

Datum: 20.8.2007

Geodetska uprava Republike Slovenije objavlja

Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru

ki med drugim vključuje modele transformacij zemljiškokatastrskih točk in tehnične pogoje transformacij, skladno z drugim odstavkom 37. člena in prvim odstavkom 39. člena Pravilnika o urejanju ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (Uradni list RS št. 8/07 in 26/07).

Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru obravnava metode izmere, transformacije in način izračuna površin parcel ter koordinat točk v koordinatnem sistemu ETRS89/TM. Uvedba koordinatnega sistema ETRS89/TM je posledica vse bolj široke uporabe globalnih navigacijskih sistemov za določitev položaja točk in strategije osnovnega geodetskega sistema, ki priporoča zamenjavo obstoječega državnega koordinatnega sistema s skupnim evropskim koordinatnim sistemom ETRS89. Pravano podlago za uvedbo novega koordinatnega sistema v evidence zemljiškega katastra predstavlja Zakon o evidentiranju nepremičnin (Uradni list RS, št. 47/06, tretji odstavek 139. člena): »Eno leto po vzpostavitvi omrežja stalnih postaj GNSS na območju Republike Slovenije, najpozneje pa do 1. januarja 2008, morajo biti vse spremembe in koordinate novih zemljiškokatastrskih točk določene v koordinatnem sistemu ETRS89/TM«. Poleg Zakona o evidentiranju nepremičnin je osnova za pripravo teh navodil še Pravilnik o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (Uradni list RS, št. 8/07 in 26/07) in dokument »Vrste digitalnih podatkov in način zapisa« (št. dokumenta 00703-03/2001-1 z dne 5. 2. 2007), ki vsebuje opis izmenjavalnih datotek in je objavljen na spletni strani Geodetske uprave Republike Slovenije.

Namen Tehničnega navodila za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru je pomoč geodetskim podjetjem pri uporabi novega koordinatnega sistema in upoštevanju Zakona o evidentiranju nepremičnin ter drugih podzakonskih predpisov pri izvajanju geodetskih storitev v zemljiškem katastru. Navodilo je osnova za enoten način izvajanja izmere, transformacije, izračuna površin parcel ter uporabe podatkov zemljiškokatastrskih točk s koordinatami v različnih koordinatnih sistemih (ETRS89/TM in D48/GK).

Za podrobnejše informacije o izvajanju terenskih metod izmere se izvajalcem geodetskih storitev priporoča uporaba »Navodila za izvajanje izmere z uporabo globalnih navigacijskih satelitskih sistemov« ter »Navodila za izvajanje klasične geodetske izmere v novem državnem koordinatnem sistemu«. Navodili sta objavljeni na spletnih straneh Geodetske uprave Republike Slovenije.

Uvedba sodobnega in kakovostnega koordinatnega sistema v evidence zemljiškega katastra predstavlja osnovo za izmero in določitev koordinat z natančnostjo, ki jo omogoča sodobna tehnologija. Zavedati se je potrebno, da uvedba novega koordinatnega sistema ne pomeni izboljšave obstoječih podatkov zemljiškega katastra, ampak predstavlja kakovostno osnovo za vse izmere po 1. januarju 2008.

Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru je pripravil Geodetski inštitut Slovenije v sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo in Geodetsko upravo Republike Slovenije.

Tehnično navodilo za uporabo novega koordinatnega sistema v zemljiškem katastru

(Različica 1.0, 20.8.2007)

1 NAVODILA ZA IZMERO V ZEMLJIŠKEM KATASTRU	4
1.1 METODE IZMERE PRIMERNE ZA UPORABO V ZEMLJIŠKEM KATASTRU	4
1.1.1 GNSS METODE IZMERE	5
1.1.2 KOMBINIRANA METODA IZMERE	7
1.1.3 KLASIČNA METODA IZMERE	7
1.2 GNSS METODE IZMERE	8
1.2.1 PRIPOROČILA K IZVEDBI GNSS IZMERE	9
1.2.2 NAVEZAVA NA KOORDINATNI SISTEM ETRS89/TM	13
1.2.3 NATANČNOST KOORDINAT ZK TOČK V ETRS89/TM	15
1.2.4 PRIPOROČILA ZA IZVEDBO MERITEV V POSEBNIH POGOJIH.....	16
1.3 KOMBINIRANE METODE IZMERE	17
1.3.1 PRIPOROČILO ZA IZVEDBO KOMBINIRANE IZMERE	17
1.3.2 NAVEZAVA NA KOORDINATNI SISTEM ETRS89/TM	18
1.3.3 NATANČNOST KOORDINAT TOČK V ETRS89/TM	18
1.4 KLASIČNE METODE IZMERE.....	19
1.4.1 PRIPOROČILO ZA IZVEDBO KLASIČNE IZMERE	19
1.4.2 NAVEZAVA NA KOORDINATNI SISTEM ETRS89/TM	20
1.4.3 NATANČNOST KOORDINAT TOČK V ETRS89/TM	20
1.5 DOKUMENTIRANJE IZMERE	21
1.6 DOLOČITEV KOORDINAT ZK TOČK NA ORTOFOTO NAČRTU	22
2 NAVODILA ZA TRANSFORMACIJO MED KOORDINATNIMA SISTEMOMA ETRS89/TM IN D48/GK	23
2.1 DEFINICIJA KOORDINATNIH SISTEMOV.....	23
2.1.1 KOORDINATNI SISTEM D48/GK	24
2.1.2 KOORDINATNI SISTEM ETRS89/TM	24
2.1.3 DRŽAVNI VIŠINSKI SISTEM.....	25
2.2 MODELI TRANSFORMACIJ	25
2.2.1 4-PARAMETRIČNA PODOBNOSTNA TRANSFORMACIJA	25
2.2.2 TRANSFORMACIJA VIŠIN	29
2.3 TRANSFORMACIJA Z DETAJLNIMI TRANSFORMACIJSKIMI PARAMETRI	29
2.3.1 VHODNI PODATKI	30
2.3.2 IZBIRA VEZNIH IN KONTROLNIH TOČK	30
2.3.3 IZRAČUN TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV	31
2.3.4 OCENA KAKOVOSTI TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV	31
2.3.5 IZRAČUN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT.....	31
2.3.6 POSEBNI PRIMERI	32
2.4 TRANSFORMACIJA Z LOKALNIMI ALI REGIONALNIMI TRANSFORMACIJSKIMI PARAMETRI .	32
2.4.1 VHODNI PODATKI ZA IZRAČUN LOKALNIH PARAMETROV	33
2.4.2 IZBIRA VEZNIH TOČK ZA IZRAČUN LOKALNIH PARAMETROV.....	33

2.4.3	IZBIRA KONTROLNIH TOČK	34
2.4.4	IZRAČUN LOKALNIH TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV	35
2.4.5	OCENA KAKOVOSTI TRANSFORMACIJSKIH PARAMETROV	35
2.4.6	IZRAČUN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT.....	36
2.4.7	POSEBNI PRIMERI	36
3	<u>TEHNIČNA NAVODILA ZA IZRAČUN POVRŠIN IN KOORDINAT.....</u>	38
3.1	OPREDELITEV TIPIČNIH PRIMEROV	39
3.2	UVEDBA ETRS89/TM V PISNI DEL EVIDENCE ZEMLJIŠKEGA KATASTRA	41
3.2.1	EVIDENTIRANJE MEJ V TIPIČNIH PRIMERIH.....	41
3.2.2	PRIPOROČILA K SOČASNI UPORABI KOORDINAT D48/GK IN ETRS89/TM.....	43
3.2.3	METODA DOLOČITVE KOORDINAT ZK TOČK	45
3.2.4	IZRAČUN POVRŠINE PARCELE	46
3.3	PRIMERI SPREMEMBE STANJA NA SOSEDNIH PARCELAH	50
3.4	VZDRŽEVANJE ZEMLJIŠKOKATASTRSKEGA PRIKAZA	52
3.4.1	KOORDINATNI SISTEM ZA VZDRŽEVANJE ZK PRIKAZA.....	53
3.4.2	METODE VZDRŽEVANJA ZK PRIKAZA DO 1. 1. 2008	53
3.4.3	VZDRŽEVANJE ZK PRIKAZA OD 1. 1. 2008 DO DATUMA »D«	53
3.4.4	VZDRŽEVANJE ZK PRIKAZA OD DATUMA »D« DALJE	54
	POJMOVNIK	55

1 NAVODILA ZA IZMERO V ZEMLJIŠKEM KATASTRU

Navodila za izmero v ZK vsebujejo priporočila za izvedbo izmere v novem koordinatnem sistemu ETRS89/TM. Izmera v ZK je lahko izmera z GNSS tehnologijo, klasična izmera ali kombinirana izmera. Navodilo o izmeri vsebuje:

- opis posamezne metode izmere,
- priporočilo za izvedbo posamezne metode izmere,
- priporočilo za uporabo posamezne metode GNSS izmere (hitra statična, RTK izmera ali kinematična izmera),
- navodilo za izvedbo GNSS metode izmere (trajanje opazovanj, minimalni višinski kot, interval registracije, ipd.),
- priporočilo za izvedbo meritev v specifičnih pogojih (slab sprejem GNSS signalov, GSM signala, slabo delovanje omrežja PP, odboj signala, ...),
- navodila za izbiro načina navezave na sistem ETRS89 in
- oceno natančnosti horizontalnih koordinat ZK točk v koordinatnem sistemu ETRS89/TM.

1.1 Metode izmere primerne za uporabo v zemljiškem katastru

Za potrebe ZK je primerna metoda izmere, ki omogoča določitev ravninskih koordinat ZK točke z natančnostjo, ki jo določa Pravilniku o urejanju mej (35. člen). Le-ta določa dva načina izmere in izračuna koordinat ZK točk:

- geodetska metode izmere na terenu ali
- izmera na ortofoto načrtu, geodetskem in/ali topografskem načrtu.

Med geodetskimi metodami izmere so za zemljiškokatastrsko izmero primerne vse geodetske metode, ki omogočajo določitev ravninskih koordinat z natančnostjo boljšo od 4 cm (dolžina daljše polosi standardne elipse zaupanja ravninskih koordinat točke). Geodetskim podjetjem se za doseganje predpisane natančnosti priporoča uporaba naslednjih metod geodetske izmere:

- GNSS,
- kombinirana in
- klasična metoda izmere.

Izbira načina izmere je v veliki meri odvisna od strokovne presoje geodetskega podjetja, ki se v odvisnosti od danosti in omejitev na delovišču, odloči za najbolj smotrno metodo izmere. Spremembo pri dosedanjih preferencah k izbiri metode izbire predstavljajo novosti v zakonodaji (ZEN, 139. člen), ki določa vodenje novih in spremenjenih koordinat ZK točk po 1. 1. 2008 v ETRS89/TM. Glede na to, da GNSS metode izmere ob ustrezni navezavi meritev omogočajo direktno določanje položaja v ETRS89/TM, predstavljajo najbolj smotrno izbiro metode izmere. To velja ob predpostavki, da je GNSS metoda izmere na območju delovišča izvedljiva in da omogoča določitev položaja ZK točk z natančnostjo, boljšo od 4 cm. V naslednjih podpoglavjih so opisane značilnosti, prednosti in slabosti tako GNSS kot tudi kombinirane in klasične metode izmere. Podana so tudi priporočila za geodetska podjetja, ki jim bodo v pomoč pri izbiri najbolj smotrne metode izmere na posameznem delovišču.

1.1.1 GNSS metode izmere

GNSS metode izmere so vse metode, s katerimi določamo koordinate točk z GNSS tehnologijo¹. Za določitev koordinat ZK točk z GNSS metodo izmere je zahtevana uporaba GNSS opreme najvišjega kakovostnega razreda, ki izpolnjuje naslednje tehnične specifikacije:

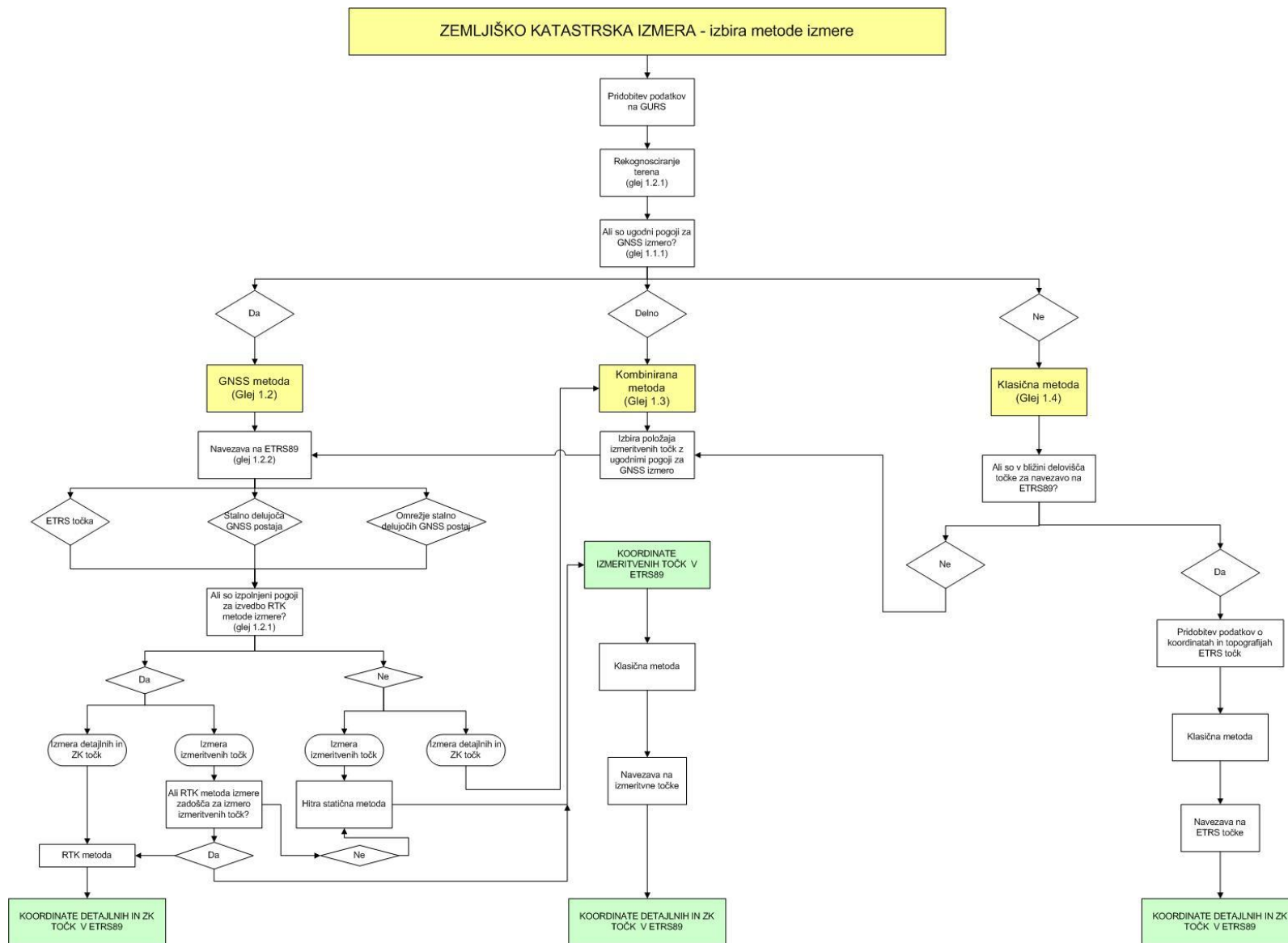
- dvofrekvenčni GNSS sprejemnik,
- dvofrekvenčna GNSS antena, ki zmanjša učinke večpotja (multipath) in interference signalov,
- možnost določitve baznih vektorjev z natančnostjo 10 mm +2 ppm (ravninske koordinate)
- možnost uporabe popravkov opazovanj iz baznih postaj, stalno delujočih GNSS postaj ali omrežij (podpira format RTCM) ter
- podpora RTK metode izmere z navezavo na eno postajo ali na omrežje le-teh.

Glede na to, da GNSS metode izmere omogočajo določitev koordinat ZK točk neposredno v ETRS89/TM, se geodetskemu podjetju priporoča uporaba te metode, če je seveda le-ta kakovostno izvedljiva na danem delovišču. Geodetskemu podjetju se priporoča uporaba GNSS metod izmere, če je na pretežnem območju izmere:

- vsaj 5-6 GNSS-satelitov nad obzorjem, ki so ugodno geometrijsko razporejeni (PDOP faktor),
- odsotnost fizičnih ovir v neposredni bližini detajlnih točk (visoki objekti, drevesa, neugoden relief), posebej južno od točke izmere,
- odsotnost motečih ravnih površin v neposredni bližini detajlnih točk (npr. pločevinastih streh), ki povzročajo odboje signalov (multipath),
- odsotnost motečih virov elektromagnetnega valovanja v neposredni bližini detajlnih točk (npr. oddajniki, radijski pretvorniki, transformatorske postaje), ki lahko interferirajo z GNSS-signali.

Če pogoji za kakovostno izvedbo GNSS metod izmere niso izpolnjeni, se geodetskemu podjetju priporoči uporaba kombinirane ali klasične metode izmere.

¹ Termin GNSS tehnologija se nanaša na enega ali več globalnih navigacijskih satelitskih sistemov (GPS, GLONASS in/ali Galileo) na osnovi katerih geodetsko podjetje določi koordinate točk v enem izmed globalnih koordinatnih sistemov



Slika 1: Izbira metode izmere za določitev koordinat točk v ETRS89/TM.

1.1.2 Kombinirana metoda izmere

Kombinirana metoda je skupen izraz za metodo izmere, ko določujemo položaj ZK točk tako z GNSS kot tudi s klasično metodo izmere. Navadno se ena od GNSS metod izmere uporabi za določitev koordinat točk izmeritvene mreže, medtem ko se klasična metoda izmere uporabi za določitev koordinat detajlnih in ZK točk. Z GNSS metodo izmere določene koordinate točk služijo za navezavo klasičnih meritev na koordinatni sistem ETRS89/TM. Uporaba kombiniranih metod izmere se geodetskemu podjetju priporoči v primerih, ko je na območju delovišča onemogočena izvedba kakovostne GNSS izmere (glej 1.1.1). Geodetskemu podjetju se priporoča uporaba kombinirane metode izmere, če ugotovi, da na delovišču:

- prihaja do pogoste izgube inicializacije;
- prihaja do pogostih prekinitev signala (angl. cycle slip), čeprav ne pride do izgube inicializacije;
- število satelitov je manjše od 5 (5 satelitov je minimalno potrebnih za inicializacijo);
- prisotnost ovir v neposredni okolici detajlnih ali ZK točk, ki povzročajo bodisi omejeno sprejemanje, prekinitve ali odboj signala;
- slaba geometrijska razporeditev satelitov, kar se lahko ugotovi iz faktorja PDOP.

Za kakovostno izvedbo kombiniranih metod izmere morajo biti zagotovljeni naslednji pogoji:

- vsaj na nekaterih delih delovišča morajo biti izpolnjeni pogoji za izvedbo kakovostne GNSS izmere;
- z GNSS metodo izmere določene koordinate točk izmeritvene točk morajo zagotavljati kakovostno osnovo za vklop klasičnih meritev v ETRS89/TM.

Če pogoji za kakovostno izvedbo kombiniranih metod izmere niso izpolnjeni na območju delovišča, se priporoči uporaba klasične metode izmere.

1.1.3 Klasična metoda izmere

Klasična metode izmere je metoda določitve koordinat točk na podlagi opazovanj dolžin in kotov (v nadaljevanju klasičnih opazovanj). Za izračun koordinat točk v predpisanem koordinatnem sistemu (od 1. 1. 2008 je to ETRS89/TM) je potrebno klasična opazovanja navezati na vsaj 3 točke, ki imajo dan položaj v ETRS89/TM.

Uporaba klasične metode izmere se priporoča, če:

- ni mogoče kakovostno določiti koordinat detajlnih točk z GNSS metodo izmere;
- je na delovišču že vzpostavljena izmeritvena mreža s koordinatami točk v ETRS89/TM;
- geodetsko podjetje nima na razpolago GNSS opreme, primerne kakovosti za izvajanje geodetskih storitev v zemljiškem katastru.

V naslednjih poglavjih so podana detajlna navodila za določitev koordinat ZK točk v ETRS89/TM z GNSS, kombinirano in klasično metodo izmere.

1.2 GNSS metode izmere

Za izvedbo geodetskih storitev za potrebe ZK je primerna uporaba naslednjih GNSS metod izmere:

- Real-Time Kinematic (RTK) metoda (Stop & Go način zajema točk),
- kinematična metoda izmere (Stop & Go način zajema točk) in
- hitra statična metoda izmere.

Za potrebe izmere v ZK je v okviru kinematične in RTK metode izmere primeren samo Stop&Go način meritev, ko se na točki ustavimo (faza Stop) in izvajamo opazovanja od nekaj sekund do nekaj minut. Nato pa se prestavimo na naslednjo točko (faza Go).

RTK metoda izmere je dinamična metoda GNSS-izmere, ki temelji na faznih opazovanjih in istočasni izmeri z dvema sprejemnikoma. En sprejemnik je postavljen na dani točki (t. i. bazni sprejemnik), z drugim sprejemnikom (t. i. premičnim sprejemnikom) pa izvajamo izmero. Bazni sprejemnik lahko nadomesti stalno delujoča GNSS postaja ali VRS. Zajem detajlnih točk je lahko avtomatski (časovni ali dolžinski interval) ali na zahtevo (Stop&Go način meritev). Pri RTK metodi izmere se obdelava podatkov izvaja v času izmere in tako že med samo izmero pridobimo koordinate točk in podatke o natančnosti le-teh.

Osnovni pogoj za izvedbo RTK metode je vzpostavitev povezave med baznim in premičnim sprejemnikom v realnem času. Preko te povezave premični sprejemnik sprejema popravke opazovanj, ki jih tvori in pošilja bazni sprejemnik oz. center omrežja stalno delujočih postaj. Uspešnost metode temelji na zanesljivi določitvi neznanega števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj.

