

NAVODILA ZA UPORABO PROGRAMA
za transformacije

SiTra
v2.01

Avtorja: Klemen Kozmus Trajkovski & Bojan Stopar, UL FGG

Ljubljana, 20. 03. 2008

1. Opis programa

Program SiTra izvaja naslednje izračune:

1. Transformacija koordinat iz datuma D48 v ETRS89/D96 in obratno
2. Pretvorba koordinat na referenčnih elipsoidih
3. Interpolacija absolutnega modela geoida in preračun višin

1.1. Transformacija koordinat

Program omogoča izračun transformacije med koordinatnim sistemom D48/GK in koordinatnim sistemom D96/TM oz. ETRS89.

Program izvaja izračun transformacije na osnovi koordinat točk v obeh datumih. Za izračun 7-parametrične prostorske (3D) transformacije so potrebne vsaj 3 vezne točke, ki imajo določen položaj v obeh datumih. Za ravninsko transformacijo sta potrebni vsaj 2 vezni točki v primeru 4-parametrične in vsaj 3 točke v primeru 6-parametrične transformacije.

Program omogoča:

- Izračun transformacijskih parametrov na osnovi koordinat veznih točk
- Izračun transformiranih koordinat na osnovi transformacijskih parametrov
- Shranjevanje izračunanih transformacijskih parametrov v bazo

Program lahko višino točk v transformaciji upošteva na različne načine. Pri izračunu transformacijskih parametrov se višine lahko upoštevajo ali pa se reducirajo na 0 ($H=0$, $h=0$). Pri transformaciji se lahko pri izračunu nadmorske višine transformiranih točk upošteva model geoida ali pa se izračuna v postopku transformacije.

Enačbe za izračun transformiranih koordinat v 2R transformaciji:

4-parametrična transformacija:

$$x = a \cdot x' - b \cdot y' + c$$

$$y = b \cdot x' + a \cdot y' + c$$

6-parametrična transformacija:

$$x = a \cdot x' + b \cdot y' + c$$

$$y = d \cdot x' + e \cdot y' + f$$

kjer so a, b, c, d, e, f transformacijski parametri, x' in y' koordinati točke v začetnem datumu, x in y pa transformirani koordinati točke.

1.2. Pretvorba koordinat

Program vsebuje modul za preračun koordinat na istem rotacijskem elipsoidu. Pretvorbo je možno izvajati na naslednjih referenčnih elipsoidih: GRS80 (ETRS89), WGS84 in Bessel. Pretvarjati je možno elipsoidne, pravokotne (kartezične) in ravninske koordinate. Rezultat pretvorbe so elipsoidne, pravokotne ali ravninske koordinate. Možno je določiti tudi tip

višine v pretvorjenih koordinatah. Če so začetne koordinate elipsoidne in končne ravninske, izbrana višina pa nadmorska, program le-to izračuna z upoštevanjem geoidne višine. Če uporabnik izbere elipsoidno višino, se ta ne spremeni, lahko pa izbere "brez", kar pomeni, da se bodo kot rezultat zapisale samo ravninske koordinate.

1.3. Interpolacija modela geoida, geoidna višina

Elipsoidno višino h in nadmorsko višino H povezuje enačba:

$$h = H + N,$$

kjer je N geoidna višina in predstavlja odmik ploskve geoida od elipsoida v določeni točki. Program izračuna geoidno višino z uporabo bilinearne interpolacije absolutnega modela geoida Republike Slovenije.

Modul za interpolacijo modela geoida omogoča tudi preračun višin. Če je podana elipsoidna višina, program izračuna nadmorsko in obratno. Obe višini ne smeta biti podani. Če ni podana nobena višina, program izračuna samo geoidno višino.

Modul omogoča tudi trirazsežni prikaz modela geoida.

2. Priprava podatkov

Program deluje preko vhodnih datotek v ASCII obliki. V vsaki vrstici datoteke so podatki za posamezno točko. V prvem stolpcu je obvezno ime točke (lahko vsebuje poljubne pisne znake). Sledijo stolpci s koordinatami točke in opcijsko tudi s standardnimi odkloni koordinat točke. Vrstni red stolpcev ni pomemben, ker jih lahko v programu sortiramo. Vnosi v vrstici datoteke so ločeni s presledkom ali tabulatorjem. V isti datoteki morajo biti koordinate vseh točk zapisane v istem datumu. V vsaki vrstici iste datoteke mora biti isto število stolpcev in v posameznem stolpcu morajo biti zapisane iste količine. Decimalna oznaka je lahko znak pika ali vejica. V datoteki med podatki ne sme biti praznih vrstic.

Primeri zapisov datoteke:

a)

```
ena 46.23682586 14.51247832 235.89
dva 46.23023456 14.56552398 264.23
tri 46.24533684 14.53247896 200.56
```

b)

```
4236s3 104567,23 461358,25 100,25 ,1 ,1 ,1
1005 104564,25 461324,98 103,33 ,1 ,1 ,1
```

Opomba: v primeru b) zadnji trije stolpci predstavljajo standardne odklone koordinat točk.

