

MĂSURĂTORI TERESTRE ȘI CADASTRU

ÎNDRUMĂTOR PENTRU PRACTICA DE SPECIALITATE

Autori: Conf. dr.ing. Carmen GRECEA
Ș.l. dr. ing. Alina Corina BĂLĂ
Asist. dr. ing. Maria Roberta GRIDAN
Ș.l. dr. ing. Sorin Ioan HERBAN
Ș.l. dr. ing. Cosmin Constantin MUȘAT

Facultatea de Construcții
Specializarea: Măsurători Terestre și Cadastru

Colecția „STUDENT”

CUPRINS

1. SECȚIUNEA TOPOGRAFIE

2. SECȚIUNEA GEODEZIE

3. SECȚIUNEA CADASTRU

Metodele specifice de măsurare, prelucrare, interpretare și stocare a datelor în domeniul Ingineriei Geodezice au marcat o puternică dezvoltare, diversificare și perfecționare în ultima perioadă de timp. Aceste condiții sunt legate de solicitările din ce în ce mai numeroase care le sunt adresate specialiștilor din acest domeniu de activitate, atât prin sporirea volumului și valorificarea cunoștințelor acumulate pentru sprijinirea unor noi direcții, cât și prin creșterea preciziei și scurtarea duratei de lucru, dar și de îmbogățirea și îmbunătățirea permanentă a performanțelor tehnicilor de măsurare folosite. Prima condiție pentru a răspunde tuturor cerințelor menționate anterior este legată de asigurarea unei pregătiri adecvate, de nivel înalt și actual a specialiștilor din domeniul măsurătorilor terestre și al cadastrului.

Colectivul de cadre didactice care gestionează activitatea la Specializarea Măsurători Terestre și Cadastru din cadrul Facultății de Construcții din Timișoara este recunoscut atât prin sârguința și perseverența zilnică de a forma tineri specialiști bine pregătiți profesional, cât și prin mobilizarea exemplară de a oferi studenților, și de ce nu, inginerilor din activitatea practică, cărți și îndrumătoare practice pentru pregătirea didactică și/sau formare continuă.

Ghidul cu aplicații practice intitulat „Măsurători terestre și cadastru” completează bibliografia publicată de cadrele didactice timișorene și aduce elementele de noutate care trebuie cunoscute și aplicate de absolvenții specializării căreia i se adresează.

Apreciez că structura, modul de elaborare și conținutul sunt adecvate scopului urmărit, iar publicarea îndrumătorului va îmbunătăți asimilarea cunoștințelor tehnice de către studenți.

Referent științific:

Prof.univ.dr.ing. Florin BELC

Timișoara, septembrie 2013

CUVÂNT ÎNAINTE

Îndrumător pentru practica de specialitate

”Măsurători Terestre și Cadastru”

Atracția deosebită pe care o prezintă la ora actuală domeniul Geodeziei, respectiv cel al Cadastrului a condus la ideea tipăririi și multiplicării materialelor didactice, concepute și redactate în acest scop de către colectivul de cadre didactice al specializării Măsurători Terestre și Cadastru din cadrul Facultății de Construcții din Timișoara.

Scopul principal al elaborării unui astfel de material îl constituie asigurarea unui suport educațional de pregătire ce acoperă probleme de bază ale științei măsurării și reprezentării suprafeței terestre; de asemenea se dorește să se pună accent și pe autoinstruire, autorii fiind convinși că lucrarea de față prezintă interes și poate constitui un ghid util pentru studenți.

Prin conținutul său, cartea are menirea de a clarifica unele aspecte utile în practica geodezică prin prezentarea unor modele uzuale de calcul pentru lucrări de specialitate.

Bazându-se pe informațiile primite la disciplinele de specialitate studiate, lucrarea se adresează studenților specializării *Măsurători Terestre și Cadastru* putând fi de asemenea un bun suport aplicativ și pentru studenții interesați de la alte specializări ingineresti.

Parcursul acestui material și însușirea unor noțiuni, metode și proceduri creează și sporește competențele și abilitățile practice ale viitorilor ingineri, vizând tematici din domeniul topografiei, geodeziei și cadastrului.

Lucrarea completează cunoștințele dobândite în cadrul cursurilor de specialitate fiind astfel concepută încât să îndeplinească solicitările legate de buna desfășurare a procesului de învățământ.

Timișoara, 2013

AUTORII

INSTRUMENTE ȘI APARATE MODERNE FOLOSITE ÎN LUCRĂRILE TOPO-GEODEZICE

A. TAHIMETRE ELECTRONICE

Tahimetrele electronice denumite și stații inteligente sau stații totale, reprezintă o generație nouă de aparate care cuprind realizări de vârf ale mecanicii fine, ale electronicii și ale opticii.

Concepția constructivă a unui astfel de tahimetru reunește în cadrul unei singure unități portabile, de dimensiunile și aspectul unui teodolit obișnuit, componentele necesare măsurării cu ajutorul undelor electromagnetice a următoarelor elemente:

- unghiuri orizontale și verticale;
- distanțe înclinate și / sau distanțe reduse la orizont;
- coordonate rectangulare relative ΔX și ΔY ;
- diferențe de nivel ΔH .

Din punct de vedere practic elementele unghiulare și liniare menționate mai sus, se măsoară, între punctul de stație și punctul vizat iar pe baza programului de calcul se determină în teren, distanțele reduse la orizont, coordonatele relative ΔX , ΔY și ΔH și coordonatele absolute X , Y , H ale punctelor de drumuire precum și a punctelor radiate.

Stațiile totale de măsurare dispun de un centru de memorie propriu și de o memorie exterioară, precum și de o serie de programe de calcul specifice măsurătorilor topo-geodezice care sunt utilizate în ridicările topografice.

Datele măsurate și calculate sunt memorate și apoi transferate în memoria unui calculator, unde cu ajutorul unor programe de prelucrare se determină componentele grafice, ce se desenează în sistem automatizat cu plotere atașate la calculator. Utilizarea tahimetrelor electronice în măsurătorile topo-geodezice asigură obținerea datelor de teren în formă digitală și automatizarea procesului de prelucrare, arhivare și editare a bazei de date.

Tahimetrele electronice au fost concepute și realizate de către diverse firme constructoare, dintre care, se remarcă firmele: Zeiss – Oberkochen, din Germania; Leica – Heerbrugg, din Elveția; Sokkia – Japonia și altele.

REC ELTA 13C ZEISS

Tahimetrul electronic Rec Elta 13C (fig.1.1.) este compus din tahimetrul propriu-zis și o unitate de calcul și de memorie a datelor, unde se disting următoarele părți componente:

- un cerc orizontal și unul vertical, electronice;
- o lunetă și distomatul pentru măsurarea distanțelor.
- un ecran cu patru linii de afișaj cu câte 40 de caractere fiecare, având rezoluția de 240x30 pixeli;
- o tastatură formată din 24 taste (butoane) cu funcții multiple;
- interfață RS 232 C de comunicație cu computerul și memorie interschimbabilă Mem E;
- memorie internă de 500 linii;
- memorie externă – cartelă PCMCIA – 1Mb;
- generator de semnal acustic;
- acumulatori de alimentare de 1.8 V și 2 Ah.



Figura 1.1 Stația totală REC ELTA 13 CM ZEISS

Transferul datelor măsurate și memorate în *unitatea REC E*, se face fie *on-line* cu ajutorul *interfaței* la echipamentul periferic, în teren sau la birou, fie *off-line* la convertorul *DACE* cu ajutorul memoriei interschimbabile Mem E.

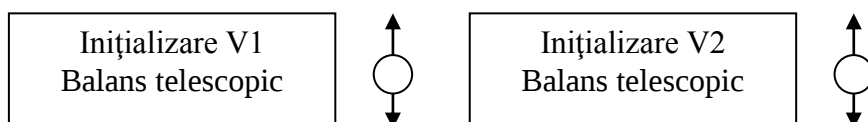
Rec Elta 13 C

În vederea executării măsurătorilor de teren, cu tahimetrul electronic Rec Elta 13 C, se vor parcurge, următoarele etape:

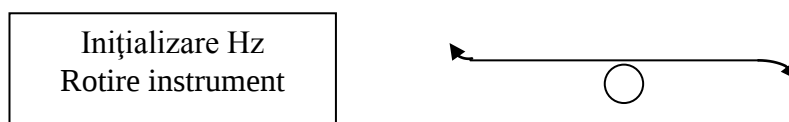
1. Inițializarea tahimetrului

După instalarea în stație (centrare, calare) aparatul se pornește apăsând tasta ON, apărând pe ecran denumirea aparatului.

Pentru a se putea lucra cu Rec Elta 13C, este necesar să se inițializeze cercul orizontal și cercul vertical. Se inițializează, mai întâi, cercul vertical prin mișcarea lunetei în sus și în jos, urmărindu-se ecranul și răspunzând la indicațiile existente pe acesta (toate prescripțiile sunt în limba română).



Apoi se inițializează cercul orizontal, mișcând tahimetrul în plan orizontal, urmărind mesajele pe ecran.



2. Introducerea datelor inițiale pentru măsurare

Pentru începerea măsurătorilor, într-un punct de stație se vor introduce cu ajutorul tastelor INP și ENT următoarele date:

- înălțimea aparatului în stație;
- constanta adiacentă a prisme;
- temperatura aerului; presiunea aerului; scara 1000000, care reprezintă de fapt raportul dintre distanța calculată din coordonate și distanța măsurată în teren între aceleași puncte;
- constanta PPM (-5000, 5000).

3. Moduri de măsurare.

Pentru executarea măsurătorilor în teren aparatul dispune de următoarele programe:

Programul MĂSURARE

- Realizează măsurarea următoarelor elemente liniare și unghiulare din teren: distanța înclinată între aparat și prismă; unghiul orizontal sau orientarea; unghiul vertical.
- Realizează calculul direct pe teren a următoarelor elemente: distanța redusă la orizont; coordonatele relative (ΔX și ΔY) și diferența de nivel (ΔZ) dintre aparat și punctul vizat.

Programul COORDONATE

Acest program dă posibilitatea executării drumuirilor tahimetrice sprijinite sau în circuit închis, pornindu-se de la punctele staționate de coordonate cunoscute și calculându-se direct în teren coordonatele punctelor de drumuire și a celor radiate. De asemenea, prin definirea punctelor unui contur măsurat, se calculează direct suprafața conturului considerat.

Programul SPECIAL

Cu ajutorul acestui program se realizează lucrări de topografie inginerescă: trasări de aliniamente, unghiuri, pante, racordări de aliniamente, taluze, suprafețe de secțiuni transversale etc.

Programul RECTIFICĂRI / SETARE

Acest program dă posibilitatea operatorului să aleagă unitățile de măsură folosite pentru măsurătorile din teren. De asemenea, se pot verifica, cu acest program, parametrii de funcționare ai aparatului Rec Elta 13C.

Programul TRANSFER DATE

Acest program realizează transferul reciproc de date dintre aparat și un PC, imprimantă, modem, bandă magnetică etc.

Program EDITOR

Cu acest program se efectuează modificarea și completarea înregistrărilor realizate în teren.

Program DOS – PC

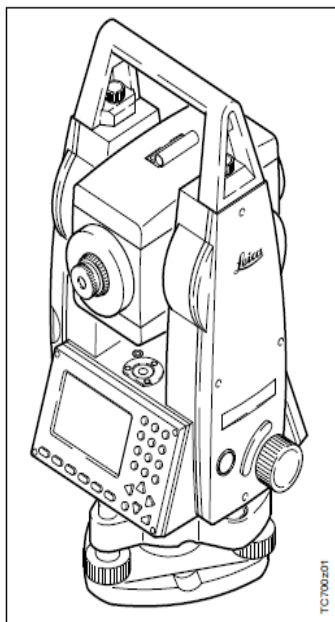
Existența acestui program îi dă posibilitatea operatorului topograf să utilizeze programele și datele aflate în memoria exterioară a aparatului de pe cartela magnetică PCMCIA.

Utilizarea stației totale Leica TCR seria 300/400/700

Stația totală TC(R)303/305/307 de la Leica Geosystems este un aparat de înaltă calitate destinat lucrărilor din construcții. Tehnologia avansată folosită permite ca munca de măsurare să fie mai ușoară.

Aparatul este ideal pentru radieri simple în construcții și în trasări.

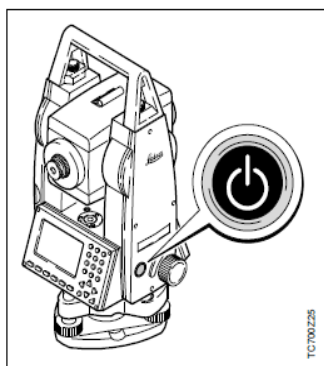
Manipularea aparatului se învață ușor, fără probleme, în timp scurt.



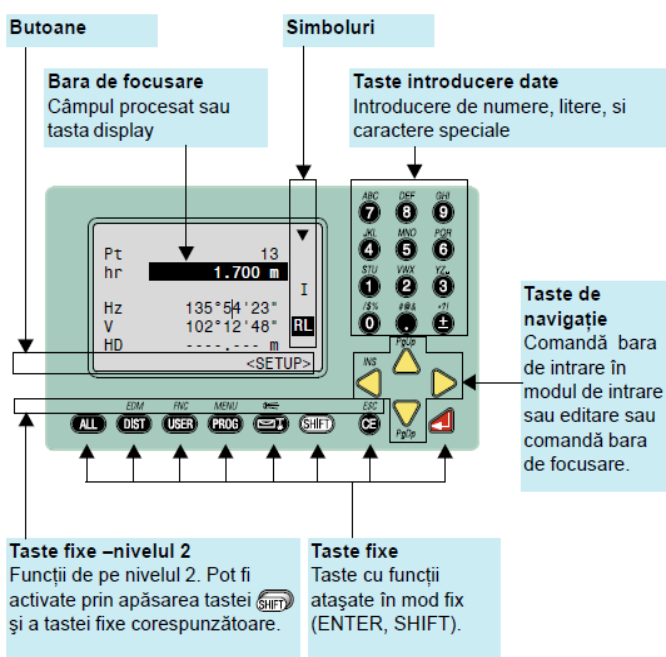
- Masurare fara reflector EDM
- Display mare, taste alfanumerice
- Surub fara sfarsit
- Centrare cu laser
- Compensator pe doua axa
- Suport baterii
- Constructie usoara, supla
- Software si memorie date incorporate y

Panoul de comandă al instrumentului

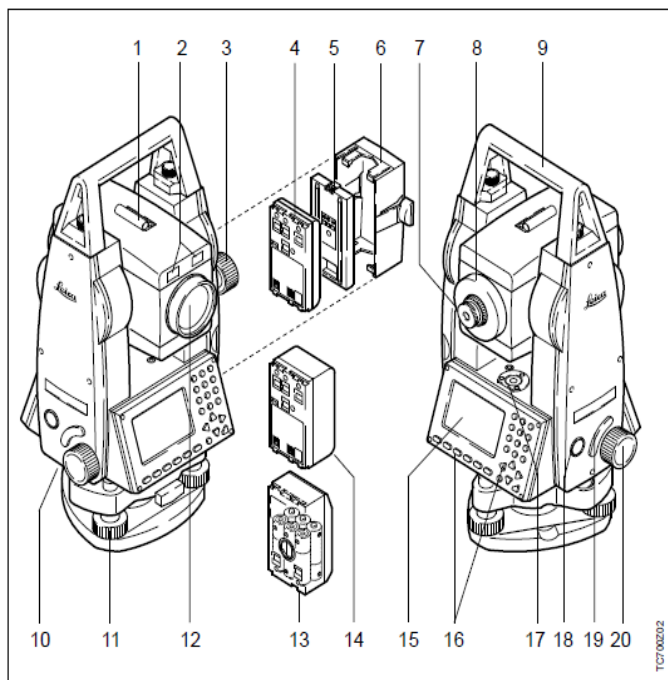
Tasta On/Off key este plasată pe partea laterală a aparatului pentru a evita oprirea nedorită a aparatului.



☞ Toate cranele prezentate sunt exemple. E posibil ca, funcție de versiunea de soft, să apară diferențe.



Elementele componente ale stației totale Leica TCR



- 1 Vizor
- 2 Laseri de ghidare
- 3 Șurub de mișcare verticală
- 4 Baterie
- 5 Suport pentru bateria GEB111
- 6 Suport de baterii pentru GEB111/ GEB121/GAD39
- 7 Ocular; focusarea reticulului
- 8 Focusarea imaginii
- 9 Mâner detașabil cu șuruburi de montare
- 10 Interfață serie RS232
- 11 Șuruburi de calare
- 12 Obiectiv cu dispozitiv de măsurat distanța încorporat (EDM); leșire fascicol
- 13 Adaptor baterii GAD39 pentru 6 celule (optional)
- 14 Baterie GEB121 (optional)
- 15 Display (Ecran)
- 16 Tastatură
- 17 Nivelă circulară
- 18 Tasta Pornit/Oprit (On/Off)
- 19 Tastă de declanșare
- 20 Șurub de mișcare orizontală

Funcțiile tastelor de pe panoul de comandă

Taste fixe

- Măsurarea de distanțe și unghiuri.
- Măsurarea de distanțe și unghiuri; afișarea valorilor măsurate fără înregistrare.
- Tastă programabilă cu funcții din meniul FNC.
- Apelarea programelor de aplicații.
- Comutarea on/off a nivelei electronice. Simultan este activat laserul de centrare.
- Comutarea pe nivelul 2 (EDM, FNC, MENU, iluminare, ESC) sau comutarea între caractere numerice și alfanumerice
- Ștergere caracter/câmp; oprire măsurare distanță.
- Confirmare; continuare pe câmpul următor.

Combinatii de taste

- > +
Acces la funcțiile pentru măsurarea distanței și la corecțiile de distanță (ppm).
- > +
Acces rapid la funcțiile legate de măsurători.
- > +
Acces la gestionarea datelor, configurarea aparatului și corecții.
- > +
Comutarea on/off a iluminării și încălzirii ecranului (dacă temperatura aparatului este mai mică de 5°C).

-> +

Încheie un dialog sau o editare cu păstrarea valorii anterioare. Reven pe nivelul imediat superior superior

-> +

"Page up" = afișarea ecranului precedent a unui dialog ce se desfășoară pe mai multe ecrane.

-> +

"Page down" = afișarea ecranului următor a unui dialog ce se desfășoară pe mai multe ecrane.

Taste de navigare



Tastele de navigare pot face în funcție de contextul în care sunt utilizate:

- Controlul focusării
- Controlul cursorului
- Schimbare pagina afișaj
- Selectarea și confirmarea parametrilor

Taste de introducere date



Introducere numere și litere / caractere speciale.



Introducere punct zecimal și caractere speciale.



Schimbare între semnele pozitiv / negativ; Introducere caractere speciale.

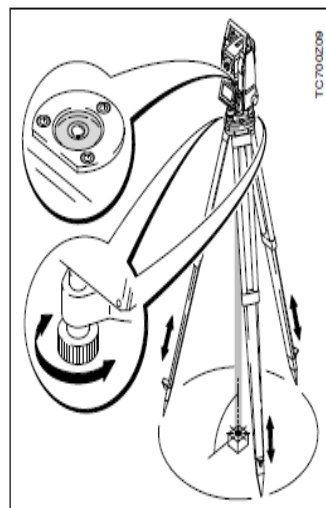
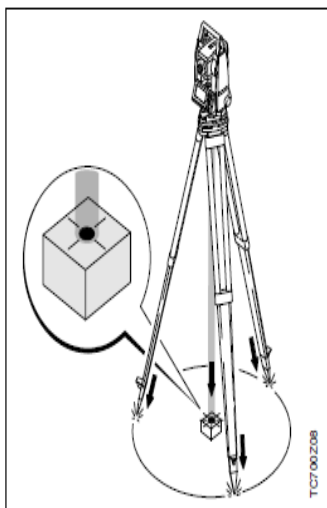
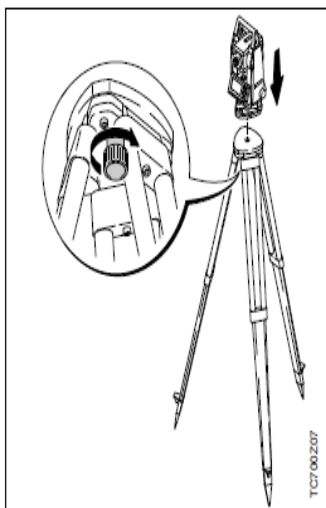
Când o tastă de date este apasată, este chemat numărul corespunzător.

În modul de introducere date alfanumerice, fiecare tastă este utilizată pentru introducerea a 3 litere și o cifră. Dacă o tastă este apasată rapid și repetat, este chemat caracterul următor (literă, caracter special, număr). Dacă tastă nu este apasată din nou timp de circa 1 secundă, se consideră caracterul introdus.



Funcția exactă a acestor taste se explică mai în detaliu în continuare, în *Manualul de Utilizare*.

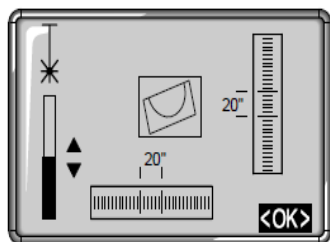
Punerea în stație a stației totale Leica cu ajutorul fascicului laser



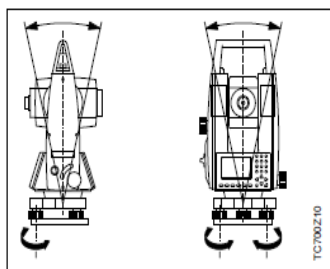
1. Se așează aparatul pe capul trepiedului. Se strânge ușor șurubul central.
2. Se rotesc șuruburile de calare în poziția medie.
3. Se aprinde laserul de centrare cu tasta . Pe ecran apare nivela electronică.
4. Se reglează picioarele trepiedului, astfel ca raza laser să cadă pe reperul de la sol.
5. Se fixează picioarele trepiedului.
6. Se rotesc șuruburile de calare până laserul cade exact pe reper.
7. Se mișcă picioarele trepiedului până se centrează nivela circulară, cum aparatul este aproximativ orizontalizat.

Calarea de precizie a stației totale

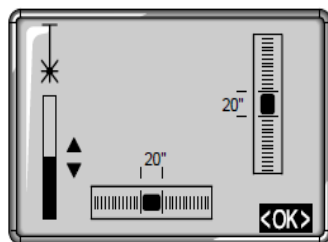
1. Se cuplează nivela electronică cu tasta . În cazul unei orizontalizări insuficiente apare simbolul unei nivele înclinate.



2. Prin rotirea șuruburilor de calare se centrează nivela electronică.



Dacă nivela electronică este centrată, atunci aparatul este orizontalizat.

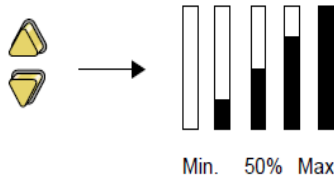


3. Se verifică centrarea cu laser și se reface, dacă este cazul.

4. Se decuplează nivela electronică și laserul de centrare cu tasta sau tasta .

Modificarea intensității laserului

Condițiile exterioare și starea suprafeței pot impune modificarea intensității laserului. Aceasta poate fi modificată în trepte de 25%.

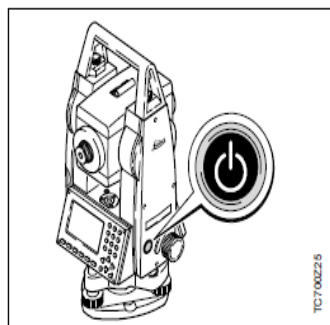


5. Cu butonul <OK> se fixează intensitatea laserului și se încheie funcția.

Laserul de centrare și nivela electronică se activează simultan cu tasta .

Modul de măsurare cu stația totală Leica TCR

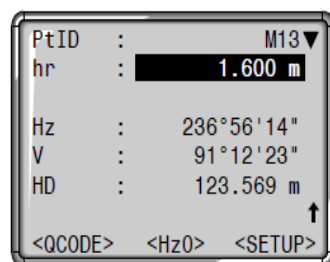
După pornire și instalarea în mod corect, stația totală e imediat gata de măsurare.



În ecranul de măsurare e posibilă apelarea tuturor funcțiilor din FNC, EDM, PROG, MENU, LIGHT, LEVEL-și LASER-PLUMMET.

All shown displays are examples. It is possible that local software versions are different to the basic version.

Exemplu de ecrane posibile la măsurare:



Ecrane

- ▼ Arată că există mai multe ecrane cu date suplimentare (ex.: dH, SD, E, N, H, ...)

: Se schimbă ecranul.

<Hz0> Orientarea Hz e adusă pe 0°00'00" / 0 gon.

Unghiurile sunt afișate permanent. În momentul apăsării tastei se declanșează măsurarea distanței. Valorile unghiurilor și distanței sunt înregistrate în memoria internă sau descărcate pe interfața serială.

Se declanșează măsurarea distanței și afișarea acesteia. Unghiurile sunt afișate independent de măsurarea distanței. Distanța afișată rămâne valabilă până este înlocuită de o nouă măsurare de distanță.

Modul de înregistrare a datelor măsurate cu stația totală Leica TCR

2 Shortcut la funcția "REC".

Cu "REC" datele măsurate în acel moment sunt înregistrate în memoria internă sau transferate pe interfața serială.

Prin activarea funcției "REC" au loc următoarele acțiuni:

- Înregistrarea blocului măsurat.
- Incrementarea numărului punctului curent.

3 Shortcut la funcția "LASER-POINTER".

Comuta pe activat/dezactivat raza laser vizibilă pentru iluminarea punctului vizat. Noua setare este afisată pentru circa o secundă și apoi este activă.

4 Shortcut la funcția "TRACKING".

Comuta modul de măsurare "tracking" între deschis/închis. Noua setare este afisată pentru circa o secundă și apoi setată. Funcția poate fi activată doar în același tip EDM și prisma.

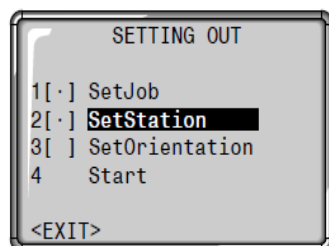
Următoarele opțiuni sunt disponibile:

EDM Type	Măsuratori în mod "Tracking" (continuu): Oprit <=> Pomit
IR	IR-Precizie <=> IR-Continuu IR-Rapid <=> IR-Continuu
RL	RL-Fara prisma <=> RL-Continuu

Ultimul mod de măsurare activ rămâne setat când instrumentul este oprit.

Programele inițiale conțin un set de funcții auxiliare destinate definirii stației și gestionării datelor. Operatorul poate selecta în mod individual programele inițiale.

 Se apelează meniul de programe și se execută cu .



Semnul "." arată că s-a fixat deja un job și că ultima stație/orientare înregistrată pentru acest job corespunde cu actuala stație/orientare.

1..4 Shortcut la programul de pomire apăsând tasta corespunzătoare

sau

 Selectare sau trecere peste programul de pomire. Selectarea este marcată cu o bară neagră.

 Executa programul de pomire marcat.

<EXIT> Încheie programul inițial și revine în meniul de programe sau selectează o altă aplicație.

 Mai multe informații despre programele inițiale în paginile următoare !

Mesaje de eroare:

"SET A JOB FIRST"

"NO JOB IN SYSTEM"

- Nu s-a definit nici un job valid.
- > Se execută funcția "SET JOB" și se selectează un job valid sau se crează unul nou.

"SET A STATION FIRST"

"NO STATION IN SYSTEM"

- Nu s-a definit nici o stație validă în cadrul job-ului.
- > Se execută funcția "SET STATION" și se definește o stație validă.

"SET ORIENTATION FIRST"

"NO ORIENTATION IN SYSTEM"

- Nu s-a definit orientarea.
- > Se execută funcția "SET ORIENTATION" și se verifică dacă job-ul și stația sunt corect alese.

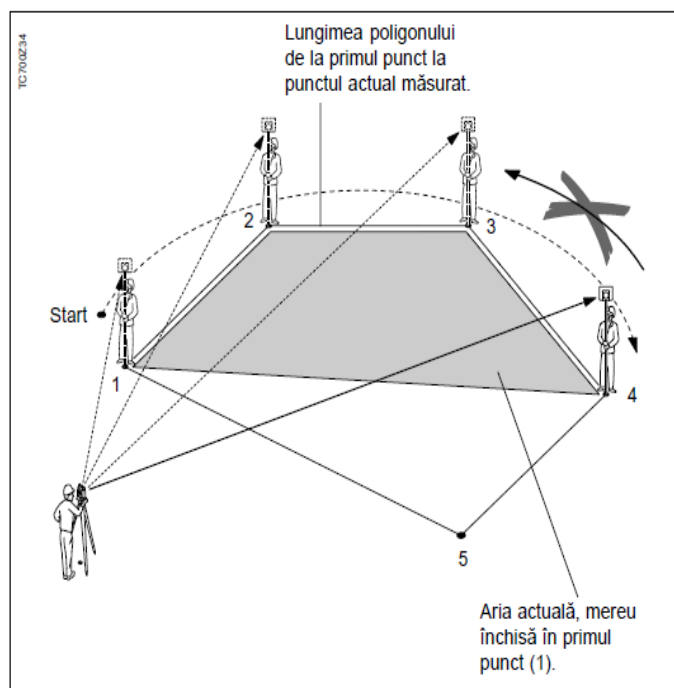
Aplicații ale meniurilor de măsurare a stației totale Leica TCR

În aplicația Ariei (plane) se calculează online aria definite de un număr nedefinit de puncte unite prin linii drepte.

După măsurarea a 3 puncte aria se calculează și se afișează online. Cu butonul <RESULT> se afișează numărul de puncte măsurate, aria calculată și perimetrul poligonului închis (ex.: linia: 1-2-3-4-1).



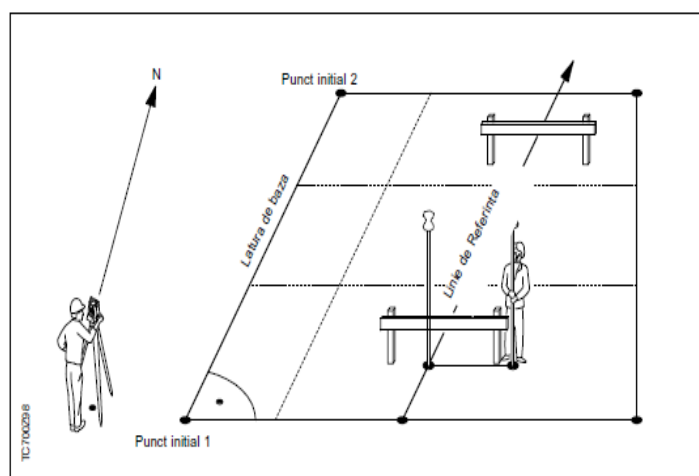
Punctele pot fi măsurate în orice poziție a telescopului. Poziția telescopului se poate schimba între puncte. O distanță trebuie măsurată întotdeauna.



Programul ușurează mult trasarea sau verificarea axelor la construcții, profile la drumuri, săpături simple, etc. O linie de referință poate fi definită față de o latură cunoscută, de ex. Definită față de o linie de hotar existentă. Linia de referință poate fi deplasată de-a lungul sau paralel la linia de baza, sau poate fi rotită în jurul primului punct dacă este necesar.

Linia de baza este dată de două puncte de baza. Punctele de baza se pot defini în trei moduri:

- Punct măsurat
- Introducere coordonate de la tastatură
- Selectare punct din memorie.



Definirea punctelor de baza:

- a) Introducem număr punct și măsurăm punctul utilizând **ALL** sau **DIST** / **REC**.

Măsurătorile geodezice prin unde, reprezintă o nouă ramură a științei măsurătorilor terestre, care se bazează pe folosirea fenomenelor electromagnetice ondulatorii, din domeniul microundelor radar și a undelor de lumină.

Radiațiile din domeniul spectrului undelor electromagnetice constituie mijlocul purtător al informației de măsurare a distanțelor terestre sau cosmice, a direcțiilor orizontale sau verticale, a diferențelor de nivel, dintre punctul de staționare, care reprezintă sursa emițătoare a semnalului și punctele de detaliu definite prin amplasarea reflectorilor de unde electromagnetice.

Valorile mărimilor căutate rezultă prin intermediul timpilor de propagare necesari semnalelor de măsurare să parcurgă spațiul dintre capetele distanței ce urmează a fi măsurată.

Prin dezvoltarea domeniului electronicii aplicate la realizarea instrumentelor topografice cu unde electromagnetice, a făcut posibilă crearea de aparate electronice de măsurat care permit determinarea

elementelor necesare cu precizii milimetrice sau submilimetrice în rezoluția distanțelor, mărimilor liniare și a preciziilor subsecundare (zecimi, sutimi și miimi de secundă) în cazul mărimilor unghiulare.

Folosindu-se proprietățile microundelor radar din domeniul centimetric și milimetric precum și a radiațiilor luminoase din domeniul vizibil și invizibil al spectrului undelor electromagnetice, s-au dezvoltat noi tehnologii optico-electronice pentru măsurători de distanțe și unghiulare cu mare rapiditate și precizie care să satisfacă cerințele impuse de lucrările cu caracter topografic, topografic-ingineresc și geodezic.

Această dezvoltare continuă a tehnologiilor optico-electronice de măsurare a distanțelor și valorilor unghiulare, conduce astăzi la formarea și dezvoltarea unor noi concepte în modul de construcție, exploatare și interpretare a rețelelor geodezice cu aplicabilitate dintre cele mai variate scopuri și particularități:

- crearea rețelelor de trilateratie – prin realizarea exclusivă a măsurătorilor liniare și determinarea poziției punctelor pe suprafața terestră în anumite sisteme de referință pe baza măsurătorilor de distanțe;
- crearea și exploatarea în timp a rețelelor cu caracter ingineresc, cu aplicabilitate directă la studiul comportării în timp a construcțiilor, posibilitatea urmăririi, măsurării și interpretării rezultatelor în diverse moduri;
- crearea rețelelor de triangulație – prin realizarea măsurătorilor unghiulare și îndesirea succesivă a rețelelor de ordin superior.

Aplicabilitatea tehnicilor și măsurătorilor electronice prin unde se întâlnesc într-o gamă foarte mare de domenii, noile tehnologii răspunzând cerințelor impuse de calitate și preciziei conferite măsurătorilor efectuate după cum urmează:

- realizarea de măsurători în condiții de laborator și cu caracter industrial: poziționare axe turbine, determinarea deformațiilor unor piese componente a utilajelor de exploatare;
- montarea liniilor tehnologice moderne de înaltă precizie;
- construcția și urmărirea centralelor nucleare;
- montarea agregatelor termoelectrice și hidroenergetice de mare putere;
- studii asupra alunecărilor de teren și deplasărilor tectonice ale scoarței terestre;
- cercetări geodezice asupra formei și dimensiunilor Pământului.

Instrumentele care folosesc în determinarea valorilor căutate undele electromagnetice, poartă denumirea de tahimetre electrooptice sau tahimetre electronice.

Dezvoltarea continuă a tehnologiei privind construcția și funcționarea acestor instrumente a făcut ca tahimetrele electronice să reprezinte astăzi instrumentele geodezice cele mai des folosite în practica curentă.

Evoluția acestora, în special a părții electronice, a condus în timp la utilizarea denumirii de *stație totală*, care pe lângă funcția de măsurare a elementelor caracteristice (distanțe, direcții orizontale, unghiuri verticale, diferențe de nivel), oferă o serie de caracteristici care au definit-o sub conceptul de stație totală, și anume:

- oferă o serie de controale și calcule realizabile direct pe teren (avertizarea automată atunci când instrumentul se decalează, prelucrarea și afișarea coordonatelor punctelor supuse ridicării topografice, prelucrarea automată a măsurătorilor și oferirea unor mărimi determinate în mod indirect);
- stocarea automată a datelor măsurate în memoria internă proprie a instrumentului;
- transferul automat al inventarului de date în unitățile periferice (calculatoare) de prelucrare;
- dotarea cu diferite programe de calcul specifice unor tipuri de lucrări din domeniul topografiei, topografiei ingineresti;
- prelucrarea automată a datelor măsurate și afișarea valorilor cele mai probabile a mărimilor căutate cât și mărirea erorilor maxime admisibile în determinările realizate;
- transformarea și afișarea datelor prelucrate în format grafic (CAD) prin poziționarea și reprezentarea într-un sistem de proiecție a punctelor ce definesc detaliile din teren.

Un instrument tip stație totală, este din punct de vedere constructiv, identic cu un teodolit clasic, pe suprastructura s-a fiind încorporată unitatea electronică cu emițătorul de unde electromagnetice, și este alcătuit din:

- *Infrastructura* – partea fixă a instrumentului:

- ambaza – care permite fixarea pe trepied;
- șuruburi de ajustare a nivelei sferice și nivelei torice;
- clema de fixare în ambaza a instrumentului;
- nivela sferică.

Suprastructura – partea mobilă a instrumentului care se poate roti în jurul axei principale (verticale) a instrumentului:

- conectorul interfaței electronice;
- panoul de comandă al instrumentului – partea electronică constituită din tastatură cu funcții numerice și alfanumere și display-ul (ecranul) de vizualizare a elementelor măsurate;
- nivela torică a instrumentului;
- șurub pentru mișcarea fină pe orizontală și verticală;
- șurub pentru blocarea mișcării pe orizontală și verticală a instrumentului;
- marcajul ce indică punctul central de intersecție al axelor – verticală cu cea orizontală;
- luneta stației totale.

Procedul de lucru cu tahimetrul electronic impune realizarea și urmarea următorului procedeu de lucru:

- conectarea bateriei la aparat;
- centrarea instrumentului pe punctul de stație;
- calarea grosieră cu nivela sferică și calarea fină a aparatului cu ajutorul nivelei torice;
- măsurarea înălțimii instrumentului în punctul de stație;
- punerea în funcțiune a tahimetrului electronic prin comutarea tastei ON.

Un echipament complet al unui tahimetru electronic se compune din următoarele elemente:

- stația totală propriu-zisă;
- reflectorul (sistemul de prisme) – dispozitivul care se amplasează în punctul ce se dorește a fi determinat și are rolul de a întoarce (reflecta) undele electromagnetice în unitatea emitentă;
- trepiedul;
- bastoane gradate culisabile – permite montarea prisme la înălțimea dorită.

Tahimetrele electronice permit rezolvarea unor game foarte diverse de aplicații topografice. În cazul urmăririi și măsurării în timp a comportării unei construcții, stațiile totale rezolvă cu precizii ridicate problemele legate de crearea și verificarea periodică a variației și deplasărilor verticale și orizontale a punctelor de staționare care definesc rețeaua de sprijin a obiectivului supus observării. Caracteristicile principale ale tahimetrelor electronice se pot rezuma după cum urmează în tabelul 1.1:

Tabel 1.1 – Caracteristici tahimetre (teodolite) electronice

CARACTERISTICI TAHIMETRE ELECTRONICE	SERIA ELTA ZEISS JENA	SERIA GTS TOPCON	SERIA TCR LEICA
Precizia de măsurare a distanței	2 – 5 mm ± 2 ppm	2-3 mm ± 2 ppm	2 – 3 mm ± 2 ppm
Precizia de măsurare a direcțiilor	3 – 5 ^{cc}	5-15 ^{cc}	2 – 10 ^{cc}
Domeniul de măsurare	până la 2,5 km	până la 3,2 km	până la 5,5 km
Puterea de rezoluție a lunetei	30-32x	26-30x	30-35x
Distanța minimă de vizare	1,20 m	0,90 m	1,20m
Durata unei măsurători	2 – 5 sec	2 - 3 sec	3 – 5 sec
Intervalul de temperatură	– 20 + 50°C	– 20 - + 50°C	– 20 - + 50°C
Greutate stație totală	3,6 – 6,8 kg	4,9 – 6,9 kg	5,6 – 6,2 kg



a.



b.



c.

Figura 1.2 – Tipuri de tahimetre electronice
a-Trimble 3300; b-Elta 13C; c-Leica TCR 307

B. NIVELE ELECTRONICE DIGITALE

Pentru execuția rețelilor de nivelment geometric de înaltă precizie și a măsurării unor deformații ale diferitelor construcții, s-au realizat, o serie nouă de nivele digitale.

În acest scop, s-a implementat în nivelă un detector electronic integrat, iar mira clasică de nivelment a fost înlocuită cu o miră, care poartă o riglă codificată. Din punct de vedere principial, valorile culese de pe rigla codificată sunt sesizate cu o precizie ridicată, analizate de un calculator integrat și apoi stocate într-o memorie internă. Se menționează, că prin utilizarea nivelelor digitale de diferite tipuri constructive: Zeiss, Wild, Leica și altele, se ating precizii cuprinse între $\pm 0,3$ mm și $\pm 0,7$ mm pe kilometru de nivelment dublu.

Aceste instrumente oferă un randament de lucru foarte ridicat pe teren în prisma faptului că permit înregistrarea automată a citirilor și realizării unor controale și calcule intermediare pe teren cu posibilitatea înregistrării automate a tuturor măsurătorilor efectuate în memoria internă a aparatului sub formă unor linii de informații.

Caracteristicile principale ale nivelelor digitale se pot rezuma după cum urmează în tabelul 1.2:

Tabel 1.2 – Caracteristici nivele digitale

CARACTERISTICI NIVELE DIGITALE	SERIA DINI ZEISS JENA	SERIA NA LEICA	SERIA DL TOPCON
Precizia de măsurare a diferențelor de nivel	$\pm 0,3$ mm	$\pm 1,5$ mm	± 1 mm
Domeniul de lucru	până la 150 m	până la 120 m	până la 200 m
Puterea de rezoluție a lunetei	32x	24x	32x
Distanța minimă de vizare	1,5 m	1,8 m	2,0 m
Durata unei măsurători	3 sec	4 sec	4 sec
Intervalul de temperatură	$-10 - + 40^{\circ}\text{C}$	$-10 - + 40^{\circ}\text{C}$	$-10 - + 40^{\circ}\text{C}$
Greutate nivelă digitală	3,1 kg	2,5 kg	2,8 kg



Figura 1.3 - Nivela digitală Sprinter și Leica DiNi 10

Din punct de vedere al timpului de staționare în teren și al numărului de persoane care participă la măsurătorile de profil utilizând tahimetrele electronice sau nivele digitale, utilizarea stațiilor totale solicită un efort minim pentru culegerea rapidă în timp real și precisă a datelor, înregistrarea și memorarea acestora în unitatea de memorie a instrumentului prin participarea unei echipe de lucru formată din 2 persoane, existând însă și tahimetre electronice motorizate, cu fascicule laser și sistem de servodirecție ce implică un singur utilizator care se deplasează cu reflectorul în punctele din teren ce urmează a fi determinate.

C. SISTEMUL DE POZIȚIONARE GLOBALĂ GPS (Global Positioning System), care permite determinarea directă a unui punct de pe suprafața terestră în funcție de înregistrările și măsurătorile asupra semnalelor recepționate simultan de la un grup de sateliți. Coordonatele spațiale ale punctului staționat rezultă printr-o retrointersecție liniară spațială având la bază distanțele deduse și coordonatele sateliților în momentul emisiei, date de efemeride, în sistemul geocentric WGS81. Sistem GPS este folosit la poziționarea directă a rețelelor geodezice în funcție de distanțele satelit-receptor și poziția sateliților în momentul emiterii semnalelor, având la bază:

- ✓ observații simultane, pentru achiziționarea datelor de la cel puțin 4 sateliți în cadrul modului de calcul diferențial;
- ✓ procesarea datelor, la birou sau direct pe teren, rezultând direct coordonatele x, y, z în sistemul geocentric de referință WGS84;
- ✓ transcalcularea coordonatelor în sistemele naționale de referință.



Figura 1.4 – Receptor GPS

Poziționarea în Sistemul GPS pentru realizarea rețelelor geodezice presupune determinări relative cu două receptoare, dintre care unul staționează într-un punct vechi, de coordonate cunoscute, iar altul într-un punct nou, urmărit. Condiția de bază a modului de lucru diferențial, utilizat la determinările geodezice cere ca în cele doua puncte să se recepționeze simultan semnale de la aceiași 4 sateliți cel puțin. Cu cât numărul acestora crește, cu atât precizia devine mai bună.

D. APARATE TOPOGRAFICE CU LASER

Tehnologia laser are ca rezultat producerea unui fascicul de lumină coerentă, care se dispersează puțin, chiar la distanțe mari, de ordinul sutelor de metri.

În domeniul măsurătorilor terestre tehnologia laser este ideală pentru materializarea unui punct, a unui aliniament sau a unui plan orizontal sau înclinat prin echiparea lunetei unui teodolit cu un ocular laser având fasciculul focalizat în planul reticul.

În principiu acestea sunt instrumente topografice capabile să emită spre o anumită zonă radiații laser, să le recepționeze și să reconstituie punct cu punct detaliile de pe suprafața vizată, datorită tehnicii speciale de înaltă rezoluție.

Precizia de poziționare a punctelor imagine, definite în sistemul de referință al stației prin coordonate spațiale x, y, z este acreditată la $\pm 6\text{mm}/50\text{m}$, având în vedere faptul că la aceasta distanță spotul laser își menține diametrul punctiform de 6 mm.

În prezent, nu există o procedură standard pentru a planifica ședința de scanare laser terestră. Cu toate acestea, conform comunității de utilizatori ai scanării laser, planificarea studiului ar trebui cel puțin să conțină următoarele etape (vezi figura 1.6):

- ✓ Determinarea scopurilor și a obiectivelor;
- ✓ Analizarea zonei care urmează să fie supravegheată;
- ✓ Determinarea tehnicilor și echipamentelor de măsurare;
- ✓ Managementul informațional.



Figura1.5 Scaner 3D laser

Utilizând un scaner laser pentru a înregistra o construcție nu înseamnă doar a apăsa pe un buton și a aștepta zidurile să apară. Aceasta necesită cunoștințe temeinice cu privire la echipamente și la procesul de scanare. Unii dintre pașii procesului de scanare sunt automatizați în timp ce alții solicită muncă intensivă. Este important a se lua în considerare faptul că scanerile din noua generație, bazate pe fază, au o viteză mare de scanare la o rezoluție foarte înaltă iar procesul de măsurare durează 5 - 10 de minute.

Avantajele scanării laser terestre sunt :

- viteză mare de măsurare
- precizie încadrată de regulă între 5 - 20 mm
- grad mare de automatizare a procesării
- măsurători fără contact direct
- posibilitatea de măsurare în condiții inaccesibile sau periculoase
- eliminarea erorilor care pot apărea prin metodele clasice
- costuri optime

Scanarea laser este o tehnică foarte dezvoltată, dar nu este întotdeauna cea mai eficientă soluție pentru fiecare problemă. Uneori este mult mai ușor și mai eficient în materie de timp să se utilizeze o altă tehnică de înregistrare. Posibilele motive pentru a alege scanarea laser sunt:

- Structura suprafeței foarte complexă (forme organice);
- Se cere rezultat 3D;
- Se cer măsurători de suprafață în loc de măsurători pe fiecare punct;
- Înregistrările de date pot fi folosite de o echipă multidisciplinară în diferite scopuri;
- Arhivarea fără cunoștințe apriorice în vederea utilizării ulterioare;
- Restricții de acces, etc.



Figura 1.6 Laser scanner terestru

Domeniul de utilizare a scanerelor se extinde până la 300 m pentru zonele cu suprafețe netede. Instrumentul lucrează și pe lumină dar și pe întuneric și are aplicații imediate în construcții, arhitectură, restaurări interioare și fațade, tuneluri ș.a. Pentru aceste aplicații, tehnica HDS se dovedește a fi cea mai bună posibilă pentru achiziționarea cu acuratețe a imaginii, crearea rapidă a modelului spațial, analiza și vizualizare ușoară a informațiilor din teren.

1. SECȚIUNEA TOPOGRAFIE

As.dr.ing. Maria-Roberta GRIDAN

Ș.l.dr.ing. Sorin Ioan HERBAN

METODE DE MĂSURARE ÎN LUCRĂRILE TOPOGRAFICE

MODEL DE CALCUL 1: TURUL DE ORIZONT

Se utilizează la măsurarea mai multor unghiuri dintr-un singur punct de stație.

- se alege o direcție de referință către punctul cel mai depărtat și mai bine vizibil, celelalte direcții vizându-se în ordine, în sens topografic, încheind pe punctul de referință, în poziția I-a lunetei;
- în poziția a II-a se vizează din nou punctul de referință, celelalte direcții vizându-se în sens antiorar, cu încheiere pe punctul de plecare.

Măsurătorile obținute prin intermediul acestei metode (direcții orizontale) **se compensează în stație**:

- se constată că citirile de închidere ale tururilor de orizont diferă de citirile de plecare, rezultând o diferență unghiulară numită neînchidere unghiulară în tur de orizont

- operațiile de control și corectare a citirilor efectuate vor fi următoarele:

a) calculul direcțiilor medii pentru fiecare serie :

$$C_i = \frac{C_i^I + C_i^{II}}{2} \quad (1.1)$$

b) calculul neînchiderii în turul de orizont:

$$e_n = C_{A'} - C_A \leq T_i \quad (1.2)$$

unde: T_i este toleranța, în funcție de numărul de direcții din turul de orizont:

$$T_i = \pm p\sqrt{n} \quad (1.3)$$

unde: p este aproximația de citire a dispozitivului de citire al teodolitului

n este numărul punctelor vizate în turul de orizont

c) compensarea în stație a direcțiilor măsurate:

- se calculează corecția totală $c_n = -e_n$ (1.4)

- se calculează corecția unitară $q_u = \frac{c_n}{n} = \frac{-e_n}{n}$ (1.5)

- se calculează direcțiile compensate

$$C_A^0 = C_A + 0 \cdot q_u$$
$$C_B^0 = C_B + 1 \cdot q_u \quad (1.6)$$

$$C_C^0 = C_C + 2 \cdot q_u$$

$$C_D^0 = C_D + 3 \cdot q_u$$

$$C_{A'}^0 = C_{A'} + n \cdot q_u = C_A$$

d) calculul unghiurilor orizontale

$$\omega_1 = C_B^0 - C_A^0 \quad (1.7)$$

$$\omega_2 = C_C^0 - C_B^0$$

$$\omega_3 = C_D^0 - C_C^0$$

$$\omega_4 = C_{A'}^0 - C_D^0$$

Control:

$$\Sigma \omega_i = 400^\circ$$

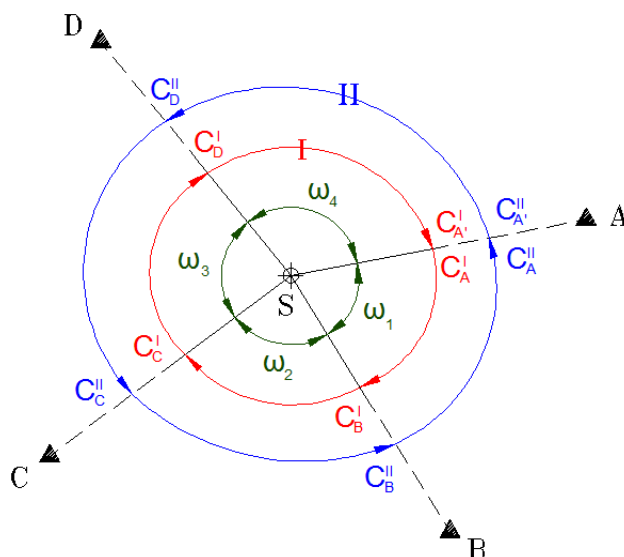
(1.8)

Observație: Dacă se dorește o precizie mai mare a determinărilor unghiulare, atunci se pot face mai multe serii, cu origini diferite pe limb.

Tema aplicației :

În urma efectuării măsurătorilor pe teren s-au obținut următoarele date:

 Schița ridicării topografice:



ETAPE DE CALCUL

 Calculul direcțiilor medii pentru fiecare serie :

$$C_A = \frac{C_A^I + C_A^{II}}{2} = \frac{0.19.25 + 0.19.75}{2} = 0.19.50 \Rightarrow dir_{S-A} = 75.19.50$$

$$C_B = \frac{C_B^I + C_B^{II}}{2} = \frac{0.58.50 + 0.59.00}{2} = 0.58.75 \Rightarrow dir_{S-B} = 112.58.75$$

$$C_C = \frac{C_C^I + C_C^{II}}{2} = \frac{0.00.75 + 0.00.25}{2} = 0.00.50 \Rightarrow dir_{S-C} = 239.00.50$$

$$C_D = \frac{C_D^I + C_D^{II}}{2} = \frac{0.27.00 + 0.27.50}{2} = 0.27.25 \Rightarrow dir_{S-D} = 390.27.25$$

$$C_{A'} = \frac{C_{A'}^I + C_{A'}^{II}}{2} = \frac{0.19.25 + 0.20.75}{2} = 0.20.00 \Rightarrow dir_{S-A'} = 75.20.00$$

 Calculul neînchiderii în turul de orizont:

$$e_n = C_{A'} - C_A = 75.20.00 - 75.19.50 = 0.00.50$$

unde: T_i este toleranța, în funcție de numărul de direcții din turul de orizont:

$$T = \pm 100'' \cdot \sqrt{4} = \pm 200'' - \text{pentru Theo020}$$

unde: p este aproximația de citire a dispozitivului de citire al teodolitului
 n este numărul punctelor vizate în turul de orizont

 Compensarea în stație a direcțiilor măsurate:

- calculul corecției totale

$$c_n = -e_n = -0.00.50$$

- calculul corecției unitare

$$q_u = \frac{c_n}{n} = \frac{-e_n}{n} = \frac{0.00.50}{4} = \frac{-0.00.50}{4} = -0.00.12,5$$

- calculul direcțiilor compensate

$$C_A^0 = C_A + 0 \cdot q_u = 75.19.50 + 0 \cdot (-0.00.12,5) = 75.19.50,0$$

$$C_B^0 = C_B + 1 \cdot q_u = 112.58.75 + 1 \cdot (-0.00.12,5) = 112.58.62,5$$

$$C_C^0 = C_C + 2 \cdot q_u = 239.00.50 + 2 \cdot (-0.00.12,5) = 239.00.25,0$$

$$C_D^0 = C_D + 3 \cdot q_u = 390.27.25 + 3 \cdot (-0.00.12,5) = 390.26.87,5$$

$$C_{A'}^0 = C_{A'} + 4 \cdot q_u = 75.20.00 + 4 \cdot (-0.00.12,5) = 75.19.50,0 = C_A$$



Calculul unghiurilor orizontale:

$$\omega_1 = C_B^0 - C_A^0 = 112.58.62,5 - 75.19.50,0 = 37.39.13$$

$$\omega_2 = C_C^0 - C_B^0 = 239.00.25,0 - 112.58.62,5 = 126.41.63$$

$$\omega_3 = C_D^0 - C_C^0 = 390.26.87,5 - 239.00.25,0 = 151.26.63$$

$$\omega_4 = C_{A'}^0 - C_D^0 = 75.19.50,0 - 390.26.87,5 = 84.92.63$$

Control:

$$\Sigma \omega_i = 37.39.19 + 123.41.44 + 151.23.69 + 81.92.69 = 400^g$$

REZOLVARE TABELARĂ:

Pct. Stație	Pct. Vizat	Citiri direcții orizontale		Media direcțiilor	Corecții	Medii compensate	Unghiuri orizontale
		Poziția I	Poziția II				
S	A	71.19.25	271.19.75	71.19.50	0.00.00,0	71.19.50,0	~
	B	112.58.50	312.59.00	112.58.75	-0.00.12,5	112.58.62,5	37.39.13
	C	239.00.75	39.00.25	239.00.50	-0.00.25,0	239.00.25,0	123.41.63
	D	390.27.00	190.27.50	390.27.25	-0.00.37,5	390.23.87,5	151.23.63
	A'	71.19.75	271.20.25	71.20.00	-0.00.50,0	71.19.50,0	81.92.63
				$e_n = c_{A'} - c_A =$ 0.00.50			
				$T_i = \pm 200^{cc}$			
				$c_n = -c_{\omega} =$ -0.00.50			
				$q_u =$ -0.00.12,5			

$$\Sigma \omega_i = 37.39.19 + 123.41.44 + 151.23.69 + 81.92.69 = 400^g$$

MODEL DE CALCUL 2: RADIAREA PUNCTELOR

Această metodă reprezintă aplicarea metodei coordonatelor polare la ridicarea planimetrică a detaliilor și se aplică pentru ridicarea punctelor de detaliu care se află în jurul unui punct vechi, cunoscut.

Metoda are ca **scop** determinarea coordonatelor rectangulare X_i , Y_i ale punctelor ce aparțin unui detaliu topografic.

Din punctul de stație (S), de coordonate cunoscute, se măsoară direcția orizontală de referință (c_A) spre punctul A (punct vechi - de coordonate cunoscute), direcțiile orizontale spre punctele de "ridicat", unghiurile verticale și se efectuează citirile pe miră în fiecare punct de "ridicat".

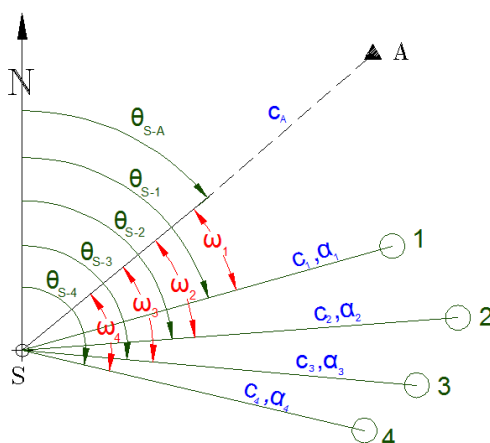
Tema aplicației 2

În urma efectuării măsurătorilor pe teren s-au obținut următoarele date:

Pct. Stație	Pct. Vizat	Direcții orizontale (poz.I) (g.c.cc)	Unghiuri de pantă (g.c.cc)	Citiri efectuate pe miră (m)		
				C_S	C_M	C_J
S	A	191.39.75	-	-	-	-
	1	213.18.25	113.11.25	0,719	0,685	0,651
	2	327.50.50	112.10.75	1,162	1,103	1,044
	3	371.89.75	112.13.75	0,936	0,924	0,912
	4	21.51.25	113.09.50	1,024	1,006	0,988



Schița ridicării topografice:



Date cunoscute (coordonatele punctelor de sprijin):

Nume punct	X(m)	Y(m)
S	7500,000	2500,000
A	8250,750	3200,250

ETAPE DE CALCUL

 Calculul unghiurilor orizontale dintre direcțiile măsurate:

$$\omega_1 = dir_{S-1} - dir_{S-A} = 21.78.50$$

$$\omega_2 = dir_{S-2} - dir_{S-1} = 114.32.25$$

$$\omega_3 = dir_{S-3} - dir_{S-2} = 48.39.25$$

 Calculul $\omega_4 = dir_{S-4} - dir_{S-3} = 48.61.50$ orientărilor către punctele de detaliu:

$$\theta_{S-A} = \arctg \frac{\Delta Y_{S-A}}{\Delta X_{S-A}} = \arctg \frac{Y_A - Y_S}{X_A - X_S} = 47.78.52$$

$$\theta_{S-1} = \theta_{S-A} + \omega_1 = 69.57.02$$

$$\theta_{S-2} = \theta_{S-A} + \omega_2 = 162.10.77$$

$$\theta_{S-3} = \theta_{S-A} + \omega_3 = 96.17.77$$

$$\theta_{S-4} = \theta_{S-A} + \omega_4 = 96.40.02$$

 Calculul distanțelor către punctele de detaliu:

$$\alpha_1 = 100.00.00 - 113.11.25 = -13.11.25$$

$$D_{S-1} = 100 \cdot (C_S - C_J) \cdot \cos^2 \alpha_1 = 6,516m$$

$$\alpha_2 = 100.00.00 - 112.11.25 = -12.11.25$$

$$D_{S-2} = 100 \cdot (C_S - C_J) \cdot \cos^2 \alpha_2 = 11,378m$$

$$\alpha_3 = 100.00.00 - 112.13.75 = -12.13.75$$

$$D_{S-3} = 100 \cdot (C_S - C_J) \cdot \cos^2 \alpha_3 = 2,314m$$

$$\alpha_4 = 100.00.00 - 113.09.50 = -13.09.50$$

$$D_{S-4} = 100 \cdot (C_S - C_J) \cdot \cos^2 \alpha_4 = 3,450m$$

 Calculul creșterilor de coordonate:

$$\delta x_1 = D_{S-1} \cdot \cos \theta_{S-1} = 2,997m$$

$$\delta x_2 = D_{S-2} \cdot \cos \theta_{S-2} = -9,422m$$

$$\delta x_3 = D_{S-3} \cdot \cos \theta_{S-3} = 0,139m$$

$$\delta x_4 = D_{S-4} \cdot \cos \theta_{S-4} = 0,195m$$

$$\delta y_1 = D_{S-1} \cdot \sin \theta_{S-1} = 5,785m$$

$$\delta y_2 = D_{S-2} \cdot \sin \theta_{S-2} = 6,380m$$

$$\delta y_3 = D_{S-3} \cdot \sin \theta_{S-3} = 2,310m$$

$$\delta y_4 = D_{S-4} \cdot \sin \theta_{S-4} = 3,444m$$

 Calculul coordonatelor punctelor de detaliu:

$$X_1 = X_s + \delta x_1 = 7502,997m$$

$$X_2 = X_s + \delta x_2 = 7490,578m$$

$$X_3 = X_s + \delta x_3 = 7500,139m$$

$$X_4 = X_s + \delta x_4 = 7500,195m$$

$$Y_1 = Y_s + \delta y_1 = 2505,785m$$

$$Y_2 = Y_s + \delta y_2 = 2506,380m$$

$$Y_3 = Y_s + \delta y_3 = 2502,310m$$

$$Y_4 = Y_s + \delta y_4 = 2503,444m$$

REZOLVARE **TABELARĂ:**

Pct. Stație	Pct. Vizat	Direcții orizontale (poz.I) (g.c.cc)	Unghiuri de pantă (g.c.cc)	Citiri efectuate pe miră (m)			Distanțe orizontale (m)	Unghiuri orizontale (ω_i)
				C _S	C _M	C _J		
S	A	191.39.75	-	-	-	-	-	-
	1	213.18.25	113.11.25	0,719	0,685	0,651	6,516	21.78.50
	2	327.50.50	112.10.75	1,162	1,103	1,044	11,378	111.32.25
	3	371.89.75	112.13.75	0,936	0,924	0,912	2,314	48.39.25
	4	21.51.25	113.09.50	1,024	1,006	0,988	3,450	48.61.50

Pct. Stație	Pct. Vizat	Orientări (θ_i)	Coordonate Relative		Coordonate Absolute	
			$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	X(m)	Y(m)
S	A	47.78.52	-	-	8250,750	3200,250
	1	69.57.02	2,997	5,785	7502,997	2505,785
	2	162.10.77	-9,422	6,380	7490,578	2506,380
	3	93.17.77	0,139	2,310	7500,139	2502,310
	4	93.40.02	0,195	3,444	7500,195	2503,444

MODEL DE CALCUL 3: DRUMUIREA PLANIMETRICĂ

Metoda drumuirii – este un procedeu de îndesire a rețelilor geodezice și are drept scop determinarea coordonatelor rectangulare plane ale unor puncte necesare efectuării ridicării detaliilor topografice din teren, în zone în care punctele rețelilor geodezice lipsesc sau se situează la distanțe apreciabile.