Za potrebe izmere v ZK je RTK metoda s Stop&Go načinom izmere optimalna metoda GNSS izmere. RTK metoda omogoča hitro in kakovostno določitev koordinat ZK in detajlnih točk v realnem času. Uporaba te metode se priporoča vedno, ko so na območju delovišča izpolnjeni osnovni pogoji za GNSS in RTK izmero (glej 1.1.1, 2. odstavek).

Kinematična metoda izmere je v osnovi enaka RTK metodi izmere, le da pri kinematični metodi poteka obdelava opazovanj naknadno v pisarni. To pomeni, da v realnem času, torej na terenu, nimamo podatkov o koordinatah ZK in detajlnih točk v sistemu ETRS89/TM, saj le-te dobimo šele z obdelavo opazovanj v pisarni. Na terenu lahko dobimo le podatke o absolutnem položaju točk v sistemu WGS-84 z natančnostjo horizontalnih koordinat nekaj metrov.

Za potrebe izmere v ZK je kinematična metoda izmere iz vidika natančnosti določitve koordinat točk, ki jo metoda omogoča vsekakor primerna. Iz vidika praktičnosti uporabe te metode v zemljiškem katastru pa lahko rečemo, da njena uporaba ni najbolj smotrna. Razlog je, da se pri izvajanju geodetskih storitev za potrebe zemljiškega katastra pogosto soočamo s situacijami, ko je potrebno »poznati« koordinate ZK točk v ETRS89/TM s predpisano natančnostjo direktno na terenu.

Hitra statična metoda izmere (angl. fast static) je vrsta statične metode izmere, ki se je pojavila z razvojem algoritmov za učinkovito določitev neznanega začetnega števila celih valov ob uporabi različnih tipov opazovanj in različnih kombinacij teh opazovanj, kar omogoča relativno hitro in zanesljivo določitev neznanega števila celih valov. Čas opazovanj na točki je dosti krajši kot pri statični metodi izmere in navadno znaša od 10 minut do 30 minut, odvisno od dolžine baznega vektorja in pogojev za izvedbo GNSS opazovanj.

Za potrebe zemljiškokatastrske izmere se uporaba hitre statične metode priporoča za določitev koordinat točk izmeritvene mreže, saj je natančnost določitve položaja bistveno višja kot pri RTK ali kinematični metodi izmere. Uporaba te metode za določitev koordinat ZK točk ni smiselna, saj je čas opazovanj na posamezno točki zelo dolg.

Vse tri metode izmere se nanašajo na relativno določitev koordinat točk glede na izbrano referenčno točko (stalno GNSS-postajo, VRS postajo ali ETRS točko).

1.2.1 Priporočila k izvedbi GNSS izmere

Uspešnost izvedbe GNSS metode izmere in kakovost določitve koordinat je odvisna od:

- kakovosti uporabljene GNSS opreme,
- izbire in izvedbe metode izmere,
- stanja atmosfere in satelitskega segmenta,
- števila in geometrijske razporeditve satelitov v času opazovanj,
- prisotnosti fizičnih ovir in drugih motečih objektov na območju delovišča ter
- stanja točke za navezavo na koordinatni sistem ETRS89/TM, t. j. stanja stalne GNSS postaje, baznega sprejemnika na ETRS točki ali omrežja stalno delujočih GNSS postaj.

Geodetsko podjetje lahko zagotovi kakovost koordinat točk, ki so določene z GNSS izmero tako, da upošteva vse zgoraj navedene dejavnike. Priporočilo o zahtevani kakovosti uporabljene GNSS opreme in o metodah ter parametrih izvedbe posamezne metode so podane v 1.1.1. Pri rekognosciranju terena se lahko presodi ali bodo fizične ovire in drugi moteči objekti na območju delovišča bistveno vplivali na sprejem GNSS signala, število vidnih satelitov, poslabšanje geometrijske razporeditve satelitov ali pa da bodo povzročali učinek večpotja (angl. multipath) in pogoste prekinitve signala (angl. cycle slip). Rekognosciranje predstavlja ključno nalogo pri odločitvi o smiselnosti uporabe GNSS metode izmere. V okviru rekognosciranja terena ugotovljamo:

- prisotnost večjih fizičnih ovir v bližini točke (reliefne ovire, visoki objekti, vegetacija, ipd.), posebej južno od točke izmere,
- prisotnost manjših fizičnih ovir (npr. listje na drevesih), ki lahko povzročajo pogoste prekinitve sprejemanja signala (t. i. cycle slip),
- prisotnost objektov (npr. pločevinasta streha, vodna telesa, avtomobili), ki povzročajo odboje signalov (t. i. večpotje),
- prisotnost motečih virov elektromagnetnega valovanja (npr. oddajniki, radijski pretvorniki, transformatorske postaje), ki lahko interferirajo z GNSS-signali.

Če na podlagi rekognosciranja terena ugotovimo, da je uporaba GNSS metoda izmere smiselna, je priporočljivo na podlagi programske opreme za planiranje GNSS opazovanj, izbrati optimalni datum in čas izvedbe opazovanj. Na območju Slovenije je nad višinskim kotom 15° večinoma na voljo od 6 do 8 GPS satelitov s posameznimi intervali, ko jih je na voljo tudi 9 ali pa samo 5. Pri planiranju opazovanj poskusimo izbrati take časovne intervale, ko je na voljo vsaj 6-7 satelitov, saj je za kakovostne rezultate izmere potrebnih vsaj 5 satelitov z geometrijsko ugodno razporeditvijo in vsi »vidni« sateliti zelo verjetno ne bodo vidni zaradi fizičnih ovir na delovišču.

Če se za navezavo na ETRS89/TM uporablja podatke stalno delujoče GNSS postaje ali omrežja postaj, se priporoča, da se pred odhodom na teren pri upravljavcu postaje preveri delovanje postaje. V primeru, da GNSS postaja ali omrežje v času opazovanj ne deluje korektno, obstaja možnost, da ne bo mogoča niti izmera v realnem času (RTK metoda) niti naknadna obdelava opazovanj (kinematična ali statična metoda).

Natančnost določitve koordinat točk ni odvisna samo od kakovosti izvedenih meritev in obdelave opazovanj, temveč tudi od natančnosti centriranja in horizontiranja GNSS antene na točki. Priporočljiv način centriranja in horizontiranja ločimo glede na vrsto točke:

- ZK točka: antena je postavljena na togem grezilu, s katerim je izvedeno prisilno centriranje; antena je horizontirana s pomočjo vgrajene dozne libele;
- izmeritvena točka: antena je postavljena na stativ in centrirana z optičnim grezilom; antena je horizontirana s pomočjo vgrajene dozne libele.

Če je delovišče od baznega sprejemnika ali od stalno delujoče GNSS postaje za navezavo oddaljeno več kot 10 km, se priporoča uporaba opazovanj VRS tako za RTK metodo kot tudi za kinematično in hitro statično metodo izmere. Za delovišča oddaljena več kot 15 km pa je uporaba VRS ali drugih omrežnih korekcij opazovanj obvezna.

RTK metoda izmere

RTK (angl. Real Time Kinematic) metoda izmere je primerna za določitev koordinat ZK točk samo s stop&go načinom izmere. RTK metoda temelji na obdelavi opazovanj v realnem času, zato se jo navadno uporabi, če potrebujemo:

- koordinate točk neposredno na terenu (npr. prenos meje v naravo) in
- podatke o kakovosti določitve koordinat točk neposredno na terenu.

Poleg ostalih zahtev, ki veljajo za GNSS metode izmere (glej 1.1.1 in 1.2.1), je za RTK metodo izmere nujna tudi vzpostavitev komunikacije med baznim in premičnim sprejemnikom. Le-ta omogoča pošiljanje in sprejem popravkov opazovanj, kar je osnova za obdelavo opazovanj v realnem času. Komunikacijo lahko vzpostavimo:

- preko radijskih valov ali
- preko omrežja mobilne telefonije.

Če je komunikacija vzpostavljena z omrežjem ponudnika mobilne telefonije je priporočljivo, da se pred odhodom na teren preveri pokritost z GSM signalom. Za območje Slovenije se lahko pokritost z GSM signalom preveri na spletnih straneh ponudnikov mobilne telefonije Mobitel in Simobil².

Parametri RTK metode izmere

Priporočljivi parametri nastavitvev in izvedbe RTK-metodo izmere so:

- interval registracije je 1 s,
- število meritev pri stop&go načinu zajema je vsaj 10 (v idealnih pogojih³)
- najmanjši višinski kot satelitov je 10° ter
- faktor PDOP je manjši od 6.

Priporoča se tudi shranjevanje podatkov opazovanj (surova opazovanja), saj samo tako lahko morebitne nepravilnosti (višina antene, koordinate bazne postaje, filtriranje opazovanj ipd.) »popravimo« z naknadno obdelavo opazovanj v pisarni. V nasprotnem primeru je potrebno ponovno izvesti terenske meritve. Če so pogoji za izvedbo GNSS opazovanj slabi (število satelitov je minimalno, pogoste prekinitve signala in izgube inicializacije), se priporoča večje število meritev na točki in zvišanje višinskega kota satelitov (največ 15°).

Število meritev je odvisno od trenutnih pogojev za meritve (število satelitov, vpliv neodstranjenih vplivov na opazovanja, geometrijska razporeditev satelitov, ipd.) in od

² Informacije o pokritosti z GSM signalom pridobite na spletnih straneh:

<http://www.mobitel.si/slo/Ponudba/GSMnarocniki/OMobitelGSM/Osnovnipodatki/PokritostSlovenije/ze/mljevid.asp> (Mobitel) in <http://vfjava.simobil.net/coverage/> (Simobil).

³ Za idealne pogoje tu velja situacija, ko imamo nad obzorjem oziroma pod kotom večjim od 15° vsaj 8 satelitov (ob njihovi enakomerni razporeditvi lahko tudi samo 6), oziroma ko je PDOP manjši od 2.

oddaljenosti od referenčne točke. Za bazne vektorje daljše od 15 km se priporoča izvedba vsaj 60 meritev.

Opis terenskih postopkov za oceno kakovosti opazovanj

Ločimo dva tipa kontrole:

- kontrola izračunanih koordinat v realnem času in
- kontrola inicializacije.

Za kontrolo izračunanih koordinat se zahteva ponovitev meritev na vsaki ZK točki, saj to omogoča kontrolo izmerjene točke. Priporoča se:

- vsaj dve neodvisni meritvi na vsaki ZK točki,
- časovni interval med dvema zaporednima meritvama naj bo vsaj 30 minut.

V 30 minutah se spremeni geometrijska razporeditev satelitov, kar omogoča določitev neodvisnega položaja točke. Dopustno odstopanje med obema nizoma koordinat je enako 10 cm^4 .

Kakovost koordinat določenih v okviru RTK metod izmere je v veliki meri odvisna od postopka inicializacije, v katerem se določi neznanost števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj. Priporoča se, da se inicializacija izvede na najbolj odprtem delu delovišča, kjer ni ovir za GNSS signal. Zaradi pomembnosti postopka inicializacije, se priporoča kontrola inicializacije, ki je lahko istočasno tudi kontrola izračunanih koordinat v realnem času, tako da izvedemo meritve na kontrolni točki. Kontrolna točka je lahko katerakoli stabilizirana točka na ali v bližini delovišča, ki ima z eno od GNSS metod določene koordinate v ETRS89/TM. Za potrebe kontrole inicializacije in izračunanih koordinat naj se na kontrolni točki izvedejo meritve:

- na začetku in koncu opazovanj na delovišču ter
- po vsakokratni izgubi inicializacije in ponovni inicializaciji.

Za GNSS sprejemnike, ki imajo vgrajeno funkcijo kontinuiranega spremljanja določitve neznanega števila celih valov, lahko kontrolo inicializacije izvedemo samo na začetku in koncu opazovanj.

Kinematična izmera

Kinematična metoda izmere je primerna za določitev koordinat ZK točk samo s stop&go načinom zajema koordinat točk. Kinematična metoda temelji na naknadni obdelavi opazovanj in se navadno uporabi, če:

- ne potrebujemo koordinat detajlnih točk na terenu,
- ne potrebujemo podatkov o kakovosti določitve koordinat točk neposredno na terenu,
- je prišlo do napake v komunikaciji med premičnim in baznim sprejemnikom,
- pride do nepravilnosti v opremi za oddajanje popravkov opazovanj baznega sprejemnika, stalno delujoče GNSS postaje ali omrežja le-teh.

Parametri kinematične metode izmere

Za izvedbo kinematične metode izmere morajo biti izpolnjeni pogoji za kakovostno izvedbo GNSS izmere (glej 1.1.1 in 1.2.1). Priporočljivi parametri nastavitve in izvedbe kinematične metode izmere so:

- interval registracije je 1 s,
- število meritev pri stop&go načinu zajema je vsaj 30 (v idealnih pogojih),

⁴ Dopustno odstopanje je izračunano iz predpisane natančnosti ZK točk (Pravilnik o urejanju mej, 35. člen) ob 95% stopnji zaupanja.

- najmanjši višinski kot satelitov je 10° ter
- faktor PDOP je manjši od 6.

Pri kinematični metodi izmere se priporoča izvedba daljših opazovanj na posameznih točkah kot pri RTK metodi izmere, saj razen a-priori ocene o natančnosti določitve koordinat, nimamo na razpolago nobenih podatkov o količini in kakovosti opravljenega dela. V primeru slabih pogojev za GNSS izmero se priporoča dodatno podaljšanje časa opazovanj.

Opis terenskih postopkov za oceno kakovosti opazovanj

Tudi v okviru kinematične metode izmere določenih koordinat točk se priporoča izvedba vsaj dveh neodvisnih meritev in izvedba vsaj dveh opazovanj na kontrolni točki, in sicer vsaj na začetku in koncu opazovanj. Način izvedbe neodvisnih meritev na identičnih točkah in na kontrolnih točkah je enak kot pri RTK metodi izmere (glej zgoraj).

Hitra statična izmera

Prednost hitre statične metode izmere je predvsem višja natančnost koordinat kot s kinematično metodo izmere, vendar je temu primerno tudi bolj zamudna. Trajanje opazovanj je za približno 10-20 minut daljše, iz česar sledi veliko manjša produktivnost izmere. Glede na to, da s kinematičnimi metodami izmere dosežemo zadostno natančnost koordinat, uporaba hitre statične metode za izmero ZK točk ni smiselna. Hitra statična metoda izmere se priporoča samo v okviru kombinirane metode izmere za določitev koordinat izmeritvenih točk za navezavo klasičnih meritev⁵, saj morajo biti koordinate izmeritvene točke določene z višjo natančnostjo kot ZK točke.

Parametri hitre statične metode izmere

Za izvedbo hitre statične metode izmere morajo biti izpolnjeni pogoji za kakovostno izvedbo GNSS izmere (glej 1.1.1 in 1.2.1). Priporočljivi parametri nastavitve in izvedbe hitre statične metode izmere so:

- interval registracije je 5 s,
- navezava na VRS, če je oddaljenost od bazne postaje več kot 5 km,
- trajanje opazovanj je vsaj 10 min + 1 min/km oddaljenosti od referenčne postaje,
- najmanjši višinski kot satelitov je $10\text{--}15^\circ$
- faktor PDOP je manjši od 6.

Določitev koordinat točk pri hitri statični metodi izmere je treba izvesti z navezavo na referenčno postajo ali na točko s kakovostno določenimi koordinatami v ETRS89/TM. Priporočljiva je navezava na vsaj dve točki, tj. dve stalni GNSS-postaji ali dve ETRS-točki, in izračun koordinat z izravnavo baznih vektorjev.

Opis terenskih postopkov za oceno kakovosti opazovanj

Oceno kakovosti opazovanj lahko pridobimo:

- iz faktorja PDOP, ki opisuje ugodnost geometrijske razporeditve satelitov: PDOP (max. vrednost 6),
- če je število satelitov minimalno (t. j. 4) se pojavi težava pri določitvi neznanega števila celih valov in posledično tudi v določitvi kakovostnih koordinat točk,

⁵ Če RTK oz. kinematična metoda izmere ne omogoča določitev koordinat z višjo natančnostjo, kot je zahtevana natančnost detajlnih oz. ZK točk.

- iz a-priori natančnosti koordinat absolutnega položaja (RMS posamezne koordinatne komponente večji od 5 m kaže na težavno obdelavo opazovanj in določitev kakovostnih koordinat),
- pogoste prekinitve signala kažejo na težave v določitvi neznanega števila celih valov.

1.2.2 Navezava na koordinatni sistem ETRS89/TM

GNSS metode izmere za določitev koordinat točk temeljijo na relativni določitvi položaja glede na eno ali več danih točk v enem od globalnih koordinatnih sistemov. Vklon GNSS opazovanj v ETRS89/TM tako poteka z relativno določitvijo koordinat nove točke glede na točko z danimi koordinatami v ETRS89/TM. Pogoj je, da na dani točki istočasno izvajamo GNSS opazovanja. Na voljo so trije načini navezave na ETRS89/TM:

- ETRS točka,
- stalno delujoča GNSS postaja ali
- omrežje stalno delujočih GNSS postaj.

V nadaljevanju je podan podroben opis posameznih načinov navezave na ETRS89/TM.

Navezava na ETRS točke

Pogoja za kakovosten vklon v ETRS89/TM z navezavo na ETRS točko so:

- izvedba opazovanj na ETRS točki z baznim sprejemnikom in istočasna izvedba opazovanj s premičnim sprejemnikom na novih točkah ter
- pridobitev podatkov o danih koordinatah ETRS točke v ETRS89/TM.

Položaj novih točk v ETRS89/TM izračunamo z obdelavo t. i. baznih vektorjev (ETRS točka – nova točka) v času opazovanj (RTK metoda izmere) ali z naknadno obdelavo opazovanj v pisarni (hitra statična ali kinematična metoda izmere).

Prednosti navezave na ETRS točko se kažejo v:

- neodvisnosti od upravljavca in delovanja stalno delujoče GNSS postaje ali omrežja le-teh
- komunikaciji med baznim in referenčnim sprejemnikom, ki jo lahko vzpostavimo z radijsko povezavo in je za razliko od povezave preko omrežja mobilnega operaterja ali spleta brezplačna.

Slabosti navezave na ETRS točko so:

- z oddaljenostjo od ETRS točke oz. z dolžino baznega vektorja se slabša natančnost določitve koordinat novih točk
- za izvedbo izmere sta potrebna 2 GNSS sprejemnika in 2 operaterja
- problematika vzdrževanja ETRS točk (ažurnost koordinat in vzdrževanje točke na terenu).

Z dolžino baznega vektorja se večja vpliv sistematičnih pogreškov na opazovanja, to je predvsem vpliv ionosfere, troposfere in položajni pogrešek satelita, kar se kaže v slabši natančnosti koordinat novih točk. Za določitev koordinat ZK točk s predpisano natančnostjo se priporoča, da je maksimalna oddaljenost od točke za navezavo 15 km. Če je delovišče od točke za navezavo oddaljeno več kot 15 km se priporoča navezava na omrežje stalno delujočih postaj.

Druga slabost navezave na ETRS točko je, da za izvedbo izmere potrebujemo dodaten GNSS sprejemnik, ki ima funkcijo baznega sprejemnika ter dodatnega operaterja, ki upravlja z njim. Temu se izognemo z navezavo na stalno delujočo GNSS postajo ali omrežje le-teh.

Navezava na stalno delujočo GNSS postajo

Stalno delujoča GNSS postaja je kakovostno stabilizirana točka, z nameščeno GNSS-opremo na kateri se izvajajo neprekinjena GNSS opazovanja. Stalno delujoča GNSS postaja opravlja funkcijo baznega sprejemnika za navezavo opazovanj na ETRS89/TM. V Sloveniji je vzpostavljenih več postaj:

- 15 postaj državnega omrežja SIGNAL, ki so enakomerno razporejene po državi (maksimalne oddaljenosti med postajami so 70 km)
- postaje, ki so jih vzpostavila in z njimi upravljajo posamezna podjetja iz zasebnega sektorja.

Pogoji za izvedbo meritev in obdelavo opazovanj:

- pridobiti podatke o postaji (koordinate v ETRS89/TM, tip antene in višina antene),
- če se uporabi kinematično ali hitro statično metodo izmere, je potrebno pridobiti podatke z opazovanji (*.yyo) v uporabniško neodvisnem formatu RINEX,
- če se uporabi RTK metoda izmere, je potrebno zagotoviti komunikacijo med stalno delujočo GNSS postajo in premičnim sprejemnikom,
- priporočljivo je, da se pri upravljavcu preveri delovanje postaje v času planiranih opazovanj.

Prednosti:

- za izmero je potreben le en GNSS sprejemnik,
- upravljavec zagotavlja kakovostne in ažurne koordinate postaje v ETRS89/TM.

Slabosti:

- z oddaljenostjo od stalno delujoče GNSS postaje se slabša natančnost določitve koordinat novih točk.

Pri navezavi na stalno delujočo GNSS postajo se soočamo s podobnim problemom kot pri navezavi na ETRS točko, t. j. da se z oddaljenostjo od postaje večajo sistematični vplivi na opazovanja in posledično se poslabšuje natančnost koordinat točk. V kolikor je delovišče od točke za navezavo oddaljeno več kot 15 km se priporoča navezava na omrežje stalno delujočih postaj.

Navezava na omrežje stalno delujočih GNSS postaj

V Sloveniji je vzpostavljeno državno omrežje stalno delujočih GNSS postaj SIGNAL. Za delovanje omrežja skrbi Služba za GPS, katere osnovna naloga je zagotoviti uporabnikom podatke omrežja za meritve v realnem času in za naknadno obdelavo podatkov. V omrežje SIGNAL je vključenih 15 permanentnih postaj, ki so komunikacijsko povezane s centrom omrežja. Lokacije postaj so izbrane tako, da so postaje približno enakomerno razporejene po območju države in da so maksimalne oddaljenosti med postajami manjše od 70 km. S tem so izpolnjeni pogoji za zagotavljanje določitve položaja visoke natančnosti na celotnem državnem ozemlju ob uporabi VRS opazovanj.

