standardih dobre prakse.

Poleg vsega navedenega dajejo obstoječe smernice in prakse poudarek predvsem relativni natančnosti v okviru posameznega katastrskega postopka, ki sicer omogoča dobre lokalne rezultate, vendar se lahko zgodi, da ne zagotavlja skladnosti v državnem koordinatnem sistemu. Z zagotovitvijo visoke absolutne natančnosti – tj. pravilne umestitve koordinat točk v okviru vsakega postopka v državni koordinatni sistem – pa je relativna natančnost praviloma že dosežena, kar omogoča bistveno višjo uporabnost podatkov.

Poleg tega tudi sam koncept tehnologije geografskih informacijskih sistemov temelji na absolutnih koordinatah. Posledično to pomeni, da skrb le za relativno kakovost koordinat točk, določenih v okviru katastrskih postopkov, lahko znatna zmanjša uporabno vrednost teh podatkov. V skrajni posledici lahko slaba absolutna kakovost katastrskih podatkov predstavlja nepremostljivo oviro za kakovostno skupno uporabo katastrskih in vseh drugih prostorskih podatkov.

3 NOVE SMERNICE ZA IZMERO IN ARHIVIRANJE PODATKOV

Obstoječa ureditev temelji na oddaji rezultatov izmere (koordinat točk) ter osnovnih spremljajočih podatkih, ki so neposredno povezani z izračunom koordinat. Takšen nabor podatkov je bil zadosten v času, ko so bile geodetske izmere večinoma izvedene s klasičnimi metodami ali zgodnjimi generacijami GNSS opreme, pri katerih so bile možnosti naknadne obdelave, rekonstrukcije meritev in analize vplivov precej omejene.

Z razvojem tehnologije, naraščanjem odgovornosti izvajalcev, večjo kompleksnostjo geodetskih merskih postopkov ter prehodom na izmere, ki so v veliki meri izvedene izključno z GNSS metodami, pa se vse bolj kaže ključna pomanjkljivost: trenutni obseg oddanih informacij s terenske izmere ne omogoča sodobnih pristopov k zagotavljanju kakovosti, sledljivosti in neodvisnemu preverjanju rezultatov.

Da bi bila izmera primerna za ponovno obdelavo in strokovno preverjanje v prihodnosti, je treba razširiti nabor podatkov, ki jih je izvajalec dolžan hraniti in oddati v postopku predaje elaborata. Dopolnitve ne posegajo v praktično izvedbo postopka meritev, temveč se nanašajo izključno na dokumentiranje izvedbe postopka dela, kar omogoča višjo stopnjo preglednosti transparentnosti.

Za doseg te ciljev sta ključni dve dopolnitvi:

- 1. shranjevanje surovih GNSS-opazovanj**, ki omogočajo naknadno obdelavo, rekonstrukcijo merskih pogojev ter analizo kakovosti sprejema GNSS signalov;
- 2. razširitev nabora podatkov, ki jih je treba vključiti v poročilo o geodetski izmeri**, tako da bo proces določitve koordinat v celoti sledljiv in preverljiv.

Ti dopolnitvi ne posegata v način izvajanja izmere, ampak le zvišujeta standard dokumentiranja, kar omogoča večjo transparentnost in dolgoročno zanesljivost podatkov.

Uvedba shranjevanja surovih GNSS opazovanj in razširjene vsebine strokovnih poročil predstavlja nov pristop, katerega zanesljivost in operativna uporabnost se bosta v celoti potrdili šele z več praktičnimi primeri in daljšim obdobjem uporabe v različnih razmerah.