Ravninske koordinate (x,y) so lahko zapisane z vodilno petico (npr. 5104567.23, 5461358.25) ali brez (npr. 104567.23, 461358.25)

Kotne vrednosti za elipsoidno širino in dolžino lahko vnašamo v različnih oblikah:

- v decimalnih stopinjah (zapis oblike **ddd.dddddd**),
- v stopinjah, minutah in decimalnih sekundah (**ddd.mmssss**),
- v radianih (**radiani**).

Če je kot podan v decimalnih stopinjah ali radianih, ga zapišemo v običajni decimalni obliki. Če je kot podan v stopinjah, minutah in sekundah, ga zapišemo tako, da so stopinje zapisane levo od decimalne oznake, minute na prvih dveh mestih za decimalko, cele sekunde na naslednjih dveh mestih, nato pa decimalni del sekund.

Primer: Kot $46^{\circ}14'23.87453''$ zapišemo kot 46.142387453.

Program omogoča direktno branje vhodnih datotek za program Protra.

3. Transformacija

Transformacijo izvajamo v osnovnem oknu programa SiTra v naslednjih korakih:

I. Izberemo tip transformacije. Možnosti so:

3R: 7-parametrična : 7-parametrična prostorska podobnostna transformacija

2R: 4-parametrična : 4-parametrična ravninska transformacija

2R: 6-parametrična : 4-parametrična ravninska transformacija

ETRS89 -> D96/TM : Pretvorba iz elipsoidnih v ravninske koordinate (ni transformacije)

II. Branje in nastavitve podatkov začetnega datuma (začetni datum = datum, iz katerega želimo transformirati koordinate) in končnega datuma (končni datum = datum, v katerega želimo transformirati koordinate).

V okvirju **Podatki - začetni datum** kliknemo na gumb **Datoteka** in izberemo datoteko, kjer so zapisani podatki točk začetnega datuma. V okvirju **Podatki - končni datum** kliknemo na gumb **Datoteka** in izberemo datoteko, kjer so zapisani podatki točk končnega datuma. Če izvajamo transformacijo z danimi parametri, potem so podatki v končnem datumu brezpredmetni.

Koordinate točk lahko preverimo tako, da kliknemo na gumb # desno od imena datoteke.

V meniju na sredini okvirja izberemo ustrezen tip koordinat. Možnosti so:

ETRS89 (elips.) : elipsoidne koordinate v ETRS89 (samo v primeru 3R transformacije)

D96/TM : ravninske koordinate (N,E) v D96

D48/GK : ravninske koordinate (x,y) v D48

Če je potrebno podatke še urediti, v istem polju kliknemo na gumb **Uredi**. Podatkov ni potrebno urejati samo v primerih:

a) če so podatki točk z elipsoidnimi koordinatami zapisani v naslednjem zaporedju:

```
ime_tocke   elips_sirina   elips_dolzina   elips_visina
```

Elipsoidna širina in elipsoidna dolžina sta podani v decimalnih stopinjah.

b) če so podatki točk z ravninskimi koordinatami zapisani v naslednjem zaporedju:

```
ime_tocke   x    y    H oz.
```

```
ime_tocke   N    E    H
```

Koordinate x, y, N, E so lahko zapisani z vodilno petico ali brez nje.

Če kliknemo na gumb **Uredi**, se odpre novo okno, kjer sortiramo stolpce in določamo zapis kotov v primeru elipsoidnih koordinat. Če so kotne vrednosti podane v decimalnih stopinjah, v meniju **Format zapisa kotov** izberemo **ddd.dddddd**, če so podane v stopinjah, minutah in sekundah, izberemo **ddd.mmssss** (privzeta nastavitev), če so koti podani v radianih, izberemo **radiani**.

V oknu se prikažejo podatki točke iz prve vrstice datoteke (ime točke se ne izpiše), v spodnjih menijih pa določimo, katere vrednosti se nahajajo v posameznih stolpcih. Predpona s pomeni standardni odklon posamezne komponente, fi je oznaka za elipsoidno širino, la pa za elipsoidno dolžino.

Ko končamo z nastavitvami, kliknemo na gumb **UVELJAVI**. Rezultat postopka urejanja si ogledamo s klikom na gumb **POGLED**. Podatki morajo biti zapisani v naslednjem zaporedju: x,y,H oz. N,E,H za ravninske in fi,la,h za elipsoidne koordinate. V zadnjih treh stolpcih so zapisani standardni odkloni koordinat točk. Le-te program samodejno doda, če niso zapisani v vhodni datoteki (privzeta vrednost je 1). Okno zapremo s klikom na gumb **Izhod**.

III. Izbira tipa transformiranih koordinat

Transformirane koordinate se nanašajo na končni datum. V okvirju **Transformirane koordinate** izberemo tip koordinat transformiranih točk, možni izbiri sta **ETRS89** in **D96/TM**, če je končni datum D96, ter **D48/GK**, če je končni datum D48.