Drumuirea – este o linie poligonală frântă, în care poziția reciprocă a punctelor este determinată prin măsurători de distanțe între punctele de frângere și măsurători unghiulare în punctele de frângere ale traseului poligonal.

Clasificarea drumuirilor planimetrice:

a) din punct de vedere al formei:

- drumuirea sprijinită pe puncte de coordonate cunoscute și laturi cu orientări cunoscute
- drumuirea închisă pe punctul de plecare
- drumuirea cu punct nodal
- drumuirea sprijinită pe un singur punct (drumuirea în vânt)

b) după modul de măsurare a distanțelor:

- drumuiri cu laturi măsurate direct (pentru măsurare putând fi utilizate rulete sau panglici topografice)
- drumuiri cu laturi măsurate indirect (laturile sunt măsurate stadimetric sau cu instrumente electrooptice)

Marcarea punctelor drumuirii se face cu:

- țărui de lemn în extravilan
- țărui de metal în intravilan
- borne de beton în punctele mai importante

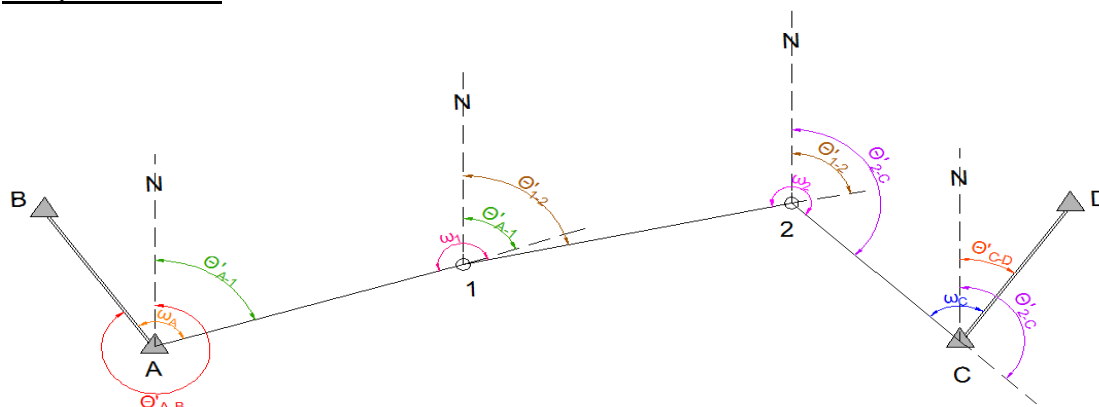
Semnalizarea punctelor de drumuire se face doar în timpul măsurătorilor cu semnale portabile (jaloane sau mire așezate în poziție verticală).

Temă aplicația 1: DRUMUIREA SPRIJINITĂ PE PUNCTE DE COORDONATE CUNOSCUTE ȘI LATURI CU ORIENTĂRI CUNOSCUTE

Date cunoscute: coordonatele punctelor de sprijin ale drumuirii

Punct	X [m]	Y [m]
A	422784,07	205651,87
B	423571,71	205127,62
C	422556,26	206954,14
D	422887,58	207603,15

Schița drumuirii:



Măsurători efectuate pe teren:

- unghiuri orizontale

ω_A	ω_1	ω_2	ω_C
101.01.47	250.47.61	242.23.30	113.57.68

- lungimi înclinate (măsurate direct)

D_{A-1} [m]	D_{1-2} [m]	D_{2-C} [m]
484,92	621,01	455,80

Se cer: coordonatele rectangulare plane ale punctelor noi 1 și 2.

ETAPE DE CALCUL

1. Calculul orientărilor direcțiilor de sprijin (se face cu ajutorul coordonatelor cunoscute ale punctelor A, B, C și D):

$$\Theta_{A-B} = \arctg (Y_B - Y_A) / (X_B - X_A) = 362.61.38$$

$$\Theta_{C-D} = \arctg (Y_D - Y_C) / (X_D - X_C) = 69.91.07 - V_J$$

V_J = valoarea justă

2. Calculul orientărilor provizorii ale laturilor drumuirii:

$$\Theta'_{A-1} = \Theta_{A-B} - (400^g - \omega_A) = 63.63.85$$

$$\Theta'_{1-2} = \Theta_{A-1} + \omega_1 - 200^g = 111.11.46$$

$$\Theta'_{2-C} = \Theta_{1-2} + \omega_2 - 200^g = 153.37.76$$

$$\Theta'_{C-D} = \Theta_{2-C} - (200^g - \omega_A) = 69.91.44 - V_e$$

V_e = valoarea eronată

3. Calculul erorii de neînchidere pe orientări:

Se observă că pentru direcția CD avem două valori:

- o valoare justă, calculată din coordonatele punctelor C și D
- o valoare eronată, afectată de erorile de măsurare a unghiurilor " ω_i "

În acest sens se poate calcula:

a) eroarea de neînchidere pe orientări (e_θ):

$$e_\theta = V_e - V_J = \Theta'_{C-D} - \Theta_{C-D} \quad (1.9)$$

$$e_\theta = 0.00.37^{cc}$$

Această eroare trebuie să se încadreze în toleranța admisă, care se determină cu relația:

$$T_\theta = \pm 150^{cc} \cdot \sqrt{n}, \text{ unde } n = \text{nr. de stații} \quad (1.10)$$

150^{cc} = aproximația teodolitului

Obs. Dacă $e_\theta \leq T_\theta$ este OK

— $e_\theta > T_\theta$ se refac măsurătorile

$$T_\theta = \pm 150^{cc} \cdot \sqrt{4} = \pm 300^{cc} - \text{OK}$$

b) calculul corecției de neînchidere pe orientare:

$$C_\theta = -e_\theta$$

$$C_\theta = -37^{cc}$$

c) calculul corecției unitare:

$$q_\theta = C_\theta / n = -e_\theta / n \quad (1.11)$$

n = număr de stații

$$q_\theta = -37^{cc} / 4 = -9^{cc}$$

4. Calculul orientărilor definitive:

Obs. Aplicarea corecției unitare se face în mod progresiv.

Corectarea progresivă a orientărilor provizorii se datorează faptului că unghiurile măsurate, afectate de erori, participă în mod progresiv la determinare acestora.

$$\Theta_{A-1} = \Theta'_{A-1} + 1 \cdot q_\theta = 63.63.76$$

$$\Theta_{1-2} = \Theta'_{1-2} + 2 \cdot q_\theta = 111.11.28$$

$$\Theta_{2-C} = \Theta'_{2-C} + 3 \cdot q_\theta = 153.37.49$$

$$\Theta_{C-D} = \Theta'_{C-D} + 4 \cdot q_\theta = 69.91.07 \equiv V_J$$

5. Calculul coordonatelor relative provizorii:

Coordonatele relative se determină prin transformarea coordonatelor polare (d_{ij} , Θ_{ij}) în coordonate rectangulare, raportate la punctul de drumuire anterior.

$$\begin{cases} \delta x'_{ij} = d_{ij} \cdot \cos \Theta_{ij} \\ \delta y'_{ij} = d_{ij} \cdot \sin \Theta_{ij} \end{cases} \text{ unde } d_{ij} \equiv D_{ij} \quad (1.12)$$

- pentru X

$$\delta x'_{A-1} = d_{A-1} \cdot \cos \Theta_{A-1} = 261,967$$

$$\delta x'_{1-2} = d_{1-2} \cdot \cos \Theta_{1-2} = -136,828 \text{ m}$$

$$\delta x'_{2-C} = d_{2-C} \cdot \cos \Theta_{2-C} = -352,905 \text{ m}$$

$$\text{Se calculează: } \sum \delta x'_{A-C} = -227,765 \text{ m} - V_e$$

$$\Delta X_{A-C} = -227,810 \text{ m} - V_J \text{ (din coordonate)}$$

- pentru Y

$$\delta y'_{A-1} = d_{A-1} \cdot \sin \Theta_{A-1} = 408,069 \text{ m}$$

$$\delta y'_{1-2} = d_{1-2} \cdot \sin \Theta_{1-2} = 605,749 \text{ m}$$

$$\delta y'_{2-C} = d_{2-C} \cdot \sin \Theta_{2-C} = 288,465 \text{ m}$$

Se calculează:

$$\sum \delta y'_{A-C} = 1302,283 \text{ m} - V_e$$

$$\Delta Y_{A-C} = 1302,270 \text{ m} - V_J \text{ (din coordonate)}$$

6. Calculul erorii de neînchidere a coordonatelor relative provizorii

Se observă că avem două rânduri de valori:

- o valoare justă (V_J), cunoscută din datele inițiale
- o valoare eronată (V_e), afectată de erorile de măsurare a distanțelor "D_{ij}"

În aceste condiții se poate calcula:

a) eroarea de neînchidere a coordonatelor relative provizorii:

$$e_{\delta x} = V_e - V_J \quad (1.13)$$

$$e_{\delta y} = V_e - V_J$$

$$e_{\delta x} = \sum \delta x'_{A-C} - \Delta X_{A-C} = 0,045 \text{ m}$$

$$e_{\delta y} = \sum \delta y'_{A-C} - \Delta Y_{A-C} = 0,013 \text{ m}$$

b) calculul erorii totale de neînchidere a coordonatelor relative provizorii

$$e_T = \sqrt{e_{\delta x}^2 + e_{\delta y}^2} = 0,047 \text{ m}$$

c) calculul toleranței de neînchidere a coordonatelor:

$$T = 0,0045 \cdot \sqrt{\sum D_{ij}} + \frac{\sum D_{ij}}{1733}, \text{ unde } D_{ij} = \text{lungimea totală a drumuirii} \quad (1.14)$$

Dacă $e_T \leq T$ – OK

$e_T > T$ – se refac măsurătorile

$$T = 0,0045 \cdot \sqrt{1561,730} + \frac{1561,730}{0,901} = 1,079m - \text{OK}$$

d) calculul corecției unitare de neînchidere a coordonatelor relative:

$$q_x = \frac{C_x}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta x}}{\sum D_{ij}} = -0,000029m = -2,9cm / 100m$$

$$q_y = \frac{C_y}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta y}}{\sum D_{ij}} = 0,000008m = 0,8cm / 100m$$

7. Calculul coordonatelor relative definitive

Obs. Aplicarea corecției se face în mod unitar

- pentru X

$$\delta x_{A-1} = \delta x'_{A-1} + q_x \cdot D_{A-1} = 261,953m$$

$$\delta x_{1-2} = \delta x'_{1-2} + q_x \cdot D_{1-2} = -136,846m$$

$$\delta x_{2-C} = \delta x'_{2-C} + q_x \cdot D_{2-C} = -352,918m$$

Se calculează:

$$\sum \delta x_{A-C} = -227,810m \cong \Delta X_{A-C}$$

- pentru Y

$$\delta y_{A-1} = \delta y'_{A-1} + q_y \cdot D_{A-1} = 408,065m$$

$$\delta y_{1-2} = \delta y'_{1-2} + q_y \cdot D_{1-2} = 605,744m$$

$$\delta y_{2-C} = \delta y'_{2-C} + q_y \cdot D_{2-C} = 288,461m$$

Se calculează:

$$\sum \delta y_{A-C} = 1302,270m \cong \Delta Y_{A-C}$$

8. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor de stație

$$X_1 = X_A + \delta X_{A-1} = 423046,023m$$

$$X_2 = X_1 + \delta X_{1-2} = 422909,178m$$

Verificare:

$$X_C = X_2 + \delta X_{2-C} = 422556,260m \cong X_C$$

$$Y_1 = Y_A + \delta Y_{A-1} = 206059,935m$$

$$Y_2 = Y_1 + \delta Y_{1-2} = 206656,679m$$

Verificare:

$$Y_C = Y_2 + \delta Y_{2-C} = 206954,140m \cong Y_C$$

REZOLVARE TABELARĂ:

Pct. St.	Pct. Vizat	ω_i	θ_i	Corecții	θ_i compensate	$D_i[m]$
A	B	-	362.61.38	-	-	-
	1	101.01.47	63.63.85	-0.00.09	63.63.76	484,920
1	A	-	-	-	-	-
	2	250.47.61	111.11.46	-0.00.18	111.11.28	621,010
2	1	-	-	-	-	-
	C	242.23.30	153.37.76	-0.00.28	153.37.49	455,800
C	2	-	-	-	-	-
	D	113.57.68	69.91.44	-0.00.37	69.91.07	-

$\theta'_{C-D} =$	69.91.44
$\theta_{C-D} =$	69.91.07
$e_\theta =$	0.00.37
$c_\theta =$	-0.00.37
$q_\theta =$	-0.00.09
$T_\theta =$	0.03.00

Coord. Relative [m]		Corecții [m]		Coord. Rel. Comp. [m]		Coord. Absolute [m]	
x	y	x	y	x	y	x	y
-	-	-	-	-	-	423571,710	205127,620
261,967	408,069	-0,014	-0,004	261,953	408,065	423046,023	206059,935
-	-	-	-	-	-	422784,070	205651,870
-136,828	605,749	-0,018	-0,005	-136,846	605,744	422909,178	206665,679
-	-	-	-	-	-	-	-
-352,905	288,465	-0,013	-0,004	-352,918	288,461	422556,260	206954,140
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	422887,580	207603,150

$\Sigma \delta_x =$	-227,765			$\Sigma \delta_y =$	1302,283		
$\Delta x_{A-C} =$	-227,810	$\Sigma \delta_x =$	-227,810	$\Delta y_{A-C} =$	1302,270	$\Sigma \delta_y =$	1302,270
$e_x =$	0,045			$e_y =$	0,013		
$c_x =$	-0,045			$c_y =$	-0,013		
$q_x =$	-0,000029			$q_y =$	-0,000008		

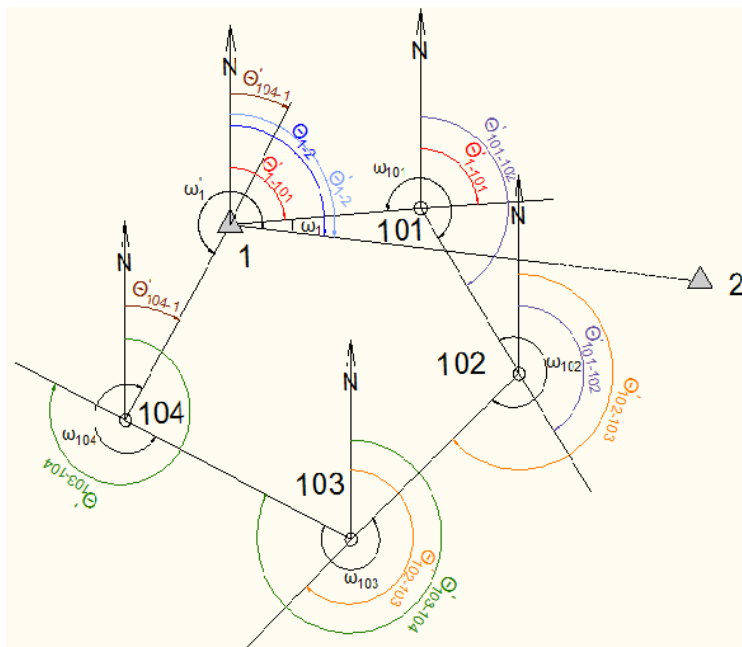
T=	1,079
$\Sigma D_{ij} =$	1561,730
$e_T =$	0,047

Tema aplicației 2: DRUMUIREA SPRIJINITĂ PE PUNCTE DE COORDONATE CUNOSCUTE ȘI LATURI CU ORIENTĂRI CUNOSCUTE

Date cunoscute: coordonatele punctelor de sprijin ale drumuirii

Punct	X [m]	Y [m]
1	475605,84	214763,09
2	475536,53	215363,11

Schița drumuirii:



Măsurători efectuate pe teren:

- **unghiuri orizontale**

ω_1	ω_{101}	ω_{102}	ω_{103}	ω_{104}	ω'_1
12.60.68	269.91.81	287.23.21	277.91.80	302.61.83	271.83.15

- **lungimi înclinate (măsurate direct)**

D_{1-101} [m]	$D_{101-102}$ [m]	$D_{102-103}$ [m]	$D_{103-104}$ [m]	D_{104-1} [m]
245,750	239,910	297,230	324,840	275,670

Se cer: coordonatele rectangulare plane ale punctelor noi **101, 102, 103 și 104**.

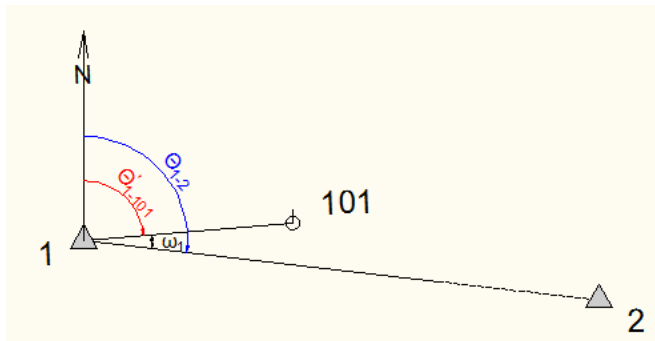
ETAPE DE CALCUL

1. **Calculul orientărilor direcțiilor de sprijin:**

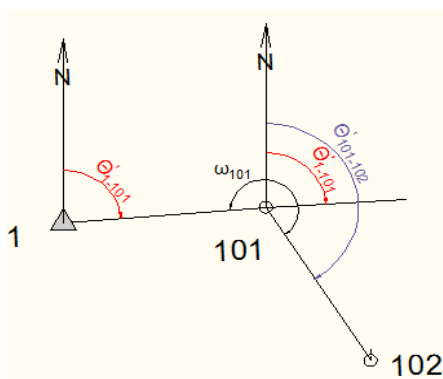
$$\Theta_{1-2} = \arctg (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) = 107.32.13 - V_J$$

V_J = valoarea justă

2. Calculul orientărilor provizorii ale laturilor drumuirii:



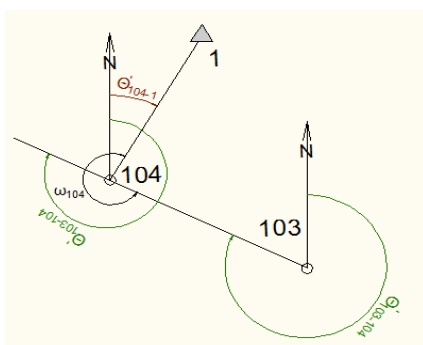
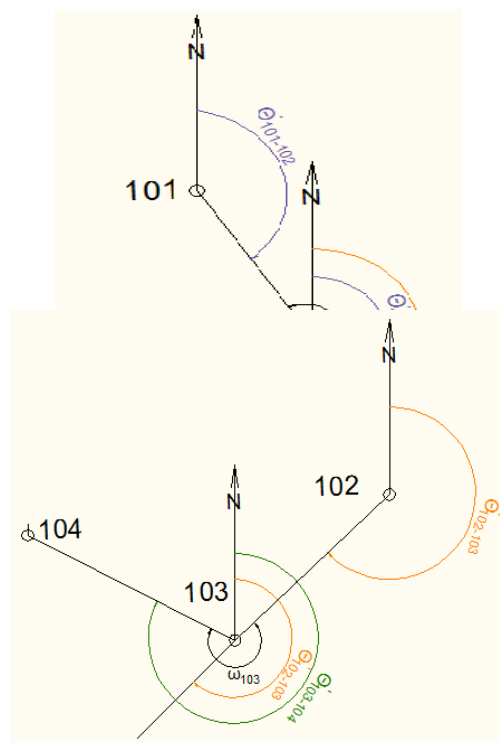
$$\Theta'_{1-101} = \Theta_{1-2} - \omega_{101} = 91.71.45$$



$$\Theta'_{101-102} = \Theta_{1-101} + 200^g + \omega_{101} - 400^g = 161.63.26$$

$$\Theta'_{102-103} = \Theta_{101-102} + 200^g + \omega_{102} - 400^g = 251.89.47$$

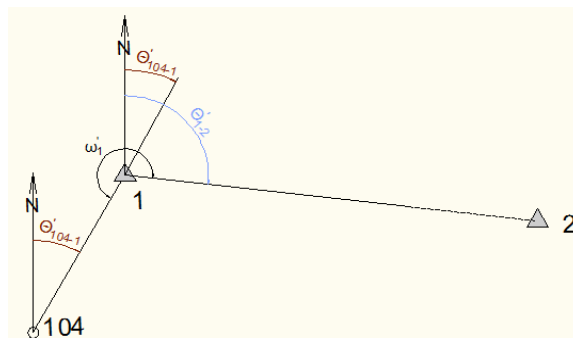
$$\Theta'_{103-104} = \Theta_{102-103} + 200^g + \omega_{103} - 400^g = 329.81.27$$



$$\Theta'_{104-1} = \Theta_{103-104} + 200^g + \omega_{104} - 400^g = 32.50.10$$

$$\Theta'_{1-2} = \Theta_{104-1} + 200^g + \omega_A - 400^g = 107.33.25 - V_e$$

V_e = valoarea eronată



3. Calculul erorii de neînchidere pe orientări:

Se observă că pentru direcția 1-2 avem două valori:

- o valoare justă, calculată din coordonatele punctelor 1 și 2
- o valoare eronată, afectată de erorile de măsurare a unghiurilor "ω_i"

În acest sens se poate calcula:

a) eroarea de neînchidere pe orientări (e_θ):

$$e_{\theta} = V_e - V_j = \Theta'_{1-2} - \Theta_{1-2} \quad (1.15)$$

$$e_{\theta} = 107.33.25 - 107.32.13 = 0.01.12$$

Această eroare trebuie să se încadreze în toleranța admisă, care se determină cu relația:

$$T_{\theta} = \pm 150^{cc} \cdot \sqrt{n}, \text{ unde } n = \text{nr. de stații} \quad (1.16)$$

150^{cc} = aproximația teodolitului

Obs. Dacă $e_{\theta} \leq T_{\theta}$ este OK

$e_{\theta} > T_{\theta}$ se refac măsurătorile

$$T_{\theta} = \pm 150^{cc} \cdot \sqrt{5} = \pm 335^{cc} - \text{OK}$$

b) calculul corecției de neînchidere pe orientare:

$$C_{\theta} = -e_{\theta} \quad (1.17)$$

$$C_{\theta} = -112^{cc}$$

c) calculul corecției unitare:

$$q_{\theta} = C_{\theta} / (n+1) = -e_{\theta} / (n+1), \quad n = \text{număr de stații} \quad (1.18)$$

$$q_{\theta} = -112^{cc} / 6 = -18^{cc},66$$

4. Calculul orientărilor definitive:

Obs. Aplicare corecției unitare se face în mod progresiv.

Corectarea progresivă a orientărilor provizorii se datorează faptului că unghiurile măsurate, afectate de erori, participă în mod progresiv la determinarea acestora.

$$\begin{aligned}
\Theta_{1-101} &= \Theta'_{1-101} + 1 \cdot q_{\Theta} = 91.71.27 \\
\Theta_{101-102} &= \Theta'_{101-102} + 2 \cdot q_{\Theta} = 161.62.89 \\
\Theta_{102-103} &= \Theta'_{102-103} + 3 \cdot q_{\Theta} = 251.88.91 \\
\Theta_{103-104} &= \Theta'_{103-104} + 4 \cdot q_{\Theta} = 329.83.53 \\
\Theta_{104-1} &= \Theta'_{104-1} + 5 \cdot q_{\Theta} = 32.49.17 \\
\Theta_{1-2} &= \Theta'_{1-2} + 6 \cdot q_{\Theta} = 107.32.13 \equiv V_J
\end{aligned}$$

5. Calculul coordonatelor relative provizorii:

Coordonatele relative se determină prin transformarea coordonatelor polare (d_{ij} , Θ_{ij}) în coordonate rectangulare, raportate la punctul de drumuire anterior.

$$\begin{cases} \delta x'_{ij} = d_{ij} \cdot \cos \Theta_{ij} \\ \delta y'_{ij} = d_{ij} \cdot \sin \Theta_{ij} \end{cases} \quad \text{unde } d_{ij} \equiv D_{ij} \quad (1.19)$$

- pentru X

$$\begin{aligned}
\delta x'_{1-101} &= d_{1-101} \cdot \cos \Theta_{1-101} = 20,387m \\
\delta x'_{101-102} &= d_{101-102} \cdot \cos \Theta_{101-102} = -203,823m \\
\delta x'_{102-103} &= d_{102-103} \cdot \cos \Theta_{102-103} = -203,845m \\
\delta x'_{103-104} &= d_{103-104} \cdot \cos \Theta_{103-104} = 146,725m \\
\delta x'_{104-1} &= d_{104-1} \cdot \cos \Theta_{104-1} = 240,539m
\end{aligned}$$

Se calculează:

$$\sum \delta x'_{1-1} = -0,017m - V_e$$

- pentru Y

$$\begin{aligned}
\delta y'_{1-101} &= d_{1-101} \cdot \sin \Theta_{1-101} = 244,903m \\
\delta y'_{101-102} &= d_{101-102} \cdot \sin \Theta_{101-102} = 126,543m \\
\delta y'_{102-103} &= d_{102-103} \cdot \sin \Theta_{102-103} = -216,317m \\
\delta y'_{103-104} &= d_{103-104} \cdot \sin \Theta_{103-104} = -289,815m \\
\delta y'_{104-1} &= d_{104-1} \cdot \sin \Theta_{104-1} = 134,667m
\end{aligned}$$

Se calculează:

$$\sum \delta y'_{1-1} = -0,019m - V_e$$

6. Calculul erorii de neînchidere a coordonatelor relative provizorii:

a) **eroarea de neînchidere a coordonatelor relative provizorii:**

$$\begin{aligned}
e_{\delta x} &= \sum \delta x'_{1-1} - 0 = -0,017m \\
e_{\delta y} &= \sum \delta y'_{1-1} - 0 = -0,019m
\end{aligned}$$

b) **calculul erorii totale de neînchidere a coordonatelor relative provizorii:**

$$e_T = \pm \sqrt{e_{\delta x}^2 + e_{\delta y}^2} = \pm 0,026m$$

c) **calculul toleranței de neînchidere a coordonatelor:**

$$T = \pm 0,0045 \cdot \sqrt{\sum D_{ij}} + \frac{\sum D_{ij}}{1733}, \text{ unde } D_{ij} = \text{lungimea totală a drumuirii} \quad (1.20)$$

Dacă $e_T \leq T$ - **OK**
 $e_T > T$ - **se refac măsurătorile**

$$T = \pm 0,0045 \cdot \sqrt{1383,40} + \frac{1383,40}{1733} = \pm 0,966m - \text{OK}$$

d) **calculul corecției unitare de neînchidere a coordonatelor relative:**

$$q_x = \frac{C_x}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta x}}{\sum D_{ij}} = 0,00001260m$$

$$q_y = \frac{C_y}{\sum D_{ij}} = \frac{-e_{\delta y}}{\sum D_{ij}} = 0,00001388m$$

7. Calculul coordonatelor relative definitive

- pentru X

$$\delta x_{1-101} = \delta x'_{1-101} + q_x \cdot D_{1-101} = 20,390m$$

$$\delta x_{101-102} = \delta x'_{101-102} + q_x \cdot D_{101-102} = -203,820m$$

$$\delta x_{102-103} = \delta x'_{102-103} + q_x \cdot D_{102-103} = -203,841m$$

$$\delta x_{103-104} = \delta x'_{103-104} + q_x \cdot D_{103-104} = 146,729m$$

$$\delta x_{104-1} = \delta x'_{104-1} + q_x \cdot D_{104-1} = 240,542m$$

Se calculează:

$$\sum \delta x_{1-1} = 0m$$

- pentru Y

$$\delta y_{1-101} = \delta y'_{1-101} + q_y \cdot D_{1-101} = 244,906m$$

$$\delta y_{101-102} = \delta y'_{101-102} + q_y \cdot D_{101-102} = 126,546m$$

$$\delta y_{102-103} = \delta y'_{102-103} + q_y \cdot D_{102-103} = -216,313m$$

$$\delta y_{103-104} = \delta y'_{103-104} + q_y \cdot D_{103-104} = -289,811m$$

$$\delta y_{104-1} = \delta y'_{104-1} + q_y \cdot D_{104-1} = 134,671m$$

Se calculează:

$$\sum \delta y_{1-1} = 0m$$

8. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor de stație

$$X_{101}=X_1+\delta X_{1-101}=475626,230\text{ m}$$

$$X_{102}=X_{101}+\delta X_{101-102}=475422,410\text{ m}$$

$$X_{103}=X_{102}+\delta X_{102-103}=475218,569\text{ m}$$

$$X_{104}=X_{103}+\delta X_{103-104}=475365,298\text{ m}$$

Verificare: $X_1=X_{104}+\delta X_{104-1}=475605,840\text{ m} \cong X_1$

$$Y_{101}=Y_1+\delta Y_{1-101}=215007,996\text{ m}$$

$$Y_{102}=Y_{101}+\delta Y_{101-102}=215134,543\text{ m}$$

$$Y_{103}=Y_{102}+\delta Y_{102-103}=214918,230\text{ m}$$

$$Y_{104}=Y_{103}+\delta Y_{103-104}=214628,419\text{ m}$$

Verificare: $Y_1=Y_{104}+\delta Y_{104-1}=214763,090\text{ m} \cong Y_1$

REZOLVARE TABELARĂ:

Pct. St.	Pct. vizat	ω_i	θ_i	θ_i compensate	$D_i[m]$
1	2	-	107.32.13	-	-
	101	12.60.68	91.71.45	91.71.27	245,750
101	1	-	-	-	-
	102	269.91.81	161.63.26	161.62.89	239,910
102	101	-	-	-	-
	103	287.23.21	251.89.47	251.88.91	297,230
103	102	-	-	-	-
	104	277.91.80	329.81.27	329.83.53	324,840
104	103	-	-	-	-
	1	302.61.83	32.50.10	32.49.17	275,670
1'	104	-	-	-	-
	2	271.83.15	107.33.25	107.32.13	~
Coord. Relative [m]		Coord. Rel. Comp. [m]		Coord. Absolute [m]	
x	y	x	y	x	y
-	-	-	-	475536,530	215363,110
20,387	244,903	20,390	244,906	475626,230	215007,996
-	-	-	-	475605,840	214763,090
-203,823	126,543	-203,820	126,546	475422,410	215134,543
-	-	-	-	-	-
-203,845	-216,317	-203,841	-216,313	475218,569	214918,230
-	-	-	-	-	-
146,725	-289,815	146,729	-289,811	475365,298	214628,419
-	-	-	-	-	-
240,539	134,667	240,542	134,671	475605,840	214763,090
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

$\Sigma\delta_x=$	-0,017			$\Sigma\delta_y=$	-0,019		
$\Delta x_{A-C}=$	0,000	$\Sigma\delta_x=$	0,000	$\Delta y_{A-C}=$	0,000	$\Sigma\delta_y=$	0,000
$e_x=$	-0,017			$e_y=$	-0,019		
$c_x=$	0,017			$c_y=$	0,019		
$q_x=$	0,00001260			$q_y=$	0,00013880		

$e_\theta=$	0.01.12
$c_\theta=$	-0.01.12
$q_\theta=$	-0.00.19
$T_\theta=$	0.03.35

MODEL DE CALCUL 4: NIVELMENTUL GEOMETRIC

Nivelmentul geometric sau direct este o metodă de determinare a diferențelor de nivel, ce se bazează pe principiul vizelor orizontale, funcție de care se calculează cotele punctelor de pe suprafața terestră.

Temă aplicația 1: DRUMUIREA DE NIVELMENT GEOMETRIC

Drumuirea de nivelment geometric se utilizează pentru a îndesi o rețea de sprijin altimetrică sau pentru a realiza o rețea de sprijin – în cazul lipsei acestora - și se utilizează – în același timp - și la ridicarea altimetrică a punctelor de detaliu.

Clasificarea drumurilor de nivelment geometric:

✓ **Drumuri sprijinite la capete pe puncte de cote cunoscute:** când există o rețea de sprijin în apropiere, drumuirea pornind întotdeauna de la un punct de cotă cunoscută și închizându-se pe un alt punct de cotă cunoscută

✓ **Drumuri închise pe punctul de plecare:** care sunt folosite în situațiile când nu există rețea de sprijin

✓ **Drumuri suspendate:** care sunt sprijinite numai la un capăt, cu o lungime mică și care se utilizează foarte rar, deoarece nu este posibilă efectuarea unui control al determinării cotelor.

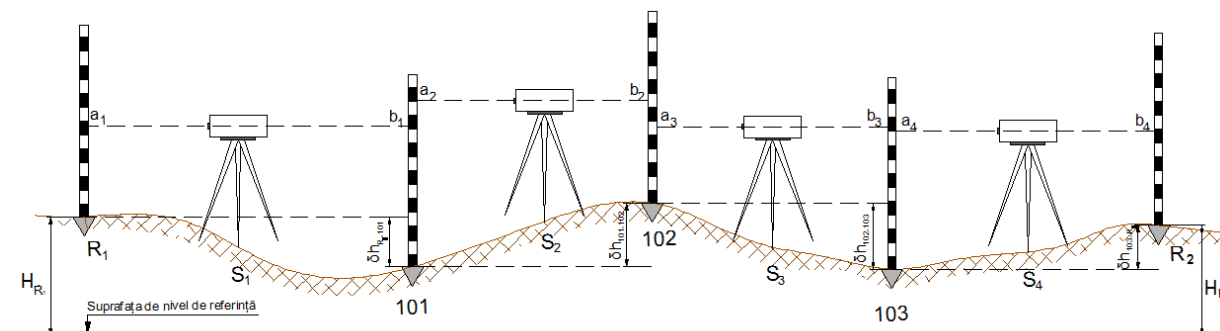
Date cunoscut:

Pct. de stație	Pct. de drumuire	C _S [m]	C _m [m]	C _j [m]
S ₁	R ₁	1,970	1,524	1,078
	101	1,622	1,202	0,782
S ₂	101	2,146	1,836	1,526
	102	1,429	1,042	0,655
S ₃	102	1,963	1,493	1,023
	103	1,249	0,728	0,207
S ₄	103	1,593	1,310	1,027
	R ₂	2,340	1,983	1,626

$$H_{R1}=122,282\text{m}$$

$$H_{R2} = 123,518 \text{ m}$$

Schița drumuirii:



Să se determine cotele punctelor **101**, **102** și **103**.

ETAPE DE CALCUL

1. Calculul diferențelor de nivel provizorii:

$$\Delta h'_{R_1-101} = C_{m_{R_1}} - C_{m_{101}} = 1,524 - 1,202 = 0,322m$$

$$\Delta h'_{101-102} = C_{m_{101}} - C_{m_{102}} = 1,836 - 1,042 = 0,794m$$

$$\Delta h'_{102-103} = C_{m_{102}} - C_{m_{103}} = 1,493 - 0,728 = 0,765m$$

$$\Delta h'_{103-R_2} = C_{m_{103}} - C_{m_{R_2}} = 1,310 - 1,983 = -0,673m$$

Controlul foi de nivelment:

$$\sum \Delta h_{a_i} = C_{m_{R_1}} + C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} = 6,163m$$

$$\sum \Delta h_{b_i} = C_{m_{R_2}} + C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} = 4,955m$$

$$\sum \Delta h_{a_i} - \sum \Delta h_{b_i} = 1,208m \leftarrow V_e$$

2. Calculul erorii de neînchidere:

$$\Delta H_{R_1-R_2} = H_{R_2} - H_{R_1} = 1,236m \leftarrow V_j$$

$$e_{\Delta h} = V_e - V_j = 1,208 - 1,236 = -0,028m = -28mm$$

$$T = \pm 20 \cdot \sqrt{L_{km}} = \pm 20 \cdot \sqrt{0,6388} = \pm 15,985mm$$

$$L_{km} = D_{R_1-101} + D_{101-102} + D_{102-103} + D_{103-R_2} = 0,6388km$$

$$D_1 = (C_{s_{R_1}} - C_{j_{R_1}}) \cdot 100 + (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 = 89,2 + 84,0 = 173,20m$$

$$D_2 = (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 + (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 = 62,0 + 77,4 = 139,40m$$

$$D_3 = (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 + (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 = 94,0 + 104,20 = 198,20m$$

$$D_4 = (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 + (C_{s_{R_2}} - C_{j_{R_2}}) \cdot 100 = 56,60 + 71,40 = 128,00m$$

3. Calculul corecției:

$$q_{\Delta h_1} = \frac{-e_{\Delta h}}{L_m} = \frac{0,028}{638,80} = 0,000043822m$$

sau

$$q_{\Delta h_2} = \frac{-e_{\Delta h}}{n} = \frac{28}{4} = 7mm$$

1. Calculul diferentelor de nivel definitive:

$$\Delta h_{R_1-101} = \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_1} \cdot D_1 = 0,330m$$

$$\Delta h_{101-102} = \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_1} \cdot D_2 = 0,800m$$

$$\Delta h_{102-103} = \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_1} \cdot D_3 = 0,774m$$

$$\Delta h_{103-R_2} = \Delta h'_{103-R_2} + q_{\Delta h_1} \cdot D_4 = -0,667m$$

$$\sum \Delta h_{R_1-R_2} = 1,235m \cong \Delta H_{R_1-R_2} = 1,236m$$

sau:

$$\Delta h_{R_1-101} = \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_2} = 0,329m$$

$$\Delta h_{101-102} = \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_2} = 0,801m$$

$$\Delta h_{102-103} = \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_2} = 0,772m$$

$$\Delta h_{103-R_2} = \Delta h'_{103-R_2} + q_{\Delta h_2} = -0,666m$$

$$\sum \Delta h_{R_1-R_2} = 1,236m$$

1. Calculul cotelor punctelor de drumuire:

$$H_{101} = H_{R_1} + \Delta h_{R_1-101} = 122,612m$$

$$H_{102} = H_{101} + \Delta h_{101-102} = 123,412m$$

$$H_{103} = H_{102} + \Delta h_{102-103} = 124,185m$$

Verificare:

$$H_{R_2} = H_{103} + \Delta h_{103-R_2} = 123,518m$$

REZOLVARE TABELARĂ:

Punct de stație	Punct vizat	Citiri pe mire		Medii		Diferențe de nivel δh (m)	Cote absolute H (m)
		Înapoi (m)	Înainte (m)	Înapoi (m)	Înainte (m)	Calculate	
						Corecție	
						Compensate	
S ₁	R ₁	1,078	-	1,524	-	0,322	122,282
		1,524	-				
		1,970	-				
	101	-	0,782	-	1,202	0,008	122,612
		-	1,202				
		-	1,622			0,330	
S ₂	101	1,526	-	1,836	-	0,794	122,612
		1,836	-				
		2,146	-				
	102	-	0,655	-	1,042	0,006	123,412
		-	1,042				
		-	1,429			0,800	
S ₃	102	1,023	-	1,493	-	0,765	123,412
		1,493	-				
		1,963	-				
	103	-	0,207	-	0,728	0,009	124,185
		-	0,728				
		-	1,249			0,774	
S ₄	103	1,027	-	1,310	-	-0,673	124,185
		1,310	-				
		1,593	-				
	R ₂	-	1,626	-	1,983	0,006	123,518
		-	1,983				
		-	2,340			-0,667	

$\Sigma \Delta a_i =$	6,163
$\Sigma \Delta b_i =$	4,955
$\Sigma \Delta a_i - \Sigma \Delta b_i =$	1,208

$\Delta H_{R1} - H_{R2} =$	1,236
$e_{\Delta h} =$	-0,028
$T =$	15,985
$L_{km} =$	0,6388
$D_1 =$	173,200
$D_2 =$	139,400
$D_3 =$	198,200
$D_4 =$	128,000
$c_{\Delta h} =$	0,028
$q_{\Delta h} =$	0,000043832

sau

$q_{\Delta h} =$	0,007
------------------	-------

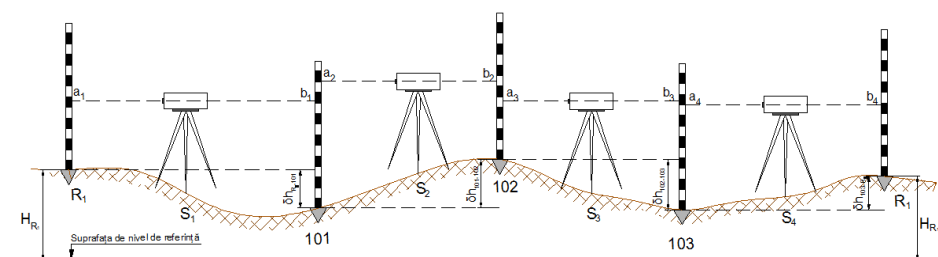
Temă aplicația 2: DRUMUIREA DE NIVELMENT GEOMETRIC ÎNCHISĂ PE PUNCTUL DE PLECARE

Date cunoscute:

Pct. de stație	Pct. de drumuire	C _j [m]	C _m [m]	C _s [m]
S ₁	R ₁	1,525	1,544	1,563
	101	1,476	1,500	1,524
S ₂	101	1,423	1,495	1,567
	102	1,452	1,475	1,498
S ₃	102	1,432	1,450	1,468
	103	1,591	1,618	1,645
S ₄	103	1,583	1,616	1,649
	R ₁	1,602	1,656	1,710

$$H_{R_1} = 175,253\text{m}$$

Schița drumuirii:



Să se determine cotele punctelor **101**, **102** și **103**.

ETAPE DE CALCUL

1. Calculul diferențelor de nivel provizorii:

$$\Delta h'_{R_1-101} = C_{m_{R_1}} - C_{m_{101}} = 0,044\text{m}$$

$$\Delta h'_{101-102} = C_{m_{101}} - C_{m_{102}} = 0,020\text{m}$$

$$\Delta h'_{102-103} = C_{m_{102}} - C_{m_{103}} = -0,168\text{m}$$

$$\Delta h'_{103-R_1} = C_{m_{103}} - C_{m_{R_1}} = -0,040\text{m}$$

Controlul foi de nivelment:

$$\sum \Delta h_{a_i} = C_{m_{R_1}} + C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} = 6,105m$$

$$\sum \Delta h_{b_i} = C_{m_{R_2}} + C_{m_{101}} + C_{m_{102}} + C_{m_{103}} = 6,249m$$

$$\sum \Delta h'_{ij} = 0,027 + 0,149 + 0,130 + (-0,310) = -0,144m$$

$$\sum \Delta h_{a_i} - \sum \Delta h_{b_i} = \sum \Delta h'_{ij}$$

2. Calculul erorii de neînchidere:

$$e_{\Delta h} = \sum \Delta h'_{ij} = -0,144m = -144mm$$

$$\sum D_{ij} = D_{R_1-101} + D_{101-102} + D_{102-103} + D_{103-R_1} = 54,000m$$

$$D_1 = (C_{s_{R_1}} - C_{j_{R_1}}) \cdot 100 + (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 = 8,600m$$

$$D_2 = (C_{s_{101}} - C_{j_{101}}) \cdot 100 + (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 = 19,000m$$

$$D_3 = (C_{s_{102}} - C_{j_{102}}) \cdot 100 + (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 = 9,000m$$

$$D_4 = (C_{s_{103}} - C_{j_{103}}) \cdot 100 + (C_{s_{R_1}} - C_{j_{R_1}}) \cdot 100 = 17,400m$$

3. Calculul corecției:

$$q_{\Delta h_1} = \frac{-e_{\Delta h}}{\sum D_{ij}} = \frac{0,144}{0,054} = 0,002666667m \cong 0,0027m$$

sau :

$$q_{\Delta h_2} = \frac{-e_{\Delta h}}{n} = \frac{0,144}{4} = 0,036mm$$

4. Calculul diferențelor de nivel definitive:

$$\Delta h_{R_1-101} = \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_1} \cdot D_1 = 0,067m$$

$$\Delta h_{101-102} = \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_1} \cdot D_2 = 0,071m$$

$$\Delta h_{102-103} = \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_1} \cdot D_3 = -0,144m$$

$$\Delta h_{103-R_1} = \Delta h'_{103-R_1} + q_{\Delta h_1} \cdot D_4 = 0,006m$$

$$\sum \Delta h_{R_1-R_1} = 0,000m$$

sau:

$$\Delta h_{R_1-101} = \Delta h'_{R_1-101} + q_{\Delta h_2} = 0,080m$$

$$\Delta h_{101-102} = \Delta h'_{101-102} + q_{\Delta h_2} = 0,056m$$

$$\Delta h_{102-103} = \Delta h'_{102-103} + q_{\Delta h_2} = -0,132m$$

$$\Delta h_{103-R_1} = \Delta h'_{103-R_1} + q_{\Delta h_2} = -0,004m$$

$$\sum \Delta h_{R_1-R_1} = 0,000m$$

1. Calculul cotelor punctelor de drumuire:

$$H_{101} = H_{R_1} + \Delta h_{R_1-101} = 175,333m$$

$$H_{102} = H_{101} + \Delta h_{101-102} = 175,389m$$

$$H_{103} = H_{102} + \Delta h_{102-103} = 175,257m$$

Verificare:

$$H_{R_1} = H_{103} + \Delta h_{103-R_1} = 175,253m$$

REZOLVARE TABELARĂ:

Punct de Stație	Punct vizat	Citiri pe mire		Medii		Diferențe de nivel	Cote absolute H (m)
		Înapoi (m)	Înainte (m)	Înapoi (m)	Înainte (m)	δh (m)	
						Calculate	
						Corecție	
						Compensate	
S ₁	R ₁	1,525	-	1,544	-	0,044	175,253
		1,544	-				
		1,563	-				
	101	-	1,476	-	1,500	0,023	175,320
		-	1,500				
		-	1,524			0,067	
S ₂	101	1,423	-	1,495	-	0,020	175,320
		1,495	-				
		1,567	-				
	102	-	1,452	-	1,475	0,051	175,391
		-	1,475				
		-	1,498			0,071	
S ₃	102	1,432	-	1,450	-	-0,168	175,391
		1,450	-				
		1,468	-				
	103	-	1,591	-	1,618	0,024	175,247
		-	1,618				
		-	1,645			-0,144	
S ₄	103	1,583	-	1,616	-	-0,040	175,247
		1,616	-				
		1,649	-				
	R ₁	-	1,602	-	1,656	0,046	175,253
		-	1,656				
		-	1,710			0,006	

$\Sigma\Delta_{ai}=$	6,105
$\Sigma\Delta_{bi}=$	6,249
$\Sigma\Delta_{ai}-\Sigma\Delta_{bi}=$	-0,144

$\Delta H_{R1-R2}=$	0,000
$e_{Ah}=$	-0,144
$L_{km}=$	0,0540
$D_1=$	8,600
$D_2=$	19,000
$D_3=$	9,000
$D_4=$	17,400
$c_{Ah}=$	0,144
$q_{Ah}=$	0,002666667

sau

$q_{Ah}=$	0,036
-----------	-------

AUTOMATIZAREA LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE

TopoSys - programul de calcule topo-geodezice, este un soft de specialitate cu funcționalitate mărită, care oferă metodele consacrate de calcul și compensare în mediu Windows, la care se adaugă posibilități de administrare a datelor grafice și alfanumerice mai eficiente, în baze de date MS-Access.

Administrarea datelor va fi structurată astfel:

- Structura de date Proiect/Lucrări/Date standard vizibilă pe tot timpul prelucrării;
- Posibilitatea deschiderii mai multor proiecte și lucrări simultan;
- Fereastra grafică separată poziționabilă și dimensionabilă;
- Funcții de import direct din 7 tipuri de stații totale;
- Funcție de descărcare date brute prin portul serial;
- Editare date pentru modificări sau introducere manual;
- Sistem de coordonate N-E sau E-N;
- Unități unghiulare Sexagesimale sau Centesimale;
- Distanțe măsurate de tip înclinate, orizontale, stadimetrice sau GPS;
- Reducerea distanțelor la orizont, la nivelul mării sau pe planul proiecției;
- Acceptarea codurilor de puncte date pe teren sau la prelucrare;

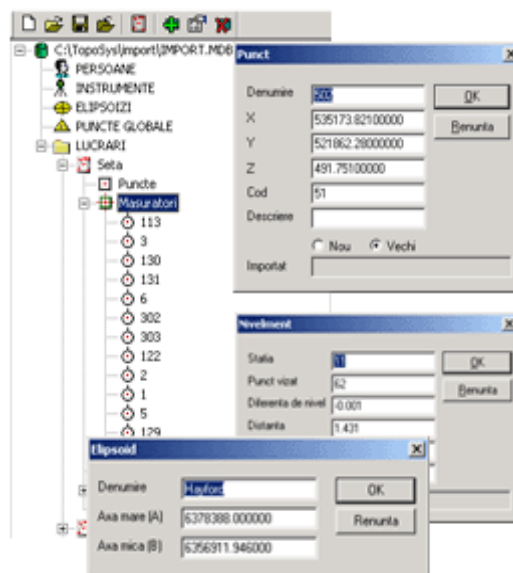


Figura 1.1 Structura de date standard vizibilă pe tot timpul prelucrării

Fereastra grafică multifuncțională:

- Posibilitate de afișare cu simboluri a direcțiilor și distanțelor măsurate, a numărului de punct și al elipselor de eroare;
- Funcții de mărire/micșorare, deplasare, activare coduri, limite, setare parametrii de afișare;
- Editarea datelor prin selectare în fereastra grafică;

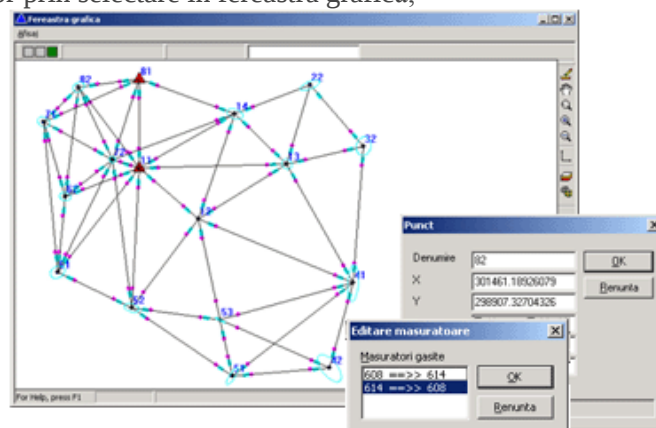


Figura 1.2 Afișare cu simboluri a direcțiilor și distanțelor măsurate

Calculul topografic multiple:

- Calculul coordonatelor aproximative cu metode binecunoscute: intersecție înainte, intersecție înapoi, drumuire, radiere;
- Afișarea modulelor stațiilor;
- Calculul cotelor și diferențelor de nivel din datele de nivelment trigonometric;
- Posibilitatea organizării datelor de nivelment pe linii de nivelment;
- Transformări de coordonate plane, spațiale, transcalcul de coordonate Stereo 70, Gauss-Krüger, UTM, și în sisteme de coordonate geografice, geocentrice, topocentrice.

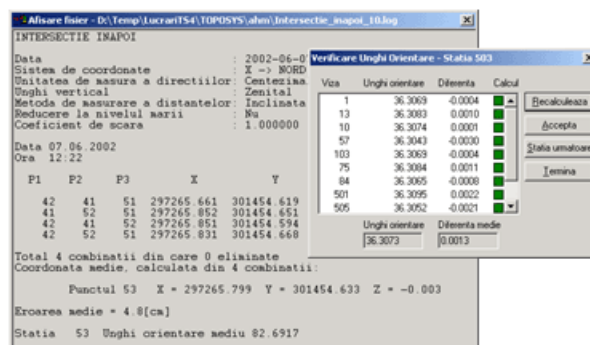


Figura 1.3 Exemplu de calculul a coordonatelor aproximative

Compensarea datelor și depistarea erorilor prin metode statistice:

- Depistarea erorilor grosolane prin compensarea robustă;
- Compensare rețelelor planimetrice sau de nivelment prin Metoda Celor Mai Mici pătrate ca: rețele libere, rețele constrânse, rețele cu coordonate măsurate
- Metode de ponderare: în funcție de distanțe, normalizată, unitară;
- Generarea și afișarea elipselor de eroare;
- Generarea rapoartelor de calcul și compensare, salvarea acestora în ordine cronologică după fiecare calcul;
- Generarea schițelor de rețele cu posibilitatea afișării atributelor măsurătorilor, în fereastra grafică;
- Export de coordonate, cote, măsurători sau date de nivelment în format ASCII.

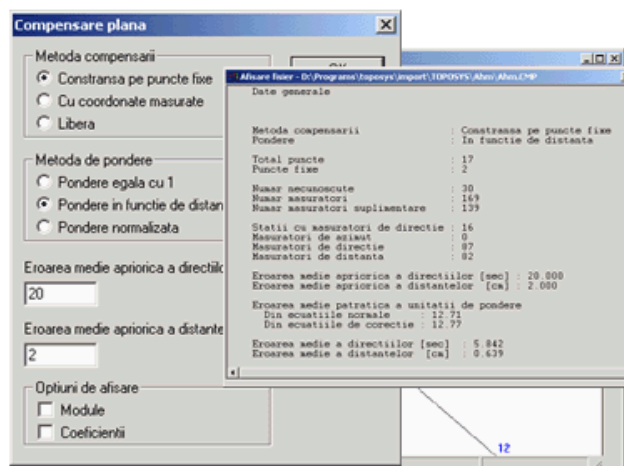


Figura 1.4 Depistarea erorilor grosolane prin compensarea robustă

MODEL DE CALCUL : COMPENSAREA MĂSURĂTORILOR ÎNTR-O DRUMUIRE PLANIMETRICĂ SPRIJINITĂ LA CAPETE; CREAREA MODELULUI DIGITAL AL TERENULUI ȘI REALIZAREA PROFILELOR LONGITUDINALE

Pentru compensarea măsurătorilor într-o drumuire planimetrică sprijinită la capete se folosește programul Toposys.

ETAPE DE CALCUL

1) În vederea compensării s-au descărcat detaliile măsurate din aparat, iar fișierul conținând punctele fixe ale drumuirii ce urmează a fi compensată a fost modificat pentru a fi recunoscut de programul Toposys.

masuratoare - Notepad					
File	Edit	Format	View	Help	
1000	1.625				
2000		27.446	100.2261	0.0004	1.465 ---
1		10.079	100.7582	349.0017	1.465 31
2		7.224	100.8573	254.7953	1.465 13
3		23.269	100.4028	221.0537	1.465 13
4		23.270	100.4041	221.0553	1.465 31
5		23.295	99.1380	222.9903	1.465 31
6		19.657	100.4321	216.3242	1.465 4
7		17.507	100.3635	200.9983	1.465 4
8		26.287	97.7943	354.2849	1.465 8
9		26.309	98.6102	351.8742	1.465 31
10		38.087	98.7009	353.3662	1.465 8
11		43.482	99.0596	353.0266	1.465 8
9999	0 0 0 0				
2000	1.625				
1000		27.445	100.5325	200.0030	1.465 1
3000		26.837	99.8401	336.0290	1.465 1
15		10.121	97.4759	295.2666	1.465 8
16		12.974	90.4740	310.1732	1.465 8
17		12.270	90.0247	316.1934	1.465 8
18		5.329	103.0729	306.3396	1.465 13
19		13.205	101.1815	365.2432	1.465 31
20		13.906	99.8237	361.6932	1.465 9
21		34.339	100.5777	390.1624	1.465 13
22		54.824	100.1509	391.9255	1.465 31
23		49.604	100.2846	394.5405	1.465 4
24		45.965	100.3252	0.3389	1.465 4
9999	0 0 0 0				
3000	1.625				
2000		26.836	100.0763	136.0298	1.465 1
4000		28.142	100.1401	371.5844	1.465 1
40		12.895	100.1290	280.6205	1.465 31
41		9.064	96.2419	233.4159	1.465 9
42		11.721	99.1602	204.9550	1.465 9
43		10.068	105.8624	194.7415	1.465 8
44		12.283	101.1742	185.9617	1.465 8
45		10.558	97.1629	150.9231	1.465 8
46		5.813	102.4001	73.6502	1.465 9
47		9.271	99.7541	66.2532	1.465 9
48		9.618	98.7452	53.2237	1.465 31
9999	0 0 0 0				
4000	1.625				
3000		28.142	99.9725	171.5876	1.465 1
5000		86.101	99.5845	354.7372	1.465 1
70		55.365	98.0071	332.7277	1.465 31
71		18.936	100.4465	256.5366	1.465 31
72		38.336	99.6012	248.8544	1.465 31
73		14.945	100.2425	365.5724	1.465 31
74		3.758	102.5908	114.4119	1.465 31
9999	0 0 0 0				
5000	1.625				
4000		86.095	100.6541	154.7392	1.465 1
100		19.957	104.6798	235.0050	1.465 31

Caiet de teren cu măsurătorile efectuate

Pentru a se efectua compensarea în Toposys se va proceda astfel: se deschide programul Toposys și se întocmește un proiect nou urmând următoarea cale: din bara de meniuri se selectează Proiect – Proiect Nou (figura 1.5).

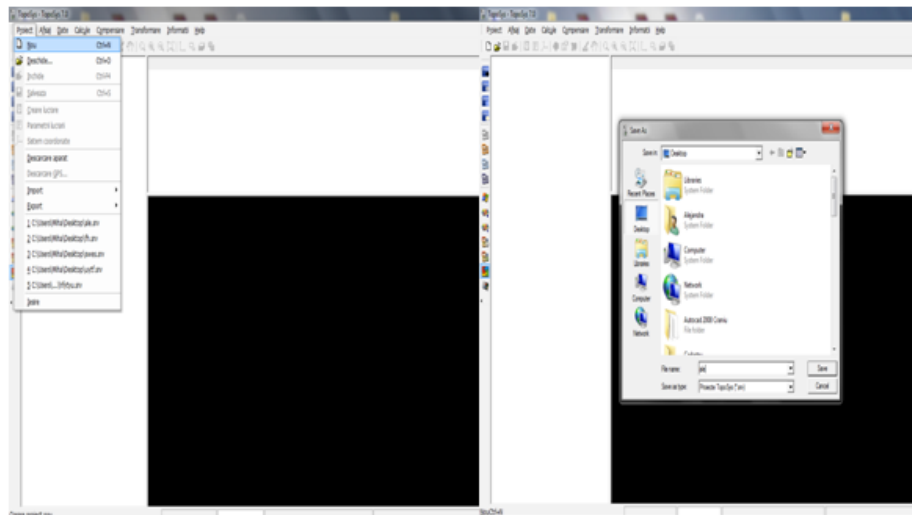


Figura 1.5 Întocmirea unui proiect nou în programul Toposys

2) Apoi se continuă cu realizarea unei lucrări noi.

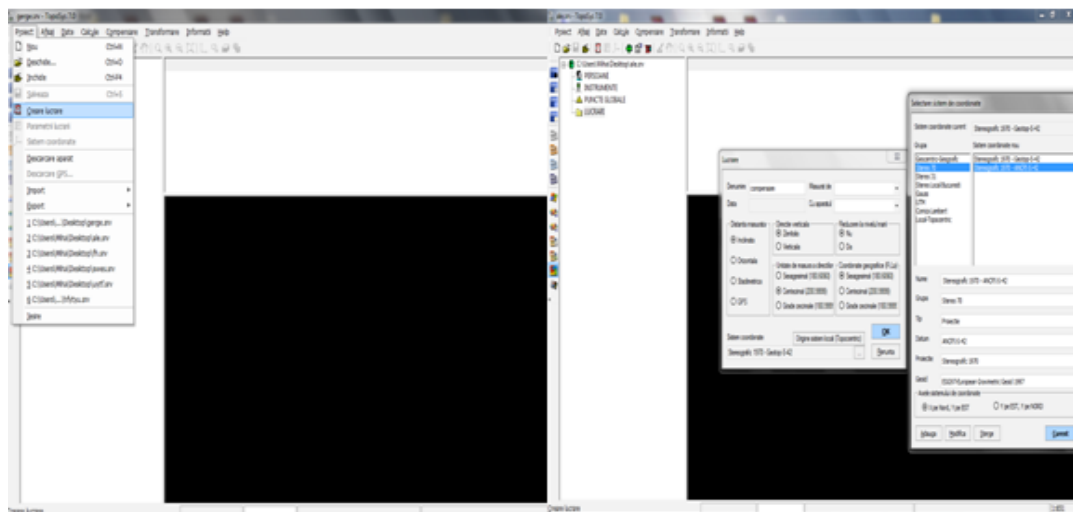


Figura 1.6 Stabilirea parametrilor

Se stabilesc următorii parametri:

- axa X trebuie să fie orientată pe nord
- unitatea de măsură a direcțiilor – centezimală
- direcția verticală – zenitală
- sistemul de coordonate – Stereo 70' pe elipsoid Krasovski

Distanța măsurată poate fi setată ca fiind: înclinată, orizontală, stadimetrică sau GPS. În cazul modelului de calcul exemplificat distanța măsurată este înclinată.

Datele planimetrice (cotele punctelor) nu sunt reduse la nivelul mării deoarece se lucrează în sistem local, iar coeficientul de scară va fi setat pe 1.