3.1 Izmera

Za zagotavljanje zanesljivosti merskih rezultatov in stabilnega delovanja opreme se priporoča redno preverjanje delovnih karakteristik GNSS sprejemnikov, kot primer lahko podamo postopek analize kakovosti delovanja GNSS opreme, ki ga določa mednarodni standard ISO 17123 [5]. Standard določa postopke terenske kalibracije in preizkusov, s katerimi se ugotavlja ponovljivost in pravilnost delovanja merskega sistema v realnih razmerah. Izvajalcem se priporoča, da takšen preizkus opravijo enkrat letno oziroma pogosteje v primeru intenzivne uporabe opreme, izpostavljenosti zahtevnim razmeram na delovišču, ali kadar obstajajo sumi na poslabšanje merskih lastnosti. Redno preverjanje opreme ne prispeva le k boljši kakovosti izmer, temveč tudi omogoča pravočasno zaznavo tehničnih odstopanj, zmanjšuje tveganje za napake v postopkih določitve koordinat ter krepi celovito sledljivost in zanesljivost celotnega geodetskega procesa.

Poleg rednega preizkušanja merske opreme je pomemben element zagotavljanja kakovosti GNSS izmer tudi sprotno preverjanje stabilnosti izmere na kontrolni točki. Priporočljivo je, da se izvajalec v rednih časovnih intervalih (na primer vsakih 30 minut) vrne na vnaprej določeno kontrolno točko in ponovno določi njene koordinate. Primerjava ponavljajočih se meritev omogoča sprotno oceno ponovljivosti rezultatov, zgodnje zaznavanje morebitnih odstopanj v neodvisno določenih koordinatah ter identifikacijo vplivov trenutnih merskih pogojev, kot so spremembe vidnosti satelitov, atmosferske razmere ali lokalne motnje sprejema signala. Če med posameznimi kontrolnimi meritvami pride do statistično pomembnih razlik, je to lahko pokazatelj poslabšanih pogojev ali tehničnih težav, zato je takšno prakso mogoče razumeti kot učinkovito preventivno kontrolo ter hkrati kot podporo pri odločanju, ali je smiselno nadaljevati z izmero ali jo začasno prekiniti oziroma izmero izvajati z drugimi geodetskimi merskimi metodami.

3.1.1 Kontrolne meritve kot obvezni del zagotavljanja integritete

Pri zagotavljanju kakovosti GNSS izmer ima pomembno vlogo tudi neodvisna kontrolna meritev, saj omogoča preverjanje točnosti rezultatov ne glede na uporabljeni postopek osnovne izmere. Pri GNSS izmeri takšna zahteva ni formalnost, temveč nujen element zagotavljanja kakovosti. Kontrolna meritev, ki se izvede z enakim postopkom, na istem mestu in z isto opremo, namreč preveri zgolj ponovljivost, ne pa tudi točnosti meritve.

Da bi bilo mogoče jasno razločiti med:

- stabilnim, ponovljivim, a napačnim rezultatom in
- dejansko pravilno meritvijo,

mora biti kontrolna meritev zasnovana tako, da uporabi vsaj en element, ki je neodvisen od glavne izmere. To pomeni, da mora biti izvedena z drugo tehnologijo ali z dopolnitvami obstoječe tehnologije.

Primeri zadostne neodvisnosti so zlasti:

- tahimetrična izmera za določitev koordinat,
- uporaba ročnega laserskega razdaljemera,
- uporaba merskega traku ali drugih klasičnih merskih pripomočkov.

Na ta način se zagotovi jasno, merljivo in strokovno preverljivo potrdilo, da rezultat izmere ni odvisen od enega samega vira, enakega postopka ali iste merske konfiguracije.

3.2 Analiza podatkovnih nizov, ki jih lahko zagotovi izvajalec izmere

Poleg podatkov, ki jih določa trenutno veljavna ureditev, je za izboljšanje sledljivosti, ponovljivosti in strokovne preverljivosti rezultatov GNSS izmer smiselno razširiti nabor obveznih podatkov, ki jih izvajalec katastrske storitve vključuje v poročilo o geodetski izmeri. Ti podatki niso samo rezultat meritev, temveč opisujejo tudi izvedbo meritev. Vključujejo časovne oznake, konfiguracijo opreme, izbrane algoritme, parametre izravnave in tiste informacije, ki omogočajo razumevanje merskega postopka ter analizo za opredelitev kakovosti opazovanj, uporabljenih za določitev koordinat, tudi kasneje.