IV. Izbira datoteke za zapis rezultatov.

V okvirju **Rezultati** kliknemo na gumb **Datoteka**. V prazno vrstico odprtega okna vpišemo polno ime datoteke ali pa iz seznama izberemo obstoječo datoteko. Pozor! Če izberemo obstoječo datoteko, bo njena dotedanja vsebina prepisana z novo vsebino.

V. Nastavitev parametrov izračuna

Program omogoča izračun hkrati transformacijskih parametrov in transformiranih koordinat, izračun transformiranih koordinat na podlagi danih parametrov ali samo izračun transformacijskih parametrov. Opcije so naslednje (izberemo samo eno):

- **parametrov in koordinat** : Izračun transformacijskih parametrov na osnovi veznih točk, izračun transformiranih koordinat vseh točk, vrednotenje transformacije, določanje grobih pogreškov, primerjava danih in transformiranih koordinat, porazdelitev odstopanj.
- **koordinat** : Izračun transformiranih koordinat na osnovi predhodno izračunanih transformacijskih parametrov.
- **samo parametrov** : Izračun transformacijskih parametrov na osnovi veznih točk.

Kadar želimo izračunati transformirane na osnovi danih transformacijskih parametrov, moramo parametre izbrati iz baze parametrov. Kliknemo na gumb **Izberi par**. V novem oknu iz menija izberemo skupino parametrov. Ko izberemo skupino parametrov, se parametri izpišejo v spodnjem okvirju. Izbiro parametrov potrdimo s klikom na gumb **Izberi**. Če kliknemo na gumb **Prekliči**, parametri niso izbrani in okno se zapre.

Bazo transformacijskih parametrov tvorijo običajne besedilne (ASCII) datoteke za vsak tip transformacije:

t4.par : baza parametrov za 2D 4-parametrično transformacijo

t6.par : baza parametrov za 2D 6-parametrično transformacijo

t7.par : baza parametrov za 3D 7-parametrično transformacijo

Navedene datoteke morajo biti v osnovni mapi programa (npr. c:\Program Files\Sitra), drugače program javi napako.

Bazo parametrov lahko urejamo tudi ročno. V datotekah lahko popravljamo parametre ali dodajamo nove skupine parametrov. V vsaki vrstici datoteke je ena skupina parametrov. Vsaka skupina parametrov ima dva atributa, ki sta na začetku vrstice. Prvi atribut predstavlja smer transformacije: 1 za transformacijo iz D96 v D48, 2 za transformacijo iz D48 v D96. Program pri branju baze parametrov prikaže samo ustrezne tipe parametrov, pri shranjevanju pa samodejno zapiše ustrezno vrednost. Drugi atribut je ime skupine parametrov.

Ločilo med posameznimi vnosi je znak vejica. Za atributi sledijo transformacijski parametri. Premiki so podani v metrih, zasuki v decimalnih sekundah, sprememba merila v ppm. Če parametre vnašamo ročno, morajo biti zapisani v pravilnem vrstnem redu, npr. za 3D 7-parametrično transformacijo: dx, dy, dz (premiki), alfa, beta, gama (zasuki) in dm (sprememba merila). Decimalno ločilo je znak pika.

Za transformacijo iz ETRS89 v D48/GK je načeloma vseeno, ali iz baze parametrov uporabljamo transformacijske parametre, ki so določeni z upoštevanjem višin veznih točk ali brez višin, le pri uporabi parametrov, ki so določeni brez upoštevanja višin, ne smemo računati višin transformiranih točk brez geoidne višine iz modela geoida. Če uporabimo parametre, ki so izračunani z upoštevanjem višin veznih točk, transformirane koordinate pa računamo z modelom geoida, lahko v ravninskih koordinatah nastopi nekaj centimetrsko odstopanje. Smiselno je torej kombinirati parametre, izračunane brez višin, in model geoida ter parametre, izračunane z višinami, in višine izračunamo s transformacijo.

V okvirju **Izračun** določamo tudi, če želimo računati Helmertovo transformacijo. Če pri napisu Helmertova transformacija izberemo kljukico, se bodo vsi standardni odkloni obravnavali kot vrednost 1 oz. variančno kovariančna matrika bo enotska. Že želimo upoštevati podane standardne odklone koordinat točk, moramo kljukico odstraniti. Privzeta nastavitev je upoštevanje Helmertove transformacije.

VI. Višine v transformaciji (samo za 3D transformacijo)

V postopku izračuna transformacijskih parametrov lahko upoštevamo višine veznih točk ali pa višine veznih točk reduciramo na 0 ($h=0$, $H=0$). Višino transformiranih točk lahko dobimo s pomočjo modela geoida ali pa se izračunajo v postopku transformacije. V okvirju **Višine v transformaciji** torej določamo, kako se naj upoštevajo in računajo višine. Možnosti so (izberemo eno):

- **$h=0$, $H=0$ | $H(\mathbf{tr})=h-N$** : Redukcija višin veznih točk na 0, izračun višin transformiranih točk z upoštevanjem geoidne višine (modela geoida).
- **h , H | $H(\mathbf{tr})=h-N$** : Upoštevanje višin veznih točk, izračun višin transformiranih točk z upoštevanjem geoidne višine (modela geoida).