3) Următorul pas îl constituie adăugarea punctelor fixe (de sprijin) ale drumirii urmând pașii:

Proiect – Import – Import ASCII – Puncte

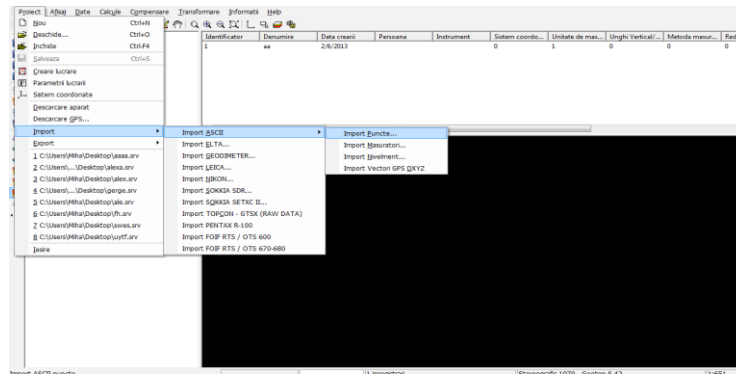


Figura 1.7 Adăugarea punctelor de sprijin ale drumurii

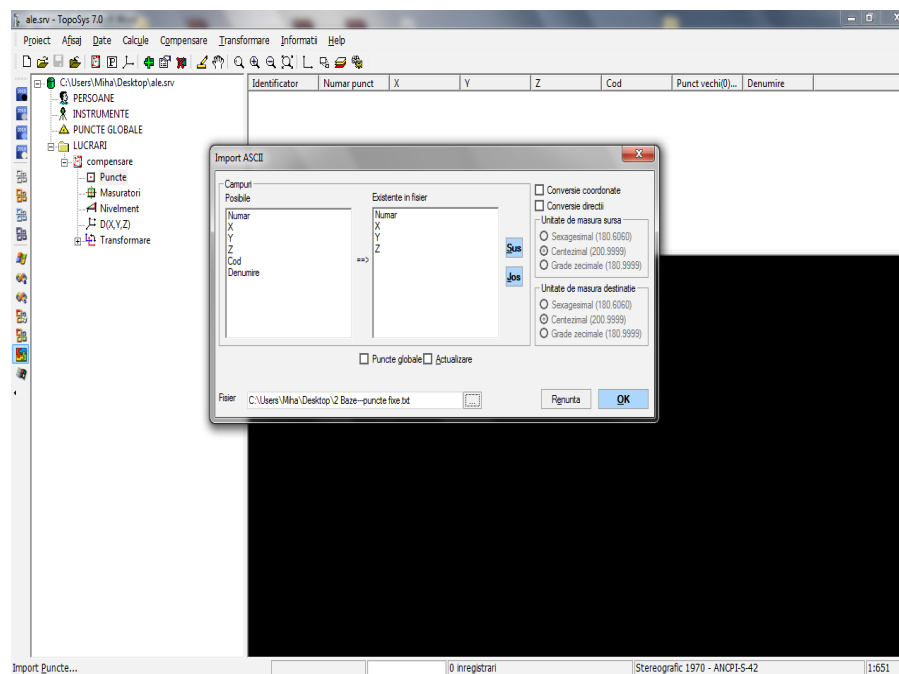


Figura 1.8 Adăugarea coordonatelor punctelor de sprijin ale drumurii

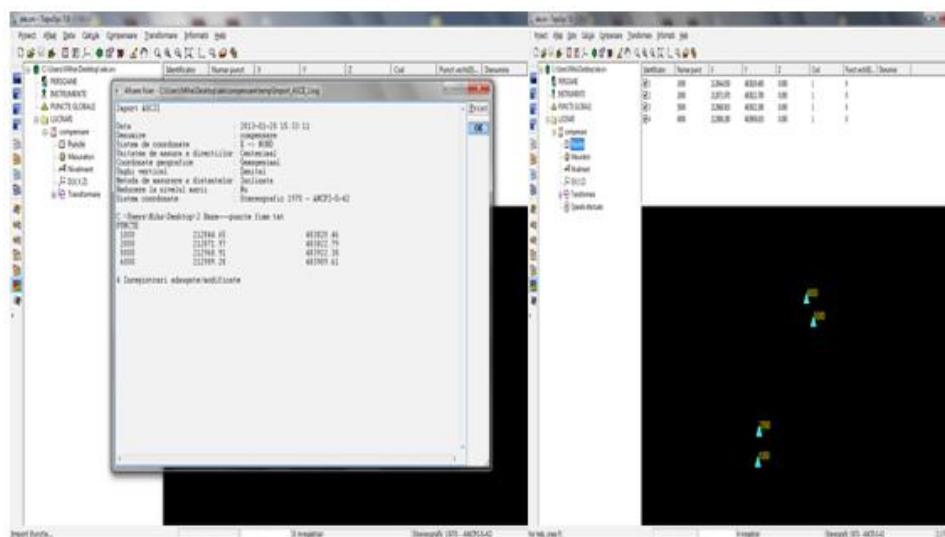


Figura 1.9 Înregistrările legate de punctele de sprijin ale drumurii

Programul Toposys va afișa coordonatele punctelor fixe în Stereo '70 și poziția acestora care poate fi vizualizată pe spațiul de lucru (ecranul calculatorului).

4) Următorul pas este de a încărca măsurătorile. Acest lucru se realizează astfel:

- Proiect – Import- Import ASCII – Măsurători

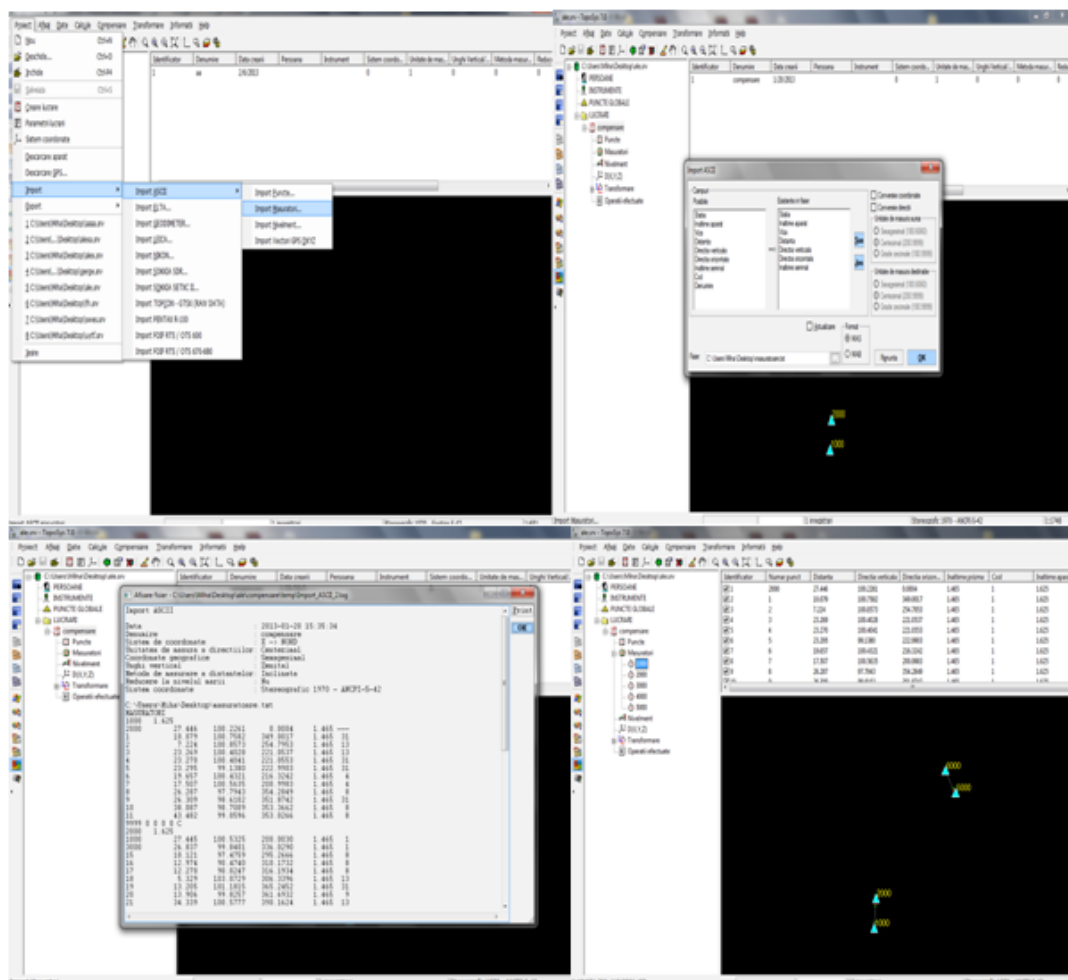


Figura 1.10 Încărcarea datelor măsurate

De asemenea Programul Toposys va afișa vizele duble dintre punctele fixe

5) Se calculează drumuirea urmând următoarea cale:

- Calcule – Drumuire;
- Toposys va solicita să se specifice prima stație, ultima stație și una intermediară;

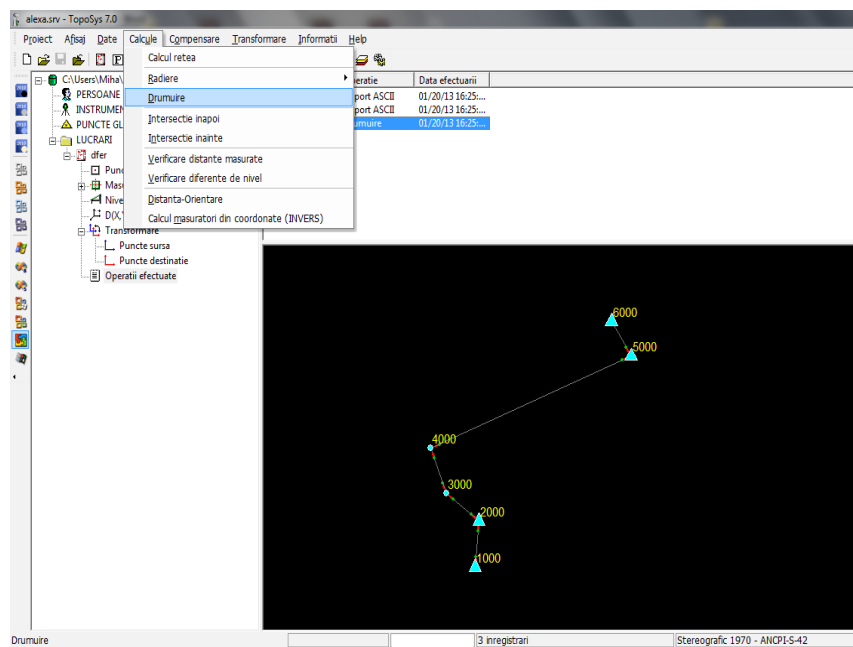


Figura 1.11 Drumuirea planimetrică

Programul Toposys va afișa datele drumuirii calculate care se referă la orientările dintre stații, punctele de stație calculate și corecțiile aplicate punctelor de stație intermediare.

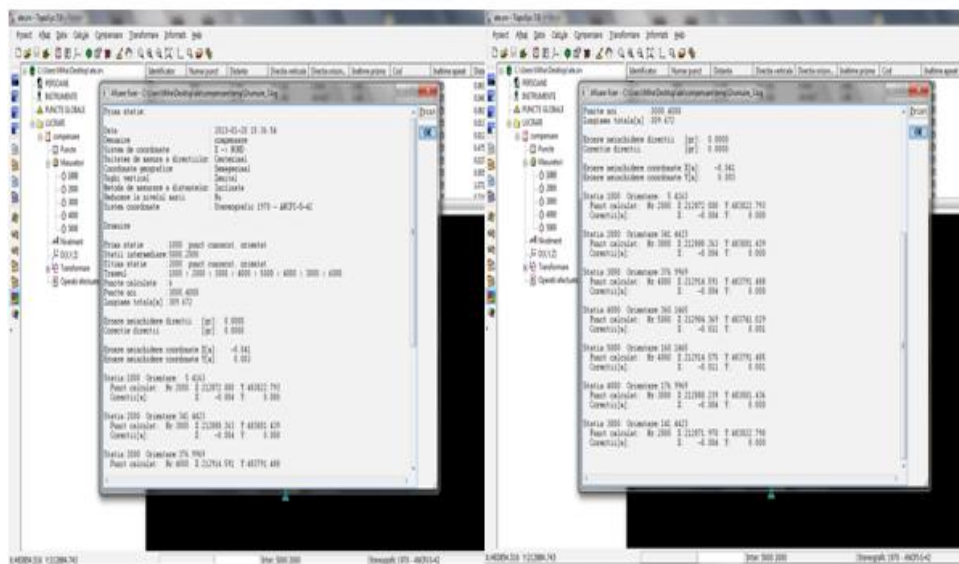


Figura 1.12 Date privind drumuirea planimetrică

De asemenea, în spațiul de lucru va fi afișată grafic drumuirea conținând și punctele intermediare.

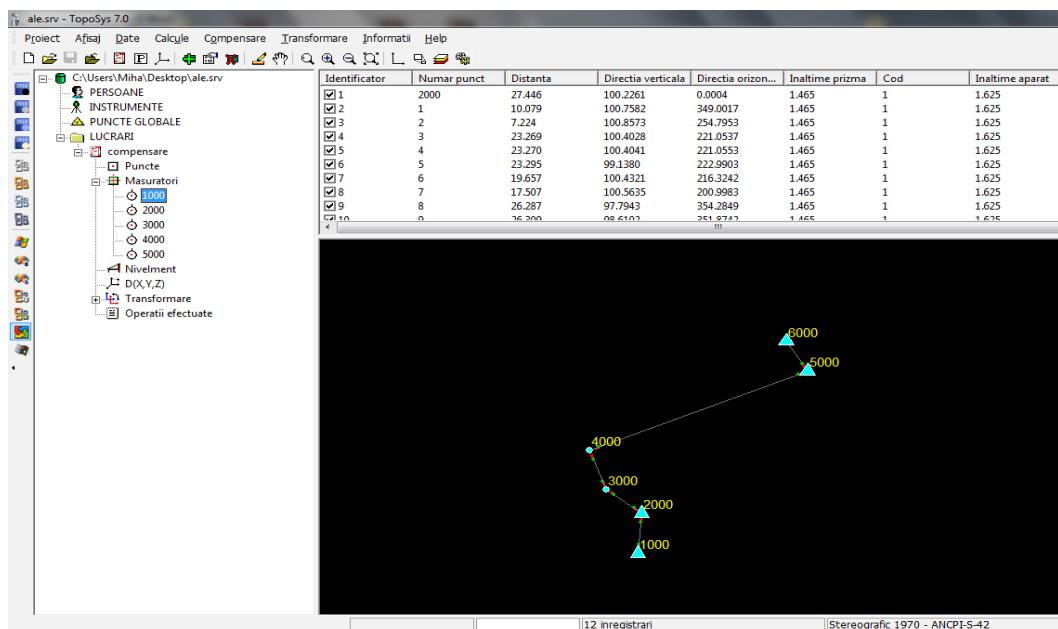


Figura 1.13 Schița drumuirii planimetrice

6) După calculul drumuirii, aceasta urmează a fi compensată: Compensare - Compensare plană și va fi selectată opțiunea “Constrânsă pe puncte fixe”;

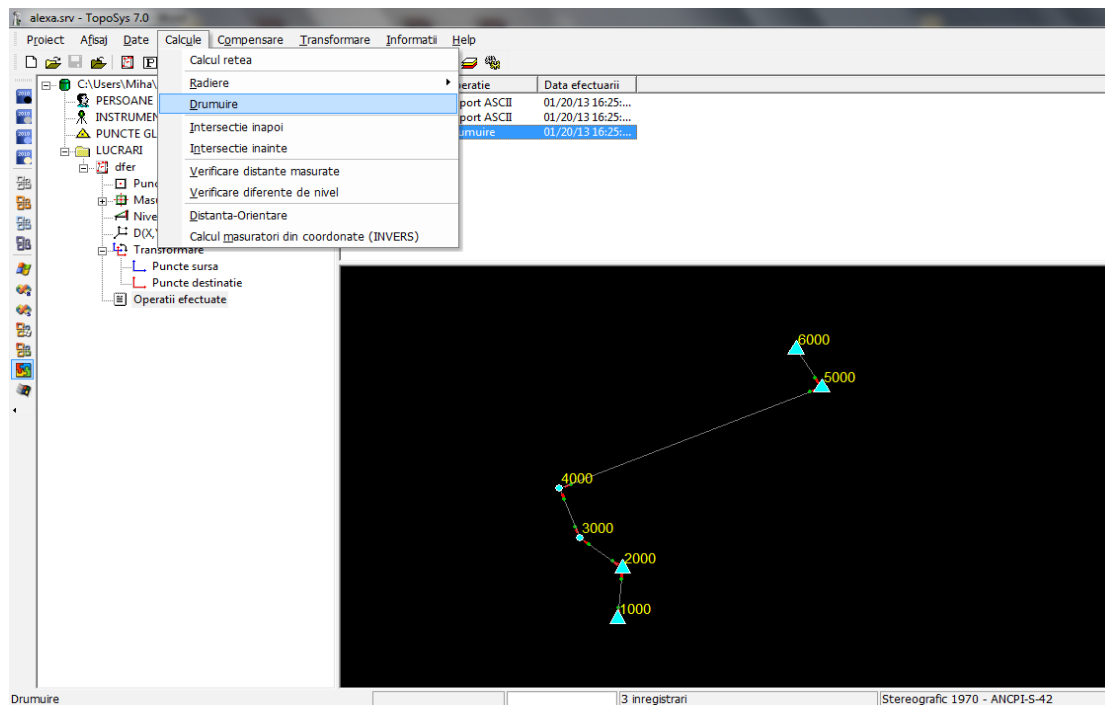


Figura 1.14 Calculul drumuirii planimetrice

În cazul în care rezultatele compensării nu se încadrează în toleranțele admise, se vor efectua iterații în așa fel încât rezultatul să corespundă toleranțelor admise.

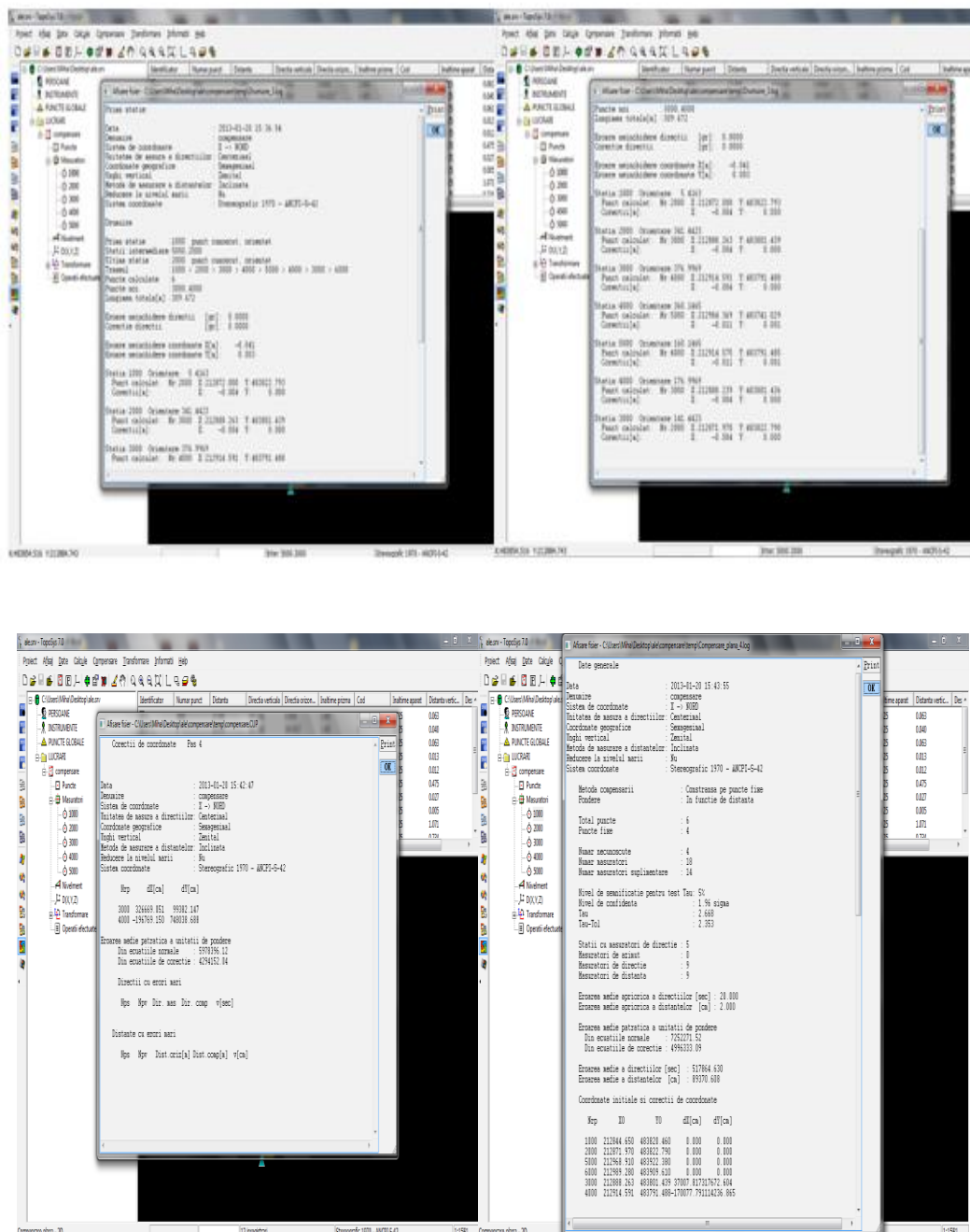


Figura 1.15 Date privind calculul preciziei drumuirii planimetrice

În urma stabilirii opțiunilor necesare Toposys va afișa:

- coeficienții ecuațiilor de corecție
- orientarea punctelor compensate
- corecții de coordonate

7) Odată compensată drumuirea, se poate trece la calculul punctelor radiate:

Calcul – Radiere – Automată (figura 1.16 și 1.17). Programul va cere inițial toleranța admisă.

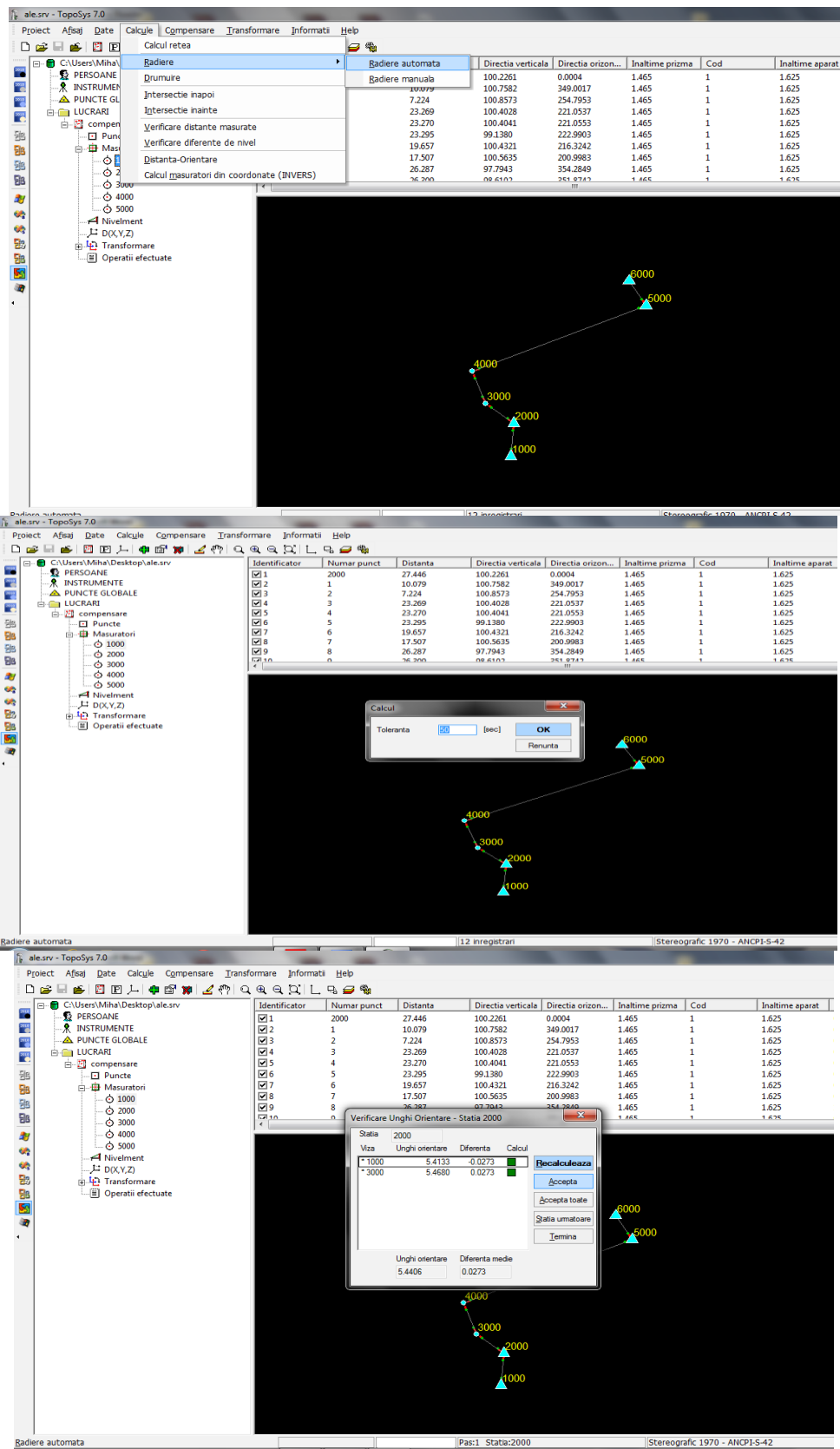


Figura 1.16 Calculul punctelor radiate

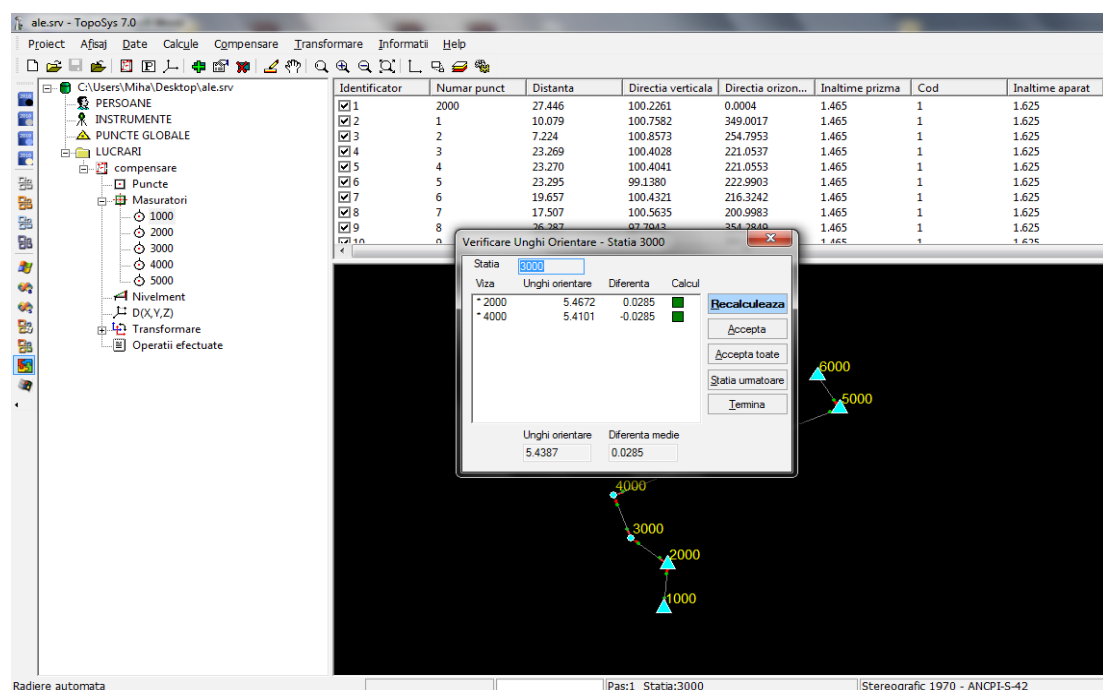


Figura 1.17 Calculul punctelor radiate

În final programul va afișa coordonatele punctelor drumuirii astfel:

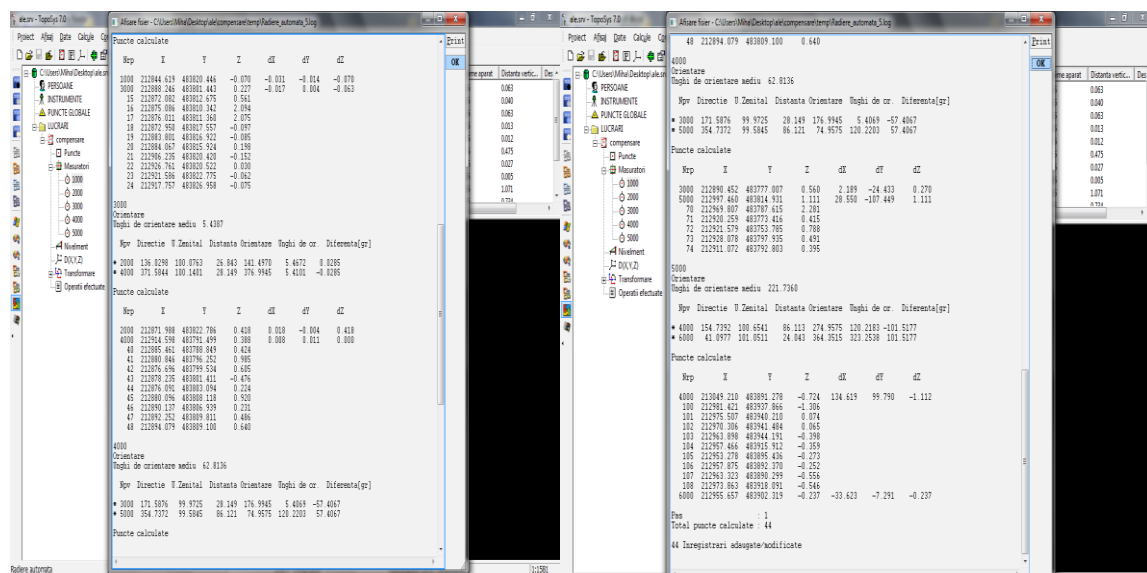


Figura 1.18 Coordonatele punctelor drumuirii și a punctelor radiate

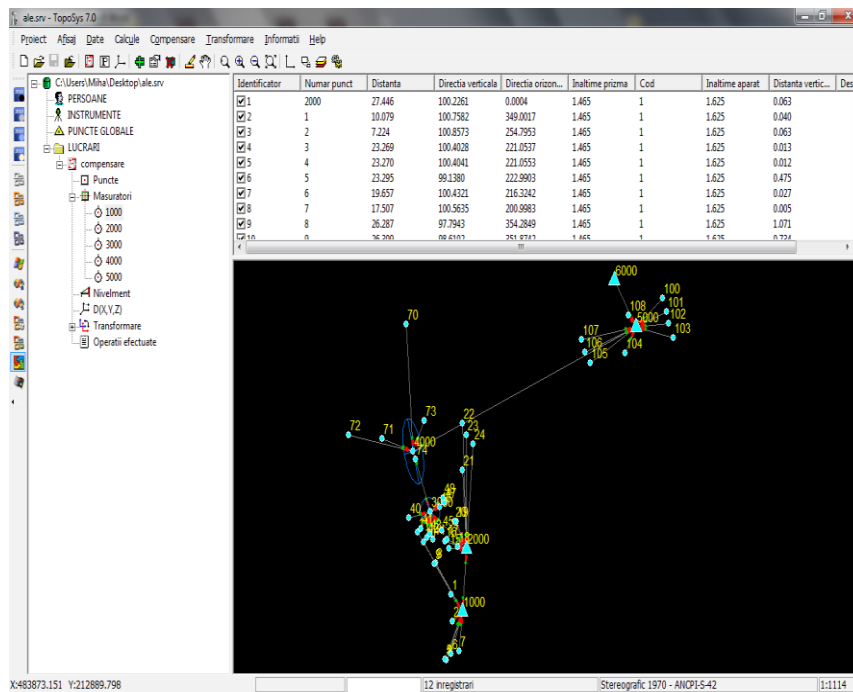


Figura 1.19 Poziția punctelor radiate și elipsele erorilor pentru punctele intermediare

8) După calculul punctelor radiate, proiectul poate fi exportat sub formă de fișier DXF

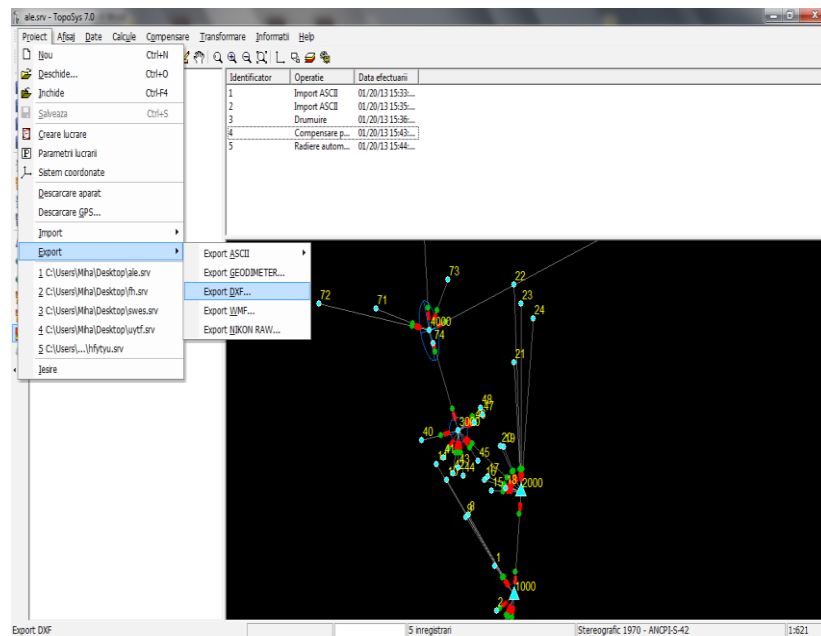


Figura 1.20 Exportul datelor în format dxf

Un alt caz întâlnit în mod frecvent în lucrările de topografie inginerescă este crearea profilurilor transversale și longitudinale pentru căile de comunicație terestre. Astfel, pentru cazul unui drum, după descărcarea stației totale, și după compensarea drumuirii, au fost exportate punctele în format ASCII, pentru a putea fi raportate cu programul TopoLT în AutoCAD. În imaginile următoare se pot vedea pașii raportării punctelor în **AutoCAD** cu ajutorul softului **TopoLT**.

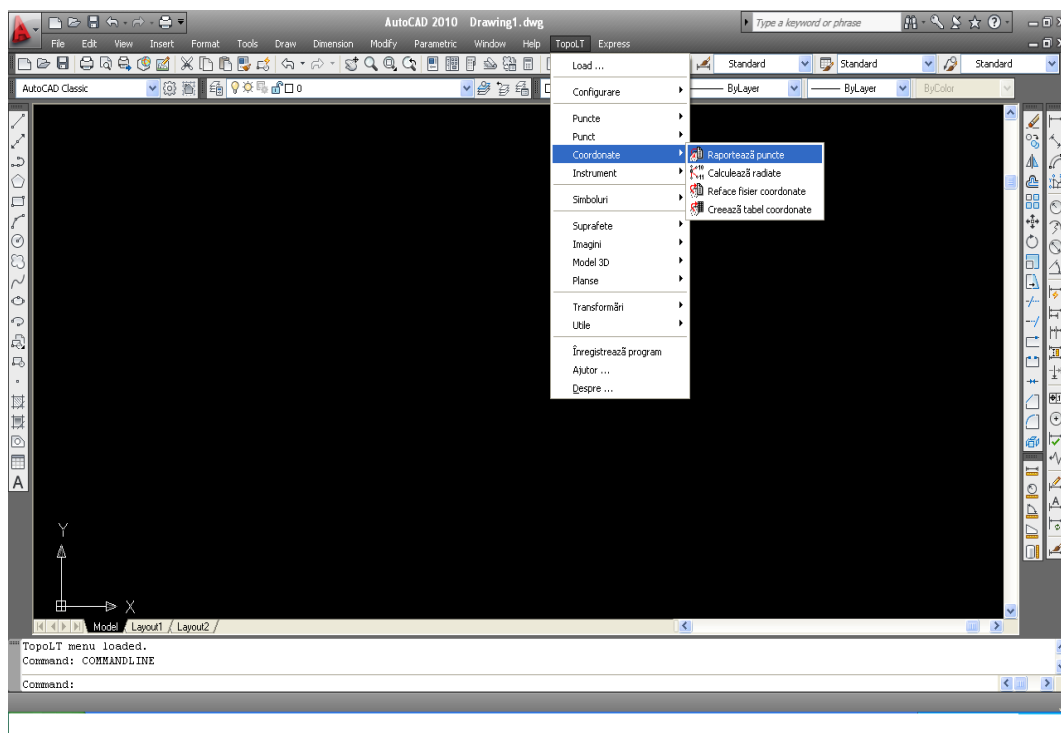


Figura 1.21 Raportarea punctelor în AutoCAD

Odată generată comanda a fost căutat fișierul în format **ASCII** care a fost deschis urmând următoarea cale (figura 1.22 și 1.23).

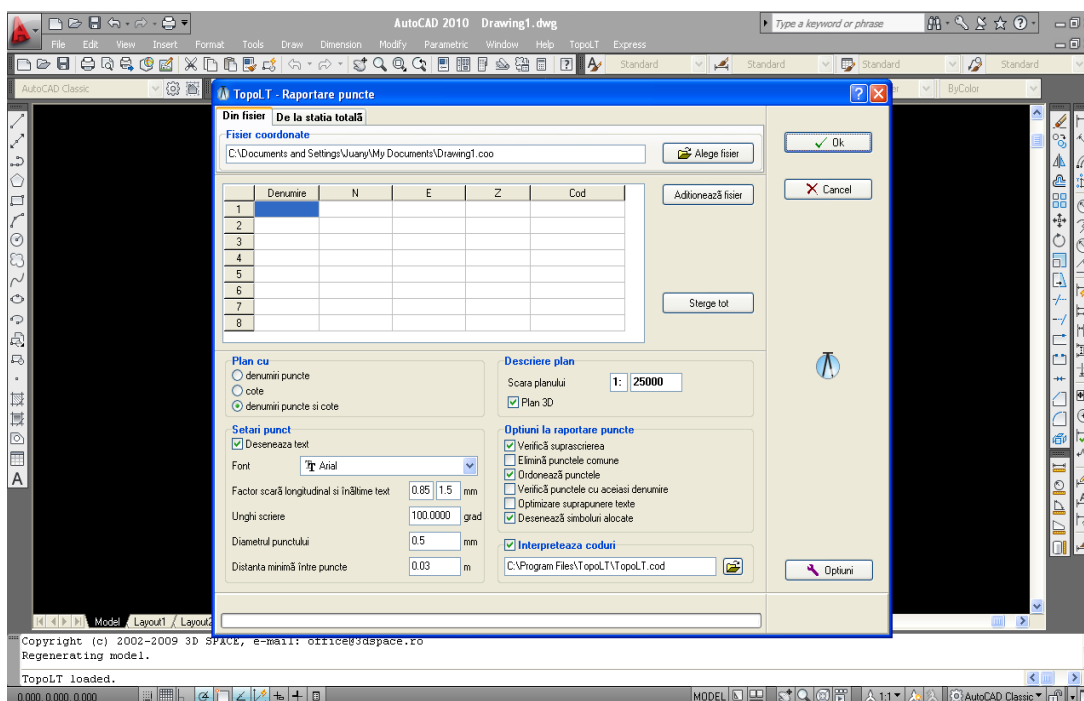


Figura 1.22 Selecția punctelor

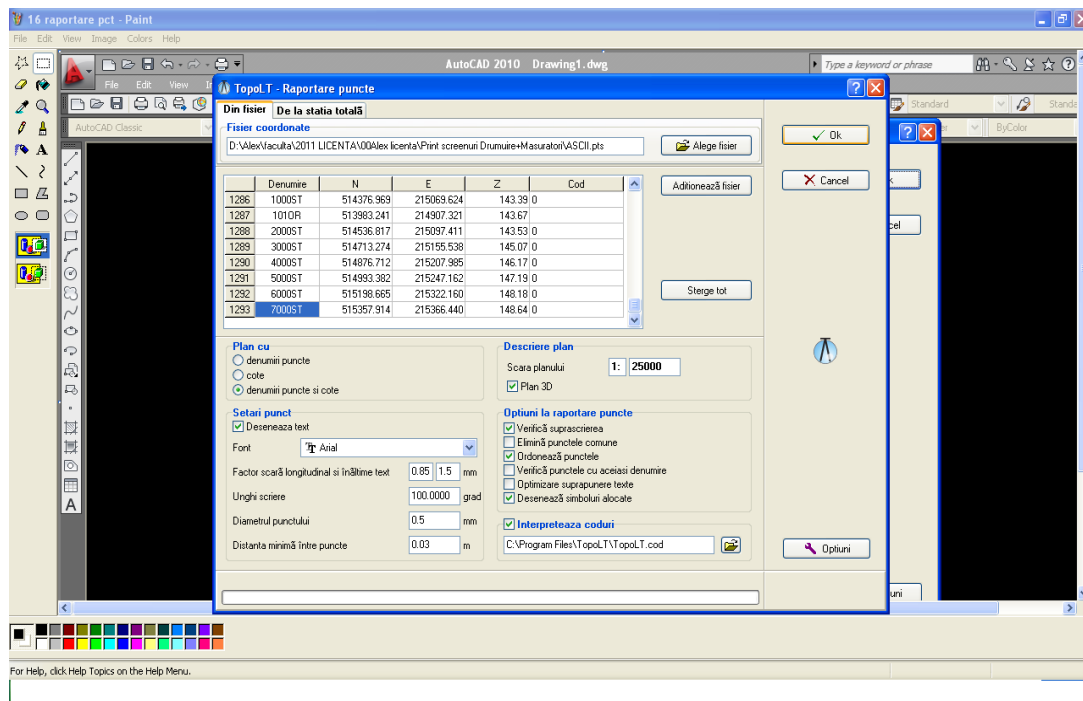


Figura 1.23 Finalul raportării

Finalul raportării punctelor în **AutoCAD** se poate vedea în imaginea următoare

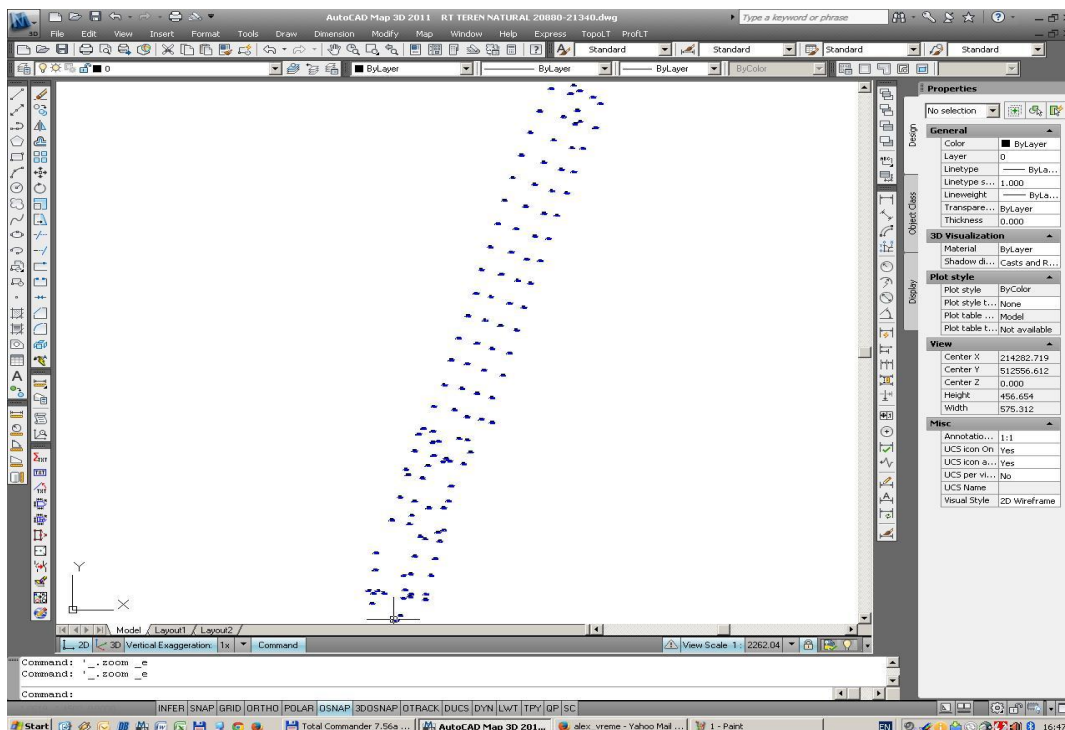


Figura 1.24 Extras din Plan de Situație Cotate

După efectuarea măsurătorilor tuturor detaliilor planimetrice si altimetrice se procedează la calculul volumele de terasamente. Aceste volume au fost calculate pe tronsoane, în funcție de tipul lucrării efectuate pe fiecare tronson (săpătură sau umplutură). În cele ce urmează se va exemplifica calculul volumului pe un tronson pe care s-au efectuat lucrări de umplutură. Imaginiile următoare ilustrează modul prin care s-a realizat modelul 3D al unei ridicări topografice planimetrice si altimetrice cu ajutorul softului **TopoLT**.

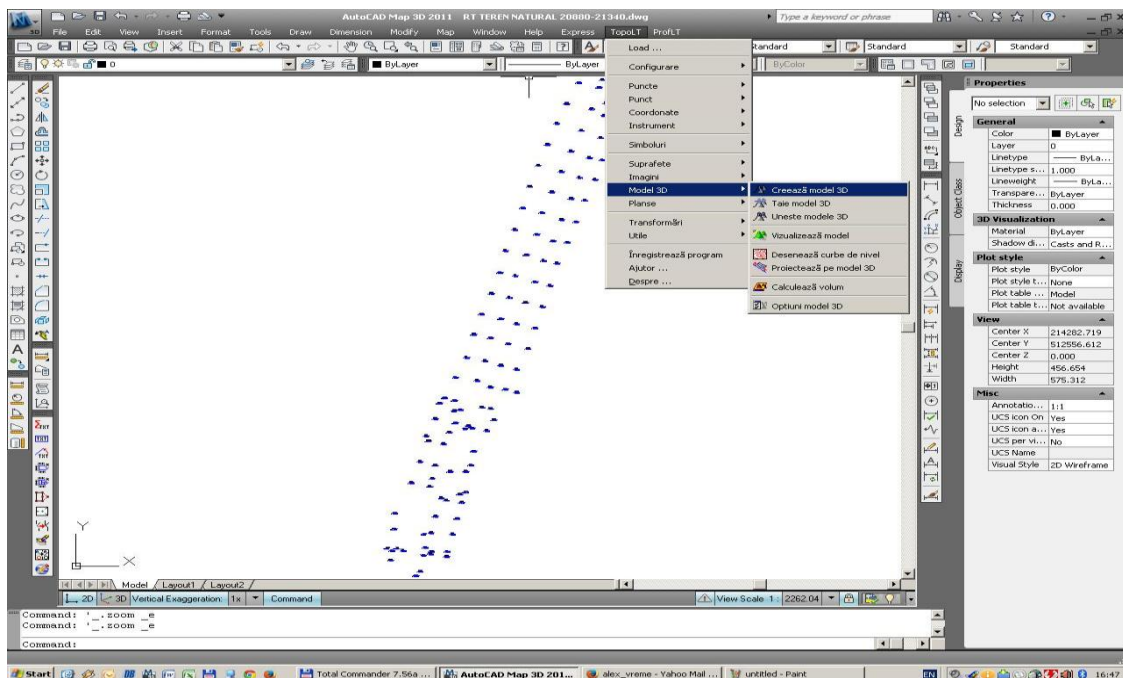


Figura 1.25 Crearea modelului 3D

Odată creat modelul este afișat pentru vizualizare

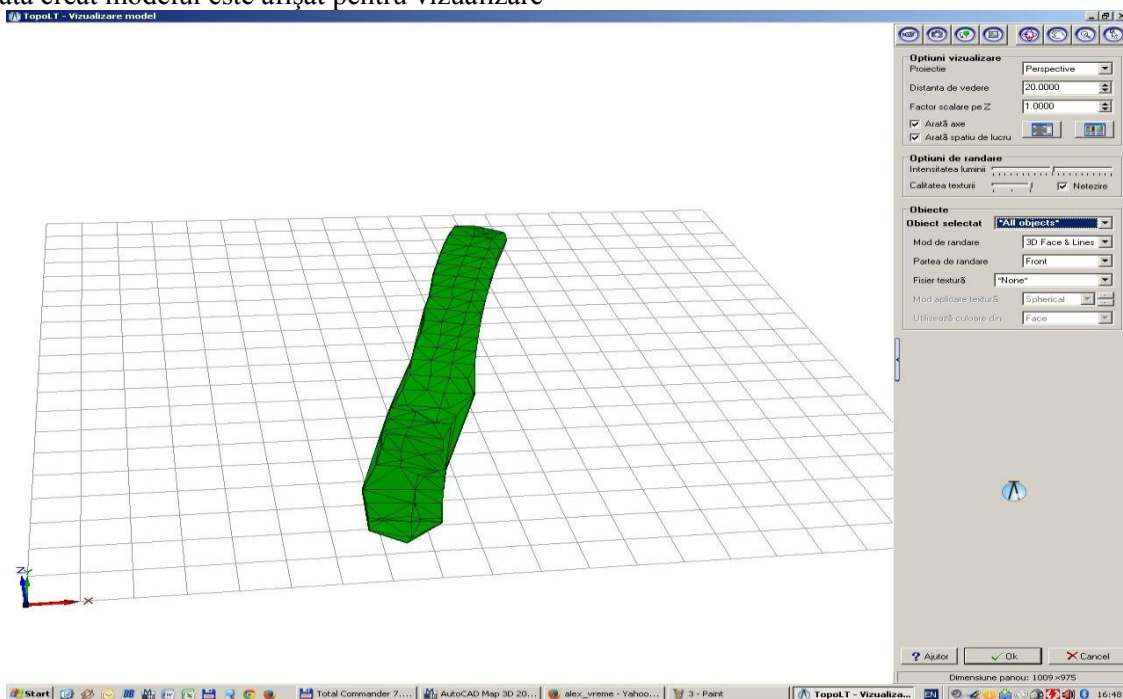


Figura 1.26 Vizualizarea modelului 3D

Modelul creat este format dintr-o rețea de triunghiuri consecutive (TIN) create între fiecare 3 puncte alăturate, cu ajutorul cărora modelul urmărește configurația și forma terenului măsurat.

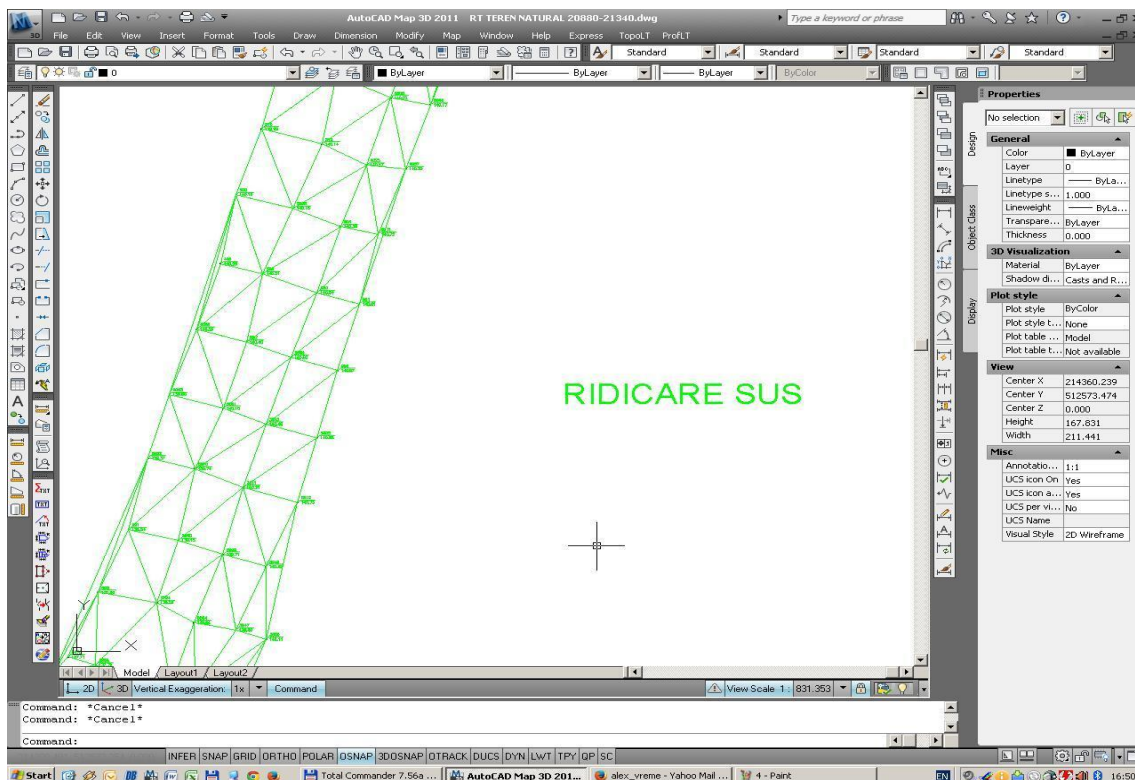


Figura 1.27 Model 3D al ridicării umpluturii

La fel se procedează și pentru crearea modelului 3D pentru terenul natural. Modelelor astfel create, li se pot atribui diverse culori pentru individualizare precum și o reprezentare sugestivă.

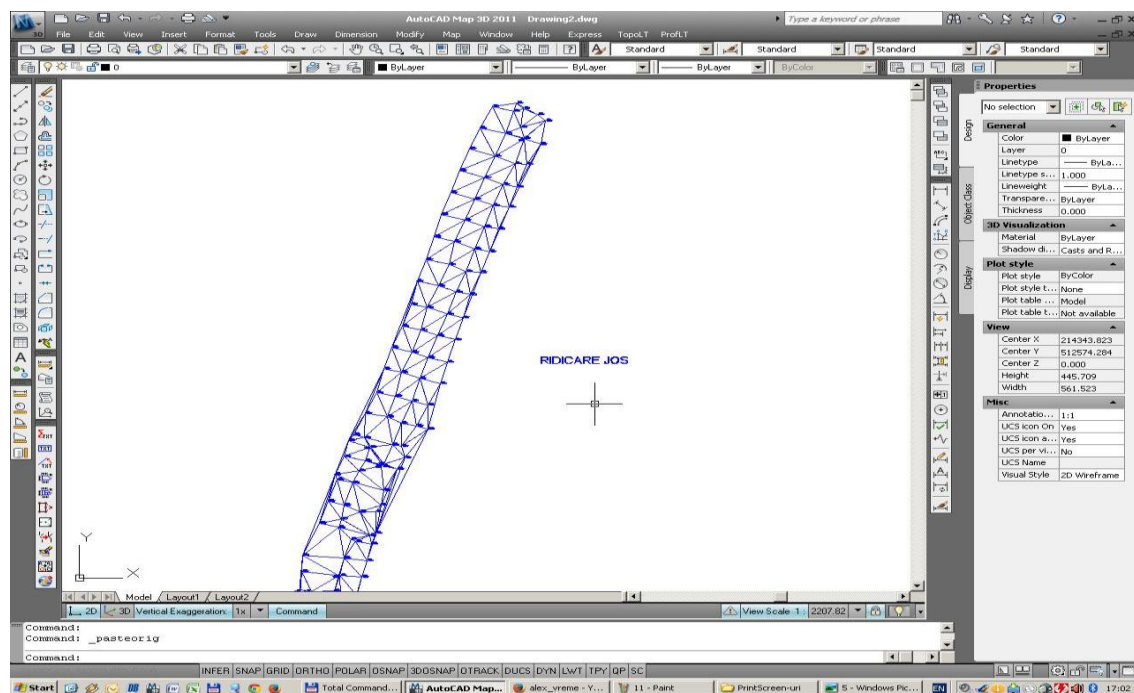


Figura 1.28 Model 3D pentru terenul natural

Odată create modelele 3D, ele vor fi suprapuse pentru a se putea trece la calculul propriu-zis al volumului (figura 1.29, 1.30 și 1.31).

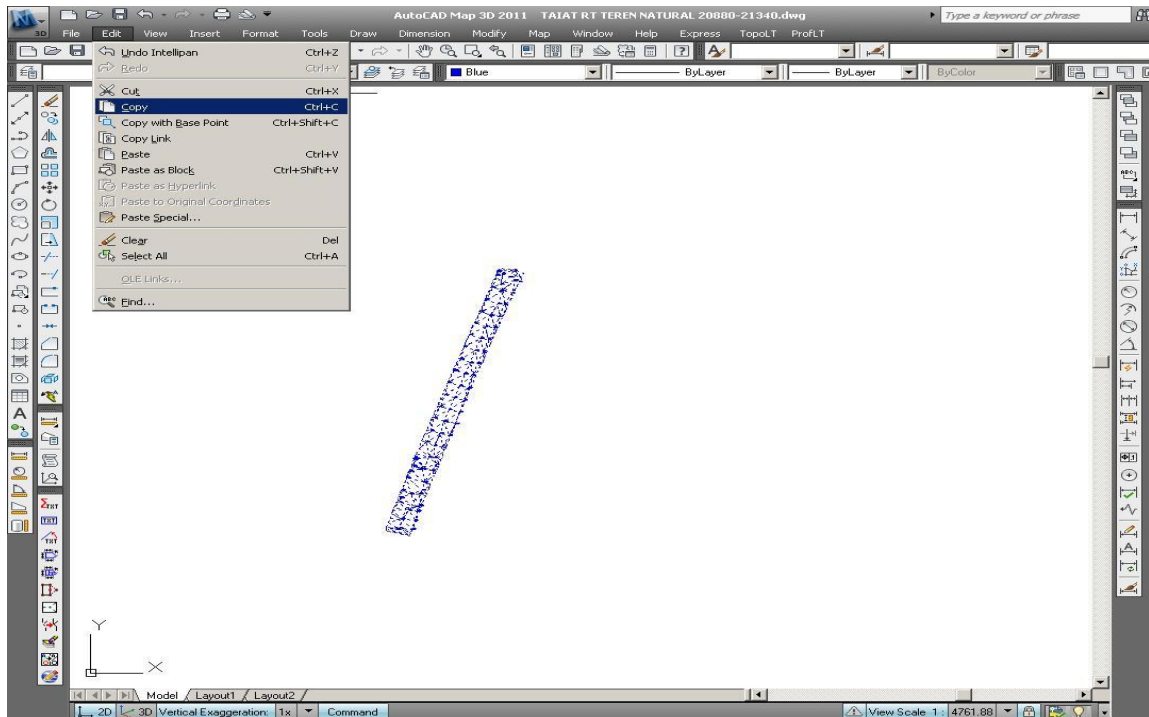


Figura 1.29 Copiere model 3D

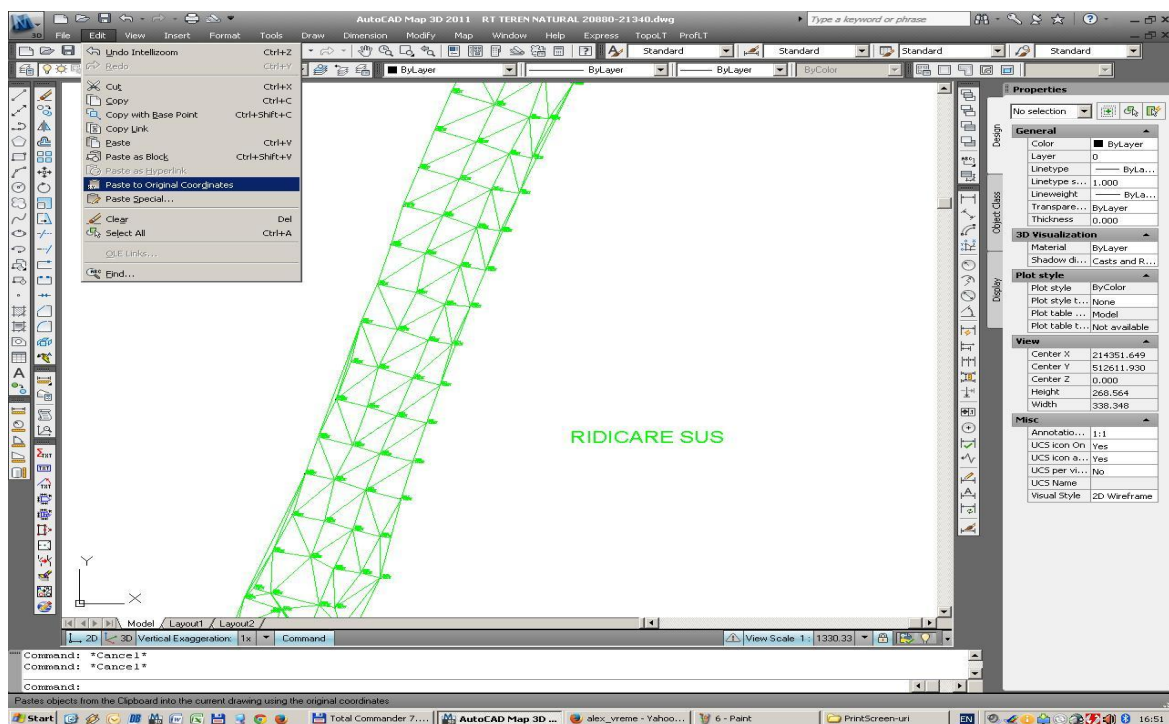


Figura 1.30 Lipire model 3D

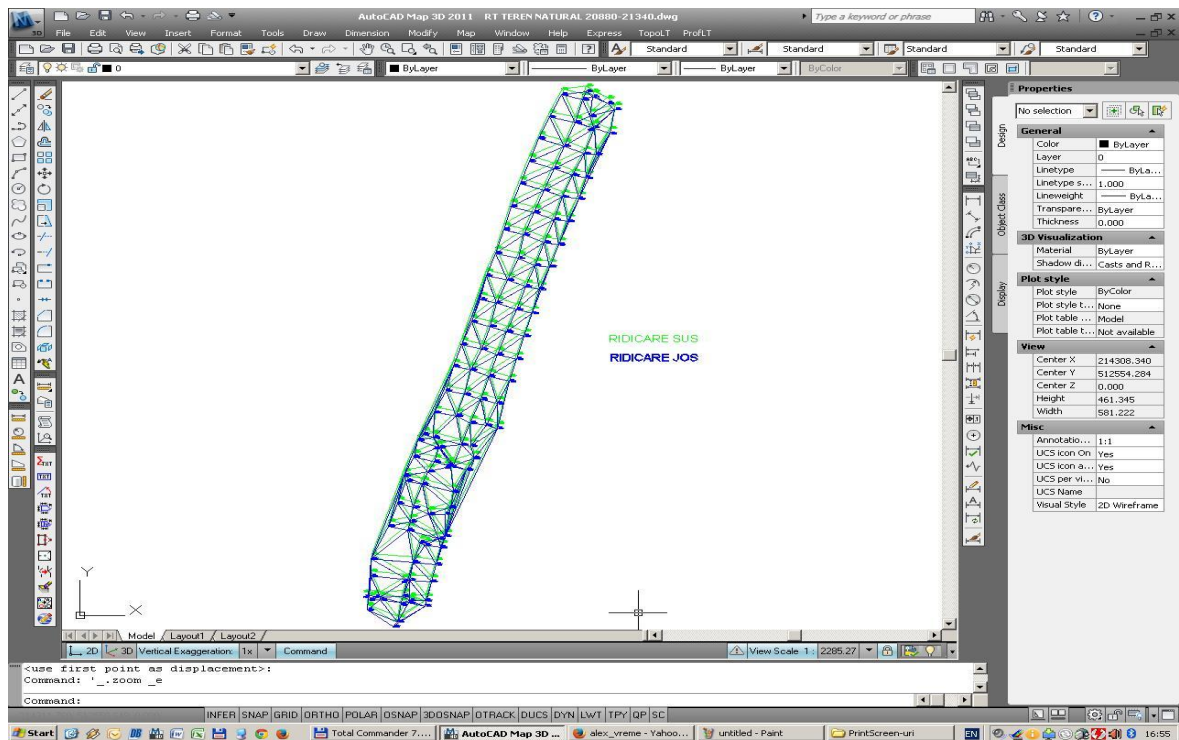


Figura 1.31 Modele 3D suprapuse

Volumul este calculat tot cu ajutorul softului **TopoLT**, după cum urmează.