Takšen pristop je standard v številnih tehničnih disciplinah, kjer je visoka sledljivost ključna (metrologija, geofizika, inženirske meritve ...), in je smiselno, da se uveljavi tudi pri geodetski izmeri z uporabo tehnologije GNSS.

Med ključne dodatne elemente sodijo:

- Minimalni višinski kot satelitov, ki so bili upoštevani pri določitvi koordinat. Ta podatek omogoča naknadno oceno vpliva nizkih satelitov na kakovost rešitve ter primerjavo rezultatov med različnimi izmerami ali okoliščinami merjenja.
- Interval registracije GNSS opazovanj, ki določa časovni razmik med zaporednimi merskimi epohami. Ta informacija je pomembna za razumevanje gostote opazovanj, kakovosti obdelave ter zanesljivosti dobljene rešitve, še posebej pri kratkotrajnih izmerah in RTK-postopkih.
- Podatki o načinu dostopa do državnega prostorskega koordinatnega sistema D96-17.
- Izdelava terenskega zapisnika, če je mogoče, z vključitvijo fotografij katastrskih točk.

Vključitev teh podatkov izboljša preglednost in interpretacijo rezultatov ter omogoča celovitejšo analizo merskih pogojev, kar je bistveno za neodvisno preverjanje kakovosti izmere v prihodnje.

3.2.1 Surova GNSS opazovanja – RTK izmera

3.2.1.1 Opis podatkovnega niza

Kljub temu, da so glavni rezultate RTK izmere koordinate geodetskih točk, določene v realnem času, imajo GNSS sprejemniki možnost sočasnega shranjevanja tudi surovih GNSS-opazovanj, ki potekajo v ozadju merilnega postopka. Arhivirana surova GNSS opazovanja RTK izmere omogočajo, da se lahko v prihodnosti preveri kakovost GNSS opazovanj z naknadnimi analizami, podatki izmere pa se lahko tudi ponovno obdelajo, pri čemer se lahko uporabijo novejši algoritmi obdelave, ki bodo razviti v prihodnosti. S tem se zagotavlja popolna sledljivost in ponovljivost merskega postopka ter ohranja možnost objektivne verifikacije rezultatov tudi po daljšem časovnem obdobju.

Podatkovni niz mora vsebovati:

- surova GNSS opazovanja (kodna in fazna opazovanja vseh satelitov vseh GNSS-jev, ki so uporabljeni v okviru RTK izmere),
- navigacijske datoteke (s satelita oddane efemeride).

Surova GNSS opazovanja morajo biti shranjena v obliki, ki omogoča njihovo dolgoročno razpoložljivost in neodvisno preverjanje. Sprejemljivi sta dve vrsti podatkovnih zapisov:

- standardiziran format RINEX,
- binarni lastniški format proizvajalca.

Surova GNSS opazovanja so podatkovni niz, ki ga je izredno težko ponarediti oziroma prirediti. Z vidika sledljivosti in nadzora kakovosti RTK izmere tako predstavljajo enega ključnih podatkovnih nizov.

3.2.1.2 Kontrole, ki jih podatkovni niz omogoča

Analiza kakovosti GNSS opazovanj

Na podlagi analize surovih GNSS opazovanj lahko preko vrednosti SNR, izračuna DOP faktorjev, izračuna vpliva večpotja in analize vidnosti satelitov ugotovimo primernost pogojev za RTK izmero.

Naknadna obdelava GNSS opazovanj

Surova GNSS opazovanja lahko obdelamo v postopku naknadne obdelave. Zaradi kratkega časa (nekaj sekund na posamezni točki) obstaja verjetnost, da dobljene koordinate ne bodo ustrezne kakovosti, da bi jih lahko uporabili za kontrolo koordinat, določenih z RTK izmero. Dobimo pa dobimo dokazilo, da se je geodet nahajal na ustreznem delovišču.