Prednosti omrežja v primerjavi s samostojnimi stalno delujočimi GNSS postajami so:

- majhna odvisnost med dolžino baznega vektorja in natančnostjo določitve koordinat točk;
- upravljanje omrežja in distribucija podatkov vseh postaj iz centra omrežja (t. j. centralno zasnovano omrežje) omogoča celosten nadzor nad delovanjem omrežja na enem mestu;
- kontinuiran izračun popravkov opazovanj na vseh postajah, kar omogoča generiranje t. i. ploskve popravkov opazovanj in modeliranje sistematičnih vplivov za poljubno točko znotraj omrežja;
- dva načina posredovanja omrežnih popravkov: ploskev popravkov opazovanj (FKP) ali opazovanja navidezne referenčne postaje (v nadaljevanju VRS).

Priporočilo za določitev položaja z navezavo na VRS

- navezava na VRS omogoča boljše modeliranje vplivov na opazovanja kot navezava na stalno delujočo GNSS postajo ali ETRS točko, zaradi česar se priporoča uporaba VRS v vseh primerih oz. vsaj na baznih vektorjih daljših od 15 km.

Slabost:

- odvisnost od delovanja centra omrežja; v primeru napak v delovanju programske opreme za nadzor omrežja ni mogoč dostop do podatkov nobene postaje.

1.2.3 Natančnost koordinat ZK točk v ETRS89/TM

Meri natančnosti koordinat ZK točk sta:

- za ravninske koordinate točke: daljša polos standardne elipse zaupanja ravninskih koordinat,
- za višino: standardni odklon višine.

Daljšo polos standardne elipse zaupanja (a) izračunamo po naslednji formuli:

$$a = \sqrt{\frac{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}{2} + \sqrt{\frac{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2}{4} + \sigma_{xy}^2}}$$

Kjer so:

σ_x, σ_y ... standardni odklon ravninskih koordinat (x in y)

σ_{xy} ... kovarianca ravninskih koordinat

V Pravilniku o urejanju mej je predpisana natančnost ZK točk z daljšo polosjo standardne elipse zaupanja, ki mora biti krajša od 4 cm.

Natančnost elipsoidne višine (h_{GRS-80}) je določena s standardnim odklonom elipsoidne višine točke in je približno za faktor 2-3 slabša od natančnosti ravninskih koordinat. Nadmorsko višino, ki jo izračunamo z odštevanjem elipsoidne in geoidne višine ($h-N$), je odvisna od natančnosti elipsoidne višine in kakovosti uporabljenega absolutnega modela geoida. Za obstoječi absolutni model geoida Slovenije ni razpoložljivih podatkov o kakovosti.

Pri RTK metodi izmere se daljša polos standardne elipse zaupanja izračuna iz standardnih odklonov in kovariance ravninskih koordinat točk.

Pri kinematični ali hitri statični metodi izmere se daljša polos standardne elipse zaupanja izračuna iz:

- a-posteriori standardnih odklonov ravninskih koordinatnih baznega vektorja, ki je ocenjen v okviru obdelave baznega vektorja, in
- a-posteriori standardnih odklonov ravninskih koordinat, ki so ocenjene v okviru izravnave (če je točka določena z navezavo na več stalno delujočih GNSS postaj ali več ETRS točk).

Kontrola izračunanih koordinat:

- iz odstopanj koordinat na kontrolnih točk (kot razliko danih in z izmero določenih koordinat) ter
- iz dvojnih meritev identičnih točk v razmaku vsaj 30 minut (dopustno odstopanje je 10 cm).

1.2.4 Priporočila za izvedbo meritev v posebnih pogojih

Med specifične pogoje za izvedbo GNSS opazovanj uvrščamo predvsem situacije in posebnosti delovišč, ko ni mogoča izvedba meritev oz. so koordinate točk določene na podlagi teh meritev slabše natančnosti, kot jo določa Pravilnik o urejanju mej (35. člen), tj. daljša polos standardne elipse zaupanja ravninskih koordinat ZK točke mora biti krajša od 4 cm. Posebne pogoje za GNSS meritve predstavljajo naslednje situacije:

- omejen sprejem GNSS signala,
- omejena razpoložljivost podatkov stalno delujoče GNSS postaje ali omrežja le-teh ter
- omejena pokritost z GSM signalom.

Omejen sprejem GNSS signala

Omejeno sprejemanje signala iz nekaterih satelitov je lahko posledica:

- fizičnih ovir na delovišču in v okolici točke, ki povzročajo kratkotrajne (cycle slip) in daljše prekinitve sprejema signala, ter
- objektov v okolici točke, ki povzročajo odboj signala (multipath).

Ukrepi pred izvedbo opazovanj:

- omejen sprejem signala lahko ugotovimo v fazi rekognosciranja terena in predvidimo ustrezno izvedbo opazovanj, lahko tudi drugo metodo izmere;
- s programsko opremo za planiranje izmere izberemo optimalni čas meritev – največje število vidnih satelitov in najugodnejša razporeditev le-teh (faktor PDOP mora biti čim manjši).

Ukrepi med opazovanji (na terenu):

- zvišanje višinskega kota satelitov (pri tem je potrebno ohraniti PDOP manjši od 6),
- zmanjšanje intervala registracije opazovanj,
- daljši čas opazovanj na posamezni točki.

Če nobeden od zgornjih ukrepov ne omogoča izvedbe opazovanj, se priporoča izbira kombinirane ali klasične metode izmere.

Omejena razpoložljivost podatkov stalno delujočih GNSS postaj ali omrežja le-teh

Sem uvrščamo:

- napako na stalno delujoči postaji in
- napako na omrežju postaj – napaka v komunikaciji med centrom omrežja in posamezno postajo.

Ob primernem upravljanju je razpoložljivost podatkov stalno delujočih postaj zelo visoka. Tako znaša npr. razpoložljivost podatkov državnega omrežja SIGNAL kar 97%.

Ukrepi pred izvedbo opazovanj:

- pred odhodom na teren se preveri stanje omrežja oz. posamezne GNSS postaje pri upravljavcu le-te.

Ukrepi med opazovanji (na terenu):

- poskusi z navezavo na postajo drugega upravljavca;
- če navezava na eno postajo ne deluje, poskusi z navezavo omrežje stalno delujočih postaj (storitev VRS);
- uporabi kinematično metodo izmere ali kombinirano metodo izmere (GNSS izmera točk izmeritvene mreže in klasična metoda izmere detajlnih točk); izračun koordinat bo možen

le, če je ne-razpoložljivost podatkov posledica napake v distribuciji (shranjevanje opazovanj na postaji je nemoteno);

- navezava na ETRS89/TM s postavitvijo lastnega baznega sprejemnika na ETRS točko.

Omejena pokritost z GSM signalom

Omejena pokritost z GSM signalom je relevantna samo pri RTK metodi, kjer je komunikacija med premičnim in baznim sprejemnikom vzpostavljena preko omrežja mobilne telefonije.

Ukrep pred izvedbo opazovanj:

- preveri pokritost območja izmere z GSM signalom na spletnih straneh izbranega ponudnika mobilne telefonije⁶.

Ukrepi med opazovanji (na terenu):

- zaradi slabega signala ali preobremenjenosti omrežja se lahko pojavijo težave pri uporabi paketnega prenosa podatkov (GPRS povezava), v tem primeru se priporoča uporaba klicnega dostopa (GSM povezava);
- kinematična metoda izmere z naknadno obdelavo podatkov;
- kombinirana izmera (hitra statična izmera izmeritvenih točk in klasična izmera detajla).

1.3 Kombinirane metode izmere

Kombinirana metoda izmere je metoda izmere, ko se koordinate izmeritvenih točk določijo z eno od GNSS metod izmere, koordinate detajlnih in ZK točk pa s klasično metodo izmere.

Uporaba kombinirane GNSS in klasične metode izmere je priporočljiva v primerih, ko so pogoji za kakovostno izvedbo GNSS opazovanj zagotovljeni samo na delu območja izmere. To se najpogosteje pojavlja:

- v naseljih, kjer sprejem GNSS signala ovirajo objekti,
- v gozdovih in na robovih gozda, kjer sprejem GNSS signala moti vegetacija,
- na območjih razgibanega reliefa, kjer sprejem GNSS signala motijo strma pobočja,
- na območjih močnih virov elektromagnetnega valovanja.

1.3.1 Priporočilo za izvedbo kombinirane izmere

Pri kombinirani izmeri se GNSS-metoda izmere (priporočljivo hitra statična) uporabi za določitev koordinat točk izmeritvene mreže. Izmeritvene točke predstavljajo osnovo za navezavo klasičnih opazovanj na ETRS89/TM.

Pri kombinirani metodi izmere je potrebno poznati:

- približne razdalje med točkami izmeritvene mreže, tj. razdalje med stojišči in orientacijskimi točkami (za merjenje s klasično metodo),
- maksimalne oddaljenosti ZK točk od najbližje izmeritvene točke,
- zahtevano natančnost kotnih meritev (merjenih smeri) ter
- zahtevano natančnost dolžinskih meritev.

⁶ Informacije o pokritosti z GSM signalom pridobite na spletnih straneh:

<http://www.mobitel.si/slo/Ponudba/GSMnarcniki/OMobitelGSM/Osnovnipodatki/PokritostSlovenije/ze/mljevid.asp> (Mobitel) in <http://vfjava.simobil.net/coverage/> (Simobil).

Geodetskim podjetjem se pri izvajanju kombinirane metode izmere priporoča upoštevanje naslednjih smernic:

- na izmeritvenih točkah je mogoča izvedba GNSS opazovanj (glej 1.2.1);
- natančnost točk izmeritvene mreže naj bo boljša od 2 cm (daljša polos standardne elipse zaupanja);
- oddaljenost orientacijskih točk od stojišča naj bo večja kot je največja oddaljenost od stojišča do ZK točke;
- priporoča se, da oddaljenost ZK točke od stojišča ni večja od 100 m.

1.3.2 Navezava na koordinatni sistem ETRS89/TM

V okviru kombinirane metode izmere določamo položaj novih točk z dvema metodama izmere:

- GNSS metodo izmere izmeritvenih točk in
- klasično metodo izmere ZK točk.

Izračun koordinat izmeritvenih točk v ETRS89/TM izvedemo z navezavo GNSS opazovanj na ETRS89/TM po postopku opisanem v poglavju o GNSS izmeri (glej 1.2.2). Nato sledi izračun koordinat točk v ETRS89/TM z navezavo klasičnih opazovanj na izmeritvene točke izračunane v prejšnjem koraku. Vklon klasičnih opazovanj v ETRS89/TM poteka po postopku opisanem v poglavju o klasični izmeri (glej 1.4.2)

1.3.3 Natančnost koordinat točk v ETRS89/TM

Natančnost ZK točk, ki jo določa Pravilnik o urejanju mej (35. člen), je opredeljena z daljšo polosjo standardne elipse zaupanja, ki mora biti krajša od 4 cm. (glej tudi 1.2.3). Natančnost koordinat ZK točk je izračunana relativno glede na stalno delujočo GNSS postajo ali ETRS točko, za katere predpostavimo absolutno natančnost ($\sigma_x = \sigma_y = 0$)

Za izračun natančnosti koordinat točk določenih na podlagi opazovanj kombinirane metode izmere je potrebno izračunati:

- natančnost izmeritvenih točk in
- natančnost detajlnih točk glede na izmeritvene točke (tj. natančnost v lokalnem koordinatnem sistemu izmere).

Natančnost izmeritvenih točk, katerih koordinate so bile določene v okviru GNSS izmere, izračunamo na način opisan v 1.2.3. Natančnost detajlnih in ZK točk glede na izmeritvene točke se izračuna na način opisan v 1.4.3. Standardni odklon ZK točk, ki ga izračunamo kot relativni standardni odklon glede na stalno delujočo GNSS postajo ali ETRS točko, je izračunan z izrazoma:

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_{yD}^2 + \sigma_{yA}^2}$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_{xD}^2 + \sigma_{xA}^2}$$

Kjer so:

$\sigma_{yD}, \sigma_{xD} \dots$ standardna odklona posameznih koordinat izmeritvene točke

$\sigma_{yA}, \sigma_{xA} \dots$ standardna odklona posameznih koordinat ZK točke glede na izmeritveno točko

Natančnost koordinat točk (tj. parametri elipse zaupanja) se izračuna iz standardnih odklonov koordinat (σ_y , σ_x) po formuli opisani v 1.2.3.

1.4 Klasične metode izmere

Klasične metode izmere so metode določitve koordinat točk na podlagi opazovanj dolžin in kotov (v nadaljevanju klasičnih opazovanj). Za izračun koordinat točk v koordinatnem sistemu ETR89/TM je potrebno klasična opazovanja navezati na točke, ki imajo dan položaj v ETRS89/TM.

Geodetskemu podjetju se priporoča uporaba klasične metode izmere, če:

- ni mogoče kakovostno določiti koordinat detajlnih točk z GNSS metodo izmere;
- geodetsko podjetje nima na razpolago GNSS opreme, primerne kakovosti za določanje koordinat ZK točk;
- je na delovišču že vzpostavljena izmeritvena mreža s koordinatami točk v ETRS89/TM.

1.4.1 Priporočilo za izvedbo klasične izmere

Za določitev koordinat ZK točk se priporoča uporaba polarne metode izmere, kjer so koordinate detajlnih točk izračunane na osnovi direktno merjenih relativnih prostorskih polarnih koordinat detajlnih točk. Koordinatni sistem določa stojišče instrumenta (točka izmeritvene mreže ali prosto stojišče) in orientacijske smeri (točke izmeritvene mreže). Položaj detajlne točke je določen na podlagi istočasnega merjenja horizontalnega kota, zenitne razdalje in poševne dolžine do detajlne točke. Polarno detajlno izmero izvajamo z elektronskimi tahimetri, ki omogočajo merjenje horizontalnih smeri, zenitnih razdalj in poševnih dolžin.

Orientacijo zagotavljajo dobro vidne točke izmeritvene mreže. Glede projektiranja izmeritvene mreže veljajo podobna pravila kot pri kombinirani izmeri, samo da so koordinate izmeritvenih točk sedaj določene s klasično izmero (Glej 1.3.1 Priporočila k izvedbi kombinirane izmere).

V primeru, da v bližini detajla ni ustrezne izmeritvene točke oziroma izmeritvene mreže ne moremo pripeljati v ustrezno bližino detajla, si pomagamo s prostim stojiščem. Koordinate prostega stojišča se določijo na osnovi merjenja horizontalnih smeri, poševnih dolžin in zenitnih razdalj do najmanj dveh točk izmeritvene mreže. Zahteve:

- oddaljenost prostega stojišča od točk izmeritvene mreže ne sme presegati 200 m,
- oddaljenost od najbližje točke izmeritvene mreže mora biti manjša, kot je najkrajša oddaljenost med točkami izmeritvene mreže,
- izvedba nadštevilnih meritev (minimalno 2 horizontalni smeri ter 2 poševni dolžini),
- izračun koordinat prostega stojišča z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov,
- ocena natančnosti horizontalnega položaja prostega stojišča (daljša polos standardne elipse zaupanja v koordinati točke je krajša od 2 cm).

Podobno kot pri GNSS metodi izmere se tudi pri klasični izmeri priporoča določitev koordinat ZK točk z nadštevilnimi opazovanji, saj nam le-te omogočajo kontrolo in odkrivanje grobih pogrškov v opazovanjih. Nadštevilnost opazovanj zagotovimo:

- z orientacijo horizontalnih smeri na vsaj dve orientacijski točki izmeritvene mreže,
- da orientacijsko smer izmerimo v dveh krožnih legah,

- s kontrolo stabilnosti instrumenta s ponovno izmero smeri na vsaj eno od orientacijskih točk (dopustna razlika glede na prvotno vrednost orientacijske smeri je 20"),
- z neodvisnimi merskimi kontrolami – kontrolne mere kot so fronti ali čelne mere, križne mere idr. (za vsako ZK točko zagotovimo vsaj eno neodvisno kontrolo).

1.4.2 Navezava na koordinatni sistem ETRS89/TM

Za določitev koordinat ZK točk je potrebno vklopiti klasična opazovanja (opazovanja dolžin in kotov) v ETRS89/TM z navezavo na 3 točke z danimi koordinatami v novem koordinatnem sistemu. Pri tem imamo dve možnosti:

- navezava na ETRS točke ali
- navezava na točke izmeritvene mreže.

V nadaljevanju je opisan postopek navezave in priporočila v enem in drugem primeru.

Navezava na ETRS točke

V to skupino spadajo točke, katerih izvorne koordinate so določene v ETRS89/TM, npr:

- ETRS točke, ki jih posreduje Geodetska uprava, in
- druge točke, katerih koordinate so določene z GNSS metodami izmere in vključene v ETRS89/TM po postopkih predpisanih v tem dokumentu (glej 1.2.2).

Koordinate ETRS točk, ki jih posreduje Geodetska uprava, so izračunane na podlagi opazovanj statične ali hitre statične metode izmere in so kakovostno vključene v sistem ETRS89/TM. Koordinate teh ETRS točk privzamemo kot absolutno natančne ($\sigma_x = \sigma_y = 0$). Pri uporabi drugih točk z danimi koordinatami v ETRS89/TM je potrebno pridobiti tudi podatke o natančnosti ravninskih koordinat. Samo tako lahko ocenimo natančnost koordinat ZK točk v ETRS89/TM, ki mora ustrezati predpisani natančnosti v Pravilniku o urejanju mej (35. člen).

Navezava na izmeritvene točke

Za vklop klasičnih opazovanj v ETRS89/TM je potrebno vzpostaviti izmeritveno mrežo. Klasična izmeritvena mreža je vključena mreža, datum mreže je določen z navezavo na točke navezovalne mreže (ETRS točke in druge točke v ETRS89/TM). Pri izboru točk upoštevamo pravila projektiranja trigonometrične in poligonske mreže, ki bodo zagotovila zahtevano natančnost določitve koordinat točk izmeritvene mreže.

1.4.3 Natančnost koordinat točk v ETRS89/TM

Predpostavlja se, da so točke navezovalne mreže absolutno točne. Natančnost koordinat detajlnih in ZK točk v ETRS89/TM se izračuna kot natančnost točke glede na navezovalne točke, ki služijo za vklop v ETRS89/TM. Natančnost točk je odvisna od:

- natančnosti koordinat točk izmeritvene mreže in
- natančnosti koordinat detajlnih točk relativno glede na izmeritvene točke (oz. v lokalnem koordinatnem sistemu).

Parametri standardne elipse zaupanja se izračunajo na podoben način kot pri kombinirani izmeri (glej 1.3.3 in 1.2.3).

1.5 Dokumentiranje izmere

Dokumentiranje podatkov o izmeri s strani Geodetske uprave ni zahtevano, vendar se geodetskim podjetjem priporoča vodenje lastne dokumentacije. Dokumentacija o opravljeni geodetski storitvi omogoča naknadno ovrednotenje izračunanih koordinat in rekonstrukcijo izmere v primeru ugotovitve nepravilnosti ali pritožbe s strani stranke. V nadaljevanju so podani priporočljivi podatki, ki jih je smiselno dokumentirati glede na posamezno metodo izmere (GNSS, kombinirana in klasične metoda izmere).

Priporoča se, da dokumentacija o GNSS-izmeri vsebuje koordinate točk v ETRS89/TM z vsemi pripadajočimi podatki, ki omogočajo rekonstrukcijo izmere:

- **splošne podatke o izmeri** (tip sprejemnika in antene, datum izmere, delovišče, podatki o namenu izmere – npr. ime projekta, ime izvajalca izmere in operaterja, ime naročnika, ipd.)
- **podatke o uporabljeni metodi izmere:**
 - RTK metoda s Stop&Go načinom zajema točk (interval registracije, povprečno število meritev na točki, najmanjši višinski kot, shranjevanje surovih opazovanj – da/ne, splošna ocena pogojev za izvedbo GNSS-izmere),
 - kinematična ali hitra statična metoda z naknadno obdelavo podatkov (interval registracije, trajanje opazovanj, najmanjši višinski kot, tip efemerid, uporabljen programski paket),
- **podatke o navezavi na ETRS89/TM:**
 - ime omrežja za navezavo (npr. omrežje SIGNAL),
 - vrsta tehnologije za navezavo (npr. VRS-tehnologija),
 - referenčna točka za navezavo (ime in oznaka točke, koordinate v ETRS89/TM, oddaljenost delovišča od referenčne točke, oddaljenost od najbližje stalne GNSS-postaje (samo ob uporabi VRS-tehnologije), ki je vključena v omrežni sistem, ipd., vir podatkov),
- **podatke o kontrolnih meritvah** (oznaka točke, dane koordinate v ETRS89/TM, odstopanja v NEU-lokalnem koordinatnem sistemu⁷),
- **podatke o naknadni obdelavi** (samo za kinematično in hitro statično metodo izmere):
 - podatke o obdelavi vektorjev: od/do točke, tip rešitve, razmerje (angl. ratio) ali RMS posamezne komponente vektorja,
 - podatki o izravnavi vektorjev: število nadštevilnih opazovanj, globalni preizkus modela, delež odkritih grobih pogreškov med vsemi opazovanji,
- **podatke o izmerjeni višini antene:** seznam točk z izmerjenimi višinami anten in načina merjenja višin,
- **seznam točk v ETRS89/TM** s pripadajočimi RMS-vrednostmi koordinat ter viru podatka o natančnosti koordinat (npr. podatek instrumenta, obdelava vektorja, izravnavna mreže).

Priporoča se, da dokumentacija o klasični izmeri vsebuje koordinate točk v ETRS89/TM z vsemi pripadajočimi podatki, ki omogočajo rekonstrukcijo izmere:

- **splošni podatki o izmeri** (tip instrumenta, datum izmere, delovišče, način izmere, podatki o namenu izmere – npr. ime projekta, ime izvajalca izmere in operaterja, ime naročnika ipd.),
- izračun koordinat prostega stojšča,
- izračun koordinat ZK točk in pripadajoča natančnost le-teh (standardni odkloni koordinat).

⁷ Kratica za niz koordinat v lokalnem geodetskem koordinatnem sistemu (angl. Northing Easting Upping). Gre za odstopanje koordinat položaja v smeri normale (Upping), v smeri meridiana (Northing) in I. vertikala (Easting).