- **h, H | H(tr)** : Upoštevanje višin veznih točk, izračun višin transformiranih točk v postopku transformacije.

Privzeta izbira je prva (redukcija višin na 0, upoštevanje modela geoida).

Upoštevanje modela geoida (prva in druga opcija) je smiselno, če so višine v začetnem in končnem datumu različnega tipa, torej če gre za pretvorbo iz elipsoidnih v ravninske koordinate ali obratno. V primerih, kadar upoštevanje modela geoida ni možno, program samodejno upošteva tretjo opcijo (upoštevanje višin, izračun višin v transformaciji).

V primeru, ko izvajamo 3R transformacijo iz D96/TM v D48/GK ali obratno, so višine transformiranih točk identične začetnim točkam, saj je višinski sistem v obeh koordinatnih sistemih enak.

VII. Izračun in rezultati

Ko so v programu vnešeni podatki začetnega in končnega datuma in izbrane vse nastavitve, sprožimo izračun transformacije s klikom na gumb **IZRAČUNAJ**. Program najprej preveri, če so potrebni podatki naloženi. Nato program preveri podvojene točke v podatkih za začetni in končni datum. Program pregleda, če so podvojena imena ali koordinate točk v istem datumu. Če program ugotovi podvojenost, javi uporabniku, v katerih točkah je ugotovil podvojenost. Uporabnik mora podatke popraviti (običajno izločiti podvojene točke) in jih ponovno naložiti ter pognati izračun.

Če program javi kakšno napako, jo je treba odpraviti, drugače program ne izvede izračuna. Če program ugotovi možnost pojava grobega pogreška, na to opozori uporabnika, ki pa lahko izbere nadaljevanje izračuna ali prekine izračun in odpravi grobi pogrešek v podatkih. Če se uporabnik odloči za nadaljevanje izračuna, so v izpisu rezultatov točke, na katerih naj bi se pojavil grobi pogrešek, označene z napisom "----- grobi pogrešek -----".

Če program ne javi napak in ko osnovno okno postane aktivno, pomeni, da je izračun končan. Rezultati so zapisani v izhodni datoteki, ki smo jo izbrali. Datoteko z rezultati lahko odpremo v poljubnem urejevalniku besedil. Pozor: Sistemska Beležnica/Notepad v okolju Windows ne razume točno znakov za novo vrstico (namesto nove vrstice prikaže majhen pravokotnik). Ostali programi praviloma pravilno upoštevajo znake za novo vrstico. Datoteko lahko odpremo neposredno v programu tako, da v okvirju **Po izračunu** kliknemo **Prikaži rezultate**. Ukaz pokliče zunanji urejevalnik besedil in v njem odpre datoteko.

Po končanem izračunu lahko v bazo shranimo izračunane transformacijske parametre. Po kliku na gumb **Shrani parametre** se odpre okno, kjer vnesemo dva atributa za skupino parametrov in kliknemo na gumb **Shrani**. Če parametrov ne želimo shraniti, kliknemo na gumb **Prekliči**.

V primeru polnega izračuna (transformacijski parametri in transformirane koordinate) se v datoteko izpiše:

- koordinate točk v začetnem datumu,
- koordinate točk v končnem datumu,
- vezne točke za izračun parametrov,

- transformirane koordinate vseh točk,
- primerjava danih in transformiranih koordinat skupnih točk v pravokotnem k.s.,
- kontrola vrednosti za metodi odkrivanja grobih pogreškov data-snooping in tau-test,
- primerjava danih in transformiranih koordinat skupnih točk v končnem datumu,
- transformirane koordinate točk z upoštevanjem interpolacije na ploskvah odstopanj,
- transformacijski parametri s pripadajočimi standardnimi odkloni,
- srednji standardni odklon, izračunan na dva načina (iz matričnega računa in odstopanj),
- število iteracij,
- število veznih točk
- število nadštevilnosti,
- rotacijska matrika,
- površina območja in
- mejne in srednje vrednosti odstopanj.

V primeru izpisa izračuna samo parametrov ali samo transformiranih koordinat imajo izpisi posledično manjšo vsebino.

VIII. Ponastavitev in izhod iz programa

Če želimo vse nastavitve nastaviti na začetno vrednost, kliknemo na gum **Ponastavi** v spodnjem desnem kotu okna programa.

S klikom na gumb **Izhod** zapremo program.

4. Pretvorba koordinat

Program SiTra vsebuje modul za pretvorbo koordinat na istem elipsoidu. Modul odpremo tako, da v meniju **Orodja** osnovnega okna programa SiTra izberemo **Pretvorba koordinat**.

Podatki koordinat točk morajo biti zapisani v datotekah v isti obliki kot za transformacijo med koordinatnimi sistemi.