Statistika izmere

Iz surovih GNSS opazovanj je razvidno, ali je bila RTK izmera izvedena v skladu s trenutno veljavniimi predpisi – kolikokrat je bila določena točka izmerjena, v koliko epohah je bila točka opazovana in kolikšen je bil časovni razmik med posameznimi izmerami.

Ugotavljanje prisotnosti motenj GNSS signalov

Na podlagi analize surovih opazovanj GNSS in vsebine navigacijskih datotek lahko ugotavljamo morebitne prisotnosti namernih oziroma nenamernih motenj GNSS signalov.

3.2.1.3 Vprašanja, težave, pomisleki

Format arhiviranja surovih GNSS opazovanj

Surova GNSS opazovanja se lahko arhivira v standardiziranem formatu RINEX ali pa v lastniških binarnih formatih proizvajalcev GNSS instrumentov. Vsak format ima svoje prednosti in slabosti.

Arhiviranje v formatu RINEX omogoča enostavno uporabo datotek s surovimi opazovanji na strani izvajalca kontrole. Po drugi strani pa je potrebno upoštevati, da ni nujno, da vsi GNSS instrumenti podpirajo shranjevanja surovih opazovanj v formatu RINEX. Pogosto je za to potrebna dodatna licenca, kar pomeni dodaten strošek za geodeta. Če instrument omogoča shranjevanje opazovanj le v lastniškem binarnem formatu, mora biti na voljo pretvornik iz binarnega formata v format RINEX, ki je pogosto plačljiv in tako ponovno predstavlja dodatno finančno breme za geodeta. V primeru **arhiviranja v binarnih lastniških formatih** se postopek pretvorbe v format RINEX prenese na izvajalca kontrole, kar lahko oteži postopke preverjanja kakovosti opazovanj in njihove naknadne obdelave.

Uporaba kompenzatorja nagiba pri RTK izmeri

Sodobni GNSS sprejemniki omogočajo uporabo kompenzatorja nagiba, ki omogoča določitev položaja točke tudi takrat, ko instrument ni v horizontalnem položaju. Ta funkcionalnost bistveno poveča učinkovitost terenskega dela, vendar GNSS instrumenti praviloma pri uporabi kompenzatorja nagiba ne omogočajo shranjevanja surovih GNSS opazovanj. Zahteva, da je treba za vse točke, katerih koordinate so določene z RTK izmero, obvezno oddati tudi surova GNSS opazovanja, bi zato neupravičeno omejevala uporabo tehnološkega napredka, česar pa s podanimi smernicami načeloma ne želimo storiti.

Za zagotovitev sledljivosti izmere je treba jasno razlikovati med:

- točkami, izmerjenimi brez uporabe kompenzatorja nagiba, za katere je možno zagotoviti in oddati surova opazovanja (RINEX ali ustrezen binarni format), ter
- točkami, izmerjenimi z uporabo kompenzatorja nagiba, kjer surovih opazovanj ni mogoče shraniti.

Točke, določene z uporabo kompenzatorja nagiba, morajo biti v strokovnem poročilu izrecno označene.

Čeprav se za točke, izmerjene z uporabo kompenzatorja nagiba, surovih opazovanj ne zahteva, mora elaborat vsebovati zadostno število točk izmerjenih brez kompenzatorja nagiba, ki omogočajo preverjanje stabilnosti izmere. Praviloma naj bodo takšne točke izbrane kot:

- poligonske točke,
- kontrolne točke, ali
- druge ključne točke, ki tvorijo nosilno ogrodje izmere.

Zagotovitev opazovanj referenčne postaje

Za namen ponovno naknadne obdelave opazovanj potrebujemo opazovanja referenčne postaje z intervalom registracije 1 sekunda. Omrežje SIGNAL trenutno uradno zagotavlja opazovanja referenčnih postaj in generiranje opazovanj virtualne referenčne postaje za namen naknadne obdelave za obdobje enega leta, omrežje Geoservis SmartNet pa za še krajše časovno obdobje.

