



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

**Ing. Ion Nicolae BĂBUCĂ**

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

**CONTRIBUȚII LA EFICIENTIZAREA LUCRĂRILOR  
TOPOGRAFICE ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR**

Coordonator științific:

**Prof.univ. dr. ing. Virgil HAIDA**

Timișoara  
2011





## CUVÂNT ÎNAINTE

Doresc să aduc mulțumiri deosebite conducătorului științific de doctorat, Prof.dr.ing. Virgil Haida pentru îndrumarea sa competentă pe tot parcursul perioadei de pregătire a referatelor și a tezei de doctorat și pentru faptul că datorită sprijinului permanent acordat am putut finaliza redactarea prezentei teze de doctorat.

Mulțumesc cadrelor didactice din cadrul Departamentului Căi de Comunicație Terestre, Fundații și Cadastru care prin, încrederea și încurajările transmise pe parcursul întregii perioade de elaborare a tezei de doctorat au fost un sprijin real care mi-a permis să-mi continui și să-mi perfecționez pregătirea până în această fază de definitivare și susținere a tezei de doctorat. De asemenea, le mulțumesc membrilor comisiilor în fața cărora am susținut examenele de pregătire și referatele din perioada de stagiu pentru toate observațiile și sfaturile competente primite.

Mulțumesc în special Doamnei Conf. dr.ing. Carmen Grecea pentru sprijinul acordat de-a lungul anilor în care am lucrat pentru această teză, și pot spune că a însemnat pentru mine puntea între lumea producției în care lucrez și lumea academică, spre care cu toții privim cu stimă și considerație.

Mulțumesc Domnilor Profesori, referenți ai tezei de doctorat care au avut răbdarea și amabilitatea să-mi analizeze teza și să-mi acorde încrederea lor pentru susținerea publică a acesteia.

De asemenea doresc să mulțumesc firmei SC Black Light SRL, în special Domnului Ing. Bîrlă Gigi-Aureliu, pentru tot suportul acordat pentru finalizarea acestei teze de doctorat.

Și nu în ultimul rând vreau să mulțumesc familiei, și prietenei mele care m-au susținut și încurajat pe întreaga perioadă în care mi-am desfășurat activitatea de pregătire și de elaborare a tezei de doctorat.

**Ing. Ion Nicolae BĂBUCĂ**



## CUPRINS

<b>CUVÂNT ÎNAINTE</b> .....	pag 2
<b>Cap 1. IMPORTANȚA LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE NECESARE PROIECTĂRII CONSTRUCȚIILOR</b> .....	pag 7
1.1 Condițiile pe care trebuie să le satisfacă baza topografică.....	pag 8...10
1.2 Utilitatea topografiei în urmărirea comportării construcțiilor.....	pag 10
1.2.1 Importanța măsurătorilor efectuate pentru observarea comportării construcțiilor.....	pag 10...13
1.2.2 Clasificarea metodelor de urmărire a comportării construcțiilor.....	pag 13...14
1.3 Obiectul tezei de doctorat.....	pag 15...16
<b>Cap 2. STUDIUL ACTUAL ȘI DEZVOLTAREA ÎN PERSPECTIVĂ A TOPOGRAFIEI ÎN CONSTRUCȚII</b> .....	pag 17...21
2.1 Scurt istoric al măsurătorilor terestre.....	pag 22...23
2.1.1 Evoluția pe plan mondial.....	pag 22...23
2.1.2 Evoluția instrumentelor topografice.....	pag 24...26
2.1.3 Situația în România.....	pag 26...29
2.2 Elemente topografice de bază.....	pag 30...33
2.3 Principiile topografiei.....	pag 33...37
2.4 Echipamente topografice moderne.....	pag 38
2.4.1 Stația totală.....	pag 38
2.4.1.1 Componente principale.....	pag 38...40
2.4.1.2 Componente mecanice.....	pag 41
2.4.1.3 Componente optice.....	pag 41
2.4.1.4 Componente electronice.....	pag 41
2.4.1.5 Programe de calcul.....	pag 41...42
2.4.1.6 Aplicațiile stației totale.....	pag 42...44
2.4.2 Sisteme de poziționare globală.....	pag 45...48
2.4.2.1 Principiul poziționării în sistemul GPS.....	pag 49...51
2.4.2.2 Sisteme de coordonate GPS.....	pag 51...54
2.4.2.3 Principale erori în poziționarea GPS.....	pag 55...58
2.4.3 Stații permanente.....	pag 59...61



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

- 2.5 Realizări actuale deosebite în topografia inginerescă.....pag 61...65  
2.6 Direcțiile principale de dezvoltare ale topografiei în construcții.....pag 66...67

**Cap 3. CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE  
DE TRASARE A CONSTRUCȚIILOR.....pag 68**

- 3.1 Pregătirea topografică a proiectelor de construcții.....pag 68...72  
3.2 Proiectarea și executarea rețelei de trasare a construcțiilor.....pag 72...75  
3.3 Organizarea lucrărilor de trasare a construcțiilor .....pag 75...80  
3.4 Lucrări topografice simple în trasarea construcțiilor.....pag 81...87

**Cap 4. METODE DE MĂSURARE GPS.....pag 88**

- 4.1 Metoda statică..... pag 88  
4.1.1 Metoda cu două receptoare.....pag 89...90  
4.1.2 Metoda cu trei receptoare.....pag 90...93  
4.1.3 Metoda cu mai multe receptoare.....pag 93  
4.2 Metoda RTK de timp real.....pag 93  
4.2.1 Principiu.....pag 93...95  
4.2.2 Calculul corecțiilor de la stația fixă și recepția acestora față de stația mobilă.....pag 95  
4.3 Modul de lucru.....pag 96...97  
4.3.1 Planificarea sesiunilor.....pag 96...97  
4.3.2 Durata sesiuni și lungimea bazelor.....pag 97  
4.3.3 Observațiile de teren.....pag 98...99  
4.4 Prelucrarea și compensarea măsurătorilor GPS.....pag 99  
4.4.1 Prelucrarea datelor pentru a obține coordonate în sistem WGS' 84.....pag 100..101

**Cap 5. ELEMENTE SPECIFICE LUCRĂRILOR TOPO-GEODEZICE AFERENTE  
CĂILOR DE COMUNICAȚIE TERESTRE.....pag 102**

- 5.1 Infrastructura și suprastructura căilor de comunicație terestre.....pag 102..104  
5.2 Elementele căilor de comunicație terestre .....pag 104..105  
5.3 Elementele drumului în profil longitudinal.....pag 105...108  
5.4 Elementele drumului în profil transversal.....pag 108...111



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

<b>5.5</b>	Trasarea lementelor geometrice la drumuri.....	pag 112
<b>5.5.1</b>	Arc de cerc central cu clotoide simetrice.....	pag 112...113
<b>5.5.2</b>	Clotoide cap la cap.....	pag 114
<b>5.5.3</b>	Boltă.....	pag 115
<b>5.5.4</b>	Dusină.....	pag 115...116
<b>5.6</b>	Trasarea profilului transversal.....	pag 117...120

**Cap 6. STUDIUL ȘI APLICAREA UNEI METODE TOPO-GEODEZICE EFICIENTE  
LA EFECTUAREA LUCRĂRILOR DE TRASARE AFERENTE TRONSONULUI DE  
AUTOSTRADĂ ARAD - BYPAS ARAD – TIMIȘOARA.....**

<b>6.1</b>	Introducere.....	pag 121
<b>6.1.1</b>	Studiul traseului autostrăzii – tronsonul Arad-Bypass Arad-Timișoara...	pag 121...124
<b>6.1.2</b>	Considerații generale de proiectare.....	pag 124...127
<b>6.2</b>	Generalități privind rețeaua de sprijin.....	pag 128...129
<b>6.3</b>	Rețeaua de sprijin.....	pag 129...130
<b>6.4</b>	Determinări GPS.....	pag 130...131
<b>6.4.1</b>	Sisteme de coordonate tridimensionale elipsoidale.....	pag 131...132
<b>6.4.2</b>	Transformarea de coordonate de pe un elipsoid pe altul.....	pag 132...133
<b>6.4.2.1</b>	Transformarea 3D.....	pag 134...137
<b>6.4.2.2</b>	Metode de determinare folosite.....	pag 137...141
<b>6.4.3</b>	Aspecte privind precizia oferită de GPS.....	pag 141...144
<b>6.5</b>	Pregătirea și executarea observațiilor GPS pentru rețeaua de sprijin.....	pag 145
<b>6.5.1</b>	Lucrări de teren.....	pag 145
<b>6.5.1.1</b>	Recunoașterea terenului.....	pag 145...147
<b>6.5.1.2</b>	Efectuarea măsurărilor.....	pag 147
<b>6.5.1.3</b>	Planificarea sesiunilor de măsurători.....	pag 147...164
<b>6.5.2</b>	Lucrări de birou.....	pag ...164
<b>6.5.2.1</b>	Verificarea datelor. Prelucrarea datelor și procesarea datelor GPS.....	pag 164...165
<b>6.5.2.2</b>	Metode de compensare.....	pag 165...166
<b>6.5.2.3</b>	Rezultate obținute după compensare.....	pag 166...168
<b>6.5.2.4</b>	Detreminarea parametrilor de transcalcul.....	pag 168...169
<b>6.5.2.5</b>	Rezultatele obținute după transcalcul.....	pag 169...171



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

<b>6.6</b>	Măsurători GPS pentru determinarea bornelor principale și secundare.....	pag 171
<b>6.6.1</b>	Lucrări de teren.....	pag 171
<b>6.6.1.1</b>	Recunoașterea terenului privind modul de amplasare a bornelor.....	pag 171
<b>6.6.1.2</b>	Amplasarea bornelor în teren.....	pag 172
<b>6.6.1.3</b>	Planificarea măsurătorilor privind staționarea bornelor.....	pag 172
<b>6.6.1.3.1</b>	Modul de staționare.....	pag 173
<b>6.6.1.3.2</b>	Ordinea de staționare.....	pag 173
<b>6.6.2</b>	Lucrări de birou.....	pag 175
<b>6.6.2.1</b>	Procesarea și compensarea măsurătorilor GPS.....	pag 175
<b>6.6.2.2</b>	Rezultatul compensării.....	pag 176...179
<b>6.6.2.3</b>	Schița rețelei secundare.....	pag 180
<b>6.7</b>	Măsurători de nivelment geometric pentru determinarea cotelor punctelor noi.....	pag 180
<b>6.7.1</b>	Lucrări de teren.....	pag 180
<b>6.7.1.1</b>	Recunoașterea terenului privind modul de executare a nivelmentului.....	pag 180
<b>6.7.1.2</b>	Aparatura folosită.....	pag 181
<b>6.7.1.3</b>	Metoda folosită.....	pag 181...182
<b>6.7.1.4</b>	Descrierea modului de executare a nivelmentului.....	pag 182...183
<b>6.7.1.5</b>	Modul de executare a drumuirilor de nivelment.....	pag 183...186
<b>6.7.2</b>	Lucrări de birou.....	pag 186
<b>6.7.2.1</b>	Importarea datelor. Procesarea datelor. Calcule de compensare și setarea parametrilor.....	pag 186...192
<b>6.7.2.2</b>	Rezultate obținute după compensare.....	pag 192...193
<b>6.7.2.3</b>	Rezultatul drumuirilor.....	pag 193
<b>6.7.2.4</b>	Compararea măsurătorilor GPS cu măsurătorile de nivelment.....	pag 194...195
<b>6.7.2.5</b>	Reprezentări grafice borne tip A și tip B.....	pag 195...197
<b>6.8</b>	Monografia bornelor de tip A și tip B.....	pag 198...199
<b>6.9</b>	Măsurători suplimentare în anul 2009 pentru verificarea rețelei de sprijin atât planimetric cât și altimetric, realizate în anul 2006.....	pag 200...202
<b>Cap 7. CONCLUZII FINALE</b> .....		pag 203...206
<b>BIBLIOGRAFIE</b> .....		pag 207...213



## CAPITOLUL 1

# IMPORTANȚA LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE NECESARE PROIECTĂRII CONSTRUCȚILOR

Lucrările topografice au un rol și o importanță mare în construcții și constituie o premiză necesară pentru orice fel de studii și cercetări efectuate în legătură cu proiectarea construcțiilor. Proiectarea sistematizării centrelor populate, a construcțiilor industriale și civile, a căilor de comunicații, a podurilor, a construcțiilor hidrotehnice etc., necesită folosirea lucrărilor topo-grafice; studiile preliminare încep pe hărți, iar în cazul studiilor de pe teren, lucrările topografice ocupă o parte importantă.

Astfel la proiectarea construcțiilor de toate genurile, care se efectuează în diferite faze de proiectare, se execută în primul rând lucrări topografice în scopul realizării bazei topografice. Aceste lucrări se desfășoară potrivit felului și dimensiunilor construcțiilor proiectate, numărului fazelor de proiectare precum și scopul urmărit de fiecare fază.

Pe planul topografic se reprezintă, potrivit diferitelor faze de proiectare, amplasamentul construcțiilor proiectate; acest plan folosește ulterior și la aplicarea pe teren a proiectului.

Proiectul planului general al unei construcții complexe – utilizând planurile topografice – soluționează întregul ansamblu de probleme tehnice pe care o asemenea construcție le impune. Astfel, proiectul planului general al unui ansamblu industrial trebuie să rezolve problemele legate de fluxul tehnologic, de amplasamentele clădirilor, traseele căilor de comunicații, rețelelor de instalații, de organizarea reliefului, a zonelor plantate etc. La rezolvarea acestor probleme ia parte un colectiv de tehnicieni cu cele mai diferite specialități : arhitecți, ingineri, constructori și tehnologi, de drumuri, de căi ferate, de alimentări cu apă și canalizări, geotehnicieni, geologi, energeticieni, topografi etc.

Încă din stadiul inițial al proiectării, la alegerea terenului este necesară o preocupare asupra problemei repartizării pe teren a construcțiilor, în plan și în înălțime, cu respectarea anumitor condiții și cerințe impuse instrucțiunii sau de normative.

În tot procesul ulterior de proiectare, de la studiul tehnico-economic de fundamentare a temei de proiectare până la întocmirea proiectului de execuție, se va asigura o deplină concordanță între sistematizarea orizontală și cea verticală, care sunt puternic legate între ele și se condiționează reciproc.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Sistematizarea orizontală precede pe cea verticală, însă la amplasarea construcțiilor pe planul general trebuie să se ia în considerație și situația lor în înălțime. Deseori, ca rezultat al definitivării sistematizării verticale, este necesar să se corecteze parțial și sistematizarea orizontală. Proiectarea construcțiilor se execută potrivit temei de proiectare care cuprinde : studiul tehnico-economic de fundamentare, cercetări de teren, studii, relevee, proiecte existente etc. Folosind această documentație tehnică premergătoare proiectării, elaborarea proiectului se face de regulă în două faze de proiectare : proiect de ansamblu și proiect de execuție. Pentru construcțiile la care dezvoltarea documentației tehnice de la proiect de ansamblu la proiect de execuție necesită un volum relativ redus de proiectare, elaborarea proiectului se poate face într-o singură fază, și anume, de proiect de execuție.

Proiectul se elaborează în baza temei de proiectare, având printre altele și scopul de a asigura alegerea justă a terenului pentru construcții precum și determinarea celei mai avantajoase variante a planului general.

La întocmirea proiectului sunt necesare următoarele materiale topografice principale:

- ✓ planul topografic al regiunii la scara 1: 25 000 – 1: 5 000, cu indicarea amplasamentului construcțiilor;
- ✓ planul topografic conținând construcțiile proiectate și regiunea înconjurătoare la scara 1: 5 000 – 1 : 1 000;
- ✓ planul topografic conținând elementele detaliate cu privire la construcțiile proiectate, la scara 1 : 2 000 – 1 : 500.

### 1.1 Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească baza topografică

Proiectul construcțiilor este alcătuit dintr-un material complex care cuprinde date de proiectare ca : hărți, planuri, profile, secțiuni, scheme etc.

Pentru aplicarea pe teren a diferitelor părți ale construcțiilor, trebuie să fie dinainte pregătite elementele geodezice și topografice care servesc ca bază pentru proiectare. Planul topografic reprezintă documentul principal necesar repartizării corecte a construcțiilor și calitatea lui condiționează rezolvarea justă a problemelor legate de organizarea teritoriului din zona construcțiilor.

La întocmirea proiectului sunt necesare:





## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

- ✓ documente topografice alcătuite din hărți ale teritoriului respectiv, la scara 1 : 10 000 și mai mică ;
- ✓ planuri la scara de 1 : 500 – 1 : 5 000 rezultate din ridicări la scări mari și eventual fotoscheme ale teritoriului respectiv;
- ✓ elemente topografice ( coordonate, cote, lungimi, unghiuri, descrieri ale poziției punctelor rețelelor de sprijin în plan și în înălțime) ale terenului din zona construcțiilor.

De asemenea mai sunt necesare și profile longitudinale și transversale, scheme ale sistematizărilor verticale, ale rețelelor subterane (apă, canalizare, gaze, energie electrică, termoficare sau telecomunicații).

Conținutul și volumul elementelor topografice se determină prin prevederi care se stabilesc potrivit felului construcțiilor proiectate ; deseori unele date se pot obține din materialele existente și aflate în păstrarea anumitor organe de stat (planuri și hărți la scara 1 : 5 000 – 1 : 25 000).

Baza topografică influențează în mare măsură calitatea și termenele de execuție ale proiectului de ansamblu. Practica arată că reprezentarea incompletă și nefidelă a elementelor topografice din teren, duce la modificarea proiectului și la obținerea unui material documentar suplimentar legat de cheltuieli și depășiri ale termenelor de proiectare și de execuție. În același timp trebuie evitat surplusul de elemente topografice, care mărește în mod nejustificat volumul și conținutul lucrărilor topografice.

Pentru stabilirea noilor lucrări topografice necesare întocmirii planurilor topografice, trebuie să se verifice cu atenție documentele topografice mai vechi pentru a se stabili dacă mai este posibilă folosirea lor, deoarece hărțile și planurile la scări mari se învechesc foarte repede ;aceste documente topografice vechi se vor putea utiliza pentru proiectarea diferitelor construcții numai după efectuarea unor recunoașteri pe teren și a actualizării lor prin completarea tuturor elementelor noi de pe teren.

Baza topografică trebuie să satisfacă următoarele condiții :

- 1) Precizia lucrărilor topografice noi trebuie să corespundă cerințelor impuse de diferite faze de proiectare și scopului urmărit prin planurile generale respective.
- 2) Scara documentelor topografice trebuie să corespundă preciziei de determinare a poziției punctelor topografice, a conturilor și a reliefului ; scara trebuie astfel aleasă încât să permită reprezentarea, cu semnele topografice respective, a



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

construcțiilor existente și proiectate, ținând seama de încărcarea grafică a datelor proiectate.

- 3) Suprafața teritoriului care se va ridica trebuie să fie stabilită potrivit cerințelor reale impuse pentru fiecare fază a proiectării, fiind legată și de lungimea traseelor diferitelor lucrări ingineresti care se întind uneori și în afara teritoriului studiat ( de exemplu rețelele de alimentare cu apă ale unui ansamblu industrial )

### **1.2 Utilitatea topografiei în urmărirea comportării construcțiilor**

#### **1.2.1 Importanța măsurătorilor efectuate pentru observarea comportării construcțiilor**

Cunoașterea modificărilor pe care le suferă construcțiile în decursul timpului, a formelor geometrice și a pozițiilor lor în spațiu, are o mare importanță pentru reducerea dificultăților și a nesiguranței calculului de proiectare, precum și pentru verificarea structurilor. Măsurarea acestor modificări, care rezultă din diferite acțiuni și solicitări, constituie una dintre cele mai interesante probleme din cadrul cercetărilor, care permit să se obțină indicații prețioase asupra comportării elastice, asupra oboselii materialului precum și asupra comportării terenului pe care este amplasată construcția. Totodată se pot aduce contribuții foarte utile în perfecționarea tehnicii construcțiilor, ceea ce permite o confruntare între ipotezele studiilor teoretice și rezultatele practice obținute. Controlul efectuat în felul acesta constituie o documentare experimentală care permite mai multă îndrăzneală în construirea marilor structuri de beton armat și metalice. Progresele care devin posibile în arta de a construi sunt rezultate din posibilitatea de a cunoaște, cu o precizie mai mare, condițiile de obosire a materialului construcțiilor respective, de a putea obține de la el maximum de eficiență și în consecință de a reduce la minimum prețul de cost, respectând bineînțelesele prescripțiile privitoare la securitatea construcțiilor. Astfel controlul efectuat în timpul executării construcției precum și pe o perioadă de timp după darea ei în folosință, face să apară și un interes de ordin economic care nu poate fi deloc neglijat, în special în cadrul construcțiilor mari.

Datorită valorilor mici (în general) ale deformațiilor construcțiilor mari, măsurarea acestora este dificilă și numai progresele obținute în precizia instrumentelor de măsurat precum și experiența căpătată au permis să se rezolve satisfăcător aceste probleme.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Există construcții care, din cauza caracteristicilor lor și a terenului de fundație, sunt supuse unor deplasări sau deformații mai mici sau mai mari, ceea ce impune observarea mai îndelungată sau chiar permanentă a comportării lor. Schimbarea poziției și a formei construcției, după depășirea toleranțelor admise, poate provoca distrugerea construcțiilor și în consecință, pierderi incalculabile. Aceasta se poate preveni numai prin lucrări tehnice corespunzătoare care trebuie executate în timp util și care să rezulte din analiza observațiilor efectuate.

Rezultatele observațiilor efectuate asupra comportării construcțiilor sub influența unor factori exteriori sau interiori ca presiunea apei, vântul, temperatura, vibrațiile mașinilor etc., permit:

- ✓ să se controleze justetea principiilor de calcul și de dimensionare a construcțiilor;
- ✓ să se asigure stabilitatea construcției și securitatea populației care locuiește în construcție sau în apropierea acelei construcții a cărei distrugere ar provoca catastrofe, pagube și chiar victime omenești.

Metodele topografice au o utilizare foarte largă pentru observarea tasărilor de pământ, care sunt lăsări ale păturilor superficiale ale scoarței pământului, în special ale celor argiloase. Acestea se produc datorită îndeosebi umezirii unor suprafețe mai mari sau mai mici și provoacă de multe ori probleme greu de rezolvat.

Tasărilor fundațiilor, executate în pământuri argiloase și în loessuri, sunt observate direct prin nivelment, de la începutul executării construcției și pînă la amortizarea completă a tasărilor. Rezultatele observațiilor asupra tasărilor construcțiilor sunt de o importanță foarte mare pentru clarificarea unei serii de probleme teoretice și practice în legătură cu pământurile de fundație și chiar cu fundațiile, cum ar fi: neuniformitatea tasărilor întregii construcții sau a diferitelor părți ale ei, ceea ce provoacă eforturi suplimentare în elementele construcției, justa valoare a presiunii admisibile adoptată pentru un anumit pământ etc.

Dacă tasarea pământului nu este uniformă sau dacă încărcarea diferitelor părți ale fundației este variată, tasarea are un caracter neregulat, ceea ce provoacă înclinări, deplasări, alunecări și alte deformații ale construcțiilor.

Ca rezultat al acestor deformații mari, apar crăpături în fundațiile și în pereții clădirilor. În funcție de caracteristicile pământurilor, tasările periculoase pot apare datorită dezagregării rocilor calcaroase de sub fundații. Tasări mari ale unor construcții pot rezulta și sub influența unor sarcini dinamice mari transmise fundațiilor din cauza vibrațiilor, transporturi grele etc.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Tasările cauzate de greutatea proprie mare a construcției încetează o dată cu scurgerea timpului. De regulă, pe terenurile nisipoase tasările se caracterizează prin viteze mari în perioada inițială și prin reducerea lor rapidă în cursul câtorva ani, iar în terenurile argiloase tasările au loc cu viteze mici la început și se reduc la zero încet, în cursul a 10-15 ani sau chiar mai mult.

În condiții geologice nefavorabile tasările și deformațiile pot să crească cu timpul și să ajungă la valori catastrofale, dacă nu se iau măsuri preventive în timp util.

Potrivit datelor rezultate din observațiile efectuate cu privire la tasările construcțiilor mari, în primul rând se determină mărimea absolută a tasărilor pentru diferite părți ale construcției și în al doilea rând, se scoate în evidență caracterul reducerii sau încetării tasărilor, ceea ce în caz de necesitate permite luarea unor măsuri preventive.

Avarierea construcțiilor hidrotehnice și îndeosebi a celor masive, care rețin volume uriașe de apă în lacurile de acumulare și în spatele digurilor, duc la deplasări de mase de apă care pot provoca distrugerii mari. Se cunosc numeroase cazuri, când ruperea barajelor și a digurilor au provocat inundarea unor orașe, a unor industrii și chiar pierderi de vieți omenești. Betonul folosit în construcțiile hidrotehnice (baraje, diguri, canale pereate, ecluze, tunele hidrotehnice etc.) se află întotdeauna în condiții mult mai grele decât betonul din construcțiile aflate în aer liber, el fiind supus unor acțiuni suplimentare fizico – mecanice și chimice care apar atât datorită masivității și solicitărilor deosebite ale construcțiilor de acest gen, cât și faptului că acestea se găsesc alternativ în apă și în aer. Ca urmare a numeroase solicitări și influențe repetate (variații de temperatură și de presiune hidrostatică, deformații de contracție, umflare, subpresiune, ape agresive, eroziuni, loviri etc.) betonul suferă avarieri și prin aceasta i se micșorează impermeabilitatea, durabilitatea și rezistența. Acești factori influențează în mod deosebit asupra construcțiilor și apare necesitatea de a se acorda toată atenția proiectării și calculului construcțiilor hidrotehnice în scopul realizării condițiilor de economie și de siguranță. Numeroasele simplificări și incertitudini folosite în diferitele ipoteze necesare studiilor și calculului, trebuie înlocuite prin ipoteze care să corespundă cât mai bine condițiilor reale de lucru ale construcției executate.

Comportarea efectivă a construcțiilor hidrotehnice executate nu poate fi cercetată decât prin observații și măsurători minuțioase, care completate cu încercările efectuate în prealabil în laboratoare, oferă o imagine clară a comportării materialului de construcție (beton, anrocamente, pământ) și deci a construcției respective.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Prin observații asupra comportării construcțiilor hidrotehnice se urmărește determinarea deformațiilor orizontale (încovoieri, lunecări, deplasări) datorită acțiunii forțelor orizontale, a deformațiilor verticale (tasări) legate de structura rocii de fundație și a materialului de construcție, a deformațiilor provocate de variațiile de temperatură, a deformațiilor interioare (întinderi și compresiuni) etc.

Masele mari de beton dintr-o construcție masivă, încărcările mari, condițiile geologice ale rocilor de fundație, acțiunea solicitărilor și a influențelor repetate în decursul timpului, cer un control permanent al construcției pe baza executării sistematice a măsurătorilor conform scopului urmărit. Trebuie comparate și controlate schimbările liniare și de volum, variațiile de temperatură, de contracție, de umflare, de tasare etc, atât parțial cât și la toată lucrarea. Cu ajutorul comparației dintre valoarea măsurată și valoarea reieșită din calculul static în urma diferitelor ipoteze sau a rezultatelor obținute prin experiență la o altă construcție, trebuie să se constate dacă deformațiile merg spre liniștire, adică dacă lucrarea trece în stare de echilibru interior; totodată se verifică și felul în care corespund ipotezele folosite în calculul static față de condițiile reale de lucru ale construcției. Cunoscând aceste date se poate deduce coeficientul final de siguranță al construcției sau poate apărea necesitatea de a se face anumite modificări pentru siguranța lucrării. Rezultatele măsurătorilor dau posibilitatea de a se preciza mai bine ipotezele de calcul în vederea îmbunătățirii pe viitor atât a studiului de proiectare (calcul static, de rezistență etc.) cât și a executării construcțiilor masive.

### 1.2.2. Clasificarea metodelor de urmărire a comportării construcțiilor

Clasificarea generală a metodelor de cercetare a construcțiilor folosite până în prezent și în special a celor masive este necesară în vederea cunoașterii naturii rezultatelor furnizate de diferite metode și a punerii în evidență a acelorora dintre ele care sunt mai adecvate în împrejurările date.

Sistemele de observații aplicate până în prezent, se pot împărți din punct de vedere al scopului lor în observații fizice și observații geometrice.

*Observațiile fizice* se ocupă cu măsurarea temperaturii construcțiilor, a dilatării materialului de construcție, a cantității și „compoziției chimice a apei de infiltrație, a presiunii apei etc.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

*Observațiile geometrice* se ocupă cu măsurătorile care permit determinarea deformațiilor și deplasărilor construcției.

Între aceste două metode de cercetare există o strânsă legătură, iar cele din categoria a doua se pot împărți la rândul lor în două grupe care se deosebesc între ele prin modul de instalare a aparatelor de măsurare în raport cu construcția cercetată și care se arată în continuare.

- 1) Prima grupă cuprinde metodele care necesită fixarea aparatelor de măsurare direct pe construcție sau în interiorul ei, deci aceste aparate vor lua parte la mișcarea construcției. În această grupă intră:
  - ✓ măsurători de înclinare a construcției efectuate cu ajutorul unor aparate fixate pe repere introduse în pereții construcției;
  - ✓ măsurători cu ajutorul pendulelor atârnate în interiorul construcției;
  - ✓ măsurători cu ajutorul unor aparate sensibile care se fixează în rosturile de dilatare sau în eventualele fisuri
- 2) Grupa a doua cuprinde metodele care raportează așezarea anumitor puncte cercetate ale construcției, la puncte situate în afara construcției, la o oarecare depărtare de ea și care se numesc *puncte stabile*. În această grupă intră toate metodele topografice utilizate la lucrări de acest gen, și anume:
  - ✓ metoda nivelmentului geometric de precizie pentru determinarea tasărilor prin vize efectuate la mire așezate în puncte caracteristice accesibile (de exemplu puncte situate pe fundația sau pe coronamentul unui baraj pe unele părți importante ale construcției sau în interiorul ei);
  - ✓ metoda trigonometrică (triangulația) pentru determinarea modificărilor poziției unor anumite puncte de pe construcție, atât în plan cât și în înălțime;
  - ✓ metoda aliniamentului pentru determinarea mărimii deplasării unor puncte situate pe coronamentul unui baraj sau pe axa longitudinală a oricărei construcții.

În unele cazuri se utilizează și metoda fotogrammetrică (de exemplu pentru determinarea fisurilor pe paramentul unor baraje de piatră).



### 1.3 Obiectul tezei de doctorat

Autorul își propune în teza de doctorat să stabilească și să îmbunătățească noi metode moderne de determinare a rețelelor de sprijin bazate pe măsurători GPS prin utilizarea echipamentelor moderne de măsurare GPS, respectiv măsurători de nivelment geometric prin utilizarea nivelelor electronice automate.

Aceste echipamente moderne de măsurare permit combinarea măsurătorilor obținute în teren atât planimetric cât și altimetric în același program de prelucrare a datelor.

Programul de calcul a fost conceput în vederea introducerii unui calcul automat a datelor măsurate, compensate riguros prin metoda celor mai mici pătrate, dar și pentru a stabili unele interpretări în ceea ce privește rezultatul obținut în urma prelucrării datelor.

Prezenta teză este structurată pe opt capitole.

**În capitolul 1 intitulat „IMPORTANȚA LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE NECESARE PROIECTĂRII CONSTRUCȚIILOR”** conține o scurtă introducere privind importanța lucrărilor topografice necesare proiectării construcțiilor și condițiile pe care trebuie să le îndeplinească baza topografică, de asemenea este descrisă utilitatea topografiei în urmărirea comportării construcțiilor și rolul măsurătorilor efectuate pentru observarea comportării construcțiilor și a metodelor de urmărire folosite.

**În capitolul 2 intitulat „STUDIUL ACTUAL ȘI DEZVOLTAREA ÎN PERSPECTIVĂ A TOPOGRAFIEI ÎN CONSTRUCȚII”** conține o descriere a evoluției topografiei ca disciplină de specialitate, un scurt istoric al măsurătorilor terestre începând din antichitate până în zilele noastre și de asemenea este prezentată evoluția instrumentelor topografice. Tot în acest capitol sunt descrise elementele topografice de bază ale terenului, informații despre echipamentele topografice moderne (stații totale), sistemele de poziționare globală GPS, stații permanente GPS, principalele surse de erori în poziționarea GPS respectiv sunt menționate pe scurt realizări actuale în topografia inginerească și direcțiile principale de dezvoltare ale topografiei în construcții.

**În capitolul 3 intitulat „CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE DE TRASARE A CONSTRUCȚIILOR”** conține o descriere succintă a etapelor privind pregătirea topografică a proiectelor de construcții, modul de proiectare și executare a rețelei de trasare a construcțiilor, organizarea lucrărilor de trasare și de asemenea sunt prezentate principalele lucrări topografice simple de trasare în construcții (metode).



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

În **capitolul 4** intitulat **„METODE DE MĂSURARE GPS”** prezintă o descriere a metodelor de măsurare GPS (metoda statică și metoda RTK), modul de lucru privind planificarea sesiunilor, durata unei sesiuni, modul de executare a observațiilor în teren, prelucrarea și compensarea măsurătorilor GPS.

În **capitolul 5** intitulat **„ELEMENTE SPECIFICE LUCRĂRILOR TOPO-GEODEZICE AFERENTE CĂILOR DE COMUNICAȚIE TERESTRE”** prezintă noțiuni legate de infrastructura și suprastructura căilor de comunicație terestre, elementele căilor de comunicație terestre în profil longitudinal și transversal precum modul de trasare a elementelor geometrice la drumuri.

În **capitolul 6** intitulat **„STUDIUL ȘI APLICAREA UNEI METODE TOPO-GEODEZICE EFICIENTE LA EFECTUAREA LUCRĂRILOR DE TRASARE AFERENTE TRONSONULUI DE AUTOSTRADĂ ARAD - BYPAS ARAD - TIMIȘOARA”** este rezultatul aplicării în practică a soluțiilor teoretice prezentate în capitolele anterioare. Acest capitol descrie studiul de caz privind aplicarea metodei statice de măsurare GPS pentru realizarea rețelei de sprijin la tronsonul de autostradă Arad-Bypass Arad-Timișoara precum și combinarea măsurătorilor GPS cu măsurătorilor de nivelment geometric realizate pe acest tronson.

În **capitolul 7** intitulat **„CONCLUZII FINALE”** prezintă interpretări și concluzii a rezultatelor obținute în urma studiilor efectuate și a exemplelor de calcul din literatura de specialitate.

În **„BIBLIOGRAFIE”** sunt prezentate titlurile, autorii, locul și data apariției lucrărilor tehnice de specialitate care au stat la baza întocmirii prezentei teze de doctorat.





## CAPITOLUL 2

### STADIUL ACTUAL ȘI DEZVOLTAREA ÎN PERSPECTIVĂ A TOPOGRAFIEI ÎN CONSTRUCȚII

Topografia inginerescă, ca disciplină de specialitate cu obiect propriu, este cea mai tânără ramură a măsurătorilor terestre. Ea a preluat o serie de metode, procedee și instrumente utilizate în topografie, geodezie, fotogrammetrie și în cartografie, le-a adaptat specificului specialității și a creat noi procedee și dispozitive proprii, devenind astfel o disciplină de sinteză care participă la procesul de proiectare și realizare a investițiilor de orice fel.

Se știe că măsurătorile terestre au apărut din cele mai vechi timpuri ca o știință aplicată, inginerescă. Cu ajutorul ei s-au construit în antichitate edificii care emoționează și astăzi prin măreția și exactitatea execuției. Aceste construcții sunt o mărturie a nivelului ridicat al lucrărilor de trasare din acele vremuri.