Dokumentacija o kombinirani izmeri vsebuje dokumentacijo o klasični in GNSS izmeri tako kot je opisano zgoraj.

1.6 Določitev koordinat ZK točk na ortofoto načrtu

Pravilnik o urejanju mej (35. člen, 3. odstavek) dopušča poleg določitve koordinat s prej opisanimi geodetskimi metodami izmere, tudi možnost določitve koordinat na podlagi ortofoto načrtov.

»Če so koordinate zemljiškokatastrskih točk pridobljene iz ortofoto načrtov, mora biti natančnost koordinat zemljiškokatastrskih točk enaka ali boljša od enega metra.«

Pri določitvi koordinat na podlagi ortofoto načrtov, lahko geodetsko podjetje uporablja tudi geodetske načrte ali topografske podatke. Problem, ki se pojavlja v zvezi določitvijo koordinat ZK točk je, da se po 1. 1. 2008 zahteva določitev koordinat v koordinatnem sistemu ETRS89/TM, medtem ko bodo ortofoto načrti, geodetski načrti in topografski podatki določeno obdobje še naprej vodeni v koordinatnem sistemu D48/GK. Dokler Geodetska uprava ne bo zagotovila podatkov v koordinatnem sistemu ETRS89/TM se koordinate ZK točk določijo v koordinatnem sistemu D48/GK. Za izračun koordinat ZK točk v ETRS89/TM je potrebno izvesti transformacijo iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM z regionalnimi ali lokalnimi transformacijskimi parametri in po postopku opisanem v 2.4. Za zagotovitev natančnosti koordinat ZK točk določenih na ortofoto načrtu, kot jo določa Pravilnik o urejanju mej, je potrebno zagotoviti ustrezno kakovost transformacije. Vrednosti parametrov kakovosti transformacije naj ne presežejo naslednjih vrednosti:

- odstopanja na veznih točkah: 25 cm
- odstopanja na kontrolnih točkah: 50 cm

Ko bodo na Geodetski upravi na voljo ortofoto načrti v koordinatnem sistemu ETRS89/TM (transformirani ali izvorni), se bodo koordinate ZK točk določile direktno v ETRS89/TM.

ZK točkam, katerih koordinate so določene iz ortofoto načrtov, geodetskih načrtov ali topografskih podatkov, se dodeli vrednost atributa metoda določitve ravninskih koordinat: privzete. Tako določene koordinate ZK točk se lahko spremenijo v primeru natančnejše določitve koordinat, tj. s terensko izmero. Spremembo koordinat določa Pravilnik o urejanju mej (36. člen).

2 NAVODILA ZA TRANSFORMACIJO MED KOORDINATNIMA SISTEMOMA ETRS89/TM IN D48/GK

Navodila za transformacijo med koordinatnima sistemoma ETRS89/TM in D48/GK vsebujejo priporočila za uporabo transformacije v zemljiškem katastru po 1. 1. 2008. Po tem datumu se bosta v zemljiškem katastru uporabljala dva koordinatna sistema: ETRS89/TM in D48/GK. V koordinatnem sistemu ETRS89/TM se bo vodil ZK načrt ter koordinate novih in spremenjenih ZK točk, v koordinatnem sistemu D48/GK pa ZK prikaz in koordinate ZK točk, katerih koordinate so bile določene pred 1. 1. 2008. Navodilo za transformacijo vsebuje:

- opredelitev nalog pri katerih je potrebno uporabiti transformacijo,
- opis priporočenega modela transformacij,
- priporočila za izračun transformacijskih parametrov na nivoju detajla,
- priporočila za izbiro transformacijskih točk,
- kriteriji za oceno kakovosti transformiranih koordinat in
- priporočila za izračun transformacijskih parametrov v posebnih primerih.

Kljub začetku uporabe koordinatnega sistema ETRS89/TM po 1. 1. 2008, bo zaradi potrebe po usklajevanju z obstoječimi podatki v koordinatnem sistemu D48/GK potrebno izvirne podatke transformirati iz ETRS89/TM v D48/GK in obratno. Uporabljali bomo:

- transformacijo iz koordinatnega sistema ETRS89/TM v D48/GK in
- obratno transformacijo iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM.

Transformacijo iz koordinatnega sistema ETRS89/TM v D48/GK uporabimo v primeru:

- vklop novih in spremenjenih mej oz. delov mej parcel v ZK prikaz, ki se bo do izpolnitve tehničnih pogojev za vodenje v ETRS89/TM, še naprej vodili v koordinatnem sistemu D48/GK

Obratno transformacijo iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM uporabimo v naslednjih primerih:

- označitev urejene meje z numeričnimi koordinatami ZK točk v D48/GK,
- izračun površine urejene parcele, ki ima mejo evidentirano s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih (ETRS89/TM in D48/GK),
- uporaba arhivskih podatkov zemljiškega katastra, ki so in bodo še naprej vodeni v koordinatnem sistemu D48/GK.

Pri transformaciji podatkov iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM je potrebno zagotoviti visoko kakovost transformacije, saj se je potrebno izogniti prenosu podatkov s slabo položajno natančnostjo v koordinatni sistem ETRS89/TM. V ta namen se priporoča izračun transformacijskih parametrov iz niza ZK točk, ki imajo določene izvirne koordinate v obeh koordinatnih sistemih ETRS89/TM in D48/GK.

2.1 Definicija koordinatnih sistemov

Trenutno se evidence zemljiškega katastra vodijo v koordinatnem sistemu D48/GK. Po 1. 1. 2008 se bo v zemljiškem katastru začel uvajati koordinatni sistem ETR89/TM, saj tako predpisuje veljavna zakonodaja (ZEN, 139. člen). Po tem datumu se bodo koordinate vseh novih in spremenjenih ZK točk vodile in vzdrževale v ETRS89/TM. ZK točke, katerim koordinate so določene pred 1. 1. 2008 pa se bodo še naprej vodile v koordinatnem sistemu D48/GK. Tako se bodo v zemljiškem katastru vodile koordinate ZK točk ali v ETRS89/TM ali v D48/GK. Površine parcel izračunane pred 1. 1. 2008 iz D48/GK koordinat bodo ostale

nespremenjene, površine urejenih parcel po 1. 1. 2008 pa bodo določene iz koordinat ZK točk v ETRS89/TM.

V nadaljevanju je podana kratka definicija koordinatnih sistemov, ki se bodo uporabljali v zemljiškem katastru po 1. 1. 2008.

2.1.1 Koordinatni sistem D48/GK

Položajno temeljno geodetsko mrežo tvorita položajna geodetska mreža višjega in nižjega reda. Delitev na redove izhaja iz metod določitve koordinat ter njihove natančnosti. Koordinate točk so dane v Gauß-Krügerjevi projekciji 5. meridianske cone, preslikane z elipsoida Bessel 1841, ki je fiksiran v fundamentalni točki Hermannskogel z orientacijo na Hundesheimer Berg.

Merilo je na območju države zelo nehomogeno, kar povzroča pri izvajanju geodetskih storitev precej težav. V splošnem deformacije merila naraščajo od severovzhoda proti notranosti države, proti zahodu so pa deformacije spet bolj slučajno razporejene.

Osnovni podatki o državnem ravninskem koordinatnem sistemu D48/GK:

- Koordinatni sestav:
 - horizontalni datum D48 (Hermannskogel) in
 - astrogeodetska mreža Slovenije
- Tip in parametri kartografske projekcije:
 - Gauß-Krügerjeva projekcija
 - Besselov elipsoid
 - širina cone: 3°
 - modulacija: 0.9999
 - centralni meridian: 15°
 - pomik proti severu: -5 000 000 m
 - pomik proti vzhodu: 500 000 m

2.1.2 Koordinatni sistem ETRS89/TM

V okviru EUREF kampanj v letih 1994/95/96 so bila izvedena GPS opazovanja in izračunane koordinate točk triangulacijske mreže I. reda, ki predstavljajo osnovo za navezavo vseh ETRS mrež. Mreža teh točk se z leti postopoma zgoščuje in t.i. ETRS točke te mreže predstavljajo osnovo za materializacijo koordinatnega sistema ETRS89. Hkrati z zgoščevanjem mreže ETRS točk je potekala tudi izgradnja omrežja stalno delujočih GPS postaj SIGNAL.

Koordinatni sistem ETRS89 je na območju Slovenije realiziran z državnim omrežjem stalno delujočih GPS postaj SIGNAL in z mrežo ETRS točk.

Osnovni podatki o koordinatnem sistemu ETRS89/TM:

- Koordinatni sestav:
 - mreža EUREF točk,
 - državno omrežje stalno delujočih GPS postaj SIGNAL in
 - mreža ETRS točk.
- Tip in parametri kartografske projekcije:
 - Transverzalna Mercatorjeva projekcija
 - elipsoid GRS 80
 - širina cone: 3°
 - modulacija: 0.9999

- centralni meridian: 15°
- pomik proti severu: -5 000 000 m
- pomik proti vzhodu: 500 000 m

2.1.3 Državni višinski sistem

Višinsko temeljno geodetsko mrežo tvorita višinska geodetska mreža višjega in nižjega reda. Celotna nivelmanska mreža je navezana na stari avstroogrski fundamentalni reper Ruše, katerega višina je določena v višinskem datumu Trst.

Osnovni podatki o višinskem koordinatnem sistemu:

- Koordinatni sestav:
 - višinski datum Trst
 - nivelman visoke natančnosti
- Sistem višin:
 - sistem normalnih ortometričnih višin

2.2 Modeli transformacij

ZEN (139. člen, 3. in 4. odstavek) določa uporabo novega koordinatnega sistema ETRS89/TM v zemljiškem katastru najkasneje po 1. 1. 2008.

(3) Eno leto po vzpostavitvi omrežja stalnih postaj GNSS na območju Republike Slovenije, najpozneje pa do 1. januarja 2008, morajo biti vse spremembe in koordinate novih zemljiškokatastrskih točk določene v koordinatnem sistemu ETRS89/TM.

(4) Za zemljiškokatastrske točke, ki imajo z meritvami določene koordinate v koordinatnem sistemu ETRS89/TM, Geodetska uprava vodi te koordinate in koordinate v koordinatnem sistemu D48/GK, izračunane z uporabo modela transformacij, ki ga določi in na svojih spletnih straneh objavi Geodetska uprava.

Ravninske koordinate in višina točke se nanašata na različni referenčni ploskvi: ravnina kartografske projekcije za ravninske koordinate in ničelna nivojska ploskev (geoid) za višine. To je tudi razlog, da izvajamo ločeno transformacijo za izračun transformiranih ravninskih koordinat in višin:

- ravninske koordinate (y, x) s 4-parametrično podobnostno transformacijo in
- nadmorske višine izračunamo iz elipsoidnih višin, z interpolacijo geoidne višine iz modela absolutnega geoida Slovenije.

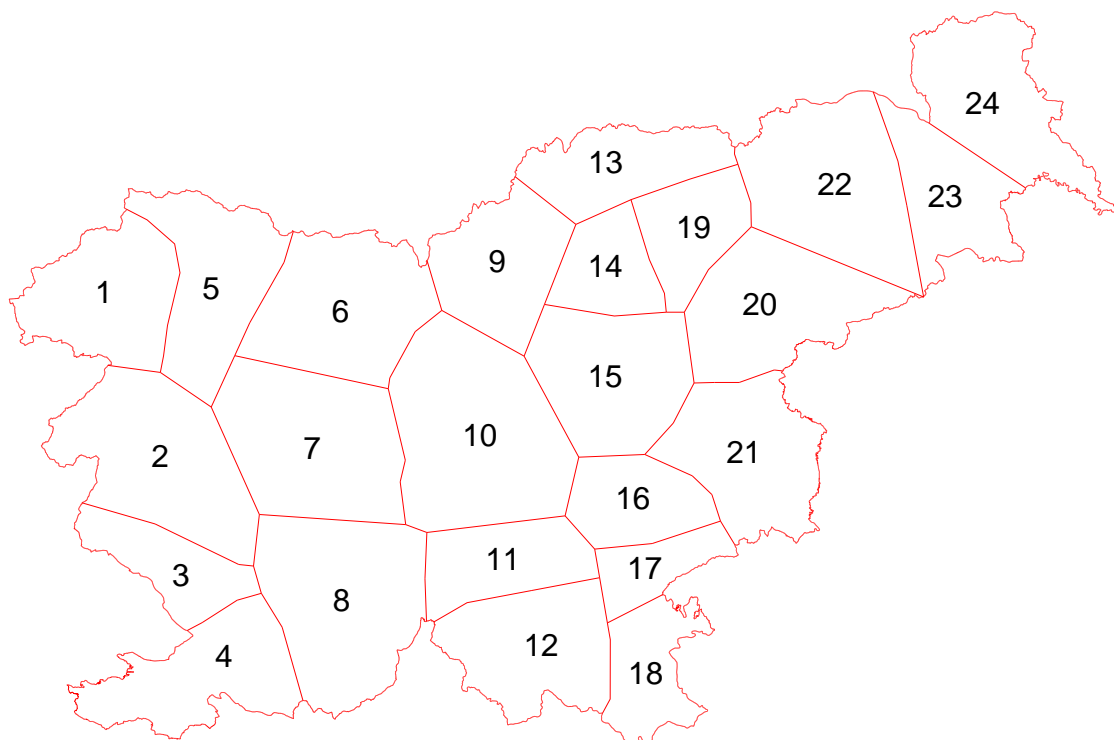
2.2.1 4-parametrična podobnostna transformacija

4-parametrična podobnostna transformacija se uporabi za transformacijo koordinat ZK točk iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM in obratno. Glede na zahtevano natančnost transformiranih koordinat uporabimo pri transformaciji transformacijske parametre različne nivoje natančnosti transformiranih koordinat:

- regionalni,
- lokalni ali
- detajlni parametri.

Regionalni parametri so izračunani iz koordinat ETRS točk, ki imajo z izmero določene koordinate v obeh sistemih. Slovenija je razdeljena na 24 regij, natančnost transformiranih koordinat v posamezni regiji je boljša od 25 cm. Parametri so objavljeni na spletnih straneh Geodetske uprave. Transformacija z uporabo regionalnih transformacijskih parametrov se uporablja v naslednjih primerih:

- transformacija koordinat ZK točk, ki so določene na podlagi ortofoto načrtov, geodetskih načrtov ali topografskih, iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM, in
- transformacija koordinat ZK točk iz ETRS89/TM v D48/GK za potrebe grafičnega vklopa v ZK prikaz.



Slika 2: Razdelitev Slovenije na območja regionalnih parametrov. (ZAMENJAJ Z NOVO SLIKO!!!)

Lokalne parametre določi izvajalec geodetskih storitev iz koordinat točk temeljnih geodetskih mrež, ki imajo z izmero določene koordinate v obeh sistemih. Lokalni parametri se uporabljajo za enake namene kot regionalni v primerih, ko se ugotovi, da regionalni parametri na določenem območju ne omogočajo transformacije koordinat z zadostno natančnostjo.

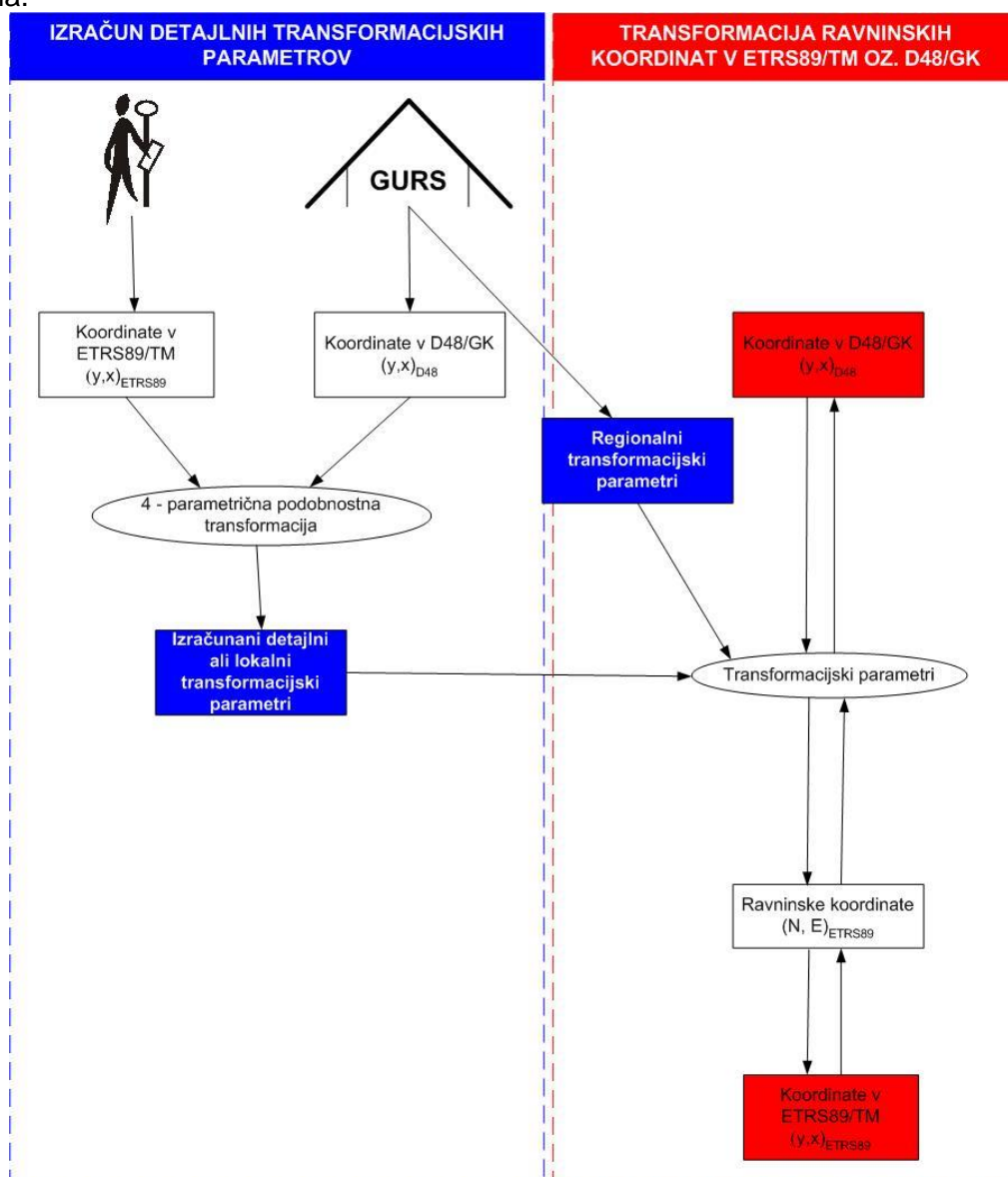
Detajlne parametre določi izvajalec geodetskih storitev iz koordinat ZK točk, ki imajo z izmero določene koordinate v obeh sistemih. Parametri se uporabljajo v primerih, ko je zahtevana zelo visoka natančnost transformacije in obenem ohranjanje relativnih odnosov med točkami, ki imajo z izmero določene koordinate v različnih koordinatnih sistemih. Transformacija z uporabo detajlnih transformacijskih parametrov se uporablja v naslednjih primerih:

- izračun površine parcele, ki ima evidentirano mejo s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih;
- označitev meje, ki je evidentirana s koordinatami ZK točk v D48/GK;
- priprava obstoječih arhivskih podatkov za uporabo v novem koordinatnem sistemu.

Visoko natančnost transformiranih koordinat lahko zagotovimo samo ob uporabi detajlnih transformacijskih parametrov, kjer vezne točke za izračun le-teh predstavljajo ZK točke z

izvornimi koordinatami v obeh koordinatnih sistemi, tj. ETRS89/TM in D48/GK. Glede na to, da napaka pri transformaciji vodi v uporabo podatkov z napačnim položajem v koordinatnem sistemu v katerega smo podatke transformirali, je zelo priporočljivo uporabljati nadštevilna opazovanja pri izračunu transformacijskih parametrov (tj. več kot dve vezni točki) in, če je mogoče, tudi kontrolne točke.

Namesto 4-parametrične se lahko uporabi tudi 7-parametrična podobnostna transformacija. Namen in način uporabe je enak kot pri 4-parametrični le, da je minimalno število veznih točk za izračun transformacijskih parametrov za eno večje. Podobno kot pri 4-parametrični se tudi pri 7-parametrični uporabi transformacijske parametre različne natančnosti (regionalni, lokalni in detajlni). V tem navodilu se priporoča uporaba 4-parametrične podobnostne transformacije, ker le-ta zadošča za potrebe zemljiškega katastra. Razlika v transformiranih koordinatah točk med uporabo 4- ali 7-parametrične podobnostne transformacije do 1 cm nastopi šele pri transformacijskem območju z radijem večjim od 30 km. Če ima območje, ki ga želimo transformirati, radij večji od 30 km, pa je uporaba 7-parametrične transformacije obvezna.⁸



⁸ Ocena velikosti območja 30 km se nanaša samo na omejitve uporabe ravninske transformacije. Maksimalno velikost območja pa še zmeraj definirajo maksimalna dopustna odstopanja koordinat veznih in/ali kontrolnih točk za posamezen namen uporabe.

Slika 3: Model 4-parametrične podobnostne transformacije za transformacijo koordinat ZK točk iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM oz. obratno.

Na Sliki 3 je prikazan model transformacije ravninskih koordinat med koordinatnima sistemoma ETRS89/TM in D48/GK. Izbira veznih in kontrolnih točk ter način izračuna transformacijskih parametrov in transformiranih koordinat so podrobneje opisani v nadaljevanju.

Izračun lokalnih transformacijskih parametrov

Vhodni podatek za izračun lokalnih transformacijskih parametrov in oceno kakovosti transformacijskih parametrov je niz koordinat vsaj 3 veznih točk, ki imajo dane ravninske koordinate v obeh koordinatnih sistemih D48/GK in ETRS89/TM. Vezne točke za izračun lokalnih transformacijskih parametrov so točke temeljne geodetske mreže, ki obdajajo območje točk, ki jih želimo transformirati (območje naj bo čim manjše). Vezne točke lahko izberemo iz seznama ETRS točk, ki jih vodi Geodetska uprava. Postopek izračuna lokalnih transformacijskih parametrov je sledeč:

1. pridobitev podatkov veznih točk, to so ravninske koordinate v obeh sistemih: (y_{GK}, x_{GK}) in (y_{TM}, x_{TM})
2. zapis matematične zveze med koordinatami v obeh koordinatnih sistemih in parametri transformacije, ki jo podajajo enačbe 4-parametrične podobnostne transformacije, v obliki enačb opazovanj splošnega modela izravnave;
3. določitev optimalnih vrednosti transformacijskih parametrov (pomik v smeri obeh koordinatnih osi, zasuk, sprememba merila) v postopku izravnave opazovanj po metodi najmanjših kvadratov.