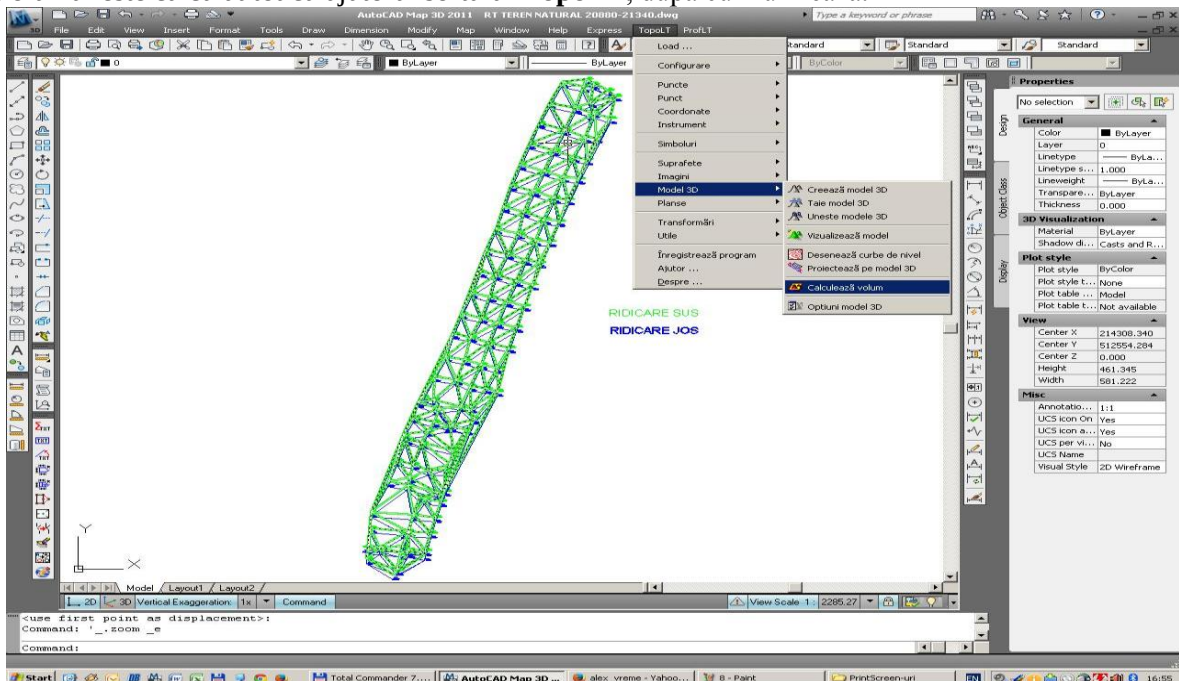


Figura 1.32 Calcularea volumului

Se alege tipul și suprafața de sus adică modelul de culoare care reprezintă terenul după efectuarea lucrărilor de umplură, iar apoi tipul și suprafața de jos adică modelul de culoare care reprezintă terenul natural decopertat, iar la final se va putea vizualiza volumul cu ajutorul softului utilizat (figura 1.32 și 1.33).

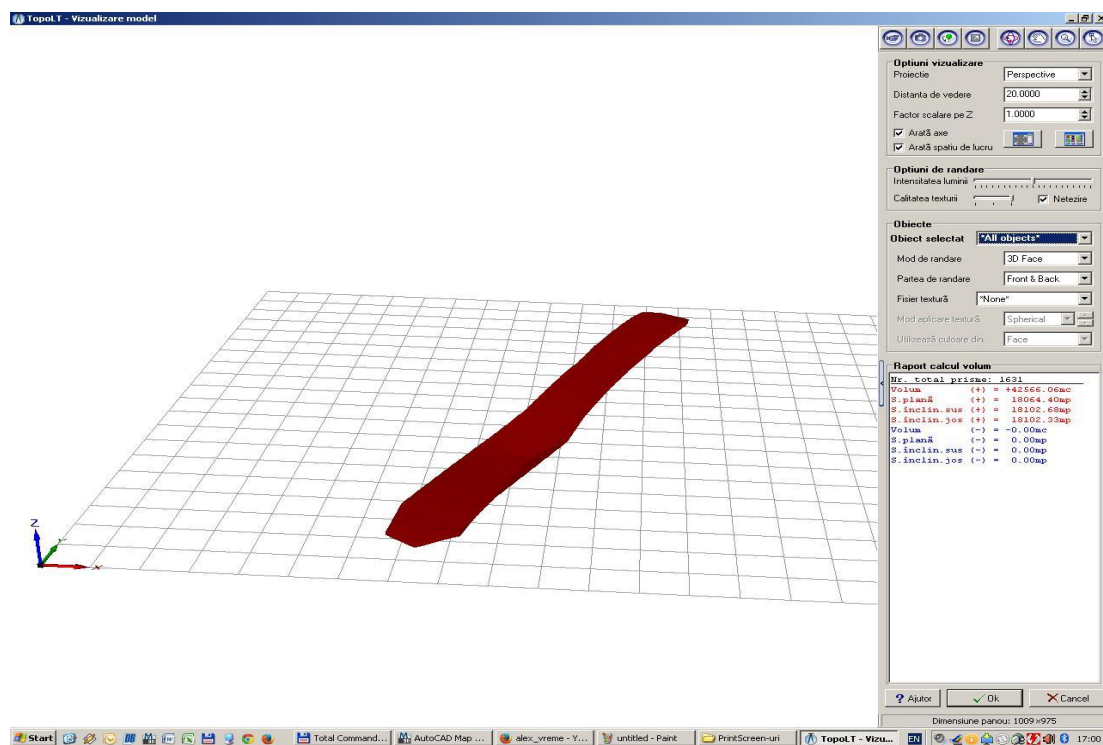


Figura 1.33 Vizualizarea 3D a volumului

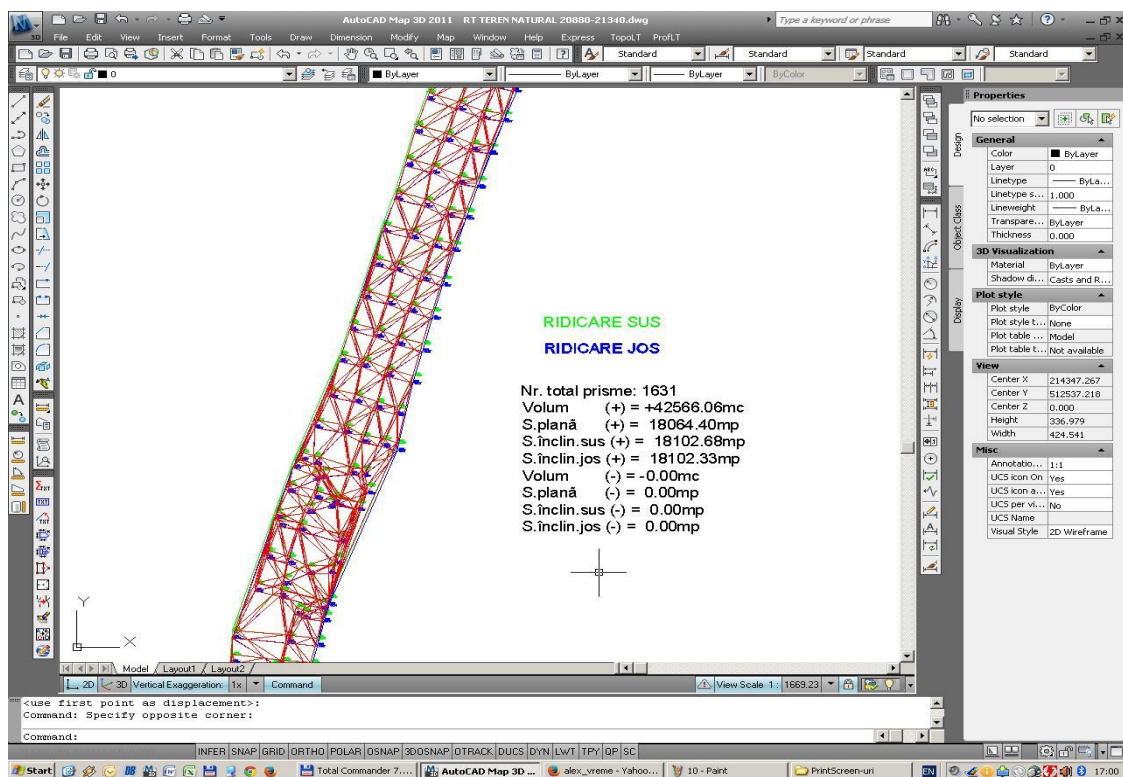


Figura 1.33 Vizualizarea 3D a volumului cu date cantitative

La final volumul se va putea observa și în **AutoCAD** sub forma unei rețele de triunghiuri (TIN) în cazul volumelor pozitive (umpluturi), iar în cazul volumelor negative (săpături) rețeaua de triunghiuri va fi de culoare albastră, culori atribuite automat de program. De asemenea valoarea volumului calculat se afla odata cu vizualizarea în softul **TopoLT** și poate fi copiată și în **AutoCAD**.

Valoarea volumului va fi găsită în două rânduri, cea pozitivă și mai apoi cea negativă, iar lângă ele se vor găsi numărul de prisme utilizate, suprafața înclinată sus, înclinată jos și cea plană după cum urmează:

Nr. total prisme: 609
 Volum (+) = +5245.75mc
 S.plană (+) = 11902.37mp
 S.înclin.sus (+) = 11908.64mp
 S.înclin.jos (+) = 11905.33mp
 Volum (-) = 0.00mc
 S.plană (-) = 0.00mp
 S.înclin.sus (-) = 0.00mp
 S.înclin.jos (-) = 0.00mp

Crearea profilelor longitudinale reprezintă o altă etapă a cărei durată poate fi scurtată în mod notabil dacă se utilizează modelul digital al terenului drept bază de proiectare. Profilele longitudinale pot fi generate automat pe baza rețelei definite cu ajutorul DTM, adnotate cu elementele care interesează și chiar pot fi realizate modificări direct în profil longitudinal.

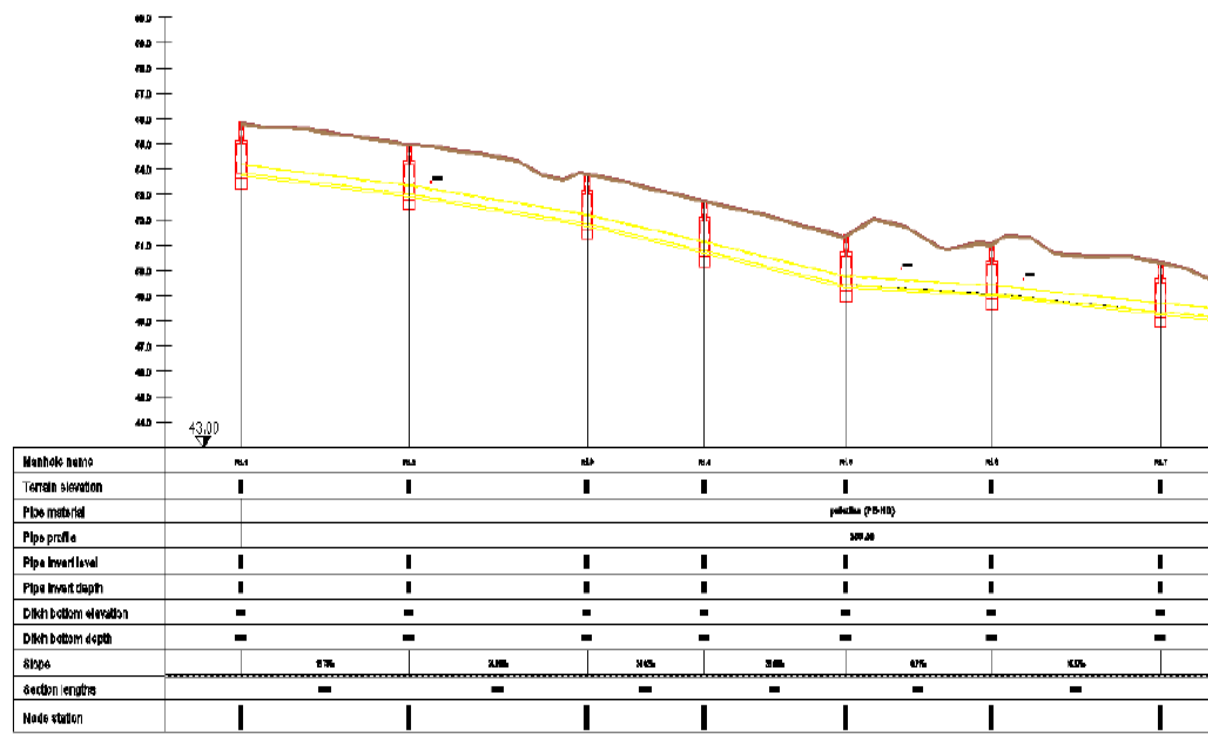


Figura 1.34 Profilul longitudinal exemplificat

2. SECȚIUNEA GEODEZIE

Conf.dr. ing. Carmen GRECEA
Ș.l.dr.ing Alina Corina BĂLĂ

PRELUCRAREA MĂSURĂTORILOR EFECTUATE ÎN REȚELELE GEODEZICE PRIN METODA OBSERVAȚIILOR INDIRECTE ȘI CONDIȚIONATE

MODEL DE CALCUL 1: PRELUCRAREA MĂSURĂTORILOR EFECTUATE ÎN REȚELELE GEODEZICE PRIN METODA OBSERVAȚIILOR INDIRECTE

Proiectarea rețelelor geodezice de sprijin constituie o operație complexă, proiectul trebuind să anticipeze și să se coordoneze corespunzător cu celelalte etape ale realizării rețelelor de sprijin: materializarea rețelelor, executarea observațiilor și prelucrarea acestora.

Elaborarea proiectului de construcție a unei rețele geodezice este dependentă de natura, destinația și caracteristicile semnificative structurale ale rețelei geodezice considerate. La noi în țară rețelele geodezice de stat (triangulație și respectiv nivelment) sunt realizate într-o densitate convenabilă pentru marea majoritate a lucrărilor topografice - fotogrametrice, cartografice sau cadastrale.

DOCUMENTAȚIA NECESARĂ ÎNTOCMIRII PROIECTULUI REȚELOR GEODEZICE DE TRIANGULAȚIE

Întocmirea proiectului triangulației constă în stabilirea pe o hartă, la o anumită scară, a poziției punctelor geodezice, în așa fel încât figurile geometrice formate, să îndeplinească condițiile impuse ordinului respectiv de triangulație. Poziția punctelor va fi astfel aleasă încât să ocupe poziții dominante din teren, să asigure vizibilitatea între ele cu ajutorul unor construcții cât mai mici și să realizeze o conformație cât mai riguroasă a figurilor geometrice.

Pentru proiectarea oricărei rețele de triangulație, se desfășoară la început o *documentare*, pe baza căreia se strâng informațiile, datele și materialele necesare proiectării cum ar fi:

- hărți editate la orice scară;
- descrieri topografice și date existente cu privire la rețelele geodezice executate anterior (triangulație, poligonometrie, nivelment, baze și determinări astronomice), dări de seamă asupra acestor lucrări, scheme, cataloage de coordonate existente, descrieri ale mărcilor și reperilor de nivelment, crochiuri, date și informații privind bornarea punctelor existente, carnete de observații, etc.;
- date informative asupra condițiilor fizico - geografice din regiunea de lucru ca: relieful, rețeaua hidrografică, păduri și esența lor, date meteorologice (lunile cele mai ploioase, cantitatea de apă medie pe m^2 , când încep ninsorile, situația anuală a vânturilor și intensitatea lor, ceața, temperaturile care se înregistrează în decursul anului) etc.;
- date de natură economică: localități, posibilități de angajare a forței de muncă și a mijloacelor de transport, rețeaua de căi de comunicații, legături telefonice, posibilități de aprovizionare cu hrană, materiale de construcții, de cazare etc.;

Înainte de întocmirea proiectului este necesar să se execute o *recunoaștere prealabilă* a zonei în scopul culegerii unor informații suplimentare și a confirmării celor existente.

Proiectarea se face pe ordine de *triangulație*, începând cu ordinul I și cu grija deosebită ca la ordinele inferioare să se realizeze legături sigure la ordinul superior.

Ordinele I și II se proiectează pe hărți la scara 1: 200.000, iar ordinele III și IV pe hărți la scara 1: 100.000.

După proiectarea rețelei de triangulație se face o analiză din care să rezulte :

- lungimea maximă și minimă a laturilor, pe ordine de triangulație;
- valoarea minimă a unghiurilor din figurile formate, pe ordine de triangulație;
- valoarea ponderii;

- dacă legăturile între puncte sunt făcute prin rețea de triunghiuri, patrulatere cu diagonale observate și sisteme centrale, toate vizele fiind reciproce;
- numărul total de puncte pe ordine de triangulație și densitatea realizată;
- perioadele cele mai favorabile pentru observații;
- excepțiile de la condițiile teoretice impuse fiecărui ordin de triangulație;
- cantitatea totală de materiale de construcții;
- de unde se vor procura materialele necesare și unde se vor constitui depozite în zonă;
- alte date privind posibilitățile de hrănire, cazare, forță de muncă, date meteorologice, etc..

Piese scrise

Pieșele scrise intră în alcătuirea oricărui proiect și cuprind toate elementele descriptive, de calcul și de interpretare necesare elaborării și finalizării lucrării respective.

- **Note de calcul**

Acestea se referă la diferite operațiuni efectuate la elaborarea proiectului: calcule de estimare „a priori” a propagării erorilor în rețeaua geodezică, calculul înălțimilor semnalelor prevăzute a fi construite în rețea, calcule specifice metodei de lucru folosite etc.

- **Devizul estimativ**

Pe baza volumului de lucrări proiectate, se întocmește devizul estimativ, folosind indicatorul de norme de deviz pentru lucrările topografice - geodezice și catalogul de prețuri în vigoare, defalcând lucrările ce urmează a se efectua pe articole de deviz.

- **Memoriul justificativ**

Memoriul justificativ este o piesă în care se sintetizează studiile anterioare menționate, în scopul clarificării destinației lucrărilor proiectate, a soluțiilor concrete de realizare (metodele de lucru și aparatura ce se vor folosi). Se precizează calculul estimativ al volumului de lucrări și costul acestora, data începerii și termenul de predare al lucrării.

- **Planificarea și organizarea lucrărilor**

Acestea constau în eșalonarea pe operatori și în timp a lucrărilor proiectate. Se vor stabili: sediul central, zona de lucru pentru fiecare operator, planul de aprovizionare cu materiale, termenele de definitivare și predare a fiecărei categorii de lucrări, etc..

Piese desenate

O piesă importantă a fiecărui proiect de rețea geodezică este schița acesteia, care se desenează pe o hartă a cărei scară se stabilește în funcție de ordinul rețelei și de mărimea suprafeței pe care se vor desfășura lucrările respective.

Punctele rețelei de triangulație de ordinul I - IV au denumiri asemănătoare cu cele ale localităților, a unor cursuri de apă, formelor de relief apropiate, astfel încât însuși numele unui punct geodezic să poată fi un indiciu pentru identificarea sa în viitor.

Reperele și mărcile de nivelment se numerează separat pe linii de nivelment, având ca indicative: tipul reperului sau mărcii și după caz, numărul corespunzător.

Pentru a se utiliza cât mai eficient, proiectul rețelei geodezice este desenat în culori diferite: negru pentru ordinul I, albastru pentru ordinul II, roșu pentru ordinul III, verde pentru ordinul IV. Cu aceste culori se vor nota: amplasamentul punctelor geodezice, denumirea lor și legăturile între puncte.

Tot ca piese desenate se mai pot menționa:

- diferite schițe de detaliu privind amplasarea punctelor geodezice;
- profiluri pe direcția vizelor proiectate, utile pentru studiul vizibilității și calculul înălțimilor semnalelor geodezice;
- schițe cu dispunerea elipselor erorilor.

Tema aplicației: COMPENSAREA GRUPULUI DE PUNCTE

Se consideră rețeaua geodezică din figură în care se cunosc:

- coordonatele punctelor din rețeaua de ordin superior;
- observațiile unghiulare compensate în stație, centrate și reduse la planul de proiecție Gauss - Krüger.

Se cere:

- determinarea coordonatelor punctelor noi (1, 2, 3) prin metoda observațiilor indirecte (metoda grupului de puncte);

Compensarea rețelelor geodezice prin metoda observațiilor indirecte, e cunoscută sub numele de compensarea grupului de puncte, deoarece a fost foarte mult folosită pentru încadrarea unui număr de puncte noi într-o rețea veche de un anumit ordin. Documentația se va face folosind atât hărți și planuri, cât și materiale fotogrametrice recente, referitoare la zona respectivă. Mai sunt necesare date cu privire la rețele geodezice executate anterior în regiunea respectivă, informații referitoare la relief, climă, hidrologie, stabilitatea terenului, cât și existența unor cataloage cu coordonate mai vechi: X, Y, H .

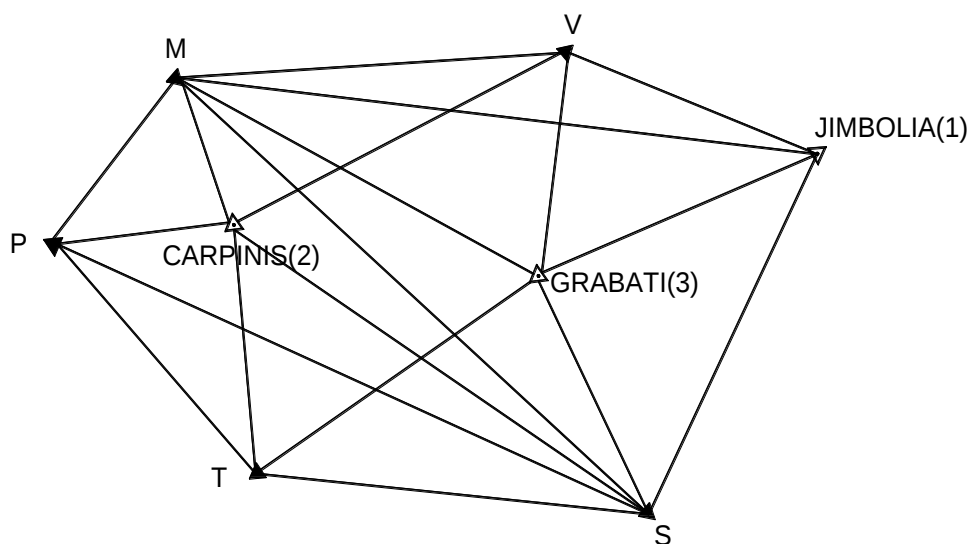


Figura 2.1 Schița rețelei de triangulație

Legendă: ▲ puncte vechi de triangulație
△ puncte noi de triangulație

Tabelul 2.1. Coordonatele punctelor vechi (Gauss - Krüger)

Punct	X [m]	Y [m]
V	1.993.352,331	1.608.320,924
M	1.002.636,532	1.581.907,641
S	1.963.504,198	1.591.605,820
T	1.963.049,659	1.577.154,173
P	1.978.581,881	1.563.018,484

Tabelul 2.2. Direcții măsurate, centrate și reduse la planul de proiecție

Stație	Punct vizat	Direcție (g c cc)
<i>P</i>	S	0.00.09,26
	T	19.81.01,52
	M	303.28.86,04
	2	327.23.81,84
<i>T</i>	P	399.99.91,85
	2	51.78.38,32
	3	101.53.44,01
	S	157.33.95,18
<i>M</i>	P	0.00.15,63
	V	277.71.10,21
	1	289.71.66,08
	3	329.11.01,07
	S	347.31.67,83
	2	370.58.92,79
1	V	399.99.92,57
	S	287.23.06,57
	3	313.00.26,68
	M	363.69.76,88
<i>V</i>	1	129.47.15,27
	3	211.11.55,90
	2	251.90.78,96
	M	281.13.48,93
2	M	399.99.93,40
	V	71.89.59,84
	3	121.90.74,88
	S	161.90.64,61
	T	200.71.77,31
	P	253.39.24,81
3	S	0.00.01,93
	T	41.61.46,24
	2	119.03.22,02
	M	151.68.62,07
	V	227.21.98,83
	1	258.58.88,48
<i>S</i>	T	239.13.80,43
	P	261.91.90,17
	2	300.71.06,17
	M	312.62.17,95
	3	342.70.33,54
	1	371.51.03,20

ETAPA 1. Calculul orientărilor și distanțelor între punctele vechi

Formule uzuale:

$$tg \theta = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (2.1)$$

$$D^2 = \Delta X^2 + \Delta Y^2$$

Tabelul 2.3

Pct.	Coordonate		$tg \theta = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$	$\frac{\sin \theta}{\cos \theta}$	D [m]
	X[m]	Y[m]	θ		
M	1.002.636,532	1.581.907,641	0,660544066	-0,551158391	28.828,658
P	1.978.581,881	1.563.018,484			
Δ	-21.054,651	-11.889,157	237.13.27,998	-0,834400648	
V	1.993.352,331	1.608.320,924	-4,203125107	-0,972845006	27.150,556
M	1.002.636,532	1.581.907,641			
Δ	3.284,201	-23.413,283	311.83.98,873	0,231457542	
P	1.978.581,881	1.563.018,484	-0,888564613	0,664228415	13.764,848
T	1.963.049,659	1.577.154,173			
Δ	-12.532,222	11.135,689	153.71.20,459	-0,747529673	
T	1.963.049,659	1.577.154,173	-5,677418354	0,984839834	11.674,108
S	1.963.504,198	1.591.605,820			
Δ	-2.545,461	11.451,647	111.09.93,453	-0,173466137	
S	1.963.504,198	1.591.605,820	-0,247830323	-0,240553033	40.316,178
M	1.002.636,532	1.581.907,641			
Δ	39.132,334	-9.698,179	381.53.42,41	0,970635996	
P	1.978.581,881	1.563.018,484	-1,697033689	0,861546835	29.699,297
S	1.963.504,198	1.591.605,820			
Δ	-11.077,683	21.587,336	133.89.92,2138	-0,507678098	

ETAPA 2. Calculul coordonatelor provizorii ale punctelor noi

Se face prin intersecții înainte, considerându-se câte 2 combinații pentru fiecare punct nou.

Se vor considera valorile medii ale acestora.

Formulele uzuale:

$$\begin{aligned} X &= \frac{Y_1 - Y_2 + X_2 \operatorname{tg} \theta_2 - X_1 \operatorname{tg} \theta_1}{\operatorname{tg} \theta_2 - \operatorname{tg} \theta_1} \\ Y &= Y_1 + \operatorname{tg} \theta_1 (X - X_1) \\ Y &= Y_2 + \operatorname{tg} \theta_2 (X - X_2) \end{aligned} \quad (2.2)$$

sau:

$$\begin{aligned} Y &= \frac{X_1 - X_2 + Y_2 \operatorname{ctg} \theta_2 - Y_1 \operatorname{ctg} \theta_1}{\operatorname{ctg} \theta_2 - \operatorname{ctg} \theta_1} \\ X &= X_1 + \operatorname{ctg} \theta_1 (Y - Y_1) \\ X &= X_2 + \operatorname{ctg} \theta_2 (Y - Y_2) \end{aligned} \quad (2.3)$$

(Se va alege acea funcție trigonometrică care este mai mică în valoare absolută)

Punctul 1

combinația 1

$$\begin{aligned} \Delta \text{MS1: } \alpha &= 57.61.01,75 & \theta_{M1} &= 123.92.40,66 \\ \beta &= 62.91.85,25 & \theta_{S1} &= 47.48.27,66 \end{aligned}$$

$$X_1^1 = 1.988.060,439$$

$$Y_1^1 = 1.611.293,049$$

combinația 2

$$\begin{aligned} \Delta \text{VM1: } \alpha &= 151.63.33,66 & \theta_{V1} &= 160..20.65,213 \\ \beta &= 12.03.55,87 & \theta_{M1} &= 123.90.54,743 \end{aligned}$$

$$X_1^2 = 1.988.069,757$$

$$Y_1^2 = 1.611.297,613$$

valoarea medie:

$$X_1 = 1.988.065,098 \text{ m}$$

$$Y_1 = 1.611.295,331 \text{ m}$$

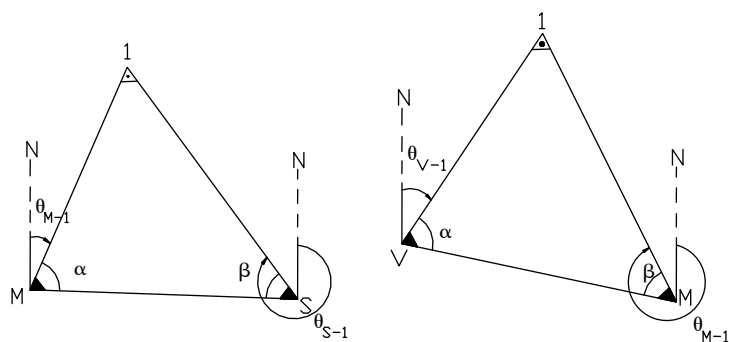


Figura 2.2 Coordonate provizorii punct 1

Punctul 2
combinația 1

$$\Delta MP2: \alpha = 29.41.22,84 \quad \theta_{M2} = 207.71.05,158$$

$$\beta = 23.97.95,8 \quad \theta_{P2} = 61.11.23,797$$

$$X_2^1 = 1.988.484,85$$

$$Y_2^1 = 1.580.176,185$$

combinația 2

$$\Delta TS2: \alpha = 102.58.56,86 \quad \theta_{T2} = 8.51.36,575$$

$$\beta = 61.57.25,74 \quad \theta_{S2} = 372.67.19,175$$

$$X_2^2 = 1.988.482,997$$

$$Y_2^2 = 1.580.172,134$$

valoarea medie:

$$X_2 = 1.988.483,914 \text{ m}$$

$$Y_2 = 1.580.174,188 \text{ m}$$

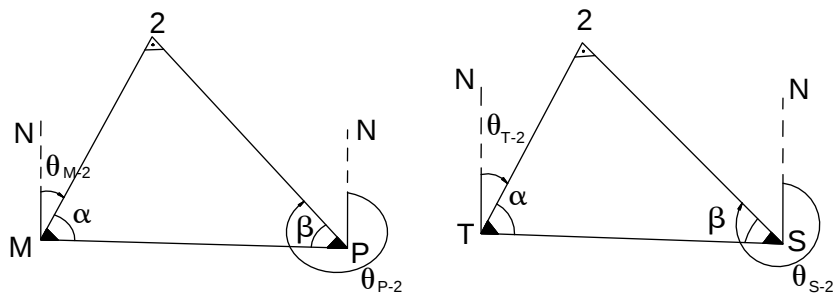


Figura 2.3 Coordonate provizorii punct 2

Punctul 3
combinația 1

$$\Delta MV3: \alpha = 348.53.09,14 \quad \theta_{M3} = 163.30.89,733$$

$$\beta = 327.01.06,97 \quad \theta_{V3} = 241.88.05,843$$

$$X_3^1 = 1.979.603,086$$

$$Y_3^1 = 1.591.379,126$$

combinația 2

$$\Delta TS3: \alpha = 51.80.51,17 \quad \theta_{T3} = 59.29.42,2645$$

$$\beta = 103.53.53,11 \quad \theta_{S3} = 11.63.46,545$$

$$X_3^2 = 1.979.596,571$$

$$Y_3^2 = 1.591.373,732$$

valoarea medie:

$$X_3 = 1.979.599,829 \text{ m}$$

$$Y_3 = 1.591.376,429 \text{ m}$$

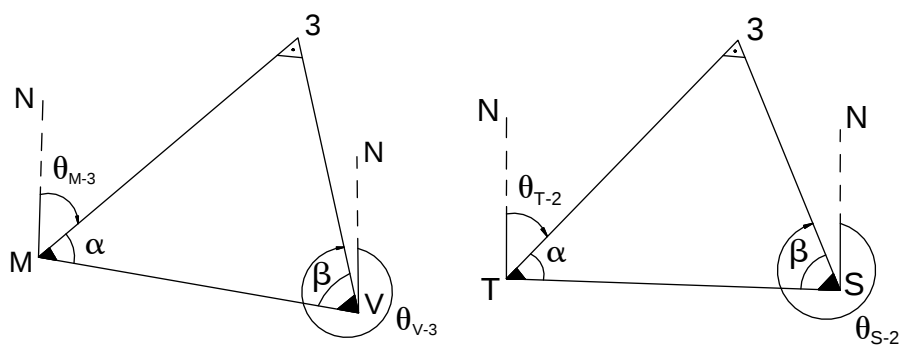


Figura 2.4 Coordonate provizorii punct 3

Tabelul 2.4 Centralizator cu valorile provizorii ale punctelor noi

PUNCT	$X^0[m]$	$Y^0[m]$
1 (JIMBOLIA)	1.988.065,098	1.611.295,331
2 (CĂRPINIȘ)	1.988.483,941	1.580.174,18
3 (GRABAȚI)	1.9799.599,829	1.591.376,429

ETAPA 3. Calculul coordonatelor provizorii și a coeficienților de direcție a și b

Pct.	X ⁰ (m)	Y ⁰ (m)	tgθ; ctgθ; θ	sin θ cos θ	D (m)	a b	a/b=-tg θ b/a=-ctg θ
3	1.979.599,829	1.591.376,429	2,234884916	0,912790378	20.726,447	-2,8036	-2,23488491
1	1.988.065,098	1.611.295,331	0,447450333	0,408428359		1,2545	-0,447450333
Δ	8.465,269	18.918,902	73.21.53,9451				
3	1.979.599,829	1.591.376,429	1,344799069	-0,802456282	22.708,098	2,2496	-1,34479907
T	1.963.049,659	1.577.154,173	0,743605511	-0,596710914		-1,6728	-0,743605511
Δ	-13.550,17	-18.222,256	259.29.47,826				
3	1.979.599,829	1.591.376,429	0,234262887	-0,228087848	13.531,398	0,8783	-0,234262887
S	1.963.504,198	1.591.605,820	4,268708591	-0,973640556		-3,7494	-4,268708591
Δ	-13.095,631	-3.770,609	211.61.94,683				
1	1.988.065,098	1.611.295,331	-2,22268378	-0,911953392	31.514,632	1,6347	2,222683779
M	1.002.636,532	1.581.907,641	-0,449906554	0,410293808		0,7354	0,449906554
Δ	11.571,434	-32.387,69	323.91.47,697				
1	1.988.065,098	1.611.295,331	-0,720916981	-0,584794502	10.216,250	3,6441	0,720916981
V	1.993.352,331	1.608.320,924	-1,38712227	0,811181477		5,0548	1,38712227
Δ	8.287,233	-1.974,407	360.23.50,29				
1	1.988.065,098	1.611.295,331	0,92306171	-0,678569272	33.437,280	1,2911	-0,92306171
S	1.963.504,198	1.591.605,820	1,082478155	-0,734536413		-1,3976	-1,082478155
Δ	-21.560,9	-22.689,511	247.47.99,354				
2	1.988.483,914	1.580.174,188	0,122488285	0,121574313	11.258,381	-0,5424	-0,122488285
M	1.002.636,532	1.581.907,641	8,164408265	0,992582332		4,4289	-8,164408329
Δ	11.152,618	1.733,453	7.71.88,54903				
2	1.988.483,914	1.580.174,188	3,577180357	0,963076515	29.225,856	-2,0965	-3,577180369
V	1.993.352,331	1.608.320,924	0,279549785	0,269227832		0,5860	-0,279549784
Δ	7.868,414	28.146,736	82.61.63,0713				
2	1.988.483,914	1.580.174,188	-1,711176897	0,863380394	17.607,813	-3,1196	1,711176898
3	1.979.599,829	1.591.376,429	-0,584393116	-0,504553559		-1,8230	0,584393116
Δ	-8.884,085	11.202,241	133.63.85,79				
2	1.988.483,914	1.580.174,188	0,134616237	-0,133412842	22.636,613	0,3749	-0,134616237
T	1.963.049,659	1.577.154,173	7,428524362	-0,991060549		-2,7854	-7,428524388
Δ	-22.434,255	-3.020,015	208.51.87,247				
2	1.988.483,914	1.580.174,188	1,429575523	-0,819421147	17.275,248	3,0177	-1,429575524
P	1.978.581,881	1.563.018,484	0,699508339	-0,573191925		-2,1109	-0,699508338
Δ	-9.902,033	-11.155,704	261.11.09,892				
3	1.979.599,829	1.591.376,429	0,772690252	0,611429159	21.170,882	-1,8374	-0,772690252
V	1.993.352,331	1.608.320,924	1,294179649	0,791299174		2,3779	-1,2941796
Δ	13.752,502	12.944,495	41.88.10,1372				
3	1.979.599,829	1.591.376,429	-0,584666477	-0,504729459	23.685,163	1,2033	0,584666477
M	1.002.626,532	1.581.907,641	-1,710376836	0,863277575		2,0582	1,710376883
Δ	23.036,703	-13.468,788	363.31.84,501				
2	1.988.483,914	1.580.174,188	-0,457636588	0,416131073	21.471,229	-0,9637	0,457636588
S	1.963.504,198	1.591.605,820	-2,18513997	-0,90930464		-2,1059	2,18513997
Δ	-21.979,716	11.431,632	172.67.71,491				

$$a_{ij} = -\rho^{cc} \frac{\Delta y_{ij}^0}{(D_{ij}^0)^2} = -\rho^{cc} \frac{\sin \theta_{ij}^0}{D_{ij}^0} \quad (2.4)$$

$$b_{ij} = \rho^{cc} \frac{\Delta x_{ij}^0}{(D_{ij}^0)^2} = \rho^{cc} \frac{\cos \theta_{ij}^0}{D_{ij}^0} \quad (2.5)$$

Observație: Din motive practice, în triangulația de stat se consideră de obicei variația pe decimetru, iar D , Δx și Δy se exprimă în kilometri. În acest sens valoarea factorului de transformare se va considera $\rho^{cc} = 63,6620$.

Formulele pentru uz curent sunt (în cazul gradației centezimale):

$$a_{ij} = -63,6620 \frac{(\Delta y_{ij}^0)_{km}}{(D_{km}^0)^2} \quad (2.6)$$

$$b_{ij} = 63,6620 \frac{(\Delta x^0_{ij})_{km}}{(D^0_{ikm})^2} \quad (2.7)$$

În această situație, corecțiile dx și dy rezultate din compensare vor fi exprimate tot în decimetri.

ETAPA 1. Calculul orientărilor definitive și controlul compensării

PS	P V	Dir. centrate și reduse la pl. de proiecție: α^p	Orientări din coordonate: θ^p	Unghiul orientare stație: $z = \theta^p - \alpha^p$	PUNCTE NOI					
					1		2		3	
					dx (a)	dy (b)	dx (a)	dy (b)	dx (a)	dy (b)
P	S	0.00.09,26	133.89.92,2138	133.89.82,953						
	T	19.81.01,52	153.71.20,459	133.91.18,939						
	M	303.28.86,04	37.13.27,998	133.87.41,958						
	2	327.23.81,84	61.13.09,892	133.87.28,052			-3,0177	2,1109		
	Σ			133.88.92,976						
T	P	399.99.91,85	353.71.20,459	353.71.28,609						
	2	51.78.38,32	8.51.87,247	353.73.48,927			-0,3749	2,7854		
	3	101.53.44,01	59.29.47,826	353.73.03,816					-2,2496	1,6728
	S	157.33.95,18	111.09.93,435	353.72.98,255						
	Σ			353.73.69,902						
M	P	0.00.15,63	237.13.27,998	237.13.12,368						
	V	277.71.10,21	111.83.98,873	237.11.88,663						
	1	289.71.66,08	123.91.47,697	237.13.81,617	-1,6347	-0,7354				
	3	329.11.01,07	163.31.84,501	237.13.83,431					-1,2033	-2,0582
	S	347.31.67,83	181.53.42,41	237.17.74,58						
	2	370.58.92,79	207.71.88,549	237.13.95,759			0,5424	-4,4289		
	Σ			237.13.72,736						
V	1	129.47.15,27	160.23.50,29	30.73.35,02	-3,6441	-5,0548				
	3	211.11.55,90	241.88.10,1372	30.73.54,237					1,8374	-2,3779
	2	251.90.78,96	282.61.63,0713	30.73.84,111			2,0965	-0,5860		
	M	281.13.48,93	311.863.98,873	30.73.49,943						
	Σ			30.71.30,827						
S	T	239.13.80,43	311.09.93,435	71.93.13,005						
	P	261.91.90,17	333.89.92,2138	71.91.02,043						
	2	300.71.06,17	372.67.71,491	71.93.65,321			0,9637	2,1059		
	M	312.60.17,95	381.53.42,41	71.93.40,615						
	3	342.70.33,54	11.61.94,683	71.92.96,154					-0,8783	3,7494
	1	371.51.03,20	47.47.99,354	71.92.96,154	-1,2911	1,3976				
	Σ			71.93.35,5487						
1	V	399.99.92,57	360.23.50,29	360.23.57,72	3,6441	5,0548				
	S	287.23.06,57	247.47.99,354	360.21.92,784	1,2911	-1,3976				
	3	313.00.26,68	273.21.53,9451	360.21.27,265	-2,8036	1,22545			2,8036	-1,2545
	M	363.69.76,88	323.91.47,697	360.21.70,817	1,6347	0,7354				
	Σ			360.22.12,147						
2	M	399.99.93,40	7.71.88,5490	7.71.95,1490			-0,5424	4,4289		
	V	71.89.59,84	82.61.63,0713	7.71.03,2313			-2,0965	0,5860		
	3	121.90.74,88	133.63.85,79	7.73.10,91			-3,1196	-1,8230	3,1196	1,8230
	S	161.90.64,61	172.67.71,491	7.77.06,881			-0,9637	-2,1059		
	T	200.71.77,31	208.51.87,247	7.77.09,937			0,3749	-2,7854		
	P	253.39.24,81	261.11.09,892	7.71.85,082			3,0177	-2,1109		
	Σ			7.73.01,8650						
3	S	0.00.01,93	211.61.94,683	211.61.92,753					0,8783	-3,7494
	T	41.61.46,24	259.29.47,8261	211.61.01,586					2,2496	-1,6728
	2	119.03.22,02	333.63.85,79	211.63.63,77			3,1196	1,8230	-3,1196	-1,8230
	M	151.68.62,07	363.31.84,501	211.63.22,431					1,2033	2,0582
	V	227.21.98,83	41.88.10,1372	211.62.11,307					-1,8374	2,3779
	1	258.58.88,48	73.21.53,9451	211.62.65,465	2,8036	-1,2545			-2,8036	1,2545
	Σ			211.63.42,885						

(continuare ETAPA 4)

$l_{ij} = z - z_m$	p_{ij}	v_{ij}^{cc}	$-dz^{cc}$	$d\theta^c$	Direcții compuse: $\alpha_{ij} = \alpha_{ij}^0 + v_{ij}$	Controlul compensării:	
						$\theta_{ij} = \alpha_{ij} + z_i$	θ_{ij} din coord.
89,977	½	78,821	-11,156		0.00.88,081	133.89.92,231	133.92,231
225,963	½	214,807			19.83.16,327	153.71.20,459	153.71.20,459
-151,018	½	-162,174			303.27.23,866	37.13.27,998	37.13.26,998
-164,924	½	-131,453		44,627	327.21.50,387	61.13.81,78	61.13.81,78
$\Sigma = -0,002$		-0,001					
158,707	½	167,743	9,036		0.01.59,593	353.71.20,459	353.71.20,459
-20,975	½	-11,441		0,498	51.78.26,879	8.51.42,88	8.51.42,88
-66,086	½	-93,649		-36,644	101.51.50,316	59.33.15,73	59.33.15,73
-71,647	½	-62,611			157.33.32,569	111.09.93,435	111.09.93,435
$\Sigma = -0,001$		-0,003					
-60,368	½	-63,487	-3,119		-0.00.47,857	237.13.27,988	237.13.27,988
-84,073	½	-87,192			277.70.02,301	111.83.98,873	111.83.98,873
8,881	½	-8,133		-13,895	289.71.57,947	123.81.85,55	123.81.85,55
10,695	½	40,109		32,533	329.11.41,179	163.31.58,02	163.31.58,02
101,844	½	98,725			347.33.66,555	181.53.42,41	181.53.42,41
23,023	½	19,981		0,077	370.59.12,771	207.73.59,58	207.73.59,58
$\Sigma = 0,002$		0,003					
204,192	½	94,902	31,421	-140,711	129.48.10,172	160.23.98,636	160.23.98,628
-76,590	½	2,62		47,789	211.11.58,52	241.88.83,32	241.88.83,32
-46,716	½	-48,06		-32,765	251.90.30,9	282.61.68,31	282.61.68,31
-80,884	½	-49,463			248.12.99,467	311.83.98,84	311.83.98,84
$\Sigma = 0,002$		-0,001					
-22,543	½	-16,511	6,032		239.13.63,919	311.09.93,435	311.09.93,435
66,494	½	72,526			261.93.62,696	333.89.92,213	333.89.92,213
29,772	½	15,993		-19,811	300.71.22,163	372.61.03,52	372.61.03,52
5,066	½	11,098			312.60.29,048	381.53.42,41	381.53.42,41
-39,394	½	-102,333		-68,971	342.69.31,207	11.61.44,14	11.61.44,16
-39,394	½	19,227		52,589	371.51.22,427	47.48.26,56	47.48.26,56
$\Sigma = 0,001$		0					
145,573	½	123,572	-22,001		0.01.16,142	360.23.50,29	360.23.50,29
-19,363	½	-41,364			287.21.65,206	247.47.99,354	247.47.99,354
-84,882	½	-18,877		88,006	313.00.07,803	273.23.04,94	273.23.04,94
-41,33	½	-63,331			363.69.13,549	323.91.47,697	323.91.47,697
$\Sigma = -0,002$		0					
-6,716	½	-12,019	-5,303		399.99.81,381	7.71.88,549	7.71.88,549
-98,633	½	-103,936			71.88.55,904	82.61.63,072	82.61.63,072
9,044	½	35,561		31,820	121.91.10,441	133.61.60,52	133.61.60,52
105,015	½	99,712			161.91.64,322	172.67.71,491	172.67.71,491
108,071	½	102,768			200.71.80,078	208.51.87,247	208.51.87,247
-116,783	½	-122,086			253.38.02,724	261.11.09,892	261.11.09,892
$\Sigma = -0,002$		0					
149,868	½	169,839	19,971		0.01.71,769	211.61.94,683	211.61.94,683
58,701	½	78,672			41.63.24,912	259.29.47,826	259.29.47,826
20,885	½	9,036		-31,820	119.03.31,056	333.61.60,50	333.61.50,52
-20,454	½	-0,483			151.68.61,587	363.31.84,501	363.31.84,501
-131,578	½	-111,607			227.21.87,223	41.88.10,137	41.88.10,137
-77,42	½	-145,455		-88,006	258.57.43,025	73.23.04,92	73.23.04,92
$\Sigma = 0,002$		0,002					

ETAPA 1. Transformarea ecuațiilor pe baza regulilor Schreiber

Dir.	p_{ij}	1		2		3		Termen liber $l^{(cc)}$ $l = \frac{1}{2}(l_{ij} + l_{ji})$	Sumă
		dx	dy	dx	dy	dx	dy		
P-2	1			-3,0177	2,1109			-140,853	-141,7598
T-2	1			-0,3749	2,7854			43,548	45,9585
T-3	1					-2,2496	1,6728	-3,692	-4,2688
M-1	1	-1,6347	-0,7354					-16,224	-18,5941
M-2	1			0,5424	-4,4289			8,153	4,2665
M-3	1					-1,2033	-2,0582	-4,879	-8,1405
V-1	1	-3,6441	-5,0548					174,882	166,1831
V-2	1			2,0965	-0,5860			-72,674	-71,16335
V-3	1					1,8374	-2,3779	-104,084	-104,6245
S-1	1	-1,2911	1,3976					-29,378	-29,2715
S-2	1			0,9637	2,1059			67,393	70,4626
S-3	1					-0,8783	3,7494	55,237	58,1081
1-3	1	-2,8036	1,2545			2,8036	-1,2545	-81,151	-81,151
2-3	1			3,1196	1,8230	-3,1196	-1,8230	14,964	14,964
Z _P	-1			-1,0669	0,7463			0	-0,3206
Z _T	-1			-0,1325	0,9847	-0,7953	0,5914	0	0,6483
Z _M	-1	-0,4718	-0,2122	0,1565	-1,2785	-0,3473	-0,5941	0	-2,7474
Z _V	-1	-1,2883	-1,7871	0,7412	-0,2071	0,6496	-0,8407	0	-2,7324
Z _S	-1	-0,3727	0,4034	0,2781	0,6079	-0,2535	1,0823	0	1,7455
Z ₁	-1	-4,0680	-1,6737			0,9912	-0,4435	0	-5,194
Z ₂	-1			0,9543	1,3462	-0,9005	-0,5262	0	0,8738
Z ₃	-1	0,8093	0,3621	0,9005	0,5262	-1,0004	-0,8146	0	-0,8355
Σ		-16,3836	-6,0456	5,1608	6,536	-4,466	-3,6368	88,758	-107,5932 -107,5932

Scrierea ecuațiilor de corecție

Se folosește relația generală:

$$v_{ij} = -dz_i + a_{ij}dx_j + b_{ij}dy_j - a_{ji}dx_i - b_{ji}dy_i + l_{ij} \quad (2.8)$$

unde punctul i reprezintă stația, iar punctul j , viza.

Pentru fiecare caz în parte relația de mai sus se va particulariza funcție de natura punctelor (vechi-vechi, vechi-nou, nou-vechi, nou-nou).

Stația P

$$P-S: v_{PS} = -dz_P + l_{PS}$$

$$P-T: v_{PT} = -dz_P + l_{PT}$$

$$P-M: v_{PM} = -dz_P + l_{PM}$$

$$P-2: v_{P2} = -dz_P + a_{P2}dx_2 + b_{P2}dy_2 + l_{P2}$$

Stația T

$$T-P: v_{TP} = -dz_T + l_{TP}$$

$$T-2: v_{T2} = -dz_T + a_{T2}dx_2 + b_{T2}dy_2 + l_{T2}$$

$$T-3: v_{T3} = -dz_T + a_{T3}dx_3 + b_{T3}dy_3 + l_{T3}$$

$$T-S: v_{TS} = -dz_T + l_{TS}$$

Stația M

$$M-P: v_{MP} = -dz_M + l_{MP}$$

$$M-V: v_{MV} = -dz_M + l_{MV}$$

$$M-1: v_{M1} = -dz_M + a_{M1}dx_1 + b_{M1}dy_1 + l_{M1}$$

$$\begin{aligned} \text{M-S: } v_{MS} &= -dz_M + l_{TS} \\ \text{M-3: } v_{M3} &= -dz_M + a_{M3} dx_3 + b_{M3} dy_3 + l_{M3} \\ \text{M-2: } v_{M2} &= -dz_M + a_{M2} dx_2 + b_{M2} dy_2 + l_{M2} \end{aligned}$$

Stația V

$$\begin{aligned} \text{V-1: } v_{1V} &= -dz_V + a_{V1} dx_1 + b_{V1} dy_1 + l_{V1} \\ \text{V-3: } v_{3V} &= -dz_V + a_{V3} dx_3 + b_{V3} dy_3 + l_{V3} \\ \text{V-2: } v_{V2} &= -dz_V + a_{V2} dx_2 + b_{V2} dy_2 + l_{V2} \\ \text{V-M: } v_{VM} &= -dz_V + l_{VM} \end{aligned}$$

Stația S

$$\begin{aligned} \text{S-T: } v_{ST} &= -dz_S + l_{ST} \\ \text{S-P: } v_{SP} &= -dz_S + l_{SP} \\ \text{S-2: } v_{S2} &= -dz_S + a_{S2} dx_2 + b_{S2} dy_2 + l_{S2} \\ \text{S-M: } v_{SM} &= -dz_S + l_{SM} \\ \text{S-3: } v_{S3} &= -dz_S + a_{S3} dx_3 + b_{S3} dy_3 + l_S \\ \text{S-1: } v_{S1} &= -dz_S + a_{S1} dx_1 + b_{S1} dy_1 + l_{S1} \end{aligned}$$

Stația 1

$$\begin{aligned} \text{1-V: } v_{1V} &= -dz_1 - a_{1V} dx_1 - b_{1V} dy_1 + l_{1V} \\ \text{1-S: } v_{1S} &= -dz_1 - a_{1S} dx_1 - b_{1S} dy_1 + l_{1S} \\ \text{1-3: } v_{13} &= -dz_1 + a_{13} dx_3 + b_{13} dy_3 - a_{13} dx_1 - b_{13} dy_1 + l_{13} \\ \text{1-M: } v_{1M} &= -dz_1 - a_{1M} dx_1 - b_{1M} dy_1 + l_{1M} \end{aligned}$$

Stația 2

$$\begin{aligned} \text{2-M: } v_{2M} &= -dz_2 - a_{2M} dx_2 - b_{2M} dy_2 + l_{2M} \\ \text{2-V: } v_{2V} &= -dz_2 - a_{2V} dx_2 - b_{2V} dy_2 + l_{2V} \\ \text{2-3: } v_{23} &= -dz_2 + a_{23} dx_3 + b_{23} dy_3 - a_{23} dx_2 - b_{23} dy_2 + l_{23} \\ \text{2-S: } v_{2S} &= -dz_2 - a_{2S} dx_2 - b_{2S} dy_2 + l_{2S} \\ \text{2-T: } v_{2T} &= -dz_2 - a_{2T} dx_2 - b_{2T} dy_2 + l_{2T} \\ \text{2-P: } v_{2P} &= -dz_2 - a_{2P} dx_2 - b_{2P} dy_2 + l_{2P} \end{aligned}$$

Stația 3

$$\begin{aligned} \text{3-S: } v_{3S} &= -dz_3 - a_{3S} dx_3 - b_{3S} dy_3 + l_{3S} \\ \text{3-T: } v_{3T} &= -dz_3 - a_{3T} dx_3 - b_{3T} dy_3 + l_{3T} \\ \text{3-2: } v_{32} &= -dz_3 + a_{32} dx_2 + b_{32} dy_2 - a_{32} dx_3 - b_{32} dy_3 + l_{32} \\ \text{3-M: } v_{3M} &= -dz_3 - a_{3M} dx_3 - b_{3M} dy_3 + l_{3M} \\ \text{3-V: } v_{3V} &= -dz_3 - a_{3V} dx_3 - b_{3V} dy_3 + l_{3V} \\ \text{3-1: } v_{31} &= -dz_3 + a_{31} dx_1 + b_{31} dy_1 - a_{31} dx_3 - b_{13} dy_3 + l_{31} \end{aligned}$$

ETAPA 3. Întocmirea tabelului coeficienților ecuațiilor normale și scrierea sistemului normal

44,7036	23,0684	-1,8611	0,2175	-11,6612	6,9405	-345,3212	-283,9135	-283,9135
	35,9527	-0,9195	1,0771	0,3064	0,9386	-1014,925	-954,5011	-954,5013
		28,1258	-2,6813	-11,0301	-7,4162	327,4154	376,6329	376,633
			45,5937	-8,0534	-2,2863	-0,3475	33,5198	33,5198
				32,2816	-7,0141	-499,7788	-504,9496	-504,9496
					35,3619	532,9974	559,5218	559,5218

se face în concordanță cu formulele generale :

[illegible]

În cazul nostru sistemul conține 6 ecuații corespunzătoare necunoscutele pentru cele două coordonate (X,Y) , în cazul punctelor noi $(1,2,3)$.

$$\begin{aligned} &44,7036 \, dx_1 + 23,0648 \, dy_1 + (-1,8611) \, dx_2 + 0,2175 \, dy_2 + (-11,6612) \, dx_3 + 6,9405 \, dy_3 + (-345,3212) = 0 \\ &23,0684 \, dx_1 + 35,9527 \, dy_1 + (-0,9195) \, dx_2 + 1,0771 \, dy_2 + 0,3064 \, dx_3 + 0,9386 \, dy_3 + (-1014,9250) = 0 \\ &(-1,8611) \, dx_1 + (-0,9195) \, dy_1 + 28,1258 \, dx_2 + (-2,6813) \, dy_2 + (-11,0301) \, dx_3 + (-7,4162) \, dy_3 + 372,4154 = 0 \\ &0,2175 \, dx_1 + 1,0771 \, dy_1 + (-2,6813) \, dx_2 + 45,5937 \, dy_2 + (-8,0534) \, dx_3 + (-2,2863) \, dy_3 + (-0,3475) = 0 \\ &(-11,6612) \, dx_1 + 0,3064 \, dy_1 + (-11,0301) \, dx_2 + (-8,0534) \, dy_2 + 32,2816 \, dx_3 + (7,0141) \, dy_3 + (-499,7788) = 0 \\ &6,9405 \, dx_1 + 0,9386 \, dy_1 + (-7,4162) \, dx_2 + (-2,2863) \, dy_2 + (-7,0141) \, dx_3 + 35,3619 \, dy_3 + 532,9974 = 0 \end{aligned}$$

ETAPA 7. Rezolvarea sistemului normal și obținerea coeficienților de pondere (schema Gauss redusă)

1		2		3		l (cc)	Suma	Control
dx	dy	dx	dy	dx	dy			
44,7036	23,0684	-1,8611	0,2175	-11,6612	6,9405	-345,3212	-283,9135	
-1	-0,516	0,0416	-0,0048	0,2608	-0,1552	7,7246	6,3510	6,351
$dx_1 =$ - 1,76549 $dy_1 =$ +0,3161 $dx_2 =$ -0,1999 $dy_2 =$ - 1,61875 $dx_3 =$ +3,21290 $dy_3 = -0,59533$	35,9527	-0,9195	1,0771	0,3064	0,9386	-1014,925	-954,5011	
	24,0494	0,0408	0,9648	6,3235	-2,6426	-836,7392	-808,0017	-808,0033
	-1	-0,0016	-0,0401	-0,2629	0,1098	34,7925	33,5975	33,5977
		28,1258	-2,6813	-11,0301	-7,7162	372,4154	376,6329	
		28,0483	-2,6737	-11,5253	-7,1232	359,3888	366,1149	366,1149
		-1	0,0953	0,4109	0,2539	-12,8132	-13,0530	-13,0531
			45,5937	-8,0534	-2,2863	-0,3475	33,5198	
			45,2991	-9,3493	-2,8924	69,1130	102,1742	102,1704
			-1	0,2063	0,0632	-1,5257	-2,2555	-2,2556
				32,2816	-7,0141	-499,7788	-504,9496	
				20,9134	-8,0329	-207,9289	-195,0554	-195,0484
				-1	0,3841	9,9423	9,3268	9,3264
					35,3619	532,9974	539,5218	
					28,9160	510,5100	539,4210	539,426
					-1	-17,6549	-18,6547	-18,6549

continuare ETAPA 7
(schema Gauss extinsă)

Q_{xx_1}	Q_{yy_1}	Q_{xx_2}	Q_{yy_2}	Q_{xx_3}	Q_{yy_3}	Suma ¹	Control ¹
-1	0	0	0	0	0	-284,9135	
0,0223	0	0	0	0	0	6,3733	6,3733
0	-1	0	0	0	0	-955,5011	
0,5160	-1	0	0	0	0	-808,4857	-808,4873
-0,0214	0,0415	0	0	0	0	33,6177	33,6178
0	0	-1	0	0	0	375,6329	
-0,0424	0,0016	-1	0	0	0	365,0740	365,0741
0,0015	-0,0000	0,0356	0	0	0	-13,0159	-13,016
0	0	0	-1	0	0	32,5198	
-0,0199	0,04402	-0,0953	-1	0	0	101,0992	101,0954
0,0004	-0,0008	0,0021	0,2063	0	0	-2,2318	-2,2319
0	0	0	0	-1	0	-505,9496	
-0,4179	0,2718	-0,4305	-0,2063	-1	0	-196,8384	-196,8313
0,0199	-0,0129	0,0205	0,0098	0,0478	0	9,4120	9,4115
0	0	0	0	0	-1	558,5218	
0,0393	-0,0024	-0,4253	-0,1430	-0,3841	-1	537,5054	537,5105
-0,0013	0,0000	0,0147	0,0049	0,0132	0,0345	-18,5885	-18,5889

ETAPA 8. Calculul coeficienților de pondere

(direct din schema Gauss extinsă : linia roșie înmulțită cu valoarea de deasupra + linia roșie înmulțită cu valoarea de deasupra, + ,..... luându-se în final cu semn schimbat)

Linia roșie este linia care începe cu -1.

$$Q_{xx_1} = 0,0417$$

$$Q_{yy_1} = 0,0450$$

$$Q_{xx_2} = 0,0508$$

$$Q_{yy_2} = 0,0247$$

$$Q_{xx_3} = 0,0528$$

$$Q_{yy_3} = 0,0345$$

$$Q_{xy_1} = -0,0268$$

$$Q_{xy_2} = 0,0084$$

$$Q_{xy_3} = 0,0132$$

ETAPA 9. Calculul coordonatelor compensate pentru punctele noi

$$X_1 = X_1^0 + dx_1 = 1.988.065,098 + (-1,76549) = 1.988.063,333 \text{ m}$$

$$Y_1 = Y_1^0 + dy_1 = 1.611.295,331 + 0,3161 = 1.611.295,647 \text{ m}$$

$$X_2 = X_2^0 + dx_2 = 1.988.483,914 + (-0,1999) = 1.988.483,714 \text{ m}$$

$$Y_2 = Y_2^0 + dy_2 = 1.580.174,188 + (-1,61875) = 1.580.172,569 \text{ m}$$

$$X_3 = X_3^0 + dx_3 = 1.979.599,829 + 3,21290 = 1.979.603,042 \text{ m}$$

$$Y_3 = Y_3^0 + dy_3 = 1.591.376,429 + (-0,59533) = 1.591.375,834 \text{ m}$$

ETAPA 10. Calculul corecțiilor orientărilor $d\theta$

Se va folosi relația generală de calcul:

$$d\theta^{cc} = a_{ij}dx_j + b_{ij}dy_j - a_{ij}dx_i - b_{ij}dy_i ; \quad (2.10)$$

a_{ij} , b_{ij} -coeficienți de direcție
 dx , dy -corecții

$d\theta_{P2} = 44,627$	$d\theta_{V3} = 47,789$
$d\theta_{T2} = 0,498$	$d\theta_{S1} = 52,589$
$d\theta_{T3} = -36,644$	$d\theta_{S2} = -19,811$
$d\theta_{M1} = -13,895$	$d\theta_{S3} = -68,971$
$d\theta_{M2} = 0,077$	$d\theta_{13} = 88,006$
$d\theta_{M3} = 32,533$	$d\theta_{23} = 31,820$
$d\theta_{V1} = -140,711$	$d\theta_{32} = -31,820$
$d\theta_{V2} = -32,765$	$d\theta_{31} = -88,006$

ETAPA 11. Calculul corecțiilor dz^{cc}

Relația după care se efectuează calculul este:

$$dz^{cc} = \frac{1}{n} \sum d\theta_{ij}^{cc} \quad (2.11)$$

$dz_P = 11,156$
$dz_T = -9,036$
$dz_M = 3,119$
$dz_V = -31,421$
$dz_S = -6,032$
$dz_1 = 22,001$
$dz_2 = 5,303$
$dz_3 = -19,971$