Volumul mare al construcțiilor de drumuri, tunele și canale de aducțiune din sec. XVIII—XIX a necesitat elaborarea unor metode speciale de studiu-proiectare și de trasare. În general, aceste lucrări au fost efectuate de inginerii și tehnicienii mineri, de drumuri și hidrotehnicieni.

Odată cu începerea construirii de complexe energetice, industriale și de transport a apărut necesitatea rezolvării unor probleme dificile legate de proiectarea bazei de trasare și de elaborarea unor metode de aplicare pe teren a proiectelor, care nu mai puteau fi efectuate de către inginerii constructori. A fost necesară participarea la aceste lucrări a specialiștilor geodezi.

Primele măsurători cu caracter de topografie inginerescă din țara noastră au fost legate de inventarierea moșiilor boierești. În secolul al XIX-lea, determinarea hotarelor și a suprafețelor de teren a necesitat pregătirea unui personal tehnic numit „inginer hotarnic” în școlile superioare de la Iași, de către Gh. Asachi (începând cu anul 1813) și la București de către Gh. Lazăr (începând cu anul 1818).

După anul 1918, topografia cu destinație specială s-a axat mai ales pe problemele de „parcelare” și pe trasări de curbe la drumuri și căi ferate.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

După anul 1930 au început să se afirme lucrările topografice necesare la elaborarea și aplicarea proiectelor de sistematizare a orașelor. În ultimii douăzeci de ani, topografia inginerească a contribuit cu lucrări de specialitate: la întocmirea documentațiilor topografice pentru elaborarea proiectelor de sistematizare a centrelor populate și pentru proiectarea investițiilor (planuri topografice la scară mare cu curbe de nivel, profile etc., obținute în prezent, prin mijloace fotogrammetrice); la aplicarea pe teren a proiectelor de construcții: în timpul montajului prefabricatelor din beton și al utilajului tehnologic; la determinarea deformațiilor și deplasărilor construcțiilor, terasamentelor și terenurilor alunecătoare, atât în faza de execuție cât și în timpul exploatării investiției.

În acest sens trebuie menționată participarea topografiei inginerești la realizarea următoarelor investiții – construcții apreciate ca semnificative:

- ✓ la întocmirea proiectelor de sistematizare a localităților și aplicarea lor pe teren (s-au întocmit planuri topografice prin aerofotogrammetrie pentru circa 3000 de localități);
- ✓ la elaborarea proiectelor de modernizare a numeroase căi de comunicație și execuția acestora; de exemplu, drumul național DN 1 – varianta Cîmpina – Comarnic, autostrada București – Pitești, drumul național „Transfăgărășanul”, lucrările de electrificare a liniilor ferate București – Brașov, Filiași – Simeria – Mintia etc., podul peste Dunăre de la Giurgeni, aeroportul Otopeni etc.;
- ✓ proiectarea și execuția unor ansambluri de locuințe și social – culturale din București (de exemplu Sala Palatului, circul de stat, complexul hotelier „Intercontinental”, Palatul Sporturilor și Culturii etc.), din întreaga țară.
- ✓ proiectarea și construirea unor combinate industriale (de exemplu, combinatele chimice de la Săvinești, Borzești, Pitești, platforma industrială de la Craiova, combinatul siderurgic Galați, combinatele de la Turnu-Măgurele, Tîrgoviște, Alexandria, Caracal etc.);
- ✓ proiectarea, execuția și exploatarea nodurilor hidrotehnice de la Bicaz, Argeș, Lotru, Rîmnicu-Vîlcea – Govora, Someș, Cerna-Motru, Sebeș, Drăgan, sistemul hidroenergetic Porțile de Fier (unde, de exemplu, s-au efectuat măsurători din circa 300 puncte de triangulație, 150 km nivelment de precizie, 300 profile transversale prin albia Dunării, planuri la scările 1:5000 ... 1:250 pe circa 12000 ha, rețele de trasare etc.);



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Aportul acestei discipline va crește în perspectivă, sporind gradul de încredere și siguranță a construcțiilor deoarece este în măsură să contribuie la îndeplinirea sarcinii trasată constructorilor.

Topografia inginerescă este o ramură a măsurătorilor terestre care studiază și rezolvă o gamă largă de probleme legate de studiile ingineresti, de proiectarea, execuția și exploatarea construcțiilor de orice fel, inclusiv a investițiilor din transporturi, agricultură și din industria constructoare de mașini, la sistematizarea teritoriului, orașelor și satelor, la amenajarea bazinelor hidrografice etc.

Termenul de „*inginerescă*” în denumirea disciplinei subliniază faptul că această ramură a măsurătorilor terestre este *legată de studiul, proiectarea, execuția și exploatarea lucrărilor și construcțiilor ingineresti*. Odată cu industrializarea construcțiilor, topografia inginerescă, părăsind limitele domeniului tehnico-științific ca auxiliar al execuției construcțiilor, a devenit parte integrantă a procesului tehnologic de construcții-montaj.

În alte țări, specialiștii în domeniul topografiei ingineresti practică profesiunea de „geometru”, aceasta pentru a sublinia specificul măsurătorilor topografice în construcții și industrie. Este cunoscut faptul că există o uniune internațională a geometrilor (F.I.G.) cu puternice tradiții, la care s-a afiliat de curând și țara noastră.

Topografia inginerescă folosește instrumentele și metodele de măsurare și de calcul din topografia și geodezia utilizate la dezvoltarea bazei geodezice și cartografice de stat. Totuși la rezolvarea problemelor speciale de construcții-montaj, la verificarea construcțiilor înalte și de forme speciale, la observațiile asupra deformațiilor și deplasărilor construcțiilor etc. se folosesc metode speciale de înaltă precizie, ca de exemplu: metoda aliniamentului (determinat optic, cu firul, combinat, prin fascicul laser etc), proiectarea și alcătuirea microrețelelor de sprijin spațial pentru execuția construcțiilor foarte înalte, micronivelmentul etc, metode care au solicitat realizarea unor dispozitive și aparaturi originale.

În topografia inginerescă s-au introdus pe scară largă metodele fotogrammetrice care permit automatizarea proceselor de măsurare și de calcul. De asemenea, se folosește tehnica optico-electronică și tehnica automatelor electronice la instrumentele de măsurare a unghiurilor, la nivelment, la măsurarea distanțelor sau la prelucrarea rezultatelor măsurătorilor.

Topografia inginerescă cuprinde următoarele categorii principale de lucrări: studiile tehnico – topografice, proiectarea topografo – inginerescă, trasarea topografică, asigurarea



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

topografo – inginerească a procesului tehnologic de construcții – montaj, observații topo – fotogrammetrice asupra deformațiilor și deplasărilor fundațiilor construcțiilor și terenurilor alunecătoare.

Fiecare din aceste categorii este legată de anumite faze ale procesului de construcții, deosebindu-se prin problemele de rezolvat și precizia măsurătorilor.

*Studiile tehnico-topografice* servesc ca bază pentru proiectarea construcțiilor și efectuarea altor genuri de studii și cercetări (de exemplu, studiile hidrologice, prospecțiunile geotehnice și geofizice), având următorul conținut:

- ✓ dezvoltarea rețelei de sprijin și ridicarea topografo – inginerească a suprafeței destinate construcției; ridicarea se efectuează pentru suprafețele medii și mari, prin metode fotogrammetrice; ca rezultat se obține planul de situație al șantierului de construcție și profile pe diferite direcții;
- ✓ trasarea pe teren a căilor de comunicații de acces (drumuri, căi ferate, linii de transport de energie, magistrale de alimentare și evacuare a apei etc), toate având o formă liniară;
- ✓ legarea topografică a punctelor și profilelor geologice și geofizice și a aliniamentelor hidrologice etc.

*Proiectarea topografo – inginerească* este inclusă în faza de elaborare a proiectului construcției și cuprinde:

- ✓ întocmirea documentației topografice la scări mari și foarte mari pentru proiectarea construcției în detaliu;
- ✓ pregătirea topografică a proiectului pentru aplicarea pe teren și proiectarea în detaliu a lucrărilor de trasare;
- ✓ rezolvarea problemelor de sistematizare orizontală și verticală, calculul suprafețelor și volumelor de inundație ale lacurilor de acumulare etc.

*Trasarea topografică* cuprinde lucrările topografice la aplicarea pe teren a proiectului. Aceste lucrări necesită, de regulă, baze topografice și metode de trasare de o precizie mai mare decât la ridicarea topografică. Ca lucrări principale de trasare se consideră:

- ✓ întocmirea bazei de trasare sub forma rețelei topografice de construcție, de triangulație, de trilateratie, de poligonometrie;
- ✓ trasarea pe teren a axelor principale, trasarea în detaliu a construcțiilor;



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

- ✓ ridicarea de execuție, pentru a se determina precizia aplicării pe teren a proiectului și a coordonatelor reale („de execuție”), necesare întocmirii planului general cu construcțiile terminate.

*Asigurarea topografo-ingenerească a procesului tehnologic de construcții – montaj* reprezintă o categorie de lucrări topografice ce au apărut recent, din necesitatea pentru constructor și tehnolog ca montarea prefabricatelor de beton, executarea industrializată a structurilor de beton armat monolit, cât și montajul tehnologic al agregatelor și mașinilor din întreprinderile industriale să se efectueze cu o precizie ridicată și într-un timp scurt.

Poziționarea conform proiectului și verificarea montajului în plan, în înălțime și pe verticală a elementelor de construcție și a pieselor agregatelor reprezintă categoria de lucrări topografice ingineresti cu precizia cea mai mare. Totodată, asigurarea topografo – inginerescă implică utilizarea de procedee noi de măsurare și aparatură specială, aici găsim și o largă aplicație tehnica optico-electronică, tehnica laserului etc.

*Observațiile topografo-fotogrammetrice asupra deformațiilor și deplasărilor construcțiilor și terenurilor* – numită și „topografia inginerescă dinamică” – se execută cu metode și aparatură de înaltă precizie; acestea cuprind: măsurarea tasărilor; determinarea deplasărilor orizontale; determinarea înclinărilor construcțiilor înalte (coșuri de fum, turnuri etc).

Totodată, acestea sunt măsurători în timp, care se efectuează după program conform unui program prestabilit în timpul execuției și al exploatarei investiției, urmărindu-se starea construcției în vederea exploatarei optime. Observațiile topo-fotogrammetrice se execută și în scop științific, pentru a urmări și determina parametrii reali ai construcției, agregatelor etc. și a-i compara cu cei teoretici, calculați.

Topografia inginerescă se dezvoltă în strânsă legătură cu celelalte ramuri ale măsurătorilor terestre. Astfel, topografia inginerescă se bazează atât pe principiile teoretice și practice ale topografiei, geodeziei, fotogrammetriei, cartografiei, gravimetriei și astronomiei, cât și pe o tehnică diversă de calcul.

Lucrările actuale de topografie inginerescă necesită specialiști cu un profil larg, care să stăpânească teoria și practica de topografie – geodezie și fotogrammetrie și să aibă suficiente cunoștințe despre proiectarea și tehnologia de execuție industrializată a construcțiilor



## 2.1 Scurt istoric al măsurătorilor terestre

### 2.1.1 Evoluția pe plan mondial

Știința măsurătorilor terestre are drept obiect determinarea formei și dimensiunilor Pământului, inclusiv redarea plană a suprafeței acestuia în ansamblu și pe porțiuni.

Cunoașterea teritoriilor ca extindere și conținut a fost și rămâne o cerință de bază în organizarea multor activități și cu precădere a celor economice, la nivel național, regional sau local. În acest scop se folosesc de mult timp reprezentări convenționale, denumite planuri și hărți, în care toate distanțele, proiectate în plan orizontal, sunt reduse, în aceeași proporție, la o anumită scară și profile pe care este reprezentat relieful, respectiv declivitățile pe anumite direcții. Asemenea imagini ale terenului, ce redau conținutul cu detaliile lui naturale (ape, păduri, pășuni, forme de relief ș.a.) și artificiale (construcții de orice gen), se obțin în urma unui ansamblu de lucrări denumit, în general, ridicare în plan, ce formează obiect al științei măsurătorilor terestre. Metodele de lucru și instrumentele folosite au evoluat în strânsă legătură cu cuceririle științei și tehnicii, stimulate permanent de cerințele societății, care a avut nevoie de planuri și de evidențe tot mai precise ale teritoriilor, obținute în timp scurt și cu costuri reduse[12].

În antichitate, până în sec. IV î.e.n. preocupările în domeniu au fost strâns legate de dezvoltarea matematicii și în special a geometriei, cunoștințe care au stat la baza unor importante realizări ce demonstrează că erau bine cunoscute și folosite în lucrările topografice. Astfel marea piramidă a lui Kufu din Gaza, construită în anii 2700 î.e.n., are ca bază un pătrat, trasat perfect, cu laturile orientate pe direcția punctelor cardinale magnetice, iar tăblițele de lut sumeriene (cca. 1400 î.e.n.) permiteau restabilirea limitelor de proprietate după înregistrări ale terenului corespunzătoare unor planuri ale terenurilor agricole. S-au găsit păstrate pietre marcând limitele de proprietate, iar o pictură din Teba (1400 î.e.n.) arată cum se desfășoară o măsurătoare de teren de către două persoane, care întind o sfoară cu noduri dispuse la intervale regulate. Apare și prima hartă (600 î.e.n.) întocmită de Thales din Milet, iar în Egipt și Mesopotamia limitele proprietăților se reconstituiau după retragerea apelor mari din luncile inundabile ale Nilului și Eufratului prin măsurători topografice executate cu aparatură simplă. În continuare s-au conturat principiile geometrice ale măsurătorilor, concomitent cu unele evenimente importante: prima determinare a razei Pământului considerat ca sferă (Eratostene, 276-195 î.e.n.), stabilirea bazelor trigonometriei



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

de către Hipparchus, (190-120 î.e.n.), primul care a determinat distanța de la Pământ la Lună ș.a.

În evul mediu, odată cu marile descoperiri, apar realizări remarcabile: Mercator (1515-1594) introduce sistemul proiecțiilor cartografice în reprezentarea teritoriilor, Galileo Galilei (1564-1642) construiește luneta, iar matematicianul scoțian John Napier inventează logaritmi (1614). Tot acum, Van Royen Snellius (1580-1626) formulează metoda triangulației (1617) ca o rețea de triunghiuri în care se măsoară toate unghiurile și una sau două baze, iar în anul 1687 Newton formulează legea atracției universale, pe baza căreia se deduce forma elipsoidală a Pământului. La finele acestei perioade s-a conturat clar faptul că măsurătorile terestre sunt strâns legate de matematică, astronomie, geografie și cartografie.

În epoca modernă, începând de la sfârșitul secolului XVIII, se poate spune că problema principală a fost determinarea dimensiunilor elipsoidului de referință și a sferei echivalente. Delambre și Mechain (1792-1799) măsoară cu precizie arcul de meridian cuprins între Dunkerque și Barcelona, iar Legendre (1752-1797) și Gauss (1777-1855) introduc compensarea riguroasă prin metoda celor mai mici pătrate. Perioada a fost încheiată prin recunoașterea faptului că figura proprie a Pământului, netezită la nivelul mărilor și oceanelor deschise, nu este o formă geometrică simplă, ci una neregulată, de geoid, noțiune unanim acceptată și folosită în continuare[12].

Au apărut totodată științe complementare, care au contribuit la soluționarea unor probleme specifice măsurătorilor terestre, cum ar fi gravimetria și geofizica. Pe această bază se remarcă lucrările lui Molodenski, care a dovedit imposibilitatea determinării exacte a figurii geoidului prin măsurători pe suprafața terestră și a elaborat teoria și metodele pentru determinarea suprafeței fizice a Pământului. În acest context, a fost formulat scopul fundamental al geodeziei, de a studia forma, dimensiunile și câmpul gravitațional extern al Pământului. Concomitent, în domeniu apar unele realizări de excepție: primul zbor în balon (1783), inventarea plăcii fotografice (1839) și preluarea primei fotografii aeriene (1858) care a condus, între cele două războaie mondiale, la dezvoltarea teledetecției în domeniul de radiații vizibile și al fotogrammetriei metrice ca metodă de mare randament în reprezentarea cartografică a Pământului.

Perioada contemporană a debutat cu lansarea primilor sateliți artificiali ai Pământului (1954), care au deschis noi posibilități în dezvoltarea măsurătorilor terestre și a teledetecției satelitare.





### 2.1.2 Evoluția instrumentelor topografice

Dezvoltarea științei măsurătorilor terestre și a topografiei în special, trebuie privită în strânsă legătură cu apariția și perfecționarea continuă a instrumentelor geotopografice. Realizările tehnice în domeniul aparatelor de măsură a elementelor geometrice, dar și a mijloacelor de calcul și de raportare, au condiționat și condiționează apariția și perfecționarea metodelor și procedeele de lucru, sporind precizia și randamentul ridicărilor.

Vechii egipteni foloseau în mod curent instrumente simple pentru măsurarea și trasarea unghiurilor drepte, unul din ele având forma de cruce din lemn, cu câte un fir cu plumb pe fiecare braț, fiind susținut de o sfoară în centrul lui. Aceștia mai foloseau și o nivelă, formată dintr-un cadru în forma literei A suspendat de o sfoară legată de vârf cu un fir cu plumb și un reper pe bara orizontală a cadrului. Romanii, care au fost în Egipt între anii 30 î.e.n. și 642 e.n, au îmbunătățit instrumentele existente, adăugând o nivelă care funcționa pe principiul hidrostatic (un tub cu capetele ridicate), iar arhitectul lor Vitruvius Varo a inventat primul sistem rudimentar de kilometraj, constituit asemănător unei roabe, cu roata de circumferință cunoscută, ce punea automat o pietricică într-un coș la fiecare rotație completă. Asemenea instrumente au permis trasarea și realizarea unor construcții pretențioase de drumuri, apeducte ș. a[12].

Instrumentele topografice propriu-zise, bazate pe aceleași principii de funcționare ca și cele de azi, dotate cu cerc gradat orizontal și vertical, au fost preconizate de matematicienii arabi. Cercurile serveau la determinarea unghiurilor în plan orizontal și vertical care, împreună cu distanța măsurată, au făcut posibilă determinarea sau/și trasarea poziției unui punct prin coordonate polare spațiale. În acest sens o contribuție deosebită a avut-o Galileo Galilei (1564-1642) care a inventat luneta (1609), ce permite vizarea la distanță, pe care matematicianul Johann Pretorius a atașat-o planșetei, perfecționată mai târziu de inginerul Marioni din Udine. Invențiile ulterioare – a vernierului (1631), a micrometrului (1638), a sistemului de colimare prin lunetă (1669), a nivelei cu bulă de aer (1704) au condus la realizarea primului teodolit în accepțiunea modernă a noțiunii, construit de Rowley (1704) și mai apoi de Jonathan Sisson (1720). Nivelă ca instrument topografic a apărut în aceeași perioadă.

Producerea de serie a instrumentelor topografice propriu-zise a început însă în a doua jumătate a sec. XIX, odată cu înființarea primelor companii specializate în optică și mecanică fină. În 1864, la Jena (Germania), Carl Zeiss realizează primele microscopice și apoi aparatură





## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

topografică, compania dezvoltându-se continuu și devenind cea mai importantă din Europa, cu reprezentanțe la Jena și, după 1945, la Oberkochen, preluate în anii 2000 de firma americană Trimble. În Elveția inginerul Heinri Wild, plecat de la Zeiss, înființează în 1921 firma Wild Heerbrugg, care a produs, sub acest nume, instrumente până în 1990, când a fuzionat cu o altă firmă elvețiană de prestigiu – Kern, fiind preluate recent de compania Leica cunoscută după aparatura fotografică. Acestea sunt cele mai reprezentative nume de instrumente topo-geodezice europene, cu largă răspândire și în țara noastră. Peste ocean, din anii 1882 Adolf Lietz a produs, prin reprezentanță proprie, aparatură topografică, devenind în anii 1930-1940 distribuitorul firmei Sokkisha înființată la rândul ei în 1920 la Tokio.

În aceeași perioadă apar unele modele și realizări noi, mai performante: teodolite optice cu citire centralizată, produse inițial sub licență Wild, preluată apoi de toate firmele, de precizie deosebită, sub  $\pm 1''$  și nivele compensatoare, automate. Acestea au fost dublate de numeroase tipuri de tahimetre autoreductoare – cu fire, cu refracție, inclusiv unele dispozitive de măsurare a distanțelor respectiv teodolite cu miră Balla, Lota-Keil, fără a se ajunge însă la realizări notabile în domeniul preciziei și mai ales a randamentului.

În a doua jumătate a secolului XX realizările electronicii pătrund definitiv și revoluționează puternic tehnologia lucrărilor geo-topografice. Punctul de plecare l-a constituit ideea americanului Bowie, datând din 1927, de a măsura distanța în funcție de timpul și viteza de propagare a undelor, pusă în practică de suedezul Bergstrand în 1948 prin construirea primului aparat electrooptic de acest gen. În continuare s-au obținut realizări importante, într-un ritm susținut, concretizate în a doua jumătate a secolului trecut în două tipuri noi de aparate geotopografice propriu-zise:

- ✓ stațiile totale sau inteligente, care permit măsurarea comodă, rapidă și cu precizie ridicată nu numai a unghiurilor ci și a distanțelor, afișarea și înregistrarea lor automată și transferul în calculator, având în plus incorporate și programe specializate de rezolvare a unor probleme de ridicare și trasare;
- ✓ tehnologia GPS, ca oportunitate modernă de determinare directă a poziției spațiale a unor puncte de mare interes din rețelele geodezice de bază, de sprijin (îndesire) sau/și chiar de ridicare. Sistemul de poziționare globală (GPS), ca intersecție spațială, se bazează, în esență, tot pe măsurarea distanțelor prin unde, fiind agreat și folosit astăzi în exclusivitate, net superior triangulației clasice ca precizie, randament și eficiență economică;



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Calculatoarele și softurile specializate, ca și plotterele, scanerile și digitizoarele ce servesc la raportarea și transformarea planurilor, completează lista mijloacelor electronice de care sectorul lucrărilor geo-topografice se folosește azi. Acestea s-au perfecționat și se perfecționează continuu, devin tot mai accesibile ca preț, cu efecte benefice asupra preciziei și randamentului, întregind procesul de automatizare a operațiilor complexe din acest sector de activitate[12].

În concluzie, în întreaga lume, ca și la noi, activitatea topo-geodezică, de ridicare în plan ca și de trasare dispune, în ansamblu, de o dotare nouă, electronică, cu aparate și dispozitive de lucru care au schimbat complet fața măsurătorilor terestre. Noutățile se referă în principal la modul de achiziționare și de prelucrare a datelor, întrucât metodele topografice au rămas practic aceleași, o concepție nouă apărând doar în realizarea rețelelor geodezice prin sistemul GPS.

Logistica electronică actuală, devenită accesibilă și bine reprezentată în dotarea unităților de profil, asigură un grad ridicat de automatism, cu avantaje evidente privind siguranța și comoditatea în lucru, concretizate într-o eficiență economică și tehnică de neimaginat în urmă cu câteva decenii. Mijloacele moderne sunt net superioare celor clasice care, cu toate perfecționările lor, sunt depășite; ultimele vor mai fi folosite probabil o perioadă de timp doar din motive financiare, în virtutea obișnuinței sau din necunoașterea noilor oportunități.

### 2.1.3 Situația din România. Perspective

În țara noastră măsurătorile terestre, au o oarecare tradiție și unele realizări ce merită a fi reținute. Astfel, prima, hartă a unui teritoriu românesc – Chartografia Transilvaniae – a fost realizată de Johannes Honterus în 1532, fiind urmată de altele pentru teritoriile principatelor române: a Valahiei întocmită de Constantin Cantacuzino în 1700 și a Moldovei din Descriptio Moldaviae a lui Dimitrie Cantemir (1716). Hărți considerate valoroase la vremea lor s-au realizat pentru Oltenia (1723) și s-au reluat pentru Moldova (1775), Moldova și Valahia (1789) și mai ales Harta Satmari reprezentând Oltenia și Muntenia în a doua jumătate a secolului XIX.

Premizele unor măsurătorilor topografice, în sensul actual, au existat odată cu înființarea școlilor de ingineri hotarnici de la Iași (1813) de către Gheorghe Asachi și la București (1818) de către Gheorghe Lazăr. Învățământul superior de specialitate a cunoscut un avânt deosebit



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

în urma înființării, în 1860, a Universității din Iași unde, în cadrul Secției științelor pozitive, se preda cursul de Geodezie și în 1864 a Universității din București la care existau specializările Geodezie – Astronomie și Topografie – Desen. O activitate organizată în acest domeniu se observă pregnant începând din 1859, când se înființează Serviciul topografic Militar, din ordinul domnitorului Alexandru Ioan Cuza și o dată cu apariția primei rețele geodezice sub forma unor lanțuri de triangulație în Țara Românească (1856-1867) pe baza căreia s-a realizat prima hartă modernă, bazată pe măsurători[12].

Lucrările de geodezie-topografie-astronomie s-au executat în timp de către unități militare începând cu Depozitul de război al armatei (1868), continuând cu Institutul geografic al armatei (1916), precursore ale Direcției Topografice Militare de azi. În intervalul 1873-1899 s-a realizat astfel planul fundamental la scara 1/20000 pentru unele regiuni ale țării (Moldova, Dobrogea, Muntenia de est), s-a adoptat elipsoidul de referință Clarke, s-au măsurat unele laturi de triangulație cu firul de invar și rigle bimetalice (baza Militari), s-a stabilit punctul fundamental în Observatorul Astronomic Dealul Piscului și s-au ridicat în plan cele mai importante orașe.

Între cele două războaie mondiale lucrările topo-geodezice s-au intensificat pe baza regulamentelor de măsurători geodezice (1933) și cadastrale. S-a conceput o triangulație unitară pentru întreaga țară (1920), s-a propus trecerea la elipsoidul internațional Hayford (1909) și s-a adoptat proiecția stereografică pe plan tangent unic, reunind astfel pe cele regionale. Se înregistrează un volum însemnat de lucrări cadastrale și implicit măsurători topo-geodezice precum și apariția primelor ridicări aerofotogrammetrice ale unor orașe și păduri (1938).

După al doilea război mondial, începând din 1951, s-a creat rețeaua geodezică a triangulației de stat, ce acoperă întregul teritoriu național, bazată pe măsurători geodezice, astronomice și gravimetrice de mare precizie; ea a fost compensată în bloc prin metode riguroase, având la bază elipsoidul Krasovski și proiecția Gauss - Krüger, ulterior revenindu-se la proiecția stereografică 1970 pe plan secant unic. În paralel s-a conceput și s-a realizat rețeaua geodezică de nivelment de stat în sistemul de altitudini normale Marea Neagră 1975.

Beneficiind de un cadru legislativ și organizatoric adecvat, reglementat prin Decretul nr. 3051/1972, activitatea geodezică, topo-fotogrammetrică și cartografică a fost coordonată unitar prevăzându-se obligații ferme pentru unitățile de profil, care au dispus de o dotare corespunzătoare și specialiști de ținută. Începând din 1965 s-a trecut la elaborarea planului topografic de bază al țării la scările 1/5000 și 1/2000 prin metoda aerofotogrammetrică



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

întocmit, la nivelul anului 1990 în procent de 90% din teritoriul național. Această lucrare de anvergură, executată de instituțiile centrale de profil (Direcția Tehnică Militară și Institutul de specialitate de Cadastru, Geodezie, Fotogrammetrie și Cartografie), în colaborare cu cele de proiectare din domeniile cu suprafețe reprezentative în teritoriu (forestier, îmbunătățiri funciare, geologie) dotate cu mijloace fotogrammetrice și-a dovedit pe deplin utilitatea, înscriindu-se ca o realizare deosebită a specialiștilor noștri[12].

După 1989 se constată o activitate susținută, de mare amploare în domeniul topo-cadastral, impusă de noile condiții din țara noastră. Cadrul legislativ în vigoare cuprinde Legea 7/1992 cu modificările ulterioare precum și aproape zece ordonanțe și hotărâri ale guvernului care completează și aduc la zi dispozițiile oficiale privind desfășurarea lucrărilor în domeniu.

Coordonarea întregii activități revine Agenției Naționale de Cadastru și Publicitate Imobiliară (ANCPI), care are în subordine Oficiile Județene corespunzătoare (OJCPI) și Institutul de specialitate de Cadastru, Geodezie, Fotogrammetrie și Cartografie (ICGFC fost IGFCOT) și în același timp, îndrumă și controlează unitățile lucrative ale persoanelor fizice și juridice .

Preocuparea principală, în care a fost și mai este încă antrenat întreg personalul tehnic din unitățile de cadastru ca și cel al firmelor particulare, a fost întocmirea documentațiilor legate de aplicarea legilor proprietății, respectiv de restituire a terenurilor agricole și forestiere, inclusiv cele confiscate abuziv de puterea comunistă. Această acțiune complexă și dificilă, a fost și este condusă de instituția cadastrului cu un efort susținut, având în vedere volumul imens de lucrări, lipsa unor evidențe clare care să servească drept referință, pregătirea profesională eterogenă a specialiștilor, sprijinul insuficient din partea comisiilor statului ș.a. Din aceste motive planurile parcelare întocmite pentru aplicarea legilor proprietății se bazează pe reprezentări vechi, depășite, sau pe măsurători sumare, care vor trebui refăcute prin introducerea cadastrului.

### **Perspective**

În raport cu aprecierile exprimate mai sus se pot schița unele tendințe pentru alinierea sectorului geo-topo-fotogrammetric din țara noastră la nivelul exigențelor naționale și europene:

- 1) Cadrul legislativ și instituțional care să permită desfășurarea unei activități



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

normale există, dar unele intervenții pentru ameliorarea acestuia sub raportul funcționalității, al dotării și al normelor de lucru, se impun.

- 2) Condițiile minimale privind personalul de înaltă calificare cât și logistica modernă, electronică, sunt îndeplinite atât în cadrul instituției cadastrului, cât și la firmele particulare. Cu unele completări ale inventarului, în special cu aparatura nouă digitală de prelucrare și de restituție fotogrammetrică, inclusiv cu unele ajutoare comunitare, se face față viitoarelor solicitări.
- 3) Principalele probleme ce stau în fața măsurătorilor terestre, care trebuie să-și găsească o rezolvare urgentă, din rațiuni naționale și obligații europene, sunt:
  - ✓ realizarea rețelei geodezice naționale GPS racordată la cea internațională, europeană, de către ANCPI, care să poată fi pusă la dispoziția diverșilor utilizatori, ca principală condiție pentru rezolvarea celorlalte lucrări;
  - ✓ introducerea cadastrului în România ca obligație prevăzută de legea 7/1996 pe baza documentațiilor întocmite pe unități administrative și a planurilor cadastrale obținute pe bază de măsurători efective geo-topo-fotogrammetrice;
  - ✓ întocmirea planului topografic al țării, actualizat, absolut necesar pentru toate sectoarele economiei naționale în scopuri de informare, eventual lucrative;
  - ✓ ridicări în plan curente, legate de realizarea unor obiective naționale și regionale (autostrăzi, planuri urbanistice, proiecte internaționale) sau nominalizate drept cadastre de specialitate (edilitar, al pădurilor, al căilor ferate și drumurilor etc);
  - ✓ elaborarea unor norme tehnice generale și pe categorii de lucrări, moderne, la nivelul tehnicilor actuale și obligatorii pe țară, care să asigure unitatea și omogenitatea lucrărilor;
- 4) Instituția cadastrului, prin prerogativele atestate, are obligația legală și morală să asigure îndeplinirea exemplară a acestor obiective majore printr-o activitate continuă, de nivel tehnic corespunzător.
- 5) Folosirea planurilor existente se impune evident, dar numai în măsura în care ele sunt utilizabile și conduc la soluții viabile în viitor. Din păcate, unele rezolvări, bazate pe materialele inacceptabile întocmite pentru aplicarea legilor proprietății, nu pot constitui soluții de cost eficiente, ci mai curând jumătăți de măsură și prelungirea unui provizorat, până la introducerea efectivă a unui cadastru digital, modern, la nivelul întregii țări[12].

## 2.2 Elemente topografice de bază

În ridicările topografice, ca și în trasarea construcțiilor, se folosesc unele noțiuni de bază, specifice, care vor fi explicitate detaliat în capitolele următoare. Pentru a înțelege sensul expunerii se impune însă o prezentare chiar succintă a lor, de la început.