Datoteko odpremo tako, da kliknemo na gumb **Vh. datoteka** in izberemo datoteko. Izberemo **Tip koordinat**, na izbiro so: **Elipsoidne**, **3R-Kartezicne** ali **Ravninske**. Izberemo še elipsoid (**WGS-84**, **GRS-80**, **Bessel**). Če imamo podatke v ETRS89 oz. D96, izberemo elipsoid GRS-80. Če je potrebno, podatke še uredimo s klikom na gumb **Uredi**. Za urejanje veljajo ista navodila kot pri transformaciji.

V spodnjem okvirju izberemo **Tip koordinat**, v katerega želimo pretvoriti koordinate. V meniju **Višine** izberemo tip višin. Če delamo pretvorbo iz elipsoidnih koordinat, lahko pustimo višine takšne kot so (izberemo **Elipsoidne**), lahko jih pretvorimo v nadmorske z upoštevanjem modela geoida (izberemo **Nadmorske**) ali pa zapišemo samo ravninske koordinate brez višin (izberemo **brez**). Pri vseh drugih kombinacijah tipov koordinat ni možno upoštevati modela geoida (višine ostanejo začetne) ali zapisati koordinate brez višin.

Program rezultate zapiše v izhodno datoteko. Ime datoteke izberemo v oknu po kliku na gumb **Izh. datoteka**.

Pretvorbo sprožimo s klikom na gumb **PRETVORI**. Datoteko z rezultati odpremo v poljubnem urejevalniku besedil.

Ravninske (GK) koordinate točk so zapisane v naslednjem vrstnem redu:

```
ime_tocke   x   y   višina ali prazno
```

Ravninske (GK) koordinate točk so zapisane v naslednjem vrstnem redu:

```
ime_tocke   fi   la   višina
```

Kotne vrednosti za elipsoidno širino (fi) in elipsoidno dolžino (la) so zapisane v obliki $ddd.mmssss$, npr. zapis 46.142387453 predstavlja kot 46°14'23.87453".

5. Interpolacija modela geoida

Program SiTra vsebuje modul za interpolacijo modela geoida. Modul odpremo tako, da v meniju **Orodja** osnovnega okna programa SiTra izberemo **Interpolacija modela geoida**.

V ustrezna okenca vnesemo vrednosti stopinj (**st**), minut (**min**) in sekund (**sek**) za elipsoidno širino in elipsoidno dolžino. Koordinate morajo biti znotraj območja, ki ga pokriva absolutni model geoida Republike Slovenije. Elipsoidna širina mora biti med $45^{\circ}15'$ in 47° , elipsoidna dolžina pa med $13^{\circ}15'$ in $16^{\circ}45'$. Vrednosti za minute in sekunde morajo biti med 0 in 60.

Če želimo izračunati samo geoidno višino N , pustimo okenci **h** in **H** prazni. Če želimo izračunati nadmorsko višino H , imamo pa podano elipsoidno višino h , le-to vpišemo v okence **h**. Če želimo izračunati elipsoidno višino h , imamo pa podano nadmorsko višino H , le-to vpišemo v okence **H**. Vnesemo lahko samo eno višino.

Po kliku na gumb **Izračunaj** se na desni strani okvirja prikažejo rezultati: Geoidna višina N (v vsakem primeru) in elipsoidna h oz. nadmorska višina H (v primeru pretvorbe višin).

Model geoida lahko prikažemo tudi v grafični obliki. Po kliku na gumb **Prikaži geoid** se prikaže okno z 3D pogledom na model geoida.

Modul zapremo tako, da kliknemo na gumb **Izhod**.

6. Primeri

V geodetski praksi imamo običajno opravka s transformacijami med ETRS89/D96 in D48, pri čemer so položaji točk v ETRS89 izraženi v elipsoidnih koordinatah in z elipsoidno višino ali kot ravninske koordinate z nadmorsko višino, položaji točk v D48 pa z ravninskimi GK koordinatami in nadmorsko višino.

Primer vzorčne datoteke za točke v ETRS89 (demo1.pod):

```
ena 46.062536985 14.363100125 432.66
dva 46.073698325 14.361684963 441.26
tri 46.040135473 14.382568025 437.97
```

Opomba: točka ena ima koordinate $f_i = 46^{\circ}06'25.36985''$, $l_a = 14^{\circ}36'31.00125''$ in $h = 432.66$ m.

Primer vzorčne datoteke za točke v D48/GK (demo2.pod):

```
dva      109052.47    469667.74    394.77
ena      106840.51    469960.65    386.15
tri      102383.86    472402.88    391.53
```

Opomba: točka dva ima koordinate $x = 109052.47$ m, $y = 469667.74$ m in $H = 394.77$ m.

6.1. Prostorska (3R) transformacija iz ETRS89 v D48

Če delamo transformacijo koordinat točk iz ETRS89 v D48 in želimo za ta primer izračunati tudi transformacijske parametre, je postopek v programu SiTra naslednji:

V okvirju **Tip transformacije** v meniju izberemo **3R: 7-parametrična**.