ETAPA 12. Calculul corecțiilor v_{ij}

Se face cu formula:

$$v_{ij}^{cc} = -dz_i^{cc} + l_{ij} + d\theta \quad (2.12)$$

$v_{PS} = 78,821$	$v_{ST} = -16,511$
$v_{PT} = 214,807$	$v_{SP} = 72,526$
$v_{PM} = -162,174$	$v_{S2} = 15,993$
$v_{P2} = -131,453$	$v_{SM} = 11,098$
$v_{TP} = 167,743$	$v_{S3} = -102,333$
$v_{T2} = -11,441$	$v_{S1} = 19,227$
$v_{T3} = 93,649$	$v_{1V} = 123,572$
$v_{TS} = -62,611$	$v_{1S} = -41,364$
$v_{MP} = -63,487$	$v_{13} = -18,877$
$v_{MV} = -87,192$	$v_{1M} = -63,331$
$v_{M1} = -8,133$	$v_{2M} = -12,019$
$v_{M3} = 40,109$	$v_{2V} = 103,963$
$v_{MS} = 98,725$	$v_{23} = 35,561$
$v_{M2} = 19,981$	$v_{2S} = 99,712$
$v_{V1} = 94,902$	$v_{2T} = 102,768$
$v_{V3} = 2,62$	$v_{2P} = -122,086$
$v_{V2} = -48,06$	$v_{3S} = 169,839$
$v_{VM} = -49,463$	$v_{3T} = 78,672$
$v_{3M} = -0,483$	$v_{32} = 9,036$
$v_{3V} = -111,607$	$v_{31} = -145,455$

ETAPA 13. Calculul direcțiilor compensate

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ij}^0 + v_{ij}^0 \quad (2.13)$$

$$\begin{aligned} \text{Controlul: } \theta_{ij} &= \alpha_{ij} + z_m + dz_i \\ \theta_{ij} &= \theta_{ij} \text{ din coordonate} \end{aligned} \quad (2.14)$$

ETAPA 11. Calculul orientărilor definitive

(se regăsesc în tabelul etapei 4)

Pct.	Coordonate definitive		tg $\theta = \Delta Y / \Delta X$ $\theta = \arctg \Delta Y / \Delta X$
	X (m)	Y (m)	
P	1.978.581,881	1.563.018,484	61.13.81,73
2	1.988.483,714	1.580.172,569	
Δ	9.901,833	11.154,085	
T	1.963.049,659	1.577.154,173	59.31.15,702
3	1.979.603,042	1.591.375,834	
Δ	13.533,138	18.221,661	
M	1.002.636,532	1.581.907,641	123.81.51.50
1	1.988.063,333	1.611.295,647	
Δ	-11.573,199	32.388,006	
M	1.002.636,532	1.581.907,641	163.31.58,063
3	1.979.603,042	1.591.375,834	
Δ	-23.033,49	13.468,193	
M	1.002.636,532	1.581.907,641	207.73.59,52
2	1.988.483,714	1.580.172,,569	
Δ	-11.152,818	-1.735,079	
V	1.993.352,331	1.608.320,924	160.23.98,628
1	1.988.063,333	1.611.295,647	
Δ	-8.288,998	1.974,723	
V	1.993.352,331	1.608.320,924	241.88.83,377
3	1.979.603,042	1.591.375,834	
Δ	-13.749,289	-12.945,09	
V	1.993.352,331	1.608.320,924	282.61.68,307
2	1.988.483,714	1.580.172,569	
Δ	-7.868,617	-28.148,355	
S	1.963.504,198	1.591.605,820	372.61.03,59
2	1.988.483,714	1.580.172,569	
Δ	21.979,516	-11.463,251	
S	1.963.504,198	1.591.605,820	11.61.44,161
3	1.979.603,042	1.591.375,834	
Δ	13.098,844	3.770,014	
S	1.963.504,198	1.591.605,820	47.48.26,576
1	1.988.063,333	1.611.295,647	
Δ	21.559,135	22.689,827	
1	1.988.063,333	1.611.295,647	300.78.42,473
2	1.988.483,714	1.580.172,569	
Δ	420,381	-31.123,078	
1	1.988.063,333	1.611.295,647	273.23.04,948
3	1.979.603,042	1.591.375,834	
Δ	-81.601,291	-18.919,813	
2	1.988.483,714	1.580.172,569	133.61.60,56
3	1.979.603,042	1.591.375,834	
Δ	-8.880,672	11.203,265	
T	1.963.049,659	1.577.154,173	8.51.42,872
2	1.988.483,714	1.580.172,569	
Δ	22.434,055	3.018,396	

ETAPA 11. Calculul de evaluare a preciziei

a). Eroarea medie pătratică a unei singure măsurători:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{p \sum v^2}{n-h}} = \pm 79,4915$$

b). Eroarea medie pătratică a unei direcții măsurate:

$$m_\alpha = \pm \frac{m_0}{\sqrt{p}} = \pm 112,4180$$

c). Eroarea medie pătratică a necunoscutelor:

$$m_{x_1} = \pm m_0 \sqrt{Q_{xx_1}} = 16,2623$$

$$m_{y_1} = \pm m_0 \sqrt{Q_{yy_1}} = 16,8627$$

$$m_{x_2} = \pm m_0 \sqrt{Q_{xx_2}} = 17,9164$$

$$m_{y_2} = \pm m_0 \sqrt{Q_{yy_2}} = 12,4930$$

$$m_{x_3} = \pm m_0 \sqrt{Q_{xx_3}} = 18,2657$$

$$m_{y_3} = \pm m_0 \sqrt{Q_{yy_3}} = 14,6489$$

Erori totale:

$$m_{t_1} = \pm \sqrt{m^2 x_1 + m^2 y_1} = \pm 5,7528$$

$$m_{t_2} = \pm \sqrt{m^2 x_2 + m^2 y_2} = \pm 5,5144$$

$$m_{t_3} = \pm \sqrt{m^2 x_3 + m^2 y_3} = \pm 5,7423$$

ETAPA 13. Calculul elipsei erorilor

Elementele specifice elipsei erorilor sunt:

$$\varphi = 2 \arctg \frac{2Q_{xy}}{Q_{xx} - Q_{yy}} \quad (\text{unghiul dintre semi-axa mare a elipsei și axa Ox}) \quad (2.15)$$

$$a = m_0 \sqrt{Q_{\max}} \quad (\text{semi-axa mare}) \quad b = m_0 \sqrt{Q_{\min}} \quad (\text{semi-axa mică}) \quad (2.16)$$

$$Q_{\max, \min} = \frac{Q_{xx} + Q_{yy}}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(Q_{xx} - Q_{yy})^2 + 4Q_{xy}^2} \quad (2.17)$$

Punctul 1

$$\varphi = 192.17.09,073$$

$$Q_{\max} = 0,07020$$

$$Q_{\min} = 0,01649$$

$$a = 21,06159$$

$$b = 10,21070$$

Punctul 2

$$\varphi = 72.81.88,868$$

$$Q_{\max} = 0,06762$$

$$Q_{\min} = 0,0079$$

$$a = 20,66779$$

$$b = 7,06532$$

Punctul 3

$$\varphi = 122.88.44,527$$

$$Q_{\max} = 0,0792$$

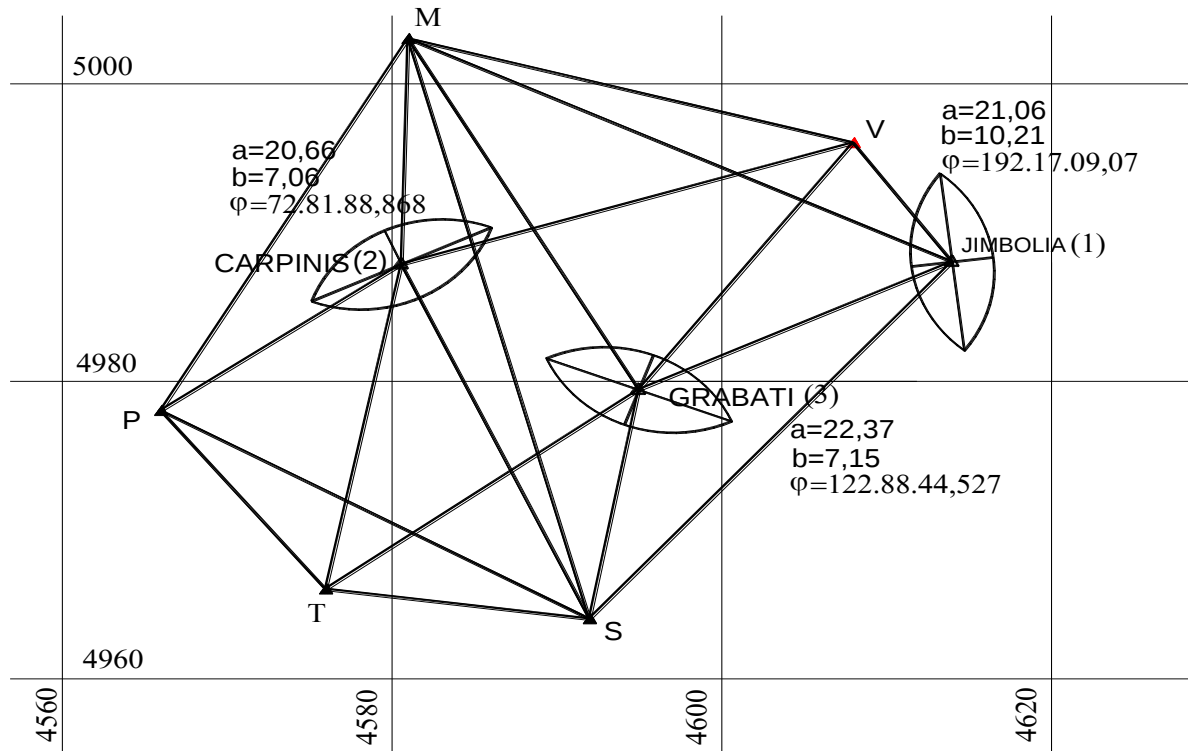
$$Q_{\min} = 0,0081$$

$$a = 22,3708$$

$$b = 7,15435$$

GRUP DE PUNCTE

sc: 1:200.000



MODEL DE CALCUL 2: PRELUCRAREA MĂSURĂTORILOR EFECTUATE ÎN REȚELELE GEODEZICE PRIN METODA OBSERVAȚILOR CONDIȚIONATE

Comparativ cu metoda observațiilor indirecte, metoda observațiilor condiționate a cunoscut o aplicabilitate mai restrânsă în ultimele decenii. Cauza este generată în mod deosebit de faptul că metoda observațiilor indirecte se pretează mult mai complet și mai comod la calculul automat.

Modelul funcțional

Măsurătorile geodezice $M_i^0 (i=1,2,...,n)$ definite prin vectorul $M^{0^T} = \|M_1^0, M_2^0, ..., M_n^0\|$ într-o rețea geodezică, corectate cu corecțiile $v_i (i=1,2,...,n)$ corespundente, trebuie să satisfacă un număr oarecare r de condiții ($r < n$) de natură geometrică:

$$\varphi(M^0 + v) = 0 \quad (2.18)$$

Aceste ecuații constituie *modelul funcțional sub formă neliniară la prelucrarea măsurătorilor geodezice prin metoda observațiilor condiționate*. Prin dezvoltarea în serie a acestor relații și renunțarea la termenii de ordin doi și superiori, se obține *forma liniară a modelului funcțional în metoda observațiilor condiționate*:

$$Av + w = 0$$

unde:

$$A = \left(\frac{\partial \varphi(M)}{\partial M} \right)_0 \quad w = \varphi(M^0) \quad (2.19)$$

Se face notația:

$$A = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_n \\ b_1 & b_2 & \dots & b_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_1 & r_2 & \dots & r_n \end{vmatrix} \quad (2.20)$$

Forma uzuală a modelului funcțional liniarizat la prelucrarea măsurătorilor geodezice prin metoda observațiilor condiționate este:

$$\begin{aligned} a_1 v_1 + a_2 v_2 + \dots + a_n v_n + w_1 &= 0 \\ b_1 v_1 + b_2 v_2 + \dots + b_n v_n + w_2 &= 0 \\ \dots & \dots \dots \dots \dots \\ r_1 v_1 + r_2 v_2 + \dots + r_n v_n + w_r &= 0 \end{aligned} \quad (2.21)$$

Observații:

a) Prelucrarea riguroasă a măsurătorilor geodezice trebuie să se raporteze la un sistem de referință unitar. De aceea, înainte de a fi prelucrate, măsurătorile geodezice sunt reduse la sistemul de referință acceptat (planul de proiecție, elipsoidul de referință, un sistem de referință tridimensional, etc.).

b) Orice compensare geodezică este dirijată prin modelul funcțional stochastic.

În funcție de atenția cu care s-a alcătuit acest model se vor obține rezultate mai mult sau mai puțin apropiate de realitate.

Astfel:

- modelul funcțional poate fi denaturat de existența unor erori sistematice importante, neeliminate înainte de compensare.

- neglijarea unor corelații, ceea ce înseamnă un model stochastic incomplet, poate pune sub semn de întrebare unele precauții de mare finețe avute în vedere la formarea modelului funcțional.

Din aceasta rezultă că este necesar un echilibru adecvat între cele două laturi ale modelului folosit. În rețelele geodezice de ordin superior trebuie avute în vedere toate amănuntele posibile din acest punct de vedere, urmând ca pentru rețelele de ordin inferior să se accepte anumite concesii, atât de natură funcțională, cât și de natură stochastică.

c) Orice schimbare în modelul funcțional-stochastic modifică rezultatul compensării.

d) Modelul funcțional - stochastic acceptat inițial poate fi îmbunătățit pe baza unor rezultate obținute (eventual, compensări parțiale sau chiar o compensare globală preliminară).

În acest sens se menționează: analiza ponderilor grupelor de măsurători, examinarea semnificației statistice a unor necunoscute folosite, etc. O compensare modernă a unei rețele geodezice apare astfel ca o succesiune de compensări parțiale, continuu îmbunătățite.

Determinarea elementelor compensate

Rezolvarea problemei, necesită introducerea **corelatelor** k , denumite și **multiplicatori Lagrange**, pentru deducerea corecțiilor v :

$$v = Q_M A^T k \quad (2.22)$$

sistemul ecuațiilor normale sub formă matriceală va fi:

$$A Q_M A^T k + w = 0 \quad (2.23)$$

din care se calculează corelatele k :

$$k = -N_0^{-1} w \quad (2.24)$$

unde:

$$N_0 = A Q_M A^T \quad (2.25)$$

iar sistemul final al ecuațiilor normale va avea forma:

$$\begin{aligned} \left[\frac{aa}{p} \right] k_a + \left[\frac{ab}{p} \right] k_b + \dots + \left[\frac{ar}{p} \right] k_r + w_a &= 0 \\ \left[\frac{ab}{p} \right] k_a + \left[\frac{bb}{p} \right] k_b + \dots + \left[\frac{br}{p} \right] k_r + w_b &= 0 \\ \dots & \dots \dots \\ \left[\frac{ar}{p} \right] k_a + \left[\frac{br}{p} \right] k_b + \dots + \left[\frac{rr}{p} \right] k_r + w_r &= 0 \end{aligned} \quad (2.26)$$

Pentru control:

La deducerea corelatelor k se folosește următoarea relație de control:

$$v^T P v = -w^T k \quad (2.27)$$

al cărui echivalent în cazul observațiilor indirecte este:

$$[pvv] = -[kw] \quad (2.28)$$

Temă aplicatie: PRELUCRAREA MĂSURĂTORILOR ÎN REȚELELE DE NIVELMENT GEOMETRIC PRIN METODA OBSERVAȚILOR CONDIȚIONATE

Această metodă aplicată la rețelele de nivelment este cunoscută și sub denumirea de *metoda poligoanelor* deoarece formarea ecuațiilor de condiție se face în funcție de poligoanele *reale și fictive* existente în rețea. Dacă F reprezintă numărul punctelor vechi, numărul poligoanelor fictive va fi $F - 1$. Numărul r total al ecuațiilor de condiție va fi egal cu numărul poligoanelor reale plus numărul poligoanelor fictive. În comparație cu metoda observațiilor indirecte, metoda observațiilor condiționate este avantajoasă, în cazul de față, atunci când:

$$r < u$$

unde: u = numărul punctelor noi în rețea,

Comparativ cu metoda observațiilor indirecte, metoda observațiilor condiționate cunoaște o aplicabilitate mai restrânsă. Cauza este generată în mod deosebit de faptul că metoda observațiilor indirecte se pretează mult mai complet și mai comod la programarea pe calculatorul electronic.

Această metodă oferă soluții cu mai multă rapiditate în comparație cu metoda observațiilor indirecte.

În cazul general al măsurătorilor condiționate presupunem că avem n determinări: X_1, X_2, X_n . În teren s-au efectuat practic măsurători directe rezultând valorile $l_1, l_2, \dots, l_n$. Mărimile X_i unde $i = 1 \div n$ reprezintă valorile cele mai probabile ale măsurătorilor și se presupune că acestea trebuie să satisfacă un număr " r " de relații de condiție.

Ecuațiile de condiție vor fi de forma:

$$\begin{aligned} f_1(X_1, X_2, \dots, X_n) &= 0 \\ f_2(X_1, X_2, \dots, X_n) &= 0 \\ &\dots \\ f_r(X_1, \dots, X_n) &= 0 \end{aligned} \quad (2.29)$$

Înseamnă că în teren avem " r " măsurători suplimentare sau r grade de libertate.

Mărimile măsurate direct " l_i " fiind afectate de erori nu vor satisface condițiile de tip 1

$$\Rightarrow f_i(l_1, l_2, \dots, l_n) \neq 0 \text{ sau } f_i(l_1, l_2, \dots, l_n) = w_i \quad (2.30)$$

w_i = discordanță sau neînchidere și va fi termen liber în ecuațiile liniare ale viitorului sistem.

Problema care se pune este de a determina niște corecții $v_1, v_2, \dots, v_n$ a.î. să dispară neînchiderile " w " și să fie satisfăcut sistemul de funcții.

Deci: $X_i = l_i + v_i \quad (2.31)$

unde: X_i reprezintă valoarea cea mai probabilă;

l_i este valoarea măsurată;

v_i corecția.

Funcțiile din sistemul 8.1 pot fi liniare sau nu. În contextul studiului de caz acestea nu sunt liniare, putându-se liniariza prin dezvoltare în serie Taylor cu reținerea termenilor de ordinul I (deoarece corecțiile „ v_i ” sunt suficient de mici ca să permită acest lucru).

După dezvoltarea în serie Taylor rezultă forma generală a sistemului liniar al ecuațiilor de condiție a corecțiilor:

$$\begin{aligned} a_1 v_1 + a_2 v_2 + \dots + a_n v_n + w_1 &= 0 \\ b_1 v_1 + b_2 v_2 + \dots + b_n v_n + w_2 &= 0 \\ &\dots \\ r_1 v_1 + r_2 v_2 + \dots + r_n v_n + w_r &= 0 \end{aligned} \quad (2.32)$$

Forma ecuațiilor de condiție

Ecuațiile de condiție pentru poligoanele reale, de tipul poligonului I, din figură sunt de forma următoare:

$$(\Delta h_{13}^0 + v_{13}) - (\Delta h_{23}^0 + v_{23}) - (\Delta h_{12}^0 + v_{12}) = 0 \quad (2.33)$$

din care se obține imediat forma liniarizată:

$$v_{13} - v_{23} - v_{12} + \omega_1 = 0; \quad \omega_1 = \Delta h_{13}^0 - \Delta h_{23}^0 - \Delta h_{12}^0 \quad (2.34)$$

Este indicat ca la scrierea ecuațiilor de condiție să se păstreze un anumit sens (de exemplu sensul orar) în toate poligoanele.

Pentru poligoanele fictive, de tipul poligonului IV, ecuația de condiție este de forma:

$$H_A + (\Delta h_{A4}^0 + v_{A4}) + (\Delta h_{4B}^0 + v_{4B}) = H_B \quad (2.35)$$

astfel încât:

$$v_{A4} + v_{4B} + \omega_4 = 0; \quad \omega_4 = (H_A + \Delta h_{A4}^0 + \Delta h_{4B}^0) - H_B \quad (2.36)$$

Prin urmare ecuațiile liniarizate de condiție vor fi:

Poligonul I	$v_{13} - v_{23} - v_{12} + \omega_I = 0;$
Poligonul II	$v_{A1} + v_{12} + v_{24} - v_{A4} + \omega_{II} = 0;$
Poligonul III	$v_{23} + v_{3B} - v_{4B} - v_{24} + \omega_{III} = 0;$
Poligonul IV	$v_{A4} + v_{4B} + \omega_{IV} = 0.$

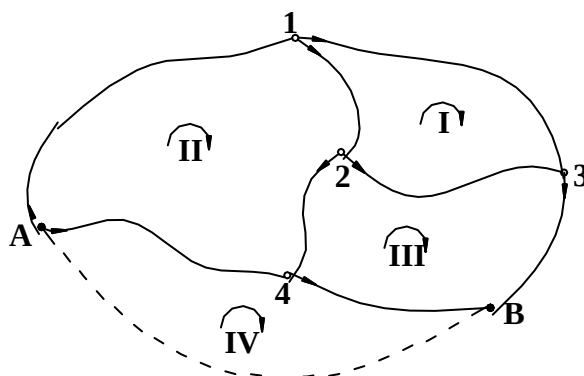


Figura 2.5 Rețea de nivelment geometric

Sistemul ecuațiilor normale

Se observă că avem r ecuații și n necunoscute $\Rightarrow$ sistemul este nedeterminat. Gradul de nedeterminare = $n - r$. Pentru rezolvarea problemei se apelează la metoda *celor mai mici pătrate*. În cazul măsurătorilor ponderate se pune condiția :

$$[pvv] \rightarrow \min \quad (2.37)$$

Deoarece corecțiile v trebuie să satisfacă pe de o parte relațiile de minim și pe de altă parte sistemul liniar $\Rightarrow$ că avem de-a face cu o problemă de “minim condiționat” care se rezolvă prin metoda multiplicatorilor Lagrange sau (corelatelor Gauss).

Funcția Lagrange se prezintă sub forma:

[illegible]

Punctele de extrem ale funcției printre care se găsesc și cele de minim, se obțin anulând derivatele parțiale de ordinul I în raport cu cele 2 necunoscute $\mathbf{v}$, $\mathbf{k}$.

După rezolvarea calculelor $\Rightarrow$ sistemul normal al corelatelor în cazul ponderat:

$$\begin{aligned} \left[\frac{aa}{p} \right] k_1 + \left[\frac{ab}{p} \right] k_2 + \cdots + \left[\frac{ar}{p} \right] k_r + w_1 &= 0 \\ \left[\frac{ab}{p} \right] k_1 + \left[\frac{bb}{p} \right] k_2 + \cdots + \left[\frac{br}{p} \right] k_r + w_2 &= 0 \\ &\vdots \\ \left[\frac{ar}{p} \right] k_r + \left[\frac{br}{p} \right] k_r + \cdots + \left[\frac{rr}{p} \right] k_r + w_r &= 0 \end{aligned} \tag{2.39}$$

În contextul studiului de caz prima ecuație din sistemul normal va fi:

$$(L_{A1} + L_{12} + L_{A4})k_I - L_{12}k_{II} - L_{23}k_{III} + \omega_I = 0 \quad (2.40)$$

Se observă că sistemul de ecuații normale poate fi scris direct de pe schița rețelei, indiferent de configurația sa, fiecărui poligon (real și fictiv) corespunzându-i o ecuație normală constituită din următorii termeni:

- coeficientul corelatei de pe diagonala principală, corespunzător poligonului pentru care se scrie ecuația, este egal cu lungimea perimetrului poligonului considerat (în km);
- în ecuație mai intervin doar corelatele corespunzătoare poligoanelor cu care poligonul este în legătură (inclusiv poligonul fictiv), coeficienții respectivi fiind egali cu lungimile liniilor dintre poligoane (în km);
- termenul liber este egal cu neînchiderea în poligon.

Deoarece coeficientul de pe diagonala principală este cel puțin egal cu suma celorlalți coeficienți din ecuația considerată, sistemul ecuațiilor normale se pretează la rezolvări prin procedee iterative.

În acest caz vor rezulta:

$$\begin{aligned}
& L_I k_I - L_{12} k_{II} - L_{23} k_{III} + \omega_I = 0; \\
& -L_{12} k_I + L_{II} k_{II} - L_{24} k_{III} - L_{A4} k_{IV} + \omega_{II} = 0; \\
& -L_{23} k_I - L_{24} k_{II} + L_{III} k_{III} - L_{4B} k_{IV} + \omega_{III} = 0; \\
& -L_{A4} k_{II} - L_{4B} k_{III} + L_{IV} k_{IV} + \omega_{IV} = 0;
\end{aligned} \tag{2.41}$$

Determinarea elementelor compensate și evaluarea preciziei în cazul măsurătorilor condiționate

Datele inițiale sunt conținute în tabelele 2.5 și 2.3.

Sistemul ecuațiilor normale este prezentat în tabelul 2.9, care conține și toate calculele pentru determinarea preciziei.

Soluțiile dx și erorile individuale m_i sunt funcție de modalitatea de alegere a punctului fix în rețea.

Dacă se schimbă poziția acestuia se obțin rezultatele finale din tabelul 2.10.

Corecțiile v și eroarea μ sunt aceleași.

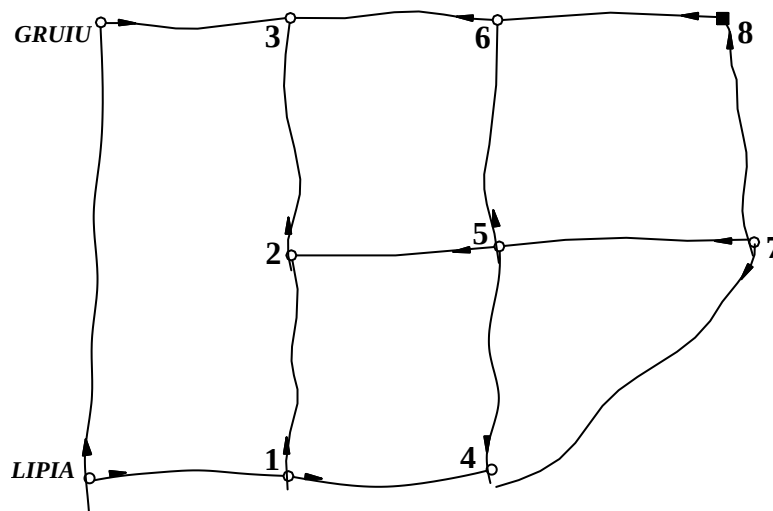


Figura 2.6 Modificarea poziției punctului fix în rețeaua de nivelment geometric

Eroarea medie a unității de pondere a fost calculată cu formula:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[pvv]}{r}} \quad (2.42)$$

iar valoarea sa este exprimată în mm/km .

O formulă foarte utilă în calculele de prelucrare:

$$r = n - u \quad (2.43)$$

prin care se poate deduce numărul total al ecuațiilor de condiție, necesar și suficient, pentru prelucrarea măsurătorilor geodezice în rețeaua considerată.

Ecuațiile de condiție sunt prezentate în tabelul 2.7, în care au fost trecute și funcțiile de pondere necesare determinării erorilor punctelor 5, 8 și G din rețea.

Coeficienții de pondere Q_{FF} se găsesc în tabelul 2.8 putându-se calcula prin determinare directă sau utilizând algoritmul Gauss. Această ultimă metodologie este mai eficientă la calculul manual, dar este mai greu de programat, decât metoda precedentă.

Corecțiile v sunt determinate cu relația:

$$v_i = \frac{1}{p_i} (a_i k_a + b_i k_b + \dots + r_i k_r), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.44)$$

și sunt exprimate în tabelul 3, unde s-a realizat și controlul specific metodei observațiilor condiționate cu formula:

$$[pvv] = -[kw] \quad (2.45)$$

Rezultatele finale ale compensării sunt prezentate în tabelele 2.9 și 2.10.

Erorile medii ale punctelor noi sunt calculate cu formula:

$$m_F^i = \mu \sqrt{Q_{FF}} \quad \text{iar valorile lor se găsesc în tabelul 2.8.}$$

Diferențele de nivel s-au calculat astfel:

$$\Delta h^0 = \Delta h + v, \quad \text{valoarea lor este calculată în tabelul 2.9.}$$

Tabelul 2.5 Scrierea ecuațiilor de corecție

Linia de nivelment	Ponderea $p = \frac{1}{L_{km}}$	Numărul punctului									L [mm]	Sumă	Corecții v [mm]
		Necunoscute calculate în prelucrare (dx)											
		[mm]											
		0,4348	0,3931	0,3371	-0,0823	0,2733	0,2939	0,2804	0,2833	0,2658			
		1	2	3	4	5	6	7	8	G			
1-2	5,62	-1	+1								0	5,620	-0,0453
2-3	5,75		-1	+1							0	5,752	-0,0560
6-3	3,52			+1			-1				0	3,519	0,0432
5-6	5,90					-1	+1				0	5,898	0,0206
5-4	5,58				+1	-1					0	5,575	-0,3556
1-4	3,31	-1			+1						0,54	3,848	0,0193
5-2	3,34		+1			-1					-0,14	3,202	-0,0202
8-6	2,93						+1		-1		0	2,928	0,0106
7-8	3,66							-1	+1		0	3,657	0,0029
7-4	2,71				+1			-1			1,07	3,782	0,7073
7-5	3,08					+1		-1			-0,64	2,456	-0,6271
G-3	2,38			+1						-1	0	2,381	0,0713
L-1	0,68	+1									-0,72	0,947	-0,2816
L-G	0,64									+1	0	1,639	0,2658
Sumă		-1	+1	+3	+2	-1	+1	-3	0	0	+0,13		

Control 51,201/51,201

Tabelul 2.6 Calculul diferențelor de nivel

Linia de nivelment	Diferențe de nivel măsurate Δh^0 [m]	Corecții v [mm]	Diferențe de nivel compensate Δh [m]
1-2	0,64993	-0,05	0,64988
2-3	0,42385	-0,05	0,4238
6-3	0,72392	0,05	0,72397
5-6	0,78084	0,02	0,78086
5-4	0,50151	-0,35	0,50116
1-4	0,06999	0,02	0,07001
5-2	1,08105	-0,02	1,08103
8-6	0,78685	0,01	0,78686
7-8	4,08854	0	4,08854
7-4	4,59499	0,71	4,59570
7-5	4,09517	-0,63	4,09454
G-3	1,81247	0,07	1,81254
L-1	1,03352	-0,28	1,03324
L-G	0,29411	0,27	0,29438

$$\mu = \sqrt{\frac{[pvv]}{n-h}} = \sqrt{\frac{3,4231}{5}} = \pm 0,83 \text{ mm / km}$$

Tabelul 2.7 Scrierea ecuațiilor de condiție

Linia de nivelment	Ponderea p	Ecuația de condiție					Funcții de pondere Q_{FF} pe altitudinile punctelor			Sumă	Corecții v [m]	Diferențe de nivel măsurate [m]	Diferențe de nivel compensate [m]
		Valoarea corelatelor k determinate în prelucrare											
		1 $k_I = 0,1781$	2 $k_{II} = -0,1459$	3 $k_{III} = -0,00727$	4 $k_{IV} = -0,0162$	5 $k_V = 1,8994$	5	8	G				
1-2	0,18	-1		+1			+1	+1		+2	-0,05	0,64993	0,64988
2-3	0,17	-1	+1							0	-0,05	0,42385	0,42380
6-3	0,28		-1							-1	0,05	0,72392	0,72397
5-6	0,17		-1		+1			+1		+1	0,02	0,78084	0,78086
5-4	0,18			+1		-1				0	-0,35	0,50151	0,50116
1-4	0,30			-1						-1	0,02	0,06999	0,07001
5-2	0,30		+1	-1			-1	-1		-2	-0,02	1,08105	1,08103
8-6	0,34				-1			-1		-2	0,01	0,78685	0,78686
7-8	0,27				-1					-1	0	4,08854	4,08854
7-4	0,37					+1				+1	0,71	4,59499	4,59570
7-5	0,33				+1	-1				0	-0,63	4,09517	4,09454
G-3	0,42	+1								+1	0,07	1,81247	1,81254
L-1	1,50	-1					+1	+1		+1	-0,28	1,03352	1,03324
L-G	1,56	+1							+1	+2	0,27	0,29411	0,29438
Suma		-1	0	0	0	-1	+1	+1	+1	+1			
Termen liber ω [mm]		-0,72	0,14	0,40	0,62	1,69				+1			

$$- [k\omega] = +3,99$$

Tabelul 2.8 Schema Gauss

$$k_V = 1,8994$$

k_I	k_{II}	k_{III}	k_{IV}	k_V	ω	Q_{FF}			Sumă	Control
						5	8	G		
3,83	-0,17	-0,18	0	0	-0,72	-1,68	-1,68	1,56	0,96	
-1	0,0444	0,0470	0	0	0,1880	0,4386	0,4386	0,4073	0,2507	-0,2507
kI=0,1781	0,92	-0,30	-0,17	0	0,14	-0,30	-0,47	0	-0,35	
	0,9125	-0,3080	-0,17	0	0,1080	0,3746	0,5476	0,0693	0,3074	-0,3074
	-1	0,3375	0,1863	0	-0,1184	0,4105	0,5968	0,0759	0,3369	0,3368
	kII=- 0,1459	0,96	0	-0,18	0,40	0,48	0,48	0	1,66	
		0,8476	-0,0574	-0,18	0,4026	0,2746	0,2172	0,0967	1,6014	1,6013
	-1	0,0677	0,2124	-0,4750	-0,3240	0,2563	0,1141	1,8893	-1,8893	
	kIII=- 0,0727	1,11	-0,33	0,62	0	0,51	0	1,74		
		1,0744	-0,3422	0,6674	0,0512	0,4232	0,0115	1,7911	1,7911	
		-1	0,3185	-0,6212	0,0477	0,3939	0,0181	1,6671	-1,6670	
	kIV=- 0,0162	0,88	-1,69	0	0	0	-1,32			
		0,7328	-1,3919	0,0420	0,1809	0,0267	0,4094	-0,4095		
		-1	1,8994	0,0573	0,2469	0,0364	0,5587	0,5587		

$$\left[\frac{ff}{p} \right]$$

1,98	2,49	1,56
------	------	------

$$Q_{FF}^i$$

0,995490	1,161040	0,906973
----------	----------	----------

$$m_F^i = \mu \sqrt{Q_{FF}}$$

0,82	0,88	0,78
------	------	------

Verificare

$$-w = +1,25$$

$$[(s-w)k] = +1,25$$

$$\mu = \sqrt{\frac{[pvv]}{r}} = \pm 0,82$$

Tabelul 2.9 Calculul diferențelor de nivel

Linia de nivelment	Diferențe de nivel măsurate Δh^0 [m]	Corecții v [mm]	Diferențe de nivel compensate Δh [m]
1-2	0,64993	-0,04	0,64989
2-3	0,42385	-0,05	0,42379
6-3	0,72392	0,04	0,72396
5-6	0,78084	0,02	0,78086
5-4	0,50151	-0,35	0,50116
1-4	0,06999	0,02	0,07002
5-2	1,08105	-0,02	1,08103
8-6	0,78685	0,01	0,78685
7-8	4,08854	0	4,08854
7-4	4,59499	0,70	4,59569
7-5	4,09517	-0,63	4,09453
6-3	1,81247	0,07	1,81254
L-1	1,03352	-0,28	1,03324
L-G	0,29411	0,27	0,29438

Tabel 2.10 Calculul cotelor definitive

Reperul de nivelment	Altitudini provizorii H^0 [m]	Necunoscute dx [mm]	Cote (altitudini) compensate H [m]
8	47,26181	-	47,26181
G	46,96011	-0,0259	46,96008
L	46,66600	-0,3038	46,66570
1	47,69880	0,1495	47,69895
2	48,34873	0,1049	48,34883
3	48,77258	0,0487	48,77262
4	47,76933	-0,3694	47,76896
5	47,26782	-0,0135	47,26780
6	48,04866	0,0071	48,04866
7	43,17327	-0,0051	43,17327

REALIZAREA REȚELELOR GEODEZICE FOLOSIND TEHNOLOGIA SATELITARĂ

MODEL DE CALCUL: REALIZAREA REȚELELOR GEODEZICE DE ÎNDEȘIRE FOLOSIND TEHNOLOGIA SATELITARĂ

ETAPA 1. Pregătirea și planificarea unei sesiuni de măsurători satelitare

Când o determinare este făcută cu ajutorul tehnologiei GPS, vizibilitatea dintre receptoare nu constituie o cerință a măsurătorii întrucât aceste receptoare nu transmit și nu recepționează semnale între ele, ci le primesc de la sateliții care se mișcă în jurul Pământului. Singura condiție ce trebuie îndeplinită pentru a putea recepționa aceste semnale se referă la obținerea unui *orizont liber spre cer*.

Semnalele emise de sateliții GPS sunt asemenea razelor solare, astfel încât, orice obstacol aflat în calea acestora reduce considerabil intensitatea semnalului putând chiar împiedica recepționarea lui.

O sesiune GPS se definește ca fiind perioada de timp când două sau mai multe receptoare colectează simultan date furnizate de sateliți. Începutul acestei "sesiuni" depinde de mai mulți factori, cel mai important fiind legat de disponibilitatea satelitelui, adică de perioada lui optimă de emisie.

Pentru obținerea unor rezultate bune ale determinărilor trebuie să se țină cont de:

- selectarea corectă a perioadelor de observații, aceasta însemnând ca 4 sau mai mulți sateliți să poată fi exploatați simultan;
- verificarea constelațiilor sateliților (dacă o constelație a fost modificată, satelitul respectiv devine, indisponibil și nu emite nimic);
- verificarea PDOP-ului, reprezentând un parametru al geometriei satelitelui; pentru determinări statice ; un $PDOP < 5$ indică o bună geometrie satelitară

Un alt criteriu de alegere a perioadei optime de lucru se referă la influența refracției atmosferice, care, noaptea este mult mai redusă decât ziua.

La stabilirea sesiunilor de lucru în poziționarea relativă trebuie luați în considerare următorii factori :

- lungimea bazei
- numărul sateliților vizibili
- geometria constelației satelitare (PDOP)
- raportul semnal/zgomot (SNR) pentru semnalul satelitar.
- distribuirea receptoarelor la echipe și programarea punctelor pentru fiecare echipă.

Unele valori informative pentru durata sesiunilor de lucru, când se dorește o precizie ridicată sunt date în tabelul 2.11.

Tabelul 2.11

Lungimea bazei (km)	Durata sesiunii (minute)
0-1	10-30
1-5	30-60
5-10	60-90
10-15	90-120

Durata sesiunilor se diminuează în funcție de precizia care se dorește să fie atinsă, dar nu trebuie omis nici factorul economic. Foarte importantă este și dimensionarea justă și optimă a timpului dintre sesiuni, când receptoarele sunt reinstalate în alte puncte ale rețelei. De asemenea trebuie prevăzut cel puțin un punct de legătură între sesiuni, pentru a putea reduce rezultatele la cel puțin un punct de referință, care să asigure interconectarea bazelor GPS din diferite sesiuni.

A doua fază a planificării pentru măsurătorile satelitare se referă la distribuirea receptoarelor la echipe și programarea punctelor pentru fiecare echipă. De regulă se întocmește un tabel, în care se prevede ce echipă, în ce sesiune trebuie să staționeze într-un punct.

Numărul minim de sesiuni s într-o rețea cu p puncte și la folosirea a r receptoare se determină cu relația:

$$s = \frac{p - n}{r - n} \quad (2.46)$$

unde n reprezintă numărul punctelor de legătură între sesiuni.

Relația are sens numai pentru $n \geq 1$ și $r \geq n$. Dacă raportul nu oferă un număr întreg, se va rotunji valoarea raportului în plus la valoarea întreagă superioară.

Există mai multe tehnici de măsurare care pot fi folosite de majoritatea receptorilor pentru măsurători GPS. Geodezul ar trebui să aleagă cea mai adecvată tehnică pentru realizarea măsurătorilor.

Metoda statică – folosită pentru linii lungi, rețele geodezice, studiul plăcilor tectonice, etc. Oferă o precizie mare pentru distanțe lungi, dar comparativ, este lentă.

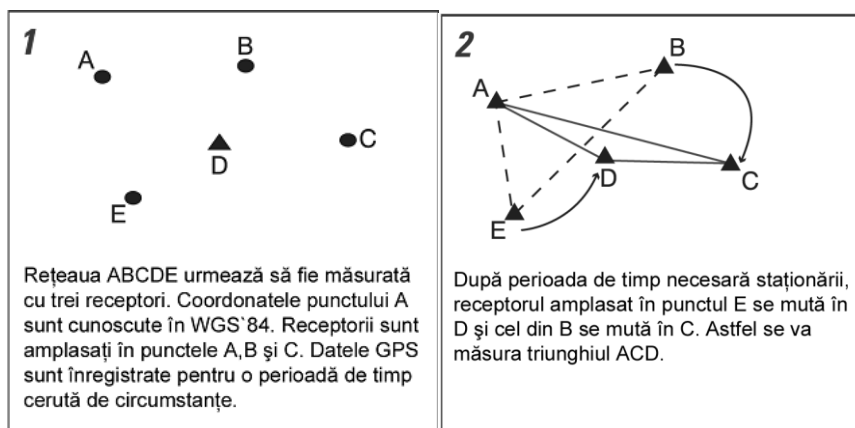


Figura 2.8 Realizarea măsurătorilor GPS în metoda statică

Metoda static rapidă – folosită pentru organizarea rețelelor de control locale, îndesirea de rețele, etc. Oferă o precizie ridicată pentru măsurarea bazelor de până la 20 km lungime și este mult mai rapidă decât metoda statică.

Pozițiile diferitelor puncte de pe suprafața terestră pot fi determinate utilizând tehnici și tehnologii multiple de măsurare.

Astfel, poziționarea se poate face în raport cu un anumit sistem de coordonate care se alege de obicei ca fiind geocentric în raport cu un alt punct determinat anterior sau, în contextul existenței unei rețele de puncte predeterminate. Determinările pot fi făcute relativ la un sistem de coordonate bine definit, de regulă tridimensional, la care originea o constituie chiar centrul de masă al Pământului, fie în raport cu un alt punct ce reprezintă originea unui sistem de coordonate locale, diferit de centrul de masă al Pământului și stabilit conform scopului și destinației urmărite.

ETAPA 2. Analiza postprocesării și compensării măsurătorilor

În general pașii postprocesării din cadrul fazei de compensare a măsurătorilor GPS sunt:

- Transferul, comprimarea și reformatarea datelor (inclusiv înregistrarea mesajelor de navigație) de la receptorul GPS la mediul de stocare al computerului. Aceasta se poate realiza după fiecare sesiune de observații, separat pentru fiecare receptor, folosind produsele software ale producătorilor de echipament.
- Pregătirea datelor, de exemplu obținerea fișierului cu efemeride (obținut din mai multe copii înregistrate ale mesajelor de navigație) sau obținerea de „efemeride exacte” de la sursă externă. Dacă procesarea se realizează cu programe care nu sunt ale firmei producătoare de echipament (ca și în cazul procesării științifice a măsurătorilor GPS) atunci, s-ar putea, să fie necesară reformatarea datelor.
- Datele grafice: a se edita datele în conformitate cu stegulețele ce reflectă calitatea sau eliminarea sateliților dacă sateliții au un unghi de elevație mai mic

decât limita inferioară impusă, sateliți bolnavi, sesiuni de observații inegale, etc. Acești pași au loc de obicei atunci când se combină datele de la mai mulți receptori.

- Obținerea de soluții preliminare a poziției punctelor, de obicei prin procesarea bazelor.
- Aceasta are în plus avantajul de a da coordonate apriori stațiilor și corectarea observațiilor de timp.
- Obținerea unor soluții aproximative pentru baze folosind metoda triplelor diferențe (fără ambiguități). O astfel de soluție ajută la depistarea următoarei întreruperi de semnal și la repararea ei.
- Detectarea și repararea întreruperilor de semnal prin una dintre metodele cunoscute.
- Cei mai importanți pași sunt sincronizarea etichetelor de timp și editarea întreruperilor de semnal.
- Pot fi făcute un număr de comentarii relativ la manipularea datelor:
- Fișierele de date trebuie salvate și făcute copii după ele pe medii adecvate și să fie arhivate cât mai curând posibil – de exemplu la biroul de teren
- Procesarea datelor poate începe pentru o sesiune atunci când fișierele de date de la mai mulți receptori sunt puse împreună la centrul de procesare.
- Diferiți receptori produc unul sau mai multe fișiere pentru fiecare observație într-un format particular.
- Datele de la un anumit tip de receptor sunt de obicei procesate cu softul firmei producătoare – excepții sunt posibile folosind fișiere de date RINEX (Receiver INdependent EXchange) și care este un standard de stocare și transfer al măsurătorilor
- GPS și pentru aplicațiile de navigație precise.

Există un număr de indicatori de calitate care pot fi urmăriți incluzând:

- Eroarea medie pătratică a observațiilor;
- Numărul de observații respinse;
- Teste statistice privind parametrii sau erorile reziduale;
- Abaterea standard finală;
- Matricea de varianță-covarianță a soluțiilor;
- Valoarea optimă a soluției;
- Soluția defavorabilă;
- Parametrii ambiguității selective.

Pot fi făcute următoarele comentarii relativ la eroarea medie pătratică și la observațiile respinse:

- valoare mică a erorii medii pătratice și un număr mic de observații respinse deseori arată că atât datele cât și soluțiile sunt bune din punct de vedere calitativ; În general producătorii recomandă o valoare maximă pentru eroarea medie pătratică.
- Această valoare depinde de lungimea bazei, tipul de observație etc.;
- Editarea datelor are de multe ori loc în timpul iterațiilor soluțiilor. Se bazează de obicei pe un factor (ex. $3 \times$ eroarea medie pătratică);

- Cauze posibile ale unei erori medii pătratice mari și a respingerii datelor sunt înjumătățirea semnalului (multipath) și întreruperile de semnal necorectate (cycle slip).
- Elipsele erorilor sunt o bună modalitate de verificare a posibilelor erori datorate înjumătățirii semnalului; Unele programe de prelucrare a datelor permit reprezentarea elipselor erorilor.

Pot fi făcute următoarele comentarii relative la testele statistice și la informațiile deduse din matricea de varianță-covarianță:

- În general sunt efectuate puține teste statistice relative la parametri și la erori;
- Dacă factorul de varianță a posteriori este unitate atunci este probabil ca matricea de varianță covarianță a fost în mod corespunzător scalată ca să asigure acest lucru;
- Totuși, în general, matricea de varianță covarianță finală este prea optimistă sugerând o precizie mai mare a parametrilor decât este garantat. Nu ia în considerare erorile
- sistematice care nu au modele matematice (refracția atmosferică, orbitele sateliților și erorile stațiilor fixe, etc);
- Abaterea standard a componentelor bazelor variază considerabil în funcție de modul de determinare a soluției (prin triple diferențe, duble diferențe fără ambiguități, duble diferențe cu ambiguități predeterminate).

Mai există și alți indicatori de calitate legați de caracteristicile soluției incluzând răspunsurile la următoarele probleme:

Care este soluția optimă? S-a obținut o soluție cu ambiguități predeterminate? Era de așteptat o asemenea soluție?

Dacă s-a obținut o soluție cu ambiguități predeterminate, trebuie verificată eroarea medie pătratică absolută și relativă. Sunt corecte ambiguitățile predeterminate?

Dacă s-a obținut o soluție cu ambiguități predeterminate trebuie verificate componentele bazei. Soluțiile de obținere a bazelor pot suferi modificări de mai mult de 10 cm în comparație cu soluția fără ambiguități în acest caz?

Precizia estimată pentru componenta verticală este de obicei dublă față de cea a componentelor orizontale;

Trebuie verificate următoarele caracteristici ale soluției:

1. Sateliții utilizați: au probleme de funcționare?
2. Perioada de urmărire obișnuită: este această perioadă în conformitate cu programarea existentă?
3. Coordonatele stațiilor: au fost folosite coordonatele WGS'84 corecte? Înălțimea antenei.
4. A fost aplicată corecția troposferică?
5. Indicatorii geometrici ai satelitului: PDOP, RDOP, etc.

Concluzii asupra preciziei de determinare a unui punct prin măsurători GPS se pot lua și din condițiile externe care cuprind:

Ierarhia soluțiilor: comparație între soluțiile obținute prin duble respectiv triple diferențe.

- „decimetru” precizia soluției prin triple diferențe;
- „centimetru” precizia soluției fără ambiguități prin duble diferențe;

- „milimetru” precizia soluției cu ambiguități determinate prin duble diferențe.
- Soluții în cazul utilizării dublei frecvențe: comparație între soluțiile determinate cu L1, L2;
- Soluții determinate dintr-o singură bază în comparație cu soluțiile obținute din mai multe baze;
- Obținerea mai multor soluții determinate cu aceleași baze în sesiuni diferite;
- Soluții obținute urmărind 4 sau mai mulți sateliți pe parcursul unei perioade de 30-60 minute, pentru baze mai scurte de 15 km, ar trebui să se obțină soluții de mare precizie cu ambiguități determinate;
- Comparație cu măsurătorile realizate prin metode clasice: în general se realizează măsurători doar pentru distanțe.
- Verificare BBS sau a integrității serviciului de monitorizare.

Prelucrarea sesiunilor de măsurători GPS este preferată procesării bazelor și ar trebui realizată oricând este posibil. Prelucrarea sesiunii ține seama de toate corelațiile matematice dintre baze pe parcursul unei sesiuni. Aceasta permite de altfel determinarea mai ușoară a ambiguității, estimarea parametrilor troposferici și implică o cantitate mai mică de date procesate decât procesarea bazelor. Problema legată de procesarea bazelor este aceea că bazele individuale sunt corelate matematic cu alte baze derivate din aceeași sesiune de observații. Se poate ține seama de corelații doar incluzând toate bazele posibile împreună într-o sesiune ori o compensare de rețea, incluzând bazele dependente liniar (așa numitele baze triviale).

Compensarea rețelelor

Se vor combina toate soluțiile compensărilor pe sesiuni de la ETAPA anterioară într-o compensare finală cu constrângere minimă a rețelei. Trebuie avut în vedere ca factorul de scalare $n/2$ de la ultimul punct al etapei anterioare să fie inclus în matricea de varianță-covarianță a compensărilor pe sesiuni.

Se scalează matricea de varianță-covarianță și abaterile medii pătratice rezultate în urma compensării rețelei cu factorul de varianță calculat. Această etapă poate fi realizată în mod automat de majoritatea soft-urilor de compensare.

Studierea abaterilor medii pătratice ce nu se încadrează în toleranțe și identificarea punctelor care nu corespund. Pot fi eliminați doar receptori și nu baze.

ETAPA 3. Încadrarea unei rețele determinată prin măsurători satelitare în Rețeaua Geodezică Națională

Scopul unei transformări este acela de a transforma coordonatele dintr-un sistem într-altul.

Există mai multe transformări apropiate. Cea care urmează a fi folosită depinde de rezultatele care se doresc a fi obținute.

Procedura de bază pentru determinarea parametrilor de transformare este aceeași indiferent de calea care este aleasă.

Mai întâi, trebuie cunoscute coordonatele în ambele sisteme, atât în WGS' 84 cât și în sistemul local pentru un număr de cel puțin 3 puncte comune, preferabil fiind ca numărul acestora să fie 1. Cu cât mai multe puncte comune vor fi incluse în

transformare, cu atât vor fi mai multe ocaziile de reducere a redundanței și de verificare a erorilor.

Punctele comune sunt obținute prin măsurarea punctelor cu receptorii GPS, acolo unde coordonatele și înălțimile ortometrice sunt cunoscute în sistemul local.

Parametrii transformării pot fi calculați apoi folosind una din aproximațiile transformărilor.

Este important a se remarca că transformările vor fi valabile doar pentru punctele aflate în zona mărginită de punctele comune.

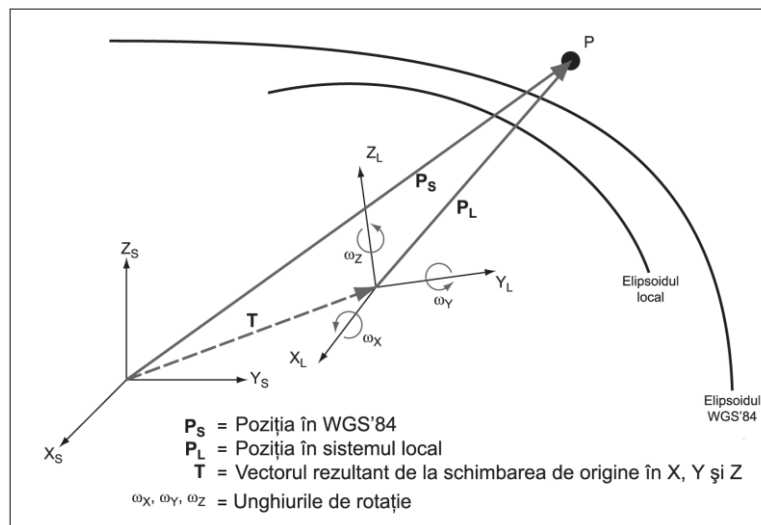
Punctele din afara acestei zone nu ar trebui transformate folosind parametrii calculați, dar ar trebui să facă parte dintr-o nouă regiune de transformare.

1) Transformarea tridimensională cu 7 parametri (Transformarea Helmert)

Cei 7 parametri Helmert oferă o transformare corectă din punct de vedere matematic.

Aceasta menține exactitatea măsurătorilor GPS și a coordonatelor locale.

Experiența a arătat faptul că este obișnuit pentru măsurătorile GPS ca acestea să fie realizate cu o acuratețe mai mare decât cea a vechilor ridicări măsurate cu instrumente optice tradiționale.



Elementele de legătură între cele două sisteme de proiecție

În marea majoritate a cazurilor, punctele măsurate înainte nu vor fi la fel de precise ca noile puncte măsurate cu tehnologia GPS. Aceasta ar putea crea neomogenitate în rețea.

Când transformăm un punct între sistemele de coordonate, este cel mai bine să ne gândim că se schimbă originea sistemului de coordonate și nu suprafața pe care se află punctul.

Pentru a transforma coordonatele dintr-un sistem într-altul, trebuie să existe o legătură între originile și axele elipsoizilor. Din aceste informații se poate determina translația

în spațiu a originii sistemului pe X, Y, Z urmată de rotațiile în jurul axelor X, Y, Z și de coeficientul de scară dintre cei doi elipsoizi.

Notăm vectorul de poziție a unui punct spațial în sistemul de coordonate de referință cu X^{LOC} și vectorul de poziție al aceluiași punct în sistemul secundar cu X^{GPS} . Transformarea conformă tridimensională este descrisă de relația:

$$X^{LOC} = X_0 + mRX^{GPS} \quad (2.48)$$

Cu "m" s-a notat factorul de scară, cu X_0 vectorul de translație între originile celor două sisteme, iar cu "R" matricea de rotație care se compune din trei rotații succesive în jurul axelor de coordonate ale sistemului de referință. Cu unghiurile de rotație $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ matricea de rotație are forma generală:

$$R = \begin{pmatrix} \cos \alpha_y \cos \alpha_x & \cos \alpha_x \sin \alpha_z + \sin \alpha_x \sin \alpha_z - & \sin \alpha_x \sin \alpha_z - \\ & \sin \alpha_x \sin \alpha_y \cos \alpha_z & \cos \alpha_x \sin \alpha_y \cos \alpha_z \\ -\cos \alpha_y \sin \alpha_z & \cos \alpha_x \cos \alpha_z - & \sin \alpha_x \cos \alpha_z + \\ & \sin \alpha_x \sin \alpha_y \sin \alpha_z & \cos \alpha_x \sin \alpha_y \sin \alpha_z \\ \sin \alpha_y & -\sin \alpha_x \cos \alpha_y & \cos \alpha_x \cos \alpha_y \end{pmatrix} \quad (2.49)$$

Dacă parametri de transformare m, X_0, R sunt cunoscuți, transformarea coordonatelor unui punct din sistemul secundar în sistemul de referință poate fi realizată fără probleme prin intermediul relațiilor (2.48). Dacă parametri de transformare sunt necunoscuți, atunci ei trebuie determinați pe baza unor puncte comune, a căror poziție este cunoscută în ambele sisteme. Dacă se introduc coordonatele punctelor comune în relația (2.48), rezultă pentru fiecare punct 3 ecuații. Se remarcă că sunt necesare cel puțin două puncte și încă o mărime identică pentru a putea determina cei 7 parametri ai transformării. Dacă se dispune de trei sau mai multe puncte comune sistemul (2.49) devine supradeterminat și trebuie rezolvat printr-un calcul de compensare.

Pentru rezolvarea sistemului, ecuația (2.48) trebuie liniarizată, fiind necesare valori provizorii pentru parametrii necunoscuți. În cazul transformării coordonatelor GPS într-un sistem național de coordonate, apar unele particularități care sunt utilizate în continuare:

factorul de scară este aproape de valoarea 1 și deci:

$$m = 1 + dm \quad (2.50)$$

unghiurile de rotație $\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ sunt mici și vor fi privite ca mărimi diferențiale $\epsilon x, \epsilon y, \epsilon z$. Introduse în ecuația (2.49) pot fi efectuate aproximațiile $\cos \alpha_i = 1, \sin \alpha_i = \alpha_i$, iar termenii de ordinul 2 să fie neglijați. Cu aceste simplificări matricea de rotație (2.49) devine:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & \epsilon_z & -\epsilon_y \\ -\epsilon_z & 1 & \epsilon_x \\ \epsilon_y & -\epsilon_x & 1 \end{pmatrix} = I + dR \quad (2.51)$$

$\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ – unghiurile de rotație euleriene;

I – matricea unitate;

dR – matricea diferențială.

În locul vectorului care conține translațiile dintre originile celor două sisteme poate fi introdus de asemenea:

$$X_0 = (X_0) + dX_0 \quad (2.52)$$

iar (X_0) după introducerea valorilor provizorii pentru un punct „ $m_0 = 1$ ” și „ $R_0 = I$ ” în ecuația (2.48) devine:

$$(X_0) = X^{LOC} + X^{GPS} \quad (2.53)$$

Toate acestea introduse în ecuația (2.48) conduc la relația:

$$X^{LOC} = (X_0) + dX_0 + (1+dm) (I+dR) X^{GPS} \quad (2.54)$$

Expresia $-dX_0 + dm X^{GPS} + dR X^{GPS}$ – poate fi reprezentată ca o matrice de configurație A , care se înmulțește cu un vector al necunoscutelor ce conține parametrii de transformare dx , ecuația primind forma:

$$X^{LOC} = A dx + X^{GPS} + (X_0) \quad (2.55)$$

Pentru punctele comune, valorile X^{LOC} nu vor corespunde cu valorile date și apar discrepante, care formal pot fi interpretate ca niște corecții, ecuația (2.55) luând forma:

$$v_i = A dx + X^{GPS} + (X_0) - X^{LOC} \quad (2.56)$$

Dacă nu se dispune de informații suplimentare privind mărimea termenilor din vectorul valorilor provizorii pentru translațiile (X_0) , acesta poate fi acceptat ca fiind zero și rezultă:

$$\begin{pmatrix} \Delta X_1 \\ \Delta Y_1 \\ \Delta Z_1 \\ . \\ . \\ . \\ \Delta X_m \\ \Delta Y_m \\ \Delta Z_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1^{LOC} - X_1^{GPS} \\ Y_1^{LOC} - Y_1^{GPS} \\ Z_1^{LOC} - Z_1^{GPS} \\ . \\ . \\ . \\ X_m^{LOC} - X_m^{GPS} \\ Y_m^{LOC} - Y_m^{GPS} \\ Z_m^{LOC} - Z_m^{GPS} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 100.X_1.0 - Z_1 Y_1 \\ 010.Y_1.Z_1 0 - X_1 \\ 001.Z_1.-Y_1 X_1 0 \\ \\ \\ \\ 100.X_m.0 - Z_m Y_m \\ 010.Y_m.Z_m 0 - X_m \\ 001.Z_m.-Y_m X_m 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \\ m \\ \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \end{pmatrix} \quad (2.57)$$

cu: $m \geq 3$ puncte comune.

Datorită valorilor mari pe care le au coordonatele punctelor comune apar probleme numerice la rezolvarea sistemului, fapt pentru care se recomandă reducerea coordonatelor punctelor comune în ambele sisteme la centrul lor de greutate.

Coordonatele din cele două sisteme fiind destul de apropiate ca mărime, pot fi utilizate aceleași valori de coordonate pentru centrul de greutate în ambele sisteme.

Rezolvarea sistemului (2.57) conduce la determinarea celor 7 parametri necunoscuți $X_0, Y_0, Z_0, m, \epsilon_X, \epsilon_Y, \epsilon_Z$.

Transformarea coordonatelor punctelor noi determinate numai din măsurători GPS se va realiza acum pe baza celor 7 parametri $\rightarrow X_0, Y_0, Z_0, m, \epsilon_X, \epsilon_Y, \epsilon_Z$ cu relația de transcalcul (2.48).

Abaterea standard pentru calculul de integrare se poate realiza cu relația:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{n-7}} \quad (2.58)$$

Trebuie menționat aici că mărimea abaterii standard reflectă de fapt precizia poziționării relative dintre punctele comune în ambele sisteme, fără a indica în care dintre sisteme poziționarea relativă este mai precisă.

În cele prezentate s-a pornit de la ideea că matricea de rotație este o matrice ortogonală cu proprietățile $\mathbf{R}^{-1} = \mathbf{R}^T$; $\mathbf{R}\mathbf{R}^T = \mathbf{I}$; $\mathbf{R}_f^T \mathbf{R}_f = \mathbf{I}$; $\mathbf{R}_f^T \mathbf{R}_j = 0 \quad \forall f \neq j$. De asemenea s-a considerat, că factorul de scară este constant pe toate cele trei direcții ale axelor de coordonate. Aceste accepțiuni sunt justificate pentru rețele de dimensiuni mici. Pentru rețelele GPS de întindere mai mare, cum ar fi de exemplu rețelele naționale, unii autori recomandă transformarea tridimensională afină sau transformarea tridimensională cu polinoame de diferite ordine. Acest lucru se datorează faptului, că erorile orbitelor sateliților GPS produc în rețele geodezice rotiri și distorsionări specifice.

Transformarea tridimensională afină, cunoscută și sub denumirea de transformare tridimensională cu 12 parametri, reprezintă de fapt o extindere a transformării conforme cu 7 parametri cu încă 5 termeni, care descriu deformațiile afine. Pentru determinarea celor 12 parametri de transformare apare evident necesitatea cunoașterii a cel puțin 4 puncte comune ambelor sisteme, matricea de configurație $\mathbf{A}$ din relația (2.56) primind forma:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & X_i & 0 & -Z_i & Y_i & Y_i & Z_i & 0 & 2X_i & X_i \\ 0 & 1 & 0 & Y_i & Z_i & 0 & -X_i & X_i & 0 & Z_i & -Y_i & Y_i \\ 0 & 0 & 1 & Z_i & -Y_i & X_i & 0 & 0 & X_i & Y_i & -Z_i & 2Z_i \end{pmatrix} \quad (2.59)$$

iar vectorul parametrilor:

$$\underline{\mathbf{x}} = (X_0 \quad Y_0 \quad Z_0 \quad m \quad \epsilon_X \quad \epsilon_Y \quad \epsilon_Z \quad da_1 \quad da_2 \quad da_3 \quad da_4 \quad da_5)^T \quad (2.60)$$

Transformarea coordonatelor punctelor noi determinate prin măsurători GPS se va realiza acum pe baza celor 12 parametri analog cu relația de transcalcul (2.48).