- 1) planul de proiecție, orizontal întotdeauna, pe care se transpun ortogonal punctele din teren, poate avea poziții diferite față de globul pământesc considerat ca sferă: secant unic, coborât cu 1,39 km în cazul proiecției stereografice 1970, secant local ce trece prin zona de interes, sau mai rar tangent la sferă în centrul acestei zone .
- 2) aliniamentul AB, definit de linia ce unește „punctele topografice A și B, linie conținută în planul vertical ce trece prin aceste două puncte;
- 3) distanța înclinată  $L_{AB}$ , ( $l_{AB}$ ), respectiv segmentul de dreaptă determinat de punctele A și B situate pe suprafața fizică a Pământului (figura 2.1)

$$L_{AB} = \overline{AB}$$

- 4) distanța redusă la orizont  $D_{AB}$ , ( $d_{AB}$ ), ca proiecție a distanței înclinate pe planul de referință, folosită în prezent pe planuri topografice

$$D_{AB} = \overline{AB_0}$$

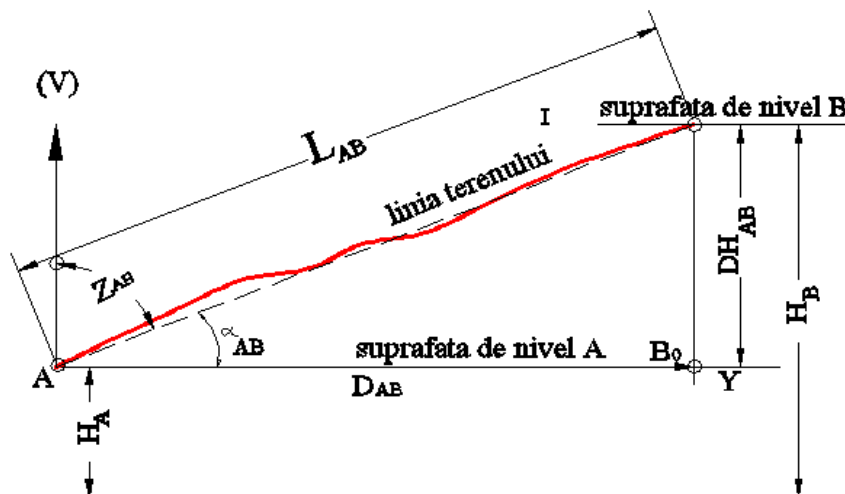
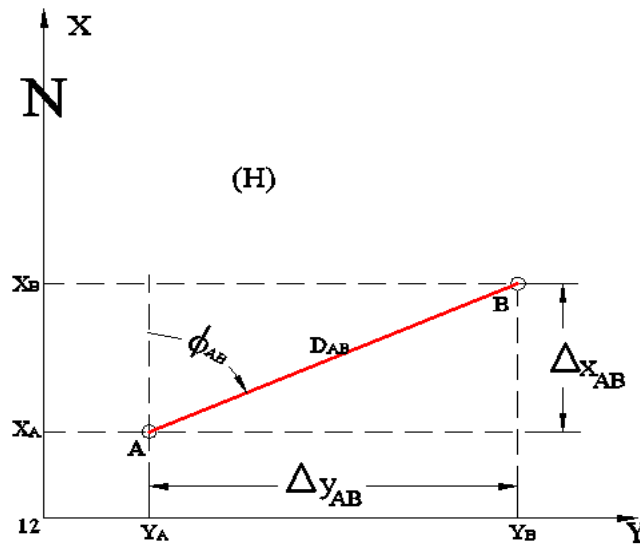


Figura 2.1 Elemente topografice ale terenului a) în plan vertical (V)



b) în plan orizontal (H)

- 5) unghiul vertical, exprimat fie ca unghi de înclinare  $\varphi_{AB}$  format de linia AB a terenului cu orizontala, având valori pozitive sau negative, fie ca unghi zenital  $z_{AB}$ , dat în raport cu verticala locului (fig 2.1.a);
- 6) unghiul orizontal  $\alpha$ , definit de proiecțiile ortogonale ale direcțiilor SA și SB din spațiu, de fapt unghiul diedru al planelor verticale ( $V_1$  și  $V_2$ ) ce cuprind cele două direcții (figura 2.3);

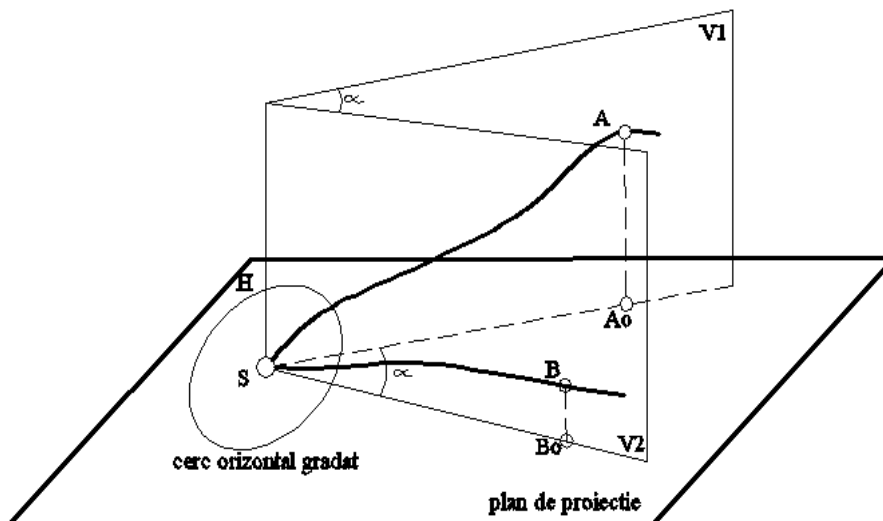


Figura 2.2 Definirea unghiului orizontal

orientarea  $\theta_{AB}$ , respectiv unghiul orizontal format de direcția nord luată ca referință și



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

direcția AB, măsurat în sens direct, adică în sens orar (figura 2.1.b);

- 7) suprafața de nivel a unui punct oarecare A sau B reunește, de fapt, punctele de același potențial gravitațional și, pe porțiuni limitate, ea poate fi asimilată cu planul orizontal al locului (figura 2.2);
- 8) suprafața de nivel zero, ca referință pentru cote, se consideră geoidul, corp neregulat rezultat din prelungirea pe sub scoarța terestră a oceanelor și mărilor deschise, presupuse în echilibru;
- 9) altitudinea sau cota absolută  $Z_A$  sau  $Z_B$ , notată și cu  $H_A$  sau  $H_B$ , reprezintă distanța verticală de la suprafața de nivel zero până la suprafața de nivel a punctului A sau B (figura 2.1.a);
- 10) diferența de nivel  $\Delta Z_{AB}$  ( $\Delta H_{AB}$ ) sau cota relativă reprezintă distanța pe verticală între suprafețele de nivel ce trec prin cele două puncte A și B, fiind legată de cotele absolute ale acestora prin relațiile:

$$\Delta Z_{AB} = Z_A - Z_B \quad \text{respectiv} \quad Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$$

- 11) panta terenului  $p_{AB}$ , sau tangenta trigonometrică a unghiului de înclinare  $\varphi_{AB}$  a liniei AB, exprimată de regulă în procente și mai rar în promile:

$$p\%_{AB} = \operatorname{tg} \varphi_{AB} \cdot 100 \quad \text{sau} \quad p\text{‰}_{00} = \operatorname{tg} \varphi_{AB} \cdot 1000$$

- 12) coordonate carteziene definesc poziția unui punct de pe suprafața topografică în plan și spațiu, prin vectorii mășurați în lungul celor trei axe ale unui sistem de referință (figura 2.1.b):

- ✓ coordonatele absolute plane,  $X_A, Y_A$  considerate de la origine și cota  $Z_A$  de la nivelul zero al mării;
- ✓ coordonatele relative plane,  $\Delta x_{AB}, \Delta y_{AB}$  și diferența de nivel  $\Delta z_{AB}$ , definite de proiecțiile punctelor A și B pe cele trei axe, rezultate din măsurătorile topografice ce conduc la coordonate absolute:

$$X_B = X_A + \Delta x_{AB}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta y_{AB}$$

$$Z_B = Z_A + \Delta z_{AB}$$

- 13) coordonatele polare ale unui punct 1, date de raza vectorială  $d_1$  și unghiul polar  $\alpha_1$ , ce definesc poziția în plan a acestui punct față de unul cunoscut M și o direcție de referință MN;



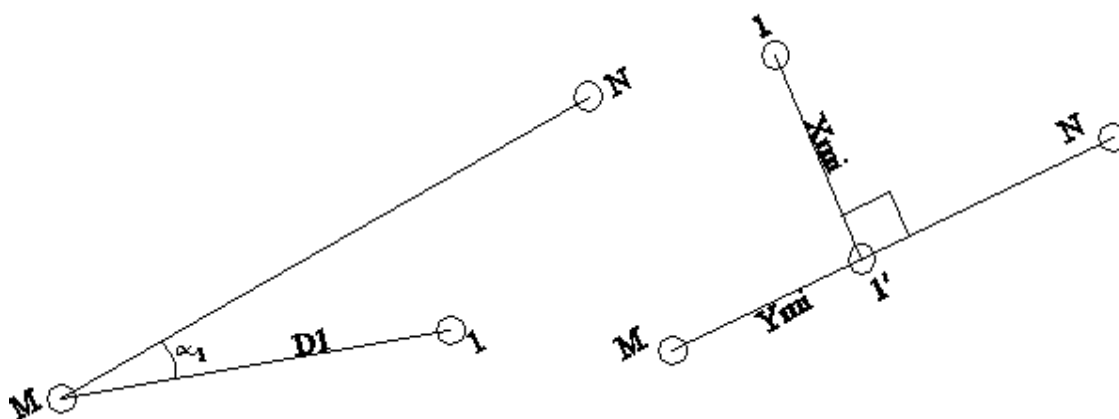


Figura 2.3 Definirea unghiului orizontal

- 14) coordonatele echerice  $X_{MI}$  și  $Y_{MI}$ , ca două distanțe perpendiculare, ce determină poziția în plan a unui punct 1 în raport cu o direcție MN dată și un punct de referință MN figura 2.5).
- 15) suprafața terenului, delimitată prin punctele de contur A, B, ..., E a căror proiecție ortogonală  $A_0, B_0, \dots, E_0$ , pe planul orizontal de referință, definesc suprafața productivă sau baza construcțiilor (figura 2.6, figura 2.7).

## 2.3 Principiile topografiei

a) **Descompunerea detaliilor în puncte caracteristice.** Ridicarea topografică și trasarea au drept obiect definirea poziției în plan și în spațiu a detaliilor topografice respectiv materializarea construcțiilor pe teren. În acest scop, orice detaliu de planimetrie (figura 2.4.a,b) sau de nivelment (figura 2.4.c,d), natural (figura 2.4.b,c) sau artificial (figura 2.4.d), cu contur din linii frânte (figura 2.4.a,d) sau curb (figura 2.4.b,c), poate fi definit și conturat de o serie de puncte judicios alese, la schimbarea de direcție a liniilor de contur sau la schimbarea pantei. Punctele caracteristice reprezintă numărul minim al acestora, condiționat de scară și de precizia cerută, ce definesc forma și mărimea detaliilor și permit atât reprezentarea pe plan cât și trasarea lor. În urma acestor operații, figurile neregulate se geometrizează, liniile sinuoase devin linii frânte ce pot fi poziționate și reprezentate mai ușor (figura 2.4.b,c).

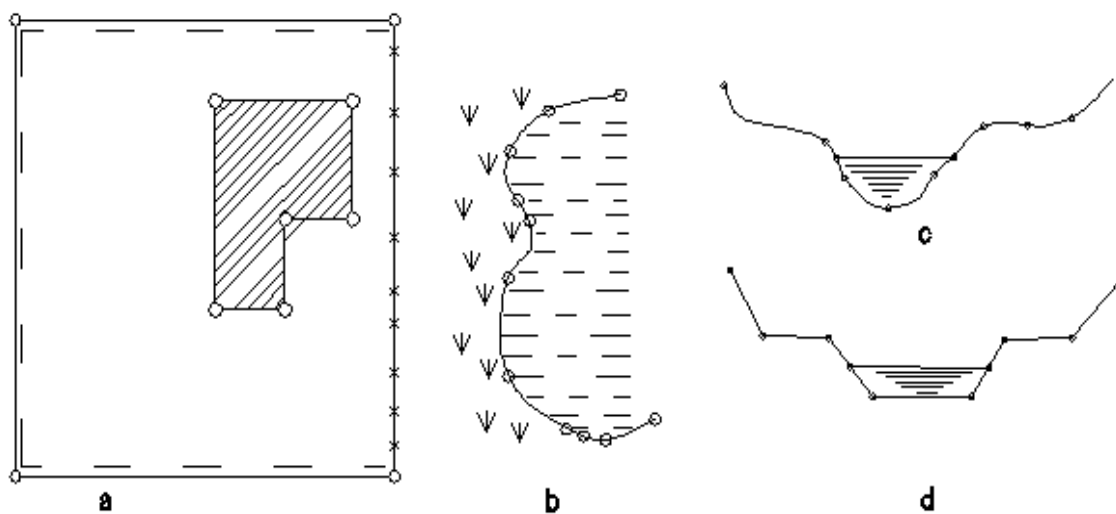


Figura 2.4 Descompunerea detaliilor în puncte caracteristice

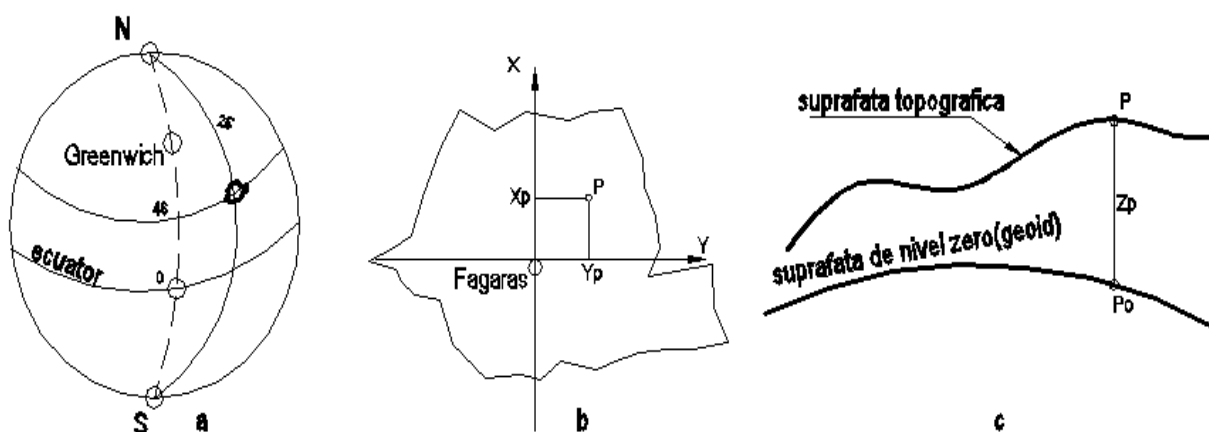


Figura 2.5 Sisteme de referință în țara noastră: a-pe sfera, b-în plan, c-în înălțime

b) **Încadrarea în rețeaua de sprijin.** Indiferent de precizia cerută, scara de reprezentare sau mărimea suprafeței, ridicarea sau trasarea se execută pe baza unor rețele de sprijin constituite dintr-o serie de puncte marcate pe teren și a căror poziție este definită cu precizie prin coordonatele lor. Asemenea rețele se realizează în prealabil prin metode geo-topografice în funcție de nevoile ridicării în plan sau/și trasării.

c) **Alegerea sistemelor de referință.** Punctele rețelelor geodezice sunt definite numeric față de sisteme de referință specifice, legate de suprafața Pământului, concepute și alese în așa fel încât să asigure legătura funcțională, bilaterală, între reprezentare și teren. Pentru ridicările planimetrice referința o constituie sistemul cartografic adoptat, iar

pentru cele altimetrice suprafața de nivel zero (figura 2.5). Prin excepție și în condițiile când punctele geodezice în zonă lipsesc, încă se mai admit ridicări și trasări bazate pe rețele independente (locale).

d) **Marcarea punctelor.** Toate punctele rețelei de sprijin, ca și cele ce vor servi la ridicarea sau trasarea de noi puncte, se materializează pe teren în mod durabil. Punctele caracteristice, care definesc detaliile topografice, se 'semnalizează cu prisme reflectoare atunci când sunt vizate și se marchează doar în cazul trasărilor, în mod specific.

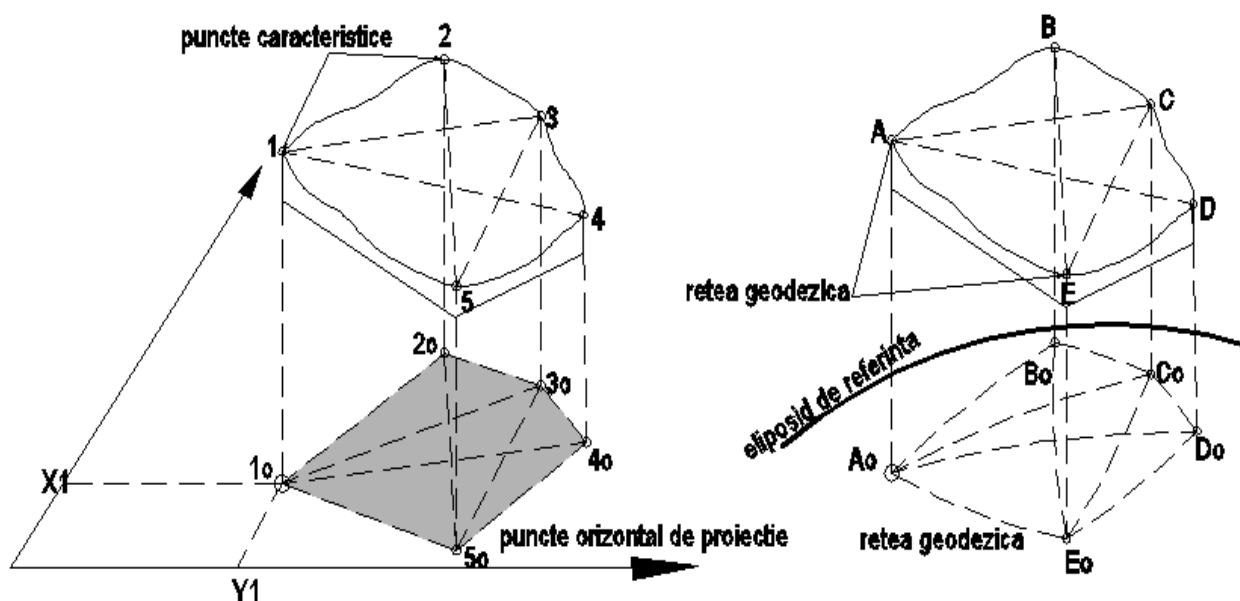


Figura 2.6 Proiecția punctelor: a-în topografie, b-în geodezie

e) **Reducerea distanțelor la orizont.** În lucrările topografice realizate pe arii restrânse, încadrate în rețelele geodezice, punctele caracteristice de pe suprafața topografică sunt trecute în planul orizontal prin proiecții paralele, perpendiculare pe acesta (figura 2.6.a). În consecință, distanțele înclinate din teren sunt reduse la orizont, astfel încât pe planuri și hărți este reprezentată întotdeauna suprafața utilă de construcție respectiv suprafața productivă (figura 2.7). La trasare, distanțele de pe plan trebuie trecute la panta terenului înainte de a fi aplicate. Punctele rețelelor geodezice se trec însă pe elipsoidul de referință prin proiectante normale la suprafața lui, ce converg în centrul Pământului (figura 2.6.b).

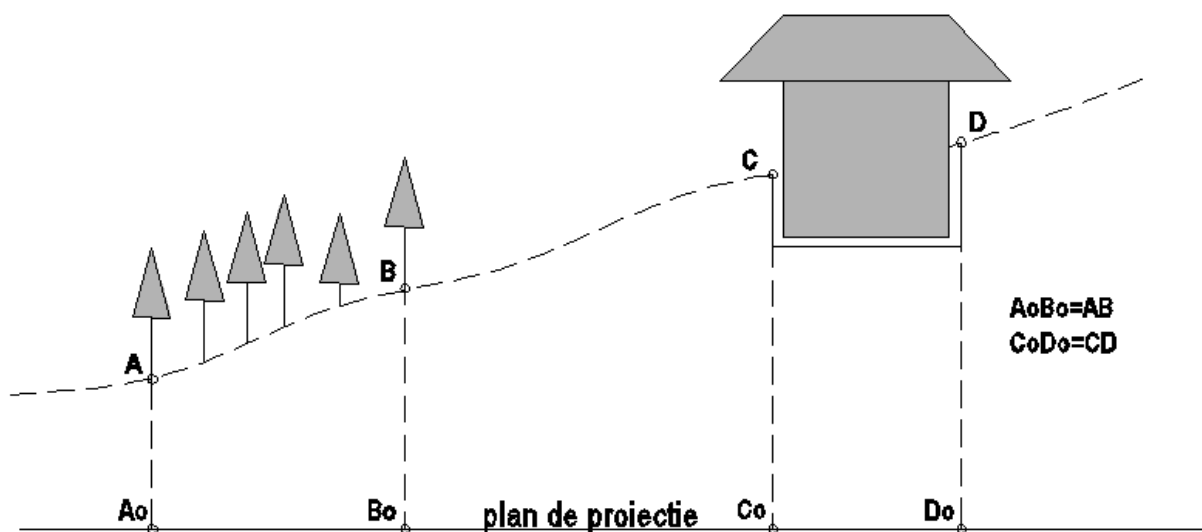


Figura 2.7 Suprafața productivă( $AoBo$ ) și baza construcțiilor( $CoDo$ )

f) **Etape de lucrări.** Pentru ridicarea în plan se execută succesiv proiectarea lucrărilor, măsurători în teren și operațiuni de birou (calcul, raportare); la trasarea construcțiilor ordinea ultimelor două se schimbă. Evident, toate etapele sunt importante, dar hotărâtoare se dovedește faza de proiectare, în care se stabilește modul de încadrare a ridicării în rețeaua geodezică și se aleg punctele rețelei de ridicare. Operațiile sunt definitorii pentru personalitatea operatorului în raport cu lucrările de rutină ce se desfășoară în continuare.

g) **Sucesiunea determinărilor.** Ridicarea în plan, ca și trasarea, se execută din aproape în aproape, de la puncte cunoscute la cele necunoscute, respectiv de la punctele rețelei geodezice la cele de detaliu. Un punct nou (necunoscut) odată determinat (trasat) devine vechi (cunoscut) și poate servi la determinarea (trasarea) altora noi.

h) **Modul de lucru** presupune, de regulă, staționarea în puncte vechi din care se vizează puncte noi; uneori aparatul se instalează și în punctele de determinat (intersecția înapoi) sau în puncte oarecare (nivelmentul geometric). Indiferent de situație, se vor duce mai întâi vizele (viza) de referință spre punctele cunoscute sau staționate deja și apoi vizele de determinare a punctelor noi necunoscute (încă).

i) **Controlul lucrărilor.** Ridicarea în plan, ca și trasarea, presupune în mod obligatoriu executarea unor controale specifice, parțiale și finale. Prin încadrarea erorilor în toleranțe se confirmă corectitudinea lucrărilor, iar depășirea acestora semnalează unele greșeli comise și în consecință impune refacerea lor.



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

**j) Alegerea soluțiilor.** Orice situație din teren admite soluții multiple. Important este ca să se aleagă metoda, respectiv varianta, aparatura și modul de lucru, care să asigure precizia cerută cu maximum de randament și minimum de cheltuieli. Această etapă a lucrărilor este așadar hotărâtoare[12].

## 2.4 Echipamente topografice moderne

### 2.4.1 Stații totale

Stațiile totale fac parte din generația nouă a instrumentelor topografice având, în principiu, funcționalitatea unui tahimetru clasic. Apariția, acționarea continuă, răspândirea și folosirea lor aproape în exclusivitate, ca și confirmarea avantajelor de precizie, de confort în manevrare și randament, au făcut din stațiile totale simbolul activității topografului modern. Stațiile totale sunt instrumente electronice capabile să determine în teren majoritatea elementelor topografice (unghiuri, distanțe, diferențe de nivel, suprafețe), să efectueze prin intermediul unor softuri integrate numeroase calcule topografice și să stocheze datele din teren în memorii electronice. Denumirea generică de stații totale sau inteligente s-a impus din literatura străină, prin publicațiile de calitate editate în limbile producătorilor de instrumente (engleză, germană).

În structura unei stații totale sunt incluse aceleași axe , aceleași componente principale și aceleași mișcări ale instrumentelor clasice cunoscute, la care se adaugă partea electronică încorporată în aceeași carcasă[12].

#### 2.1.4.1 Componente principale

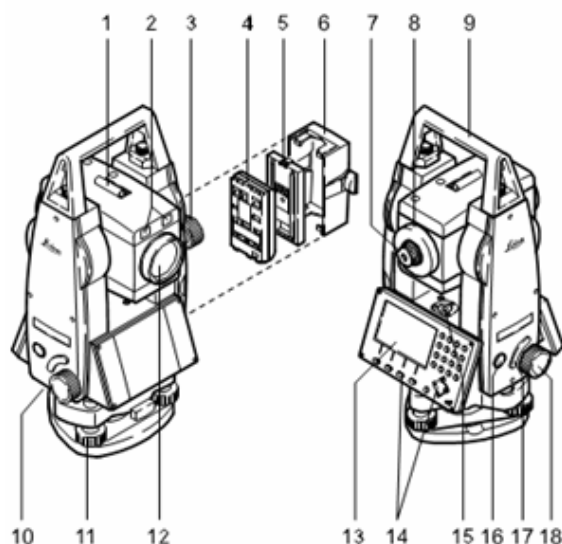


Figura 2.8.a Stație totală vedere generală

- 1- cătare optică
- 2- ghid integrat a luminii EGI (opțional)
- 3- șurub cu mișcare verticală
- 4- baterie
- 5- suport pentru baterie
- 6- capacul bateriei
- 7- ocular
- 8- focusarea imaginii
- 9- mâner detașabil cu șuruburi de montare
- 10- interfață serială RS232
- 11- șuruburi de Calare
- 12- obiectiv cu dispozitiv încorporat de măsurare a distanței
- 13- ecran
- 14- tastatură
- 15- nivelă circulară
- 16- tastă pornit/oprit
- 17- tastă de măsurare
- 18- șurub de mișcare orizontală

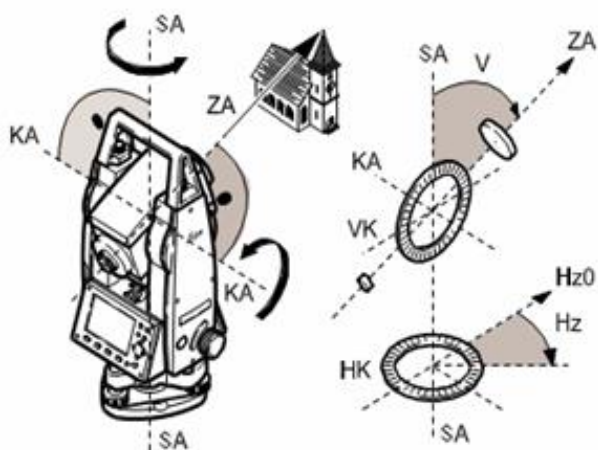


Figura 2.8.b- axe și cercuri



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Axele stației totale, ca linii imaginare, de referință, concurente într-un punct sunt (figura 2.8.b):

- ✓ Axa principală SA, care în poziție de lucru trebuie să fie verticală și perpendiculară, prin construcție, pe cercul orizontal(limb) în centrul lui, fiind materializată prin firul cu plumb sau fascicolul laser;
- ✓ Axa secundară KA, în jurul căreia basculează luneta, perpendiculară pe axa principală și pe cercul vertical(eclimetro) în centrul lui, care devine orientată în timpul măsurătorilor;
- ✓ Axa lunetei ZA, perpendiculară pe axa secundară, reunește centrele optice și focarele lentilelor care compun luneta;
- ✓ VK reprezintă cercul vertical;
- ✓ HK reprezintă cercul orizontal;
- ✓ Hz reprezintă unghiul orizontal;
- ✓ V reprezintă unghiul vertical;

### 2.1.4.2 Componenta mecanice

- ✓ Ambaza de formă triunghiulară sau rotunjită constituie partea inferioară a stației cu rol în prinderea pe trepied și în realizarea calării;
- ✓ Alidada sprijinită pe ambază, are rolul de a susține cercul orizontal și construcția superioară(figura 2.8.b);
- ✓ Cercurile (orizontal și vertical) reprezintă părți esențiale ale instrumentului ce permit măsurarea direcțiilor prin citirea gradațiilor(figura 2.8.b);

### 2.1.4.3 Componente optice

- ✓ Luneta este astfel concepută și realizată încât permite vizarea semnalelor îndepărtate, respective apropierea aparentă a lor sub forma unei imagini clare;
- ✓ Dispozitivul de centrare a aparatului care poate fi optic, comun cu al aparatelor clasice, este montat în ambază și cu laser care folosește în loc de raze vizuale, un fascicul laser sub 2 mm grosime, de intensitate reglabilă;





#### 2.1.4.4 Componente electronice

- ✓ Microprocesorul reprezintă unitatea centrală înglobată într-un singur circuit integrat, caracterizată în principal de frecvența de lucru și realizând funcții multiple ca: rezolvarea unor operații matematice, monitorizarea stării generale respectiv determinarea corecțiilor de adus citirilor la cervul orizontal și vertical, în consecință rolul microprocesorului este de a coordona buna ei funcționare;
- ✓ Dispozitivul EDM (Electronic Distance Measurement) care folosește unde din spectrul electromagnetic fiind utilizat la citirea distanței;
- ✓ Memoria electronică sau colectorul de date înlocuiește carnetul de teren folosit la aparatele clasice. Funcțiile memoriei vizează în principal: depozitarea în structuri ordonate a informațiilor, locația unor programe de calcul, descărcarea datelor, încărcarea memoriei. Memoriile pot fi externe, interne sau detașabile;
- ✓ Panoul de afișaj și comandă-tastatură și display;
- ✓ Bateria de acumulatori;

#### 2.1.4.5 Programe de calcul

Elementele geometrice pe care stația totală le măsoară sunt înregistrate, iar ulterior microprocesorul poate efectua, pe baza programelor de lucru încorporate, o serie de aplicații topo-geodezice curente. Trăsătura comună și tendința generală a acestor programe este simplificarea comunicării cu operatorul de teren și cu terminale PC.

Programele sau aplicațiile permit o serie de operații curente, dintre care se enumeră cele mai uzuale:

- ✓ Managementul fișierelor, cuprinzând posibilități de creare, stergere, copiere, afișare, protejare sau redenumire a celor din memorie, dar oferind și posibilitatea informării asupra memoriei disponibile.;
- ✓ Comunicarea cu calculatorul, referitor la viteza, tipul de transfer, numărul de biți transferați în computer sau din computer în memoria stației;
- ✓ Efectuarea de măsurători și înregistrarea datelor din teren;
- ✓ Rezolvarea direct pe teren a unor probleme topografice simple, ce cuprind intersecția înapoi, radierea unui punct, calculul înălțimi unui punct;

- ✓ Operații de trasare;
- ✓ Facilități de editare prin afișarea pe display și vizualizarea datelor înregistrate;

#### 2.1.4.6 Aplicațiile stației totale

Aplicațiile sunt programe predefinite, care acoperă un larg spectru de sarcini ale măsurătorilor și facilitează munca zilnică pe teren.

Stația totală prezintă următoarele aplicații disponibile:

1. Ridicarea detaliilor cu această opțiune se pot măsura un număr nelimitat de puncte.

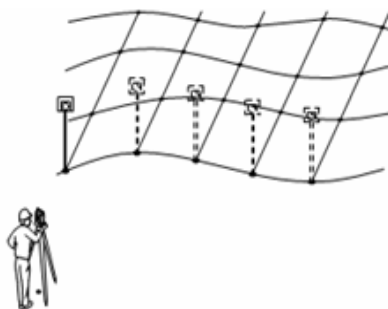


Figura 2.9 Ridicarea detaliilor

2. Trasare-stația totală prezintă mai multe tipuri de trasare și anume

- ✓ Trasare polară prin unghi și distanță (figura 2.10);

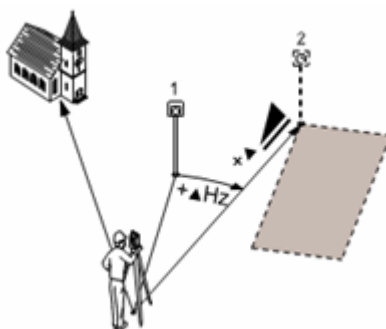


Figura 2.10 Trasare polară

- ✓ Trasare carteziană – trasarea este bazată pe un sistem de coordonate(figura 2.11);

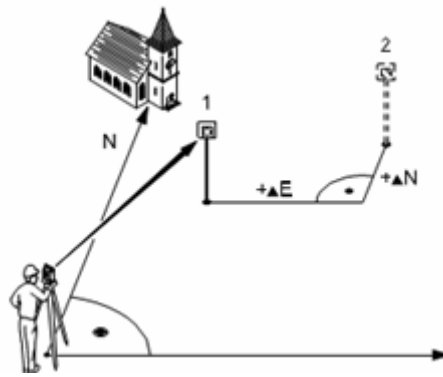


Figura 2.11 Trasare carteziană

- ✓ Calculul distanței dintre două puncte - se poate face prin două metode poligonal și radial(figura 2.12);

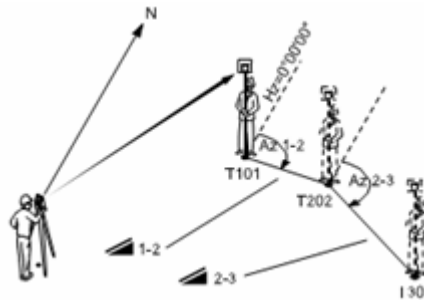


Figura 2.12 Metoda poligonală

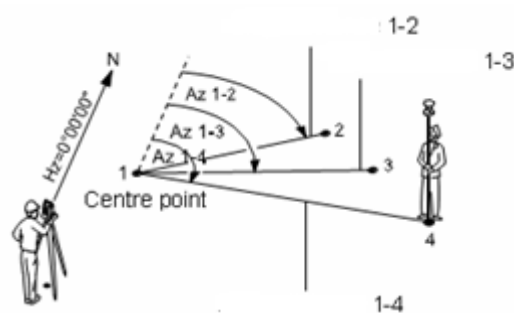


Figura 2.13 Metoda radială

- ✓ Calculul retrointersecției este folosită pentru a determina poziția instrumentului folosind minim două puncte și un maxim de cinci puncte;

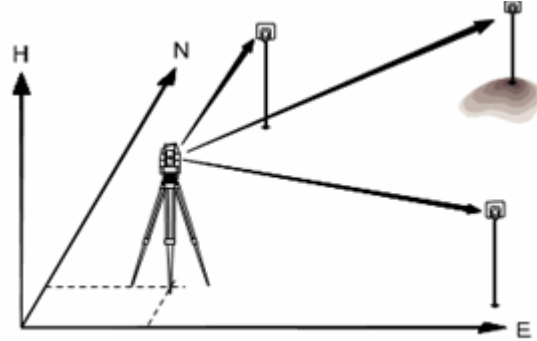


Figura 2.14 Calculul retrointersecției

- ✓ Calculul ariei unei suprafețe;

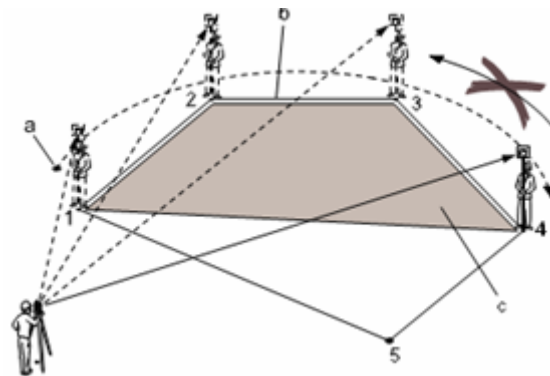


Figura 2.15 Calculul ariei unei suprafețe

- ✓ Calculul înălțimi unui punct (figura 2.15);

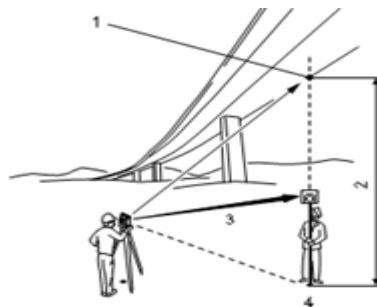


Figura 2.16 Calculul înălțimi unui punct



## 2.4.2 Sisteme de poziționare globală

Sistemul global de navigație prin sateliți GNSS (Global Navigation Satellite System) folosește tehnica de poziționare a obiectelor statice sau în mișcare, în orice moment, oriunde s-ar găsi pe suprafața Pământului, în apă sau în aer. El furnizează utilizatorilor informații actuale în timp real, ca soluții precise pentru navigarea în siguranță.

Un sistem global de poziționare GPS (Global Positioning System) este un subsistem GNSS prin sateliți, utilizat doar pentru a furniza informațiile necesare determinării poziției unor puncte pe suprafața terestră. În sectorul topo-geodezic aplicarea tehnologiei GPS are drept rezultat determinarea coordonatelor unor antene receptoare instalate de regulă în puncte ale unei rețele geodezice[57].

Primele realizări sunt din domeniul radionavigației marine (1920), odată cu apariția sistemului LORAN (LONg Range Aid to Navigation), acesta fiind primul sistem care folosește pentru poziționare diferența de fază dintre două unde radio recepționate simultan. În anii '60 au devenit operaționale sistemele TRANZIT în SUA și TSIKADA în URSS, care au folosit 6 sateliți cu orbite polare de joasă altitudine (1100 km) și receptori la sol capabili să sesizeze schimbarea frecvenței emise de satelit la apropiere sau îndepărtare (efectul Doppler). Cunoscând cu precizie orbita satelitului și poziția acestuia pe orbită, rezulta poziția receptorului cu o precizie de  $\pm 0,2 - 0,3$  m.