3.2.2 Surova GNSS opazovanja – statična GNSS izmera

3.2.2.1 Opis podatkovnega niza

Osnovni podatkovni niz, ki ga pridobimo za določitev koordinat geodetskih točk s statično GNSS izmero so datoteke opazovanj v obliki RINEX. Arhivi rana surova GNSS opazovanja statične izmere omogočajo, da se lahko v prihodnosti preveri kakovost GNSS opazovanj z naknadnimi analizami, podatki izmera pa se lahko tudi ponovno obdelajo, pri čemer se lahko uporabijo novejši algoritmi obdelave, ki bodo razviti v prihodnosti. S tem se zagotavlja popolna sledljivost in ponovljivost merskega postopka ter ohranja možnost objektivne verifikacije rezultatov tudi po daljšem časovnem obdobju.

Poleg datotek s surovimi GNSS opazovanji in navigacijskih datotek izmere na novih točkah mora ta podatkovni niz vsebovati tudi GNSS opazovanja na danih točkah in precizne efemeride, ki jih je geodet uporabil v postopku naknadne obdelave statične GNSS izmere.

Surova GNSS opazovanja morajo biti shranjena v obliki, ki omogoča njihovo dolgoročno razpoložljivost in neodvisno preverjanje. Sprejemljivi sta dve vrsti podatkovnih zapisov:

- standardiziran format RINEX,
- binarni lastniški format proizvajalca.

3.2.2.2 Kontrole, ki jih podatkovni niz omogoča

Analiza kakovosti GNSS opazovanj

Na podlagi analize surovih GNSS opazovanj lahko preko vrednosti SNR, izračuna DOP faktorjev, izračuna vpliva večpotja in analize vidnosti satelitov ugotovimo primernost pogojev za statično GNSS izmero in ali je bilo trajanje statične izmere ustrezno dolgo.

Naknadna obdelava GNSS opazovanj

Surova GNSS opazovanja statične izmere lahko za namen kontrole ponovno obdelamo v postopku naknadne obdelave in tako pridobimo neodvisen izračun in kontrolo kakovosti koordinat geodetskih točk, ki so bile vključene v statično GNSS izmero. S statično metodo izmere se običajno določi koordinate geodetskimi točkam, ki služijo kot izhodišče za klasično izmero. Posledično je sledljivost in kakovost določitve koordinat tem točkam še posebno pomembna.

Ugotavljanje prisotnosti motenj GNSS signalov

Na podlagi analize surovih opazovanj GNSS in vsebine navigacijskih datotek lahko ugotavljamo morebitne prisotnosti namernih oziroma nenamernih motenj GNSS signalov.

3.2.2.3 Vprašanja, težave, pomisleki

Format arhiviranja surovih GNSS opazovanj

Glej poglavje 3.2.1.3.

3.2.3 Projektna datoteka RTK izmere

3.2.3.1 Opis podatkovnega niza

Projektna datoteka, ki jo prenesemo z GNSS instrumenta, vsebuje celovite podatke o geodetski izmeri. Najpomembnejše informacije, ki jih lahko za posamezno geodetsko točko pridobimo iz projektne datoteke so¹: koordinate, število ponovitev RTK izmere, čas trajanja RTK izmere (število epoh), DOP faktorji, natančnost koordinat in podatki kompenzatorja nagiba, v primeru, da je ta uporabljen pri RTK izmeri. Za točke, katerih koordinate so bile določene s terensko izmero, teh podatkov v ni možno urejati oziroma popravljati ne na samem GNSS instrumentu in tudi ne v pisarniški geodetski programski opremi. Ker je projektna datoteka zapisana v proizvajalčevem binarnem formatu, pa je onemogočeno spreminjanje teh podatkov tudi na kakršenkoli drugačen način.