O altă transformare posibilă ar fi transformarea tridimensională conformă cu 10 parametri. La această transformare unghiurile și distanțele în cele două sisteme rămân nealterate. În esență și această transformare conține integral transformarea tridimensională ortogonală, care se completează cu 3 parametri conformi speciali. Pentru determinarea celor 10 parametri de transformare apare evident necesitatea

cunoașterii a cel puțin 4 puncte comune ambelor sisteme, matricea de configurație A din relația (2.56) primind forma:

$$\underline{A} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & X_i & -Y_i & -Z_i & 0 & -X_i^2 + Y_i^2 + Z_i^2 & -2X_iY_i & -2X_iZ_i \\ 0 & 1 & 0 & Y_i & X_i & 0 & -Z_i & -2X_iY_i & X_i^2 - Y_i^2 + Z_i^2 & -2Y_iZ_i \\ 0 & 0 & 1 & Z_i & 0 & X_i & Y_i & -2X_iZ_i & -2Y_iZ_i & X_i^2 + Y_i^2 - Z_i^2 \end{pmatrix} \quad (2.61)$$

iar vectorul parametrilor:

$$\underline{x} = (dx \quad dy \quad dz \quad m \quad d\alpha \quad d\beta \quad d\gamma \quad dc1 \quad dc2 \quad dc3)^T \quad (2.62)$$

Transformarea coordonatelor punctelor noi determinate prin măsurători GPS se va realiza acum pe baza celor 10 parametrii analog cu relația de transcalcul (2.48).

Din coordonatele carteziene $(X, Y, Z)^{LOC}$ pentru punctele noi se calculează coordonatele elipsoidale $(B, L, h)^{LOC}$ cu relațiile:

$$\begin{aligned} \tan B &= \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \left(1 - e^2 \frac{N}{N+h} \right)^{-1} \\ \tan L &= \frac{Y}{X} \\ h &= \frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{\cos B} - N \end{aligned} \quad (2.63)$$

ținându-se cont în relații de elementele proprii ale elipsoidului local.

Din coordonatele elipsoidale determinate $(B, L)^{LOC}$, prin relații de transformare cunoscute din cartografia matematică, se va face trecerea de pe elipsoid în planul de proiecție, obținându-se coordonatele plane $(x, y)^{LOC}$, iar din altitudinile elipsoidale prin folosirea unui model pentru geoid se vor determina altitudinile ortometrice.

După cum s-a remarcat, în algoritmul prezentat se necesită altitudini elipsoidale.

Când se dorește doar determinarea poziției planimetrice a punctelor în zone restrânse ca întindere, este suficient ca aceste altitudini să fie cunoscute aproximativ, ele neinfluențând semnificativ rezultatul.

Din măsurătorile GPS rezultă vectori (baze) în sistemul WGS'84, care pot fi reprezentați sub forma:

$$\Delta X_{ij}^{GPS} = X_j^{GPS} - X_i^{GPS} \quad (2.64)$$

Acești vectori pot fi transformați într-un sistem local printr-o transformare tridimensională, pornind de la ecuațiile specifice (2.48) ale acestei transformări.

Este de remarcat că în situația formării diferențelor dintre coordonatele punctelor i și j, vectorul X_0 care descrie relațiile pe cele trei direcții între originile celor două sisteme dispare, iar ecuația ia forma particulară:

$$X^{LOC} = mRX^{GPS} \quad (2.65)$$

Liniarizarea termenului din partea dreaptă a semnelui egal oferă analog cu relația (2.56):

$$\Delta X^{LOC} = A dx + \Delta X^{GPS} \quad (2.66)$$

unde vectorul dx și matricea de configurație A au forma:

$$dx = [dm, \epsilon_e, \epsilon_y, \epsilon_z]^T \quad (2.67)$$

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} \Delta X_{ij} & 0 & \Delta Z_{ij} & -\Delta Y_{ij} \\ \Delta Y_{ij} & -\Delta Z_{ij} & 0 & \Delta X_{ij} \\ \Delta Z_{ij} & \Delta Y_{ij} & -\Delta X_{ij} & 0 \end{pmatrix}^{GPS} \quad (2.68)$$

Parametrii de transformare determinați cu relația (2.67) permit acum transformarea bazelor obținute numai din măsurători GPS, în baze din sistemul tridimensional local.

O problemă delicată o reprezintă estimarea preciziei punctelor transformate. Acest lucru se poate realiza prin aplicarea legii generale de propagare a erorilor asupra matricii cofactorilor Q_{xx} , și obținerea matricii cofactorilor pentru elementele transformate Q_{yy} .

$$Q_{yy} = F Q_{xx} F^T \quad (2.69)$$

Elementele matricii F conțin derivatele parțiale ale funcției de transformare în raport cu argumentele matricii Q_{xx} , iar determinarea acestora se realizează de regulă prin interpolare numerică.

Tema aplicației: REALIZAREA REȚELEI GEODEZICE DE ÎNDESIRE PE TERITORIUL ADMINISTRATIV AL MUNICIPIULUI TIMIȘOARA FOLOSIND TEHNOLOGIA SATELITARĂ

ETAPA 1: Planificarea și efectuarea măsurătorilor

Pentru realizarea rețelei geodezice de îndesire prin măsurători satelitare în localitatea Timișoara se cere mai întâi: planificarea sesiunilor de măsurători GPS, prelucrarea și compensarea măsurătorilor și încadrarea acestora în Rețeaua Geodezică Națională existentă.

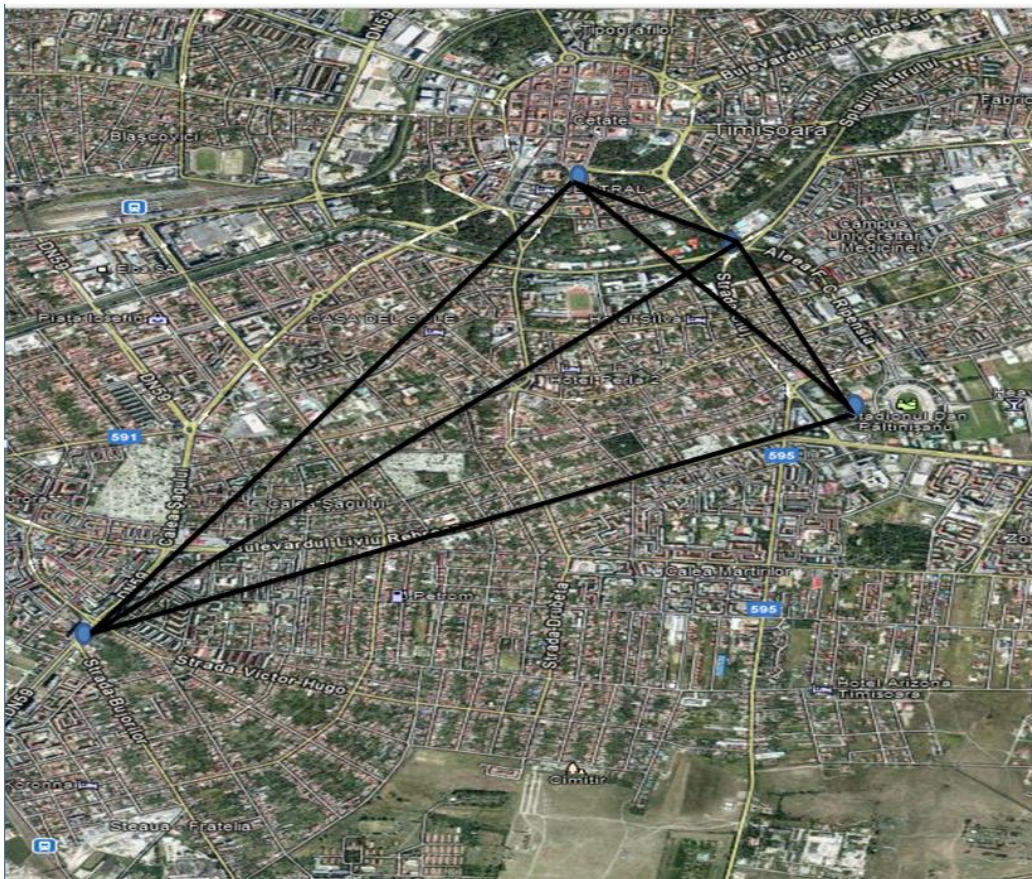
În vederea obținerii unor rezultate bune ale determinărilor trebuie să se țină cont de:

- selectarea corectă a perioadelor de observații, aceasta însemnând ca 4 sau mai mulți sateliți să poată fi exploatați simultan;
- verificarea constelațiilor sateliților (dacă o constelație a fost modificată, satelitul respectiv devine, indisponibil și nu emite nimic);
- verificarea PDOP-ului, reprezentând un parametru al geometriei satelitelui; pentru determinări statice; un PDOP < 4 indică o bună geometrie satelitară (sateliții sunt dispuși în poziție optimă).
- perioada sesiunilor depinde de distanțe;
- identificarea sesiunii se face prin numerotarea zilelor în care se execută.
- verificarea integrității echipamentului de teren.

Cum am observat de mai multe ori, cu receptorii GPS, nu avem nevoie de vizibilitate între punctele de stație dar, pe fiecare stație, avem nevoie de un orizont liber peste elevația de 15°.

E bine întotdeauna a se proiecta rețele ușor compensabile, prevăzând de aceea un număr suficient de măsurători cu privire la minimum strict necesar pentru determinarea punctelor necunoscute în voie. S-a definit în prima fază în cadrul proiectului de execuție analizarea poziției punctelor din rețeaua geodezică de sprijin existentă pe teritoriul administrativ al municipiului Timișoara, jud.Timiș.

Rețeaua geodezică de sprijin va conține 4 puncte (borna B46, borna B62, borna B48 și borna B1), pe baza cărora lucrările ulterioare vor fi încadrate în sistemul de referință unitar. Această rețea urmează să fie îndesită cu 2 puncte noi : borna de la Facultatea de Construcții și bulonul din Parcul Copiilor.

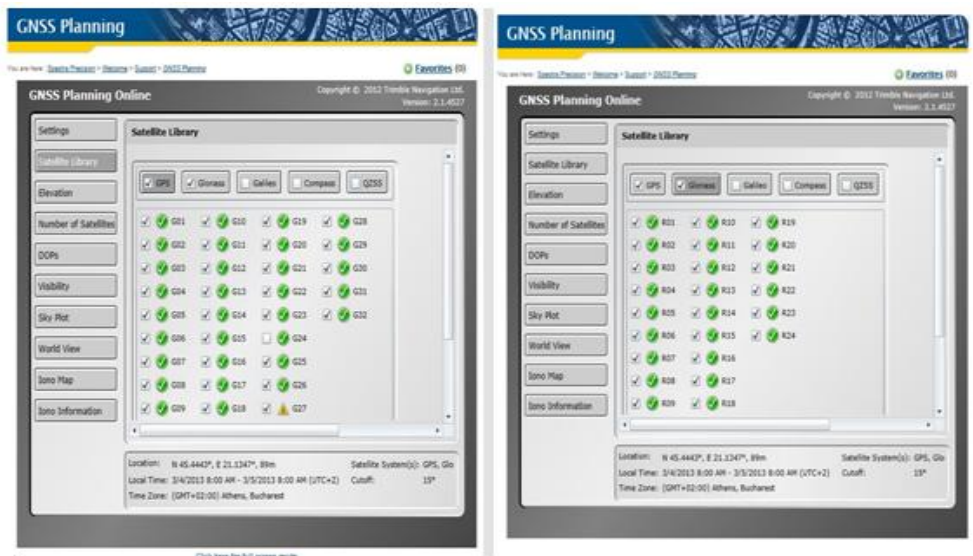


Încadrarea punctelor noi în rețeaua geodezică de sprijin existentă

Se vor introduce coordonatele geografice ale punctelor di rețeaua geodezică de sprijin în orice soft de planificare a măsurătorilor satelitare (ex., „GNSS Planning” –planificare online-www.ashtech.com) în vederea realizării acestei planificări în fiecare punct din rețeaua geodezică de sprijin. Se va introduce GMT-ul (după echinoxiul de iarnă GMT-ul României este de +2h, iar la echinoxiul de vară avem GMT-ul României este de +3h).

Se va alege elevația pe care o face receptorul cu orizontul a căror valori pot fi de 10^0 , 15^0 și 20^0 . După introducerea acestor date se selectează almanahul valabil pentru o perioadă de 14 zile din momentul alegerii sesiunii de lucru.

Proiectarea acestor observații se caracterizată printr-un număr suficient de mare de sateliți comuni vizibili în fiecare punct din Rețeaua Națională, și o valoare PDOP cât se poate de mică (între 1 și 4) și susținută prin reprezentări grafice și tabele.



Verificarea constelațiilor sateliților GLONASS și NAVSTAR

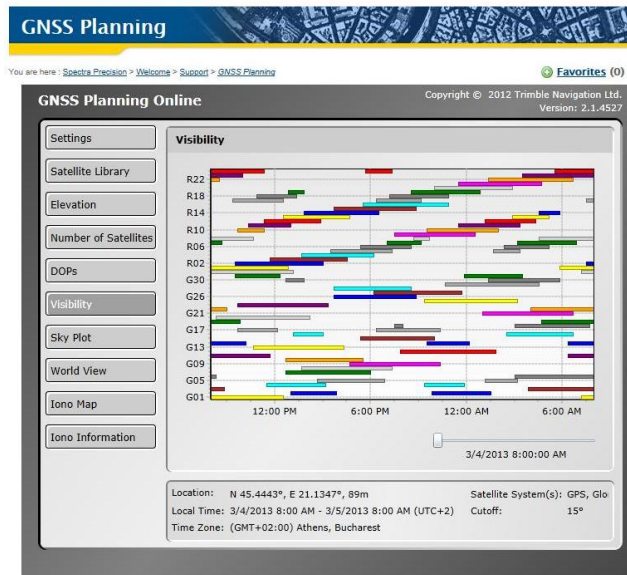


Diagrama vizibilității sateliților timp de 24h

Aceste reprezentări se bazează în esență pe calcularea azimutului și elevației(unghiul făcut de sateliți cu orizontul) pentru fiecare satelit în funcție de timpul și locul unde se fac observațiile.

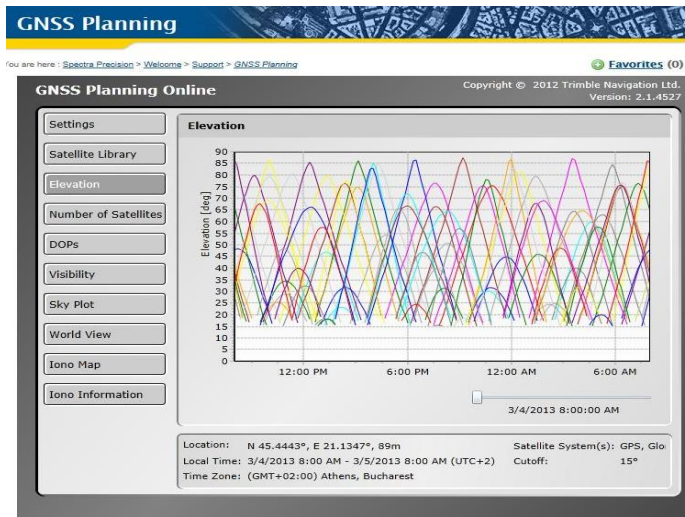


Diagrama elevației sateliților

Sateliții care au această elevație mai mare de 15° oferă o poziționare mai exactă și o limitare a erorilor determinate de un traseu prea lung prin atmosferă al semnalului GPS.

Din diagrama de planificare a observațiilor satelitare se vor alege următoarele sesiuni de măsurători pentru determinarea punctelor noi:

- *Ex- in intervalul de timp 12:00-13:00 vor fi vizibili între 7 și 8 sateliti cu valoarea PDOP între 1.07si 1.46, iar valoarea GDOP între 1.74 si 3.31.*

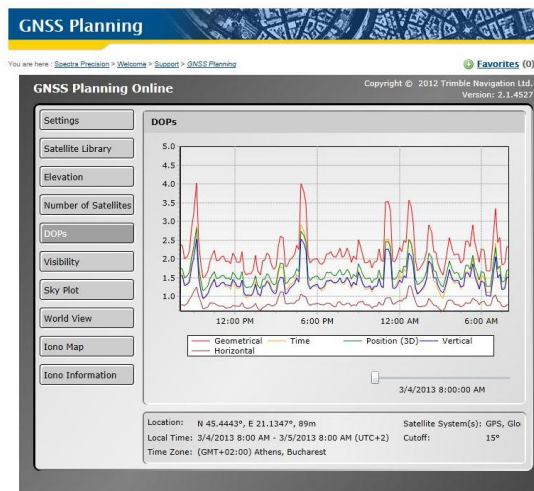


Diagrama valorilor PDOP și GDOP,

Sesiunea de măsurători a durat 3 h și 46 de minute conform fișei de măsurători întocmită pentru punctul din Calea Șagului (tabelul 2.12).

Tabelul 2.12 Exemplu de fișă de măsurători sateliatre

Fisa de măsurători statice GPS				
Denumirea lucrării:	REȚEA DE ÎNDESIRE		Tipul aparatului:	LEICA
Punct stație nr./denumire:	B20		Număr instrument:	SR20
Județ:	TIMIȘ		Tip antenă:	Leica
Localitate:	TIMIȘOARA-CALEA ȘAGULUI		Număr antenă:	
Operator:				
Data:				
Zi calendar iulian:				
Măsurătoarea s-a efectuat pe una ☐ sau două ☒ frecvențe			Timp de integrare:	4623 sec
Coordonatele punctului de stație				
WGS 84		STEREO 70		
Latitudine Geografică /lat/φ:		X:		
Longitudinea Geografică /lon/λ:		Y:		
Înălțime Elipsoid:		Z:		
Datele antenei				
$h = \sqrt{C^2 - r^2}$ $r = 0, \dots, m$		Înălțimi înclinate /c/:		
Înălțimea verticală /h/: m		1. 1,423 2.		
		3. 1.		
Măsurătoare ☒ centrată ☐ excentrică				
Ostacole introduse în receptor: 5°, 10°, 15°, 20°, 25°				
Obstacole în punctul de stație în timpul măsurătorii:				
Datele perioadelor de măsurare				
File/session				
Momentul Start ^h :	10			
Momentul Stop ^h :	13.46			
Timp total de măsurare	3h.46min			

ETAPA 2: Prelucrarea și compensarea măsurătorilor

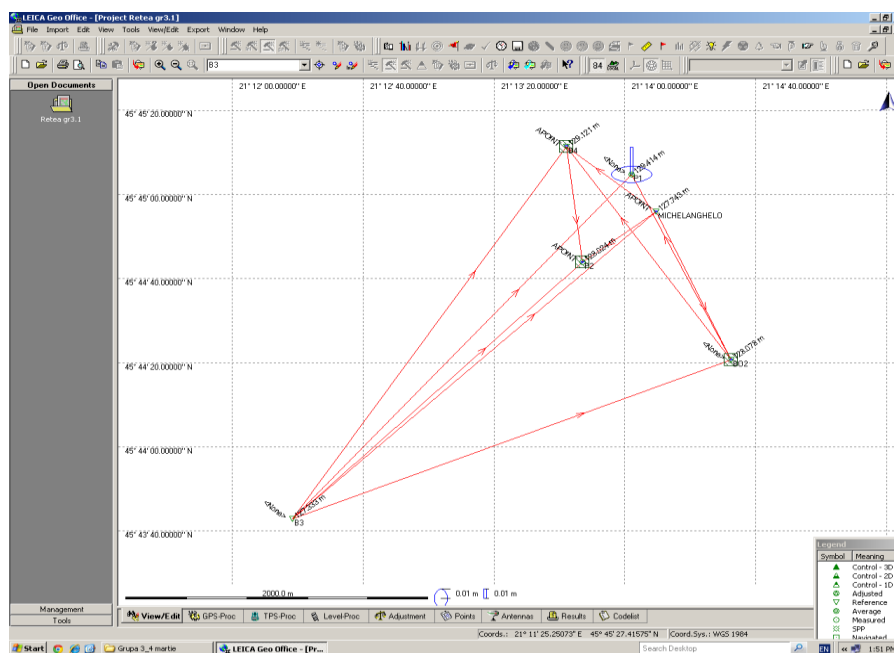
În urma măsurătorilor rețelei de îndesire pe teritoriul administrativ al municipiului Timișoara este necesară prelucrarea și compensarea acestora pentru a obține coordonate geocentrice a punctelor noi. Pentru realizarea acestui pas se vor folosi soft-uri de prelucrare a măsurătorilor satelitare (exemplu soft-ul Leica GeoOffice Combine).

1. Se va crea un proiect în softul Leica GeoOffice Combine, unde vom seta parametrii generali pentru lucrarea noastră: GMT-ul și distanța maximă între diferite soluții pe X,Y și Z.

2. Importarea datelor GPS culese în teren se va face prin Import-Import Raw Data, iar din folderul unde au fost descărcate măsurătorile se selectează fișierul; în files of type se va seta tipul de fișier: ex. Rinex sau GPS500 Raw Data.

3. Înaintea procesării sau prelucrării măsurătorilor satelitare se vor alege punctele de control, deoarece liniile de bază se procesează între un punct de referință și un rover.

1. În pasul următor se va deschide fereastra de configurare a procesării căreia se va seta numărul de iterații dorite. După configurarea parametrilor generali necesari procesării se poate trece la prelucrarea observațiilor prin selectarea ferestrei Process.



Graficul procesării rețelei de îndesire

Tabelul 2.13 Exemplu de raport din prelucrarea măsurătorilor

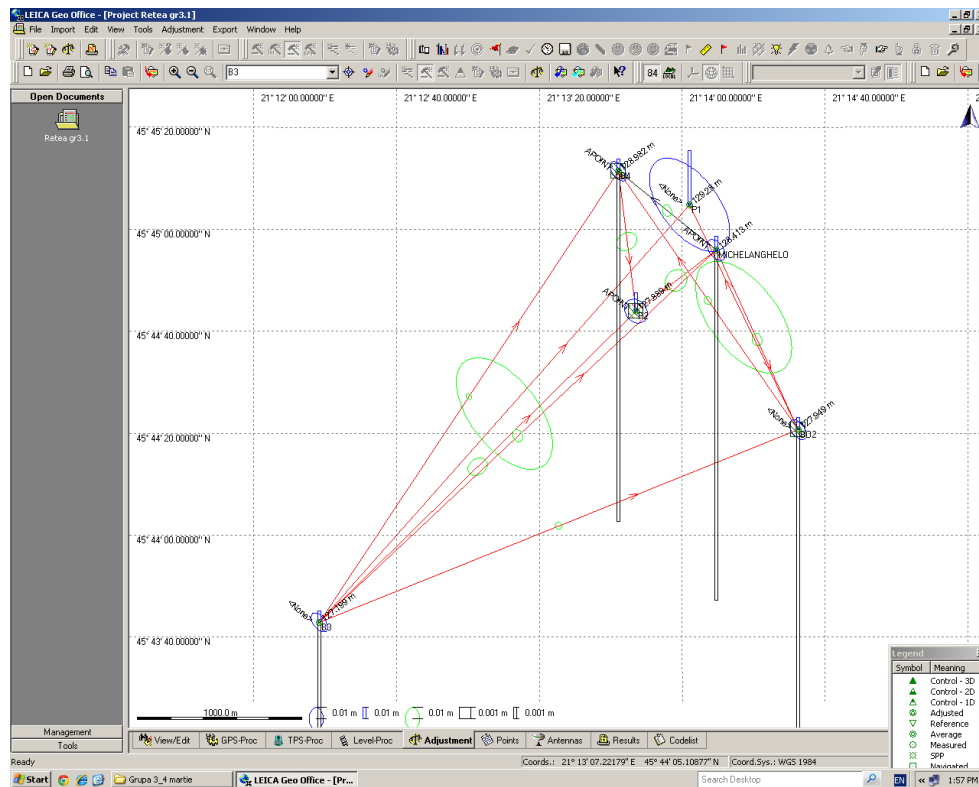


Processing Summary

Retea gr3.1

Project Information		
Project name:	Retea gr3.1	
Date created:	03/13/2013 13:23:43	
Time zone:	2h 00'	
Coordinate system name:	WGS 1984	
Application software:	LEICA Geo Office 1.0	
Start date and time:	03/04/2013 12:31:34	
End date and time:	03/04/2013 13:15:14	
Manually occupied points:	2	
Processing kernel:	PSI-Pro 2.0	
Processed:	03/13/2013 13:41:05	
Processing Parameters		
Parameters	Selected	
Cut-off angle:	15°	
Ephemeris type:	Broadcast	
Solution type:	Automatic	
GNSS type:	GPS	
Frequency:	Automatic	
Fix ambiguities up to:	80 km	
Min. duration for float solution (static):	5' 00"	
Sampling rate:	Use all	
Tropospheric model:	Hopfield	
Ionospheric model:	Automatic	
Use stochastic modelling:	Yes	
Min. distance:	8 km	
Ionospheric activity:	Automatic	
Baseline Overview		
MICHELANGHELO - P2	Reference: MICHELANGHELO	Rover: P2
Coordinates:		
Latitude:	45° 44' 51.99836" N	45° 44' 43.89184" N
Longitude:	21° 14' 09.50933" E	21° 13' 43.96001" E
Ellip. Hgt:	127.7431 m	127.0406 m
Solution type:	Float	
GNSS type:	GPS	
Frequency:	L1 only	
Ambiguity:	No	
B4 - P2	Reference: B4	Rover: P2
Coordinates:		
Latitude:	45° 45' 11.32206" N	45° 44' 43.88845" N
Longitude:	21° 13' 42.04567" E	21° 13' 43.97998" E
Ellip. Hgt:	129.1205 m	127.9454 m
Solution type:	Float	
GNSS type:	GPS	
Frequency:	L1 only	
Ambiguity:	No	

În cadrul unei compensări cu constrangere minimă pentru sesiunea noastră de măsurători se va seta distanța maximă și numărul de iterații dorite în cadrul configurării parametrilor generali pentru rezolvarea compensării rețelei de îndesire.



Graficul compensării rețelei de îndesire

Tabelul 2.14 Exemplu de raport al compensării rețelei

Network Adjustmentwww.MOVE3.com

(c) 1993-2006 Grontmij

Licensed to Leica Geosystems AG

Created: 03/13/2013 13:58:45

Project Information				
Project name:		Retea gr3.1		
Date created:		03/13/2013 13:23:43		
Time zone:		2h 00'		
Coordinate system name:		WGS 1984		
Application software:		LEICA Geo Office 1.0		
Processing kernel:		MOVE3 3.4		
General Information				
Adjustment				
Type:	Inner constrained			
Dimension:	3D			
Coordinate system:	WGS 1984			
Height mode:	Ellipsoidal			
Number of iterations:	1			
Maximum coord correction in last iteration:	0.0000 m	✓	(tolerance is met)	
Stations				
Number of (partly) known stations:	0			
Number of unknown stations:	6			
Total:	6			
Observations				
GPS coordinate differences:	33 (11 baselines)			
Inner constraints:	3			
Total:	36			
Unknowns				
Coordinates:	18			
Total:	18			
Degrees of freedom:	18			
Testing				
Alfa (multi dimensional):	0.4041			
Alfa 0 (one dimensional):	1.0 %			
Beta:	80.0 %			
Sigma a-priori (GPS):	10.0			
Critical value W-test:	1.96			
Critical value T-test (2-dimensional):	2.42			
Critical value T-test (3-dimensional):	1.89			
Critical value F-test:	1.04			
F-test:	2.80	⚠	(rejected)	
Results based on a-posteriori variance factor				
Adjustment Results				
Coordinates				
Station		Coordinate	Corr	Sd
B3	Latitude	45° 43' 42.97444" N	0.0367 m	0.0084 m
	Longitude	21° 12' 18.46587" E	-0.1068 m	0.0072 m
	Height	127.1986 m	-0.1340 m	0.0101 m

B4	Latitude	45° 45' 11.32327" N	0.0373 m	0.0085 m	
	Longitude	21° 13' 42.04073" E	-0.1067 m	0.0073 m	
	Height	128.9815 m	-0.1390 m	0.0106 m	
BO2	Latitude	45° 44' 20.74293" N	0.0363 m	0.0086 m	
	Longitude	21° 14' 32.39275" E	-0.1075 m	0.0074 m	
	Height	127.9495 m	-0.1282 m	0.0107 m	
MICHELANGHELO	Latitude	45° 44' 51.99242" N	-0.1836 m	0.0092 m	
	Longitude	21° 14' 09.53412" E	0.5359 m	0.0079 m	
	Height	128.4134 m	0.6704 m	0.0122 m	
P1	Latitude	45° 45' 01.76688" N	0.0364 m	0.0407 m	
	Longitude	21° 14' 01.97144" E	-0.1087 m	0.0349 m	
	Height	129.2797 m	-0.1343 m	0.0472 m	
P2	Latitude	45° 44' 43.88824" N	0.0368 m	0.0104 m	
	Longitude	21° 13' 43.97981" E	-0.1064 m	0.0100 m	
	Height	127.8890 m	-0.1349 m	0.0160 m	
Absolute Error Ellipses (2D - 39.4% 1D - 68.3%)					
Station	A [m]	B [m]	A/B	Phi	Sd Hgt [m]
B3	0.0097	0.0053	1.8	-37°	0.0101
B4	0.0098	0.0054	1.8	-37°	0.0106
BO2	0.0099	0.0056	1.8	-37°	0.0107
MICHELANGHELO	0.0105	0.0062	1.7	-35°	0.0122
P1	0.0475	0.0248	1.9	-37°	0.0472
P2	0.0112	0.0092	1.2	-39°	0.0160

ETAPA 3: Încadrarea rețelei de îndesire determinată prin măsurători satelitare în rețeaua geodezică de sprijin existentă

Se cere transformarea tridimensională cu 7 parametri folosind puncte comune ale rețelei geodezice de îndesire din localitatea Petroșani. Se dau următoarele coordonate:

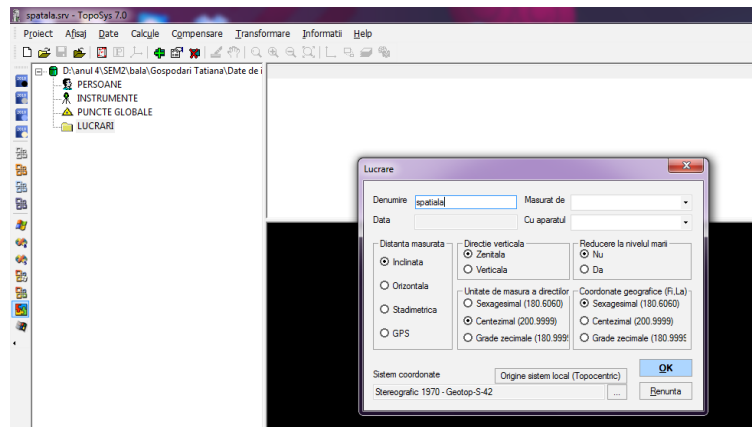
- Coordonatele geocentrice ale punctelor din rețeaua geodezică de îndesire determinată prin măsurători satelitare

1000	4148833.17823134	1648591.40031773	4540151.24341189
4000	4145529.19081718	1666217.60054498	4536788.41285759
3000	4151332.12422480	1663041.88948532	4532771.86549957
2000	4139633.05200129	1659461.24631593	4544523.49831458
1	4146181.42612558	1659421.46083273	4538660.61363829
2	4145333.55629448	1657021.56005084	4540241.86255057

- Coordonatele rectangulare ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin, în sistemul de proiecție Stereografică 1970:

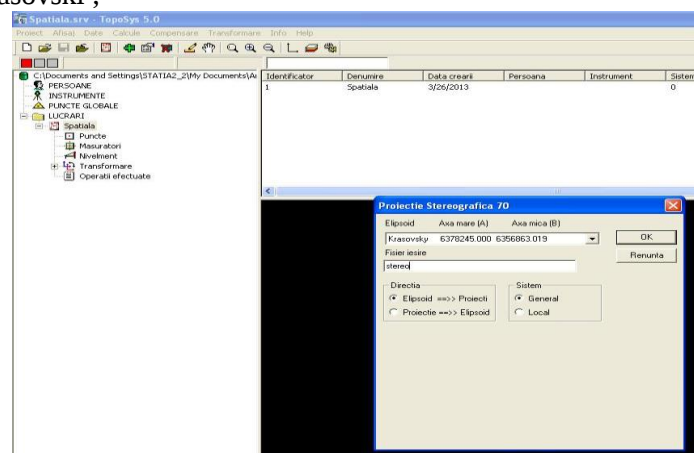
1000	469232.73	240717.59	142.333
4000	474963.21	254471.44	111.780
3000	458081.48	252773.75	233.134
2000	463693.31	258103.02	159.584

- Se va crea un proiect în soft – ul Toposys 1.0 și se vor introduce coordonatele rectangulare ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin;

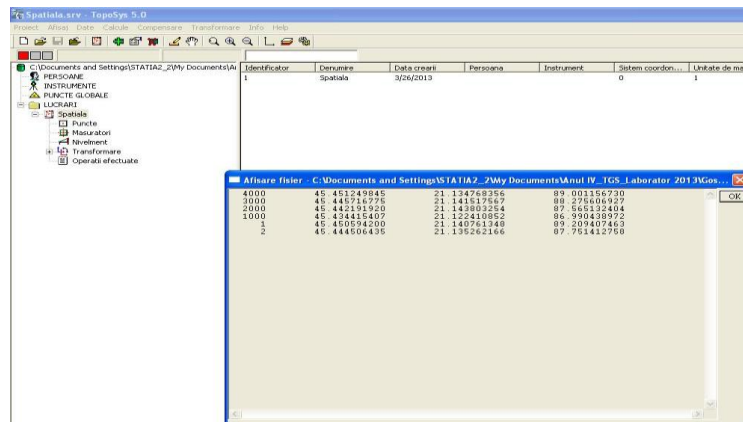


Crearea proiectului

2. Transformarea coordonatelor rectangulare ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin, în sistemul de proiecție Stereografică 1970, în coordonate elipsoidale pe elipsoidul Krasovski ;

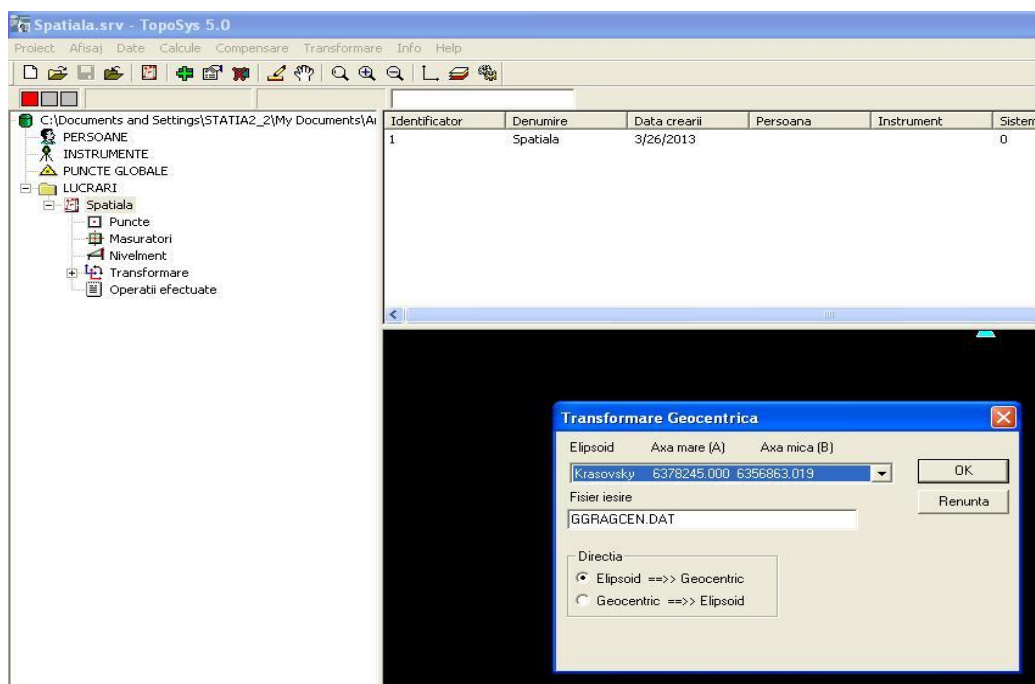


Transformarea coordonatelor rectangulare ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin

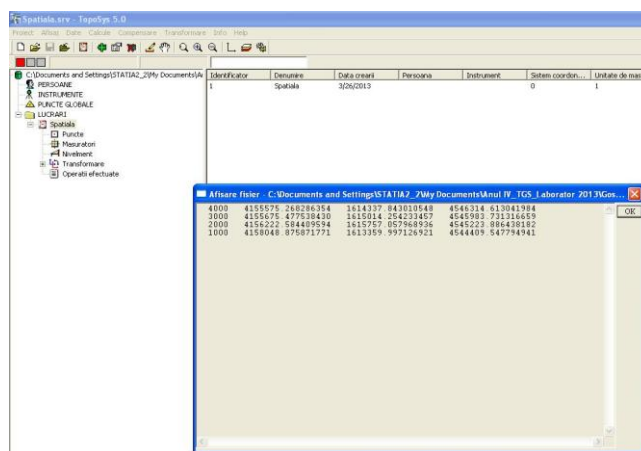


Coordonatele elipsoidale ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin

3. Transformarea coordonatelor elipsoidale ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin, în coordonate geocentrice pe elipsoidul Krasovski ;



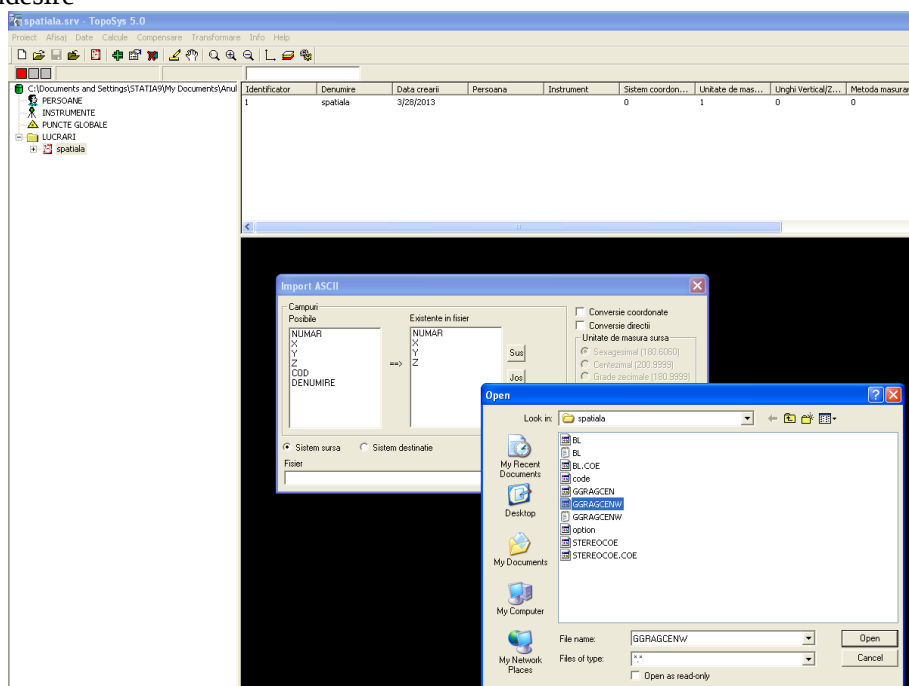
Transformarea coordonatelor elipsoidale ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin



Coordonate geocentrice ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin

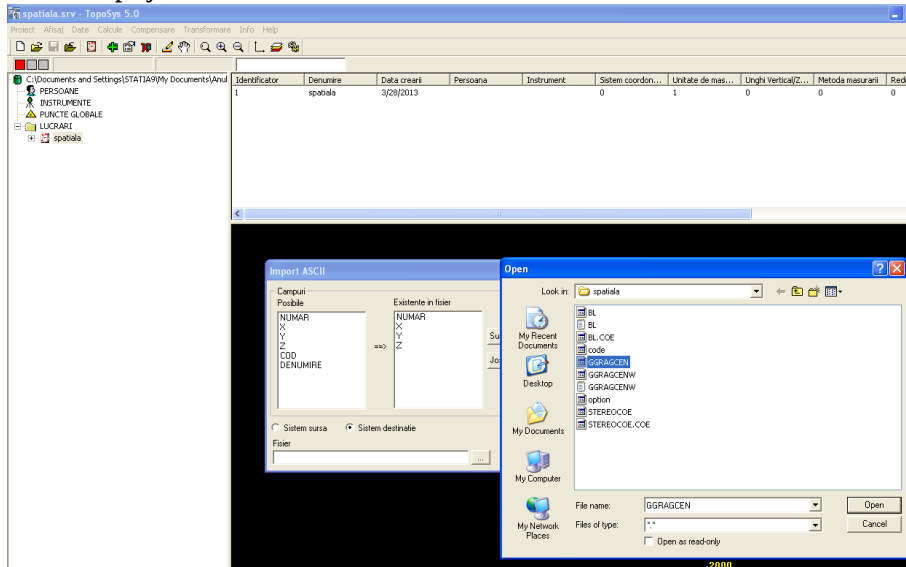
4. Transformare coordonatelor punctelor noi determinate numai din măsurători GPS se va realiza acum pe baza celor 7 parametrii HELMERT;
Se vor importa puncte comune astfel:

- Sistemul sursă – Coordanate geocentrice ale punctelor din rețeaua geodezică de îndesire



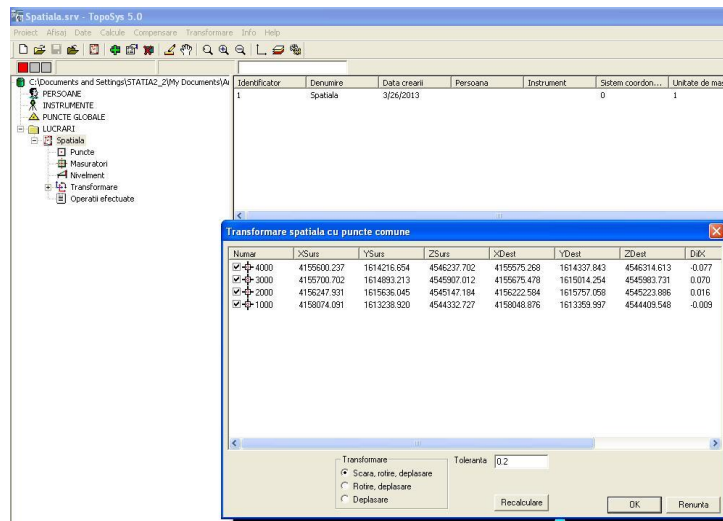
Sistemul sursă – coordonate geocentrice ale punctelor din rețeaua geodezică de îndesire

- Sistem destinație - Coordonatele geocentrice ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin



Sistemul destinație - Coordonatele geocentrice ale punctelor din rețeaua geodezică de sprijin

După introducerea celor două sisteme (sursă și destinație) se va trece la transformarea tridimensională cu cei 7 parametri HELMERT;



Diferențele de coordonate obținute în punctele comune

În urma acestei transformări spațiale cu puncte comune s-au obținut următoarele:

Diferente de coordonate in punctele comune.

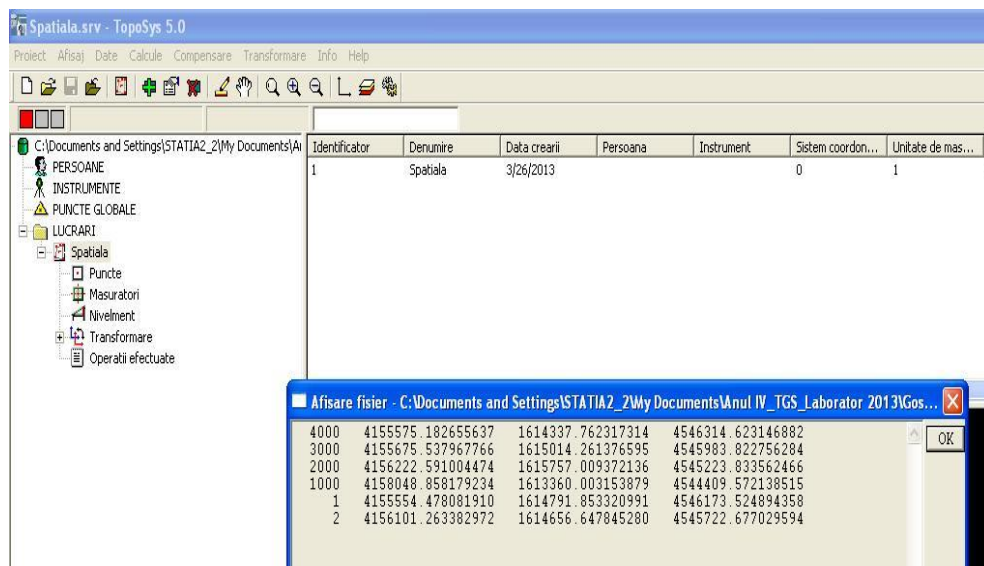
Nrp	dX[m]	dY[m]	dZ[m]
4000	-0.077	-0.052	-0.008
3000	0.070	0.036	0.073
2000	0.016	-0.020	-0.071
1000	-0.009	0.035	0.006

Eroarea medie a coordonatelor

mX	mY	mZ
0.061	0.043	0.059

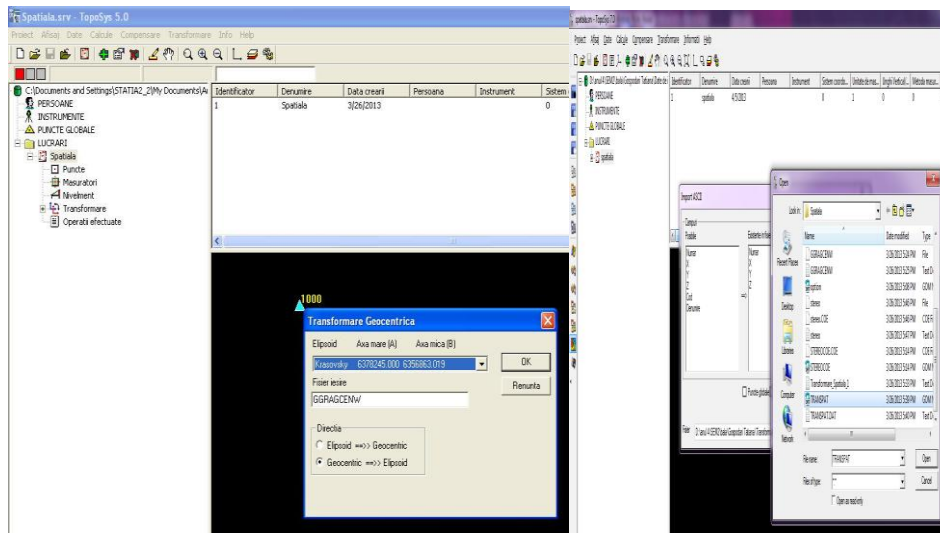
Parametrii de transformare

$X_0 = -269.657$
 $Y_0 = -981.412$
 $Z_0 = 919.293$
 $rX = -0.000158972$
 $rY = 0.000113248$
 $rZ = 0.000102203$
 $k = 0.999974669$

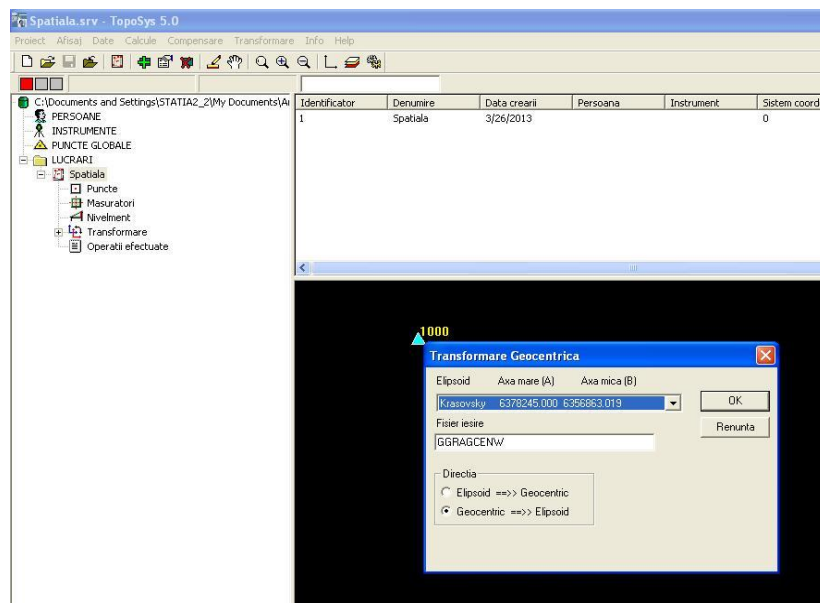


Coordonatele geocentrice pe elipsoidul Krasovski ale punctelor din rețeaua de îndesire obținute în urma transformării tridimensionale

5. Importarea coordonatelor geocentrice pe elipsoidul Krasovski ale punctelor din rețeaua de îndesire rezultate și transformarea acestora în coordonate elipsoidale;



Importarea coordonatelor geocentrice pe elipsoidul Krasovski ale punctelor din rețeaua de îndesire rezultate în urma transformării tridimensionale



Transformarea coordonatelor geocentrice ale punctelor din rețeaua de îndesire în coordonate elipsoidale

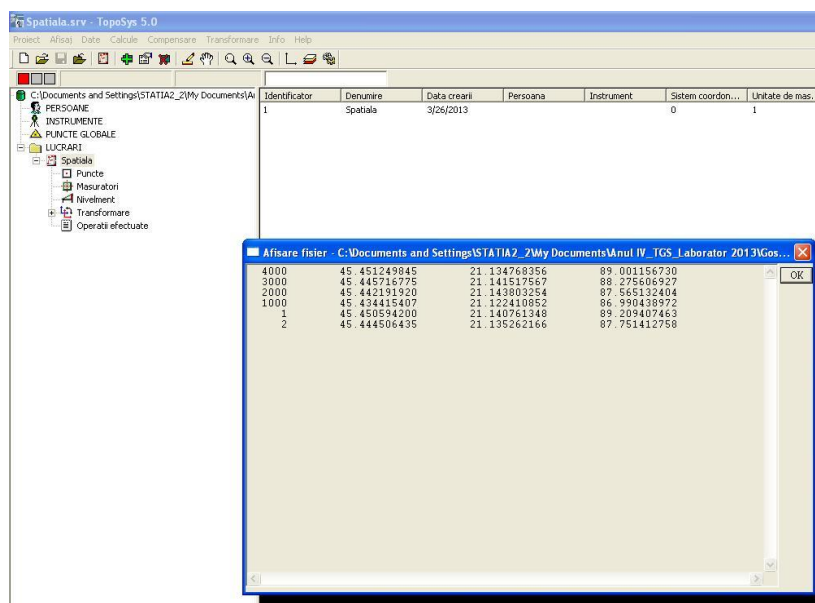
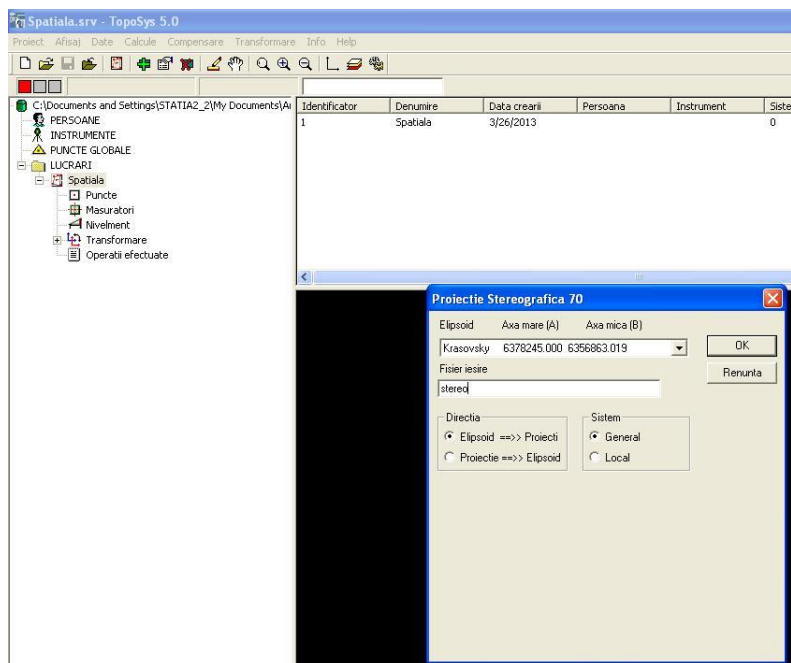


Figura 2.26 Coordonate elipsoidale ale punctelor

6. Transformare coordonatelor elipsoidale mai sus obținute în coordonate rectangulare Sistem de Proiecție Stereografică;



Transformarea coordoantelor elipsoidale ale punctelor în coordoante rectangulare

Spatiala.srv - TopoSys 5.0

Project Afisaj Date Calcule Compensare Transformare Info Help

C:\Documents and Settings\STATIA2_2\My Documents\A...

PERSONAL
INSTRUMENTE
PUNCTE GLOBALE
LUCRARI
Spatiala
Puncte
Masuratori
Nivelment
Transformare
Operatii efectuate

Identificator	Denumire	Data crearii	Persoana	Instrument	Sistem coordon...	Unitate de mas.
1	Spatiala	3/26/2013			0	1

Afisare fisier - C:\Documents and Settings\STATIA2_2\My Documents\Manul IV_TGS_Laborator 2013\Gos...

4000	479532.407190520	206786.989788597	89.001156730
3000	479031.432260239	207358.375953715	88.275606927
2000	477920.783501597	207800.800991643	87.565132404
1000	476892.706608706	204852.543487139	86.990438972
1	479309.815201558	207207.833606602	89.209407463
2	478681.057994678	206853.633262413	87.751412758

OK

Coordoante rectangulare ale punctelor în sistemul de proiecție
Stereografic 1970

3. SECȚIUNEA CADASTRU

Ș.l.dr.ing. Cosmin Constantin MUȘAT

CALCULE TOPOGRAFICE SPECIFICE LUCRĂRILOR DE CADASTRU

În realizarea funcției tehnice a cadastrului, pe lângă lucrările specifice geodeziei, topografiei și fotogrametriei, apar probleme tehnice specifice cadastrului, cum sunt:

- calculul suprafețelor;
- detașarea sau parcelarea suprafețelor;
- rectificări de hotare;
- intersecții de drepte;
- drepte paralele și drepte perpendiculare;
- puncte pe segment.

În cadastru orice imobil sau parcelă de teren cu sau fără construcții se definește prin următoarele:

a) pe planul cadastral este reprezentată: situarea în teritoriul administrativ definită prin poziție, formă, dimensiuni, numărul cadastral (identificator unic) și simbolul categoriei de folosință a terenului;

b) în registrele cadastrale sunt înscrise: proprietarul imobilului, numărul cadastral și simbolul categoriei de folosință a terenului și suprafața.

Structura cadastrului general se bazează pe existența simultană a acestor elemente obligatorii. Lipsa numai a unuia singur dintre ele face improprie, incompletă și neadecvată informația cadastrală despre un imobil.

Cadastrul are ca specific tehnic calculul suprafețelor parcelelor de teren și a construcțiilor. Pentru a ajunge la această finalitate – calculul suprafețelor parcelelor de teren – se consumă volumul cel mai mare de timp și de lucrări pe parcursul realizării cadastrului.

Ce reprezintă suprafața unui teren în cadastru?

Suprafața unui teren reprezintă aria unui contur închis reprezentat pe un plan de proiecție, care este același pentru toate imobilele dintr-un teritoriu administrativ. Planul de proiecție permite reprezentarea orizontală a pozițiilor spațiale ale liniilor de contur ale imobilului, așa cum acesta este situat pe suprafața neregulată, framântată a Pământului.

Este cunoscut din cartografia matematică faptul că orice proiecție în plan a formei curbe a pământului nu se poate face fără deformări liniare sau unghiulare, precum și faptul că în proiecția națională conformă stereografică 1970 există deformări liniare regionale care se manifestă pe direcțiile radiale față de centrul proiecției, care ajung la valori până la -25 cm/km în centrul proiecției și până la + 50-60 cm/km la extremitățile teritoriului național.

Este important să precizăm că, în zonele cu deformări liniare majore, se impun măsuri pentru reducerea deformărilor liniare, astfel încât erorile în calculul suprafețelor să fie induse într-o măsură cât mai redusă. Pentru aceasta în locul planului de proiecție secant unic al proiecției stereografice 1970 se adoptă un plan de proiecție local, care poate fi:

- fie un plan secant local paralel cu planul secant unic;
- fie un plan tangent local, plan care are o orientare diferită decât planul secant unic.

Oricare ar fi planul de proiecție local ales întotdeauna este obligatoriu să se cunoască formulele și parametrii de transcalcul al coordonatelor planimetrice x , y al ale punctelor între cele două plane de proiecție: local și național. Această problemă este de cartografie matematică.

Calculul suprafețelor se poate face prin mai multe procedee, în funcție de natura datelor de care dispunem pentru această operațiune. Putem avea terenuri cu figuri poligonale, geometrizate, pentru care dispunem de date numerice – coordonate planimerice (x , y) sau coordonate polare (d , θ) ale punctelor de frângere a aliniamentelor conturului geometrizat, sau putem dispune numai de date grafice, adică planuri la o scară cunoscută, de regulă o scară mare (1:500, 1:1000, 1:2000). Sau putem avea terenuri cu configurații neregulate, negeometrizate, sinuoase, curbilinii sau altfel, numai în format grafic, pe planuri la scară determinată.

Pentru calculul suprafețelor, după caz, se adoptă unul dintre următoarele procedee :

- procedeu numeric, care poate fi:
 - o analitic;
 - o trigonometric;
 - o geometric.
- procedeu grafic, care poate fi bazat pe :
 - o măsurători grafice de distanțe sau distanțe și unghiuri;
 - o măsurători grafico – mecanice de suprafețe.

Categoriile de date primare specifice necesare aplicării fiecărui procedeu de calcul al suprafețelor sunt prezentate în tabelul următor:

Tabelul 3.1

Metode de măsurători pentru culegerea datelor initiale	Categorii de date care intra in calculul suprafețelor	Procedee de calcul al suprafețelor
Măsurători topografice	Unghiuri (α , β , θ) și distanțe (d) sau coordonate planimetrice (x , y)	Numerice: - analitic - trigonometric - geometric
Măsurători fotogrametrice analitice – digitale pe modelul optic	Coordonate x , y	- analitic
Măsurători pe planuri cadastrale	Date grafice liniare sau date grafice liniare și unghiulare Coordonate x , y obtinute prin digitizarea conturilor Citiri la integratoarele grafico-mecanice : planimetre, coordonatoare, integratoare, etc.	- grafic - analitic - analitic - grafico – mecanic

PARCELAREA ȘI DETAȘAREA TERENURILOR

În cadastru sunt frecvente situațiile când asupra unui teren intervin operațiuni de parcelare sau detașare, care sunt operațiuni prin care un teren, care anterior constituia o entitate de sine stătătoare – un imobil sau o parcelă de teren proprietatea determinată a unei persoane, urmează să fie împărțită în două sau mai multe terenuri, fie în vederea schimbării categoriei de folosință a terenului, fie în vederea înstrăinării dreptului de proprietate asupra unei porțiuni din terenul inițial. Care sunt condițiile care trebuie să fie îndeplinite în cazul unei parcelări sau detașări ?

Întotdeauna o detașare trebuie să îndeplinească două condiții inițiale:

- condiția de suprafață;
- condiția de direcție a liniei de detașare.

Pentru executarea și aplicarea lucrărilor de parcelare sau detașare a terenurilor este necesar să fie studiate în prealabil planurile cadastrale existente, precum și să fie efectuate măsurători topografice de determinare sau de verificare a limitelor imobilului ce urmează a fi parcelat sau detașat. Pe baza acestui studiu se întocmește proiectul de parcelare și se calculează elementele care apoi vor fi aplicate pe teren (coordonate planimetrice rectangulare x, y sau coordonate polare – distanțe d , orientări θ , sau unghiuri α).

Parcelarea sau detașarea terenurilor se efectuează pe planul cadastral și, în raport de datele de care se dispune și de precizia cerută pentru detașare, se aplică fie un procedeu grafic, fie procedeul numeric.

Procedeele grafice de parcelare sunt aplicabile în condiții deosebite, și anume :

- există planuri cadastrale la scări mari (1:500, 1:1000, 1:2000), care oferă posibilitatea unor determinări cu precizie bună;
- terenurile ce se detașează au forme geometrificate, relativ simple.

Procedeele grafice sunt mai expeditiv în raport cu procedeele numerice, dar mai puțin precise decât procedeele numerice. Precizia detașărilor prin procedee grafice este determinată de scara planului cadastral și de acuratețea lucrărilor grafice efectuate de operator.

Procedeele grafice folosesc principii ale geometriei plane. Soluțiile sunt diferite în funcție de cerința ca detașarea terenurilor să se facă printr-o linie care, fie să treacă printr-un punct obligat, fie să fie paralelă cu o direcție dată.

Intrucât în ETAPA actuală există tehnică de scanare a planurilor cadastrale, a planurilor cadastrale și de vectorizare a planurilor raster, detașările terenurilor prin procedee grafice sunt depășite pentru a mai prezenta interes aplicativ .

1. DETAȘAREA UNEI SUPRAFEȚE PRIN PUNCT OBLIGAT

a) Detașarea prin punct obligat în triunghi

Sunt cazuri când problema detașării unei suprafețe impune condiția ca linia de detașare să treacă printr-un punct obligat, impus de anumite interese, cum ar fi granițurile dintre vecini, rectificările de hotare sau ieșirile din indiviziune (sistarea stării de coproprietate a doi sau mai mulți coproprietari asupra unui imobil), îndeplinind

totodată și condiția ca suprafața ce se detașează să aibă o valoare determinată sau să se conserve suprafețele între proprietățile vecine.
Detașarea unei suprafețe în triunghi este un caz mai rar întâlnit în practică, însă are importanță teoretică, întrucât detașările în poligoane mai complexe se reduce în final la problema detașării în triunghi.