V okvirju **Podatki - začetni datum** odpremo datoteko demo1.pod. V meniju izberemo **ETRS89 (elips.)** in kliknemo na gumb **Uredi**. Odpre se novo okno, kjer v okvirju desno zgoraj izberemo **ddd.mmssss**. Stolpci so že v datoteki pravilno sortirani, zato samo kliknemo na gumb **UVELJAVI**. Če kliknemo na **POGLEJ**, mora biti prva navedena vrednost enaka 46.10705 (elips.širina točke ena v decimalnih stopinjah). Okno za urejanje zapremo (klik na **Izhod**).

V okvirju **Podatki - končni datum** odpremo datoteko demo2.pod. V meniju izberemo **D48/GK**. Ker so podatki že pravilno zapisani (pri koordinatah najprej x, nato y in H), podatkov ne rabimo urejati.

V okvirju **Transformirane koordinate** izberemo **D48/GK**.

V okvirju **Rezultati** izberemo ime datoteke (npr. demo-rez.str), kamor se naj zapišejo rezultati. Če izberemo obstoječo datoteko, program opozori uporabnika, ker se namreč drugače obstoječa datoteka prepíše z novo vsebino.

V okvirju **Izračun** izberemo prvo opcijo (parametrov in koordinat) in pustimo kljukico pri napisu **Helmertova transformacija**.

V okvirju **Višine v transformaciji** določamo, kako se naj upoštevajo višine v transformaciji.

Kliknem na gumb **IZRAČUNAJ**. Rezultati izračuna transformacije so zapisani v izbrani datoteki. Datoteko odpremo v urejevalniku besedil ali v oknu programa, tako da kliknemo na gumb **Prikaži rezultate**.

Če želimo izračunane transformacijske parametre shraniti v bazo, kliknemo na gumb **Shrani parametre**, nato v odprtem oknu vpišemo ime parametrov in kliknemo na **Shrani**.

Rezultati transformacije identičnih podatkov so odvisni od nastavitve upoštevanja višin. Polni izpisi so v datotekah `demo-rez1.str` (prva opcija v okvirju **Višine v transformaciji**), `demo-rez2.str` (druga opcija) in `demo-rez3.str` (tretja opcija).

Ravninske koordinate transformiranih točk so v testnem primeru sicer identične, ne glede na izbrano opcijo upoštevanja višin, razlikujejo pa se v višini. Če so višine določene z upoštevanjem modela geoida, so izpisane tudi interpolirane geoidne višine, npr.:

	H	N(int.)
ena	386.175	46.485
dva	394.738	46.522
tri	391.513	46.457

Višine točk, če so izračunane v transformaciji:

	H
ena	386.150
dva	394.770
tri	391.530

6.2. Transformacija iz D48 v D96

Postopek je podoben kot pri transformaciji iz ETRS89/D96 v D48. Poglavitna razlika je v nalaganju podatkov začetnega in končnega datuma.

V okvirju **Podatki - začetni datum** odpremo datoteko `demo2.pod`. V meniju izberemo **D48/GK**.

V okvirju **Podatki - končni datum** odpremo datoteko `demo1.pod`. V meniju izberemo **ETRS89 (elips.)** in kliknemo na gumb **Uredi**. V novem oknu izberemo **Format zapisa kotov : ddd.mmssss**. Kliknemo na gumb **UVELJAVI** in zapremo okno.

Transformirane koordinate lahko izrazimo kot **ETRS89 (elips.)** ali **D96/TM** - v okvirju **Transformirane koordinate**.

Višine se v takih primerih obravnavajo vedno na vgrajen način, ne glede na izbrano opcijo v okvirju **Višine v transformaciji**. V izračunu parametrov se višine vedno upoštevajo, višine transformiranih točk pa so odvisne od izbranega tipa transformiranih koordinat: V primeru ETRS89 so višine elipsoidne in so izračunane v transformaciji (glej datoteko z rezultati `demo-obr_el.str`), v primeru D96/TM pa so enake točkam v začetnem datumu D48/GK (glej datoteko `demo-obr_tm.str`).

Program v vsakem primeru v datoteki z rezultati izpiše primerjavo danih in

transformiranih koordinat veznih točk v projekcijski ravnini končnega datuma (D96/TM ali D48/GK).

6.3. Transformacija na osnovi danih transformacijskih parametrov

Transformacijo točk lahko izvajamo tudi na osnovi transformacijskih parametrov, ki so zapisani v bazi.

Vnesemo podatke začetnega datuma, podobno kot v poglavju 6.1. Podatki končnega datuma niso pomembni, ker se v tem primeru ne računa transformacijskih parametrov. Moramo pa v tem okvirju v meniju izbrati pravilen datum (ETRS89 oz. D96 ali D48) končnega datuma. Tip transformiranih koordinat izberemo v okvirju **Transformirane koordinate**.