3.2.3.2 Kontrole, ki jih podatkovni niz omogoča

Sledljivost in skladnost RTK izmere z veljavnimi predpisi

Glede na to, da projektne datoteke za posamezno geodetsko točko vsebujejo niz pomembnih podatkov (koordinate in njihova natančnost, število ponovitev RTK izmere, čas trajanja RTK izmere, DOP faktorji), ki ji ni možno spreminjati oziroma prirejati, predstavlja projektna datoteka izmere enega ključnih podatkovnih nizov za zagotavljanje sledljivosti RTK izmere. Glede na vse podatke o izmerjenih geodetskih točkah, ki jih vsebuje projektna datoteka, pa je tudi enostavno ugotoviti, ali je bila RTK izmera izvedena v skladu z veljavnimi predpisi.

3.2.3.3 Vprašanja, težave, pomisleki

Na trgu se pojavlja vedno več proizvajalcev GNSS instrumentov, kar vodi do dveh glavnih pomislov. Prvič, ali vsi GNSS instrumenti omogočajo delo s projekti oziroma, ali omogočajo izvoz projektne datoteke v binarnem formatu. In drugič, za pregledovanje projektne datoteke v lastniških binarnih formatih je potrebna ustrezna programska oprema posameznega proizvajalca GNSS instrumentov. V primeru, da se v okviru katastrskih postopkov zahteva arhiviranje projektne datoteke v binarnem formatu je potrebno opredeliti tudi, kdo in kako bo omogočeno pregledovanje teh datotek (ali je zagotavljanje ustrezne programske opreme na strani izvajalcev geodetskih storitev ali na strani izvajalca kontrole).

¹ Podatki, ki jih vsebuje projektna datoteka so opredeljeni na podlagi vsebine projektne datoteke proizvajalcev Leica in Trimble.

3.3 Analiza podatkovnih nizov, ki jih lahko zagotovi upravljalec stalno delujoče GNSS postaje oziroma omrežja stalno delujočih GNSS postaj

Namenska programska oprema za upravljanje stalno delujoče GNSS postaje oziroma omrežja stalno delujočih GNSS postaj praviloma beleži podatke o uporabi omrežja s strani posameznega uporabnika, ki izvaja RTK izmero. Upravljalca omrežja razpolaga s podatki o času povezave uporabnika na omrežje, trajanju povezave in uporabljeni dostopni točki (stalno delujoča postaja ali mrežni produkt) ter v primeru uporabe mrežnih produktov (VRS, MAC, MAX ...) tudi z uporabnikovim približnim položajem, saj mora ta za generiranje mrežnega produkta omrežju posredovati svoj približen položaj.

3.3.1.1 Kontrole, ki jih podatkovni niz omogoča

Na podlagi teh podatkov je možno preveriti, ali je bila terenska izmera dejansko izvedena, ali so časovni žigi koordinat skladni s podatki o uporabi omrežja ter ali se je geodet, naveden kot izvajalec izmere, v trenutkih, ki jih definirajo časovni žigi koordinat, res nahajal na pravem delovišču. Zадnja kontrola je mogoča le v primeru uporabe mrežnega produkta, ko uporabnik posreduje omrežju svoj približni položaj.

3.3.1.2 Vprašanja, težave, pomisleki

Način dostopa do državnega koordinatnega sistema D96-17 v katastrski izmeri ni predpisan, zato lahko geodet za izvedbo RTK izmere uporabi državno omrežje SIGNAL, druga zasebna omrežja, zasebne stalno delujoče postaje ali pa v bližini delovišča vzpostavi lastno bazno stojišče. Posledično opisani podatki najverjetneje niso vedno na voljo. Poleg tega lahko lastnik omrežja ali stalne postaje podrobno statistiko o uporabi omrežja oziroma postaje smatra kot poslovno skrivnost in podatkov ne želi posredovati. Dodatno se pojavlja vprašanje, ali je posredovanje teh podatkov skladno s smernicami in zakonodajo o varstvu osebnih podatkov (GDPR).