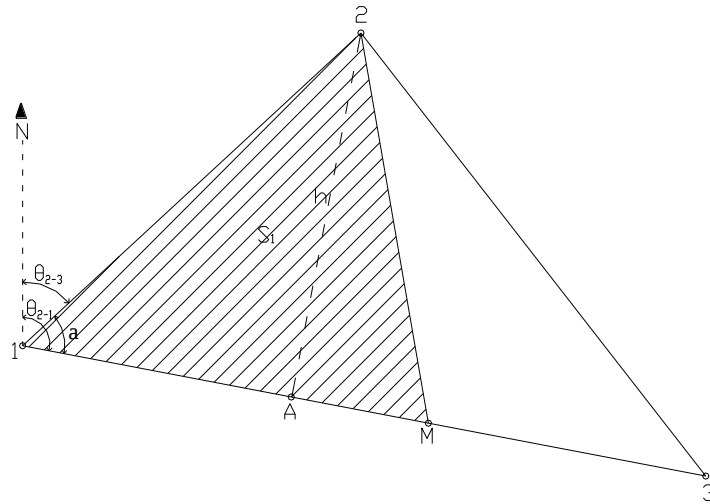


Figura 3.1 – Detașarea unei suprafețe prin punct obligat în triunghi

Procedeul analitic

Se dă triunghiul 1 – 2 – 3 prin coordonatele x, y ale punctelor de vârf și se cere detașarea unei suprafețe S_1 începând dinspre latura 1 – 2 printr-o linie de detașare care să treacă prin punctul 2 și să întâlnească latura 1 – 3 într-un punct M ale cărei coordonate să fie determinate.

$$S_1 = S_{1-2-M}$$

Se calculează raportul r cu elementele cunoscute, iar S_{1-2-3} din coordonate:

$$r = \frac{S_1}{S} = \frac{2S_{1-2-M}}{2S_{1-2-3}} = \frac{d_{1-M}}{d_{1-3}} \quad (3.1)$$

Coordonatele punctului M se calculează cu raportul r ca punct pe segment:

$$\begin{aligned} X_M &= X_1 + r(X_3 - X_1) \\ Y_M &= Y_1 + r(Y_3 - Y_1) \end{aligned} \quad (3.2)$$

Procedeul trigonometric

Pentru calculul coordonatelor punctului M ca punct pe segmentul 1 – 3 sunt necesare:

- calculul orientării θ_{1-3} a laturii 1 – 3, din coordonatele punctelor 1 și 3;
- calculul distanței d_{2-M} din formula trigonometrică a suprafeței unui triunghi

ca produs al lungimii a două laturi cu sinusul unghiului dintre aceste laturi:

$$2S_{1-2-M} = d_{1-M} d_{1-2} \sin \alpha \quad (3.3)$$

$$d_{1-M} = \frac{2S_1}{d_{1-2} \sin \alpha} \quad (3.4)$$

Coordonatele punctului M sunt:

$$\begin{aligned} X_M &= X_1 \pm d_{1-M} \cos \theta_{1-3} \\ Y_M &= Y_1 \pm d_{1-M} \sin \theta_{1-3} \end{aligned} \quad (3.5)$$

b) Detașarea prin punct obligat în poligonul oarecare

Problema detașării prin punct obligat într-un poligon oarecare, atât prin procedeul analitic, cât și prin procedeul trigonometric, se reduce la detașarea prin punct obligat în triunghi.

Se da poligonul definit de coordonatele x, y ale punctelor de contur 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7.

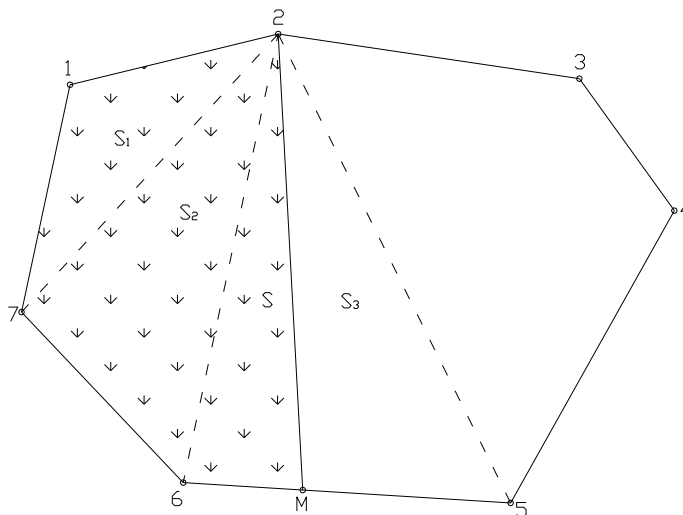


Figura 3. 2 – Detașarea unei suprafețe prin punct obligat în poligonul oarecare

Se cere să se detașeze suprafața S printr-o linie care să treacă prin punctul 2, începând dinspre latura 2 – 1.

Problema este rezolvată prin determinarea coordonatelor punctului M care formează linia de detașare 2 – M. Dar trebuie determinată latura poligonului pe care se va afla punctul M. În acest scop se calculează succesiv suprafețele S_1 , S_2 , S_3 ale triunghiurilor formate de punctele 2 – 7 – 1, 2 – 6 – 7, 2 – 5 – 6 din coordonate, și se compară cu suprafața S care trebuie detașată. În cazul din figura $S_1 + S_2 < S$. Rezultă că punctul M se va afla pe latura 6 – 5 a poligonului. Se va detașa suprafața $\Delta S = S - (S_1 + S_2)$ prin punctul obligat 2 în triunghiul 2-5-6, iar problema detașării în poligon este rezolvată cu formulele cunoscute ale detașării în triunghi prin punct obligat.

2. DETAȘAREA PARALELĂ CU O DIRECȚIE DATĂ

Detășarea unei suprafețe s sau a unei serii de suprafețe $s_1, s_2, \dots, s_n$, într-un poligon printr-o linie sau o serie de linii de detașare paralele cu o direcție dată, care de obicei este o latură a poligonului, este cel mai frecvent caz în practica detașărilor sau parcelărilor.

• Detașarea paralelă în triunghi

Se cere detașarea suprafeței s în triunghiul dat prin coordonatele x, y ale vârfurilor 1 – 2 – 3 printr-o linie paralelă cu latura 1 – 3 a triunghiului.

Rezolvarea problemei constă în determinarea coordonatelor x, y ale punctelor M și N , care reprezintă intersecția liniei de detașare paralele cu latura 1 – 3, cu celelalte laturi ale triunghiului, adică cu 1 – 2 și, respectiv, cu 3 – 2.

Este necesară o precizie suplimentară, anume aceea ca suprafața detașată să înceapă de la baza triunghiului, latura 1 – 3, sau de la vârful 2 al triunghiului.

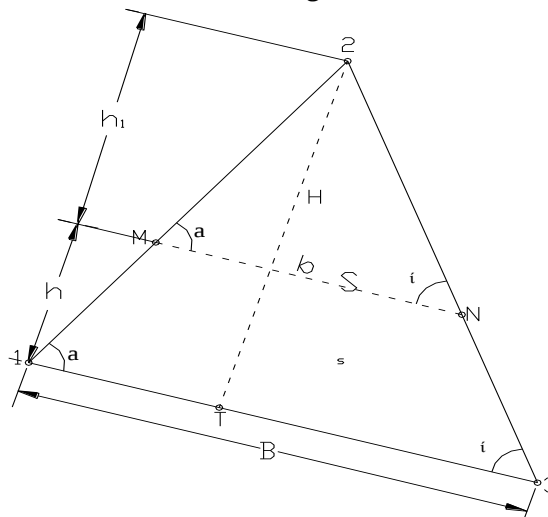


Figura 3.3 – Detașarea paralelă în triunghi

Procedeu analitic

Problema se rezolvă ținând seama de raportul de asemănare dintre triunghiurile $M - 2 - N$ și $1 - 2 - 3$.

$$r = \frac{d_{1-2} - d_{1-M}}{d_{1-2}} = \frac{d_{3-2} - d_{3-N}}{d_{3-2}} = \frac{d_{M-N}}{d_{1-3}} = \frac{S - s}{S} \quad (3.6)$$

Cu raportul r se calculează coordonatele punctelor M și N ca puncte pe segmentele 2 – 1 și 2 – 3:

$$\begin{aligned} X_M &= X_2 + r(X_1 - X_2) & X_N &= X_2 + r(X_3 - X_2) \\ Y_M &= Y_2 + r(Y_1 - Y_2) & Y_N &= Y_2 + r(Y_3 - Y_2) \end{aligned} \quad (3.7)$$

Procedeul trigonometric

Pentru a ajunge la calculul coordonatelor punctelor M și N ca puncte pe segmentele 2 – 1 și 2 – 3 trebuie să se calculeze:

- orientările laturilor: θ_{2-1} și θ_{2-3} , din coordonate ;
- distanțele: d_{2-M} și d_{2-N}

Folosind înălțimea $H = d_{2-T}$ a triunghiului 2 – 3 – 1, unghiurile formate de baza 1 – 3 a triunghiului cu laturile alaturate, α și β , relațiile din triunghi, conform notațiilor din figură, rezultă:

$$\begin{aligned}d_{1-T} &= H \operatorname{ctg} \alpha \\d_{T-3} &= H \operatorname{ctg} \beta\end{aligned}\quad (3.8)$$

$$B_{1-3} = d_{1-T} + d_{T-3} = H (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta) \quad (3.9)$$

$$H = \frac{B}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} \quad (3.10)$$

În mod analog în triunghiul M – 2 – N rezultă:

$$h_1 = \frac{b}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} \quad (3.11)$$

Suprafețele S și s se calculează cu formulele:

$$2S = \frac{B^2}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} \quad \text{și} \quad 2s_1 = \frac{b^2}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} \quad (3.12)$$

$$2s = 2S - 2s_1 = \frac{B^2 - b^2}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} \quad (3.13)$$

$$b = \sqrt{B^2 - 2s(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta)} \quad (3.14)$$

Înălțimea h a trapezului 1 – M – N – 3 de detașat este:

$$h = H - h_1 = \frac{B}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} - \frac{b}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} = \frac{B - b}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} \quad (3.15)$$

Acum pot fi calculate lungimile laturilor neparalele ale trapezului de detașat, astfel:

$$d_{1-M} = \frac{h}{\sin \alpha} \quad \text{și} \quad d_{3-N} = \frac{h}{\sin \beta} \quad (3.16)$$

Coordonatele punctelor M și N pot fi calculate ca puncte pe segmentele 1 – 2 și, respectiv, 3 – 2, astfel:

$$\begin{aligned}X_M &= X_1 \pm d_{1-M} \cos \theta_{1-2} & X_N &= X_3 \pm d_{3-N} \cos \theta_{3-2} \\Y_M &= Y_1 \pm d_{1-M} \sin \theta_{1-2} & Y_N &= Y_3 \pm d_{3-N} \sin \theta_{3-2}\end{aligned} \quad (3.17)$$

Cazul b) Detașarea paralelă în triunghi începând de la vârful triunghiului

Atât prin procedeul analitic, cât și prin procedeul trigonometric, problema detașării unei suprafețe începând de la vârful triunghiului are o rezolvare asemănătoare.

Procedeul analitic

Se calculează un raport r bazat pe proporționalitatea triunghiurilor M – 2 – N și 1 – 2 – 3:

$$r = \frac{d_{2-M}}{d_{2-1}} = \frac{d_{2-N}}{d_{2-3}} = \frac{d_{M-N}}{d_{1-3}} = \frac{s}{S} \quad (3.18)$$

Cu raportul r se calculează coordonatele punctelor M și N ca puncte pe segmentele $2-1$ și $2-3$:

$$\begin{aligned} X_M &= X_2 + r(X_1 - X_2) & X_N &= X_2 + r(X_3 - X_1) \\ Y_M &= Y_2 + r(Y_1 - Y_2) & Y_N &= Y_2 + r(Y_3 - Y_1) \end{aligned} \quad (3.19)$$

Procedeu trigonometric

Raționamentul demonstrației este asemănător, numai că se calculează înălțimea h_1 a triunghiului $M-2-N$, astfel:

$$h_1 = \frac{b}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} \quad (3.20)$$

$$\text{unde : } b = \sqrt{B^2 - 2s(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta)} \quad (3.21)$$

$$\text{apoi: } d_{2-M} = \frac{h_1}{\sin \alpha} \quad \text{și} \quad d_{2-N} = \frac{h_1}{\sin \beta} \quad (3.22)$$

Coordonatele punctelor M și N pot fi calculate ca puncte pe segmentele $1-2$ și, respectiv, $3-2$, astfel:

$$\begin{aligned} X_M &= X_2 \pm d_{2-M} \cos \theta_{2-1} & X_N &= X_2 \pm d_{2-N} \cos \theta_{2-3} \\ Y_M &= Y_2 \pm d_{2-M} \sin \theta_{2-1} & Y_N &= Y_2 \pm d_{2-N} \sin \theta_{2-3} \end{aligned} \quad (3.23)$$

3. DETAȘAREA PARALELĂ ÎN TRAPEZ

Detașarea unei suprafețe s sau a unei serii de suprafețe $s_1, s_2, \dots, s_n$, în trapez printr-o linie sau o serie de linii de detașare paralele cu una din baze, este frecvent întâlnită în practica detașărilor sau parcelărilor.

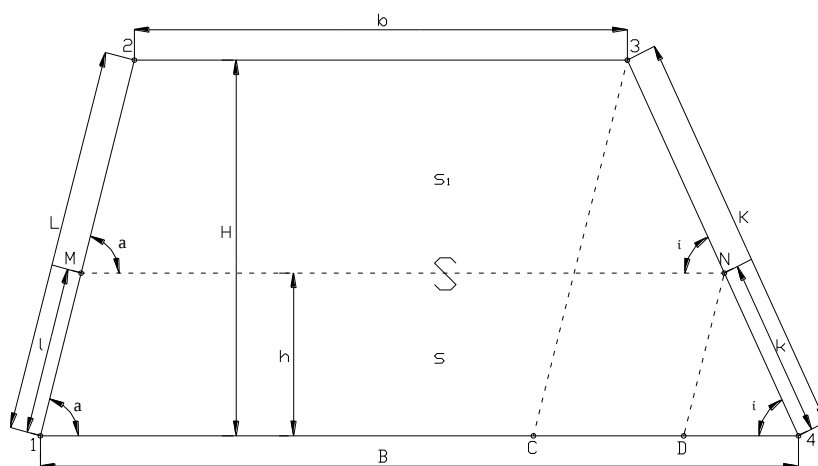


Figura 3.4 – Detașarea paralelă cu bazele în trapez

Cazul a) Detașarea paralelă în trapez de la baza mare

Procedeul analitic

Se cere detașarea unei suprafețe s în trapezul dat prin coordonatele x, y ale vârfurilor 1 – 2 – 3 – 4 printr-o linie paralelă cu bazele, începând de la baza mare 1 – 4 a trapezului. Rezolvarea acestei probleme constă în determinarea coordonatelor x, y ale punctelor M și N , care reprezintă intersecția liniei de detașare paralele cu baza mare 1 – 4, cu celelalte laturi ale trapezului 1 – 2 și 4 – 3.

În figura de mai sus se presupune că linia $M - N$ este cunoscută. Se duc paralelele cu latura 1 – 2 a trapezului prin punctele 3 și N , rezultând punctele C și D de intersecție cu baza mare 1 – 4. S-au format triunghiurile asemenea $D - N - 4$ și $C - 3 - 4$, în care se poate scrie următorul raport de proporționalitate:

$$r = \frac{d_{D-4}}{d_{C-4}} = \frac{B-b_1}{B-b} = \frac{h}{H} = \frac{l}{L} = \frac{k}{K} \quad (3.24)$$

unde: b_1, h, l și k sunt cunoscute.

Pentru calculul coordonatelor punctelor M și N trebuie determinat raportul r , respectiv trebuie determinată lungimea laturii de detașare $b_1 = b_{M-N}$, astfel:

$$\begin{aligned} 2s &= (B + b_1) h \\ 2S &= (B + b) H \end{aligned} \quad (3.25)$$

$$\frac{2s}{2S} = \frac{(B+b_1)h}{(B+b)H} = \frac{(B+b_1)(B-b)}{(B+b)(B-b)}$$

$$2s = 2S \frac{(B+b_1)(B-b)}{(B+b)(B-b)} = \frac{(B+b_1)(B-b)(B+b)H}{(B+b)(B-b)} = \frac{B^2 - b^2}{B-b} H \quad (3.26)$$

$$b_1 = \sqrt{B^2 - \frac{2s(B-b)}{H}} \quad (3.27)$$

Având valoarea calculată b_1 , adică baza mică a trapezului rezultat după detașare, se pot calcula toate elementele necesare și raportul r , după care problema este rezolvată prin punctul pe segment, astfel:

$$\begin{aligned} X_M &= X_1 + r (X_2 - X_1) & X_N &= X_4 + r (X_3 - X_4) \\ Y_M &= Y_1 + r (Y_2 - Y_1) & Y_N &= Y_4 + r (Y_3 - Y_4) \end{aligned} \quad (3.28)$$

Detașarea paralelă în trapez a unei serii de suprafețe $s_1, s_2, \dots, s_n$

Problema detașării în serie este simplă, întrucât se calculează coeficienții r_i astfel:

r_1 pentru suprafața s_1 ,
 r_2 pentru suprafața $s_1 + s_2$,
 r_3 pentru suprafața $s_1 + s_2 + s_3$,
etc. pentru fiecare având lungimi diferite ale liniei de detașare $M_i - N_i$:

$$b_i = \sqrt{B^2 - \frac{2s_i(B-b)}{H}} \quad (3.29)$$

Coordonatele punctelor care reprezintă capetele liniilor de detașare vor fi:

$$\begin{aligned} X_{Mi} &= X_1 + r_i (X_2 - X_1) & X_{Ni} &= X_4 + r_i (X_3 - X_4) \\ Y_{Mi} &= Y_1 + r_i (Y_2 - Y_1) & Y_{Ni} &= Y_4 + r_i (Y_3 - Y_4) \end{aligned} \quad (3.30)$$

Procedeu trigonometric

Problema se rezolvă prin aplicarea formulelor pentru detașarea paralelă în triunghi.

Cazul b) Detașarea paralelă în trapez de la baza mică

Există formule de calcul și pentru acest caz, dar problema poate fi tratată ca și când se detașează în trapez tot de la baza mare către baza mică, numai ca nu detașăm suprafața cerută s , ci diferența $\Delta s = S - s$

unde: S este suprafața trapezului 1 – 2 – 3 – 4
 s este suprafața de detașat.

Fiind detașată suprafața Δs , avem ca rezultat către baza mică suprafața s de detașat.

Detașarea paralelă cu o direcție dată în poligonul oarecare

Fiind cunoscute rezolvarea detașării paralele în triunghi și în trapez, detașarea unei suprafețe s sau a unei serii de suprafețe $s_1, s_2, \dots, s_n$, într-un poligon oarecare printr-o linie sau o serie de linii de detașare paralele cu o direcție dată, cel mai frecvent cu o latură a poligonului, devine o problemă simplă de rezolvat. Este cazul cel mai frecvent întâlnit în practica detașărilor sau parcelărilor, la aplicarea legilor proprietății nr. 18 – 1991 și nr.1 – 2000.

Dacă în poligonul din figura de mai jos se cere să se detașeze suprafața s printr-o linie paralelă cu o latură, se procedează în felul următor:

- prin fiecare punct de contur al poligonului 1, 2, 3, ... se duc paralele la direcția (latura) indicată drept condiție de direcție a liniei de detașare și se obțin pe laturile opuse la intersecție punctele A, B, C, ... , ale căror coordonate pot fi calculate ca intersecții de drepte.
- apoi se calculează suprafețele noilor trapeze formate, iar suprafețele lor se compară însumate rând pe rând cu suprafața de detașat, până când se ajunge să se stabilească în care dintre trapezele formate ajunge linia de detașare M – N care îndeplinește condiția de suprafața detașată s .
- în acel trapez se procedează la detașarea suprafeței rezultată ca diferență:
$$\Delta s = s - (s_1 + s_2 + s_3 + \dots)$$

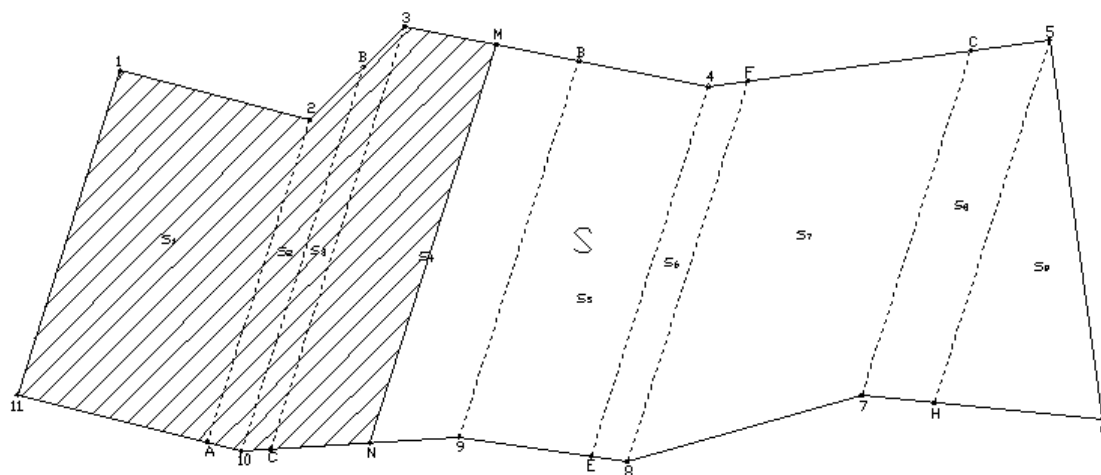


Figura 3.5 – Detașarea paralelă în poligonul oarecare

În fig.3.5 suprafața s de detașat este delimitată de linia de detașare $M - N$ care trece prin trapezul nou format $3 - B - 9 - C$. În acest trapez se detașează suprafața Δs cu formulele detașării paralele în trapez de la baza mare către baza mică și vor fi determinate punctele liniei de detașare $M - N$ paralelă cu latura $1 - 11$, cu formulele specifice detașării paralele în trapez.

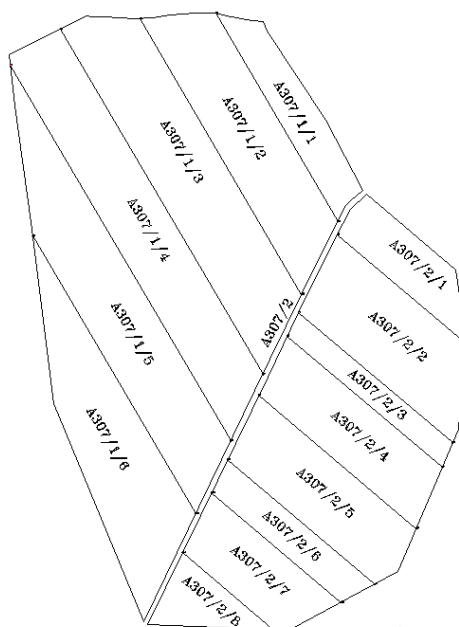


Figura 3. 6 – Detașarea paralelă în poligonul oarecare – aplicație la Legea 18 /1991

- **Detașarea paralelă cu o linie frântă în poligonul oarecare**

Problema acestui caz de detașare este întâlnită în situația când se cere detașarea unei suprafețe s dintr-un poligon oarecare printr-o linie frântă paralelă cu o linie frântă dată, constituită din laturi ale poligonului.

În figura de mai jos în poligonul 1-2-3-4-...-11 se cere să se detașeze suprafața s printr-o linie frântă paralelă cu laturile poligonale 1-2-3-4-1. Problema este să se determine coordonatele x, y ale punctelor A-B-C-D-E care definesc linia de detașare paralelă cu laturile indicate. Soluția de rezolvare a problemei este trigonometrică.

Pentru a putea calcula coordonatele punctelor noi este necesar să fie cunoscute distanțele l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 și orientările θ ale laturilor 1-A, 2-B, 3-C, 4-D, 5-E, care pot fi calculate din orientările laturilor cunoscute din coordonate și cu ajutorul unghiurilor α_i . Precizăm că laturile fictive 2-B, 3-C și 4-D au fost luate pe direcția bisectoarelor unghiurilor α_i formate de laturile poligonului.

$$l_1 = \frac{h}{\sin \alpha_1}; \quad l_2 = \frac{h}{\sin \frac{\alpha_2}{2}}; \quad l_3 = \frac{h}{\sin \frac{\alpha_3}{2}}; \quad l_4 = \frac{h}{\sin \frac{\alpha_4}{2}}; \quad l_5 = \frac{h}{\sin \alpha_5} \quad (3.31)$$

Este necesar să fie determinată valoarea înălțimii h , constantă în toate trapezele (pentru că este cuprinsă între linii paralele echidistante) folosind datele inițiale, coordonatele punctelor de contur al poligonului.

În trapezul 3-4-D-C din poligon se coboară din punctul C înălțimea $h = C-i$ pe latura 3-4 și tot prin C se duce paralelă C-d la latura D-4 a trapezului.

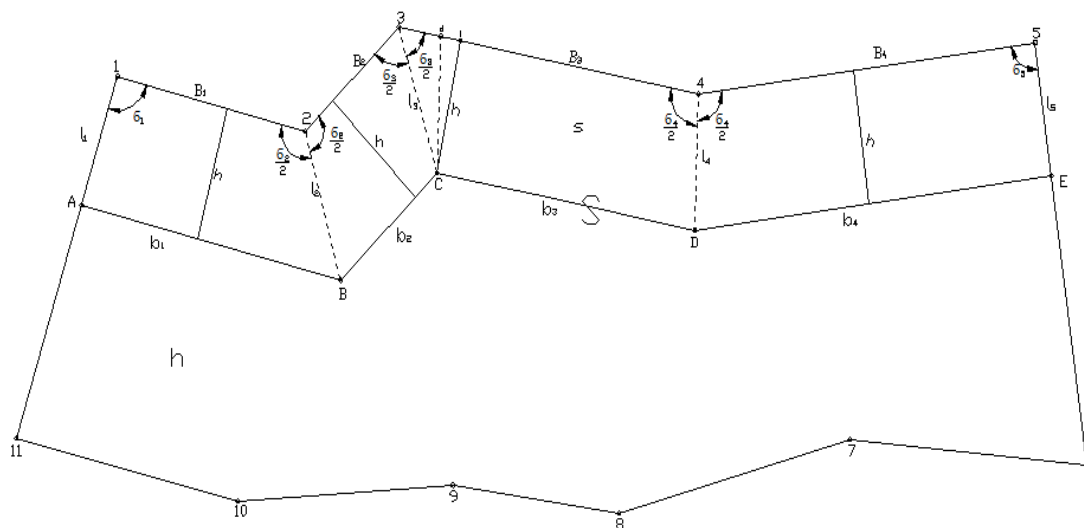


Figura 3.7 – Detașarea paralelă printr-o linie frântă în poligonul oarecare

Se poate scrie:

$$B_3 - b_3 = d_{3-d} = d_{3-i} + d_{d-i} = h \operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} + h \operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} = h \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} \right) \quad (3.32)$$

$$\text{sau: } b_3 = B_3 - d_{3-d} = B_3 - h \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} \right) \quad (3.33)$$

Suprafața s_3 a trapezului 3-4-D-C este:

$$2s_3 = (B_3 + b_3) \times h = \left[B_3 + B_3 - h \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} - \operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} \right) \right] \times h \quad (3.34)$$

$$\text{sau: } 2s_3 = 2hB_3 - h^2 \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} - \operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} \right) \quad (3.35)$$

În mod similar și în celelalte trapeze formate se vor calcula suprafețele s_i , adică:

$$\begin{aligned} 2s_1 &= 2hB_1 - h^2 \left(\operatorname{ctg} \alpha_1 + \operatorname{ctg} \frac{\alpha_2}{2} \right) \\ 2s_2 &= 2hB_2 - h^2 \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_2}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} \right) \\ 2s_4 &= 2hB_4 - h^2 \left(\operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} - \operatorname{ctg} \alpha_5 \right) \end{aligned} \quad (3.36)$$

Suma suprafețelor s_i este egală cu suprafața s de detașat. Prin însumarea formulelor de mai sus rezultă o ecuație de gradul al doilea, în care necunoscuta este înălțimea h :

$$2(s_1 + s_2 + s_3 + s_4) = 2h(B_1 + B_2 + B_3 + B_4) - h^2 \left(\operatorname{ctg} \alpha_1 + 2\operatorname{ctg} \frac{\alpha_2}{2} + 2\operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} + 2\operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} + \operatorname{ctg} \alpha_5 \right) \quad (3.37)$$

Pentru simplificare, termenii “numerici” ai ecuației se notează și se substituie cu:

$$\begin{aligned} s &= s_1 + s_2 + s_3 + s_4 \\ B &= B_1 + B_2 + B_3 + B_4 \\ A &= \operatorname{ctg} \alpha_1 + 2\operatorname{ctg} \frac{\alpha_2}{2} + 2\operatorname{ctg} \frac{\alpha_3}{2} + 2\operatorname{ctg} \frac{\alpha_4}{2} + \operatorname{ctg} \alpha_5 \end{aligned} \quad (3.38)$$

Astfel, ecuația de gradul al doilea în h devine:

$$-Ah^2 + 2Bh - 2s = 0 \quad (3.39)$$

iar h se calculează cu formula cunoscută:

$$h_{1-2} = \frac{B}{A} \pm \sqrt{\frac{B^2}{A^2} - \frac{2s}{A}} \quad (3.40)$$

Cunoscută fiind valoarea înălțimii h și valorile unghiurilor α_i , ca diferențe dintre orientările laturilor adiacente ale poligonului, calculate din coordonatele x, y date, pot fi calculate lungimile laturilor fictive l_i :

$$l_1 = \frac{h}{\sin \alpha_1}; \quad l_2 = \frac{h}{\sin \frac{\alpha_2}{2}}; \quad l_3 = \frac{h}{\sin \frac{\alpha_3}{2}}; \quad l_4 = \frac{h}{\sin \frac{\alpha_4}{2}}; \quad l_5 = \frac{h}{\sin \alpha_5} \quad (3.41)$$

De asemenea, pot fi calculate orientările laturilor fictive:

$$\theta_{1-A} = \theta_{1-11}; \quad \theta_{2-B} = \theta_{2-3} + \frac{\alpha_2}{2}; \quad \theta_{3-C} = \theta_{3-4} + \frac{\alpha_3}{2}; \quad \theta_{4-D} = \theta_{4-5} + \frac{\alpha_4}{2};$$

$$\theta_{5-E} = \theta_{5-6} \quad (3.42)$$

Coordonatele punctelor A, B, C, D și E, care definesc linia frântă de detașare A-B-C-D-E, paralelă cu laturile 1-2-3-4-5 ale poligonului, se calculează cu formulele de calcul trigonometric ale punctului pe segment:

$$\begin{aligned} X_A &= X_1 \pm l_1 \cos \theta_{1-A} & X_B &= X_2 \pm l_2 \cos \theta_{2-B} \\ Y_A &= Y_1 \pm l_1 \sin \theta_{1-A} & Y_B &= Y_2 \pm l_2 \sin \theta_{2-B} \\ X_C &= X_3 \pm l_3 \cos \theta_{3-C} & X_D &= X_4 \pm l_4 \cos \theta_{4-D} \\ Y_C &= Y_3 \pm l_3 \sin \theta_{3-C} & Y_D &= Y_4 \pm l_4 \sin \theta_{4-D} \\ X_E &= X_5 \pm l_5 \cos \theta_{5-E} \\ Y_E &= Y_5 \pm l_5 \sin \theta_{5-E} \end{aligned} \quad (3.43)$$

MODEL DE CALCUL 1: DETAȘAREA SUPRAFEȚELOR ÎN LUCRĂRILE DE CADASTRU

Se consideră poligonul 1-2-3-4-5-6-7 definit prin coordonatele (x,y) în sistemul local (ales arbitrar), ale punctelor de contur :

Punctul	x (m)	y (m)
1	2000,00	5000,00
2	2063,35	4805,03
3	2226,96	4771,56
4	2422,99	4905,65
5	2366,65	5278,37
6	2237,33	5356,82
7	2072,27	5308,65

Punctele 1 și 2 sunt definite și în coordonate geodezice (X,Y) în sistemul de proiecție stereografic 1970 astfel :

Punctul	X (m)	Y (m)
1	451036,48	237495,09
2	451048,73	237699,72

ETAPA I CALCULE TOPOGRAFICE

1. Transcalcularea coordonatelor punctelor de contur ale poligonului în sistemul de proiecție stereografic 1970

- $\alpha = \theta_L - \theta_G$, unde α - reprezintă unghiul de rotație dintre xOy și XOY

- $k = \frac{D_G}{D_L}$, unde k – reprezintă coeficientul de deformație a distanțelor

$$\theta_{L_{12}} = \arctg \frac{\Delta y_{12}}{\Delta x_{12}} = \arctg \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \arctg \frac{-194,97}{63,35} = 320.00.01$$

$$\theta_{G_{12}} = \arctg \frac{\Delta Y_{12}}{\Delta X_{12}} = \arctg \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \arctg \frac{204,63}{12,25} = 96.19.35$$

$$\alpha = \theta_L - \theta_G = 223.80.66$$

$$D_L = \sqrt{\Delta x_{12}^2 + \Delta y_{12}^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = 205,00m$$

$$D_G = \sqrt{\Delta X_{12}^2 + \Delta Y_{12}^2} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} = 205,00m$$

$$\text{Deci, } \alpha = \frac{D_G}{D_L} = 1$$

- calculul termenilor definiți de k și α

$$k \cos \alpha = \frac{\Delta X_{12} \cdot \Delta x_{12} + \Delta Y_{12} \cdot \Delta y_{12}}{\Delta x_{12}^2 + \Delta y_{12}^2} = -0,930857$$

$$k \sin \alpha = \frac{\Delta X_{12} \cdot \Delta y_{12} - \Delta Y_{12} \cdot \Delta x_{12}}{\Delta x_{12}^2 + \Delta y_{12}^2} = -0,365286$$

- calculul coordonatelor în sistem geodezic

$$\begin{cases} X_2 = X_1 + (x_2 - x_1) \cdot k \cos \alpha + (y_2 - y_1) \cdot k \sin \alpha = 451048,73m \\ Y_2 = Y_1 + (y_2 - y_1) \cdot k \cos \alpha - (x_2 - x_1) \cdot k \sin \alpha = 237699,72m \\ X_3 = X_2 + (x_3 - x_2) \cdot k \cos \alpha + (y_3 - y_2) \cdot k \sin \alpha = 450908,66m \\ Y_3 = Y_2 + (y_3 - y_2) \cdot k \cos \alpha - (x_3 - x_2) \cdot k \sin \alpha = 237790,64m \\ X_4 = X_3 + (x_4 - x_3) \cdot k \cos \alpha + (y_4 - y_3) \cdot k \sin \alpha = 450677,20m \\ Y_4 = Y_3 + (y_4 - y_3) \cdot k \cos \alpha - (x_4 - x_3) \cdot k \sin \alpha = 237737,43m \\ X_5 = X_4 + (x_5 - x_4) \cdot k \cos \alpha + (y_5 - y_4) \cdot k \sin \alpha = 450593,50m \\ Y_5 = Y_4 + (y_5 - y_4) \cdot k \cos \alpha - (x_5 - x_4) \cdot k \sin \alpha = 237369,90m \\ X_6 = X_5 + (x_6 - x_5) \cdot k \cos \alpha + (y_6 - y_5) \cdot k \sin \alpha = 450685,22m \\ Y_6 = Y_5 + (y_6 - y_5) \cdot k \cos \alpha - (x_6 - x_5) \cdot k \sin \alpha = 237249,63m \\ X_7 = X_6 + (x_7 - x_6) \cdot k \cos \alpha + (y_7 - y_6) \cdot k \sin \alpha = 450856,46m \\ Y_7 = Y_6 + (y_7 - y_6) \cdot k \cos \alpha - (x_7 - x_6) \cdot k \sin \alpha = 237234,18m \end{cases}$$

Verificare :

- calculul coordonatelor (X_1, Y_1) în funcție de (X_7, Y_7)

$$\begin{cases} X_1 = X_7 + (x_1 - x_7) \cdot k \cos \alpha + (y_1 - y_7) \cdot k \sin \alpha = 451036,48m \\ Y_1 = Y_7 + (y_1 - y_7) \cdot k \cos \alpha - (x_1 - x_7) \cdot k \sin \alpha = 237495,09m \end{cases}$$

- calculul suprafeței în cele două sisteme:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_n (Y_{n+1} - Y_{n-1}) - \text{când axa OX este baza de calcul}$$

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_n (X_{n+1} - X_{n-1}) - \text{când axa OY este baza de calcul}$$

$$S = \frac{1}{2} [x_1(y_2 - y_7) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_5 - y_3) + x_5(y_6 - y_4) + x_6(y_7 - y_5) + x_7(y_1 - y_6)] =$$

$$= 184781mp$$

$$S = \frac{1}{2} [X_1(y_2 - y_7) + X_2(y_3 - y_1) + X_3(y_4 - y_2) + X_4(y_5 - y_3) + X_5(y_6 - y_4) + X_6(y_7 - y_5) + X_7(y_1 - y_6)] =$$

$$= 184767mp$$

Coordonatele celor 7 puncte sunt :

Punctul	X (m)	Y (m)
1	451036,48	237495,09
2	451048,73	237699,72
3	450908,66	237790,64
4	450677,20	237737,43
5	450593,50	237369,90
6	450685,22	237249,63
7	450856,46	237234,18

2. Calculul coordonatelor punctelor pentru poligonul rotit

Dupa realizarea transcalculării coordonatelor din sistemul local în sistemul geodezic, se realizează operația de rotire în sens topografic a poligonului, considerându-se punctul 1 fix, iar rotația se face cu unghiul :

$$\gamma = N \cdot 7^g \cdot 13^c \cdot 19^{cc}, \text{ unde } N - \text{reprezintă numărul de ordine din jurnal}$$

- pentru $N = 2$, rezultă $\gamma = 14.26.38$

- calculul orientărilor dintre punctul fix și celelalte puncte ale poligonului

$$\theta_{12} = \arctg \frac{\Delta Y_{12}}{\Delta X_{12}} = \arctg \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \arctg \frac{204,63}{12,25} = 96.19.35$$

$$\theta_{13} = \arctg \frac{\Delta Y_{13}}{\Delta X_{13}} = \arctg \frac{Y_3 - Y_1}{X_3 - X_1} = \arctg \frac{295,55}{-127,82} = 125.98.62$$

$$\theta_{14} = \arctg \frac{\Delta Y_{14}}{\Delta X_{14}} = \arctg \frac{Y_4 - Y_1}{X_4 - X_1} = \arctg \frac{242,34}{-359,28} = 162.22.19$$

$$\begin{aligned}\theta_{15} &= \arctg \frac{\Delta Y_{15}}{\Delta X_{15}} = \arctg \frac{Y_5 - Y_1}{X_5 - X_1} = \arctg \frac{-125,19}{-442,98} = 217.53.42 \\ \theta_{16} &= \arctg \frac{\Delta Y_{16}}{\Delta X_{16}} = \arctg \frac{Y_6 - Y_1}{X_6 - X_1} = \arctg \frac{-245,46}{-351,26} = 238.82.87 \\ \theta_{17} &= \arctg \frac{\Delta Y_{17}}{\Delta X_{17}} = \arctg \frac{Y_7 - Y_1}{X_7 - X_1} = \arctg \frac{-260,91}{-180,02} = 261.55.06\end{aligned}$$

- calculul orientărilor între punctul fix și punctele rotite

$$\begin{aligned}\theta_{12}^r &= \theta_{12} + \gamma = 110.45.73 & \theta_{16}^r &= \theta_{16} + \gamma = 253.09.25 \\ \theta_{13}^r &= \theta_{13} + \gamma = 140.25.00 & \theta_{17}^r &= \theta_{17} + \gamma = 275.81.44 \\ \theta_{14}^r &= \theta_{14} + \gamma = 176.48.57 \\ \theta_{15}^r &= \theta_{15} + \gamma = 231.79.80\end{aligned}$$

- calculul distanțelor între punctul fix și punctele poligonului nerotit

$$\begin{aligned}D_{12} &= \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} = 205,00m \\ D_{13} &= \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2} = 322,01m \\ D_{14} &= \sqrt{(X_4 - X_1)^2 + (Y_4 - Y_1)^2} = 433,37m \\ D_{15} &= \sqrt{(X_5 - X_1)^2 + (Y_5 - Y_1)^2} = 460,33m \\ D_{16} &= \sqrt{(X_6 - X_1)^2 + (Y_6 - Y_1)^2} = 428,53m \\ D_{17} &= \sqrt{(X_7 - X_1)^2 + (Y_7 - Y_1)^2} = 316,99m\end{aligned}$$

- calculul coordonatelor poligonului rotit

$$\begin{cases} X_2 = X_1 + D_{12} \cos \theta_{12}^r = 451002,96m \\ Y_2 = Y_1 + D_{12} \sin \theta_{12}^r = 237697,33m \end{cases} \quad \begin{cases} X_3 = X_1 + D_{13} \cos \theta_{13}^r = 450846,19m \\ Y_3 = Y_1 + D_{13} \sin \theta_{13}^r = 237754,86m \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_4 = X_1 + D_{14} \cos \theta_{14}^r = 450632,34m \\ Y_4 = Y_1 + D_{14} \sin \theta_{14}^r = 237651,55m \end{cases} \quad \begin{cases} X_5 = X_1 + D_{15} \cos \theta_{15}^r = 450632,39 \\ Y_5 = Y_1 + D_{15} \sin \theta_{15}^r = 237274,61m \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_6 = X_1 + D_{16} \cos \theta_{16}^r = 450748,53m \\ Y_6 = Y_1 + D_{16} \sin \theta_{16}^r = 237177,72m \end{cases} \quad \begin{cases} X_7 = X_1 + D_{17} \cos \theta_{17}^r = 450918,93m \\ Y_7 = Y_1 + D_{17} \sin \theta_{17}^r = 237200,70m \end{cases}$$

Coordonatele poligonului rotit sunt :

Punctul	X (m)	Y (m)
1	451036,48	237495,09
2	451002,96	237697,33
3	450846,19	237754,86
4	450632,34	237651,55
5	450632,39	237274,61
6	450748,53	237177,72
7	450918,93	237200,70

Verificare:

$$S = \frac{1}{2} [X_1(Y_2 - Y_7) + X_2(Y_3 - Y_1) + X_3(Y_4 - Y_2) + X_4(Y_5 - Y_3) + X_5(Y_6 - Y_4) + X_6(Y_7 - Y_5) + X_7(Y_1 - Y_6)] =$$

$$= 184769 \text{ mp}$$

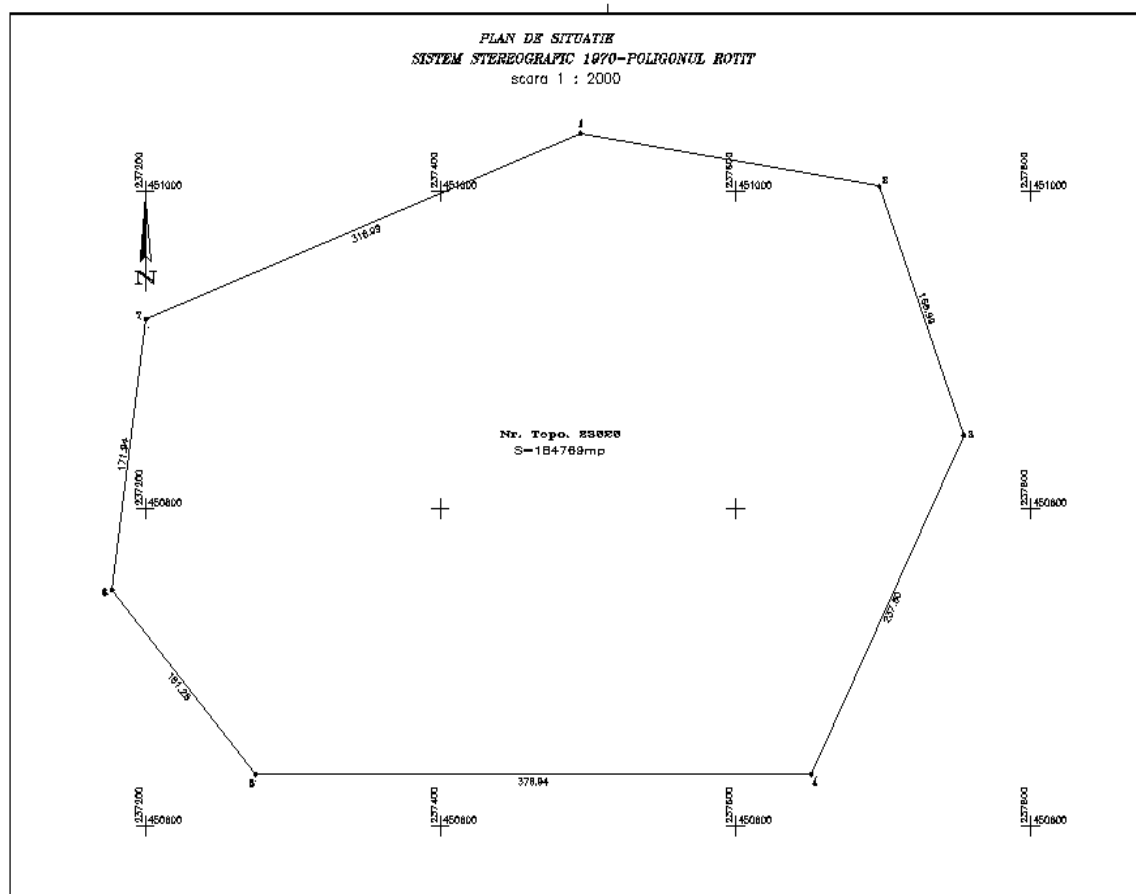


Figura 3.8 – Poligonul rotit în sistemul de proiecție Stereografic 1970

Temă aplicația 1 - DETAȘAREA UNEI SUPRAFEȚE ÎN TRIUNGHI PRIN PUNCT OBLIGAT

În triunghiul 1 – 2 – 7 să se detașeze suprafața $s = 0,95\text{ha}$, printr-o linie de detașare care să treacă prin punctul 1, suprafața detașată fiind situată lângă latura 1 – 2 .

Se calculează raportul de proporționalitate

$$\rho = \frac{\overline{2-P}}{\overline{2-7}} = \frac{S_{12P}}{S_{127}} = \frac{s}{S_{127}}$$

$$S_{127} = \frac{1}{2} [X_1(Y_2 - Y_7) + X_2(Y_7 - Y_1) + X_7(Y_1 - Y_2)] = 16821\text{mp}$$

$$\rho = \frac{s}{S_{127}} = 0,564783$$

- coordonatele punctului “P” se calculează cu formulele

$$(P): \begin{cases} X_P = X_2 + \rho(X_7 - X_2) = 450955,50\text{m} \\ Y_P = Y_2 + \rho(Y_7 - Y_2) = 237416,84\text{m} \end{cases}$$

Coordonatele punctului (P) sunt :

Punctul	X (m)	Y (m)
P	450955,50	237416,84

Verificare :

- calculul suprafeței “s”:

$$S_{12P} = s = \frac{1}{2} [X_1(Y_2 - Y_P) + X_2(Y_P - Y_1) + X_P(Y_1 - Y_2)] = 9500\text{mp}$$

- condiția de coliniaritate

$$S_{2P7} = 0$$

$$S_{2P7} = s = \frac{1}{2} [X_2(Y_P - Y_7) + X_P(Y_7 - Y_2) + X_7(Y_2 - Y_P)] = 0,2425\text{mp}$$

$$T = \pm 0,0025 \cdot D_{2-7} = \pm 1,26$$

$$D_{2-7} = \sqrt{(X_7 - X_2)^2 + (Y_7 - Y_2)^2} = 503,69\text{m}$$

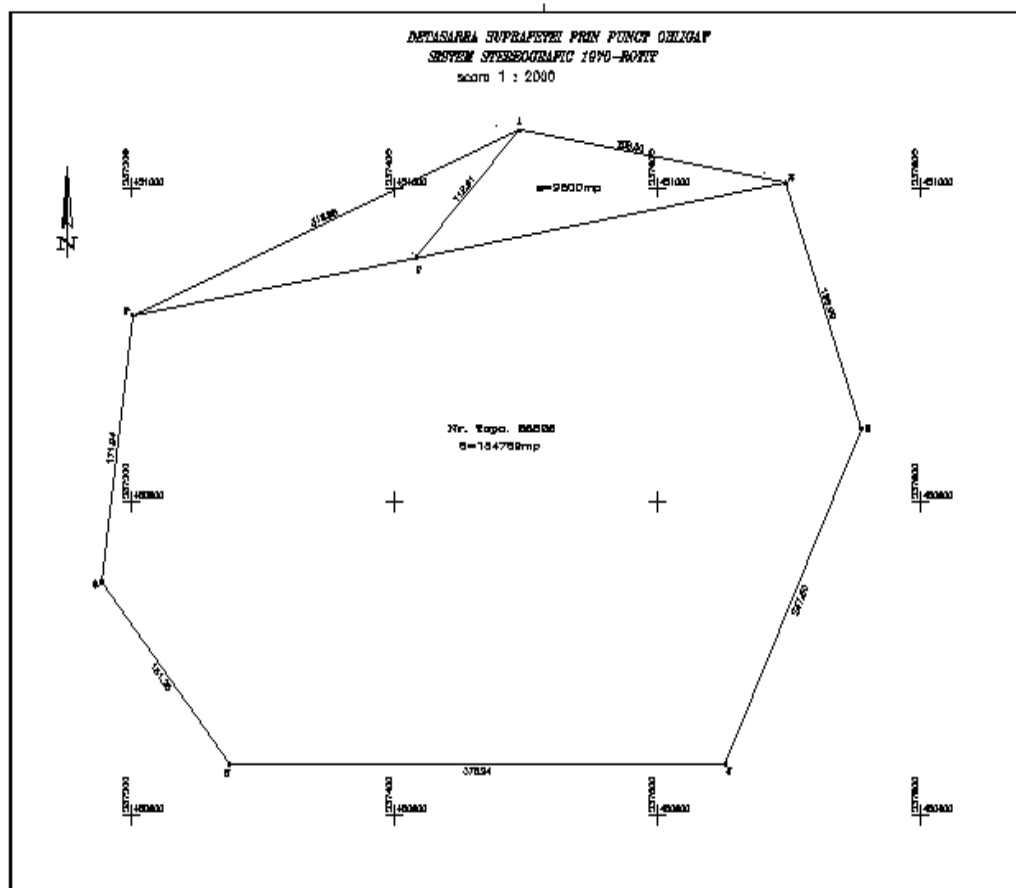


Figura 3.9 – Detașarea suprafețelor prin punct obligat

Temă aplicația 2 - DETAȘAREA PROPORȚIONALĂ ÎN TRIUNGHI

Să se detașeze în 3 părți egale suprafața triunghiului 1 – 4 – 5 și să se determine coordonatele punctelor de detașare pe latura 4 – 5 .

Se calculează raportul de proporționalitate

$$\rho = \frac{4-5}{3} = \frac{D_{4-5}}{3}$$

$$D_{4-5} = \sqrt{(X_5 - X_4)^2 + (Y_5 - Y_4)^2} = 376,94m$$

$$\rho_P = \frac{D_{4-P}}{D_{4-5}} = 0,333333 \text{ si } \rho_Q = \frac{D_{4-Q}}{D_{4-5}} = 0,666666$$

- coordonatele punctului “P” și “Q” se calculează cu formulele

$$(P): \begin{cases} X_P = X_4 + \rho_P(X_5 - X_4) = 450632,36m \\ Y_P = Y_4 + \rho_P(Y_5 - Y_4) = 237525,90m \end{cases} \quad \text{și}$$

$$(Q): \begin{cases} X_Q = X_4 + \rho_Q(X_5 - X_4) = 450632,37m \\ Y_Q = Y_4 + \rho_Q(Y_5 - Y_4) = 237400,26m \end{cases}$$

Coordonatele punctului (P) și (Q) sunt :

Punctul	X (m)	Y (m)
P	450632,36	237525,90
Q	450632,37	237400,26

Verificare:

- calculul suprafețelor :

$$S_{14P} = \frac{1}{2} [X_1(Y_4 - Y_P) + X_4(Y_P - Y_1) + X_P(Y_1 - Y_4)] = 25389mp$$

$$S_{1PQ} = \frac{1}{2} [X_1(Y_P - Y_Q) + X_P(Y_Q - Y_1) + X_Q(Y_1 - Y_P)] = 25387mp$$

$$S_{1Q5} = \frac{1}{2} [X_1(Y_Q - Y_5) + X_Q(Y_5 - Y_1) + X_5(Y_1 - Y_Q)] = 25389mp$$

$$S_{145} = \frac{1}{2} [X_1(Y_4 - Y_5) + X_4(Y_5 - Y_1) + X_5(Y_1 - Y_4)] = 76164mp$$

$$S_{14P} + S_{1PQ} + S_{1Q5} = 76165mp$$

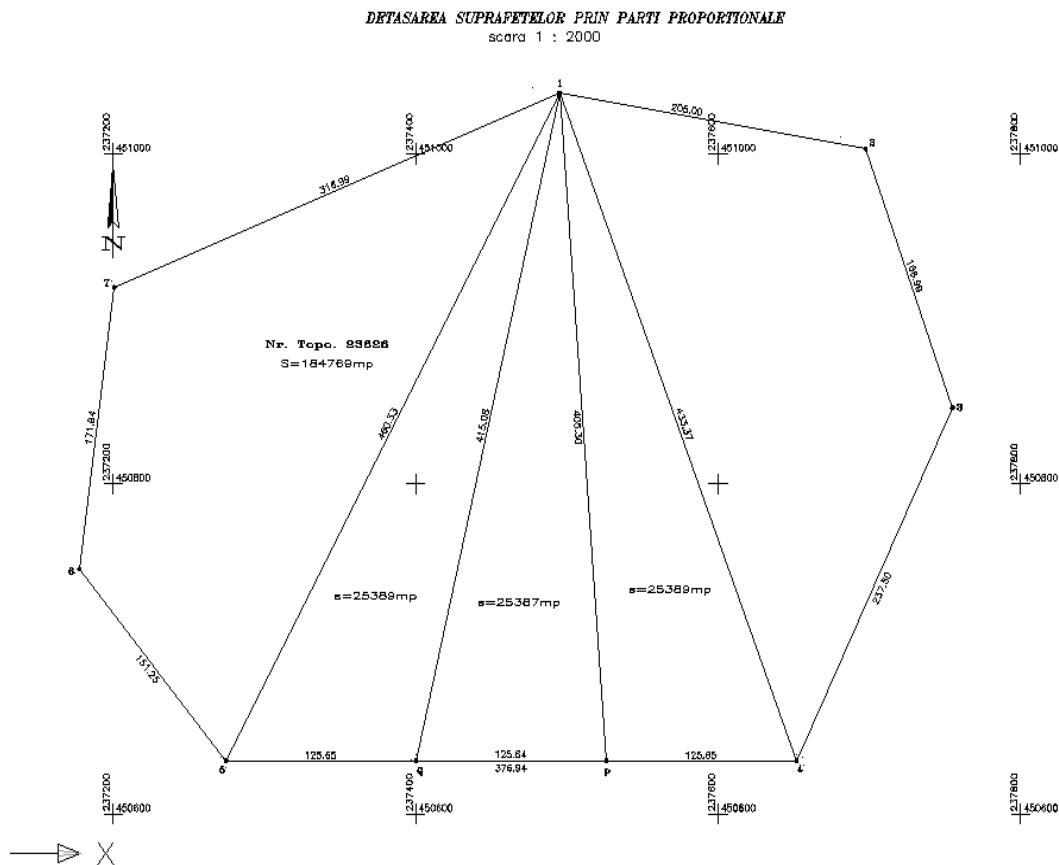


Figura 3. 10 – Detașarea suprafețelor prin părți proporționale

Temă aplicația 3 - DETAȘAREA PARALELĂ ÎN TRIUNGHI

În triunghiul 3 – 6 – 7 să se detașeze suprafața $s = 2,75 \text{ ha}$, printr-o linie de detașare paralelă cu baza 3 – 6, de la baza 3 – 6 către punctul 7.

Calculul suprafeței $S = S_{367}$

$$S_{367} = \frac{1}{2} [X_3(Y_6 - Y_7) + X_6(Y_7 - Y_3) + X_7(Y_3 - Y_6)] = 48050 \text{ mp}$$

Calculul coeficientului de proporționalitate

$$\rho = 1 - \sqrt{1 - \frac{s}{S}} < 1 \quad \text{deci rezulta} \quad \rho = 0,346028$$

- coordonatele punctului “M” și “N” se calculează cu formulele

$$(M): \begin{cases} X_M = X_3 + \rho(X_7 - X_3) = 450871,36m \\ Y_M = Y_3 + \rho(Y_7 - Y_3) = 237563,11m \end{cases} \quad \text{și}$$

$$(N): \begin{cases} X_N = X_6 + \rho(X_7 - X_6) = 450807,49m \\ Y_N = Y_6 + \rho(Y_7 - Y_6) = 237185,67m \end{cases}$$

Coordonatele punctului (M) și (N) sunt :

Punctul	X (m)	Y (m)
M	450871,36	237563,11
N	450807,49	237185,67

Verificare :

- calculul suprafeței $S_{MNG3} = s = 27500mp$:

$$S_{M36N} = \frac{1}{2} [X_M(Y_3 - Y_N) + X_3(Y_6 - Y_M) + X_6(Y_N - Y_3) + X_N(Y_M - Y_6)] = 27500mp$$

$$T_S = \pm 0,0025 \cdot D_{3-6} \quad \text{deci} \quad T_S = \pm 1,46$$

$$D_{3-6} = \sqrt{(X_6 - X_3)^2 + (Y_6 - Y_3)^2} = 585,34m$$

- condiția de coliniaritate

$$M \in \overline{3-7} \Rightarrow S_{3M7} = 0$$

$$T_S = \pm 0,0025 \cdot D_{3-7} \quad D_{3-7} = \sqrt{(X_7 - X_3)^2 + (Y_7 - Y_3)^2} = 558,91m$$

$$T_S = \pm 1,40$$

$$S_{3M7} = \frac{1}{2} [X_3(Y_M - Y_7) + X_M(Y_7 - Y_3) + X_7(Y_3 - Y_M)] = -0,15625mp$$

$$N \in \overline{6-7} \Rightarrow S_{6N7} = 0$$

$$T_S = \pm 0,0025 \cdot D_{6-7} \quad D_{6-7} = \sqrt{(X_7 - X_6)^2 + (Y_7 - Y_6)^2} = 171,94m$$

$$T_S = \pm 0,43$$

$$S_{6N7} = \frac{1}{2} [X_6(Y_N - Y_7) + X_N(Y_7 - Y_6) + X_7(Y_6 - Y_N)] = 0,1104mp$$

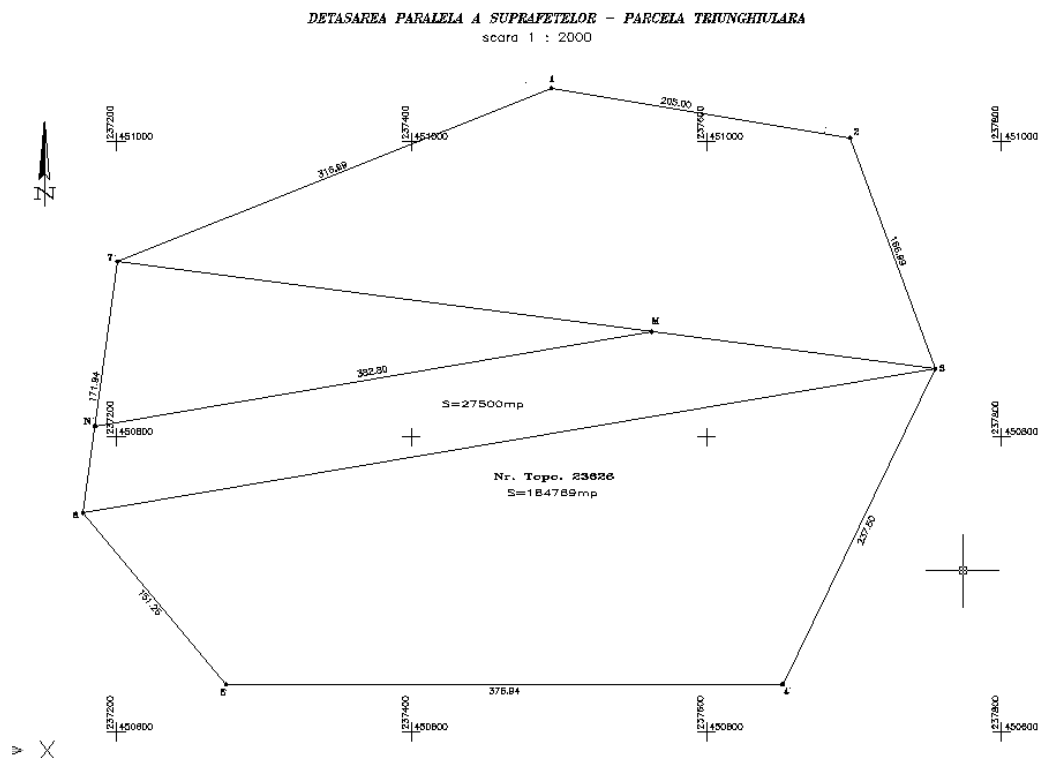


Figura 3.11 – Detașarea paralelă a suprafețelor – parcelă triunghiulară

Temă aplicația 4 - DETAȘAREA PARALELĂ ÎN TRAPEZ

În trapezul 2 – 3 – 6 – 7 să se detașeze suprafața $s = 3,50\text{ha}$, printr-o linie de detașare paralelă cu baza 3 – 6, de la baza 3 – 6 la baza 3 – 7.