Ca sisteme de tip GNSS în lucrările topo-geodezice din Europa și implicit de la noi, se folosesc următoarele tehnologii de poziționare globală:

- ✓ NAVSTAR-GPS (NAVigation System with Timing And Ranging – Global Positioning System respectiv Sistem de navigație pentru urmărire și distribuție – sistem de poziționare globală), dezvoltat în SUA și cunoscut ca GPS, funcțional pentru folosința civilă parțial din 1992 și complet din 1995;
- ✓ GLONASS (GLOBal NAVigation Satellite System) ca sistem global satelitar de navigație, realizat de Federația Rusă, operațional din 1986;
- ✓ GALILEO EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) ca încercare europeană, în curs de implementare, cu etapă intermediară 2005 – 2006 și finală în 2008, sistemul fiind interoperabil cu primele două;



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

În final reținem că sistemele de poziționare sunt independente și au în structura lor aceleași părți componente. Ele se pot folosi însă și combinat, apelând la receptori specializați, capabili să urmărească atât sateliții GPS, cât și GLONASS, realizând astfel un spor pentru precizia determinărilor.

Denumirea corectă a sistemelor de poziționare globală folosite în geodezie ar fi GPS – NAV – STAR, GPS GLONASS respectiv GPS – GALILEO. Din rațiuni practice și pentru că este primul apărut și folosit la noi, sistemul GPS NAVSTAR a fost și va fi nominalizat în continuare simplu, ca sistemul sau tehnologia GPS.

Întreaga configurație GPS este cuprinsă comprimat în 3 segmente distincte:

Segmentul spațial – sateliții ce orbitează;

Segmentul de control – stații poziționate la ecuator pentru a controla sateliții;

Segmentul utilizator – care receptează și utilizează segmentul GPS;

Segmentul spațial este proiectat astfel încât să cuprindă 24 de sateliți care orbitează în jurul Pământului la aproximativ 20.200Km la fiecare 12 ore. În momentul actual există 26 de sateliți operaționali care orbitează în jurul Pământului.

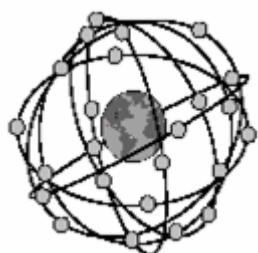


Figura 2.17 Segmentul spațial

Segmentul spațial este astfel proiectat încât necesită cel puțin 4 sateliți care să fie recepționați la un unghi închis de 15 grade în orice punct de pe pământ și la orice oră. Pentru majoritatea aplicațiilor, așadar, este nevoie de recepționarea a cel puțin 4 sateliți. Experiența a arătat că de obicei se recepționează cel puțin 5 sateliți (de cele mai multe ori), și foarte des se întâmplă ca numărul lor să crească la 12.

Fiecare satelit GPS are la bord mai multe dispozitive atomice foarte exacte. Acestea emit pe o frecvență standard de 10.23 MHz. Aceasta este folosită pentru a emite semnalele care sunt difuzate de către satelit.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Sateții emit în mod constant pe două unde de frecvență. Acestea se află în banda L (folosită pentru radio) și care se îndreaptă spre pământ cu viteza luminii. Aceste unde provin dintr-o frecvență standard, generată de către un dispozitiv atomic foarte precis.

- ✓ frecvența/unda L1 este difuzată pe 1575.42 MHz (10.23x154)
- ✓ frecvența/unda L2 este difuzată pe 1227.60 MHz (10.23x120)

Frecvența L1 conține două coduri modulate. Codul C/A (codul Coarse/acquisition-Date /cunoștințe brute) este modulată pe 1.023MHz și codul P (codul de precizie) care este modulată pe 10.23MHz. Frecvența L2 conține doar un singur cod (modulat). Codul P-12 este modulată pe 10.23MHz.

Receptorii GPS folosesc coduri diferite pentru a putea face diferența între sateții. Codurile pot fi folosite și ca bază pentru efectuarea de măsurători pseudorange și în concluzie pentru a putea calcula o poziție.

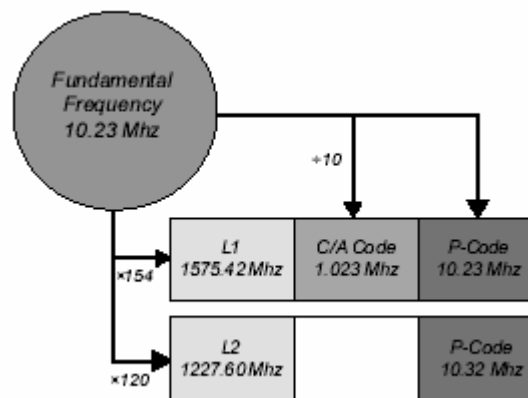


Figura 2.18 Frecvențele GPS

Segmentul de control constă dintr-o stație de control principală, 5 stații monitor și 4 antene de sol plasate în 5 locuri aflate la ecuator. Segmentul de control depistează/localizează sateții GPS și actualizează poziția lor de orbitare și le calibrează și le sincronizează cesurile.

O altă funcție importantă este aceea de a determina orbita fiecărui satelit și de a-i prevedea direcția pentru următoarele 24 de ore. Această informație este introdusă și transmisă fiecărui satelit și este difuzată subsecvențial de la acesta. Acest lucru permite receptorului să cunoască unde ar trebui să se afle fiecare satelit.

Semnalele satețiilor sunt citite la Ascension, Diego, Garcia și Kwajalein. Apoi măsurătorile sunt transmise la stația principală de control în Colorado Springs unde sunt procesate în vederea depistării eventualelor erori ale fiecărui satelit.

Apoi informația este retransmisă celor 4 stații de monitorizare echipate cu antene și reîncărcate (retransmise sateliților).



Figura 2.19 Segmentul de control

Segmentul utilizator se referă la orice deținător de receptoare GPS pentru a recepta/capta semnalul în vederea determinării poziției sau/și timpul. Aplicațiile tipice în cadrul acestui segment sunt: deplasările pe sol (pentru călători, excursioniști), locația vehiculelor, topografie, navigație pe ape și aeriană, controlul mașinilor, etc.



Figura 2.20 Segmentul utilizator



### 2.4.2.1 Principiul poziționării în sistemul GPS

#### A. Modul absolut

Un sistem global de poziționare permite determinarea poziției unui punct de pe suprafața terestră în funcție de înregistrările și măsurătorile asupra semnalelor recepționate simultan de la un grup de sateliți, în funcție de care se obțin distanțele de la aceștia la antena receptoare. Coordonatele spațiale X, Y, Z ale punctului staționat rezultă printr-o retrointersecție liniară spațială având la bază distanțele deduse și coordonatele sateliților în momentul emisiei, date de efemeride, într-un sistem geocentric internațional, spre exemplu WGS 84 (World Geotetic System 1984) [57].

Teoretic, poziționarea în sistem GPS se sprijină pe un raționament simplu (figura 2.21.a):

- ✓ folosind o singură distanță, punctul nou se poate găsi oriunde pe o sferă în jurul satelitului;
- ✓ datele de la doi sateliți vor genera două sfere care se intersectează după un cerc pe care se situează receptorul;
- ✓ cu trei distanțe de la tot atâția sateliți vor rezulta două puncte posibile rezultate din intersecția unui cerc cu o sferă;
- ✓ o măsurătoare suplimentară și implicit distanța de la al patrulea satelit, permite calculatorului să elimine poziția nesatisfăcătoare (în afara suprafeței terestre) și să o stabilească pe cea corectă;

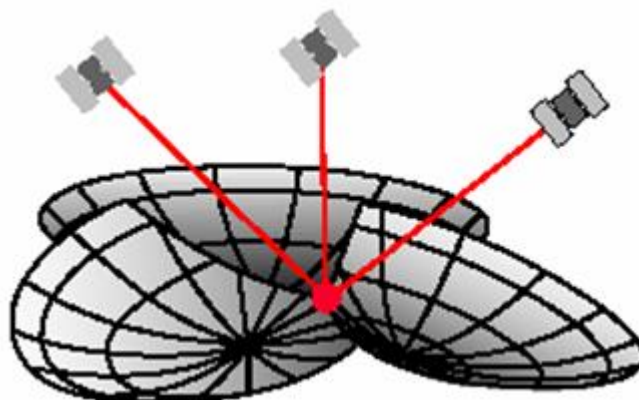


Figura 2.21 a) Poziționarea în sistem GPS prin intersecție spațială



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Necesitatea celui de al patrulea satelit este justificată și pentru a permite poziționarea unui punct în sistem GPS, ce se reduce la rezolvarea unui sistem de patru ecuații cu patru necunoscute ( $X, Y, Z, t$ ).

Practic întrucât ceasul receptorului nu este perfect sincronizat cu cele ale sateliților, se obțin de fapt niște pseudodistanțe în loc de cele adevărate, funcție de eroarea de timp  $\Delta t$ . Deși microprocesorul receptorului poate ajusta aceste distanțe, rămân alte surse de erori, motiv pentru care vor rezulta mai multe puncte de intersecție. Procesorul receptorului, cuplat cu antena, furnizează în câteva secunde, printr-un calcul statistic, poziția medie, ora în timp universal precum și viteza de propagare a semnalului.

Poziționarea absolută sau naturală se bazează pe măsurarea fazei codurilor și pseudodistanțe ajustate uneori de microprocesorul receptorului, ambiguități și permite o rezolvare rapidă, independentă a problemei, folosind un singur receptor, aflat în repaos sau în mișcare cu o viteză de până la 400m/s (1440km/h). Asemenea determinări sunt folosite doar ca soluție de navigație pentru localizarea unor obiecte fixe sau vehicule în mișcare, cu o incertitudine de zeci de metri, mai mică în prezent pentru primul caz. În lucrările geodezice acest mod de determinare are utilizare în special în cazul receptoarelor de mână folosite la căutarea unor puncte vechi.

### **B. Modul relativ sau diferențial**

Pentru lucrările geodezice, o precizie satisfăcătoare, de ordinul centimetrilor sau chiar milimetrilor, se obține prin poziționare diferențială, bazată pe principiul dublei diferențe, ce presupune utilizarea a două receptoare, unul instalat într-un punct cunoscut, iar altul în punctul nou (figura 2.22.b). După înregistrarea simultană a semnalelor de la aceiași doi sateliți, prin post-procesarea rezultatelor rezultă diferențele de distanță ( $D1-D2$ ) și ( $D3-D4$ ) prin compararea semnalului de la primul receptor cu cel de la al doilea. În acest mod se pot rezolva, fără echivoc, ambiguitățile și se elimină cea mai mare parte a erorilor cunoscute ce influențează poziționarea (de ceas, influența ionosferei ș.a.).

Rezultatul primar al determinărilor diferențiale este vectorul bază, definit de cele două puncte staționate, ale cărui componente  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  se stabilesc în funcție de diferențele de distanțe amintite. Coordonatele finale ale punctului B se obțin din cele cunoscute ale stației A și relativele vectorului de bază, motiv pentru care poziționarea este numită și relativă.

Condițiile de respectat în acest mod de poziționare nu vizează vizibilitatea dintre capetele vectorului de bază și nici lungimea lui, ci posibilitatea recepționării semnalelor de la aceiași patru sateliți într-un interval de 1-60 minute, funcție de tipul receptoarelor, condițiile iono-troposferice și configurația sateliților.

Suportul poziționării relative îl constituie determinarea exactă a timpului necesar parcurgerii distanței satelit – receptor prin măsurători de fază asupra undelor purtătoare ale informației. Pentru siguranță, se apelează la modul de lucru cu triplă diferență prin înregistrări cu cele două receptoare asupra celor doi sateliți în reprize diferite, ceea ce conduce la eliminarea sigură a ambiguităților respectiv la detectarea eventualelor scăpări în determinarea numărului de perioade întregi (cycle slips).

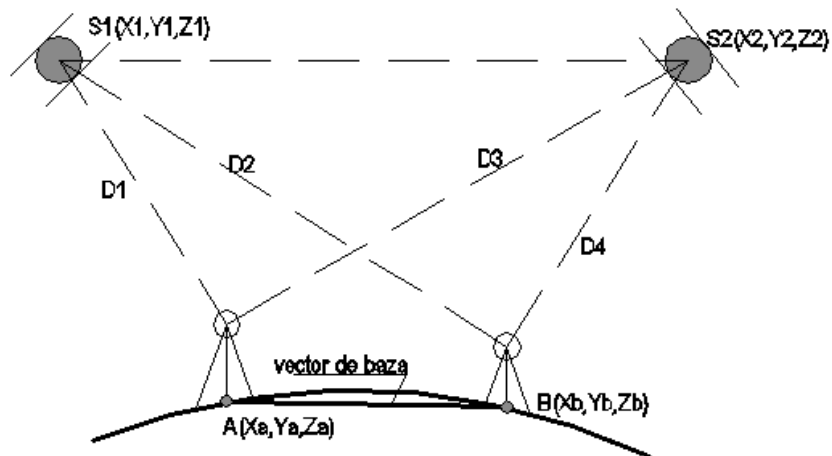


Figura 2.22.b Duple diferențe în poziționare diferențială

În concluzie cele două concepte de bază privind modul de poziționare absolută și relativă trebuie privite diferențiat prin prisma lucrărilor topo-geodezice. Modul relativ sau diferențial se utilizează exclusiv pentru determinarea rețelelor geodezice.

#### 2.4.2.2 Sisteme de coordonate GPS

Forma Pamântului poate apărea ca o sferă uniformă când este văzută din spațiu, în realitate este departe de a fi uniform. În realitate sistemul GPS oferă coordonate oricărui punct de pe suprafața pamântului, folosind un sistem de coordonate geodezice, bazat pe elipsoid.

Un elipsoid este o sferă turtită. Elipsoidul este ales ca fiind cea mai bună aproximare a formei pământului. Acest elipsoid nu este o suprafață fizică dar este definită matematic.



Figura 2.23 Elipsoid

De fapt există mai mulți elipsoizi sau forme matematice care să definească pământul. Elipsoidul folosit de sistemul GPS este WGS'84 (World Geodetic System 1984). Un punct de pe suprafața pământului (aceasta nu este forma elipsoidului), poate fi definit prin Latitudine, Longitudine și înălțimea pe elipsoid.

O metodă alternativă pentru definirea unui punct este folosirea sistemului de coordonate cartezian, cu axele X,Y,Z și origine în centrul sferoidului. Aceasta metodă este folosită în primul rând de sistemul GPS pentru localizarea unui punct în spațiu.

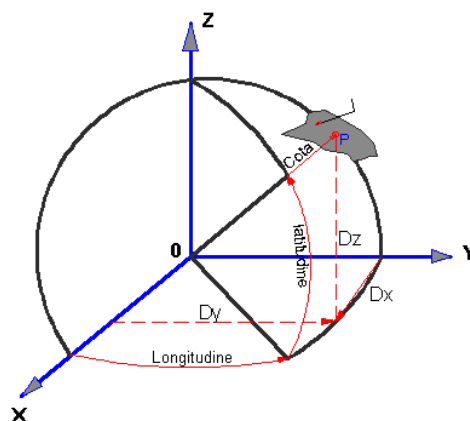


Figura 2.24 Sisteme de coordonate tridimensionale elipsoidale

### A. Sisteme de coordonate locale

Ca și coordonatele GPS, coordonatele locale sau coordonatele folosite în unele țări sunt bazate pe elipsoizi locali. Elipsoide sunt folosite la majoritatea sistemelor de coordonate locale, acolo unde au fost folosite prima dată, în urma cu mulți ani, înaintea apariției tehnologiei spațiale.

Acești elipsoizi tind să se potrivească mai bine pe zona de interes, dar nu pot fi folosiți pe alte zone de pe pământ. Acum, fiecare țară are un sistem de referință bazat pe un elipsoid local.

Când folosim sistemul GPS, coordonatele calculate se află pe elipsoidul WGS'84(World Geotetic System 1984). Coordonatele existente sunt de obicei într-un sistem de coordonate locale și de aceea coordonatele GPS trebuie transformate în sistemul local.

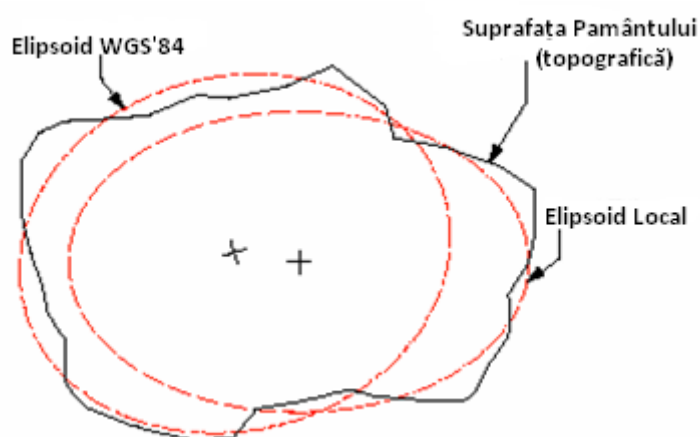


Figura 2.25 Tipuri de elipsoizi

## B. Sistemul de altitudini

Prin natura lui sistemul GPS afectează cota rezultată în urma măsurătorilor. Toate cotele date cu sistemul GPS sunt referite la elipsoidul WGS'84(World Geotetic System), acestea sunt cunoscute ca și cote elipsoidale. Cotele existente sunt de obicei cote ortometrice măsurate relativ la nivelul mării.

Media nivelului mării corespunde geoidului. Geoidul poate fi considerat ca suprafața echipotențială, forța gravitației fiind constantă în orice punct de pe geoid. Geoidul este un model neregulat și nu corespunde niciunui elipsoid. Densitatea pământului, totuși poate avea efect asupra geoidului, provocând creșteri ale densității în unele regiuni și scăderi în altele.

Relația dintre geoid, elipsoid și suprafața pământului, este prezentată în (Figura 2.26) de mai jos. Hartile utilizează cote ortometrice (relative la geoid), astfel că majoritatea utilizatorilor GPS au nevoie de cote ortometrice.



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Această problemă este rezolvată prin utilizarea unui model geoidal pentru conversia cotelor elipsoidale în cote ortometrice. În zonele aproximativ plane geoidul poate fi considerat constant.

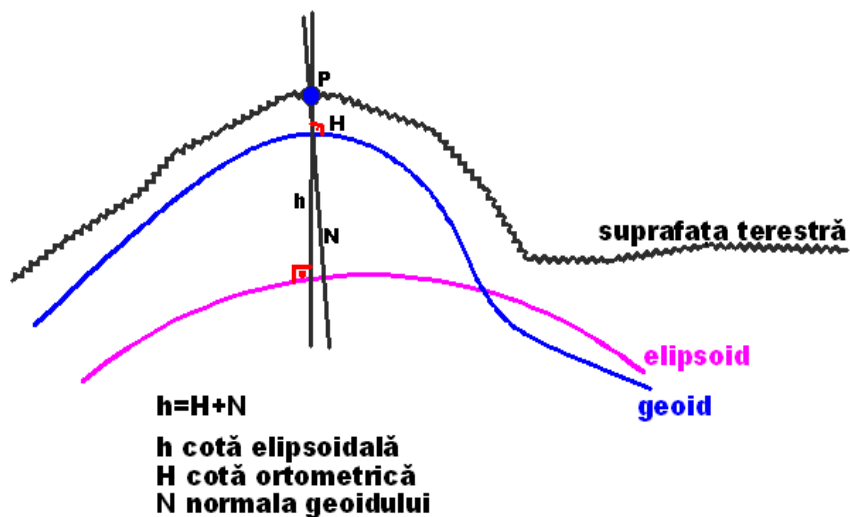


Figura 2.26 Sisteme de altitudini



### 2.4.2.3 Principalele erori în poziționarea GPS

Determinările GPS, devenite azi curențe în ridicările topo-geodezice, sunt afectate de numeroase erori datorită complexității sistemului și a factorilor naturali care intră în structura lui. Prezentarea cea mai comodă se face prin gruparea pe cele trei segmente a componentelor acestora și evaluarea, implicit însumarea lor într-o eroare totală, ce afectează timpul necesar semnalului, cu efect asupra distanțelor satelit – receptor și implicit asupra preciziei poziționării. În completarea informațiilor ce se prezintă aici se adaugă unele aspecte discutate anterior[56], [28].

1. **Erorile satelitare** provin din numeroase surse, dintre care le menționăm pe cele cu efecte semnificative:
  - a) Efemeridele furnizează date privind orbitele și coordonatele satelitului în momentul emiterii semnalului, care sunt afectate de o eroare radială de poziție a acestuia în raport cu orbita teoretică, ceea ce poate provoca o deplasare de până la 1,5m în poziționarea punctului. Influența efemeridelor se va reduce prin intensificarea studiilor asupra poziției sateliților, estimându-se că vor fi puse la dispoziție valori cu precizie de un decimetru;
  - b) Ceasul atomic prezintă unele deviații aleatoare, care provoacă erori de valori mici ( $\pm 5-10m$ ), ce pot fi eliminate prin urmărirea simultană a aceleași constelații de minim patru sateliți cu cel puțin două receptoare;
2. **Erorile de semnal** se referă la diverse fenomene fizice care au efect asupra propagării lui la trecerea prin diferite straturi atmosferice între satelit și receptor:
  - a) Intârzierea în ionosferă, strat cuprins între altitudinea de 40-50km și 1.000 km deasupra scoarței terestre, datorită ionizării moleculelor de gaz din această zonă, cu efect asupra scăderii vitezei semnalului. Efectul asupra distanțelor, de până la  $\pm 20-50m$ , se reduce dacă se folosesc receptoare ce lucrează pe ambele frecvențe sau dacă se fac observații pe timp de noapte, când activitatea ionosferică este scăzută;
  - b) Refracția în troposferă, ca segment de bază al atmosferei, extins până la 5 km deasupra scoarței, se datorează dispersiei semnalului provocată de vaporii de apă. Eroarea crește cu umiditatea, presiunea și temperatura, pe măsură ce traseul semnalului se îndepărtează de verticala locului, și scade cu altitudinea

locului. Pentru micșorarea efectului refracției trebuie ignorați sateliții vizibili sub elevații de  $15^{\circ}$  sau folosite softuri care includ modele ce țin cont de temperatură, presiune și umiditate;

Pe ansamblu, erorile datorate refracției în troposferă au valori în intervalul  $\pm 2-10$  m.

- c) Reflexia multiplă a semnalului provocată de întâlnirea unor suprafețe (clădiri, pereți verticali, luciu de apă) în preajma receptorului. Efectul, denumit și multipath, este datorat interferenței semnalului primit direct de la satelitul cel reflectat și afectează evident măsurătorile. Erorile se reduc în acest caz la folosirea unor antene performante sau a receptoarelor de generație mai nouă care permit recunoașterea semnalelor reflectate (figura 2.27);

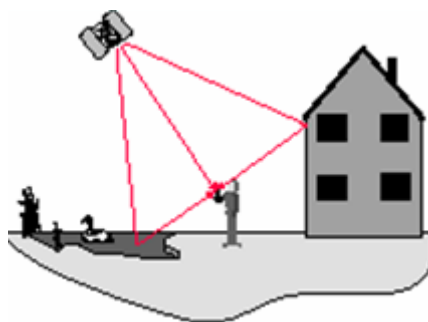


Figura 2.27 Reflexia multiplă (efectul multipath)

**3. Erorile datorate receptoarelor** sunt cauzate de funcționarea ceasurilor interne, de modul de folosire a antenei sau de instalarea în stație.

- a) Ceasul intern al receptoarelor, în cazul în care prezintă nesincronizări față de cel din sateliți, poate deveni și devine efectiv sursă importantă de erori, cu efect de  $\pm 10-100$  m;
- b) Antena poate induce erori dacă centrul fizic al ei nu coincide cu centrul electric, distanța dintre centrul geometric și centrul de fază al antenei (offset) fiind cunoscută. În plus, un conductor electric din apropierea antenei generează împreună cu ea o nouă caracteristică de recepție (antenna imaging), respectiv o eroare ce se reduce dacă toate antenele folosite sunt de același tip și dacă în timpul unei sesiuni de lucru acestea se orientează la fel, de obicei spre nord;
- c) Instalarea în stație a receptorului și antenei pot induce erori datorită centrării





## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

sau măsurării înălțimii antenei, care pot deveni semnificative pentru poziționare, mai ales în cazul folosirii antenelor montate pe tije .

Indicatorul ce caracterizează configurația este diluția, diminuarea preciziei respectiv DOP (Dilution Of Precision), valorile mici indicând o precizie ridicată și invers.

Disponerea geometrică a sateliților este caracterizată de GDOP (Geometry Dilution Of Precision), ca indicator calitativ de ansamblu, definit de:

- ✓ poziționare spațială, PDOP (Positional Dilution Of Precision);
- ✓ poziționare în plan orizontal, HDOP (Horizontal Dilution Of Precision), adică a determinării latitudinii și longitudinii punctului;
- ✓ poziționare în plan vertical, VDOP (Vertical Dilution Of Precision) adică a determinării altitudinii punctului;
- ✓ determinarea timpului, TDOP (Time Dilution Of Precision);

Cel mai folosit indicator este PDOP, calculat ca o funcție inversă de volumul piramidei care are vârful în receptor și baza formată de sateliți: cu cât sunt mai mulți sateliți apropiați de orizont, PDOP este mai bun, volumul piramidei fiind mai mare .

Garantarea unei precizii ridicate spațiale se poate realiza dacă receptoarele sunt setate cu o valoare minimă (pragul PDOP), caz în care nu se iau în considerare configurațiile situate peste o anumită limită, considerată 6 sau, mai recent 4, funcție de receptor. Un prag similar se poate introduce și pentru HDOP (valori acceptate între 5-8 pentru lucrări curente sau sub 4 pentru lucrări de precizie). Ca regulă generală, precizia poate fi îmbunătățită prin urmărirea unui număr de sateliți cât mai mare față de patru, ajungând practic până la 12.

În concluzie poziționarea în sistem GPS este afectată de erori sistematice și accidentale cu efecte semnificative (tabelul.1). Folosind metode și procedee bazate pe modul de poziționare relativă, aceste erori sunt substanțial diminuate, asigurând precizii centimetrice și chiar milimetrice, acoperitoare pentru rețelele geodezice de orice ordin[28].



**Erori în determinările GPS**

**Tabelul 1.1**

A. Erori sistematice	Valoarea erorii
<i>Erori de ceas ale</i>	
✓ satelitului (cu parametrii asociați)	5 – 10 m
✓ receptorului	10 – 100 m
<i>Erori de orbită date de:</i>	
✓ efemeride „broadcast”	20 – 40 m
✓ efemeride „precise”	3 – 5 m
<i>Erori de refracție</i>	
✓ ionosferică	20 – 50 m
✓ troposferică	2 – 10 m
<b>B. Erori accidentale (teoretice)</b>	
✓ codul C/A - $\pm 1\% 300\text{ m} = \pm 3\text{ m}$	<i>Valorile sunt deduse ca reprezentând <math>\pm 1\%</math> din <math>\lambda</math>, conform literaturii de specialitate</i>
✓ codul P - $\pm 1\% 30\text{ m} = \pm 0,3\text{ m}$	
✓ frecvența $L_1$ și $L_2$ - $\pm 1\% 0,2\text{ m} = \pm 0,002\text{ m}$	



### 2.4.3 Stații GPS permanente

Poziționarea în sistem GPS pentru realizarea rețelelor topo-geodezice, presupune determinări relative cu două receptoare, dintre care unul este instalat într-un punct vechi, de coordonate cunoscute, iar altul în punctul nou, urmărit. Evident că practic se folosesc mai multe receptoare amplasate, după caz, în cele două categorii de stații.

Condiția de bază a modului de lucru diferențial, utilizat la determinările geodezice cere ca, principal, în cele două puncte să se recepționeze simultan semnale de la aceiași patru sateliți (cel puțin). Cu cât numărul acestora crește, precizia devine mai bună [25], [26].

Stațiile GPS permanente sunt de fapt receptoare GPS amplasate pe puncte de ordin superior ale rețelei geodezice (internaționale și naționale), care asigură în permanență, zi și noapte, culegerea, prelucrarea și difuzarea datelor sosite de la sateliții „vizibili”. Prezența lor pe teritoriul național, într-o densitate corespunzătoare, poate suplini în mod eficient rolul rețelei geodezice naționale GPS, așa cum se arată în continuare.

Structura unei astfel de stații permanente GPS cuprinde în linii mari, următoarele componente (fig.2.28):

- receptor satelitar GPS, clasa geodezică, cu măsurători de cod și fază pe ambele frecvențe  $L_1$  și  $L_2$ , fiecare cu minim 12 canale independente;
- antenă de recepție performantă, cu zgomot cât mai redus, de tip choke ring (Dorne-Margelin model IGS);
- stație meteo modernă, cu senzori model NET 3A Parascientific, ce furnizează date precise la interval de 1 minut privitoare la presiunea, temperatura și umiditatea relativă a atmosferei din zonă ș.a.;
- sistem de calcul (Workstation HP 6000) și soft de administrare și control (Leica Spider, Thales ș.a.);
- sisteme de comunicație (radio, GSM, internet, intranet).

În plus, receptoarele pot fi conectate la senzorii meteo, la sistemul de comunicații și sunt prevăzute dispozitive pentru generarea semnalului de timp. Transmisia și stocarea datelor se realizează direct prin conectarea la un calculator, iar administrarea stației poate fi făcută de la distanță, folosind soluția corespunzătoare [28], [23].

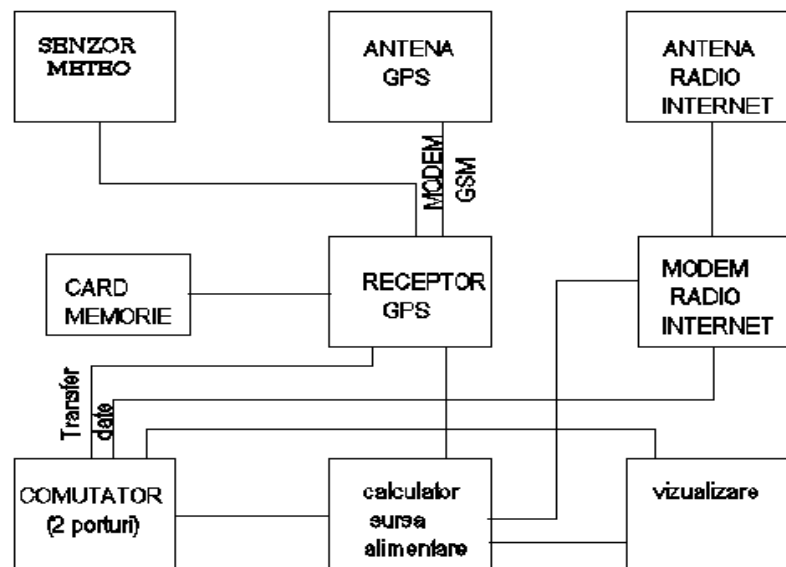


Fig. 2.28 Structura unei stații permanente GPS

Funcțiile rețelei de stații permanente sunt complexe și ar putea fi reduse în principal la trei mai importante:

1. Determinarea și urmărirea automată a sateliților, asigurată de componentele hard și soft specifice receptoarelor satelitare ce dispun de 12 canale, ceas de înaltă precizie și coduri, plus o antenă performantă;
2. Înregistrarea, stocarea și analiza calitativă a datelor satelitare respectiv a observațiilor de cod, fază și mesajul de navigație, preluate la intervale de timp de una până la 30 secunde în cadrul rețelei EUREF sau a serviciilor IGS (International Geodynamic Service);
3. Comunicarea bidirecțională cu exteriorul, ca cea mai importantă funcție, ce urmărește transmiterea și recepția datelor și informațiilor spre și de la alte stații sau beneficiari. Transferul se realizează cu o viteză ridicată, folosind legături telefonice (clasice, speciale sau GSM), radio (modemuri de diverse tipuri), la intervale de una până la 30 secunde. La modul diferențial (DGPS) respectiv procedeul RTK(Real Time Kinematic) se impune transmiterea on-line, aproape în timp real a corecțiilor diferențiale ca principali parametri de stare ai stației;

În concluzie stațiile permanente își găsesc un interes practic deosebit în economia determinărilor GPS, servind la:

- înlocuirea receptoarelor fixe în poziționarea tuturor punctelor geodezice noi care pot recepționa și comunica cu stația permanentă cea mai apropiată;



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

- controlul permanent al utilizatorilor, respectiv a coordonatelor punctelor noi determinate de aceștia, prin identificarea intervalului de timp staționat;

Ambele oportunități sunt oferite fără îngrădiri, întrucât datele necesare provenind de la sateliții vizibili sunt înregistrate și furnizate non stop, și pot fi accesate pe Internet sau pot fi achiziționate contra cost de la serviciile în cauză. Reținem totuși că, folosind receptoare GPS de clasa geodezică, se pot face determinări chiar la distanțe mari față de stația permanentă. Cele cu o singură frecvență ( $L_1$ ) nu sunt utilizabile însă decât pe o rază de 10-20km, eventual ceva mai mare prin staționare îndelungată și cu programe speciale.

Forul de specialitate Agenția (ANCPI) din România a amplasat o parte din Rețeaua Națională de Stații GPS Permanente (RN-GPS), stații racordate și coordonate de Centrul de Monitorizare și Control (CMC-RN-SGP), amplasat la CNGCFT București, devenit de curând operațional, la care este conectat, deocamdată, un număr limitat de unități. Acțiunea este în curs de desfășurare, pe etape, în cadrul unui program coordonat de ANCPI, până la acoperirea integrală a teritoriului național.

### 2.5 Realizări actuale deosebite în topografia inginerescă

În domeniul *studiilor tehnico-topografice*, ca realizări deosebite se menționează: metodele de dezvoltare a bazei pentru ridicarea planimetrică a șantierului (patrulatele fără diagonale, intersecțiile laterale etc); ridicarea rețelelor tehnico-edilitare cu detectorul electromagnetic; utilizarea intensivă a metodelor fotogrammetrice de ridicare.

În *proiectarea topografo – inginerescă* ca realizări mai semnificative se menționează: studiile privind alegerea scării și echidistanței planurilor de situație cu curbe de nivel la scări mari și foarte mari, necesare pentru proiectarea construcțiilor hidrotehnice, în lucrările hidroameliorative etc.; calculul și analiza preciziei parametrilor topografici care intră în formulele de bază la proiectarea lucrărilor de construcții (regularizarea cursurilor de apă, proiectarea sistemelor de irigații, în geotehnică etc.), pregătirea topografică prin calcul electronic a proiectelor în vederea aplicării pe teren; automatizarea nivelmentului și al măsurătorilor liniare (prin utilizarea de nivele cu orizontalizarea automată a axei de vizare și a aparatelor de măsurat prin unde de diferite tipuri, amplasate pe automobile adaptate special); studii privind precizia trasării elementelor topografice (direcții, lungimi, diferențe de nivel), care au permis verificarea și elaborarea unor procedee corespunzătoare de trasare, de marcarea precisă a punctelor trasate, a unei aparaturi adecvate etc.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

În *trasarea topografică* se remarcă o serie de realizări. Astfel:

- ✓ La studiul traseelor de drum și cale ferată o contribuție importantă au metodele fotogrammetrice, care se dezvoltă în trei direcții:
  - la trasarea axului pe planul întocmit prin metode aerofotogrammetrice;
  - la trasarea axului pe modelul stereoscopic al terenului obținut prin metode stereofotogrammetrice;
  - la trasarea axului cu ajutorul calculatoarelor electronice pe modelul digital al terenului obținut la aparate de stereorestituție;
  - la trasarea axului cu ajutorul sistemelor GPS;

În faza finală a studiului se execută în lungul traseului o drumuire cu dispozitive electrooptice mici (de tip geodimetru, distomat) – având laturile de lungimea 150 ... 200 m; drumuirea servește ca bază atât pentru trasarea pe teren a axului traseului prin metodele coordonatelor polare și intersecției, cât și pentru trasarea în detaliu a celorlalte construcții.