Izračunani transformacijski parametri se uporabijo za transformacijo koordinat ZK točk med koordinatnima sistemoma D48/GK in ETRS89/TM.

Izračun detajlnih transformacijskih parametrov

Vhodni podatek za izračun detajlnih transformacijskih parametrov in oceno kakovosti transformacijskih parametrov je niz koordinat vsaj 3 veznih točk, ki imajo dane ravninske koordinate v obeh koordinatnih sistemih D48/GK in ETRS89/TM. Vezne točke za izračun detajlnih transformacijskih parametrov so ZK točke, ki ležijo v neposredni bližini točk, ki jih želimo transformirati (transformacijsko območje naj bo čim manjše). Postopek izračuna detajlnih transformacijskih parametrov je sledeč:

1. pridobitev podatkov o veznih točkah (koordinate ZK točk v D48/GK in podatek o označitvi meje v naravi);
2. terenska izmera in določitev koordinat veznih točk v ETRS89/TM; vhodni podatki za izračun so ravninske koordinate veznih točk v obeh sistemih: (y_{GK}, x_{GK}) in (y_{TM}, x_{TM})
3. zapis matematične zveze med koordinatami v obeh koordinatnih sistemih in parametri transformacije, ki jo podajajo enačbe 4-parametrične podobnostne transformacije, v obliki enačb opazovanj splošnega modela izravnave;
4. določitev optimalnih vrednosti transformacijskih parametrov (pomik v smeri obeh koordinatnih osi, zasuk, sprememba merila) v postopku izravnave opazovanj po metodi najmanjših kvadratov.

Izračunani transformacijski parametri se uporabijo za transformacijo koordinat ZK točk med koordinatnima sistemoma D48/GK in ETRS89/TM, in sicer najvišje možne natančnosti.

Izračun transformiranih koordinat točk

Vhodni podatki za izračun transformiranih koordinat ZK točk so:

- ravninske koordinate ZK točk v D48/GK oz. ETRS89/TM in
- detajlni, lokalni ali regionalni transformacijski parametri.

Pogoj za izračun transformiranih koordinat točk je, da so transformacijski parametri izračunani po postopku opisanem v podpoglavju 2.3.3 oz. 2.3.4 in da so zadostne kakovosti glede ne namen uporabe. Postopek izračuna transformiranih koordinat točk je sledeč:

1. pridobitev vhodnih podatkov za transformacijo, tj. izvorne koordinate ZK točk v D48/GK oz. v ETRS89/TM in transformacijske parametre (lokalne ali regionalne);
2. izračun transformiranih ravninskih koordinat v ETRS89/TM po enačbah 4-parametrične podobnostne transformacije.

2.2.2 Transformacija višin

V Pravilniku o urejanju mej (28. člen) je predpisano vodenje višine ZK točke v državnem višinskem koordinatnem sistemu, če metoda izmere to omogoča. Glede na to, da je rezultat GNSS izmere tudi višinska komponenta položaja, je smotrno shranjevati tudi podatke o višini točke. Izvorno elipsoidno višino se transformira v državni višinski sistem z interpolacijo geoidne višine iz absolutnega modela geoida Slovenije. V nadaljevanju je opisan postopek transformacije elipsoidne višine na elipsoidu GRS80 v nadmorske višine (datum Trst).

Vhodna podatka za transformacijo med elipsoidno višino (GRS80) in višino v državnem višinskem sistemu (datum Trst) sta:

- koordinate točk v ETRS89: $(\varphi, \lambda, h)_{\text{GRS } 80}$ in
- model absolutnega geoida Slovenije.

Podatki o koordinatah točk so dobljeni na podlagi terenskih meritev z eno od metod izmere, ki je primerna za zemljiškokatastrsko izmero (glej 1.). Model absolutnega geoida Slovenije pa lahko pridobite na Geodetski upravi.

Na podlagi podatkov modela absolutnega geoida Slovenije in izvornih koordinat točk (φ, λ) v ETRS89 izračunamo interpolirano geoidno višino $N_{\text{GRS } 80}$. Geoidna višina je definirana kot višinska razlika (razdalja vzdolž normale) med referenčnim elipsoidom GRS 80 in geoidom. Iz izvorne elipsoidne višine $h_{\text{GRS } 80}$ in interpolirane geoidne višine $N_{\text{GRS } 80}$ izračunamo višino točke H v državnem koordinatnem sistemu po izrazu: $H = h - N$, kjer so:

h ... elipsoidna višina točke v ETRS89,

N ... geoidna višina točke in

H ... nadmorska višina točke v državnem višinskem sistemu

Obratna transformacija, iz nadmorskih višin v državnem višinskem koordinatnem sistemu v elipsoidne višine v ETRS89, se izvaja po podobnem postopku, kot je opisano zgoraj. Iz izvorne nadmorske višine in interpolirane geoidne višine izračunamo elipsoidno višino v ETRS89 po izrazu: $h = H + N$.

Natančnost transformirane višine v državnem višinskem koordinatnem sistemu je odvisna od natančnosti izvorne višine (elipsoidna višina) in od kakovosti uporabljenega absolutnega modela geoida na danem območju.

2.3 Transformacija z detajlnimi transformacijskimi parametri

Detajlni transformacijski parametri se uporabljajo za transformacijo koordinat točk med koordinatnima sistemoma D48/GK in ETRS89/TM, ko je zahtevana zelo visoka natančnost transformiranih koordinat. Detajlni parametri so veljavni na območju detajla, tj. na majhnem območju z radijem nekaj sto metrov. S kakovostno transformacijo na nivoju detajla lahko odpravimo napake zaradi slabih absolutnih koordinat v D48/GK, vendar zgolj ob predpostavki, da so relativni položaji točk dobri in da so izračunani kakovostni detajlni transformacijski parametri.

2.3.1 Vhodni podatki

Vhodni podatki za izračun transformiranih koordinat z detajlnimi transformacijskimi parametri in oceno kakovosti transformacije so:

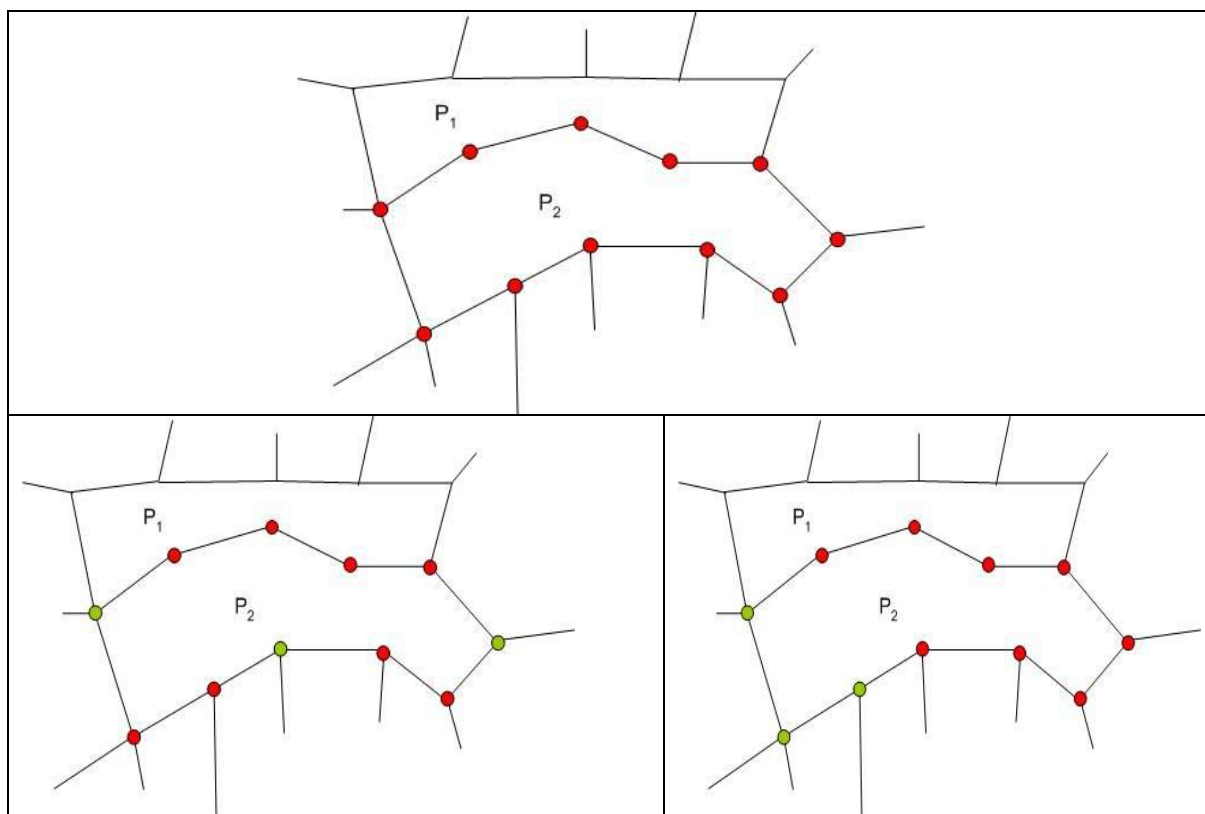
- ravninske koordinate vsaj 3 veznih točk v obeh koordinatnih sistemih (ETRS89/TM in D48/GK);
- ravninske koordinate ZK točk, ki jih želimo transformirati;
- ravninske koordinate kontrolnih točk (priporočljivo).

2.3.2 Izbira veznih in kontrolnih točk

Vezne točke izberemo tako, da izpolnjujejo naslednje pogoje:

- vezne točke naj obdajajo transformacijsko območje, če je to mogoče;
- vezne točke so na terenu označene (npr. z mejniki).

Če je mogoče, naj se vezne točke izbere tako, da obdajajo območje na katerem so ZK točke, ki jih želimo transformirati oz. da se izbere skrajne vezne točke. Na Sliki 4 je prikazan primer dobre in slabe razporeditve veznih točk.



Slika 4: Primer dobre in slabe razporeditve veznih točk (zelene točke). Za ureditev meje na parceli P₁ je potrebno transformirati koordinate obstoječih ZK točk (rdeče točke) s katerimi je evidentiran del

meje, ki razmejuje parceli P1 in P2. Na sliki levo spodaj je prikazan primer dobre razporeditve, na sliki desno spodaj pa primer slabe razporeditve veznih točk (zelene točke).

Čeprav je minimalno število točk za izračun transformacijskih parametrov in oceno kakovosti transformacije 3, se priporoča uporaba večih veznih točk. Saj je z večjim številom veznih točk lažje odkrivanje morebitnih grobo pogrešenih koordinat veznih točk (v tem primeru ZK točk). V kolikor pa sta na razpolago le dve točki, ki izpolnjujeta pogoje za vezne točke, se priporoča izbira vsaj ene kontrolne točke. Za kontrolno točko lahko izberemo katerokoli ZK točko, ki je označena ali pa je nedvoumno določljiva v naravi in ima dane izvirne koordinate v obeh koordinatnih sistemih.

Po izbiri veznih in kontrolnih točk, je potrebno le-tem določiti numerične koordinate v ETRS89/TM z eno izmed metod izmere, ki so priporočene v tem navodilu. Zahtevana natančnost določitve koordinat veznih točk je enaka kot za ZK točke (tj. daljša polos standardne elipse zaupanja mora biti krajša od 4 cm).

Vezne in kontrolne točke z nizom koordinat v obeh sistemih predstavljajo vhodne podatke za izračun transformacijskih parametrov.

2.3.3 Izračun transformacijskih parametrov

Za potrebe zemljiškega katastra, ko je zahtevana visoka natančnost koordinat ZK točk (Pravilnik o urejanju mej, 35. člen), je treba izračunati detaljne transformacijske parametre, ki omogočajo optimalni vklop podatkov iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM oz. obratno. Izračun detaljnih transformacijskih parametrov poteka po transformacijskem modelu opisanem v poglavju 2.2.1. Rezultat izračuna so 4 transformacijski parametri (pomika v smereh obeh koordinatnih osi, zasuk, sprememba merila), s katerimi po enačbah 4-parametrične podobnostne transformacije in izbrani metodi transformacije izračunamo transformirane koordinate ZK točk v ETRS89/TM oz. v D48/GK.

2.3.4 Ocena kakovosti transformacijskih parametrov

Kakovost transformacijskih parametrov se oceni na podlagi odstopanj ravninskih koordinat po transformaciji na veznih in kontrolnih točkah. Dopustno odstopanje med izvornimi in transformiranimi koordinatami določa Pravilnik o urejanju mej (35. člen):

»Šteje se, da so zemljiškokatastrske točke, transformirane na način iz prejšnjega odstavka, določene s predpisano natančnostjo, če so odstopanja na veznih točkah manjša od desetih centimetrov«.

Če je odstopanje na veznih točkah manjše od 10 cm, se smatra, da so ZK točke kakovostno vklopljene v sistem ETRS89/TM in jih lahko v nadaljnjih postopkih obravnavamo kot enakovredne izvornim ETRS89/TM koordinatam, ki so določene s terensko izmero. ZK točki se dodeli vrednost atributa metoda določitve: transformirana.

Če je odstopanje na kateri od veznih točk večje od 10 cm, se priporoča sledenje smernicam, ki so opisane v podpoglavju 2.3.6 Posebni primeri.

2.3.5 Izračun transformiranih koordinat

Z uporabo detaljnih transformacijskih parametrov, ki so veljavni za območje izmere in ustrezajo cenilkam kakovosti podrobneje opisanim v 2.3.4, se po priporočenem modelu transformacij in metodi, izračuna transformirane koordinate v ETRS89/TM oz. v D48/GK.

2.3.6 Posebni primeri

Geodetsko podjetje se lahko pri izračunu transformacijskih parametrov sooča z naslednjimi problemi:

- odstopanja koordinat na veznih točkah po transformaciji so večja od 10 cm;
- ZK točke, ki bi jih lahko uporabili kot vezne točke, v naravi niso označene z mejniki.

V nadaljevanju so podana priporočila za delo v zgoraj opisanih primerih.

Nedopustno odstopanje na veznih točkah

V kolikor je odstopanje po transformaciji na veznih točkah večje od 10 cm, se poskuša ugotoviti in če je mogoče tudi odpraviti vzrok odstopanja. Razlogi za preveliko odstopanje so lahko:

- koordinate v obeh sistemih niso bile določene za identično točko na terenu (npr. premaknjen mejnik);
- koordinate nekaterih veznih točk so bile napačno vklopljene v koordinatni sistem D48/GK;
- koordinate nekaterih veznih točk imajo napačne koordinate (napačni relativni odnosi med veznimi točkami).

Če je odstopanje po transformaciji na eni točki bistveno večje kot na ostalih veznih točkah, lahko to točko označimo kot verjetno grobo pogrešeno in jo izločimo iz izračuna transformacijskih parametrov. Seveda je ta rešitev možna samo v primeru, ko je skupno število veznih točk večje od 3.

ZK točke niso označene z mejniki

V nekaterih primerih sta na razpolago manj kot dve ZK točki, ki bosta označeni v naravi z mejniki. V teh primerih obstoječim ZK točkam ni mogoče določiti koordinate v ETRS89/TM z namenom uporabe te točke kot vezne točke za transformacijo. Možni rešitvi v tem primeru sta dve:

1. za vezne točke izberemo ZK točke, ki so nedvoumno določljive v naravi (npr. ograje) in iz teh točk izračunamo transformacijske parametre. Če dosežemo dopustno odstopanje manjše od 10 cm, se koordinatam transformiranih ZK točk v nadaljevanju obravnava enakovredno kot izvirne koordinate v ETRS89/TM;
2. za vezne točke uporabimo bližnje geodetske točke temeljnih in navezovalnih mrež, pri čemer je potrebno obvezno oceniti kakovost transformacije z vsaj eno kontrolno točko.

V vsakem primeru se priporoča uporaba kontrolnih točk. Kontrolna točka naj bo ZK točka, ki je nedvoumno določljiva v naravi in kateri določimo izvirne ETRS89/TM koordinate. Če je odstopanje na kontrolni točki manjše od 10 cm, se transformirane ZK točke v nadaljevanju obravnava enakovredno kot izvirne koordinate v ETRS89/TM.

2.4 Transformacija z lokalnimi ali regionalnimi transformacijskimi parametri

Uporaba lokalnih ali regionalnih parametrov se priporoča v naslednjih primerih:

- vklop novega oz. spremenjenega stanja v ZK prikaz;
- transformacija koordinat ZK točk, katerim koordinate so bile določene z izmero na ortofoto načrtu.

Regionalni parametri so na voljo na spletnih straneh Geodetske uprave. Slovenija je razdeljena na 24 regij. Natančnost transformiranih koordinat je znotraj posameznih regij boljša od 20 cm. Pri uporabi regionalnih parametrov (ali katerihkoli drugih vnaprej izračunanih parametrov) se priporoča kontrola transformiranih koordinat na kontrolnih točkah. Samo tako lahko preverimo kakovost transformiranih koordinat na danem območju (kontrola izračuna in ustreznosti transformacijskih parametrov). Glej 2.4.5 Ocena kakovosti transformacije.

V primeru, ko geodetsko podjetje ugotovi, da regionalni transformacijski parametri ne zadoščajo potrebni natančnosti za uporabo v zemljiškem katastru na specifičnem območju, mora le-to **izračunati lokalne transformacijske parametre**. Za izračun uporabi lasten izbor veznih točk v obeh sistemih. Kot vezne točke se uporabi svojemu območju prilagojen niz geodetskih točk. Lokalne transformacijske parametre in transformirane koordinate je potrebno izračunati s priporočenim modelom transformacij, ki je podrobneje opisan v naslednjih podpoglavjih.

2.4.1 Vhodni podatki za izračun lokalnih parametrov

Vhodni podatki za izračun transformacijskih parametrov in oceno kakovosti transformacije so vsaj 3 točke s kakovostnimi koordinatami v obeh koordinatnih sistemih, ETRS89/TM in D48/GK. Če se v postopku transformacije ugotovi, da so nekatere točke ali nekatere koordinate grobo pogrešene, je treba verjetno grobo pogrešene točke izločiti iz nadaljnega izračuna transformacijskih parametrov. Zato je priporočljivo uporabiti večje število vhodnih podatkov, kot jih je za izračun nujno potrebnih, tj. 3 ali več točk s koordinatami v obeh koordinatnih sistemih.

Za izračun transformacijskih parametrov se priporoča uporaba koordinat ETRS točk, ki imajo dane kakovostne koordinate v sistemih ETRS89 in D48/GK. Podatke o ETRS točkah lahko pridobite na Geodetski upravi. V kolikor za izračun lokalnih transformacijskih parametrov ni na razpolago dovolj ETRS točk za izračun kakovostnih transformacijskih parametrov (glej 2.4.5 Ocena kakovosti transformacijskih parametrov), lahko geodetsko podjetje uporabi lastne podatke ali podatke drugih virov. V tem primeru se zelo priporoča kontrola transformacije z nadštevilnimi podatki za izračun ali s kontrolo transformiranih koordinat na kontrolnih točkah (glej 2.4.3).

Če geodetsko podjetje nima na voljo zadostnega števila točk s kakovostnimi koordinatami v obeh koordinatnih sistemih, naj se drži smernic za izračun parametrov v primeru slabe pokritosti z mrežo ETRS točk (Glej 2.4.7).

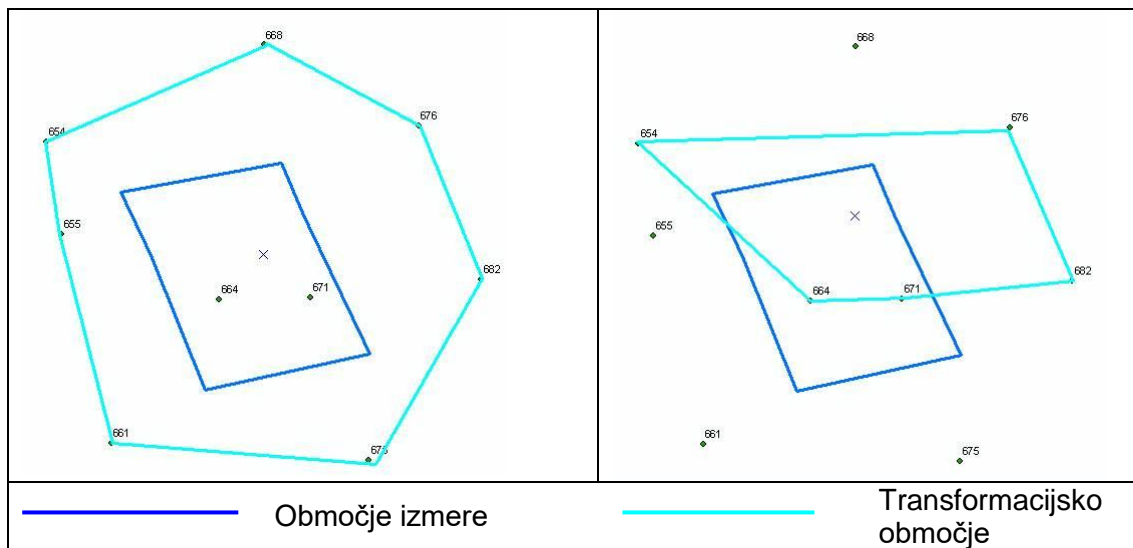
2.4.2 Izbira veznih točk za izračun lokalnih parametrov

Vezne točke so točke, ki imajo določene koordinate v obeh koordinatnih sistemih, tj. ETRS89/TM in D48/GK, ter se uporabljajo za izračun transformacijskih parametrov. Minimalno število veznih točk za izračun parametrov in oceno kakovosti transformacije je 3, vendar se priporoča uporaba večjih veznih točk za primer če so med podatki grobo pogrešene koordinate točk, ki jih je potrebno izločiti iz izračuna parametrov.