Calculul bazelor trapezului

$$D_{3-6} = B = \sqrt{(X_6 - X_3)^2 + (Y_6 - Y_3)^2} = 585,34\text{m}$$

$$D_{2-7} = b = \sqrt{(X_7 - X_2)^2 + (Y_7 - Y_2)^2} = 503,69\text{m}$$

- notăm $\overline{M-N} = b_1$

- detașare $B \rightarrow b \Rightarrow \begin{cases} b_1 < B \\ b_1 > b \end{cases}$

- calculul coeficientului de proporționalitate

$$\rho = \frac{B - b_1}{B - b} \Leftrightarrow \rho = \frac{D_{3-6} - D_{M-N}}{D_{3-6} - D_{2-7}} \Rightarrow \rho = 0,374036$$

- lungimea laturii de detașare se determină din punct de vedere geometric, în funcție de următoarele elemente :

$$b_1 = \sqrt{B^2 - \frac{2s(B-b)}{H_{trapez}}} \quad S_{trapez} = \frac{(B+b)H_{trapez}}{2} \Rightarrow H_{trapez} = \frac{2S_{trapez}}{B+b}$$

$$2S_{trapez} = [X_2(Y_3 - Y_7) + X_3(Y_6 - Y_2) + X_6(Y_7 - Y_3) + X_7(Y_2 - Y_6)] = 178791mp$$

Rezultă:

$H = 164,17m$ $b_1 = 554,80m$ - coordonatele punctului "M" și "N" se calculează cu formulele

$$(M): \begin{cases} X_M = X_3 + \rho(X_2 - X_3) = 450904,83m \\ Y_M = Y_3 + \rho(Y_2 - Y_3) = 237733,34m \end{cases} \quad \text{și}$$

$$(N): \begin{cases} X_N = X_6 + \rho(X_7 - X_6) = 450812,27m \\ Y_N = Y_6 + \rho(Y_7 - Y_6) = 237186,32m \end{cases}$$

Coordonatele punctului (M) și (N) sunt :

Punctul	X (m)	Y (m)
M	450904,83	237733,34
N	450812,27	237186,32

Verificare :

- calculul suprafeței $S_{M36N} = s = 35000mp$:

$$S_{M36N} = \frac{1}{2} [X_M(Y_3 - Y_N) + X_3(Y_6 - Y_M) + X_6(Y_N - Y_3) + X_N(Y_M - Y_6)] = 35008mp$$

$$T_S = \pm 0,0025 \cdot D_{3-6} \quad \text{deci} \quad T_S = \pm 1,46$$

$$D_{3-6} = \sqrt{(X_6 - X_3)^2 + (Y_6 - Y_3)^2} = 585,34m$$

- calculul distanței M - N

$$D_{M-N} = \sqrt{(X_N - X_M)^2 + (Y_N - Y_M)^2} = 554,80m$$

- condiția de coliniaritate

$$M \in \overline{2-3} \Rightarrow S_{2M3} = 0$$

$$T_S = \pm 0,0025 \cdot D_{2-3} \quad D_{2-3} = \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} = 166,99m$$

$$T_S = \pm 0,42$$

$$S_{2M3} = \frac{1}{2} [X_2(Y_M - Y_3) + X_M(Y_3 - Y_2) + X_3(Y_2 - Y_M)] = -0,0656mp$$

$$N \in \overline{6-7} \Rightarrow S_{6N7} = 0$$

$$T_S = \pm 0,0025 \cdot D_{6-7} \quad D_{6-7} = \sqrt{(X_7 - X_6)^2 + (Y_7 - Y_6)^2} = 171,94m$$

$$T_S = \pm 0,43$$

$$S_{6N7} = \frac{1}{2} [X_6(Y_N - Y_7) + X_N(Y_7 - Y_6) + X_7(Y_6 - Y_N)] = -0,3474mp$$

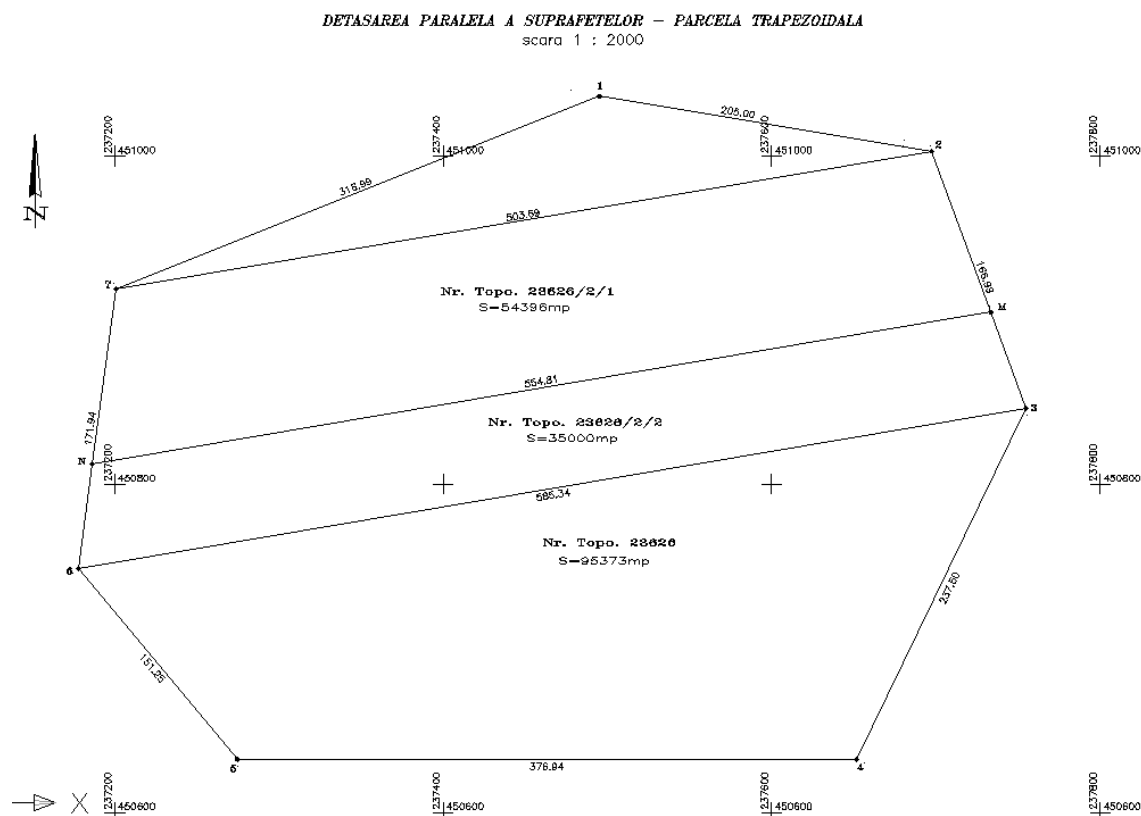


Figura 3.12 – Detașarea paralelă a suprafețelor – parcelă trapezoidală

Temă aplicația 5 - DETAȘAREA PARALELĂ ÎN PATRULATERUL OARECARE

În patrulaterul 3 – 4 – 5 – 6 să se detașeze suprafața $s = 4,35\text{ha}$, printr-o linie de detașare paralelă cu latura 3 – 4 .

Laturile patrulaterului pe care se află punctele de detașare se prelungesc până se intersectează într-un punct (R) .

Rezolvarea problemei constă în parcurgerea următoarelor două etape :

a) se calculează coordonatele punctului de intersecție și se verifică coliniaritatea punctelor de dezmembrare

$$(R): \begin{cases} X_R = \frac{X_4 S_{356} - X_5 S_{346}}{S_{356} - S_{346}} = 450632,49\text{m} \\ Y_R = \frac{Y_4 S_{356} - Y_5 S_{346}}{S_{356} - S_{346}} = 236491,96\text{m} \end{cases}$$

$$S_{356} = \frac{1}{2} [X_3(Y_5 - Y_6) + X_5(Y_6 - Y_3) + X_6(Y_3 - Y_5)] = 38246mp$$

$$S_{346} = \frac{1}{2} [X_3(Y_4 - Y_6) + X_4(Y_6 - Y_3) + X_6(Y_3 - Y_4)] = 56666mp$$

Verificare

$$S_{45R} = 0mp \quad S_{36R} = 0mp \quad S < T = \pm 0.0025D_{45} = \pm 2,90$$

$$D_{45} = \sqrt{(X_R - X_4)^2 + (Y_R - Y_4)^2} = 1159,59m$$

$$S_{45R} = \frac{1}{2} [X_4(Y_5 - Y_R) + X_5(Y_R - Y_4) + X_R(Y_4 - Y_5)] = -0,72mp$$

$$S_{36R} = \frac{1}{2} [X_3(Y_6 - Y_R) + X_6(Y_R - Y_3) + X_R(Y_3 - Y_6)] = 0,00mp$$

b) după calcularea coordonatelor punctului nou (R), problema se reduce la o detașare paralelă într-un triunghi (de la bază spre vârf)

$$\rho = 1 - \sqrt{1 - \frac{s}{S_{34R}}} = 0,194280mp$$

$$P \in \overline{4-R}: \begin{cases} X_P = X_4 + \rho(X_R - X_4) = 450632,37m \\ Y_P = Y_4 + \rho(Y_R - Y_4) = 237426,26m \end{cases}$$

$$Q \in \overline{3-R}: \begin{cases} X_Q = X_3 + \rho(X_R - X_3) = 450804,67m \\ Y_Q = Y_3 + \rho(Y_R - Y_3) = 237509,50m \end{cases}$$

Verificare:

$$S_{34PQ} = \frac{1}{2} [X_3(Y_4 - Y_Q) + X_4(Y_P - Y_3) + X_P(Y_Q - Y_4) + X_Q(Y_3 - Y_P)] = 43500mp$$

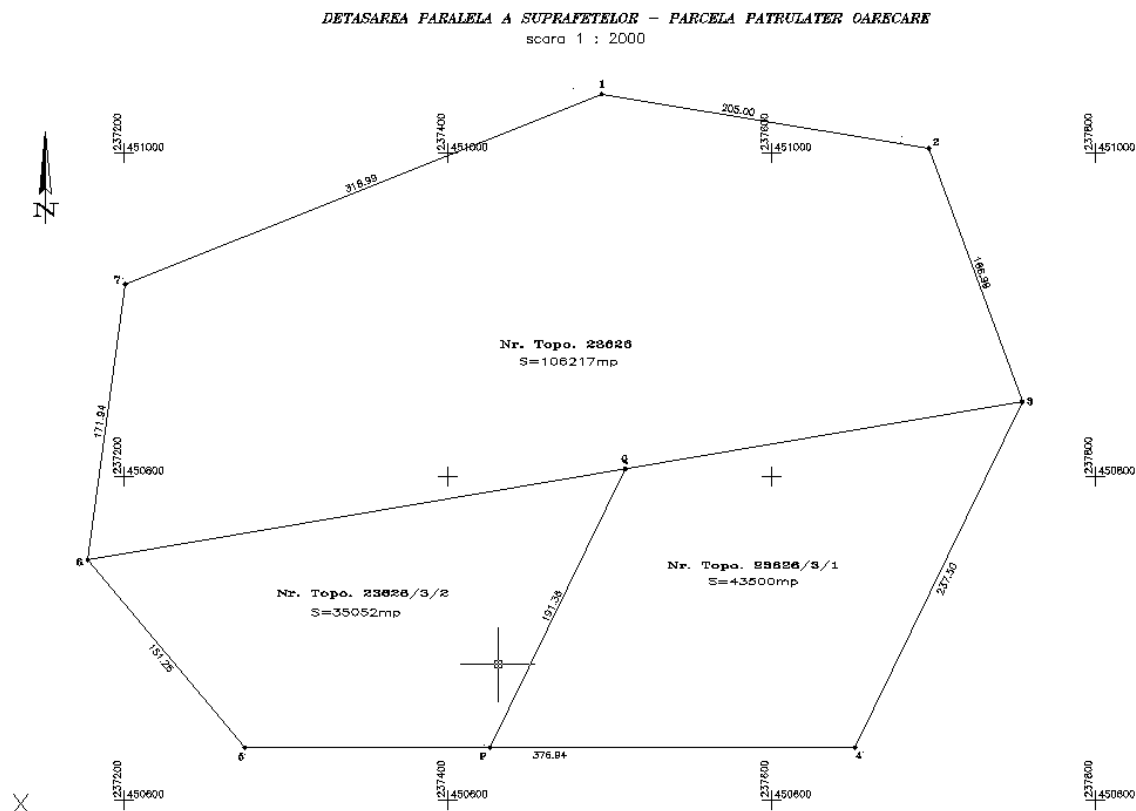


Figura 3.13 – Detașarea paralelă a suprafețelor – parcela patrulater oarecare

Temă aplicația 6 - CALCULUL FRÂNTURII DE DRUM

Să se calculeze punctul de frângere a drumului care se crează prin trasarea a două drumuri, unul pe latura 2 – 3 cu lățimea $l = 4,00\text{m}$ și celălalt pe latura 2 – 7 cu lățimea $k = 7,00\text{m}$.

Determinarea punctului (F) se face pe baza determinării punctelor ajutoare “ I_1 ” și “ I_2 ”, ca puncte pe segmentele 2 – 7 și 2 – 3.

$$\rho_{I_1} = \frac{\overline{2-I_1}}{\overline{2-7}} = \frac{S_{23I_1}}{S_{237}} = \frac{\overline{2-I_1} \cdot \overline{2-3}}{S_{237}} \Rightarrow \rho_{I_1} = \frac{l \cdot D_{2-3}}{2 \cdot S_{237}}$$

$$\rho_{I_2} = \frac{\overline{2-I_2}}{\overline{2-3}} = \frac{S_{2I_27}}{S_{237}} = \frac{\overline{2-I_2} \cdot \overline{2-7}}{S_{237}} \Rightarrow \rho_{I_2} = \frac{k \cdot D_{2-7}}{2 \cdot S_{237}}$$

$$S_{237} = \frac{1}{2} [X_2(Y_3 - Y_7) + X_3(Y_7 - Y_2) + X_7(Y_2 - Y_3)] = 41345\text{mp}$$

$$D_{2-3} = \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} = 166,99\text{m}$$

$$D_{2-7} = \sqrt{(X_7 - X_2)^2 + (Y_7 - Y_2)^2} = 503,69m$$

$$\Rightarrow \rho_{I_1} = \frac{l \cdot D_{2-3}}{2 \cdot S_{237}} = 0,008078$$

$$\Rightarrow \rho_{I_2} = \frac{k \cdot D_{2-7}}{2 \cdot S_{237}} = 0,042639$$

- calculul coordonatelor punctelor I_1 și I_2

$$(I_1): \begin{cases} X_{I_1} = X_2 + \rho_{I_1}(X_7 - X_2) = 451002,28m \\ Y_{I_1} = Y_2 + \rho_{I_1}(Y_7 - Y_2) = 237693,32m \end{cases}$$

$$(I_2): \begin{cases} X_{I_2} = X_2 + \rho_{I_2}(X_3 - X_2) = 450996,28m \\ Y_{I_2} = Y_2 + \rho_{I_2}(Y_3 - Y_2) = 237699,78m \end{cases}$$

- calculul coordonatelor punctului de frângere "F"

$$(F): \begin{cases} X_F = X_2 + \rho_{I_1}(X_7 - X_2) + \rho_{I_2}(X_3 - X_2) = 450995,60m \\ Y_F = Y_2 + \rho_{I_1}(Y_7 - Y_2) + \rho_{I_2}(Y_3 - Y_2) = 237695,77m \end{cases}$$

Verificare

- verificarea coordonatelor punctului "F" se face prin calcularea, ca sumă în funcție de I_1 , I_2 și punctul 2 a punctului de frântură și suplimentar a punctului "M" (definit în figura 7) .

$$\begin{cases} X_F = (X_{I_1} + X_{I_2}) - X_2 = 450995,60m \\ Y_F = (Y_{I_1} + Y_{I_2}) - Y_2 = 237695,77m \end{cases} \quad \begin{cases} X_M = \frac{X_{I_1} + X_{I_2}}{2} = 450999,28m \\ Y_M = \frac{Y_{I_1} + Y_{I_2}}{2} = 237696,55m \end{cases} \quad \begin{cases} X_M = \frac{X_2 + X_F}{2} = 450999,28m \\ Y_M = \frac{Y_2 + Y_F}{2} = 237696,55m \end{cases}$$

Coordonatele punctului (F) sunt :

Punctul	X (m)	Y (m)
F	450995,60	237695,77

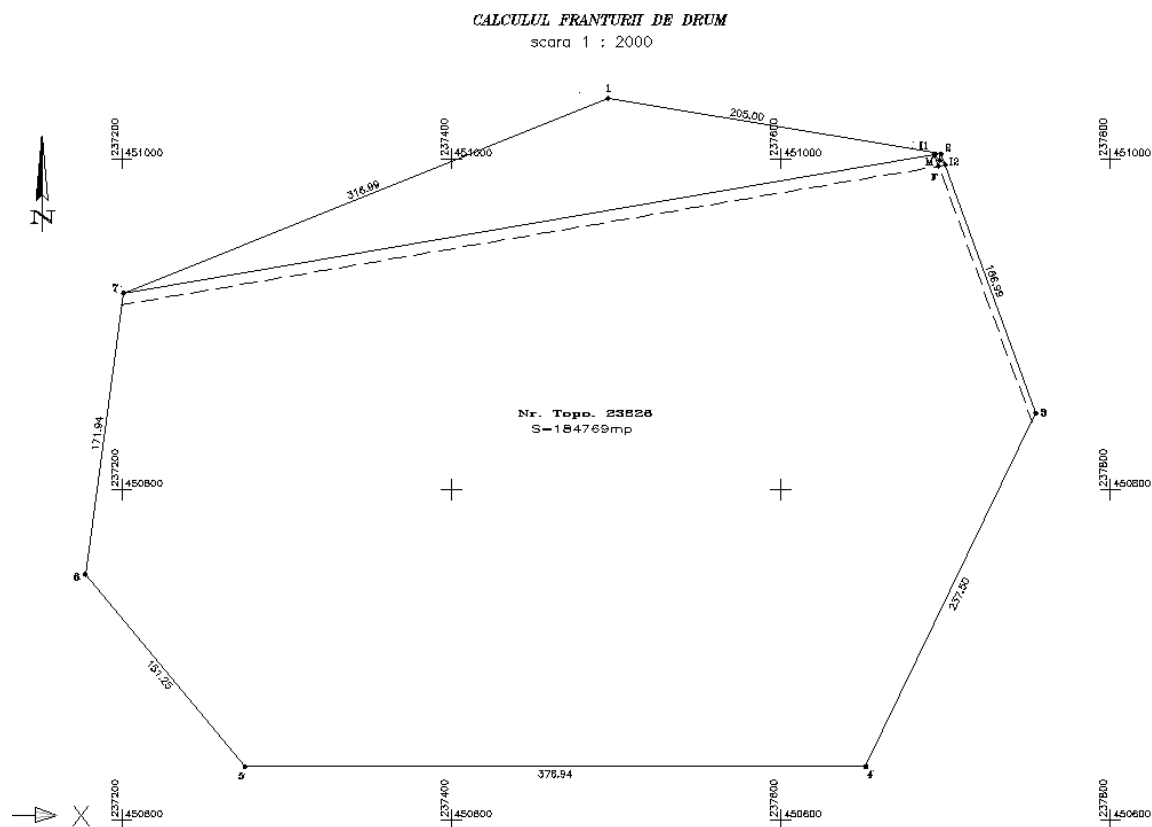


Figura 3.14 – Calculul frânturii de drum în lucrările de cadastru

MODEL DE CALCUL 2: UTILIZAREA APLICAȚIEI GENERARE CP PENTRU CODIFICAREA DATELOR CADASTRALE

În procesul de întocmire de documentații pentru lucrări de specialitate în domeniul cadastrului este nevoie de obținerea unor fișiere standard pentru stocarea informațiilor din fișa corpului de proprietate și pentru stocarea coordonatelor pe conturul acestuia. Modulele aplicației facilitează obținerea acestor fișiere într-un format standard, care să permită încărcarea și validarea lor de către inspectorii Oficiilor de Cadastru și Publicitate Imobiliară.

Modulul pentru obținerea fisierului care conține coordonatele pe contur și datele din fișa corpului de proprietate se numește **GenerareCP.exe**. Aplicația **GenerareCP.msi** este destinată persoanelor fizice/juridice autorizate să execute lucrări de specialitate în domeniul cadastrului pe teritoriul României.

Aceste fișiere obținute prin intermediul aplicației de față trebuiesc predate la Oficiile de Cadastru și Publicitate Imobiliară odată cu documentația cadastrală propriu-zisă.

1. Caracteristicile aplicației generare CP

La prima pornire a aplicației va apărea o casetă de dialog **Opțiuni** în care se vor introduce anumiți parametri în funcție de care aplicația GenerareCP va funcționa și va salva corect informațiile în fișierele *.cp* pe care le generează.

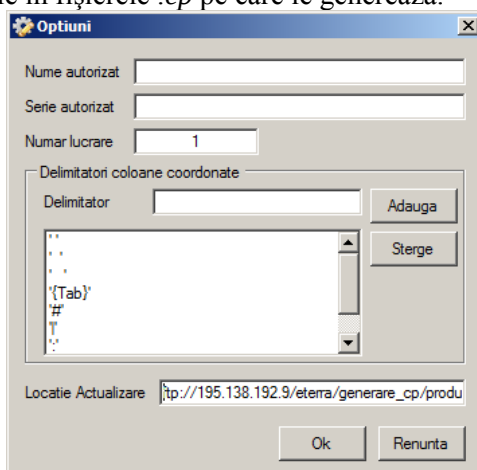


Figura 3.15 – Casetă dialog cu introducerea datelor de identificare a utilizatorului

2. Zonele de lucru în aplicația generare CP

Dupa prima configurare a opțiunilor se deschide fereastra principală a programului care are mai multe secțiuni, așa cum se poate observa în figura de mai jos: Fereastra principală de program are meniul și zonele de lucru corespunzătoare. Fereastra este împărțită în două zone mari:

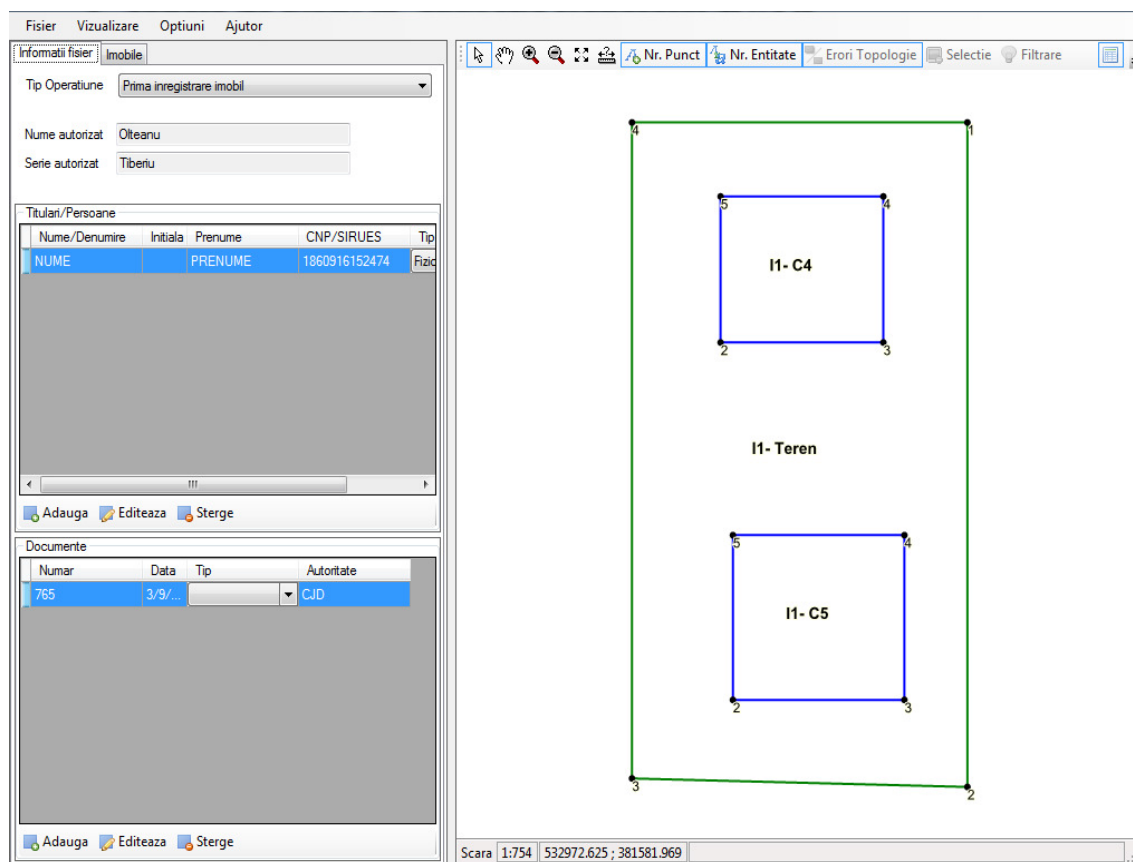


Figura 3.16 – Caseta dialog cu zonele de lucru (zona textuală și grafică)

Zona pentru introducerea de date textuale permite introducerea de :

- lista de coordonate: inventarul punctelor pe contur pentru teren și fiecare construcție în parte dacă există;
- date textuale despre parcele;
- date textuale despre construcții;
- date textuale despre unități individuale;
- date textuale despre adresele entităților.

Zona de reprezentare grafică a terenului și construcțiilor - reprezintă schița imobilului/imobilelor introduse în fișierul .cp. În funcție de coordonatele introduse, va apare în zona reprezentării grafice, configurația imobilului/imobilelor.

Tipurile de operațiuni cadastrale care pot fi încărcate în aplicația Generare CP sunt următoarele:

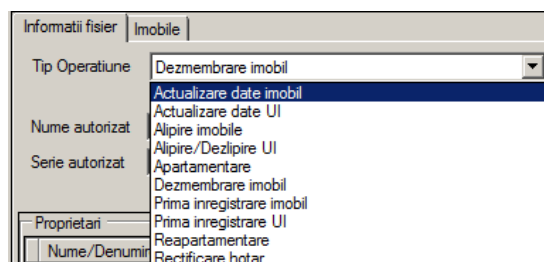


Figura 3.17 – Tipuri de operațiuni cadastrale

Lista imobilelor care fac obiectul lucrărilor și datele textuale aferente:

Secțiunea conține:

- lista imobilelor care fac obiectul lucrării
- date grafice, date textuale și date despre unități individuale aferente fiecărui imobil din lista de imobile;

Tipul imobilelor poate fi **vechi** (imobil existent=imobil cu număr cadastral și înscris în CF) sau **nou**. (imobil pentru care se întocmește lucrarea cadastrală pentru alocare de număr cadastral și înscriere în CF). Pentru operațiunile cadastrale care implică alterarea/actualizarea/rectificarea unui imobil vechi (existent, imobil cu număr cadastral alocat și înscris în CF) trebuie completați identificatorii:

- Nr cadastral
- Nr topografic
- Nr Carte Funciară

Prin apăsarea butoanelor „Adaugă” sau „Editează”, din partea de jos a listei imobilelor, va apare fereastra „Adaugă/Editează imobil”.

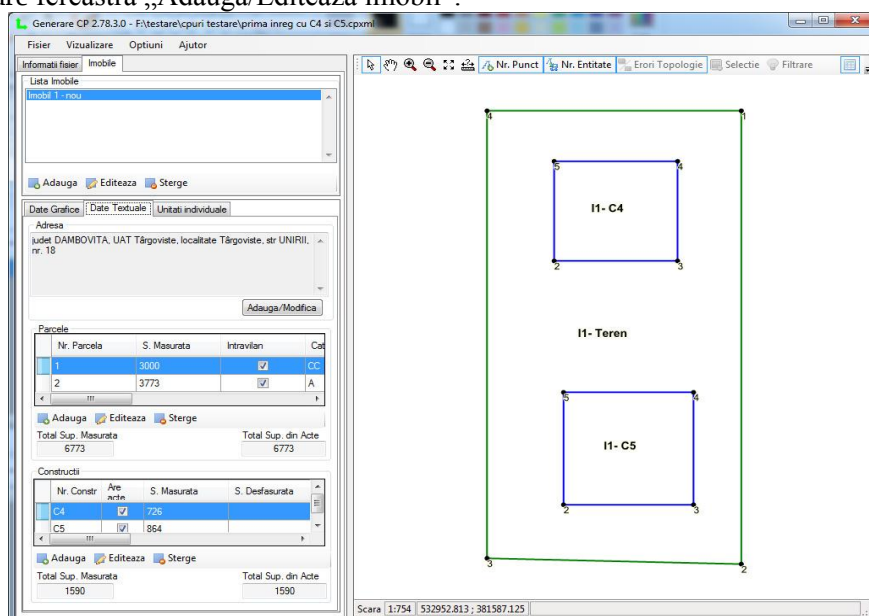


Figura 3.18 – Baza de date textuală și grafică completată

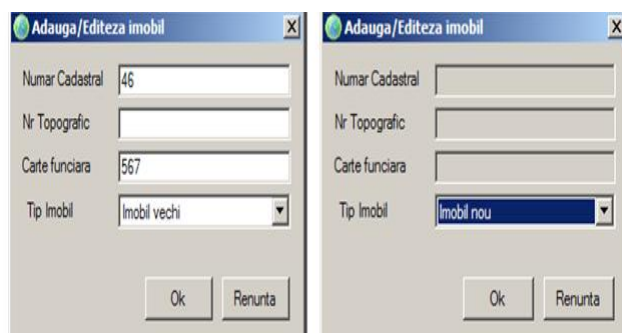


Figura 3.19 – Adăugarea/editarea unui imobil vechi sau imobil nou

Modalități de introducere a coordonatelor punctelor pe contur

Pentru introducerea coordonatelor punctelor pe contur există mai multe posibilități.

1. Introducerea manuală a coordonatelor punct cu punct;
2. Introducerea coordonatelor prin copiere și inserare dintr-un fișier text;
3. Introducerea coordonatelor prin copiere și inserare dintr-un tabel;
1. Introducerea coordonatelor prin import al unui fișier .dxf sau .cp;

1. Introducerea manuală punct cu punct se face direct în gridul corespunzător listei de coordonate.

Se selectează entitatea cadastrală din lista de entități. Se apasă butonul „**Editează**”.

Se selectează opțiunea „**Editează coordonate**”:

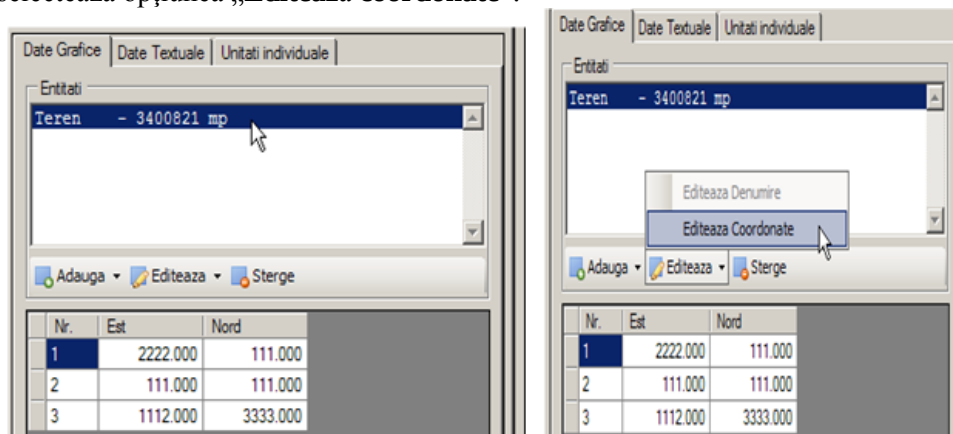


Figura 3.20 – Introducerea manuală a coordonatelor punctelor

Lista de coordonate se completează astfel:

- se introduce primul rând de coordonate, cu atenție la coloanele EST și NORD;
- numărul punctelor pe contur se completează automat de la 1 la n pe fiecare entitate cadastrală;
- navigarea printre celulele gridului se face cu săgețile tastaturii sau cu poziționarea mouse-ului pe celula (căsuța) respectivă;

- se completează rândul nou de coordonate într-un mod asemănător;
- se continuă inserarea de noi rânduri pentru coordonate până când toate punctele pe conturul proprietății au fost introduse;
- după inserarea punctelor se apasă butonul prin care se reprezintă conturul proprietății așa cum reiese din coordonate.

2. Introducerea coordonatelor prin copiere și inserare dintr-un fișier text

În cazul în care coordonatele pe contur există într-un fișier de tip text, extrase din orice aplicație de tip CAD, introducerea coordonatelor în lista se poate face astfel:

Fișierul de tip text poate conține ca despărțitori între cele două coordonate Est și Nord, oricare dintre delimitatorii următori: spațiu (SPACE), TAB, slash (/), backslash (\), dolar (\$), diez (#), asterix (*), punct și virgula (;)..

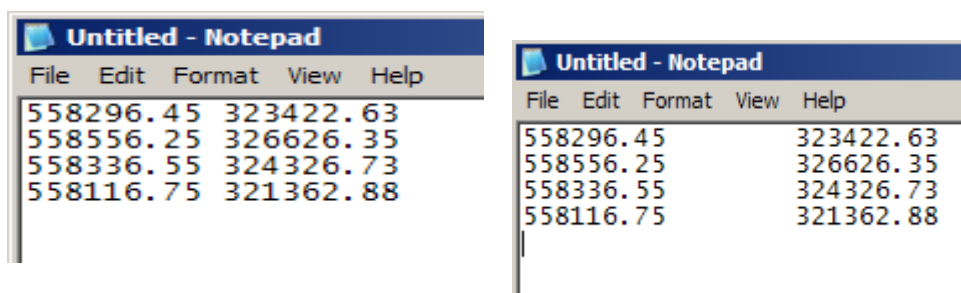


Figura 3.21 – Introducerea coordonatelor punctelor prin copiere/inserare dintr-un text

Se copiază setul de coordonate corespunzătoare entității teren din fișierul text și se inserează în lista de coordonate prin CLICK DREAPTA – comanda „**Inserează lista coordonate**”.

Setul de coordonate selectat pentru inserare trebuie să conțină doar cele două coloane (Est, Nord).

Numărul coordonatelor se completează automat de program în ordinea 1-n.

Pentru inserarea setului de coordonate se poziționează cursorul în grid printr-un CLICK pe o casuță și se dă comanda „**Insereaza lista coordonate**” din meniul contextual CLICK DREAPTA. Se închide sesiunea de editare a coordonatelor și astfel coordonatele sunt salvate pentru entitatea cadastrală respectivă.

3. Introducerea coordonatelor prin copiere și inserare dintr-un tabel

În cazul în care coordonatele pe conturul corpului de proprietate există în fișiere de tip .xls (MS Excel) sau .doc (MS Word) sub formă de tabel, acestea pot fi copiate și inserate în lista de coordonate a ferestrei de Introducere coordonate puncte pe contur.

Inventar de coordonate pt teren

Nr pct	Nord	Est
1	524695.83	357689.43
2	524701.21	357687.07
3	524717.58	357674.88
4	524713.26	357661.46
5	524707.53	357648.31
6	524702.52	357637.64
7	524689.11	357657.86
8	524668.36	357640.58
9	524660.82	357651.03
10	524653.33	357662.51

Inventar de coordonate pt constructia C1

Nr pct	Nord	Est
11	524695.83	357689.43
12	524701.21	357687.07
13	524717.58	357674.88
14	524713.26	357661.46

Inventar de coordonate pt teren

Nr pct	Nord	Est
1	524695.83	357689.43
2	524701.21	357687.07
3	524717.58	357674.88
4	524713.26	357661.46
5	524707.53	357648.31
6	524702.52	357637.64
7	524689.11	357657.86
8	524668.36	357640.58
9	524660.82	357651.03
10	524653.33	357662.51

Inventar de coordonate pt constructia C1

Nr pct	Nord	Est
11	524695.83	357689.43
12	524701.21	357687.07
13	524717.58	357674.88
14	524713.26	357661.46

Figura 3.22 – Introducerea coordonatelor punctelor prin copiere/inserare dintr-un tabel

1. Introducerea coordonatelor prin import al unui fisier .dxf

Aceasta funcționalitate permite citirea fișierelor de tip **.dxf** și încărcarea coordonatelor punctelor de pe conturul terenului și construcțiilor conținute în acest fișier în lista destinată acestora.

Fișierele **.dxf** se obțin în urma reprezentării grafice a măsurărilor de teren în programe de tip CAD, ex. AutoCAD, Microstation SE, etc Terenul și construcțiile aferente se reprezintă în coordonate în sistemul de proiecție stereografic 1970.

Pasul 1

Se crează un fișier **.dxf** care trebuie să conțină corpul de proprietate și construcțiile aferente pe straturi care să fie ușor reperate la selectarea pentru import. De asemenea, entitățile cadastrale ale căror coordonate se vor importa trebuie să fie desenate folosind tipul de geometrie **Polylinie închisă**, pentru preluarea corectă a coordonatelor punctelor pe contur.

Culorile folosite pentru reprezentarea entităților cadastrale nu au importanță. Reprezentarea unui corp de proprietate cu mai multe clădiri este exemplificată în imaginea de mai jos:

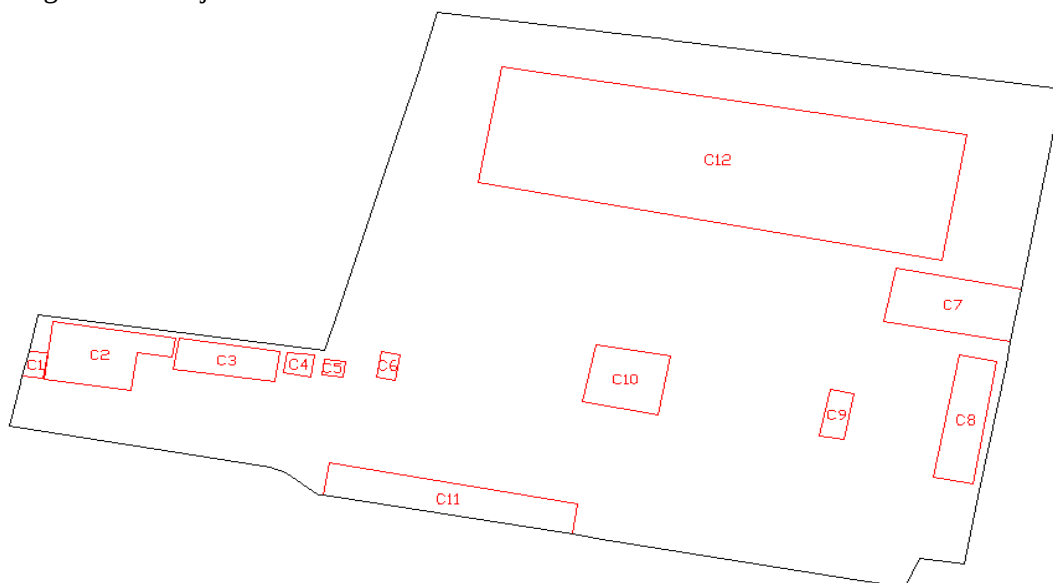


Figura 3.23 – Introducerea mai multor corpuri de clădiri aparținând aceluiași imobil

Pasul2

Se apasă butonul prin care se încarcă fișierul dxf și se urmăresc pașii următori:

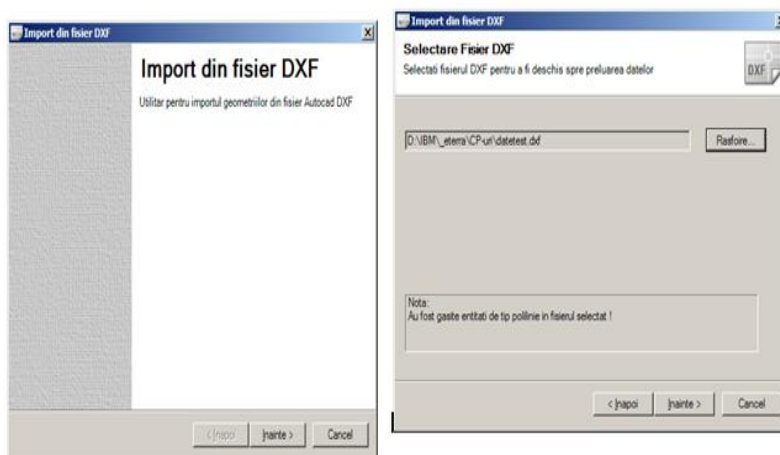


Figura 3.24 – Importul unui fișier .dxf în partea grafică a aplicației

Se selectează stratul pe care se găsește conturul terenului și, apoi, entitatea polilinie corespunzătoare care apare reprezentată în dreapta casetei de dialog.

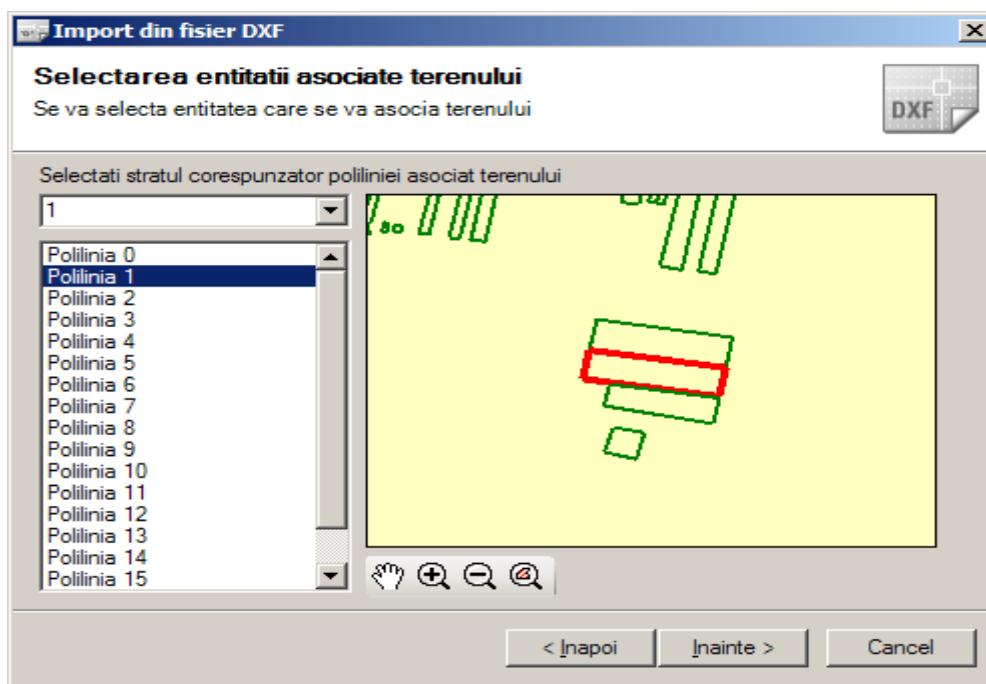


Figura 3.25 – Selectarea entității asociate terenului

După selectarea conturului corpului de proprietate, se selectează conturul construcțiilor dacă acestea există:

- Polilinia curent selectată va apărea cu culoarea **ROȘIE**.
- Polilinia asociată TERENULUI va apărea cu culoarea **VERDE**.
- Poliliniile asociate construcțiilor vor apărea cu culoarea **ALBASTRĂ**.

Un mesaj de confirmare va apare:

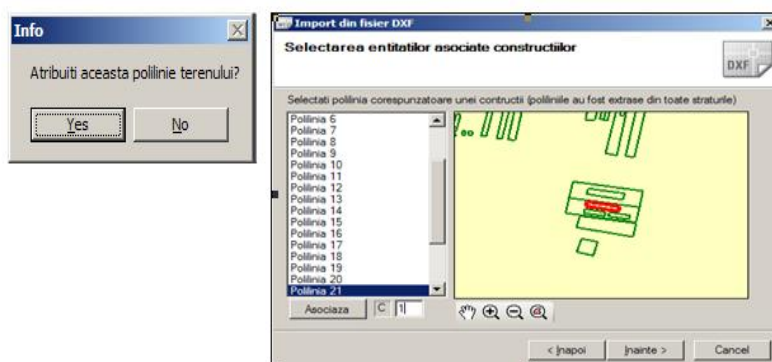


Figura 3.26 – Selectarea entității asociate construcțiilor

După selectarea polilinie corespunzătoare unei construcții, se înscrie numărul acesteia în cadrul corpului de proprietate (ex. C1), în căsuța destinată din partea de jos a casetei de dialog, și se apasă butonul – Asociază. Dacă se mai selectează și altă polilinie, la fel

va trebui înscris numărul acesteia (ex. C2) și se va apăsa butonul - Asociază. La pasul următor, se va afișa un raport al poliliniilor selectate și asociate cu corpul de proprietate și construcții.

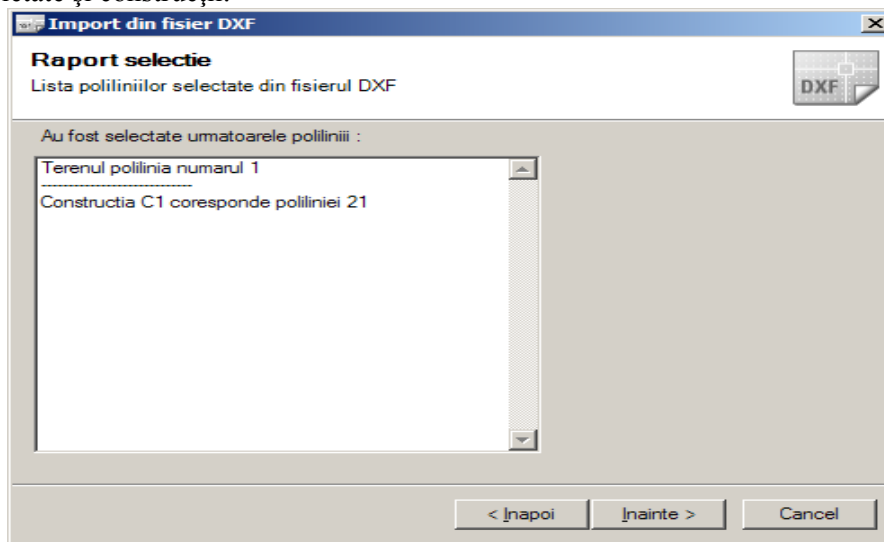


Figura 3.27 – Poliliniile aferente entităților selectate

La apăsarea butonului „Înainte” în fereastra de program va apărea o nouă fereastră pentru selectarea imobilului din lista pentru care se completează cu coordonate datele grafice, sau pentru introducerea identificatorilor unui imobil vechi care nu se află încă în lista de imobile a fișierului *cp*:

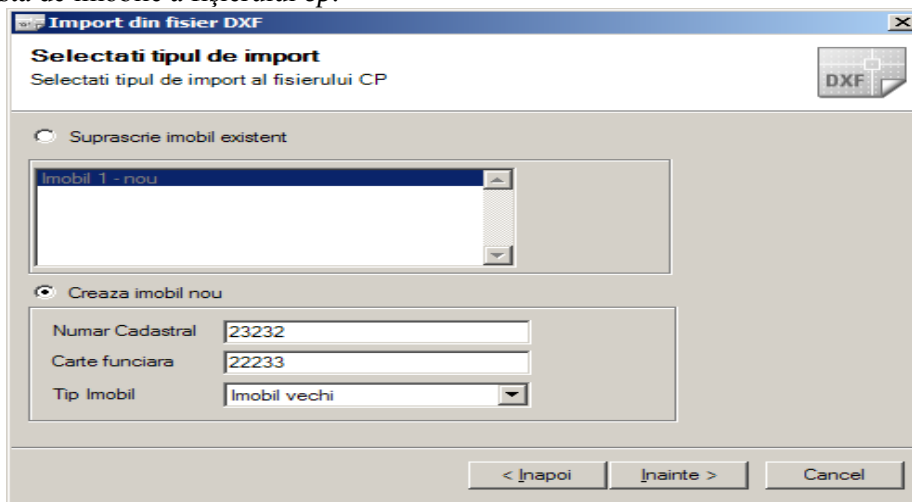


Figura 3.28 – Crearea imobilului nou

La apăsarea butonului „Înainte” în fereastra de program va apărea ultima fereastră cu confirmarea importului .dxf:

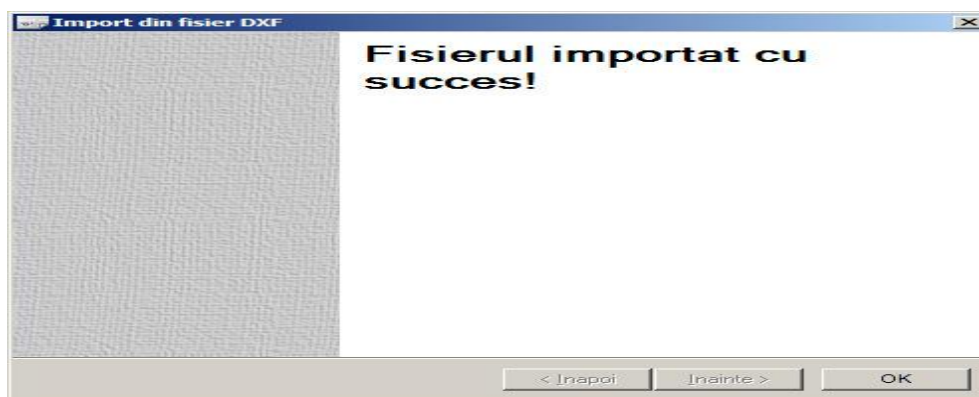


Figura 3.29 – Finalizarea operațiunii de import

Datele vor fi importate în fișier, lista cu coordonate pe contur și suprafețele corespunzătoare terenului și clădirilor, iar imobilul va apărea reprezentat grafic. Importul de fișier DXF se face ținând cont de precizia de măsurare și compensare a măsurătorilor de teren: astfel, coordonatele se importă în metri cu 3 zecimale, iar suprafața se calculează în metri pătrați fără zecimale (se rotunjește la m²). De aceea pot apărea diferențe între suprafața calculată și afișată de aplicație și cea afișată în fișierul dxf (unde precizia de calcul și de afișare a coordonatelor și a suprafeței este cea setată în programul CAD respectiv și poate varia de la utilizator la utilizator).

3. BAZA DE DATE TEXTUALE

Datele obligatorii care se introduc în baza de date textuală sunt:

- **Județ**
- **UAT (comuna, Oraș/Municipiu)**
- **Localitate**

În caseta 'Descriere suplimentară' se vor introduce date suplimentare cu privire la adresa imobilului: (ex: Punctul Acasă). Datele despre Parcele se completează prin apăsarea butoanelor „Adaugă” sau „Editează”, care lansează următoarea fereastră „Introducere/editare parcele”:

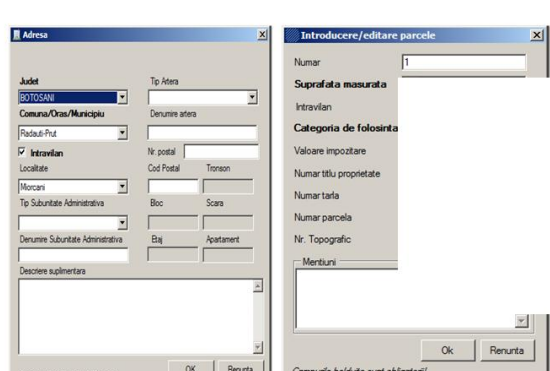


Figura 3.30 – Introducerea elementelor de identificare a parcelelor

Obligatorii sunt:

- **număr parcelă** (se completează automat prin incrementarea numărului de parcele deja existente);
- **suprafața măsurată** (dacă este o singură parcelă, suprafața introdusă aici trebuie să coincidă cu cea calculată din coordonate sau suma suprafețelor parcelelor să coincidă cu suprafața din coordonate);
- **categoria de folosință** (se alege din lista derulantă).

În caseta de Mențiuni se vor introduce date suplimentare despre poziția parcelei (ex: parcela este împrejmuită cu gard, și are înclinare de 15 grade).

Fiecare parcelă introdusă se va adauga la lista parcelelor. Suma suprafețelor introduse pentru fiecare parcelă în parte în câmpul *Suprafața măsurată* se calculează și se afișează în câmpul *Total suprafața măsurată*

Nr. Parcela	S. Masurata	Intravilan	Cat. folosinta	Valo
1	305	☒	CC	
2	400	☐	A	

Adauga Editeaza Sterge

Total Sup. Masurata: 705

Total Sup. din Acte: 700

Figura 3.31 – Compararea suprafeței din acte cu cea măsurată

Câmpul „**Total suprafață din acte**” de la parcele se completează dacă informația este disponibilă din actele prezentate de proprietar, și se validează ca diferență dintre aceasta și suprafața rezultată din coordonate să nu depășească 5% din suprafața din acte (conform regulamentului de întocmire a documentațiilor cadastrale). Validarea se face prin rotunjire la mp.

Datele despre Construcții se completează prin apăsarea butoanelor „**Adaugă**” sau „**Editează**”, care lansează următoarea fereastră „**Introducere/editare construcții**”:

Numar	C1
Nr Topografic	
Are acte	☒
Supr. construita masurata	68
Suprafata din acte	68
Suprafata desfasurata	
Cod grupa destinatie	CL - constructii de locuinte
Numar nivele	
Numar unitati individuale	
Valoare impozitare	16000
Nr. UI inscise	
Adresa	
judet BOTOSANI, UAT Radauti-Prut, localitate Miorcani	
Adauga adresa	
Mentiuni	
CASĂ COMPUSĂ DIN DOUĂ CAMERE ȘI DEPENDINȚE, CONSTRUITĂ DIN CHIRPICI	
Ok Renunta	

Campurile bolduite sunt obligatorii!

Figura 3.32– Introducere date despre cladiri

În caz că adresa construcției diferă de cea a imobilului (nr. poștal, denumire stradă, etc.), se poate completa datele despre adresa acesteia, și se va salva diferit de adresa terenului. Pentru aceasta se va apăsa butonul „**Adauga adresă**”, care va lansa fereastra corespunzătoare introducerii adresei.

În caseta de mențiuni se vor introduce date cu privire la descrierea construcției (ex: construită din cărămidă și acoperită cu țiglă).

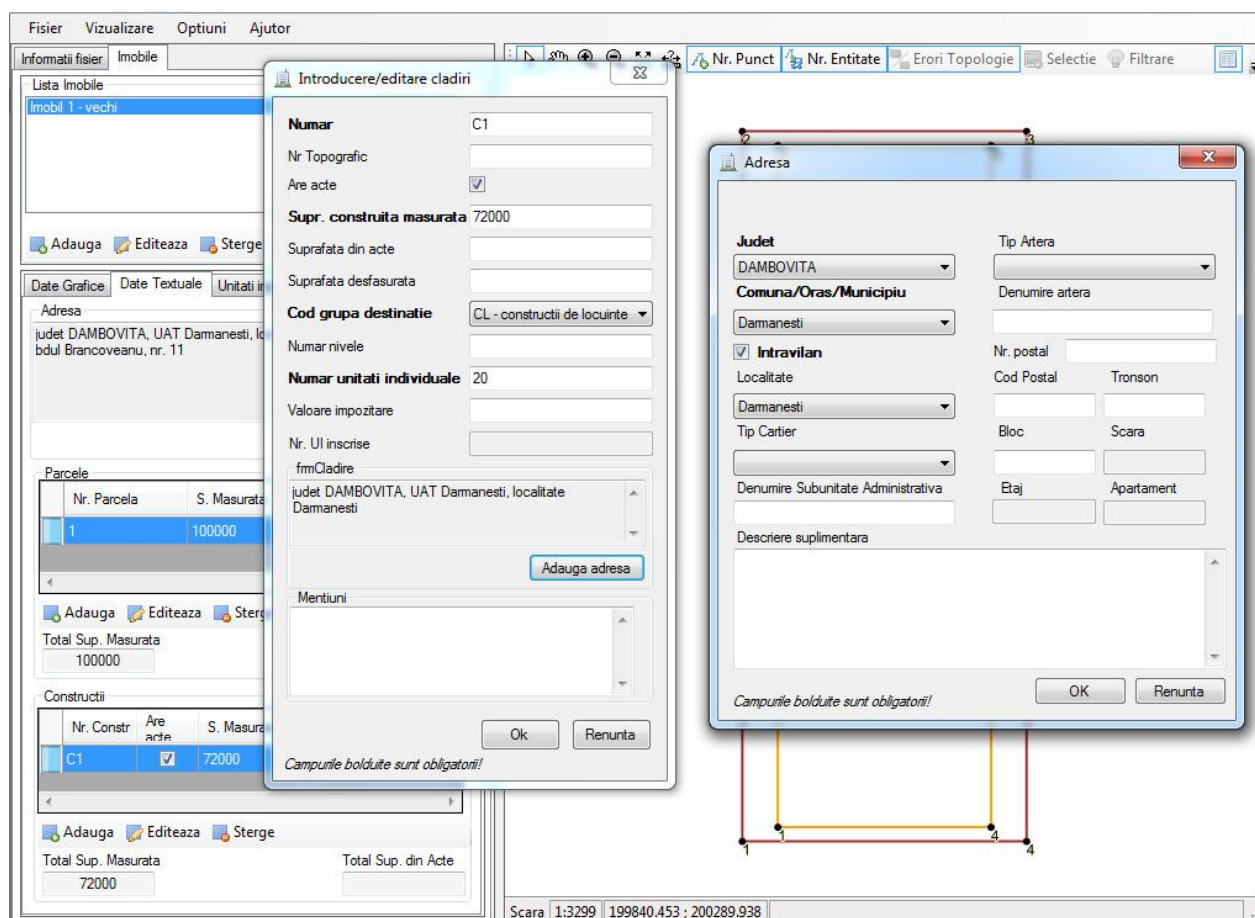


Figura 3.33– Introducere date despre adresă clădiri

Fiecare construcție introdusă se va adăuga la lista construcții.

Dacă au fost introduse construcții în prealabil în lista de entități cadastrale (în **TAB-ul de Date Grafice**), lista de construcții va fi automat completată cu construcțiile în cauză, cu număr și suprafață măsurată.

Astfel, va trebui completat pentru fiecare construcție în parte, restul de informații textuale, dintre care obligatorie este doar categoria de folosință.

4. SALVAREA FIȘIERULUI CP

După completarea datelor grafice și textuale despre imobil/imobile, a datelor despre persoane, acte, etc. se va salva fișierul .cp. Se apasă butonul „Salvează” sau „Salveaza ca” din meniul principal. Funcționalitatea butonului „Salvează”- permite salvarea fișierului **cp** în aceeași locație și sub aceeași denumire, dacă a fost ulterior salvat.

Înainte de salvarea fișierului **cp** se va face o validare automată a datelor introduse. Dacă s-au omis anumite date sau au fost introduse incorect va apărea caseta de avertizări și erori care vor trebui remediate pentru ca fișierul .cp să poată fi salvat:

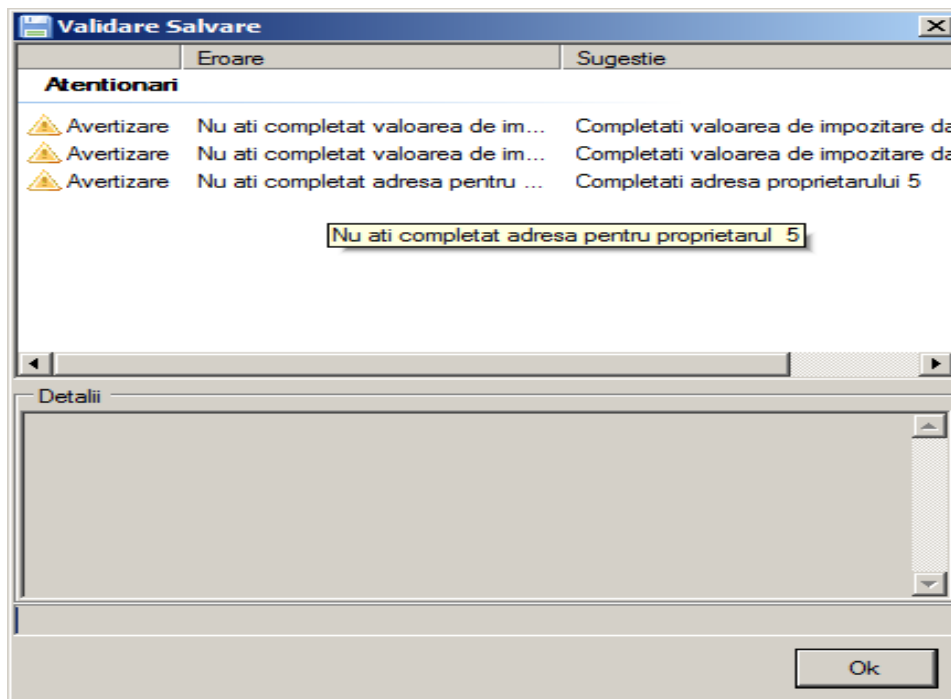


Figura 3.34– Validarea/salvarea datelor

Pentru **Avertizări** și **Erori** se afișează mesajul validării și sugestia pentru remedierea problemelor. Pentru o ușoară administrare a textului mesajelor, sugestiilor și definirea tipului de validare (obligatorie - EROARE sau neobligatorie - AVERTIZARE) a fost definit un fișier configurabil printr-o aplicație software specială. Aceasta nu va fi disponibilă publicului larg, ci doar administratorilor sistemului E-TERRA de la Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară.

Avertizările sunt mesaje informative care definesc validări ce se fac doar pentru informarea și atenționarea utilizatorului asupra necompletării sau completării eronate a datelor.

Utilizatorul poate continua salvarea fișierului **cp** în forma respectivă, sau poate edita/completa datele introduse, ținând cont de validările afișate.

Erorile sunt mesaje care definesc validări obligatorii care se fac pentru a evita salvarea unui fișier **cp** incomplet sau incorect. Utilizatorul este informat asupra necompletării sau completării eronate a datelor și îndrumat să corecteze/completeze datele. Salvarea nu se poate face până când toate **Erorile** nu sunt corectate și eliminate din lista de erori/avertizări.

Dacă toate erorile au fost eliminate din lista respectivă de validări, și toate avertizările au fost parcurse și eliminate acolo unde a fost posibil, se va salva fișierul **cp**, astfel:

1. Va apărea o casetă de dialog pentru selectarea locației pe disc unde urmează să se facă salvarea;

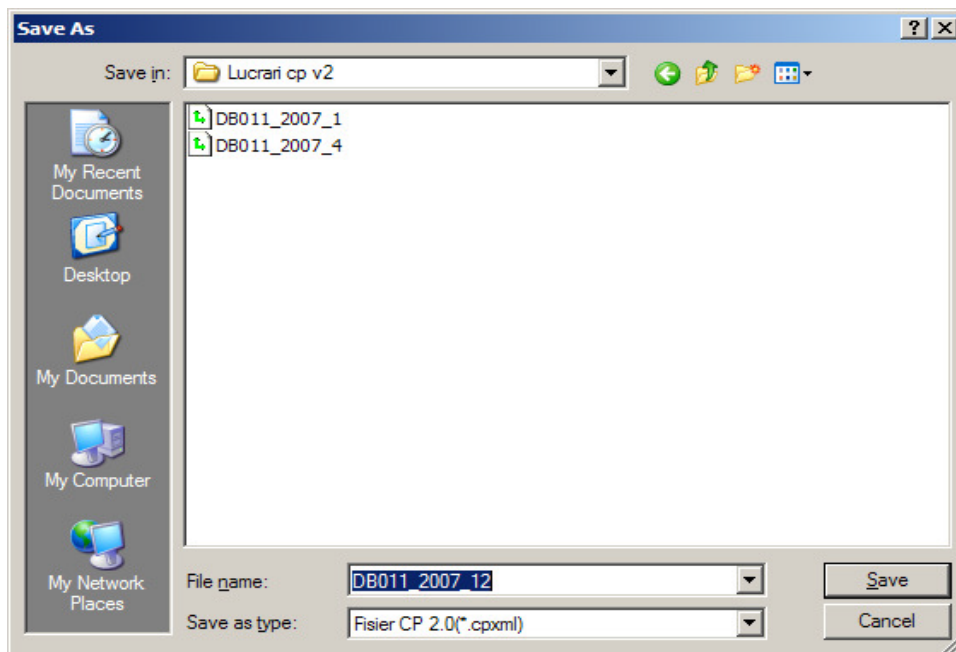


Figura 3.35 – Salvarea finală a fișierului .cp

2. Numele fișierului este generat automat de aplicație astfel:
- *Serie autorizat_Anul_Nr.lucrare.cpxml*