Cercetări din Germania și din țara noastră arată că trasarea curbilor căilor de comunicații (mai ales la calea ferată) este bine să se facă prin metode analitice și nu prin metode trigonometrice, ca în prezent. În cazul metodelor analitice, drept sprijin este chiar curba în sine (metoda coordonatelor curbilinii), iar ordonatele sunt normalele la această curbă; la metoda trigonometrică, sprijinul este dat de tangentele, coardele și secantele curbei și respectiv, coordonatele rectangulare pe acestea.

- ✓ La trasarea axelor și detaliilor celorlalte genuri de construcții există tendința de a se elabora scheme tehnologice definitive pentru executarea complexului de lucrări de trasare; aceste scheme permit adaptarea rapidă a lucrărilor de trasare la cerințele procesului de construcții – montaj.

*Asigurarea topografică a lucrărilor de construcții – montaj* conține cele mai recente și spectaculoase realizări. Astfel:

- ✓ Utilizarea microrętelelor (în special de tip *microtrilaterație*) care se dezvoltă fie pe verticală, ca sprijin spațial topografic la poziționarea cofrajelor scheletului de rezistență din beton armat monolit al construcțiilor foarte înalte (blocuri de locuințe, complexe hoteliere etc), fie pe 1 sau 2 niveluri, sau la montajul utilajului tehnologic din interiorul halelor industriale.
- ✓ Elaborarea de tehnologii speciale de trasare în plan cu precizie ridicată a axelor de montaj, cât și de executare a nivelmentului de înaltă precizie la distanțe foarte



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

mici sau în condiții grele (prin folosirea micronivelei, a dispozitivului hidrostatic etc).

- ✓ Utilizarea procedurii „reducerii” la alcătuirea rețelei topografice de construcție (formată din pătrate și dreptunghiuri) ca bază pentru trasarea obiectelor complexului industrial, procedeu mai economic decât cel clasic (procedeu „axial”).
- ✓ Dezvoltarea metodei aliniamentului, care permite multiple utilizări, cu precizii diferite și în diverse situații, inclusiv automatizarea observațiilor; cu această metodă se trasează cu precizie puncte pe aliniamente, se execută măsurarea abaterilor de aliniere în timpul montajului părților componente ale utilajului tehnologic și se determină deplasările orizontale în timp a unor construcții, terasamente și terenuri.
- ✓ Elaborarea tehnologiei și aparaturii de trasare a axelor verticale ale construcțiilor și de verificare în timpul execuției a abaterilor de la verticală a construcțiilor de tip turn, de înălțimi foarte mari .
- ✓ Experimentarea utilizării laserului asociat cu teodolite și dispozitive de transmitere automată a informației în timpul execuției în flux continuu a pereților coșurilor de fum, folosind cofrajele mobile. Acest procedeu permite automatizarea măsurătorilor la poziționarea elementelor construcțiilor speciale, de exemplu, de tip hiperboloid cu o pînză. Se remarcă faptul că în topografia inginerescă încep să se estompeze diferențele dintre măsurătorile topo-geodezice și cele tehnice. La execuția și montajul elementelor de construcții se utilizează o aparatură de măsurare, care înainte era utilizată numai în construcțiile de mașini sau în alte domenii ale științei și tehnicii .
- ✓ Efectuarea de studii teoretice și experimentale asupra controlului topografic al preciziei de montare a elementelor de construcții. Aceste studii, care au ca fundament teoria lanțurilor dimensionale, au demonstrat existența unei corelații între precizia montării elementelor de construcții și precizia alcătuirii bazei topografice spațiale, deoarece montarea elementelor de construcții este însoțită de măsurători topografice de control, pentru care, ca date inițiale se folosesc cele oferite de figura de bază a rețelei spațiale; de trasare – montaj.

Controlul topografic al preciziei de montaj a elementelor de construcții a permis determinarea unor discordanțe între mărimile toleranțelor stabilite în normativele de



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

construcții în vigoare în ce privește trasarea, confecționarea și montajul elementelor de construcții, demonstrând că acestea nu sunt încă fundamentate teoretic și practic .

Participarea activă a geodezilor în elaborarea normativelor de precizie pentru lucrările de construcții și montaj, precum și realizarea unei aparaturi speciale pentru măsurare – control au condus la apariția unei noi noțiuni, aceea de „metrologia de construcție” . În metrologia de construcție se analizează toleranțele de construcție, teoria și practica controlului asupra respectării dimensiunilor și formelor date ale elementelor de construcții. Există o strânsă legătură între metrologia de construcție, topografia inginerescă și tehnologia de execuție a construcțiilor.

- ✓ Studierea și elaborarea metodelor de rezolvare și a procedeelelor de măsurare-trasare într-o serie de cazuri particulare, complicate, ce apar în procesul de trasare –poziționare – montaj. Dintre acestea se menționează:
  - determinarea unghiului dintre axele de montaj, al căror punct de intersecție este inaccesibil;
  - determinarea orientărilor laturilor scurte în interiorul construcțiilor;
  - determinarea coordonatelor punctelor inaccesibile, problemă ce apare la construirea turnurilor de răcire, a furnalelor, etc;
  - determinarea cotelor punctelor inaccesibile, problemă ce se rezolvă, de regulă, prin nivelment trigonometric, dar în cadrul unor scheme de măsurare și calcul foarte diverse;

*Topografia inginerescă dinamică*, care cuprinde în principal observațiile topo – fotogrammetrice asupra deformațiilor și deplasărilor construcțiilor și terenurilor, se prezintă de asemenea cu o serie de realizări remarcabile, dintre care se menționează:

- ✓ Tehnologia și aparatura specială pentru observațiile tasărilor și înclinărilor construcțiilor (programe de măsurători; metoda nivelmentului cu vize scurte până la 10 m; executarea nivelmentului de mare precizie în condiții de vibrație a fundației; studii privind stabilitatea reperelor bazei altimetrice, metode de compensare și analiză a stabilității reperelor etc);
- ✓ Perfecționarea metodei aliniamentului, ca principală metodă de observații asupra deplasărilor orizontale, unde s-a ajuns la unele concluzii semnificative ca: determinarea programelor optime ale măsurătorilor, procedeele difracției și interferenței de măsurare a aliniamentelor, automatizarea măsurătorilor de





## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

aliniamente prin procedeul însumării succesive a abaterilor și prelucrarea rezultatelor la calculatorul electronic;

- ✓ Cercetări privind elaborarea metodelor de alcătuire a rețelelor de sprijin pentru măsurarea și determinarea deplasărilor orizontale, inclusiv verificarea stabilității punctelor acestor rețele;
- ✓ Studiul refracției laterale și verticale asupra metodelor de măsurare a deformațiilor construcțiilor și de trasare cu precizie a construcțiilor. Cercetările și experimentările pentru stabilirea caracterului influenței refracției asupra lucrărilor topografice de mare precizie prezintă atât un interes teoretic cât și unul practic, deoarece metodele de mare precizie folosite atât la măsurarea deformațiilor construcțiilor cât și la trasarea și montajul unor utilaje tehnologice asigură o precizie comparabilă cu erorile provocate de influența refracției asupra rezultatelor măsurărilor topografice;

Topografia inginerescă folosește din ce în ce mai mult metodele fotogrammetrice de măsurare la proiectarea, execuția și exploatarea construcțiilor, cât și în cercetarea științifică. Această colaborare a condus la conturarea unui nou domeniu de activitate, în *topo – fotogrammetria inginerescă*. Există deja realizări ale *stereofotogrammetriei terestre* în lucrările de construcții și de cercetare științifică, dintre care se menționează:

- ✓ Măsurarea deformațiilor construcțiilor (baraje, poduri, clădiri etc.) și deplasărilor terenurilor și terasamentelor prin stereofotogrammetria terestră;
- ✓ Măsurători de control în timpul execuției construcțiilor; controlul montajului elementelor de construcții (controlul gabaritelor construcției și urmărirea deformațiilor la diferite niveluri a elementelor de construcții montate; determinarea diametrelor construcțiilor verticale de formă cilindrică sau conică); controlul preciziei montajului în plan și pe verticală a prefabricatelor;
- ✓ Cercetarea fotogrammetriei a modelelor de construcții, care, în comparație cu metodele mecanice sau electrice, este mai simplă și totodată permite determinarea componentelor spațiale ale vectorului deplasării;
- ✓ Determinarea volumului de pământ (sau rocă) extras, din gropile de fundații și cariere;.



## 2.6 Direcțiile principale de dezvoltare ale topografiei în construcții

Dezvoltarea în perspectivă a topografiei inginerești este strâns legată și de progresul care se va obține în proiectarea și execuția industrializată a construcțiilor. Ca tendințe principale de dezvoltare se remarcă:

- ✓ Continuarea cercetărilor științifice asupra lărgirii bazei teoretice a topografiei inginerești pentru a căpăta o formă cât mai completă. Aceasta va avea și o serie de implicații de ordin tehnico – organizatoric cum sunt: introducerea proiectării topo – inginerești ca activitate obligatorie alături de activitatea de elaborare a proiectelor de construcții; reflectarea mai clară în condițiile tehnice din normele și regulamentele de construcții a obligațiilor rezultate din asigurarea topografică a lucrărilor de construcții – montaj; utilizarea în mai mare măsură a topografiei inginerești dinamice în cercetarea științifică de construcții; toleranțele la construcții – montaj trebuie să aibă o fundamentare științifico – tehnică, să fie în concordanță cu toleranțele topografice de trasare, iar la stabilirea lor să participe și specialiștii geodezi.
- ✓ Modernizarea conținutului științific al proiectării topografo – inginerești, care să treacă de la rezolvarea problemelor cu ajutorul geometriei analitice în plan și în spațiu la folosirea instrumentelor matematice moderne de investigare și calcul (geometria diferențială, analiza vectorială și tensorială, teoria câmpurilor, teoria informației, teoria grafurilor și mai recent teoria grafurilor de fluență, utilizarea mai intensivă a teoriei erorilor de măsurare și a calculului statistic – probabilistic etc).
- ✓ Elaborarea de noi principii de organizare și tehnologie care să asigure obținerea exhaustivă a informației topografo – inginerești pentru a fi utilizată de sistemul automat de proiectare al construcțiilor; aceasta este posibilă printr-o combinație judicioasă a mijloacelor topo – geodezo–fotogrammetrice. Automatizarea ridicărilor topografice la scări mari (folosirea intensivă a fotogrammetriei, a măsurătorilor prin unde, a calculului electronic etc.).
- ✓ Continuarea cercetărilor și experimentărilor privind optimizarea schemelor de construire a rețelelor de topografie inginerească (pentru ridicare, trasare, montaj)



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

și de prelucrare a lor; perfecționarea metodelor de aplicare pe teren a proiectelor și de automatizare a lucrărilor de trasare a unor construcții speciale.

- ✓ Generalizarea experienței în vederea elaborării unor principii unice la alcătuirea rețelelor de sprijin și a măsurătorilor topo – fotogrammetrice în timpul montajului echipamentului industrial (linii și utilaje tehnologice) cu diverse destinații; perfecționarea metodelor de observații asupra deplasărilor utilajului tehnologic în regim dinamic; automatizarea unor măsurători și prelucrarea rezultatelor la montajul prefabricatelor și al echipamentului tehnologic.
- ✓ Elaborarea unor principii și metode unice de efectuare a ridicărilor de execuție.
- ✓ Perfecționarea metodelor de observații asupra tasărilor și deformațiilor diverselor obiecte și a terenului în zonele cu construcții, automatizarea măsurătorilor cu transmiterea la distanță a informației, formarea de modele matematice pentru prelucrarea observațiilor și de prognozare a deplasărilor.
- ✓ Construirea în continuare a instrumentelor, dispozitivelor și mecanismelor de topografie inginerească care să permită mecanizarea și automatizarea măsurătorilor topo – fotogrammetrice sau executarea acestora în condiții speciale.
- ✓ În concluzie, ca problemă de actualitate rămâne automatizarea măsurătorilor de înaltă precizie și în condiții grele, precum și perfecționarea proiectării și tehnologiei pentru asigurarea topografică a lucrărilor de construcții – montaj și a montajului echipamentului tehnologic.



## CAPITOLUL 3

### CARACTERSTICILE PRINCIPALE ALE LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE DE TRASARE A CONSTRUCȚIILOR CIVILE

#### 3.1. Pregătirea topografică a proiectelor de construcții

O dată cu măsurile de pregătire pentru executarea construcțiilor (proiectarea organizării șantierului), reîncep și lucrările topografice. Utilizând proiectele de execuție ale construcțiilor și în vederea aplicării lor pe teren, se efectuează o serie de operații de pregătire topografică, care ușurează munca de trasare și de realizare practică a construcțiilor.

Această pregătire topografică constă din următoarele operații:

- ✓ stabilirea metodelor de legare a proiectului construcției de punctele de sprijin care au servit la ridicarea topografică pe baza căreia s-a proiectat construcția;
- ✓ proiectarea și executarea pe teren a rețelei de construcții care să ușureze trasarea construcțiilor, prin îndeșirea rețelei și materializarea axelor principale și auxiliare;
- ✓ alegerea celei mai corespunzătoare metode de trasare, care să satisfacă precizia necesară;
- ✓ determinarea tuturor datelor topografice, unghiuri, lungimi, diferențe de nivel, necesare transpunerii pe teren a proiectului;
- ✓ întocmirea proiectului de organizare a lucrărilor topografice care să prevadă ordinea de execuție a lucrărilor de trasare, instrumentele necesare, metodele de aplicare pe teren a unghiurilor, lungimilor și a cotelor punctelor, modul de marcarea și semnalizare pe teren a punctelor de control ale lucrărilor de trasare, termenele și documentele necesare lucrărilor de trasare.

Astfel, din pregătirea topografică va rezulta planul general de trasare, lista coordonatelor punctelor rețelei de sprijin a trasării, inclusiv descrierile lor topografice, schemele de trasare pentru fiecare obiectiv, precum și schema de trasare pentru fiecare element al obiectivului; cu ajutorul lor se face transpunerea pe teren a punctelor construcției. Materialul necesar trasării, rezultat din pregătirea topografică, poate fi obținut pe cale grafică, analitică sau pe cale combinată, grafo – analitică.



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Pe cale grafică, aplicarea pe teren a construcțiilor se face pornind de la obiectele înconjurătoare existente pe teren și pe planul topografic. În acest caz, precizia poziției reciproce a punctelor în urma trasării va depinde de precizia grafică a reprezentării obiectelor înconjurătoare pe planul topografic. Precizia grafică depinde de scara planului, de deformația hîrtiei planului și de profesionalismul executantului acestuia. Din această cauză, construcțiile complexe nu pot fi amplasate pe teren numai pe baza datelor grafice.

Pregătirea topografică a proiectului prin metoda analitică permite trasarea pe teren a punctelor cu precizie maximă pe baza determinării pe cale analitică a coordonatelor tuturor punctelor.

Metoda grafo – analitică constă în determinarea grafică a coordonatelor unui număr minim de puncte, restul punctelor fiind determinate pe cale analitică. Din această cauză, planul general trebuie întocmit la o scară cât mai mare (de exemplu, 1:1000 sau 1:500).

Pregătirea topografică va trebui să urmărească legarea în mod fidel a datelor grafice obținute prin măsurarea pe planul general, cu datele analitice cunoscute (coordoanatele punctelor de sprijin și ale colțurilor rețelei de construcții, distanțe, cote etc). Calitatea pregătirii topografice va depinde de alegerea rațională a numărului punctelor grafice, urmărindu-se ca numărul acestor puncte să fie cât mai mic, dat fiind că orice mărire a numărului lor, poate influența precizia trasării.

Pentru ca punctele trasate pe teren să corespundă cu omoloagele lor din proiect, este necesară determinarea coordonatelor tuturor sau cel puțin a majorității punctelor. Pentru aceasta trebuie să se stabilească dependența analitică dintre punctele proiectului și punctele rețelei topografice de sprijin sau punctele rețelei de execuție a trasării.

Astfel, este suficient să se determine coordonatele grafice ale punctelor N și P (fig.3.1) și apoi cu ajutorul coordonatelor punctelor de sprijin 5 și 6 să se determine datele necesare trasării pe teren a punctelor N și P, prin formulele:

$$\operatorname{tg} \theta_{5-N} = \frac{y_N - y_5}{x_N - x_5} \quad (3.1)$$

în care  $\theta_{5-N}$  este orientarea liniei 5 – N;

$$d_{5-N} = \frac{y_N - y_5}{\sin \theta_{5-N}} = \frac{x_N - x_5}{\cos \theta_{5-N}} \quad (3.2)$$

în care  $d_{5-N}$  este lungimea orizontală a liniei 5 – N.

La fel se determină orientările:  $\theta_{5-P}, d_{5-P}, \theta_{6-N}, d_{6-N}, \theta_{6-P}, d_{6-P}$ .

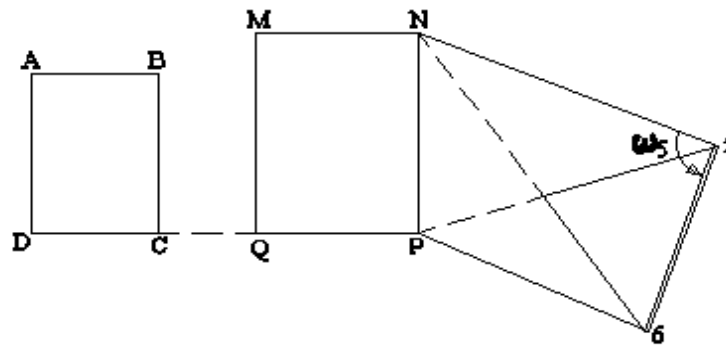


Fig.3.1 Determinarea grafică a coordonatelor

Punctul  $N$  poate fi trasat pe teren folosind datele  $\theta_{5-N}$  și  $d_{5-N}$  sau în locul orientării  $\theta_{5-N}$  să se calculeze  $\omega_5$  din diferența orientărilor:  $\omega_5 = \theta_{5-N} - \theta_{5-6}$ . În mod asemănător vor fi calculate elementele trasării punctului  $P$ .

Datele necesare pentru trasarea punctelor  $Q$  și  $M$  se iau din proiect și acestea sunt lungimile orizontale ale liniilor  $PQ$  și  $NM$ ; pentru stabilirea direcțiilor acestor linii, condițiile geometrice ale proiectului sunt suficiente, și anume colțurile dreptunghiului  $NPQM$  să fie vârfurile unor unghiuri drepte, iar latura  $PQ$  să se găsească în prelungirea laturii  $DC$  a construcției existente.

Deoarece poziția segmentului  $NP$  față de punctele topografice de sprijin este determinată analitic, eroarea în aplicarea acestui segment pe teren se poate produce numai din cauza erorilor în determinarea punctelor 5 și 6 ale rețelei topografice de sprijin precum și a erorilor propriu-zise de trasare. Același lucru se poate constata și în cazul preciziei aplicării pe teren a punctelor  $Q$  și  $M$ .

Deoarece orice punct al construcției poate fi exprimat analitic față de axele coordonatelor admise, pentru executarea trasărilor rezultă avantajul că la construcțiile mari industriale, hidrotehnice etc. unde sunt multe obiecte amplasate pe un teren întins, proiectul poate fi aplicat parțial pe teren, de către operatori independenți, cu condiția ca sistemul de coordonate să fie același pentru întregul șantier.

Pregătirea topografică pentru aplicarea pe teren a elementelor separate ale unei construcții complexe se efectuează de regulă cu ajutorul rețelei de construcții, ceea ce simplifică mult munca.

Poziția fiecărui element al construcției în raport cu rețeaua de construcții se determină după proiect în mod analitic (prin coordonate grafice) și toate datele calculate în limitele



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

rețelei sunt legate prin relația care rezultă din condiția că suma segmentelor aceleiași linii drepte, trebuie să corespundă cu lungimea laturii rețelei de construcții.

De exemplu, coordonatele grafice ale punctului  $A$  (fig. 3.2) se determină aflând coordonatele colțului de sud-est al pătratului rețelei de construcții în care se află punctul, la care se adaugă valorile măsurate până la punct, față de laturile de vest și sud ale pătratului respectiv, adică

$$\begin{aligned}x_A &= 200 + cg; \\y_A &= 200 + ce.\end{aligned}\quad (3.3)$$

Valorile  $cg$  și  $ce$  sunt luate grafic, ținând seama de scara planului, iar pentru verificare se măsoară și segmentele  $ga$  și  $ed$ .

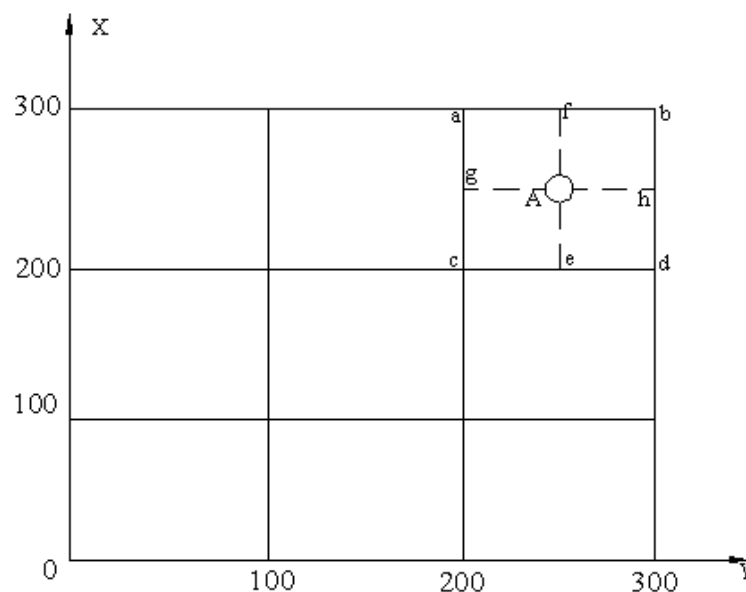


Fig 3.2 Plan trasare

### 3.1.1 Planul general de trasare

Planul general de trasare este documentul de bază pentru aplicarea pe teren a proiectului construcției. El este rezultatul prelucrării topografice a planului general care reprezintă rezolvarea complexă a problemelor, de repartizare a tuturor clădirilor, construcțiilor și instalațiilor în plan orizontal și vertical, a rețelelor de transport și de comunicații, a organizațiilor de întreținere și de amenajare a spațiilor verzi pe un anumit teritoriu.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

La proiectarea construcțiilor complexe, întocmirea și definitivarea planului general este încredințată unei grupe de plan general alcătuită din diferiți specialiști, în care rolul topografului este destul de însemnat.

Toate construcțiile sunt reprezentate pe un plan topografic care are curbe de nivel. În funcție de complexitatea construcțiilor, scara planului topografic poate fi aleasă 1:500 sau 1:1000; în practică, o scară mai mare a planului general se întrebuițează pentru reprezentarea construcțiilor cu mai multe date, de exemplu sistematizarea verticală a unui teren, precum și în cazurile când construcțiile sunt mai aproape una de alta, caz frecvent la construcțiile subterane[23].

Se recomandă ca planul general să fie întocmit pe support magnetic, aceasta are importanță și pentru trasare, deoarece va fi baza planului general de trasare. Pe suportul magnetic se trasează rețeaua de coordonate a punctelor de sprijin (care a servit la ridicarea topografică), de exemplu din 10 în 10 cm; față de această rețea se raportează contururile și obiectele existente, precum și relieful terenului pe care urmează să se amplaseze construcțiile proiectate. Planul general de trasare este copia planului general, pe care topograful a trecut toate datele de bază măsurate pe originalul planului general adică: coordonatele originii rețelei de construcții (dacă n-au fost calculate și marcate pe teren în prealabil coordonatele colțurilor rețelei), coordonatele capetelor axelor principale longitudinale și transversale ale construcției, coordonatele unghiurilor de frângere ale axelor căilor de comunicații și ale axelor străzilor din cartierul de locuințe, lungimile și lățimile străzilor, ale clădirilor industriale, coordonatele față de liniile de bază existente pe teren etc.

### **3.2 Proiectarea și executarea rețelei de construcții**

#### **3.2.1 Necesitatea rețelei de construcții**

În cadrul lucrărilor pregătitoare pentru executarea construcțiilor, în care se analizează metodele de pregătire topografică a proiectelor de construcții în vederea aplicării lor pe teren, proiectarea rețelei de construcții are un rol important. Elaborarea în condiții bune a proiectului rețelei de construcții, care se execută pe planul general, necesită colaborarea cu proiectanții de specialitate și îndeosebi trebuie să se cunoscă amplasarea diferitelor părți ale construcției; în același timp trebuie să fie satisfăcute condițiile de precizie ale bazei topografice, spre a se asigura o proiectare cât mai economică.





## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Necesitatea creării unei rețele de sprijin speciale (pentru aplicarea pe teren a proiectelor de construcții), legată de rețelele de sprijin existente este impusă de cerințele impuse rețelei de sprijin a trasării. Caracterul dreptunghiular al diferitelor obiecte ale construcției impune realizarea cu precădere a unei rețele de sprijin a trasării care să aibă laturile paralele cu axele construcțiilor proiectate; aceasta permite o simplificare considerabilă atât a lucrărilor de proiectare cât și a celor de trasare. Realizarea unei rețele adecvate pentru trasare mai este legată și de faptul că această rețea trebuie să fie conservată un timp mai îndelungat pe teren, pentru a se putea executa ridicările topografice de execuție care apar pe timpul desfășurării procesului de execuție a construcțiilor, precum și pentru diferitele lucrări topografice ulterioare de organizare a teritoriului înconjurător, de urmărire a comportării construcțiilor sau pentru reconstruirea și dezvoltarea ulterioară a construcțiilor[23].

Aceste aspecte impun rețelei de construcții alte cerințe decât cele pentru rețeaua de sprijin a ridicărilor. Acestea sunt:

- a) punctele rețelei de sprijin a ridicării să fie așezate în mod arbitrar față de construcția care se va proiecta ulterior, ceea ce face ca, de cele mai multe ori, aceste puncte să se distrugă în timpul executării construcțiilor;
- b) planurile topografice care servesc pentru proiectarea planului general să se întocmească de obicei în sistemul general de coordonate al rețelei de stat, iar dacă se realizează în sistemul convențional (particular) acesta va fi în orice caz orientat în raport cu elementele înconjurătoare. Această situație impune ca la aplicarea pe teren a proiectelor de construcții să se efectueze calcule destul de complicate pentru determinarea coordonatelor diferitelor puncte ale construcțiilor, pentru legarea de punctele rețelei de sprijin sau pentru calcularea elementelor necesare trasării, deoarece direcția axelor de coordonate nu coincide, de obicei, cu direcția axelor principale ale construcțiilor;
- c) laturile rețelei de sprijin a ridicării, ca și punctele sale, să fie așezate întâmplător față de obiectele construcțiilor ceea ce complică aplicarea pe teren a proiectului și deseori împiedică utilizarea celei mai eficiente metode de trasare a clădirilor de formă dreptunghiulară, care este metoda coordonatelor rectangulare;
- d) densitatea punctelor și precizia rețelei de sprijin a ridicării este în multe cazuri insuficientă pentru trasarea obiectelor construcțiilor complexe.

Toate acestea arată necesitatea proiectării și aplicării pe teren a unei rețele de sprijin speciale, care să permită realizarea practică a proiectului și a lucrărilor de construcție precum

și urmărirea în timp a comportării construcțiilor. Ca atare, rețeaua care se va proiecta va trebui să satisfacă condițiile de mai înainte. Prin realizarea unei rețele speciale calculele coordonatelor punctelor din proiect se vor simplifica, iar trasarea construcțiilor pe teren se va face mult mai ușor, datorită paralelismului dintre rețeaua de construcții și axele principale ale construcțiilor sau ale căilor de comunicații.

Originea sistemului special al rețelei de construcții se alege în afara terenului destinat construcției, astfel ca toate punctele să poată fi exprimate în coordonate pozitive.

Soluția realizării rețelei de construcții sub forma unor pătrate (fig.3.3, *a* și *b*) cu latura de 100, 200 sau 400 m a fost criticată în ultimul timp deoarece punctele care reprezintă colțurile pătratelor au poziția stabilită, fixă, care nu ține seama de forma și amplasamentul diferitelor obiecte ale construcțiilor. Aceasta face ca o mare parte din puncte, care cad în zona construcțiilor, să nu se poată folosi și să se distrugă. De aici rezultă că rețeaua optimă este aceea de dreptunghiuri, care permite să se reducă în mod rațional numărul de puncte de sprijin în zona cu obiecte mai rare și să se mărească precizia acolo unde este necesar, asigurându-se o densitate rațională a rețelei. În acest mod, așezarea punctelor pe plan ca și pe teren se face astfel încât niciun punct să nu cadă în partea construită. Numărul dreptunghiurilor și, prin urmare și densitatea punctelor de sprijin, se stabilește conform necesităților reale ale proiectului și nu în funcție de numărul pătratelor care acoperă suprafața de teren respectivă.

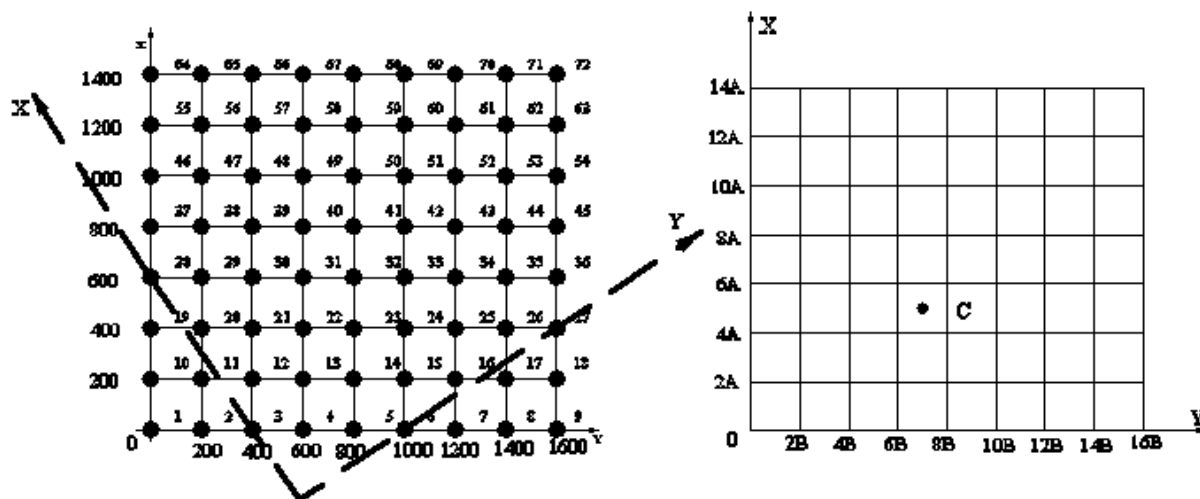


Fig. 3.3 Schema rețelei de construcții

În mod practic se vor proiecta și se vor realiza apoi pe teren, în afara sistemului de axe principale, un număr de linii paralele cu axa absciselor și a ordonatelor care vor forma



dreptunghiuri sau uneori pe anumite porțiuni chiar pătrate ale căror vârfuri se materializează prin repere permanente de beton. Astfel rețeaua de puncte fixate pe teren devine *rețeaua de sprijin pentru trasare* sau *rețeaua de construcții*, care servește drept bază pentru aplicarea pe teren a proiectelor de construcții [23].

### 3.3 Organizarea lucrărilor de trasare

#### 3.3.1 Rolul și structura organizațiilor topografice de șantier

În cadrul măsurilor de pregătire pentru executarea construcțiilor este necesar să se organizeze și unitatea topografică a șantierului, care va deservi necesitățile de trasare și verificare a construcțiilor.

Această unitate topografică se organizează corespunzător șantierului, făcând parte din organizația care execută construcțiile. Întreprinderile mari de construcții-montaj au unități topografice a căror structură și mărime este influențată de specificul întreprinderii și de natura construcțiilor pe care le execută. Dotarea cu instrumente topografice ca și personalul de specialitate se stabilește potrivit sarcinilor de producție pentru o anumită perioadă de timp. Potrivit condițiilor concrete de lucru se urmărește o eșalonare calendaristică care să permită executarea în timp util a tuturor lucrărilor topografice ale șantierului sau a diferitelor șantiere din cadrul unei anumite organizații de construcții.

Planificarea lucrărilor topografice pe șantierele de construcții trebuie să se facă ținând seamă că diferitele procese de construcție se găsesc într-o anumită dependență reciprocă în ceea ce privește succesiunea lor și deci, în ceea ce privește și ritmul și termenul în care trebuie executate lucrările topografice care deservește procesul de execuție a construcțiilor. Așa de exemplu, executarea fundațiilor unei clădiri se poate începe după ce s-a terminat trasarea conturului și excavarea pământului; dar nu este necesar să se aștepte ca lucrările de trasare să fie terminate pentru întreaga fundație. Executarea săpăturilor poate fi începută după ce conturul fundației a fost trasat pe primul sector de lucru. Spre a se asigura efectuarea în timp util a tuturor lucrărilor topografice, se va întocmi un plan calendaristic al acestor lucrări, care face parte din proiectul de desfășurare a lucrărilor topografice și care se referă în special la următoarele probleme:

- ✓ crearea rețelelor de sprijin pentru trasare pe porțiunile de teren unde lipsește rețeaua de construcții;
- ✓ îndeșirea rețelei de construcții (planimetrice și altimetrice) în timpul desfășurării



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

procesului de construcție;

- ✓ verificarea periodică a conservării și stabilității rețelelor de sprijin sau de construcții, îndeosebi a celor de nivelment și refacerea punctelor distruse;
- ✓ trasarea axelor și detaliilor construcțiilor cu precizia prevăzută în proiect;
- ✓ crearea rețelei de sprijin pentru efectuarea observațiilor necesare urmării comportării construcțiilor și stabilirea metodelor și a preciziei lucrărilor topografice;
- ✓ efectuarea lucrărilor topografice de execuție în timpul și după terminarea executării construcțiilor și ținerea la zi a planului general (inventar) al lucrărilor și construcțiilor executate.

Unitățile topografice de pe șantierele de construcții complexe sunt organizate pe grupe care au următoarele sarcini:

- ✓ grupa lucrărilor principale care execută și controlează lucrările topografice pentru realizarea pe teren a rețelei de sprijin în plan și în înălțime;
- ✓ grupa de ridicări și trasări de detalii care execută lucrările de ridicare legate de procesul de execuție și trasare, deservind uneori și organizațiile de proiectare cu elemente din teren necesare completării sau detalierii proiectelor (cum ar fi de exemplu studiile de teren pentru căile de comunicații definitive);
- ✓ grupa planului general și calculelor de birou care întocmește planul general al construcțiilor executate și efectuează prelucrarea topografică a proiectelor de construcții în vederea trasării (planul general de trasare și schemele de trasare) precum și calculele de compensare.

Uneori, din cadrul acestor unități topografice face parte și grupa care se ocupă cu cercetările geologice – inginerești, hidrologice, foraje etc.

Alegerea instrumentelor, pentru dotarea acestor unități, se face în funcție de volumul, precizia și termenul de execuție a lucrărilor topografice [23].

### 3.3.2 Ordinea generală a lucrărilor de trasare

La aplicarea proiectelor construcțiilor complexe, ca bază geometrică sunt utilizate axele de trasare, în raport cu care potrivit schemelor de trasare, se determină mărimile tuturor detaliilor de construcții.



Axele principale sau inițiale se leagă de punctele rețelei de construcții dându-li-se și coordonate. De exemplu, ca axe inițiale la trasarea atelierelor sau altor clădiri servesc axele zidurilor exterioare, la trasarea căilor de comunicații, axele longitudinale, iar la trasarea fundațiilor clădirilor ce se construiesc separat, axele de simetrie ale construcției. Cota zero a proiectului construcției este în general cota pardoselii finite a parterului, iar celelalte niveluri se iau în funcție de aceasta, cu o valoare în plus sau în minus. Cota zero are, potrivit proiectului, o anumită cotă absolută.