Prostorska razporeditev veznih točk

Lokacijo veznih točk izberemo tako, da:

- so enakomerno razporejene, tako da pokrijejo celotno območje izmere, in
- da točke, ki jih transformiramo, ležijo znotraj oboda veznih točk.



Slika 5: Primer dobre (slika na levi) in slabe izbire veznih točk (slika na desni).

Na Sliki 5 je prikazana izbira veznih točk za transformacijo koordinat točk, ki ležijo na območju izmere (svetlomodri obod). Na levi je prikazana dobra prostorska razporeditev veznih točk, kjer so vezne točke enakomerno razporejene in obdajajo celotno območje izmere. Na desni pa je prikazana slaba razporeditev veznih točk, saj le te ne pokrivajo celotnega območja izmere in lahko uporaba tako izračunanih parametrov za transformacijo izmerjenih koordinat točk pomeni slabo kakovost transformiranih koordinat. Z obodom veznih točk je grobo določeno območje veljavnosti transformacijskih parametrov, saj z oddaljevanjem od oboda kakovost transformiranih koordinat strmo pada.

Maksimalna velikost transformacijskega območja

Pri izračunu lokalnih transformacijskih parametrov predpostavljamo, da sta oba koordinatna sistema na transformacijskem območju homogena. Ker je koordinatni sistem ETRS89 homogen, se določitev maksimalne velikosti transformacijskega območja nanaša predvsem na ugotovitev maksimalnega območja homogenosti koordinatnega sistema D48/GK. Določitev površine na kateri lahko predpostavljamo homogenost obeh koordinatnih sistemov, pa je zelo problematična, saj je koordinatni sistem D48/GK zelo nehomogen in tudi deformacije sistema so nepravilno razporejene po celotnem območju države.

Zaradi neenakomerne razporejenosti deformacij koordinatnega sistema D48/GK je opredelitev maksimalne velikosti transformacijskega območja s površino nemogoča. Enaka velikost transformacijskega območja na različnih delih Slovenije, bo v enih primerih dala rezultate primerne kakovosti za uporabo v zemljiškem katastru, v drugih primerih bo območje z enako površino dajalo slabše rezultate.

Geodetskim podjetjem se priporoča, da se ustreznost izračunanih transformacijskih parametrov za uporabo v zemljiškem katastru ne sodi na podlagi velikosti transformacijskega območja, ampak na podlagi cenilk kakovosti transformacijskih parametrov, ki so podrobno opisani v podpoglavju 2.4.5 Ocena kakovosti transformacijskih parametrov.

2.4.3 Izbira kontrolnih točk

Kontrolne točke so točke, ki imajo s terensko izmero določene koordinate v obeh koordinatnih sistemih (ETRS89/TM in D48/GK), in jih v postopku izračuna transformacijskih parametrov ne uporabimo kot vezne točke. Na podlagi podatkov o kontrolnih točkah lahko ocenimo kakovost transformiranih koordinat tako, da izračunamo odstopanja med izvornimi in transformiranimi koordinatami.

Kontrolne točke morajo ležati znotraj transformacijskega območja. Za kontrolno točko se priporoča izbira ene izmed obstoječih ZK točk, ki ji izvirne koordinate v ETRS določimo neposredno na terenu z GNSS, kombinirano ali klasično metodo izmere. Priporočeno število kontrolnih točk za oceno kakovosti transformiranih koordinat je dve točki na transformacijsko območje. Če se izbere samo eno kontrolno točko, je v primeru prevelikega odstopanja na kontrolni točki težko sprejeti odločitev o pravem vzroku napake. To je lahko bodisi slaba kakovost transformacijskih parametrov bodisi slaba kakovost koordinat kontrolne točke v ETRS89/TM ali D48/GK koordinatnem sistemu.

V primeru, **ko geodetsko podjetje samo izračuna transformacijske parametre je uporaba kontrolnih točk** za oceno kakovosti transformiranih koordinat **neobvezna vendar priporočljiva**. Saj v primeru, ko geodetsko podjetje samo izračuna transformacijske parametre, lahko oceni kakovost transformacije na podlagi odstopanj med danimi in transformiranimi koordinatami veznih točk.

V primeru, **ko geodetsko podjetje uporabi regionalne ali druge vnaprej izračunane parametre**, za katere nima na razpolago podatkov o kakovosti le-teh, pa **je uporaba kontrolnih točk obvezna**. Samo tako bo lahko ugotovilo kakovost transformiranih koordinat in ustreznost uporabe danih parametrov za transformacijo koordinat na danem območju.

2.4.4 Izračun lokalnih transformacijskih parametrov

Izračun lokalnih transformacijskih parametrov poteka po transformacijskem modelu opisanem v poglavju 2.2.1. Rezultat so transformacijski parametri (zasuk, pomika vzdolž x- in y- osi ter sprememba merila) s katerimi po enačbah 4-parametrične podobnostne transformacije in izbrani metodi transformacije izračunamo transformirane koordinate točk.

2.4.5 Ocena kakovosti transformacijskih parametrov

Merila za vrednotenje kakovosti transformacije so:

- odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami na veznih točkah (tj. točkah, iz katerih so bili izračunani transformacijski parametri) ter
- odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami na kontrolnih točkah (tj. točkah, ki niso bile vključene v izračun transformacijskih parametrov, imajo pa koordinate določene v obeh sistemih).

Dopustno odstopanje med danimi in transformiranimi koordinatami je odvisno od namena uporabe transformacijskih parametrov. V Preglednici 1 so podana dopustna odstopanja za nekaj tipičnih primerov uporabe transformacije v zemljiškem katastru, ki so:

- izračun koordinat ZK točk v D48/GK za izvedbo grafičnega vklopa v ZK prikaz in
- izračun numeričnih koordinat ZK točk določenih na ortofoto načrtu.

Merilo za vrednotenje kakovosti transformacije	Dopustno odstopanje	
	Vklop v ZK prikaz	ZK točke iz ortofoto načrta

Odstopanje na veznih točkah	-	25 cm
Odstopanje na kontrolnih točkah	-	50 cm

Preglednica 1: Dopustne vrednosti mer za vrednotenje kakovosti transformacije za uporabo v zemljiškem katastru.

V Preglednici 1 so podane dopustne vrednosti mer za vrednotenje kakovosti transformacijskih parametrov, ki še ustrezajo uporabi v zemljiškem katastru. Natančnost transformiranih koordinat za vklop v ZK prikaz ni pomembna, saj se transformirane koordinate uporabijo samo kot vhodni podatek za izvedbo grafičnega vklopa, v okviru katerega se določijo optimalne grafične koordinate ZK točk. Transformirane koordinate so zgolj približne koordinate v D48/GK in jih geodetsko podjetje niti ne odda Geodetski upravi, niti jih slednja nikjer ne evidentira. Za transformacijo koordinat točk, katerih koordinate so bile določene na ortofoto načrtu, je potrebno zagotoviti, da je maksimalna napaka transformacije 2-3-krat manjša od zahtevane natančnosti določitve koordinat po tej metodi. Pravilnik o urejanju mej določa, da morajo biti koordinate določene na ortofoto načrtu boljše od 1 metra, kar pomeni, da mora biti maksimalna napaka transformacije manjša od 50 cm.

2.4.6 Izračun transformiranih koordinat

Z uporabo lokalnih transformacijskih parametrov, ki so veljavni za območje izmere in ustrezajo cenilkam kakovosti podrobneje opisanim v podpoglavju 2.4.5, se po priporočenem modelu transformacij in metodi, izračuna transformirane koordinate v D48/GK oz. v ETRS89/TM.

2.4.7 Posebni primeri

Ločimo tri posebne primere, s katerimi se najpogosteje srečujemo pri izračunu lokalnih transformacijskih parametrov:

- nedopustna odstopanja na veznih ali kontrolnih točkah,
- slaba pokritost z mrežo ETRS točk in
- slaba natančnost koordinat točk v koordinatnem sistemu D48/GK.

Nedopustna odstopanja na kontrolnih točkah

Možni vzroki za prevelika odstopanja v horizontalnih koordinatah točk so:

- slaba natančnost ali grobi pogrešek horizontalnih koordinat v koordinatnem sistemu D48/GK,
- slaba natančnost ali grobi pogrešek horizontalnih koordinat v koordinatnem sistemu ETRS89/TM,
- na transformacijskem območju je koordinatni sistem D48/GK nehomogen.

Priporočila za reševanje nedopustnih odstopanj v primeru grobo pogrešenih koordinat v ETRS89 ali D48/GK koordinatnem sistemu so podana zgoraj. Če je razlog za nedopustna odstopanja nehomogenost državnega koordinatnega sistema, je potrebno zmanjšati transformacijsko območje. Transformacijsko območje je lahko tako veliko, da lahko na tem območju predpostavljamo homogenost obeh koordinatnih sistemov v okviru zahtevane kakovosti transformacije za potrebe zemljiškega katastra.

Slaba pokritost z mrežo ETRS točk

Za izračun lokalnih transformacijskih parametrov se priporoča uporaba vsaj 3 veznih točk, z danimi koordinatami v obeh koordinatnih sistemih. Na nekaterih območjih Slovenije, ki so zaenkrat še slabo pokrita z mrežo ETRS (okolica Kočevja, Idrije ter Lendave in Haloze), se pogosto srečujemo s problemom, ko imamo na razpolago premalo točk za izračun parametrov. Če je na transformacijskem območju število veznih točk manjše od 3, je potrebno za izračun lokalnih parametrov, točkam z danimi koordinatami v enem sistemu določiti koordinate v drugem sistemu. Običajno je potrebno obstoječim točkam s koordinatami v D48/GK, določiti še koordinate v ETRS89.

Postopek pridobitve dodatnih podatkov za določitev transformacijskih parametrov na območjih, ki so slabo pokrita z mrežo ETRS točk, je sledeč:

- pridobitev koordinat in topografij točk v D48/GK; skupno število veznih točk (obstojećih) in izbranih točk v D48/GK naj bo vsaj 5;
- določitev koordinat izbranih točk v ETRS89 z GNSS metodo izmere;
- uporaba točk z določenimi ETRS89/TM in D48/GK koordinatami za izračun lokalnih transformacijskih parametrov.

Slaba natančnost koordinat točk v koordinatnem sistemu D48/GK

Grobo pogrešene koordinate veznih in/ali kontrolnih točk so lahko eden izmed razlogov za nedopustna odstopanja med izvornimi in transformiranimi koordinatami. Prevelika odstopanja se lahko pojavijo zaradi grobo pogrešenih koordinat v začetnem ali ciljnem datumu, tj. ETRS89/TM ali D48/GK. Rešitev problema je odvisna od števila veznih točk, s katerimi so bili izračunani transformacijski parametri. Ločimo dva primera:

- število veznih točk je večje od 2 ali
- število veznih točk je enako 2.

Če je število veznih točk večje od 2, lahko vsaj eno vezno točko izločimo iz izračuna transformacijskih parametrov. Vezno točko, na kateri so odstopanja med izvornimi in transformiranimi koordinatami največja, lahko označimo kot točko z verjetno grobo pogrešenimi koordinatami in jo izločimo iz izračuna transformacijskih parametrov. Če je tudi sedaj preseženo dopustno odstopanje, lahko postopek ponovimo (če je število veznih točk še zmeraj večje od 2).

Če je število veznih točk enako 2, je potrebno določiti ETRS89 koordinate vsaj eni (bolje večim) izmed točk v bližini delovišča, ki ima kakovosten položaj v D48/GK. Priporoča se določitev koordinat točk s hitro statično metodo izmere. Za podrobnejša priporočila glede izmere glej 1.

3 TEHNIČNA NAVODILA ZA IZRAČUN POVRŠIN IN KOORDINAT

V tem poglavju so opisani postopki za izdelavo elaborata, ki se nanašajo na uvedbo koordinatnega sistema ETRS89/TM po 1. 1. 2008. To vključuje:

- pripravo datoteke s koordinatami ZK točk v koordinatnem sistemu ETRS89/TM,
- izračun površine parcele in površine zemljišča pod stavbo ter
- pripravo predloga sprememb ZK prikaza po izvedeni geodetski storitvi.

Struktura datotek, ki jo geodetsko podjetje odda Geodetski upravi, določa dokument »Vrste digitalnih podatkov in način zapisa«, ki ga je objavila Geodetska uprava na svojih spletnih straneh in se uporablja od 8.3.2007 dalje.

Uvod

Pravni podlagi za pripravo tehničnih navodil za izračun površin in koordinat sta:

- Zakon o evidentiranju nepremičnin (Uradni list RS, št. 47/06) ter
- Pravilnik o urejanju ter spreminjanju mej parcel ter o evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru (Uradni list RS, št. 8/07 in 6/07).

Posamezni sklopi in vsebina Pravilnika o urejanju mej, ki vplivajo na vsebino tega navodila so:

- vodenje in vzdrževanje ZK prikaza v D48/GK do izpolnitve tehničnih pogojev za vodenje v ETRS89/TM;
- način vzdrževanja ZK prikaza;
- vodenje in vzdrževanje ZK načrta v ETRS89/TM;
- način izračuna površine parcele, če je meja evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih, tj. ETRS89/TM in D48/GK;
- uporaba transformiranih koordinat v ETRS89/TM;
- natančnost koordinat ZK točk.

Geodetska uprava je na svojih spletnih straneh objavila dva dokumenta, ki podrobneje določata strukturo digitalnih podatkov in način prikaza podatkov na skici, tj.:

- Vrste digitalnih podatkov in način zapisa (v uporabi od 8.3.2007) in
- Tehnične specifikacije za prikaz podatkov v skici elaborata geodetske storitve (v uporabi od 6.2.2007).

Temeljna sprememba v zakonodaji, ki vpliva na pripravo teh navodil je:

- uvedba koordinatnega sistema ETRS89/TM v evidence zemljiškega katastra.

3.1 Opredelitev tipičnih primerov

V evidencah zemljiškega katastra se trenutno uporabljata dva tipa koordinat, to so:

- numerične koordinate v koordinatnem sistemu D48/GK in
- grafične koordinate.

Urejena meja oz. del meje je evidentiran s koordinatami ZK točk v koordinatnem sistemu D48/GK, ki so bile določene z geodetsko metodo izmere in so določene s standardno deviacijo obeh koordinat manjšo od 6 cm glede na točke za navezavo. Meja oz. del meje, ki ni urejen je evidentiran samo z grafičnimi koordinatami. Ker se za podatke vodijo D48/GK koordinate in/ali grafične koordinate, ločimo tri tipične primere stanja parcel:

- meja parcele je urejena in evidentirane s koordinatami ZK točk v D48/GK;
- samo nekateri deli meje parcele so urejeni in evidentirani s koordinatami ZK točk v D48/GK;
- meja parcele ni urejena.

Po 1. 1. 2008 se bo v evidenci zemljiškega katastra začelo uvajati koordinatni sistem ETRS89/TM, kar pomeni, da se bo v evidencah zemljiškega katastra uporabljalo:

- numerične koordinate v koordinatnem sistemu ETRS89/TM,
- numerične koordinate v koordinatnem sistemu D48/GK in
- grafične koordinate.

Zaradi uvajanja novega koordinatnega sistema, se bodo geodetska podjetja pri izvajanju geodetskih storitev soočala situacijo, ko bo meja parcele evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih. V nadaljevanju so predstavljeni možni primeri parcel, z vidika koordinatnega sistema, v katerem so določene koordinate točk. Ločimo sedem tipičnih primerov, ki so predstavljeni v Preglednici 2.

Primer	Opis	Grafični prikaz
A	V primeru A je parcela urejena in ima evidentirano mejo z numeričnimi koordinatami ZK točk v ETRS89/TM.	
B	V primeru B so samo nekateri deli meje urejeni in evidentirani z numeričnimi koordinatami ZK točk v ETRS89/TM. Ostali deli meje niso urejeni in so evidentirani z grafičnim prikazom v ZK prikazu.	
C	V primeru C je meja urejena. Nekateri deli meje so evidentirani z numeričnimi koordinatami ZK točk v ETRS89/TM, drugi pa v D48/GK.	

Primer	Opis	Grafični prikaz
D	V primeru D so nekateri deli meje urejeni in evidentirani z numeričnimi koordinatami ZK točk v D48/GK ali ETRS89/TM. Ostali deli meje niso urejeni in so evidentirani z grafičnim prikazom v ZK prikazu.	
E	V primeru E je parcela urejena in ima evidentirano mejo z numeričnimi koordinatami ZK točk v D48/TM.	
F	V primeru F so samo nekateri deli meje urejeni in evidentirani z numeričnimi koordinatami ZK točk v D48/GK. Ostali deli meje niso urejeni in so evidentirani samo z grafičnim prikazom v ZK prikazu.	
G	V primeru C meja parcele ni urejena. Meja je evidentirana z grafičnim prikazom v ZK prikazu.	

Preglednica 2: Pregled tipičnih primerov parcel glede na status meje in koordinatni sistem, v katerem so vodene koordinate ZK točk.

V Preglednici 2 so prikazane kombinacije različnih koordinat ZK točk na nivoju parcele, ki se bodo pojavljale v evidenci zemljiškega katastra po 1. 1. 2008. Geodetska podjetja se bodo pri izvajanju geodetskih storitev srečevala z naslednjimi primeri (stanje po izvedbi geodetske storitve):

- primer A: parcela je urejena, meja parcele je evidentirana s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM s predpisano natančnostjo;
- primer B: parcela ni urejena, urejeni deli meje so evidentirani s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM s predpisano natančnostjo;
- primer C: parcela je urejena, meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih, tj. D48/GK in ETRS89/TM;
- primer D: parcela ni urejena, urejeni deli meje so evidentirani s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih, tj. D48/GK in ETRS89/TM.

Postopek dela v primerih, ko je meja parcele evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih (glej Preglednico 2, primer C in D), določa Pravilnik o urejanju mej (38. člen):

»Če so koordinate zemljiškokatastrskih točk, ki določajo mejo parcele, določene delno v koordinatnem sistemu ETRS89/TM in delno v koordinatnem sistemu D48/GK, se za izračun

površine parcele in površine zemljišča pod stavbo izvede transformacija teh koordinat tako, da se vse koordinate zemljiškokatastrskih točk določijo v enem koordinatnem sistemu.»

Za izračun koordinat točk v enem koordinatnem sistemu se priporoča uporaba 4-parametrične podobnostne transformacije in določitev detajlnih transformacijskih parametrov iz niza ZK točk, ki imajo določene izvirne koordinate v obeh koordinatnih sistemih, tj. ETRS89/TM in D48/GK (Glej 2.3 in 3.2.2)

3.2 Uvedba ETRS89/TM v pisni del evidence zemljiškega katastra

V pisnem delu evidence zemljiškega katastra so meje in deli meje evidentirani s koordinatami ZK točk. Trenutno se vodijo numerične in grafične koordinate v koordinatnem sistemu D48/GK, oziroma numerične koordinate z vrednostjo $y_{GK}=0$, $x_{GK}=0$, v kolikor je meritev izvedena v lokalnem koordinatnem sistemu. Po uvedbi koordinatnega sistema ETRS89/TM se bodo vodile tudi numerične koordinate v ETRS89/TM za vse nove in spremenjene ZK točke, izmerjene po 1. 1. 2008. Priporočila za evidentiranje mej v primerih, ko se na isti parceli oz. skupini parcel soočamo z različnimi koordinatnimi sistemi, so podani v nadaljevanju.

V pisnem delu evidence ZK se vodi površina parcele, ki je izračunana iz numeričnih koordinat ZK točk, če le-te obstajajo. Po uvedbi koordinatnega sistema ETRS89/TM se bomo srečevali s problemom izračuna površine parcele iz koordinat ZK točk, saj se bodo pojavljali primeri, ko bodo deli meje parcele evidentirani s koordinatami v različnih koordinatnih sistemih. Priporočila za izračun površine v teh primerih ter v primerih, ko je potrebno izračunati površino parcele, čeprav ta nima urejenih mej (tj. v postopku parcelacije ali na zahtevo lastnika), so podana v nadaljevanju.

Če je meja oz. če so deli meje parcele evidentirani s koordinatami v različnih koordinatnih sistemih (tj. ETRS89/TM, D48/GK ali grafične koordinate), velja:

- status urejenega dela meje (parcele, površine) je neodvisen od koordinatnega sistema v katerem so določene koordinate ZK točk;
- površina urejene parcele se lahko izračuna samo iz koordinat ZK točk v istem koordinatnem sistemu (priporoča se v ETRS89/TM);
- zveza med koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih je določena na nivoju parcele oz. skupine parcel.

3.2.1 Evidentiranje mej v tipičnih primerih

Po 1. 1. 2008 bo prišlo do sprememb v vodenju zemljiškokatastrskih podatkov zaradi uvedbe novega koordinatnega sistema. Urejena meja parcele bo po tem datumu lahko evidentirana z naslednjimi tipi koordinat:

- numerične koordinate v ETRS89/TM in/ali
- numerične koordinate v D48/GK.

Tako urejene meje kot tudi neurejene meje so evidentirane z grafičnim prikazom v ZK prikazu. Meje, ki so evidentirane s koordinatami v ETRS89/TM so evidentirane tudi z grafičnim prikazom v ZK načrtu. Meje, ki niso urejene so evidentirane samo z grafičnim prikazom v ZK prikazu. Način evidentiranja mej, ki niso urejene ostane nespremenjeno tudi po 1. 1. 2008.

V Preglednici 3 je prikazan pregled vseh možnih primerov evidentiranja delov meje ter statusov teh parcel.