V okvirju **Izračun** moramo izbrati drugo opcijo (**koordinat**) in kliknemo na gumb **Izberi par**. V novem oknu se v meniju pokažejo možnosti skupin parametrov glede na smer transformacije (iz D96 v D48 ali obratno). V meniju izberemo skupino parametrov, ki jih želimo uporabiti za transformacijo. Izbiro potrdimo s klikom na gumb **Izberi**.

Če izvajamo transformacijo iz elipsoidnih koordinat na ETRS89 v ravninske v datumu D48/GK, lahko končne višine računamo z upoštevanjem modela geoida, če izberemo prvo ali drugo opcijo v okvirju **Višine v transformaciji**, če pa izberemo tretjo opcijo, se bodo višine računale v transformaciji.

Izberemo še izhodno datoteko in kliknemo na gumb **IZRAČUNAJ** za izračun transformacije.

6.4. Ravninska (2R) transformacija

Če želimo računati transformacijske parametre na osnovi veznih točk, moramo pripraviti podatke točk v začetnem in končnem datumu.

Primer datoteke v začetnem datumu (de1.pod):

ena	107548.15	469743.31
dva	109760.56	469450.41
tri	103090.38	472185.81

Primer datoteke v končnem datumu (de2.pod):

dva	109052.47	469667.74
ena	106840.51	469960.65
tri	102383.86	472402.88

V okvirju **Tip transformacije** v meniju izberemo **2R: 4-parametrična** ali **2R: 6-parametrična**.

V okvirju **Podatki - začetni datum** kliknemo na gumb **Datoteka** in izberemo datoteko

de1.pod. V meniju izberemo tip koordinat (**D96/TM** ali **D48/GK**). Izračun transformacije je neodvisen od izbire tipa koordinat, od izbire je odvisen izpis rezultatov ter branje in zapis baze parametrov.

V okvirju **Podatki - končni datum** kliknemo na gumb **Datoteka** in izberemo datoteko de2.pod. V meniju izberemo tip koordinat. Tip transformiranih koordinat je identičen končnemu datumu.

V okvirju **Rezultati** kliknemo na gumb **Datoteka** in določimo ime izhodne datoteke (npr. de-rez.str), kamor se bodo zapisali rezultati izračuna. Če izberemo obstoječo datoteko, se bo vsebina prepisala z novo vsebino.

V okvirju **Izračun** izberemo prvo opcijo (parametrov in koordinat) in pustimo kljukico pri napisu **Helmertova transformacija**.

Izbira v okvirju **Višine v transformaciji** v primeru ravninske transformacije ni pomembna.

Kliknemo na gumb **IZRAČUNAJ**. Program podobno kot pri prostorski transformaciji najprej preveri ustreznost podatkov in morebitno podvajanje točk oz. koordinat in nato izvede izračun glede na vhodne podatke in nastavitve.

Rezultati izračuna so zapisani v izbrani datoteki.

Transformirane koordinate so v vzorčnem primeru naslednje:

ena	106840.535	469960.673
dva	109052.454	469667.722
tri	102383.851	472402.875

Poln izpis izračuna je v datoteki de-rez.str v mapi demo.

6.5. Pretvorba koordinat

Splošno pretvorbo koordinat na referenčnih elipsoidih izvajamo v posebnem modulu, Pretvorbo iz elipsoidnih koordinat ETRS89 v D96/TM pa lahko izvajamo v osnovnem oknu programa.

6.5.1. Pretvorba koordinat v modulu za pretvorbo

Modul odpremo tako, da v meniju **Orodja** osnovnega okna programa SiTra izberemo **Pretvorba koordinat**.

Pripravimo podatke za pretvorbo - datoteke zapišemo v predpisani obliki.

Primer vzorčne datoteke - elipsoidne koordinate (dem-el.pod):

ena	46.062536985	14.363100125	432.66
dva	46.073698325	14.361684963	441.26
tri	46.040135473	14.382568025	437.97

Postopek pretvorbe koordinat izvedemo v naslednjih korakih:

V okvirju **Podatki** kliknemo na gumb **Vh. datoteka** in izberemo demo1.pod. Izberemo **tip koordinat: Elipsoidne** in **Elipsoid: GRS-80**. Kliknemo na **Uredi** in izberemo **Format**

zapisa kotov: ddd.mmssss. Kliknemo **UVELJAVI**, da se koti preračunajo v decimalne stopinje. Pretvorbo lahko preverimo tako, da kliknemo na **POGLED**. Okno zapremo s klikom na **IZHOD**.

V okvirju Rezultati izberemo **Tip koordinat: Ravninske, Višine: Nadmorske** (lahko tudi **Elipsoidne** ali **brez**). Kliknemo na gumb **Izh. datoteka** in določimo ime datoteke, kamor se naj zapišejo pretvorjene koordinate (npr. dem-gk1.pod).

Kliknemo na gumb **PRETVORI** in rezultati se zapišejo v izbrano izhodno datoteko.

Izpis datoteke dem-gk1.pod (izbrane nadmorske višine):

ena	107548.148	469743.307	386.175
dva	109760.563	469450.412	394.738
tri	103090.378	472185.812	391.513

Opomba: Višine so izračunane z upoštevanjem modela geoida ($H=h-N$).