Ordinea generală de trasare este următoarea: de la punctele rețelei de construcție, se găsește și se fixează pe teren poziția axelor inițiale, conform cu datele de legare. Apoi se construiește o împrejmuire pe care se materializează axele inițiale. De la împrejmuire, utilizând axele inițiale, se trece la axele longitudinale și transversale, de la care ulterior se face trasarea detaliată a construcției.

Cotele din proiect se aplică pe teren plecând de la punctele cele mai apropiate ale rețelei de construcții sau de la reperele așezate suplimentar; totodată cotele convenționale ale terenului se calculează anticipat potrivit cotelor absolute [23].

### 3.3.3 Trasarea axelor inițiale

Pentru trasarea pe teren a construcției cu ajutorul schemelor de trasare sau de lucru, se alcătuiește o schiță de trasare pe care se arată la o scară arbitrară punctele cele mai apropiate ale rețelei de construcții cu coordonatele lor și axele inițiale de trasare ale construcției (coordoanate sau distanțe pînă la laturile rețelei). De asemenea, pe schiță se redau și dimensiunile construcției, care să permită și controlul (fig.3.4).

Punctele *I, II, III, IV* care fixează poziția axelor inițiale ( fig.3.4 ), se trasează de la punctele rețelei de construcții, de regulă prin metoda coordonatelor rectangulare dar poate să fie folosită și metoda coordonatelor polare. Pentru trasare prin metoda coordonatelor rectangulare se determină diferența absciselor și a ordonatelor acestor puncte precum și ale celor mai apropiate puncte ale rețelei. În exemplul din (fig. 3.4), această diferență este egală pentru punctul ( *A/1* ) față de punctul *I2* cu

$$\Delta x_I = 254,00 - 200,00 = 54,00 \text{ m și } \Delta y_I = 472,00 - 400,00 = 72,00 \text{ m}$$

Pentru punctul *IV* (*A/44*) față de punctul *I4*

$$\Delta x_{IV} = 254,00 - 200,00 = 54,00 \text{ m și } \Delta y_{IV} = 800,00 - 730,00 = 70,00 \text{ m}$$

Așezând teodolitul în punctul  $I_2$  pe linia laturii rețelei  $12 - 13$  se aplică  $\Delta y_I = 72,00\text{m}$ . În punctul găsit se deplasează teodolitul și se construiește un unghi drept. În lungul direcției căpătate  $M - I$  paralelă cu axa abscisei se măsoară distanța  $\Delta x_I = 54,00\text{ m}$  și se găsește în teren poziția punctului  $I$ .

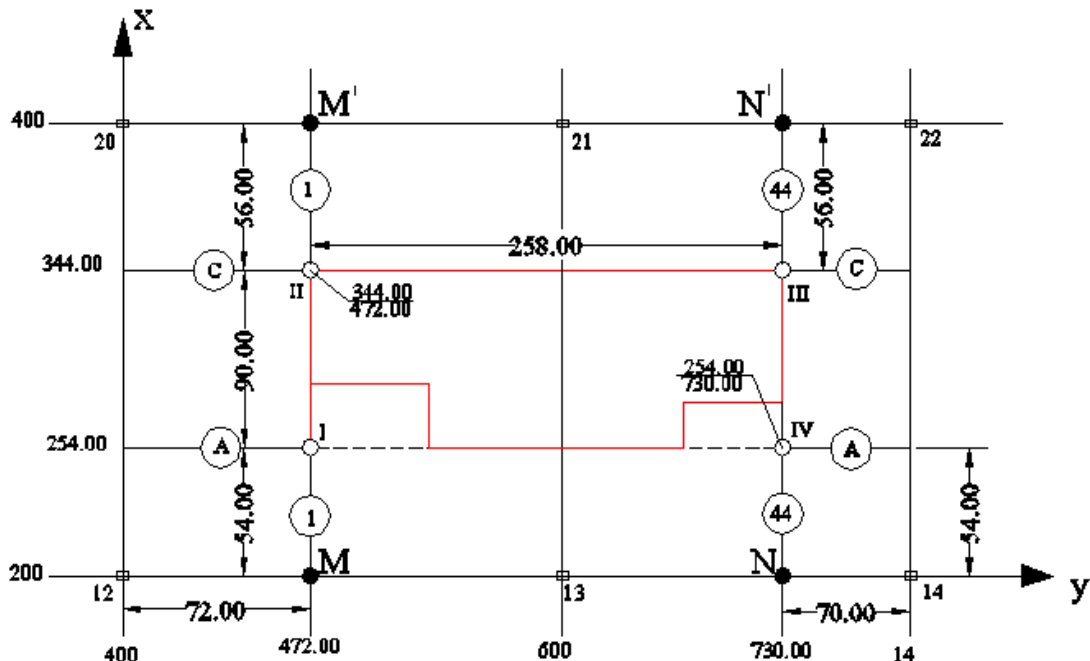


Fig.3.4 Plan trasare construcție

Aplicând de la ultimul punct, în lungul acestei direcții, distanța proiectată între axele  $A - A$  și  $C - C$  egală cu  $90,00\text{ m}$  se obține pe teren punctul inițial  $II$ . Evident că poziția punctului  $I$  se poate obține, de asemenea, aplicând de la început abscisa  $\Delta x_I$  și ordonata  $\Delta y_I$  pe direcția perpendiculară pe aceasta. Pentru controlul trasării poziției punctului  $II$ , se determină de la punctul  $20$  al rețelei mărimea:  $\Delta y_I = 72,00\text{ m}$  și  $\Delta x_I = 56,00\text{ m}$ . Stabilind că nu există nici o greșeală (eroarea de poziție a punctului  $II$  nu depășește  $\pm 3-5\text{ cm}$ ) rezultatele măsurătorilor de control se trec pe schema de trasare, fără să se schimbe poziția inițială a punctului  $II$ . În mod analog, de la punctul  $14$  al rețelei se găsește și poziția punctelor  $IV$  și  $III$  și se verifică trasarea de la punctul  $22$ .

Pentru controlul trasării construcțiilor de dimensiuni mici, se pot măsura laturile construcției  $I - IV$  și  $II - IV$  sau diagonalele, comparând rezultatele măsurătorilor cu valorile din proiect.

Ținând seama de ușurința măsurării directe a distanțelor pe teren în procesul de construcție, la trasarea axelor inițiale pot fi folosite, stațiile totale de precizie de tipul *Leica*. În acest caz, axele construcției se trasează foarte precis conform proiectului, totodată pentru control se verifică coordonata trasată în teren cu coordonata din proiect [23].

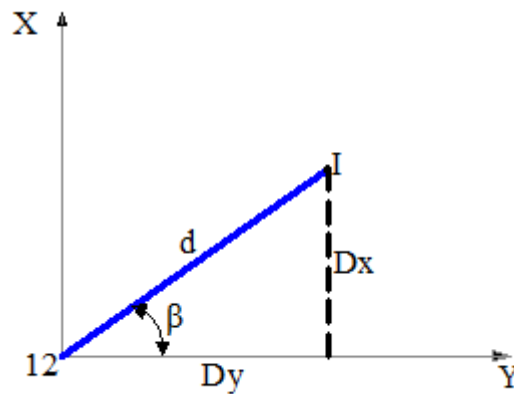


Fig. 3.5 Trasarea unui punct prin metoda polară

Pentru trasarea punctelor inițiale prin metoda polară, anticipat, potrivit creșterilor de coordonate  $\Delta x$  și  $\Delta y$ , se calculează unghiul polar  $\beta$  și distanța  $d$  (fig. 3.5). Apoi se staționează cu teodolitul pe un punct din rețea și se construiește unghiul  $\beta$  față de o latură a rețelei sau față de o latură trasată anterior. Aplicând în lungul acestei direcții, cu ajutorul panglicii sau cu un tahimetru de precizie, distanța  $d$ , se găsește poziția punctului căutat. După stabilirea pe teren a poziției punctelor care fixează axele inițiale, se instalează aparatul pe fiecare din ele și se verifică perpendicularitatea reciprocă a axelor. Se admite  $1^\circ$  ca abatere maximă de la unghiul drept. Trebuie avut în vedere că perpendicularitatea reciprocă a axelor inițiale este una din principalele cerințe puse trasării, deoarece devierea acestor axe duce ulterior la devieri ale tuturor celorlalte axe de construcție [23].

### 3.3.4 Marcarea punctelor trasate

Punctele caracteristice ale construcțiilor, prevăzute în proiecte, se materializează pe teren în procesul de executare a trasărilor cu ajutorul reperelor provizorii și permanente.

Acestea sunt legate de punctele de triangulație pentru trasarea în plan, și de cele ale rețelei de nivelment pentru trasarea pe verticală.

Practica a arătat că folosirea de repere diferite pentru trasarea în plan și pe verticală a construcțiilor nu este recomandabilă. De aceea, pe șantiere se folosesc repere care să servească, atât la trasarea în plan, cât și la trasarea pe verticală a construcțiilor.

Reperele provizorii de trasare servesc pentru indicarea poziției elementelor construcției și se folosesc la trasările provizorii și la controlul efectuării lucrărilor de construcții. Aceste repere sunt în general țărugi în capul cărora se bate un cui.

Reperele permanente de trasare, bornele, se folosesc atunci când este necesar să se asigure o păstrare mai îndelungată a poziției anumitor puncte sau anumitor axe ale construcției. Prin asigurarea unei bune durabilități a punctelor materializate pe teren, ele pot fi utilizate atât pe timpul executării construcțiilor, cât și pentru reconstituiri, amenajări ulterioare sau pentru urmărirea comportării construcției după darea ei în exploatare [23].

Înlocuirea reperelor provizorii cu borne, operație care trebuie efectuată cu multă atenție, se poate face cu doi țărugi (fig.3.6, a), cu patru țărugi (fig.3.6, b), (este procedeul cel mai indicat, acolo unde punctul care se determină este materializat de un țărug; celelalte două perechi servesc pentru: asigurarea poziției acestui țărug de mijloc care ulterior trebuie înlăturat pentru săparea gropii), sau mai exact, cu 8 țărugi (fig.3.6, c).

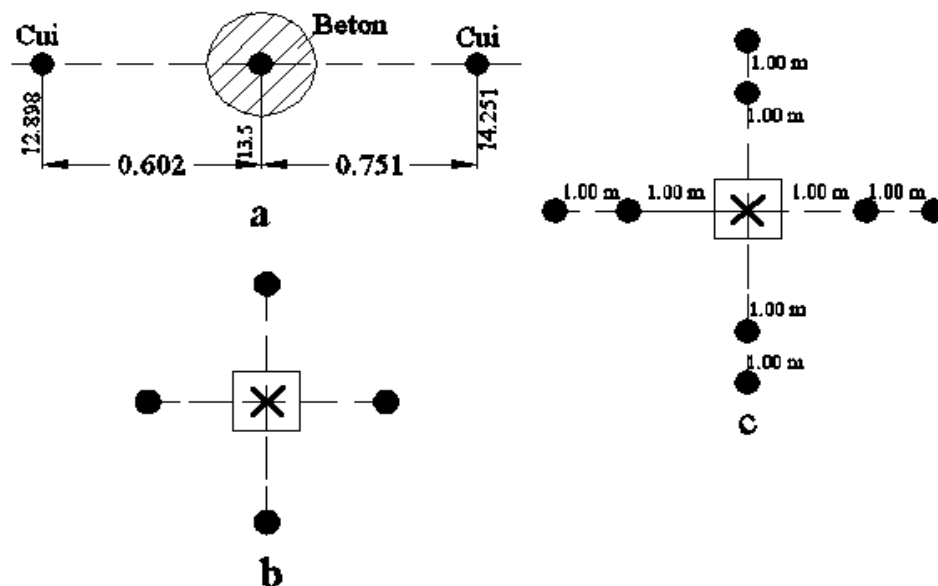


Fig. 3.6 Marcarea punctelor







UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

unde  $H_R$  – este cota reperului de la care se face trasarea,

$r$  – citirea pe mira instalată pe acest reper.

Din relația (4.1) se calculează citirea pe mira  $b^P$  – corespunzătoare cotei proiectate.

$$b^P = H_V - H_B^P \quad (3.5)$$

Pentru trasare – se ridică sau se coboară mira deasupra punctului B până când în dreptul firului nivelor al instrumentului așezat în stația S se va citi  $b^P$ . Talpa mirei se va afla la cota proiectată  $H_B^P$  – punct ce se materializează pe teren printr-un țăruiș (bătut până la talpa mirei), sau printr-o linie trasată pe un stâlp.

Materializarea prin țăruiș bătut până la talpa mirei este anevoioasă, un plus de eficiență și precizie în materializare obținându-se prin calcularea cotei de lucru  $C_L$  (înălțimea țăruișului deasupra solului). Cota de lucru se va obține cu relația:

$$C_L = b^T - b^P \quad (3.6)$$

în care  $b^T$  – reprezintă citirea efectuată pe mira așezată în punctul B la nivelul solului.

În situațiile când este necesară trasarea mai multor puncte la cota din proiect se marchează altitudinea planului de vizare  $H_V$  (planul orizontal al liniei de vizare a aparatului) pe pereți sau cofraje, față de care se măsoară cu mira sau ruleta citirea  $b^P$ , calculată conform relației (3.4).

Pentru control se efectuează citiri pe mirele din reperul R și din punctul trasat B cu ajutorul cărora se determină cota reală a punctului trasat ( $H_B^{mas}$ ), care se compară cu cea din proiect.

Dacă este satisfăcută relația:

$$\left( H_B^{mas} - H_B^P \right) \leq \Delta \quad (3.7)$$

unde  $\Delta$  este abaterea maximă admisă, trasarea se poate considera corectă.

### **Precizia trasării**

Abaterea standard  $\sigma_{H_B}$  de trasare a cotei proiectate a punctului B se calculează cu relația:

$$\sigma_{H_B} = \pm \sqrt{\sigma_{H_R}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_b^2 + \sigma_f^2} \quad (3.8)$$

în care:

$\sigma_{H_R}$  este abaterea standard a cotei reperului de nivelment de execuție;

$\sigma_r$  este abaterea standard a citirii  $r$  pe mira așezată pe reperul de execuție;

$\sigma_b$  este abaterea standard a citirii  $b$  pe mira așezată pe punctul B – în vederea trasării cotei;

$\sigma_f$  este abaterea standard de fixare a cotei proiectate.



### 3.4.2. Trasarea cotelor prin nivelment trigonometric

Procedeul ocupă un rol important în topografia inginerească datorită posibilității folosirii unor distanțe relativ mari de vizare, pentru trasarea unor diferențe de nivel mari și a unor cote pe puncte greu accesibile [30], [18].

Își găsește aplicabilitate la trasarea cotelor din proiecte în cazul infrastructurii podurilor, liniilor de înaltă tensiune, a fundațiilor stâlpilor.

#### *Trasarea*

În vederea trasării se calculează unghiul de înclinare al lunetei  $\alpha^P$  (fig. 3.8), corespunzător cotei proiectate  $H_B^P$  (diferenței de nivel  $h$  care se aplică pe teren).

$$\operatorname{tg} \alpha^P = \frac{h}{D} \quad (3.9)$$

unde  $h = H_B^P - H_R$

Distanța  $D$  se determină în prealabil.

Pentru trasare se deplasează pe verticală mira deasupra punctului  $B$  până când firul nivelor al lunetei teodolitului, care vizează cu unghiul de pantă  $\alpha_P$ , se va citi pe miră înălțimea  $I$  a instrumentului. La talpa mirei se marchează cota trasată.

#### *Controlul trasării*

Pentru control se determină prin nivelment trigonometric cota punctului trasat cu relația cunoscută:

$$H_{BControl}^P = H_R + D \operatorname{tg} \alpha' + I - S \quad (3.10)$$

unde  $\alpha'$  este unghiul de pantă măsurat, dacă se vizează în punctul  $B$  un semnal de înălțime  $S$ . Aceasta se compară cu cota de proiect, verificându-se încadrarea în abaterea maximă admisă,  $\Delta_{\max}$ .

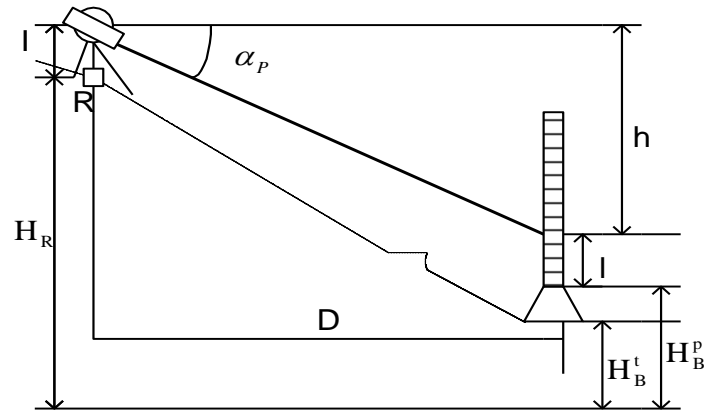


Fig. 3.8 Trasarea cotelor prin nivelment trigonometric

$$\text{Precizia trasării } (H_B^P - H_{B\text{Control}}^P) \leq \Delta_{\max} \quad (3.11)$$

Abaterea standard  $\sigma_{H_R}$ , de trasare a cotei din proiect, este dată de relația:

$$\sigma_{H_B} = \sqrt{\sigma_{H_R}^2 + \sigma_h^2} \quad \text{în care: } \sigma_{H_R} \text{ este abaterea standard de determinare a cotei reperului de execuție R,} \quad (3.12)$$

$\sigma_h$  este abaterea standard de trasare a diferenței de nivel proiectate.

Valoarea abaterii standard totale  $\sigma_{H_R}$  se determină în funcție de abaterea limită  $\Delta$  sau toleranța T.

Abaterea standard  $\sigma_h$ , efectivă, poate fi calculată cu relația:

$$\sigma_h = \sqrt{\text{tg}^2 \alpha \cdot \sigma_D^2 + \frac{D^2}{\cos^4 \alpha} \left( \frac{\sigma_\alpha^{cc}}{\rho^{cc}} \right)^2} \quad (3.13)$$

în care:  $\sigma_D$  – abaterea standard de măsurare a distanței D

$\sigma_\alpha$  – abaterea standard de trasare a unghiului de pantă  $\alpha$

$\rho$  - factor de transformare în radiani ( $\rho^{cc} = 636620$ )

### 3.4.3. Trasarea cotelor prin procedeul combinat

Se aplică atunci când diferența de nivel între reperul de execuție R și punctul a cărei cotă trebuie trasată depășește lungimea unei mire [30], [18].

Procedeeul combinat presupune utilizarea a două instrumente de nivelment geometric de același tip și a unei benzi de oțel suspendate (ruleta divizată în mm). Procedeeul se utilizează la:

- c<sub>1</sub>) Transmiterea cotelor la înălțime (la etaj)
- c<sub>2</sub>) Transmiterea cotelor în adâncime (în groapa de fundație).

### c<sub>1</sub>) Trasarea cotelor la etaj

Ruleta 1 se suspendă de suportul în consolă 2 (fixat pe un parapet). Ruleta este întinsă cu ajutorul greutății cufundată în vasul cu ulei 3 (uleiul atenuează vibrațiile ruletei). Mirele 4 se așează deasupra reperului de execuție R și deasupra punctului B<sub>1</sub>, în care se trasează cota. Instrumentele se așează în stațiile S și S<sub>1</sub> în așa fel încât să respecte principiul egalității porțelor (fig. 3.9) [30], [18].

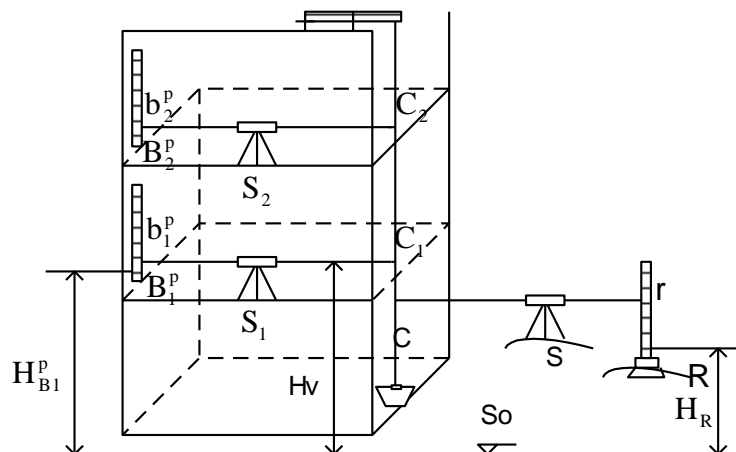


Fig. 3.9 Trasarea cotelor la etaj

În continuare se efectuează citirile:

cu nivelul din stația S citirea  $r$  pe miră și citirea  $C$  pe ruletă;

cu nivelul din stația S<sub>1</sub> citirea  $C_1$  pe ruletă scopul fiind determinarea citirii  $b_1^p$ , corespunzătoare cotei din proiect.

Pentru acesta se exprimă altitudinea  $H_V$  a planului de vizare în stația S<sub>1</sub> în două moduri:

$$H_V = H_{B_1}^p + b_1^p = H_R + r + (c_1 - c) \quad (3.14)$$

de unde:

$$b_1 = H_V - H_{B_1}^p = H_R + r + (c_1 - c) - H_{B_1}^p \quad (3.15)$$

### Trasarea

Trasarea se efectuează prin deplasarea mirei pe verticală deasupra punctului  $B_1$  până când se va citi pe ea, în dreptul nivelor, valoarea  $b_1^p$  calculată. În mod asemănător se procedează pentru trasarea cotelor proiectate la celelalte niveluri ale construcției.

Dacă se pune problema determinării directe a diferenței de nivel în vederea transmiterii cotei între puncte situate la diferite niveluri ale construcției banda de măsurare poate fi atârnată cu ajutorul greutății, cu care este adusă la tensiunea indicată de firma producătoare, prin puțul casei scării sau prin golurile lăsate în planșee (fig 3.10).

Se determină mai întâi la parte cota  $H_B$  a unui punct  $B$ , prin nivelment geometric, de la un reper de execuție din zona șantierului. Se efectuează apoi citirile  $b$ , pe mira așezată pe punctul  $B$ , și  $c$  pe ruleta.

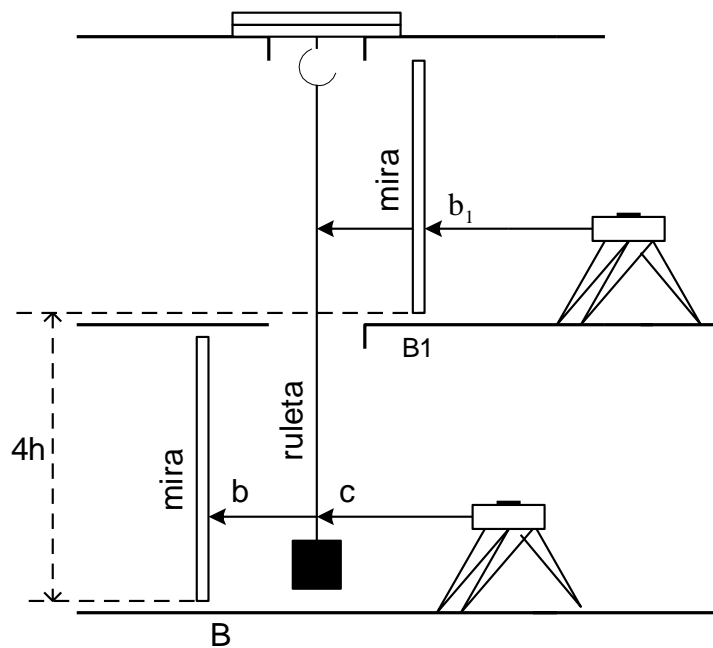


Fig. 3.10 Determinarea cotei la etaj

Apoi se așează la etajul dorit mira pe un punct marcat  $B_1$  și se citesc cu ajutorul instrumentului așezat la nivelul respectiv valorile  $b_1$  pe miră și  $c_1$  pe ruletă. Diferența de nivel dintre punctele  $B$  și  $B_1$  va fi:

$$\Delta_h = (c - c_1) + (b - b_1) \quad (3.16)$$

iar cota punctului de la etaj



$$H_{B1} = H_B + \Delta_h \quad (3.17)$$

## c2) Trasarea cotei în adâncime (în groapa de fundație)

Modul de lucru este asemănător cu cel din cazul c.1.

Se exprimă în 2 moduri altitudinea planului de vizare  $H_v$  în stația S (fig. 3.11):

$$H_v = H_B^p + b_p + (c_1 - c) = H_R + r \quad (3.18)$$

Din această relație se determină citirea  $b^p$  corespunzătoare cotei proiectate:

$$b_p = H_R - H_B^p + r - (c_1 - c) \quad (3.19)$$

Se compară citirea  $b^p$  calculată cu citirea  $b$  efectuată pe mira așezată pe fundul gropii de fundație rezultând cota de lucru  $C_L$  (stratul de pământ ce mai trebuie săpat pentru a ajunge la cota proiectată).

$$C_L = H_B - H_B^p = b^p - b \quad (3.20)$$

Dacă se urmărește trasarea unei cote în groapa de fundație deja executată se procedează ca în cazul anterior ridicând sau coborând mira până când se va citi pe ea în dreptul firului nivelor valoarea  $b^p$  calculată. Materializarea se face printr-o trăsătură efectuată pe zid, în dreptul tălpii mirei.

*Obs.1.* Pentru mărirea preciziei de trasare a cotelor se fac 2-3 citiri, introducându-se în calcule valorile medii.

*Obs.2.* Ruleta și cele 2 mire trebuie să aibă buletine de etalonare pentru a se putea calcula corecțiile de etalonare. Ruleta se suspendă cu o jumătate de oră înaintea începerii măsurătorilor pentru a lua temperatura aerului care se și măsoară cu termometrul.

Precizia trasării

Abaterea standard de trasare a unei cote prin procedeul combinat se poate calcula cu relația:

$$\sigma_{H_B^p} = \sqrt{\sigma_{H_R}^2 + \sigma_r^2 + \sigma_b^2 + \sigma_l^2} \quad (3.21)$$

în care:

-  $\sigma_{H_R}$  este abaterea standard a cotei reperului de execuție  $H_R$ ;

$\sigma_r$  este abaterea standard a citirii pe mira așezată pe reperul de execuție R;

$\sigma_b$  abaterea standard a citirii pe mira cu care se tatonează pe verticală deasupra punctului B;

$\sigma_l$  abaterea standard a segmentului  $l$  de ruletă dintre citirile  $c$  și  $c_1$  ( $l = c - c_1$ ), căruia i s-au aplicat corecțiile de etalonare, temperatură și forță de întindere.



## CAPITOLUL 4

### METODE DE MĂSURARE GPS

Conceptul de rețea geodezică de sprijin a capătă altă semnificație prin introducerea tehnologiei GPS. Astfel, a dispărut elementul cel mai greu: vizibilitatea între punctele rețelei. Sigur, metodologia GPS nu rezolvă problemele geodeziei, există elemente care perturbă calitatea datelor sau chiar compromit măsurătorile [67].

Cea mai importantă condiție în obținerea unor rezultate bune este vizibilitatea cerului din punctul în care se staționează cu receptoare GPS. Astfel, nu se pot efectua determinări în păduri sau în liziere, de asemenea în zonele cu clădiri foarte mari, etc.

De asemenea trebuie estimată perioada de măsurare pentru a avea un GDOP (Geometry Dilution of Precision) foarte bun. Acest parametru arată geometria sateliților care trebuie să fie optimă. Făcând o analogie cu topografia clasică, este similar cu a avea la retrointersecție puncte cu coordonate cunoscute răspândite optim în cele patru cadrane.

După poziția, tipul receptoarelor și timpul de staționare, măsurătorile GPS pot fi:

- ✓ măsurători prin metode statice
- ✓ măsurători prin metode real-time

#### 4.1 Metoda statică

Este cea mai utilizată metoda la realizarea rețelelor geodezice care necesită precizii foarte mari. Metoda statică presupune existența a minimum două receptoare GPS amplasamente pe două puncte materializate pe teren. Cele două receptoare primesc semnal de la aceiași minim 4 sateliți și au timpul de staționare comun. Distanța dintre cele două receptoare trebuie să fie minim de 2 metri. Maximul de distanță este legat de vizibilitatea celor patru sateliți comuni.

Cu cât distanța este mai mare, cu atât timpul de staționare este mai mare. De asemenea, pentru obținerea unui randament mai bun și a unor precizii mai bune, numărul receptoarelor este mai mare, la care se pot adăuga și stațiile permanente.



#### 4.1.1 Metoda cu două receptoare

În principiu, unul din receptoare este amplasat pe un punct, iar celălalt receptor staționează o perioadă de timp pe fiecare din celelalte puncte (Fig.4.1). De exemplu, stația fixă (cea care rămâne pe punct) este amplasată pe punctual de coordonate cunoscute A, celălalt receptor staționează punctele noi , E, F,G și H, apoi cel puțin un punct vechi B, C sau D, în acest caz avem o singură determinare pentru punctele noi.

Conform normelor în vigoare, fiecare punct nou trebuie să aibă cel puțin patru vectori de poziție (determinări), pentru aceasta avem două variante:

- ✓ Staționarea cu receptorul fix și pe punctele vechi B, C și D și determinarea celorlalte puncte noi. Astfel, vom avea patru determinări independente pentru fiecare punct nou , caz în care se poate aplica metoda celor mai mici pătrate.
- ✓ Determinări cu stația totală între fiecare două puncte vizibile, integrand măsurătorile de direcții și distanțe cu măsurătorile GPS într-un singur model de prelucrare prin metoda celor mai mici pătrate.

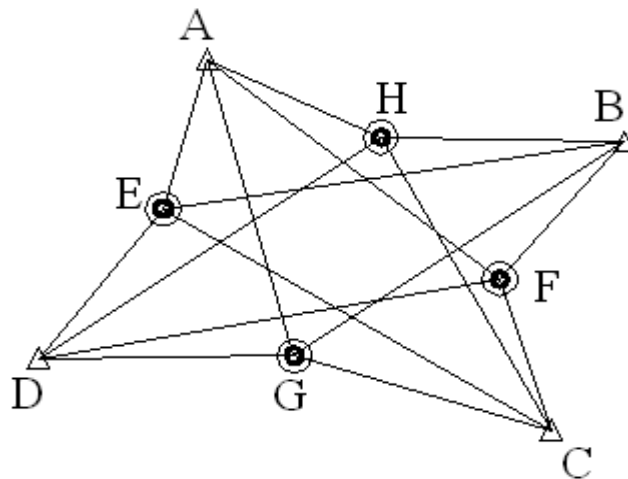


Fig. 4.1.a Metoda cu două receptoare

Nu este obligatoriu ca stația fixă să fie amplasată pe un punct de coordonate cunoscute (Fig. 4.1.b). De exemplu se poate staționa pe punctual H acesta fiind punct nou, în acest caz receptorul mobil se staționează pe cel puțin u punct vechi și pe toate punctele noi. Dacă s-s staționat punctual vechi A, se determină în primă fază coordonatele punctului H. Din coordonatele punctului H se determină apoi și coordonatele celorlalte puncte noi: E, F, și G.

Procedeul se repetă apoi cu staționare tot pe un punct nou sau pe un punct vechi, în final fiecare punct nou trebuie să aibă cel puțin patru vectori de determinare [67].

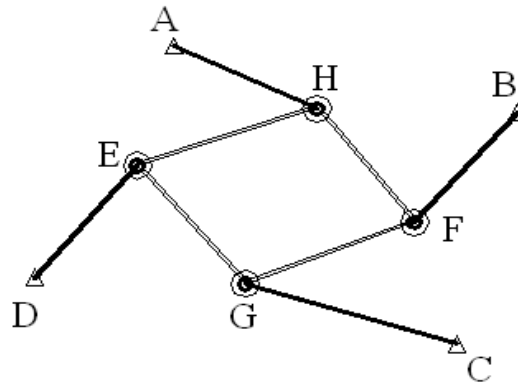


Fig. 4.1.b Metoda cu două receptoare

#### 4.1.2 Metoda cu trei receptoare

În acest caz există mai multe variante:

1. Staționarea receptorului care rămâne fix pe un punct cunoscut iar celelalte două se deplasează pe punctele noi și pentru verificare (Fig. 4.2 );
2. Staționarea a două receptoare fixe pe două puncte de coordonate cunoscute, iar unul din receptoare mobil care se deplasează pe fiecare punct nou (Fig. 4.3 );
3. Staționarea receptorului fix pe oricare din punctele noi, celelalte două staționând cel puțin un punct cu coordonate cunoscute și toate punctele noi (Fig. 4.4 );
4. Staționarea a două receptoare fixe pe puncte noi, celălalt receptor staționând pe rând toate punctele noi și cel puțin un punct cu coordonate cunoscute (Fig. 4.5 );
5. Staționarea a două receptoare fixe unul pe un punct nou, unul pe un punct cu coordonate cunoscute, celălalt receptor staționând pe rând celelalte puncte noi (Fig. 4.6 );

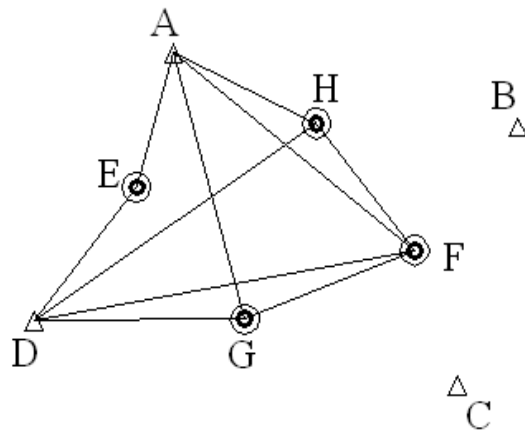


Fig. 4.2 Metoda cu trei receptoare

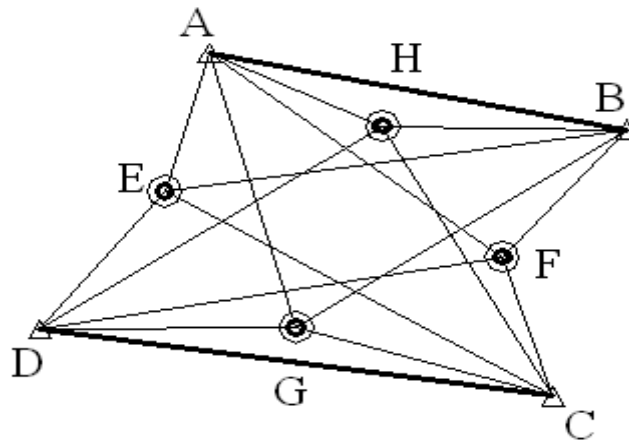


Fig. 4.3 Metoda cu trei receptoare

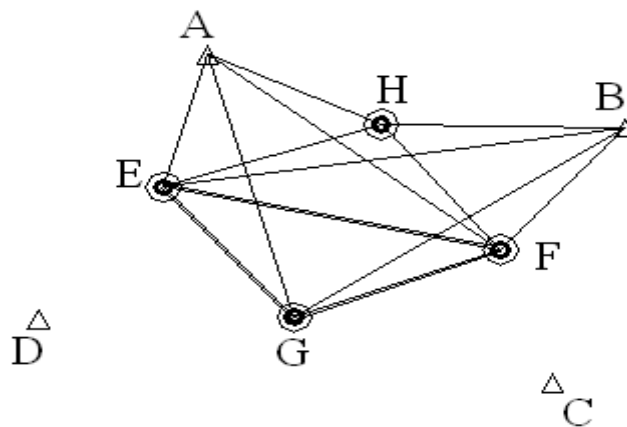


Fig. 4.4 Metoda cu trei receptoare

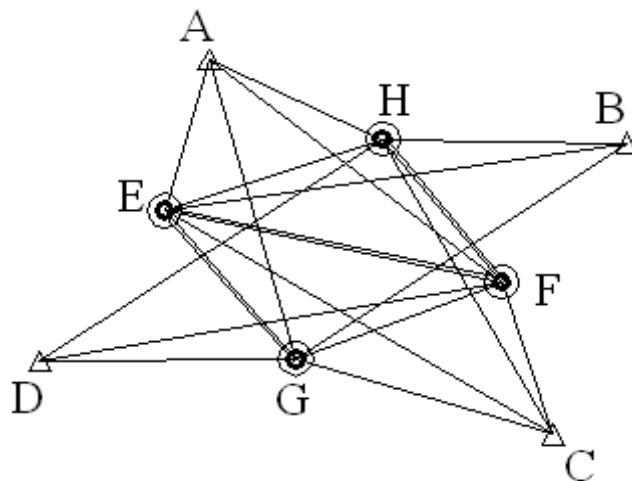


Fig. 4.5 Metoda cu trei receptoare

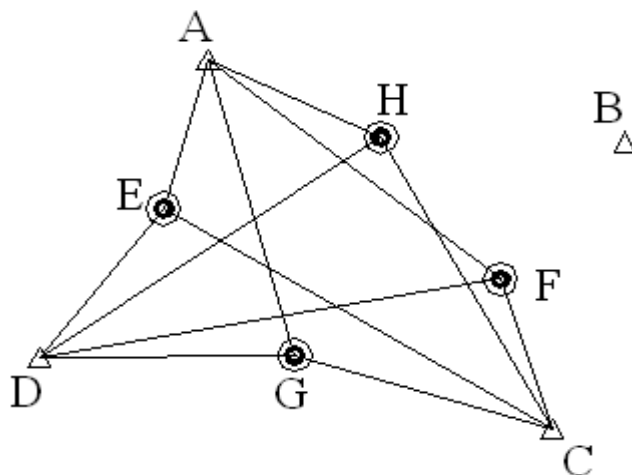


Fig. 4.6 Metoda cu trei receptoare

1. Din figura 4.2 se observă că staționând punctual de coordonate cunoscute A, iar cele două receptoare sunt amplasate pe punctele noi E și H, avem simultan determinarea coordonatelor E și H dar și un vector de determinare între punctele E și H. Tot din punctul A se pot determina punctele noi G și F dar și vectorul de control între G și H. Se pot staționa apoi punctele B, C și D cu coordonate cunoscute pentru determinarea punctelor noi.