Primer	Grafični prikaz	Status parcele	Evidentiranje mej
A		Parcela je urejena.	Meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM ter z grafičnim prikazom v ZK prikazu in ZK načrtu.
B		Parcela ni urejena, urejen je le del meje parcele.	Urejeni del meje je evidentiran s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM in grafičnim prikazom v ZK prikazu in ZK načrtu; deli mej, ki niso urejeni pa samo z grafičnim prikazom v ZK prikazu.
C		Parcela je urejena.	Meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM (izvirne in transformirane) ter z grafičnim prikazom v ZK prikazu in ZK načrtu.
D		Parcela ni urejena, urejen je le del meje parcele.	Deli meje, ki so urejeni po 1. 1. 2008 so evidentirani s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM ter grafičnim prikazom v ZK načrtu in ZK prikazu; deli meje, ki so urejeni pred 1. 1. 2008, so evidentirani s koordinatami ZK točk v D48/GK ter z grafičnim prikazom v ZK prikazu; deli mej, ki niso urejeni pa samo z grafičnim prikazom v ZK prikazu.
E		Parcela je urejena.	Meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v D48/GK in grafičnim prikazom v ZK prikazu.
F		Parcela ni urejena, urejen je le del meje parcele.	Urejeni deli meje so evidentirani s koordinatami ZK točk v D48/GK in grafičnim prikazom v ZK prikazu; deli mej, ki niso urejeni pa samo z grafičnim prikazom v ZK prikazu.

Primer	Grafični prikaz	Status parcele	Evidentiranje mej
G		Parcela ni urejena.	Meja ni urejena in je evidentirana z grafičnim prikazom v ZK prikazu.

Preglednica 3: Status parcele oz. delov mej parcele in način evidentiranja meje za tipične primere parcele.

V primeru A je meja parcele urejena in evidentirana s koordinatami ZK točk v sistemu ETRS89/TM s predpisano natančnostjo. Ta primer se bo najpogosteje pojavljal po 1. 1. 2008 v postopku ureditve meje parcele.

V primeru B so urejeni le nekateri deli meje parcele in so evidentirani s koordinatami ZK točk v koordinatnem sistemu ETRS89/TM s predpisano natančnostjo. Ta primer se bo pojavljal po 1. 1. 2008 npr. pri ureditvi delov meje, parcelaciji, ipd.

V primeru C je meja parcele urejena in evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih, tj. ETRS89/GK in D48/GK. Ta primer se bo pojavljal npr. pri:

- izravnavi dela meje, ki je bil urejen pred 1. 1. 2008
- vrisu objekta na urejeno parcelo (meja je bila urejena pred 1. 1. 2008)
- drugih primerih, ko so bili nekateri deli meje urejeni pred 1. 1. 2008, drugi pa bodo urejeni po 1. 1. 2008.

Primer C predstavlja najbolj problematičen primer v povezavi z uvedbo novega koordinatnega sistema v zemljiški kataster. Za reševanje tega primera glej 3.2.2.

V primeru D parcela ni urejena, saj so urejeni le deli meje parcele, ki so evidentirani s koordinatami ZK točk, deloma v ETRS89/GK, deloma pa v D48/GK. Ta primer se bo pojavljal na parcelah, ki imajo urejene nekatere dele meje že pred 1. 1. 2008. Primer D se bo reševal na podoben način kot Primer C. Glej 3.2.2.

V Primeru E je meja parcele urejena in evidentirana s koordinatami ZK točk v D48/GK (meja je bila urejena pred 1. 1. 2008). Primer E se po 1. 1. 2008, ne bo več pojavljal.

V Primeru F so urejeni le deli meje parcele, ki so evidentirani v s koordinatami ZK točk v sistemu D48/GK (urejeni pred 1. 1. 2008). Primer F se po 1. 1. 2008, ne bo več pojavljal.

V primeru G parcela ni urejena in ni evidentirana z numeričnimi koordinatami.

3.2.2 Priporočila k sočasni uporabi koordinat D48/GK in ETRS89/TM

Z uvedbo koordinatnega sistema ETRS89/TM se bodo začeli pojavljati primeri, ko bodo deli meje parcele evidentirani s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih: ETRS89/TM in D48/GK (Primeri C in D v Preglednici 3). Pred uporabo teh podatkov za potrebe izračuna površine ali ugotavljanja poteka meje po arhivskih podatkih je potrebno transformirati točke tako, da zagotovimo koordinate vseh točk v istem koordinatnem sistemu. Ker se po 1. 1. 2008 vse nove in spremenjene ZK točke določajo v koordinatnem sistemu ETRS89/TM, se priporoča transformacija iz koordinatnega sistema D48/GK v ETRS89/TM.

Pri uporabi podatkov ZK točk s koordinatami v D48/GK je potrebno uporabiti določeno stopnjo previdnosti. Koordinate teh točk so bile (večinoma) dobljene z navezavo klasičnih meritev na točke geodetske mreže, ki je lahko lokalno zelo deformirana in nehomogena. To pomeni, da je lahko položaj teh točk v državnem koordinatnem sistemu D48/GK napačen. Transformacija teh koordinat z lokalnimi⁹ transformacijskimi parametri (sicer ustrezne natančnosti za potrebe zemljiškega katastra) iz D48/GK vodi v napačen položaj v ETRS89/TM. Praktično gledano to pomeni, da se lahko del meje parcele podaljša/skrajša oz. da se površina parcele poveča/zmanjša. Geodetskim podjetjem se priporoča, da za ugotavljanje meje po podatkih zemljiškega katastra in za izračun površine parcele, uporabijo detajlne transformacijske parametre, ki so veljavni na nivoju parcele oz. skupine parcel. Izračun detajlnih transformacijskih parametrov in ocena kakovosti le-teh je opisana v nadaljevanju. Za podroben opis postopka transformacije glej 2.3

Majhna območja

Majhno območje transformacije je definirano s krogom radija nekaj 100 metrov, v katerem ležijo točke, ki jih želimo transformirati.

Ko želimo uporabiti koordinate ZK točk, ki imajo določen položaj v različnih koordinatnih sistemih, je potrebno določiti zvezo med sistemoma D48/GK in ETRS89/TM na nivoju detajla (tj. parcela ali skupina parcel). Vezne točke za izračun transformacijskih parametrov so ZK točke z izvornimi koordinatami v ETRS89/TM in D48/GK.

V zemljiškokatastrski izmeri so se pogosto pojavljali primeri, ko so bila odstopanja v koordinatah ZK točk pri navezavi na različne geodetske točke zelo velika. Relativno so lahko položaji ZK točk sicer pravilni, vendar so napake v koordinatah nastale kot posledica slabih koordinat danih točk za vklop v koordinatni sistem D48/GK. Da bi se pri transformaciji izognili temu problemu, moramo določiti transformacijske parametre iz niza točk, ki so bile vklopljene v D48/GK na enak način. Predpostavimo, da so koordinate ZK točk določene v istem postopku vklopljene v D48/GK na enak način oz. da so relativni položaji teh točk dobri. Kot vezne točke za izračun transformacijskih parametrov vzamemo skupino točk, katerim koordinate so bile določene v istem postopku (enaka vrednost atributa IDPOS = identifikacijska številka postopka). Tako bomo zagotovili niz koordinat z relativno dobro določenim položajem v D48/GK, nepravilnosti, ki so nastale pri vklopu v državni koordinatni sistem pa bomo odpravili s transformacijskimi parametri na nivoju detajla. Če je odstopanje koordinat po transformaciji na veznih točkah manjše od 10 cm, se smatra da so transformirane koordinate določene z dovolj visoko natančnostjo, da jih lahko obravnavamo enako kot izvirne koordinate v ETRS89/TM. Za ocenjevanje kakovosti izračunanih transformacijskih parametrov je priporočljivo, da izberemo večje število veznih točk kot jih je za izračun nujno potrebnih, tj. 3 ali več.

Za odstopanje večje od 10 cm, je lahko več razlogov:

- koordinate veznih točk v koordinatnem sistemu D48/GK so bile izračunane z navezavo na različne geodetske točke, pri čemer je imela vsaj ena geodetska točka napačen položaj v D48/GK (relativni položaji med točkami so napačni);
- vsaj ena vezna točka ima napačen položaj v koordinatnem sistemu D48/GK oz. v ETRS89/TM;
- napaka pri izračunu transformacijskih parametrov.

V kolikor je odstopanje na veznih točkah večje od dopustnega, ZK točk s transformiranimi koordinatami ni mogoče uporabljati enako kot ZK točke z izvornimi koordinatami predpisane natančnosti.

⁹ Vezne točke za izračun regionalnih in lokalnih transformacijski parametri so obstoječe točke geodetske mreže, ki imajo poleg koordinat v D48/GK, določene tudi koordinate v ETRS89.

Transformacijski parametri se izračunajo iz niza vsaj 3 veznih točk, ki imajo koordinate v obeh sistemih D48/GK in ETRS89/TM. V ta namen je na izbranih veznih točkah potrebno opraviti meritve in določiti izvorne koordinate teh točk v ETRS89/TM. Zvezo med koordinatnima sistemoma predstavljajo transformacijski parametri 4-parametrične podobnostne transformacije, tj. premik v smeri x in y osi, zasuk okrog vertikalne osi in sprememba merila. Transformacijski parametri se izračunajo iz ravninskih koordinat točk (ETRS89/TM, D48/GK) in so veljavni samo za transformacijo točk na transformacijskem območju. Če je le mogoče naj vezne točke obdajajo območje točk, ki jih želimo transformirati. Za podrobnejše obrazložitve glede transformacijskega modela glej 2.3.

Opomba: Na majhnih območjih, kjer je treba transformirati koordinate manj kot 3 točk iz D48/GK v ETRS89/TM, je smotno ponovno izmeriti te točke (določiti izvorne ETRS koordinate). Predpogoj je, da so te točke na terenu označene. Izmera bo zahtevala enako časa kot bi ga porabili za pridobitev potrebnih podatkov za izračun transformacijskih parametrov (izmera in izračun koordinat v ETRS89/TM vsaj treh točkam, ki bi jih nato uporabili za vezne točke).

Velika območja

Zgoraj opisani postopek transformacije na nivoju detajla je primeren za majhna območja (premer nekaj 100 metrov), kamor uvrščamo tudi izmero dolžinskih objektov. Za večja območja (npr. območje nove izmere) se transformacija izvede samo na predlog in pod recenzijo Geodetske uprave. Na velikih območjih se uporabi kompleksni model transformacije, ki ga predlaga Geodetska uprava.

3.2.3 Metoda določitve koordinat ZK točk

ZK točke služijo za evidentiranje meje parcele. V zemljiškem katastru se bodo po 1. 1. 2008 vodile ZK točke:

- z numeričnimi koordinatami v D48/GK ali v ETRS89/TM (terenska meritev);
- z numeričnimi koordinatami v D48/GK ali v ETRS89/TM (izmera na ortofoto načrtu);
- s transformiranimi koordinatami v ETRS89/TM.

V ZEN-u (20. člen) je urejena meja opredeljena kot meja, ki je evidentirana v zemljiškem katastru in ima določene koordinate ZK točk s predpisano natančnostjo. Pri čemer status urejene meje ni odvisen niti od koordinatnega sistema, v katerem so koordinate ZK točk določene, niti od metode določitve koordinat.

Metoda določitve koordinat ZK točk, s katerimi je evidentirana meja, je opisana z atributom *metoda določitve*. V šifrantu *metode določitve ravninskih koordinat* so določene vrednosti atributa, ki se vodijo za nove in spremenjene ZK točke (za ZK točke, katerih koordinate so določene po začetku uporabe novih izmenjevalnih formatov z dne 5.2.2007). V Preglednici 4 je prikazan šifrant metode določitve ravninskih koordinat ZK točk, tako kot jih določa dokument Vrste digitalnih podatkov in način zapisa z dne 5.2.2007.

Vrednost atributa	Opis
90	Koordinate ZK točke so določene s terensko izmero v lokalnem koordinatnem sistemu (metoda se uporablja zgolj v izjemnih primerih do 1. 1. 2008).
91	Koordinate ZK točke so določene s terensko izmero v koordinatnem sistemu ETRS89/TM (po 1. 1. 2008) oz. v D48/GK (do 1. 1. 2008)
92	Koordinate ZK točke so določene na podlagi ortofoto načrtov,

Preglednica 4: Šifrant metode določitve ravninskih koordinat ZK točk.

Po 1. 1. 2008 se bodo pojavljali primeri, ko bodo imele nekatere ZK točke določene numerične koordinate v dveh koordinatnih sistemih (ETRS89/TM in D48/GK). V tem primeru se atribut metoda določitve koordinat nanaša na koordinatni sistem ETRS89/TM, za koordinate v D48/GK pa se ne vodi atributa o metodi določitve koordinat. Za točke, ki bodo imele določen položaj samo v D48/GK pa se bodo vodile vrednosti atributov, opisanih v šifrantu metode določitve ravninskih koordinat za arhivske podatke (tj. metoda ni znana, polarna, ortogonalna, GPS, presek, fotogrametrija, digitalizacija, transformacija, ostalo).

Ne glede na metodo določitve koordinat in koordinatni sistem v katerem so določene koordinate ZK točk, s katerimi je evidentirana meja parcele, je ta meja urejena. Razlika je v tem, da so nekatere koordinate boljše, druge pa slabše natančnosti. V primeru pridobitve natančnejših koordinat (npr. terenska izmera) se koordinate točk spremenijo in prav tako se spremeni površina parcele (pri tem se ne sme spremeniti potek urejene meje). Spremembo koordinat in površine zaradi natančnejše določitve koordinat ZK točk določa Pravilnik o urejanju mej (36. člen). Geodetsko podjetje mora posredovati Geodetski upravi podatke o novih koordinatah ZK točk in nov izračun površine parcele. O spremembi površine urejene parcele zaradi natančnejše določitve koordinat je Geodetska uprava dolžna obvestiti lastnika (ZEN, 20. člen).

3.2.4 Izračun površine parcele

Uradne površine, ki se vodijo v zemljiškem katastru so izračunane:

- iz numeričnih koordinat ZK točk ali
- iz grafičnih koordinat.

Geodetsko podjetje mora izračunati novo površino parcele v primeru:

- ureditve meje: površina parcele se izračuna, če je meja urejena ali na zahtevo lastnika;
- parcelacije: izračun površine novih parcel;
- komasacije: izračun površine novih parcel;
- izravnave meje: izračun nove površine že obstoječih parcel;
- vpisa zemljišča pod stavbo: izračun površine zemljišča pod stavbo in preostalega dela zemljišča.

Površina urejene parcele se izračuna iz koordinat ZK točk v koordinatnem sistemu ETRS89/TM oz. v D48/GK. Po 1. 1. 2008 se bodo pojavljali primeri, ko bo potrebno izračunati površino parcele, s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih. V takih primerih bo potrebno transformirati koordinate ZK točk v ETRS89/TM ali v D48/GK, tako da bomo pridobili koordinate vseh ZK točk v istem koordinatnem sistemu. Primeri izračuna površine iz koordinat ZK točk predstavljajo tipične primere izračuna površine in so prikazani v Preglednici 5. Postopek izračuna transformiranih koordinat ZK točk je podrobneje opisan v 3.2.2.

Posebni primeri izračuna površin se pojavljajo, ko po izvedeni storitvi nastanejo nove parcele, ki nimajo urejenih vseh delov meje. V teh primerih izračun površine iz koordinat ZK točk ni mogoč.

V naslednjih podpoglavjih so obrazloženi načini izračuna površin v tipičnih in posebnih primerih.

Izračun površine v tipičnih primerih

V Preglednici 5 je prikazan način izračuna in status površine v sedmih tipičnih primerih parcel, ki nastopajo v evidencah zemljiškega katastra.

Primer	Grafični prikaz	Izračun površine	Status površine
A		Uradna površina je izračunana iz numeričnih koordinat v ETRS89/TM.	Površina urejene parcele.
B		Uradna površina je izračunana iz grafičnih koordinat. Če je urejen samo del meje, se nova površina izračuna samo na zahtevo lastnika.	Površina parcele, ki nima urejene meje.
C		Uradna površina je izračunana iz numeričnih koordinat v ETRS89/TM ali D48/GK (izvirne in transformirane koordinate).	Površina urejene parcele.
D		Uradna površina je izračunana iz grafičnih koordinat. Če je urejen samo del meje, se nova površina izračuna samo na zahtevo lastnika.	Površina parcele, ki nima urejene meje.
E		Uradna površina je izračunana iz numeričnih koordinat v D48/GK.	Površina urejene parcele.
F		Uradna površina je izračunana iz grafičnih koordinat. Če je urejen samo del meje, se nova površina izračuna samo na zahtevo lastnika.	Površina parcele, ki nima urejene meje.
G		Uradna površina je izračunana iz grafičnih koordinat.	Površina parcele, ki nima urejene meje.

Preglednica 5: Način izračuna in status uradne površine parcele v sedmih tipičnih primerih.

Primer A se bo najpogosteje pojavil v postopku ureditve meje po 1. 1. 2008. Po tem datumu ZEN določa vodenje koordinat ZK točk v sistemu ETRS89/TM. V primeru A je meja parcele urejena in uradna površina je izračunana iz numeričnih koordinat ZK točk v ETRS89/TM. Status površine v primeru A je površina urejene parcele. Tako izračunana uradna površina se lahko spremeni samo v primeru izravnave meje ali pa natančnejše določitve koordinat ZK točk, s katerimi je evidentirana meja parcele.

Primer B se bo najpogosteje pojavljal v postopkih po 1. 1. 2008, ko se bodo uredili le posamezni deli meje parcele. Urejeni deli meje bodo evidentirani s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM, ostali deli meje pa bodo ostali neurejeni. V tem primeru se izračuna nova površina parcele samo na zahtevo lastnika (Pravilnik o urejanju mej, 20. člen). Glej Izračun površine v posebnih primerih. Status površine je površina neurejene parcele.

Primer C se bo pogosto pojavljal po 1. 1. 2008, kjer se bodo še neurejeni deli mej uredili in evidentirali s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM. Preostali deli meje so bili urejeni pred 1. 1. 2008 in so evidentirani s koordinatami v D48/GK. Površina parcele se izračuna iz izvornih in transformiranih koordinat v koordinatnem sistemu ETRS89/TM ali D48/GK. Postopek transformacije je opisan v podpoglavju 3.2.2 Priporočila k sočasni uporabi koordinat D48/GK in ETRS89/TM.

Primer D se bo pogosto pojavil po 1. 1. 2008, kjer se bodo neurejeni deli mej uredili in evidentirali s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM. Preostali deli meje so ali neurejeni ali pa so bile urejeni pred 1. 1. 2008 in so evidentirani s koordinatami v D48/GK. Ker taka parcela ni urejena, ostane vrednost uradne površine nespremenjena. Nova površina parcele se izračuna samo na zahtevo lastnika (glej Izračun površine v posebnih primerih).

Primer E se pojavlja v postopku ureditve meje pred 1. 1. 2008, ko se zahteva evidentiranje meje s koordinatami ZK točk v D48/GK. V primeru E je parcela urejena in uradna površina je izračunana iz numeričnih koordinat ZK točk v D48/GK. Status površine parcele v primeru E je površina urejene parcele. Uradna površina parcele se v tem primeru lahko spremeni zaradi spremembe koordinatnega sistema (ZEN, 20. člen). Nova uradna površina bo v tem primeru izračunana iz transformiranih ali izvornih ETRS koordinat. Pri postopkih izvedenih po 1. 1. 2008 se primer E ne bo več pojavljal.

Primer F se je pojavljal v postopkih izvedenih pred 1. 1. 2008, ko so se uredili le posamezni deli meje parcele. Urejeni deli meje so evidentirani s koordinatami ZK točk v D48/GK, ostali deli mej pa so ostali neurejeni. Uradna površina je izračunana iz grafičnih koordinat, nova površina se izračuna samo na zahtevo lastnika (glej Izračun površine v posebnih primerih).

V primeru G meja parcele ni urejena, meja je evidentirana z grafičnim prikazom v ZK prikazu. Uradna površina je izračunana iz meritev na originalnem katastrskem načrtu ali pa iz originalnih terenskih meritev. Status površine je površina neurejene parcele.

Izračun površine v posebnih primerih

Posebnosti pri izračunu površin se pojavijo v primerih, ko je potrebno izračunati površino parcele, ki nima urejene meje in zato ni mogoče izračunati površine parcele iz koordinat ZK točk. Tovrstni primeri nastanejo v postopku parcelacije, izravnave meje ter ko izračun površine parcele zahteva lastnik. Izračun nove površine parcele, ki nima urejene meje, na zahtevo lastnika dopušča Pravilnik o urejanju mej (20. člen).

Izračun površine v posebnih primerih pride v poštev v naslednjih situacijah:

- izračun površine nove parcele, ki je nastala v postopku parcelacije ali spremenjene parcele kot posledica izravnave meje oz. dela meje;

- izračun površine obstoječe parcele, ki nima urejene meje, na zahtevo lastnika.

Način izračuna površine novo nastale oz. spremenjene parcele pri parcelaciji ali izravnavi meje, je odvisen od statusa prvotne parcele:

- če je prvotna parcela urejena, se površina novih oz. spremenjenih parcel izračuna iz koordinat ZK točk. Glej izračun površine v tipičnih primerih.
- če prvotna parcela ni urejena, se površina novih oz. spremenjenih parcel izračuna odvisno od posameznega primera. Način izračuna površine parcele v teh primerih je predstavljen v Preglednici 6.