Izpis datoteke dem-gk2.pod (izbrane elipsoidne višine):

ena	107548.148	469743.307	432.660
dva	109760.563	469450.412	441.260
tri	103090.378	472185.812	437.970

Opomba: Višine so identične začetnim (elipsoidnim) višinam.

Izpis datoteke dem-gk3.pod (brez višin):

ena	107548.148	469743.307
dva	109760.563	469450.412
tri	103090.378	472185.812

6.5.1. Pretvorba koordinat iz ETRS89 v D96/TM

Pretvorbo lahko izvedemo v osnovnem oknu programa SiTra. V okvirju **Tip transformacije** v meniju izberemo **ETRS89 -> D96/TM**. V okvirju **Podatki - začetni datum** odpremo datoteko (npr. demo1.pod) in uredimo podatke v datoteki. Podatki končnega datuma niso pomembni, ker se v tem primeru ne računa transformacijskih parametrov. Tip transformiranih koordinat in upoštevanje višin je določeno, vnesemo samo še ime datoteke z rezultati (**Datoteka** v okvirju **Rezultati**) in kliknemo na **IZRAČUNAJ**. Pretvorjene točke v D96/TM imajo izračunano nadmorsko višino na osnovi interpolacije modela geoida.

7. Datoteke v obliki Protra

Vhodne podatke lahko podamo v obliki programa Protra (avtor dr. Bojan Stopar).

Podatki veznih točk v obeh datumih so podani v isti datoteki, prav tako pa tudi parametri, ki opisujejo tipe koordinat, višin in elipsoidov.

Podatki v končnem datumu so zapisani v sklopu, ki se začneja z ***V**, podatki v začetnem datumu so zapisani v sklopu, ki se začneja z ***I**. V vsakem sklopu so najprej po vrsticah definirani:

- Tip koordinat : V SiTri so dovoljene oznake **E** (elipsoidne) in **G M** (Gauss-Kruegerjeve modelirane).
- Tip višin : V SiTri so dovoljene oznake **E** (elipsoidne) in **O** (ortometrične oz. nadmorske).
- Elipsoid : V SiTri so dovoljene oznake **W** (WGS-84, ki se upošteva kot GRS-80 oz. ETRS89) in **B** (Bessel).

Nato so v vsaki vrstici v predpisanem zaporedju zapisane koordinate točk in pripadajoči standardni odkloni koordinat točk. Primer za točko ena iz vzorčnega primera:

Elipsoidne koordinate točke so:

```
elip.širina : 46°06'25.36985"  
elip.dolžina : 14°36'31.00125"  
elip.višina : 432.66 m
```

Zapis vrstice v datoteki (ob predpostavki, da so standardni odkloni enaki 1):

```
ena 46 06 25.36985 1.0 14 36 31.00125 1.0 432.66  
1.0
```

Ravninske koordinate točke so:

```
x : 106840.51 m  
y : 469960.65 m  
H : 386.15 m
```

Zapis vrstice v datoteki (najprej koordinata y, nato x):

```
ena 469960.65 1.0 106840.51 1.0 386.15 1.0
```

Obliko izračuna in izpisa rezultatov podamo za oznako ***R**. Dovoljene so iste oznake kot pri podatkih začetnega in končnega datuma.

V zadnji vrstici datoteke mora biti oznaka ***K**.

Vsebina vhodne datoteke za vzorčni primer (demo-protra.in):

```
*V  
G M  
O  
B  
dva 469667.74 1.0 109052.47 1.0 394.77 1.0  
ena 469960.65 1.0 106840.51 1.0 386.15 1.0  
tri 472402.88 1.0 102383.86 1.0 391.53 1.0
```

```

*I
E
E
W
ena  46 06 25.36985 1.0 14 36 31.00125 1.0 432.66 1.0
dva  46 07 36.98325 1.0 14 36 16.84963 1.0 441.26 1.0
tri  46 04 01.35473 1.0 14 38 25.68025 1.0 437.97 1.0
*R
G M
O
B
*K

```

Postopek v programu SiTra:

Izberemo **Tip transformacije: 3R: 7-parametrična**.

V meniju **Orodja** izberemo **Branje datotek Protra**. Izberemo datoteko s podatki (npr. demo-protra.in). V osnovnem oknu programa vidimo, da so naloženi vsi podatki in nastavitve za podatke v začetnem in končnem datumu ter nastavitve za transformirane koordinate. Tudi ime izhodne datoteke se tvori samodejno (zamenja se končnica imena datoteke na .str). Uporabnik lahko vseeno določi poljubno ime datoteke.

Nastavitve v okvirjih **Izračun** in **Višine v transformaciji** nastavljam poljubno, podobno kot v primerih z dvojnimi datotekami.

Izračun transformacije sprožimo s klikom na gumb **IZRAČUNAJ**. Izračun in postopki po izračunu so isti kot v primerih z dvojnimi datotekami.