2. Se staționează receptoarele GPS fixe în punctele cu coordonate cunoscute A și B (fig. 4.3.). Se determină simultan din aceste două puncte coordonatele punctelor noi: E, F, G și H prin dublă radiere. Dacă se staționează apoi punctele C și D care au de asemenea coordonate cunoscute, punctele E, F, G și H vor avea patru vectori independenți pentru fiecare punct nou



determinat. De asemenea se verifică încadrarea punctelor vechi prin vectori AB și CD unde va rezulta o diferență de distanță și de coordonate.

3. Se staționează cu receptorul GPS fix pe punctul nou E ( fig. 4.4.), celelalte două receptoare se amplasează în punctele A și punctul nou H. Astfel se determină coordonatele punctului nou E din A și ale punctului H tot din A. De asemenea se determină vectorul dintre punctele E și H. Se pot staționa apoi cu receptoarele mobile punctele noi F și G. Astfel, din coordonatele punctului nou determinat E se vor determina coordonatele punctelor noi F și G, respectiv va rezulta și vectorul dintre punctele F și G.

4. Se poate staționa cu receptoarele fixe pe punctele E și H fixe ( fig. 4.5.). Receptorul mobil staționează punctele A, F, G, eventual și un alt punct de coordonate cunoscute, B. Se determină astfel coordonatele punctelor noi E și H direct din punctele cu coordonate cunoscute A și B, de asemenea se determină și coordonatele punctelor noi F și G. Apoi receptoarele mobile se pot muta în punctele noi F și G, receptorul mobil fiind mutat pe rând în punctele de coordonate cunoscute C și D și în punctele noi E și H.

5. Un receptor fix este amplasat pe un punct cunoscut A, iar celălalt receptor fix pe un punct nou H (fig. 4.6.). Receptorul mobil se deplasează în punctele noi E, F, G și eventual pe punctele C și D. După încheierea primului set de măsurători se staționează din nou un punct cunoscut C și punctul nou F [67].

#### 4.1.3 Metoda cu mai multe receptoare

Cu cât sunt mai multe receptoare cu atât se determină mai corect și mai precis coordonatele punctelor noi. În cazul a 8 puncte, patru puncte de coordonate cunoscute și patru puncte noi, cu opt receptoare se vor determina un număr de 28 vectori, respective combinații de opt puncte luate câte două. Se măsoară astfel toate combinațiile posibile.

## 4.2 Metoda RTK (real-time) prin unde radio

### 4.2.1 Principiu

Principiul sistemului GPS diferențial constă în observarea erorilor de măsurare a pseudodistanțelor privind fiecare satelit observabil într-un punct de referință a cărui poziție este cunoscută cu precizie în sistemul WGS 84 (World Geotetic System ). Observarea acestor

erori permite stabilirea corecțiilor care sunt transmise radio, așa încât de ele să beneficieze utilizatorii (stațiile mobile) care evoluează în zona de interes din jurul stației de referință.

Cele mai performante sisteme de transmitere a corecțiilor prin radio, la ora actuală, permit ca aceste corecții să fie transmise până la distanțe de 45-50 Km față de stația de referință. Această distanță poate fi depășită cu ajutorul utilizării sistemului de telefonie mobilă pe post de transmisie a corecțiilor respective prin internet.

Problema care apare este legată de faptul că atât stația fixă, care transmite corecțiile cât și stația mobilă trebuie să recepționeze minim patru sateliți. Din acest motiv, distanța între cele două receptoare nu poate fi mărită foarte mult.

Cauzele principale ale erorilor de măsurătoare în sistemul GPS sunt:

- ✓ Erorile privind estimarea intervalelor de timp pentru propagarea datelor GPS;
- ✓ Erorile legate de informațiile transmise prin satelit privind ceasul satelitului și datele orbitale;
- ✓ Erorile voluntare provocate prin degradarea voluntară a sistemului GPS;

Toate aceste erori sunt corelate pe toată suprafața zonei de interes și sunt corelate prin acest sistem diferențial cu transmiterea datelor prin unde radio.

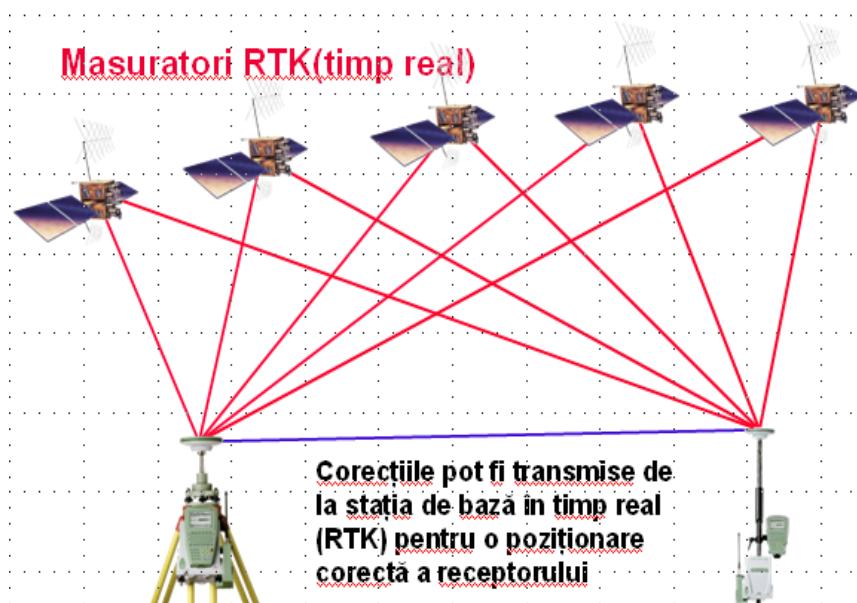


Fig. 4.7.a Transmiterea datelor prin unde radio

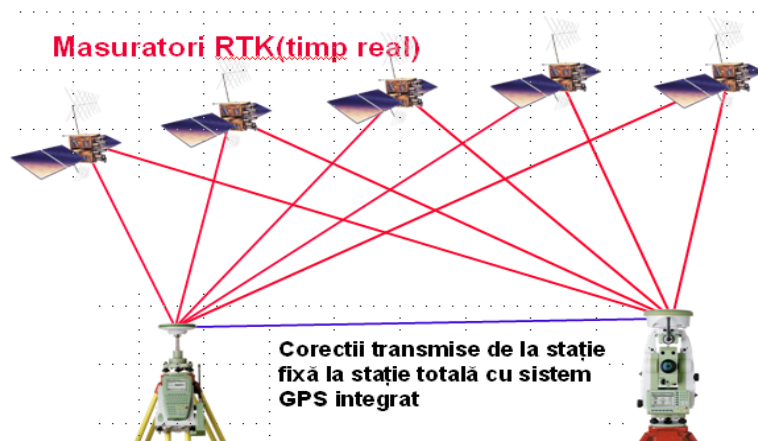


Fig. 4.7.b Transmiterea datelor prin unde radio

#### 4.2.2 Calculul corecțiilor de la stația de referință și recepția acestora la stația mobilă

Calculul corecțiilor se face printr-un modul receptor, echipat cu 12/16 canale paralele de recepție, permițând să se calculeze simultan corecțiile de la 12/16 sateliți.

Modulul receptor calculează pentru fiecare satelit:

- ✓ Diferența dintre distanța măsurată și distanța teoretică obținută pornind de la datele efemeridelor și de la poziția cunoscută a antenei GPS de la stația de referință;
- ✓ Viteza evoluției corecției;

Corecțiile sunt calculate la fiecare 0,6 secunde pentru toți sateliții și sunt transmise la unitatea centrală care gestionează emisia.

Un mesaj de corecție transmis la unitatea centrală de către modulul receptorului GPS cuprinde:

- ✓ Numărul săptămânii;
- ✓ Contorul Z, care permite să se dateze cu precizie fiecare corecție în scara de timp GPS;
- ✓ Indicarea schimbării efemeridelor;
- ✓ Corecția observată ( maxim  $\pm 9.999.999$  milimetri);
- ✓ Viteza evoluției corecției (maxim  $\pm 999$  mm/s);
- ✓ Numărul satelitului;
- ✓ Corecția ionodferică calculată la stația de referință;
- ✓ Corecția troposferică calculată la stația de referință;



### 4.3 Modul de lucru

#### 4.3.1 Planificarea sesiunilor

La planificarea sesiunilor este recomandabil să utilizăm intervalele de timp în care valoarea GDOP (Geometric Dilution Of Precision ) este mai mică. Deoarece datorită mai multor factori mai mult sau mai puțin previzibili este imposibil să planificăm sesiunile la minut și de aceea este mai bine să măsurăm cu un punct mai puțin decât să reducem timpul de observare în celelalte puncte.

Valoarea GDOP(Geometric Dilution Of Precision ) ne ajută să analizăm influența geometriei sateliților disponibili deasupra zonei de lucru. Pentru metoda rapid statică aceasta trebuie să fie mai mică de 8, dar este recomandabil să alegem sesiunile în perioadele când nu depășește valoarea 6. În principiu este bine să alegem sesiunile de lucru în perioadele când sunt vizibili minimum 5 sateliți cu o elevație de peste 15°, iar valoarea GDOP este mai mică de 6 atât pentru stația de referință cât și pentru stația mobilă [66], [28].

Dacă știm că în zona de lucru există obstrucții majore, o recunoaștere prealabilă urmată de o simulare a obstrucțiilor în programul de planificare va conduce la obținerea unor rezultate deosebit de bune.

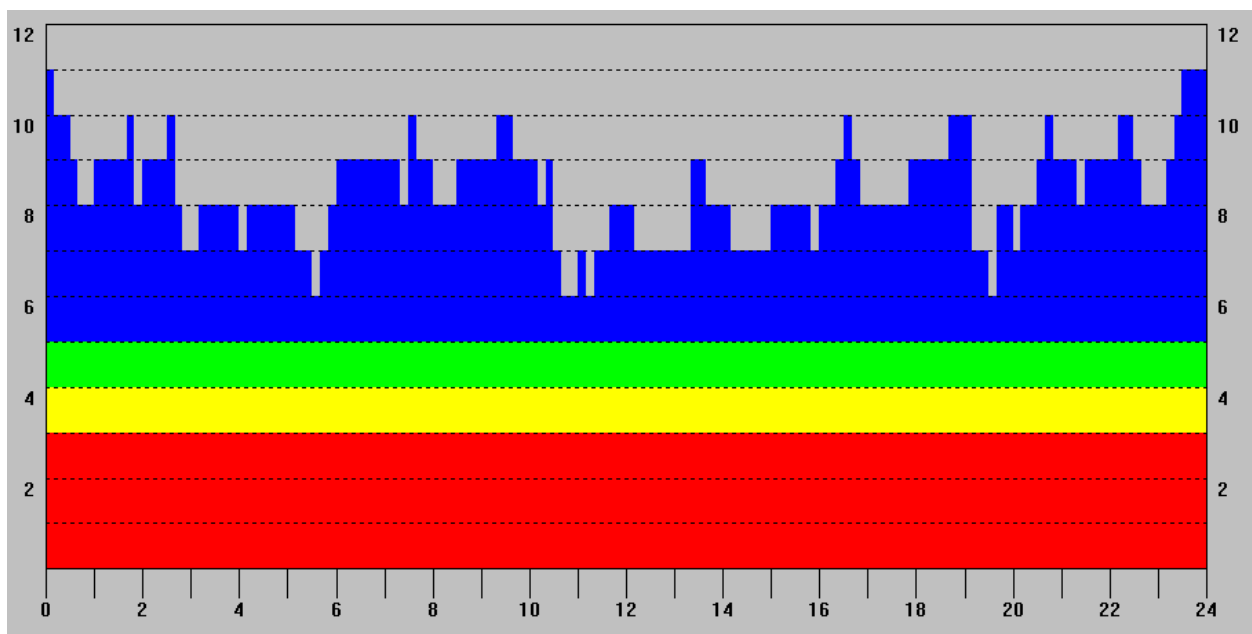


Fig.4.8 Planificarea sesiunilor



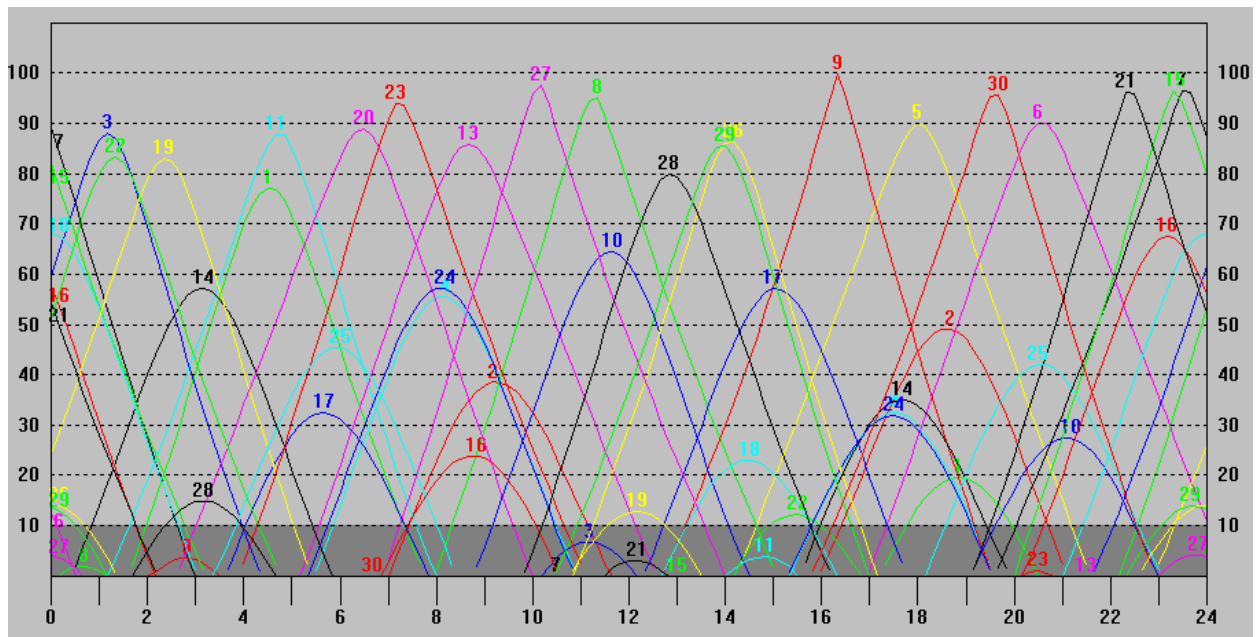


Fig.4.9 Elevația sateliților

#### 4.3.2 Durata sesiunii și lungimea bazei

Durata unei sesiuni, pentru obținerea unui rezultat bun la post procesare, depinde de mai mulți factori: lungimea bazei, numărul sateliților observați, valoarea GDOP (Geometric Dilution Of Precision), perturbările ionosferice. Deoarece perturbările datorate atmosferei sunt mult mai mici noaptea este avantajos, dacă este posibil, ca măsurarea bazelor lungi (20-30 Km) să se facă în această perioadă. Este recomandabilă mărirea duratei sesiunii dacă doi din patru sau cinci sateliți observați au elevația mai mică de 20° [66], [28].

Tab.4.1

Metoda	Număr sateliți GDOP<8	Lungime	Sesiune zi	Sesiune noapte
Rapid-static	Minim 4 Minim 4 Minim 5	Până la 5 Km Între 5-10 Km Între 10-15 Km	5-10 minute 10-20 minute Peste 20 minute	5 minute 5-10 minute 10-20 minute
Static	Minim 4 Minim 4	Între 15-30 Km Peste 30 Km	1-2 ore 2-3 ore	1 oră 2 ore

### 4.3.3 Observațiile de teren

La alegerea amplasamentului stației de referință trebuie să se țină seama de mai multe criterii:

- ✓ Să nu fie obstrucționat la o elevație mai mare de 15°;
- ✓ Să nu existe în apropiere suprafețe reflectante care să genereze efectul multipath;
- ✓ Să nu se afle în apropierea zonelor cu trafic intens și dacă este posibil să se aleagă locații sigure;
- ✓ Să nu se afle în apropierea releelor, a liniilor de înaltă tensiune sau a căilor ferate electrificate;

De asemenea stația de referință trebuie să îndeplinească anumite condiții tehnice:

- ✓ Acumulatorii să fie complet încărcăți;
- ✓ Să se asigure conectarea unei a doua baterii sau să se utilizeze conectarea externă;
- ✓ Memoria trebuie să aibă o capacitate suficientă pentru întreaga durată a sesiunii;
- ✓ Se va verifica înălțimea antenei;
- ✓ Se vor verifica parametri configurați dacă sunt corecți și se potrivesc cu parametri stațiilor mobile;

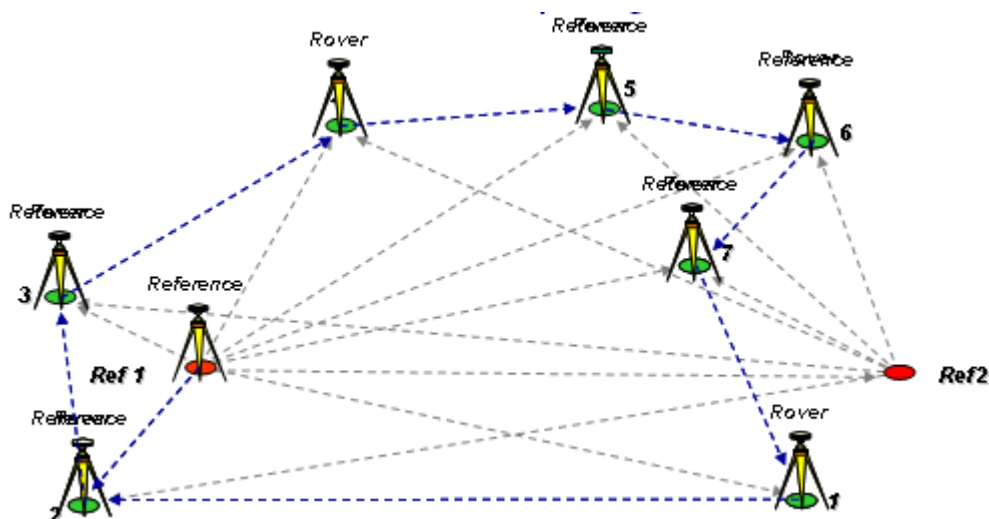


Fig. 4.10 Observații de teren

Pentru a evita ca rezultatele să fie influențate de erori sistematice, coordonatele WGS 84 (World Geotetic System ) ale punctului de referință trebuie cunoscute cu o precizie de  $\pm$



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

10 m. Dacă acest punct va fi determinat prin metoda Single Point Position (SPP) atunci este necesar ca timpul de staționare în punct să fie de minimum 2-3 ore, recepționând cel puțin 4 sateliți și având o valoare mică a GDOP (Geometric Dilution Of Precision).

Pentru sesiunile scurte operatorul trebuie să urmărească permanent valoarea GDOP (Geometric Dilution Of Precision) și să se mărească timpul de staționare în cazul când acesta are valori ridicate sau, dacă a depășit valoarea 8, să întrerupă și să reia sesiunea când valoarea GDOP (Geometric Dilution Of Precision) a scăzut la valoarea optimă.

### 4.4 Prelucrarea observațiilor GPS

Prelucrarea datelor GPS se realizează funcție de metoda de măsurare, de sistemul de coordonate utilizat (Stereografic 1970 sau EUREF), de tipul măsurărilor efectuate în rețea, de metoda de prelucrare aleasă. [58], [59].

Este de menționat faptul că receptoarele GPS prelucrează semnalul de la satelit și dau poziția receptorului în coordonate sistem global elipsoidal pe elipsoidul WGS 84 (World Geotetic System).

În România sistemul de coordonate oficial este sistemul Stereografic 1970 care are ca bază elipsoidul Krasovski. Pentru a obține coordonate din sistemul WGS 84 în sistemul Stereografic 1970 sunt două căi, amândouă utilizând niște parametri de transcalcul, respectiv parametri utilizabili pe toată țara și parametri utilizabili local.

Datele înregistrate sunt descărcate cu ajutorul programelor furnizate de producătorul receptoarelor. Momentele înregistrărilor sunt suprapuse pe datele colectate de la alte receptoare și se aleg timpii comuni de înregistrare.

Pentru punctele staționate în aceeași perioadă se pot calcula vectorii relative de poziție:  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  și  $\Delta Z$ . Dacă unul din aceste puncte este considerat punct cu coordonate cunoscute, atunci celuilalt i se pot determina coordonatele absolute, provizorii.

Având coordonatele provizorii și mai multe determinări (din mai multe puncte vechi și noi), coordonatele finale rezultă utilizând metoda celor mai mici pătrate, măsurători indirecte.



#### 4.4.1 Prelucrarea datelor pentru a obține coordonate în sistem WGS 84

##### 4.4.1.1 Importul datelor

Datele pot fi transferate din receptor în computer fie prin intermediul cablului serial, fie cu ajutorul unui cititor de cartele.

În timpul transferului operatorul are posibilitatea de a controla și edita anumite elemente:

- ✓ Denumirea punctului (se verifică dacă aceleași puncte măsurate de două sau mai multe ori au exact aceeași denumire sau dacă puncte diferite au aceeași denumire);
- ✓ Înălțimea antenei să corespundă cu înălțimea trecută în caietul de teren;

##### 4.4.1.2 Procesarea datelor

Pentru obținerea unor rezultate de precizie ridicată este necesar să cunoaștem cu o precizie de  $\pm 10$  m coordonatele WGS 84 ale unui punct din rețea. Dacă stația de referință a fost amplasată într-un punct nou, iar un punct de coordonate locale cunoscute a fost staționat cu receptorul mobil, atunci, dacă se cunosc parametrii de transformare, se calculează mai întâi coordonatele WGS 84 ale punctului cunoscut și apoi se calculează baza spre punctul nou, obținându-se în acest fel coordonatele WGS 84 ale stației de referință.

Dacă nu se cunosc parametrii locali de transformare atunci se calculează coordonatele aproximative ale punctului de referință cu ajutorul metodei “single point”. Prin setarea implicită satelitul cu o elevație mai mică de  $15^\circ$  nu sunt utilizați la procesarea datelor tocmai pentru a reduce efectele negative datorate distorsiunilor din ionosferă.

Pentru a crește precizia se utilizează atât codul cât și faza semnalului (setarea automatic). Utilizarea numai a codului poate fi făcută pentru calculul rapid al bazelor atunci când nu este necesară obținerea unei precizii mai bune de 0.3 m în poziția determinată.

În funcție de lungimea bazei măsurate se utilizează algoritmi de calcul diferiți. Limita implicită a lungimii bazei pentru care se trece de la un alt algoritm la altul este de 20 Km, pentru baze sub această limită măsurătorile pe cele două frecvențe L1 și L2 sunt introduse ca observații individuale în prelucrarea prin metoda celor mai mici pătrate.

Pentru baze peste această limită este utilizată metoda denumită L3, care reprezintă o combinație liniară între L1 și L2, această metodă având avantajul că elimină influența



ionosferei. Dezavantajul este că valorile întregi ale lungimilor de undă nu mai pot fi calculate și deci nu mai pot fi rezolvate ambiguitățile.

#### 4.4.1.3 Selectarea bazelor

Înainte de a începe postprocesarea trebuie analizată rețeaua GPS măsurată. Obiectivele verificate vor fi:

- ✓ Existența sau obținerea de coordonate WGS 84 (World Geotetic System) suficient de precise pentru unul din puncte;
- ✓ Măsurătorile în punctele cu coordonate locale cunoscute;
- ✓ Calculul coordonatelor stațiilor de referință;
- ✓ Măsurătorile executate din aceste stații;
- ✓ Selectarea bazelor în funcție de lungimea lor(lunghi sau scurte);

Bazele se vor selecta și calcula una câte una, rezultatele vor fi analizate iar coordonatele obținute se vor salva dacă rezultatele se încadrează în parametrii ceruți. Este recomandabil să existe controale pentru stațiile de referință prin determinarea lor din cel puțin două puncte.



## CAPITOLUL 5

### ELEMENTE SPECIFICE LUCRĂRILOR TOPO-GEODEZICE AFERENTE CĂILOR DE COMUNICAȚIE TERESTRE

#### 5.1 Infrastructura și suprastructura căilor de comunicație terestre

Drumurile reprezintă fâșii pe suprafața pământului amenajate special pentru înlesnirea circulației oamenilor și vehiculelor [47].

Scoarța terestră prezintă în majoritatea cazurilor, o suprafață neregulată, având dealuri și munți cu pante pronunțate și înălțimi mari, depresiuni și văi adânci cu maluri abrupte și nestabile, ape curgătoare – superficiale și subterane – , precum și o oarecare sensibilitate la acțiunea agenților exteriori: apă, vânt, umiditate – soare, îngheț – dezgheț.

În asemenea condiții, circulația oamenilor și mai ales a vehiculelor este imposibilă sau, în orice caz foarte anevoioasă.

Pentru înlăturarea acestor neajunsuri, constructorul de drumuri este nevoit să facă o serie de lucrări: sapă tunele sau tranșee, execută umpluturi și viaducte, construiește poduri, face drenuri, ziduri de sprijin, asanări, evită sau consolidează zonele critice sau nesigure.

Totalitatea acestor lucrări menite să învingă dificultățile impuse de relief formează infrastructura drumului.

Lucrările de infrastructură sunt chemate să micșoreze, pentru vehicule și oameni, rezistențele datorită reliefului regiunii, datorită gravității.

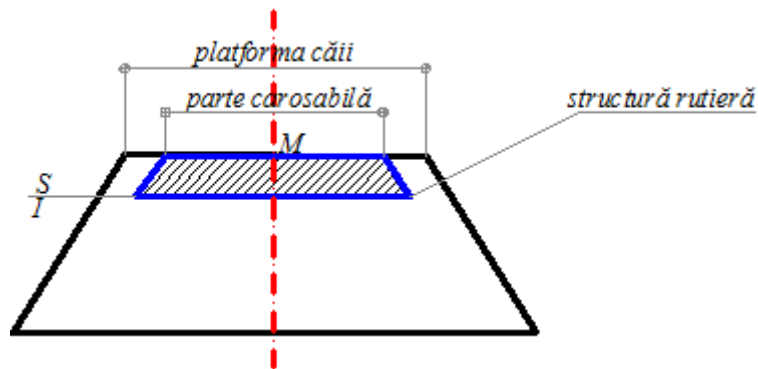
Infrastructura cuprinde, deci, lucrările de pământ (terasamente) inclusiv lucrările de consolidare, asanare sau protecție (ziduri de sprijin, drenuri, pereuri, etc.) și lucrările de artă (poduri, podețe, tunele).

Terasamentele cuprind totalitatea lucrărilor de pământ (săpături, umpluturi, transporturi) executate în vederea realizării rambleelor (umpluturilor) și debleelor (săpăturilor) din infrastructura drumurilor.

La partea superioară a terasamentelor de drumuri se execută stratul de formă care are rolul de a uniformiza și spori capacitatea portantă la nivelul patului drumului.

La căile ferate la partea superioară a terasamentelor se execută stratul de repartiție din nisip sau pietriș de râu neciuruit.

Pentru a permite o circulație sigură și comodă, cu viteze mari și, mai ales pentru a reduce cât mai mult rezistențele pe care le întâmpină un vehicul în mers, partea superioară a căii, care vine în contact cu vehiculele, trebuie amenajată în mod special pentru a asigura o suprafață de rulare cât mai bună. Cu cât această suprafață este mai netedă, mai perfecționată, cu atât efortul de tracțiune este mai redus, iar viteza posibil de atins mai mare.



S – suprastructură

I – infrastructură

Fig 5.1 Secțiune transversală de drum

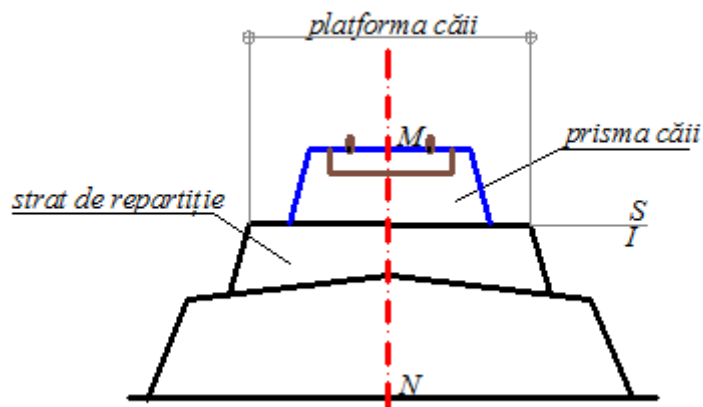


Fig. 5.2 Secțiune transversală de cale ferată

Totalitatea lucrărilor executate cu scopul de a ușura circulația prin reducerea rezistențelor datorită frecărilor (rezistența de rulare, de rostogolire) dintre vehicul și suprafața de rulare formează suprastructurii căii.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Suprastructura unui drum constituie deci elementul intermediar dintre vehicul și pământ (terasament) și este chemată, pe de o parte, să preia sarcinile din circulație și să le predea terasamentului (patului), reduse corespunzător prin repartizarea lor pe suprafețe mai mari, iar pe de altă parte, să micșoreze rezistențele datorită frecărilor.

Infrastructura și suprastructura formează cele 2 părți principale ale unui drum; infrastructura este partea inferioară a drumului și susține suprastructura.

Suprastructura unui drum este alcătuită din structura rutieră și amenajarea acostamentelor (suprafețele laterale care mărginesc suprastructura).

Ansamblul de straturi care alcătuiesc structura rutieră și zona activă a terasamentelor (adâncimea până la care se anulează practic eforturile unitare produse de sarcinile mobile) formează complexul rutier.

Legătura dintre infrastructură și suprastructură se face prin patul drumului reprezentând partea superioară a terasamentelor, în general amenajată, pe care se așază sistemul rutier.

La căile ferate convenționale, sustentanța și dirijarea vehiculelor se face în sistemul roată – șină, suprastructura fiind formată din cele 2 șine de cale ferată, inclusiv aparatele de cale (schimbătoare, joncțiuni, traversări, etc) precum și din traverse, prisma căii și materialul mărunț de cale (trifoane, cramioane, eclise, etc.) [47].

### **5.2 Elementele căilor de comunicație terestre**

Elementele caracteristice în plan ale unei căi de comunicație terestre sunt: axa căii, traseul căii, aliniamentele și racordările în plan (curbele).

Axa drumului – este proiecția pe un plan orizontal a liniei generate de intersecția dintre suprafața platformei căii și suprafața generată de deplasarea în lungul căii a verticalei MN (fig.a) urmărind în permanență mijlocul părții carosabile, considerată fără supralărgire și supraînălțare în curbă.

Axa căii ferate – se definește ca linie teoretică din planul tangent la nivelul superior al șinelor, în aliniament și curbă, situată la jumătatea distanței dintre cele 2 fire de șină, considerând șinele fără supralărgire și supraînălțare în curbă ( fig.5.1 ).

În aliniament, în cazul liniei simple, axa căii cu axa platformei căii coincid.

La o linie dublă există câte o axă pentru fiecare linie și o singură axă a platformei (în cazul platformei comune pentru ambele linii).



Traseul căii de comunicație – este proiecția pe un plan orizontal a liniei generate de intersecția dintre suprafața terenului natural și suprafața generată de deplasarea verticalei MN în lungul căii (fig.5.1, fig.5.2), urmărind în permanență mijlocul părții carosabile, fără supralărgire și supraînălțare în curbă, la drumuri, respectiv mijlocul distanței dintre șine, fără supralărgire și supraînălțare în curbă, la căile ferate.

Axa căii și traseul căii de comunicație se prezintă sub forma unei succesiuni de aliniamente și curbe (fig.5.3).

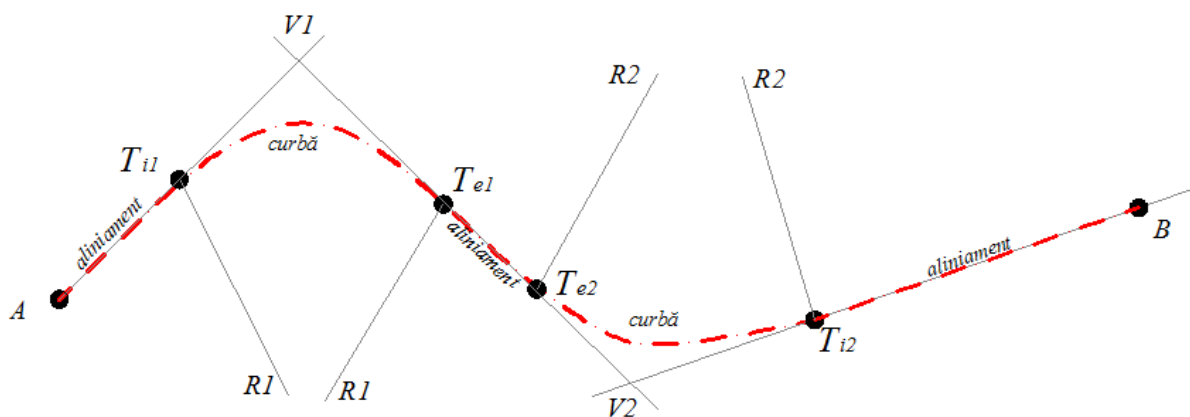


Fig.5.3 Traseu în plan

Aliniamentele – sunt porțiunile căii de comunicație terestre situate în linie dreaptă.