<p>PARCELACIJA</p> <p>Pri parcelaciji prvotne parcele (površina P), ki ni imela urejene meje, sta nastali dve novi parceli. Ena ima urejeno mejo (zelen obod), druga pa ima urejen le del meje (rdeča šrafura).</p>	
	<p>Površina P_1 je izračunana iz koordinat ZK točk. Površina novo nastale parcele (P_2), ki nima urejene meje, se izračuna tako, da površini prvotne parcele (P) odštejemo površino nove parcele (P_1), ki ima urejeno mejo, po formuli: $P_2 = P - P_1$</p>
<p>Opomba: V evidencah zemljiškega katastra se vodijo podatki o površini nekaterih parcel (ki nimajo urejenih mej) še iz časa prvotne zemljiškokatastrske izmere. Nekatere površine so bodisi zaradi tehnoloških možnosti iz takratnega obdobja, bodisi zaradi grobih pogreškov v meritvah ali izračunu, napačne. Posledica tega je, da zgoraj opisano pravilo, ko pri parcelaciji določimo površino nove parcele, tako da prvotni parceli odštejemo odtujeni del, včasih ni izvedljivo. Zaradi grobo pogrešene površine prvotne parcele se lahko zgodi, da je površina odtujenega dela izračunanega iz koordinat ZK točk lahko večja od uradne površine prvotne parcele. V teh primerih je izračun površine nove parcele z odštevanjem neizvedljiv, zato se priporoča izračun površin novih parcel z urejeno mejo iz koordinat ZK točk; izračun površin parcel, ki nimajo urejene meje, pa iz grafičnih koordinat po vklopu v ZK prikaz.</p>	
<p>PARCELACIJA</p> <p>Pri parcelaciji prvotne parcele (površina P), ki ni imela urejene meje, sta nastali dve novi parceli. Nobena nova parcela nima urejene meje.</p>	
	<p>Novo stanje (urejene dele mej - zeleno) transformiramo iz koordinatnega sistema ETRS89/TM v D48/GK z lokalnimi ali regionalnimi transformacijskimi parametri. Z grafičnim vklopom vklopimo novo stanje mej v ZK prikaz, iz katerega nato določimo grafične koordinate. Površine novih parcel (P_1 in P_2) izračunamo iz grafičnih koordinat in izravnamo na zadnje vpisano površino prvotne parcele v zemljiškem katastru, tako da velja $P = P_1 + P_2$</p>
<p>DOLOČITEV ZEMLJIŠČA POD STAVBO</p> <p>Na parceli (površina P), ki nima urejene meje, je bilo določeno zemljišče pod stavbo. Izračunati je potrebno površino zemljišča pod stavbo (površina P_1) in preostalega dela parcele (površina P_2).</p>	
	<p>Površina zemljišča pod stavbo (P_1) je izračunana iz koordinat ZK točk. Površina preostalega dela parcele (P_2), ki nima urejene meje, se izračuna tako, da površini prvotne parcele (P) odštejemo površino zemljišča pod stavbo (P_1) po formuli: $P_2 = P - P_1$</p>
<p>IZRAVNAVA DELA MEJE</p> <p>Med parcelama s prvotno površino P_1 in P_2 je urejen del meje, ki je evidentirana s koordinatami ZK točk v koordinatnem sistemu D48/GK (rdeče). Po izravnavi dela meje (novo stanje – zeleno) sta se spremenili površini parcel, ki jih je potrebno ponovno izračunati.</p>	

	<p>Koordinate ZK točk, ki določajo del meje po izravnavi (koordinate v ETRS89/TM) in točke, ki določajo del meje pred izravnavo (koordinate v D48/GK), je potrebno transformirati tako, da se koordinate vseh točk določijo v istem koordinatnem sistemu (Glej 3.2.2). Nato izračunamo površino odtujenih in pridobljenih delov parcel iz koordinat ZK točk in koordinat matematično določenih presekov delov meje pred in po izravnavi. Površini novih parcel izračunamo tako, da obstoječi površini posamezne parcele prištejemo oz. odštejemo površino pridobljenih oz. odtujenih delov parcele.</p>
<p>IZRAČUN POVRŠINE NA ZAHTEVO LASTNIKA Parcela ima urejen le del meje. Izračun nove površine je zahteval lastnik parcele.</p>	
	<p>Novo stanje (urejeni deli meje - zeleno) transformiramo iz koordinatnega sistema ETRS89/TM v D48/GK z lokalnimi ali regionalnimi transformacijskimi parametri. Z grafičnim vklopom vklopimo urejene dele meje v ZK prikaz, iz katerega nato določimo grafične koordinate. Površino parcele izračunamo iz grafičnih koordinat.</p>

Preglednica 6: Način izračuna površine v posebnih primerih.

3.3 Primeri spremembe stanja na sosednjih parcelah

Po evidentiranju sprememb v evidencah zemljiškega katastra (npr. ureditev meje) se ob spremembi stanja dela meje parcele, ki meji na sosednjo parcelo, spremeni tudi stanje sosednje parcele. V Preglednici 7 je podanih 5 primerov možnih sprememb stanja na sosednjih parcelah, do katerih bo prihajalo po 1. 1. 2008, zaradi izvedbe postopka na parceli, na katero mejijo.

Primer	Stanje pred spremembo	Stanje po spremembi	Opis spremembe stanja na sosednji parceli	Spremembe	Spremembe izvede
A			Parcela je urejena. Meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih KS.	Izračun površine iz koordinat ZK točk.	Geodetska uprava
B			Parcela ni urejena. Meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih KS.	Izračun koordinat novo izmerjenih ZK točk v ETRS89/TM.	Geodetsko podjetje
C			Parcela je urejena. Meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih KS.	Zaradi natančnejše določitve nekaterih ZK točk se lahko izračuna nova površina parcele.	Geodetska uprava
D			Parcela je urejena, potrebno je izračunati novo uradno površino	Izračun površine iz koordinat ZK točk v ETRS89/TM.	Geodetska uprava
E			Urejen je del meje parcele	Izračun koordinat novo izmerjenih ZK točk v ETRS89/TM.	Geodetsko podjetje

Preglednica 7: Spremembe statusa parcel zaradi zemljiškokatastrskih postopkov izvedenih na sosednjih parcelah.

V primeru A je imela parcela urejen le del meje, ki je bil evidentiran s koordinatami ZK točk v D48/GK. Po izvedeni storitvi na sosednji parceli, v katerem se je uredil skupni del meje, ima parcela urejeno mejo. Meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v različnih koordinatnih sistemih. Ker je parcela postala urejena, je Geodetska uprava dolžna izračunati površino parcele in o tem obvestiti lastnika po uradni dolžnosti (ZEN, 20. člen).

V primeru B je imela parcela urejen le del meje, ki je evidentiran s koordinatami ZK točk v D48/GK. Po izvedeni storitvi na sosednji parceli, v katerem se je uredil skupni del meje, ima parcela urejen del meje v ETRS89/TM, del v D48/GK, del pa je neurejen. Evidentirati je potrebno koordinate novih in spremenjenih ZK točk v ETRS89/TM, koordinate ostalih ZK točk ostanejo nespremenjene. Parcela nima urejene meje, zato izračun površine ni potreben.

V primeru C je parcela urejena, meja je bila evidentirana s koordinatami ZK točk v D48/GK, površina pa izračunana iz koordinat teh točk. Po izvedeni storitvi na sosednji parceli, se nekaterim koordinatam ZK točk določi položaj v ETRS89/TM. Površino urejene parcele lahko Geodetska uprava po uradni dolžnosti ponovno izračunati, zaradi natančnejše določitve koordinat ZK točk. O spremembi površine mora obvesti lastnika (ZEN, 20. člen).

V primeru D je imela parcela urejen le del meje, ki je evidentiran s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM. Po izvedenem zemljiškokatastrskem postopku na sosednji meji, v katerem se je uredil skupni del meje, ima parcela urejeno mejo. Parcela pridobi status urejene parcele, meja je evidentirana s koordinatami ZK točk v ETRS89/TM. Ker je meja parcele, mora Geodetska uprava po uradni dolžnosti izračunati novo površino parcele in o spremembi površine obvestiti lastnika parcele (ZEN, 20. člen).

V primeru E meja parcele ni urejena. Po izvedenem zemljiškokatastrskem postopku na sosednji meji, v katerem se je uredil skupni del meje, ima parcela urejen del meje. V evidenci zemljiškega katastra se evidentirajo koordinate novih ZK točk v ETRS89/TM. Status parcele ostane nespremenjen (tj. ni urejena). Nove površine parcele ni potrebno izračunati.

3.4 Vzdrževanje zemljiškokatastrskega prikaza

ZK prikaz je nov termin za digitalni katastrski načrt (DKN), ki je definiran v ZEN-u (19. člen) in v Pravilniku o urejanju mej (31. člen). ZK prikaz je grafični prikaz mej parcel s parcelnimi številkami in zemljišči pod stavbo na območju Slovenije. V ZEN-u (19. člen) je opredeljen tudi namen (tj. prikaz slike oblike in medsebojne lege parcel) in uporaba ZK prikaza (tj. prikaz ZK podatkov v kombinaciji z drugimi podatki, npr. v geografskih informacijskih sistemih). ZEN prepoveduje neposredno uporabo ZK prikaza za ugotavljanje poteka meje po podatkih zemljiškega katastra (19. člen).

Po začetku uporabe novega ZEN-a in po izpolnitvi tehničnih pogojev, ki bodo omogočili določanje koordinat ZK točk v ETRS89/TM, se bo poleg ZK prikaza začel voditi tudi ZK načrt. ZK načrt tvori meja parcel in meja zemljišč pod stavbo z ZK točkami določenimi v ETRS89/TM koordinatnem sistemu s predpisano natančnostjo (ZEN, 19. člen). Za razliko od ZK prikaza, ZK načrt ne prikazuje zgolj slike parcel informativne narave, temveč grafični prikaz mej parcel, ki imajo koordinate ZK točk določene v koordinatnem sistemu ETRS89/TM s predpisano natančnostjo (Pravilniku o urejanju mej, 33. člen).

Po izvedeni geodetski storitvi ima nova ali spremenjena meja parcele nove oz. spremenjene koordinate ZK točk. Novo in spremenjeno stanje se nato grafično prikaže v ZK prikazu, tako da ta prikazuje čimbolj resnično obliko in medsebojno lego parcel. Geodetska uprava lahko popravi ZK prikaz na podlagi numeričnih koordinat ZK točk in/ali ortofoto načrtov, zaradi lokacijsko boljše predstavitve mej (ZEN, 19. člen).

3.4.1 Koordinatni sistem za vzdrževanje ZK prikaza

Trenutno se ZK prikaz vodi in vzdržuje v koordinatnem sistemu D48/GK. Po 1. 1. 2008 se bo v zemljiškem katastru začel uporabljati koordinatni sistem ETRS89/TM, zato je potrebno definirati koordinatni sistem za vodenje in vzdrževanje ZK prikaza po 1. 1. 2008. V Pravilniku o urejanju mej (37. člen) je predpisano vodenje ZK prikaza v D48/GK do izpolnitve tehničnih pogojev (tj. do datuma »D«) za vodenje le-tega v ETRS89/TM. V vodenju ZK prikaza ločimo 3 obdobja:

- do 1. 1. 2008: vodenje ZK prikaza v D48/GK;
- od 1. 1. 2008 do datuma »D«: vodenje ZK prikaza v D48/GK;
- od datuma »D« dalje: vodenje ZK prikaza v ETRS89/TM.

Do zagotovitve tehničnih pogojev, ki bodo omogočili vodenje ZK prikaza v ETRS89/TM, bo ZK prikaz voden v D48/GK. V Pravilniku o urejanju mej (37. člen) je predpisano, da se koordinate ZK točk za potrebe vklopa v ZK prikaz transformirajo iz koordinatnega sistema ETRS89/TM v D48/GK. Za potrebe vklopa v ZK prikaz se uporabi podobnostna transformacija z regionalnimi ali lokalnimi parametri. Prehodno obdobje vodenja ZK prikaza v starem sistemu bo omogočilo povezljivost z ostalimi podatkovnimi sloji, ki se zaenkrat še zmeraj vodijo v D48/GK.

3.4.2 Metode vzdrževanja ZK prikaza do 1. 1. 2008

Za ZK točke se vodijo grafične in numerične koordinate. Numerične so določene z izmero, grafične pa z lego ZK točke v ZK prikazu (Pravilnik o urejanju mej, 28. člen). Za vklop v ZK prikaz je potrebno numeričnim koordinatam ZK točk določiti grafične koordinate.

Obstoječe metode vklopa v ZK prikaz so odvisne od območja ZK prikaza, tj. (numerični, grafični in grafično-numerični kataster). Po ZEN-u (Uradni list RS 47/2006) se ZK prikaza ne deli več na območja natančnosti, vendar se pri vklopu v ZK prikaz ohranja način, ki je bil v veljavi do sedaj. V tem obdobju se bo vklop v ZK prikaz izvršil z neposredno uporabo numeričnih koordinat ZK točk v koordinatnem sistemu D48/GK. Na območjih, kjer podatki zemljiškega katastra ne omogočajo evidentiranja meje neposredno z uporabo koordinat v D48/GK, se za vklop v ZK prikaz uporabi grafični vklop.

3.4.3 Vzdrževanje ZK prikaza od 1. 1. 2008 do datuma »D«

V tem obdobju direkten vklop numeričnih koordinat v ZK prikaz ne bo mogoč, saj bodo numerične in grafične koordinate v različnih koordinatnih sistemih. Numerične koordinate bodo določene z izmero v ETRS89/TM, grafične pa z vklopom v ZK prikaz, ki se bo vodil v D48/GK. Zato bo potrebno transformirati izvirne koordinate ZK točk iz ETRS89/TM v D48/GK po predpisanem modelu transformacije.

Za potrebe vklopa novega oz. spremenjenega stanja v ZK prikaz bo potrebno izvirne koordinate ZK točk transformirati iz koordinatnega sistema ETRS89/TM v D48/GK. Za transformacijo se uporabi regionalne ali lokalne transformacijske parametre (glej 2.4). Transformirane koordinate v D48/GK se bodo uporabile kot približne koordinate v D48/GK in bodo služile za vklop novega stanja v ZK prikaz. Transformirane koordinate v D48/GK se uporabijo zgolj za grafični vklop v ZK prikaz in se ne oddajo Geodetski upravi. Grafične koordinate ZK točk bodo določene z grafičnim vklopom ZK točk s transformiranimi koordinatami v ZK prikaz. Uporabo in izvedbo grafičnega vklopa določa Pravilnik o urejanju mej (31. člen):

»(3) Grafične koordinate zemljiškokatastrskih točk se v primerih iz prejšnjega odstavka določijo tako, da se zaris spremenjenih ali novih mej s premikom, vrtenjem in prilagoditvijo teh mej grafično vklopi v obstoječ zemljiškokatastrski prikaz in popravi povezave z obstoječimi mejami oziroma se popravijo tudi meje v okolici (v nadaljnjem besedilu: grafični vklop).

(4) Grafični vklop se izvede tako, da na njegovi podlagi evidentirane grafične koordinate zemljiškokatastrskih točk zagotavljajo:

- da je število zemljiškokatastrskih točk z grafičnimi koordinatami enako, kot je število zemljiškokatastrskih točk, ki določajo mejo v naravi,
- da meje nimajo večjega števila lomov kot v naravi,
- da so stiki mej na pravih mestih relativno na lego parcel, ki jih meje razmejujejo in
- da so parcele, prikazane v zemljiškokatastrskem prikazu, podobne oblike kot parcele v naravi.«.

Pri grafičnem vklopu gre za transformacijo koordinat s tremi transformacijskimi parametri, tj. premik v smeri obeh koordinatnih osi in zasuk. Grafični vklop predstavlja optimalen vklop novega oz. spremenjenega stanja v ZK prikaz. S tem zagotovimo, da je v ZK prikazu prikazano čimbolj resnično stanje (relativno natančno).

Kakovost vklopa oz. izračuna grafičnih koordinat lahko ugotovljamo z odstopanjem koordinat na veznih točkah po vklopu, tj. odstopanje med obstoječimi grafičnimi koordinatami in izračunanimi grafičnimi koordinatami (po vklopu). Iz odstopanj koordinat na veznih točkah se izračuna srednji standardni odklon koordinat, iz katerega lahko določimo dopustno odstopanje koordinat na veznih točkah, ki je enako 3-kratniku srednjega standardnega odklona koordinat.

Razlogov za nedopustno odstopanje na kateri od veznih točkah je lahko več:

- grobi pogrešek numeričnih koordinat,
- grobi pogrešek grafičnih koordinat ali
- slaba in nehomogena položajna natančnost ZK prikaza na lokalnem območju.

Če se na kateri od veznih točk ugotovi nedopustno odstopanje koordinat, je priporočljivo tako točko izločiti in ponovno izvesti grafični vklop brez uporabe domnevno grobo pogrešene točke.

3.4.4 Vzdrževanje ZK prikaza od datuma »D« dalje

Po transformaciji ZK prikaza v ETRS89/TM, tj. od datuma »D« dalje se bo ZK prikaz vodil in vzdrževal v koordinatnem sistemu ETRS89/TM. Koordinate ZK točk in ZK prikaz bodo v istem koordinatnem sistemu, zato se bo vklop lahko izvedel neposredno z uporabo numeričnih (izvornih) koordinat. Vklop se bo izvajal na enak način kot v obdobju do 1. 1. 2008 (Glej 3.4.2).

Kjer bo možno, se bo vklop v ZK prikaz izvedel direktno z numeričnimi koordinatami v ETRS89/TM, tj. na območju ZK prikaza z boljšo položajno natančnostjo. Kjer direktni vklop z uporabo numeričnih koordinat ne bo mogoč, pa se bo še naprej uporabljal grafični vklop, tako kot je opisano v 3.4.3 (Pravilnik o urejanju mej, 31. člen).

POJMNOVNIK

Imena in kratice imen

ETRS89	Kratika novega koordinatnega sistema (European Terrestrial Reference System). Novi slovenski koordinatni sistem sovpada z ETRS89 za epoho 1995.55. Položaj točk je predstavljen s trojico elipsoidnih (φ , λ , h) ali kartezičnih koordinat (X , Y , Z).
ETRS89/TM	Je ravninski koordinatni sistem. Položaj točk je predstavljen s parom ravninskih koordinat (E, N) oziroma Y_{TM} X_{TM} v ravnini kartografske projekcije. Preračun koordinat med elipsoidnimi koordinatami v ETRS89 in ravninskimi v ETRS89/TM predstavljajo enačbe nove slovenske kartografske projekcije (transverzalna Mercatorjeva).
GNSS	Je kratica skupnega imena za globalne navigacijske satelitske sisteme (iz angl. <u>G</u> lobal <u>N</u> avigation <u>S</u> atellite <u>S</u> ystem), kot so npr. ameriški GPS, ruski GLONASS, evropski Galileo in kitajski Beidou.
PDOP	Kratika za vrednost, ki se nanaša na kakovost določitve položaja (iz angl. <u>P</u> osition <u>D</u> ilution <u>O</u> f <u>P</u> recision); izraža razmerje med napako položaja sprejemnika in napako položajev satelitov – geometrijsko je to vrednost, ki je obratno sorazmerna volumnu štiristrane piramide, ki jo tvorijo sprejemnik in štiri sateliti, ki so v času meritev nad obzorjem razporejeni najugodneje.
SIGNAL	Kratika imena slovenskega državnega sistema za zagotavljanje popravkov opazovanj (iz <u>S</u> I- <u>G</u> eodezija- <u>N</u> avigacija- <u>L</u> okacija) – ime slovenskega omrežja stalnih GPS-postaj. V omrežje je vključenih 15 stalnih GPS-postaj, in sicer Bodonci, Bovec, Brežice, Celje, Črnomelj, Ilirska Bistrica, Koper, Ljubljana, Maribor, Nova Gorica, Ptuj, Radovljica, Trebnje in Velika Polana.
VRS	Kratika za virtualno referenčno postajo (iz angl. Virtual Reference Station); gre za eno izmed tehnik za zagotavljanje omrežnih popravkov opazovanj, in sicer glede na poljubno izbrano referenčno točko znotraj omrežja stalnih GNSS-postaj; podpira jo npr. omrežje SIGNAL.
ZEN	Zakon o evidentiranju nepremičnin (Uradni list RS, št.47/2006).
ZK	Zemljiški kataster.

Ostali termini

Dan »D«	Datum prehoda na nov koordinatni sistem za vse podatkovne zbirke, ki jih vodi in vzdržuje Geodetska Uprava Republike Slovenije. Predviden datum prehoda je leto 2010.
ETRS točka	Pojem ETRS-točka se v tej nalogi uporablja za poimenovanje točk s kakovostno določenimi koordinatami v ETRS89/TM. Mednje sodi 5 uradnih EUREF-točk na ozemlju Slovenije, 44 drugih točk, katerih koordinate so bile določene v okviru EUREF GPS-kampanj (vključno s celotno astrogeodetsko mrežo) ter še okoli 2000 točk, katerih koordinate so bile določene v okviru GPS-kampanj Geodetske uprave Republike Slovenije.
Izmeritvena točka	Točka z danimi koordinatami, ki služi za navezavo klasičnih meritev v koordinatni sistem ETRS89/TM ali D48/GK.
Pravilnik o urejanju mej	Polno ime pravilnika je »Pravilnik o urejanju mej ter spreminjanju in evidentiranju podatkov v zemljiškem katastru«, (Uradni list RS, št. 8/07 in 26/07).
RTK metoda	RTK metoda GNSS-izmere (angl. <u>R</u> eal <u>T</u> ime <u>K</u> inematic) je v osnovi kinematična metoda izmere, pri čemer se obdelava podatkov izvaja v času izmere in tako že med samo izmero pridobimo podatke o položaju in kakovosti le-tega. Uspešnost metode temelji na zanesljivi določitvi neznanega števila celih valov v začetnem trenutku

opazovanj. Metoda je primerna za najrazličnejše geodetske naloge, od detaljne izmere do nalog inženirske geodezije (predvsem stop&go metoda).

VRS opazovanja	Kratica za virtualno referenčno postajo (iz angl. <u>V</u> irtual <u>R</u> eference <u>S</u> tation); gre za eno izmed tehnik za zagotavljanje omrežnih popravkov opazovanj, in sicer glede na poljubno izbrano referenčno točko znotraj omrežja stalnih GNSS-postaj; podpira jo npr. omrežje SIGNAL.
ZK načrt	Zemljiškokatastrski načrt je grafični prikaz mej parcel in zemljišč pod stavbo, ki imajo koordinate zemljiškokatastrskih točk določene v ETRS89/TM s predpisano natančnostjo (Pravilnik o urejanju mej, 33. člen).
ZK podatki	Zemljiškokatastrski podatki je nadpomenka za podatke, ki se vodijo na področju zemljiškega katastra in so geolocirani, tj. ZK načrt, ZK prikaz in ZK točke.
ZK prikaz	Zemljiškokatastrski prikaz je grafični prikaz mej parcel s parcelnimi številkami in zemljišči pod stavbo na območju Republike Slovenije. ZK prikaz je slika oblike in medsebojne lege parcel (ZEN, 19. člen). Po stari terminologiji se je za ZK prikaz uporabljal termin digitalni katastrski načrt (DKN).