3.3.2 Surova GNSS opazovanja stalno delujočih GNSS postaj oziroma virtualnih referenčnih postaj za namen naknadne obdelave

3.3.2.1 Opis podatkovnega niza

V primeru, da bi želeli v postopku kontrole kakovosti izmere narediti ponovno obdelavo GNSS opazovanj (surova GNSS opazovanja RTK izmere ali statične izmere), potrebujemo za časovno obdobje obravnavane GNSS izmere GNSS opazovanja vsaj ene fizične ali virtualne referenčne postaje. Z vidika neodvisnosti kontrole in kontrole točnosti koordinat v državnem koordinatnem sistemu bi bilo najbolj smiselno, da bi se v postopku kontrole uporabila GNSS opazovanja stalno delujočih postaj državnega omrežja SIGNAL.

3.3.2.2 Kontrole, ki jih podatkovni niz omogoča

GNSS opazovanja fizičnih ali virtualnih referenčnih postaj omogočajo naknadno obdelavo statične GNSS izmere in v primeru shranjevanja surovih opazovanj pri RTK izmeri tudi ponovno obdelavo surovih opazovanj RTK izmere.

3.3.2.3 Vprašanja, težave, pomisleki

Omrežje SIGNAL trenutno uradno zagotavlja opazovanja referenčnih postaj in generiranje opazovanj virtualne referenčne postaje za namen naknadne obdelave za obdobje enega leta, omrežje Geoservis SmartNet pa za še krajše časovno obdobje. Torej v trenutni situaciji (ponovna) naknadna obdelava GNSS izmer, starejših od enega leta, ne bi bila možna.

4 Zaključek

Trenutna ureditev arhiviranja podatkov GNSS izmer v katastrskih postopkih ne omogoča sodobnih pristopov k zagotavljanju preglednost, sledljivosti, kakovosti in neodvisnemu preverjanju rezultatov. Z razvojem tehnologije in večjo odgovornostjo izvajalcev bi bilo nujno uvesti dopolnitve, ki bi predpisovale shranjevanje surovih opazovanj ter razširile in nadgradile vsebino poročil o izmeri. Takšen pristop ne bi bistveno posegal v praktično izvedbo meritev, hkrati pa bi zvišal standard dokumentiranja, kar bi zagotovilo večjo preglednost, sledljivost in možnost ponovne obdelave ter uporabe podatkov. Uvedba novih smernic bi prispevala k večji zanesljivosti katastrskih postopkov, k večji zaščiti izvajalcev in naročnikov katastrskih storitev ter k dolgoročni uporabnosti podatkov za analize in optimizacijo geodetskih procesov.

Literatura

[1] Zakon o katastru nepremičnin (ZKN). Uradni list RS, št. 54/2021.

Dostopno na: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO7952>

Pridobljeno: 28. 11. 2025.

[2] Pravilnik o vodenju podatkov katastra nepremičnin. Uradni list RS, št. 41/2022.

Dostopno na: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=PRAV14585>

Pridobljeno: 28. 11. 2025.

[3] GURS. Navodila za izpolnitev obrazcev Priloge 5 Pravilnika o vodenju podatkov katastra nepremičnin. 2024.

Dostopno na: https://www.gov.si/assets/organi-v-sestavi/GURS/Dokumenti/Zakonodaja-dokumenti/ZKN/Navodila-za-izpolnitev-obrazcev-Priloge-5_dopolnitev_11042024.pdf

Pridobljeno: 28. 11. 2025.

[4] GURS. Regionalni posveti na temo izvajanja Zakona o katastru nepremičnin. 2024.

Dostopno na: <https://www.gov.si/dogodki/2024-10-15-regionalni-posveti-na-temo-izvajanja-zakona-o-katastru-nepremicnin/>

Pridobljeno: 28. 11. 2025.

[5] ISO. ISO 17123.

Dostopno na: <https://www.iso.org/>



Inženirska zbornica Slovenije

Jarška cesta 10/b, 1000 Ljubljana, Slovenija

T: +386 (0)1 547 33 40

E: izs@izs.si / **I:** www.izs.si