Curbele – sunt racordări în plan și constau în introducerea între două aliniamente succesive a unor curbe geometrice, în mod obișnuit arce de cerc sau curbe progresive (clotoida, parabola cubică, lemniscata),[47].

### 5.3 Elementele caracteristice în profil longitudinal

Profilul longitudinal al unui drum este proiecția desfășurată pe un plan vertical a intersecției dintre suprafața generată de verticala MN (fig.5.1) deplasată în lungul căii prin mijlocul părții carosabile, fără supralărgire și supraînălțare în curbă, cu suprafața terenului natural și cu suprafața părții carosabile (fig.5.4).

Profilul longitudinal al unei căi ferate – reprezintă proiecția desfășurată pe un plan vertical a intersecției dintre suprafața generată prin deplasarea verticalei MN (fig.5.2) în lungul căii prin mijlocul distanței dintre șine, fără supralărgire și supraînălțare în curbă, cu suprafața terenului natural și cu suprafața generată de nivelul superior al șinelor. La căile ferate duble se proiectează două profile longitudinale, câte unul pentru fiecare linie. Proiecția desfășurată pe un plan vertical al traseului căii, constituie profilul longitudinal al traseului sau linia terenului (la drumuri denumirea consacrată este linia neagră).

Proiecția desfășurată pe același plan a axei căii definește profilul longitudinal a traseului căii sau linia proiectului (la drumuri denumirea consacrată este linia roșie, iar la căile ferate niveleta căii) [47].

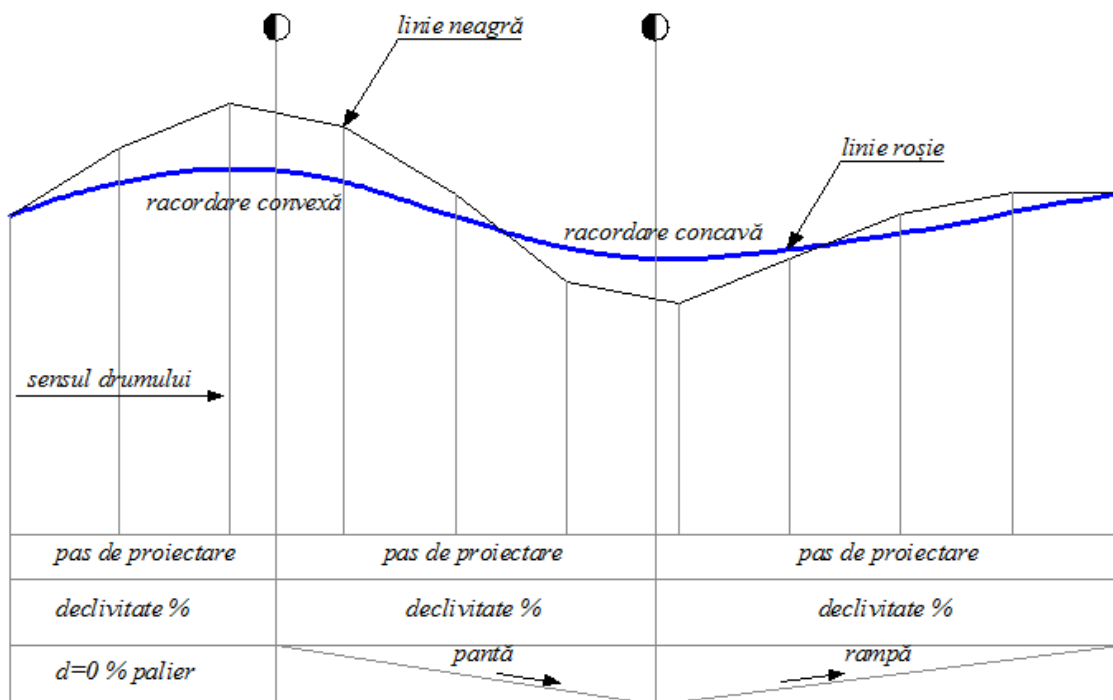


Fig.5.4 Elemente în profil longitudinal

Odată fixat traseul căii de comunicație în plan, linia traseului rezultă în funcție de situația topografică a regiunii. Aceasta se prezintă ca o linie poligonală (în realitate curbă) cu înclinări foarte variate după relieful străbătut. Acest profil nu corespunde circulației vehiculelor, nici chiar la viteze mici.

Linia proiectului se trasează pe baza unor principii de proiectare, astfel încât frânturile să fie mult mai rare, înclinările mai mici, mai uniforme și în general racordate între ele cu arce de cerc sau alte curbe, pentru a permite o circulație sigură și comodă a vehiculelor.

Sectoarele orizontale din profilul longitudinal ale unei căi de comunicație terestre se numesc paliere, iar cele înclinate rampe, dacă se urcă în sensul de mers, și pante, dacă se coboară în sensul de mers.

Înclinarea liniei proiectate (liniei roșii) față de orizontală se măsoară prin tangenta trigonometrică a unghiului pe care îl face această linie cu orizontala (fig.e) se numește declivitate ( $d$ ).

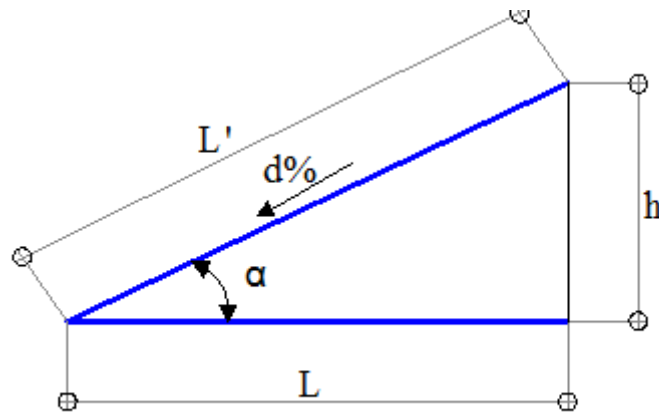


Fig.5.5 Reprezentarea declivității

$$d = \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{L}, \quad (5.1)$$

unde:

$h$  – este diferența de nivel dintre două puncte oarecare, în m

$L$  – distanța pe orizontală dintre aceste puncte, în m.

În mod obișnuit declivitatea se exprimă la drumuri în procente (%) iar la căile ferate în promile ( $^0/_{00}$ ) și se obține înmulțind raportul din relația (1) cu 100 respectiv cu 1000 [47].

$$d = \frac{h}{L} \cdot 100 [\%] \quad (5.2)$$

$$d = \frac{h}{L} \cdot 1000 [\%]$$

La calea ferată, la proiectarea profilului longitudinal se calculează valori pentru mai multe declivități: declivitatea caracteristică ( $d_c$ ), declivitatea caracteristică de trafic ( $d_{ct}$ ), declivitatea pentru tracțiune multiplă ( $d_m$ ), declivitatea de inerție ( $d_i$ ), declivitatea echivalentă ( $d_e$ ), declivitatea fictivă ( $d_f$ ).

Distanța dintre două schimbări consecutive de declivitate se numește pas de proiectare la drumuri și element de profil la calea ferată [47].

Racordarea verticală constă în introducerea între două declivități consecutive a unei curbe de racordare (arce de cerc sau arc de curbă progresivă) tangentă la cele două declivități.

După poziția centrului curbei față de linia proiectului se deosebesc racordări convexe și racordări concave.

Profilul longitudinal se proiectează în două scări diferite (sc.1:1000 pe orizontală, în care se reprezintă distanțele, respectiv sc.1:100 pe verticală, în care se reprezintă cotele), declivitățile reprezentate fiind deformate față de realitate.

Orice cale de comunicație are o origine și un punct final care determină sensul căii. Funcții de acestea se stabilesc noțiunile de stânga și de dreapta, precum și noțiunile de rampă și de pantă. Lungimea căii de comunicație se marchează prin borne kilometrice, astfel că orice punct al căii este definit prin poziția sa kilometrică.

#### 5.4 Elementele în profil transversal

Profilul transversal al unei căi de comunicație terestre este secțiunea verticală normală pe axa căii într-un punct oarecare al traseului.

În funcție de poziția căii față de suprafața terenului natural, profilul transversal poate fi:

- a) de rambleu
- b) de debleu
- c) mixt.

Rambleul – este o umplutură de pământ sau alte materiale locale, executată după anumite tehnologii constructive, având forme regulate și destinate să susțină suprastructura unei căi de comunicație [47].

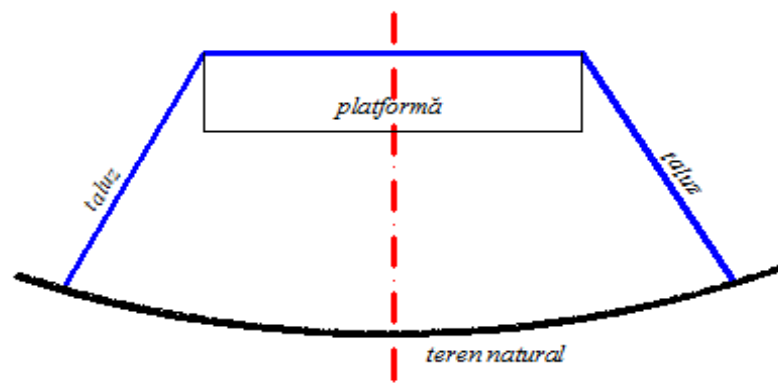


Fig.5.6 Profil transversal de rambleu

Debleul – este o săpătură având forme regulate, executată pentru realizarea platformei unei căi de comunicație sub nivelul terenului natural (fig.5.7), [47].

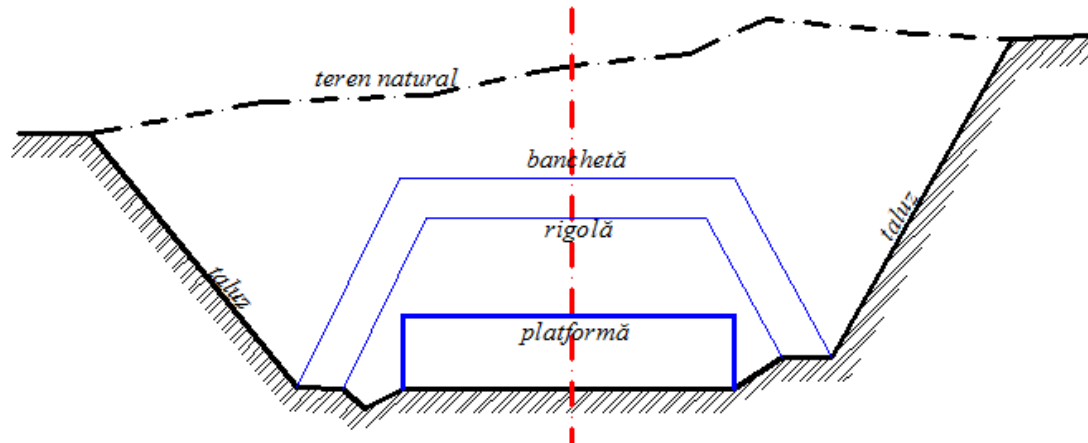


Fig.5.7 Profil transversal de debleu

În profil transversal o cale de comunicație terestră are următoarele elemente principale (fig.5.8 și fig.5.9):

- ✓ platforma drumului – este suprafața care cuprinde partea carosabilă și acostamentele, sau după caz, trottoare, piste pentru cicliști, locuri de parcare, stații pentru transportul în comun etc.

- ✓ partea carosabilă – este suprafața din platforma drumului destinată pentru circulația vehiculelor. Ea este alcătuită în mod frecvent din două sau patru benzi de circulație. O bandă de circulație este suprafața special amenajată pentru circulația unui singur șir de vehicule.

În cazul drumurilor publice (în special pentru cele cu trafic intens și greu), se recomandă ca în rampe cu declivități mari ( $\geq 4\%$ ) să se execute în sensul de urcare a doua bandă, numită bandă suplimentară pentru traficul lent. Banda suplimentară are lățimea egală cu a unei benzi de circulație.

- ✓ acostamentele – sunt fâșiile laterale situate între marginile părții carosabile și cele ale platformei drumului. Suprafețele consolidate din acostament, de lângă partea carosabilă, se numesc benzi de încadrare.

Pe lățimea benzilor de încadrare se execută aceeași structură rutieră ca și pe partea carosabilă.

- ✓ platforma căii ferate – este fața superioară a stratului de repartiție.
- ✓ taluzurile – sunt suprafețele înclinate ale terasamentelor sau terenului natural care mărginesc lateral un rambleu sau debleu. Marginea superioară a taluzului se numește creasta taluzului, iar marginea inferioară se numește piciorul taluzului.
- ✓ șanțurile și rigolele – sunt canale deschise cu secțiuni trapezoidală, respectiv triunghiulară, destinate colectării și îndepărtării apelor de suprafață de pe platforma căii de comunicație sau de pe taluzuri.

Dimensiunile lor se stabilesc printr-un calcul de dimensionare, în funcție de debitul de apă ce trebuie evacuat.

- ✓ banchetele (la drumuri) sau contrabanchele (la căile ferate) sunt suprafețe orizontale sau aproape orizontale ale profilului trasversal, amenajate la baza taluzului de debleu, cu scopul protejării șanțurilor sau rigolelor împotriva eventualelor căderi de bulgări de pământ sau materiale pietroase de pe taluzuri.

În cazul terenurilor stâncoase și pentru economisirea terenurilor agricole se poate renunța la aceste suprafețe.

- ✓ ampriza – este fâșia de teren ocupată de elementele constructive ale căii de comunicație terestră, în secțiune transversală, măsurată în proiecție orizontală.
- ✓ zonele laterale – (de siguranță) sunt fâșii de teren, de o parte și de alta a amprizei, destinate pentru plantații, semnalizare, etc.

Ampriza împreună cu zonele laterale formează zona căii de comunicație terestră.

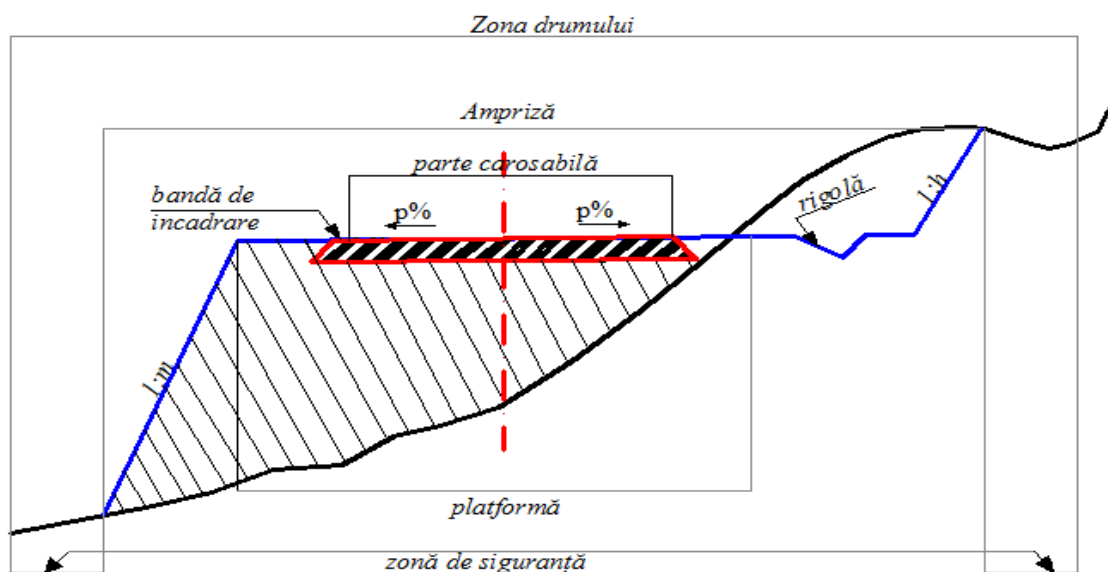


Fig.5.8. Profil transversal de drum

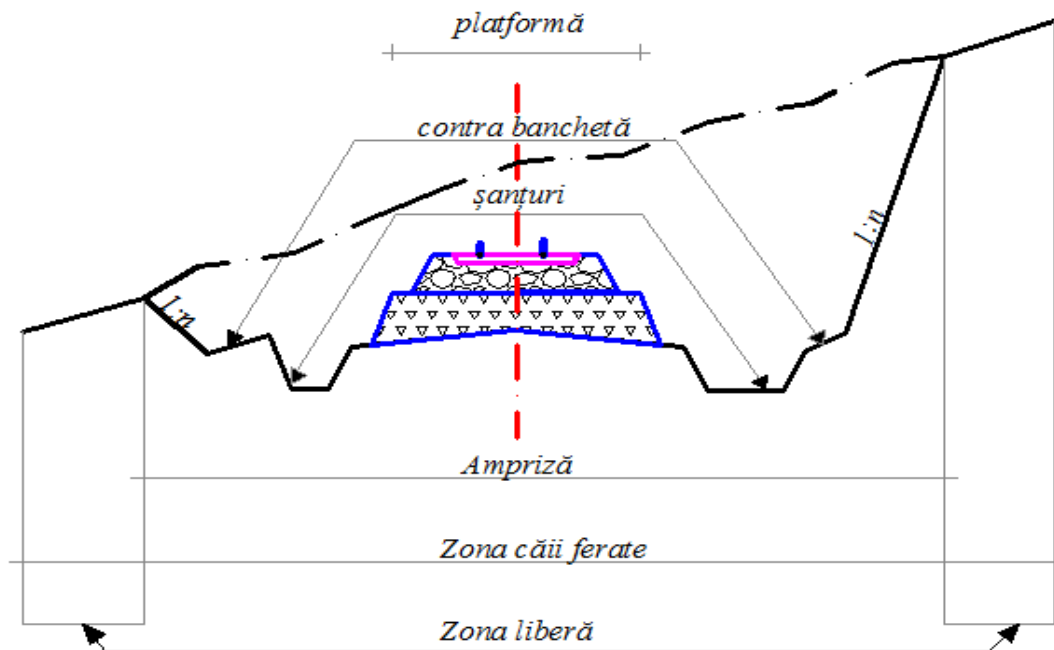


Fig.5.9 Profil transversal de cale ferată

## 5.5 Trasarea elementelor geometrice la drumuri

Clotoida este principala radioidă folosită în activitatea de proiectare a drumurilor. Normativele în vigoare în țara noastră prevăd, funcție de viteza de proiectare, valori minime pentru lungimea curbelor progresive și a arcelor de cerc centrale pentru fiecare tip de racordare [47].

### 5.5.1. Racordări cu arc de cerc central și clotodide simetrice

Se poate rezolva funcție de elementele cunoscute, în mai multe moduri (figura 5.10)

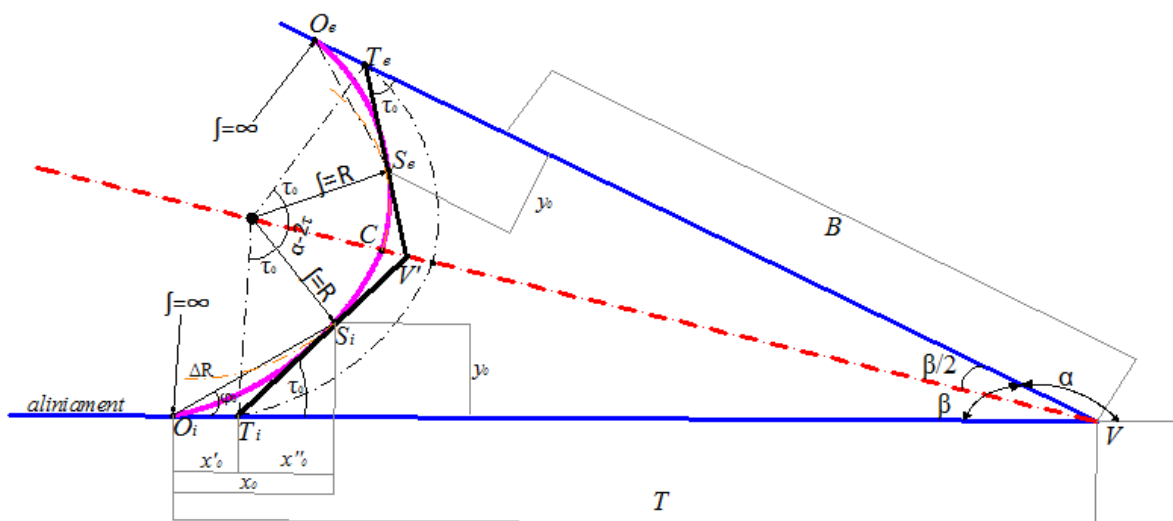


Figura 5.10. Racordarea simetrică cu clotoide și arc de cerc central

De asemenea, se cunoaște viteza de proiectare  $V$  și din condiții locale (bisectoare impusă, tangentă impusă sau lungimea racordării impusă) se determină raza racordării  $R$ . Funcție de viteza de proiectare și condițiile locale, cu respectarea lungimilor minim admise (tabelul 5.1), se impune lungimea clotoidei  $L$ , după care se calculează unghiul  $\tau_0$  cu relația  $\tau_0 = L/2R$  și modulul clotoidei ( $A$ ) [47].

Se face apoi apel la proiectarea de omotetie și la tabelele cu elementele geometrice ale clotoidei de bază ( $A_b = 1$ , sau  $R_b = 1$ ), cu ajutorul cărora se determină elementele geometrice ale clotoidei proiectate, de parametru  $A$  sau rază  $R$ .



Tabelul 5.1

Caracteristica	Viteza de proiectare, în km/h						
	100	80	60	50	40	30	25
Lungimile $c$ ale arcelor de cerc măsurate între tangentele teoretice, pentru clasele tehnice III – V, min, în m	140	120	95	70	60	45	40
Lungimile $L$ ale clotoidelor folosite la racordările cu $R_m < R \leq R_c$ , min, în m	95	85	75	55	45	35	30
Lungimile $L$ ale clotoidelor când nu sunt arce de cerc centrale min, în m	125	120	95	70	60	45	40

De asemenea, elementele geometrice ale clotoidei pot fi calculate după același procedeu; dar cu folosirea relațiilor:

$$r_0 = \sqrt{x_0^2 + y_0^2}, \quad \gamma_0 = 100^g + \varphi_0 - \tau_0. \quad (5.3)$$

Un alt procedeu constă în folosirea unor tabele prin care se dau direct elementele geometrice ale clotoidelor frecvent utilizate pentru racordări de drumuri, funcție de viteza de proiectare  $V$  și raza racordării  $R$ . Aceste tabele pentru  $V = 25 \dots 60$  km/h în anexa 2.

Pentru acest tip de racordare, elementele geometrice principale se calculează cu relațiile următoare:

$$T = x'_0 + (R + DR)tg \frac{\alpha}{2} \quad [m] \quad (5.4)$$

$$B = DR + (R + DR) \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad [m]$$

$$C = \frac{\pi R \alpha^g}{200^g},$$

care este lungimea arcului  $T_1T_e$  (5.5)

$$c = C - L,$$

care este lungimea arcului  $S_iS_e$  (5.6)

Există situații când, pentru respectarea unor condiții locale impuse, racordarea a două aliniamente succesive se rezolvă printr-o curbă nesimetrică cu clotoide și arc de cerc central (lungimile celor două clotoide fiind diferite) [47].

### 5.5.2. Racordarea cu clotoide cap la cap

Se bazează pe particularitatea

$$\tau_0 = \frac{\alpha}{2} \quad (\text{figura 5.11}). \quad (5.7)$$

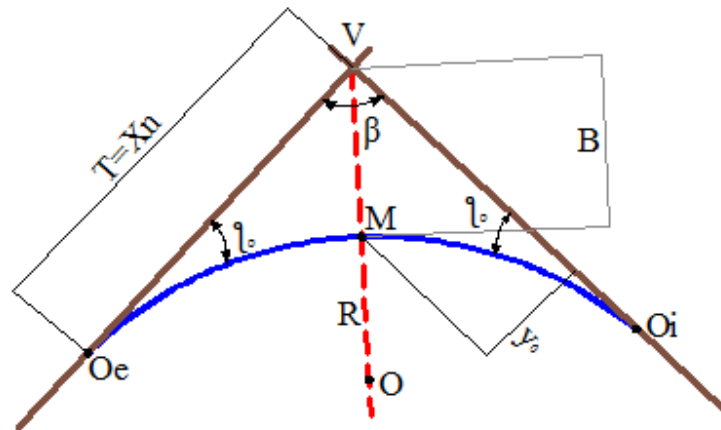


Figura 5.11. Racordarea cu clotoide cap la cap

Pentru variabila independentă definită în acest fel se determină din tabelele cu elementele clotoidei de bază  $L_b$ ;  $x_b$ ;  $y_b$ ;  $x_b'$ ,  $DR_b$ , etc.

Dacă se mai cunoaște unul din elementele geometrice ale clotoidei (de exemplu raza  $R$ ) se determină pe baza proprietății de omotetie toate celelalte elemente:

$$\frac{L}{L_b} = \frac{x_0}{x_b} = \frac{y_0}{y_b} = \frac{x_0'}{x_b'} = \frac{DR}{DR_b} = \frac{A}{A_b} = \dots = \frac{R}{R_{b=1}} = \Omega \quad (5.8)$$

Dacă se impune un alt element al clotoidei (de exemplu  $y_0$ ), atunci coeficientul de omotetie este  $\Omega = \frac{y_0}{y_b}$  și funcție de acestea se determină celelalte elemente geometrice necunoscute.

Calculul principalelor elemente ale racordării ( $T$ ,  $B$ ,  $C$  și  $c$ ) se efectuează cu relațiile cunoscute, cu mențiunea că pentru acest tip de racordare arcul de cerc central se reduce la un singur punct ( $c = 0$ ).

### 5.5.3. Racordarea în boltă

Constă în racordarea a două aliniamente paralele, situate la distanța  $D$ , folosind două arce simetrice de clotoidă, sensul de mers schimbându-se cu  $200^g$  (figura 5.12) [47].

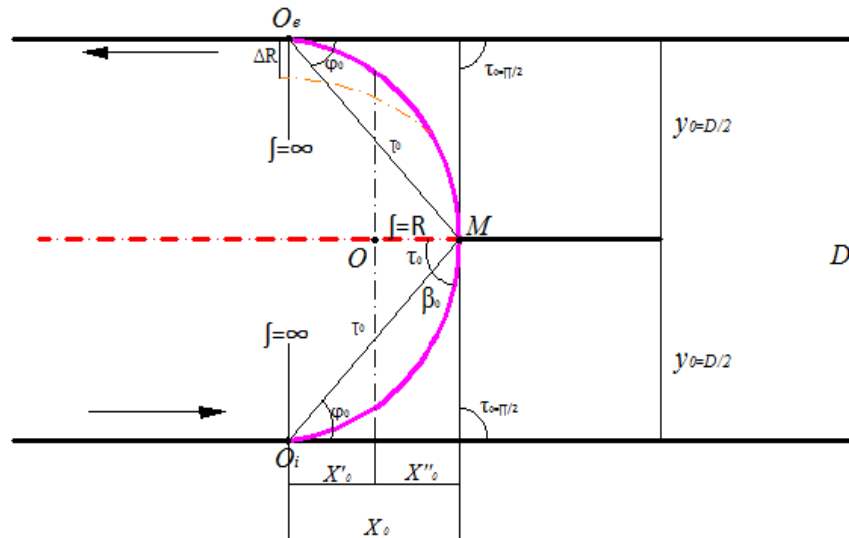


Figura 5.12 Racordarea în boltă

Arcele de clotoidă utilizate sunt arcele utile. Cele două necunoscute în acest caz sunt  $\tau_0 = 100^g$  și  $y_0 = \frac{D}{2}$ . Rezultă coeficientul de omotetie  $\Omega = A = \frac{y_0}{y_b}$  (în cazul clotoidei de bază cu  $A_b = 1$ ) și apoi celelalte elemente geometrice pe baza elementelor geometrice ale clotoidei de bază dată de tabele.

Se reține faptul că în acest tip de racordare nu se poate defini tangenta  $T$  și bisectoarea  $B$ .

### 5.5.4. Racordarea în dusină

Se folosește la racordarea a două aliniamente paralele situate la distanța  $D$ , când sensul de mers se menține. Pentru rezolvare se consideră un aliniament intermediar  $V_1V_2$  care intersectează cele două aliniamente inițiale sub un unghi  $\alpha$ .

Racordarea propriu – zisă constă în patru arce simetrice de clotoidă (figura 5.13) care au un punct de inflexiune în O, situat la mijlocul distanței dintre aliniamente.

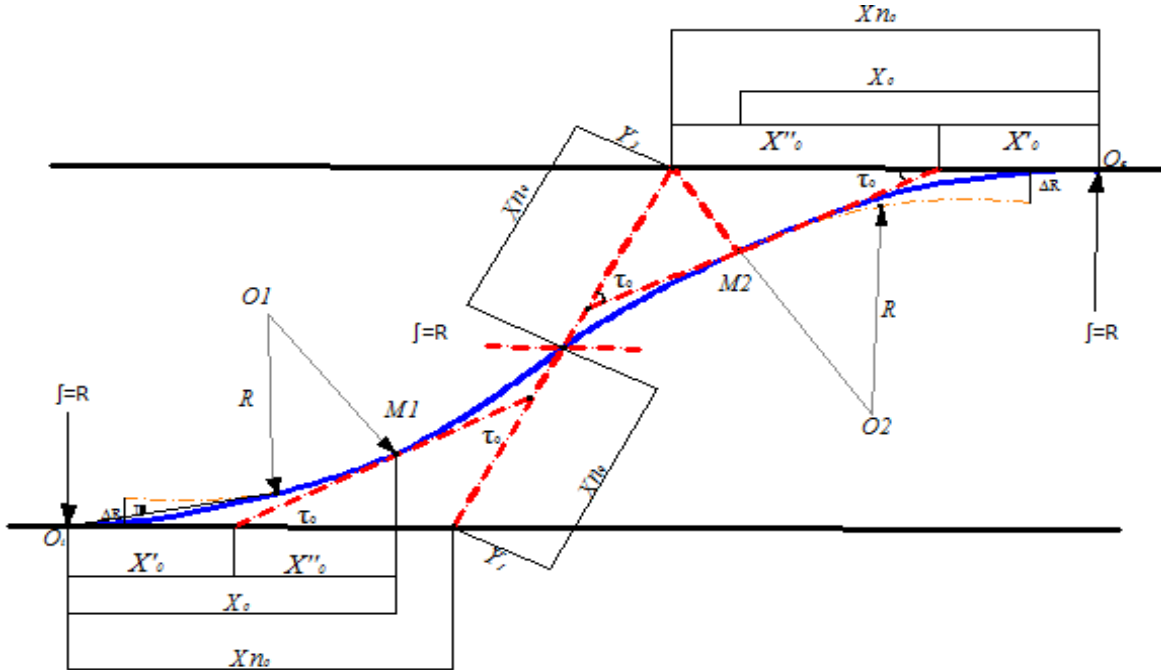


Figura.5.13 Racordarea în dusină

Condițiile care se cunosc și care definesc cele patru clotoide identice sunt următoarele:

$$\begin{aligned} \tau_0 &= \frac{\alpha}{2} \quad [g] \\ x_{n0} &= \frac{D}{2 \sin \alpha} \quad [m] \end{aligned} \quad (5.9)$$

Aplicând proprietatea de omotetie pentru  $\tau_0$  se obține coeficientul de omotetie  $\Omega = A = \frac{x_{n0}}{x_{nb}}$  (în cazul clotoidei de bază cu  $A_b = 1$ ) și apoi celelalte elemente geometrice ale clotoidei, pe baza elementelor omoloage ale clotoidei de bază.

În funcție de eventualele condiții suplimentare punctul de inflexiune poate să nu fie situat simetric față de aliniamentele inițiale, clotoidele fiind atunci egale două câte două.

## 5.6 Trasarea profilului transversal

- a) Când sunt date două puncte  $A_1$  și  $A_2$  pe curba circulară prin care trebuie să se traseze profile transversale, trasarea se efectuează conform (fig.5.14. a).

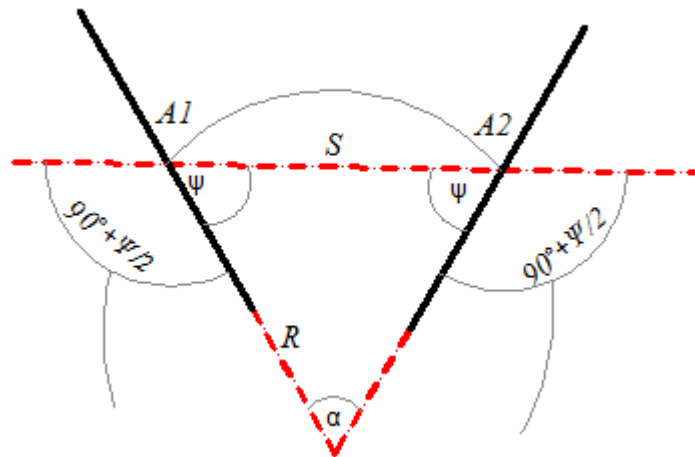


Figura 5.14. a

Se măsoară coarda  $s$  între punctele date, se determină unghiul  $\varphi$  (sau  $90^\circ + \alpha/2$ ) cu relația:

$$\cos \varphi = \frac{s}{2R} = \sin \frac{\alpha}{2} \quad (5.10)$$

unde:

$R$  – raza cunoscută a curbei circulare, în m.

Unghiul  $\varphi$  (sau  $90^\circ + \alpha/2$ ) se trasează cu teodolitul față de direcția  $A_1A_2$ .

Pentru trasarea profilului transversal în punctul dat  $A_2$  (figura 5.14 b) se măsoară coarda  $s = \overline{A_1A_2}$ , iar în  $A_2$  se ridică o perpendiculară de lungime  $a = 10\text{m}$  [47].

Din triunghiurile dreptunghice  $CDA_2$  și  $A_2P_1M$  se determină  $\sin \delta$  respectiv lungimea  $m = \overline{P_1P_2}$  cu relațiile:

$$\sin \delta = \frac{s}{2R}; \quad m = 2a \sin \frac{\delta}{2} \quad (5.11)$$

cu ajutorul cărora se trasează profilul transversal  $A_2P_2$ .

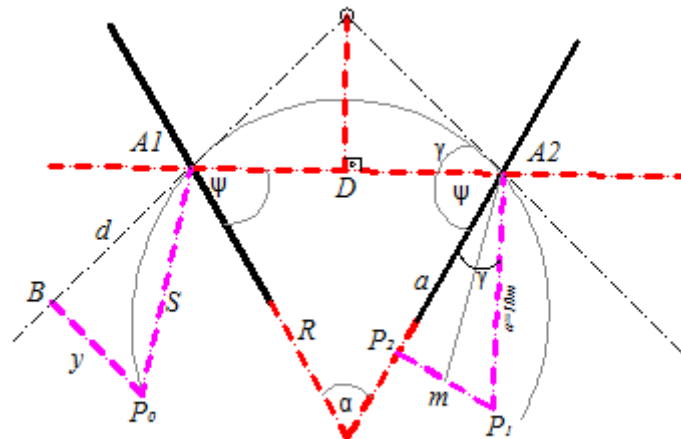


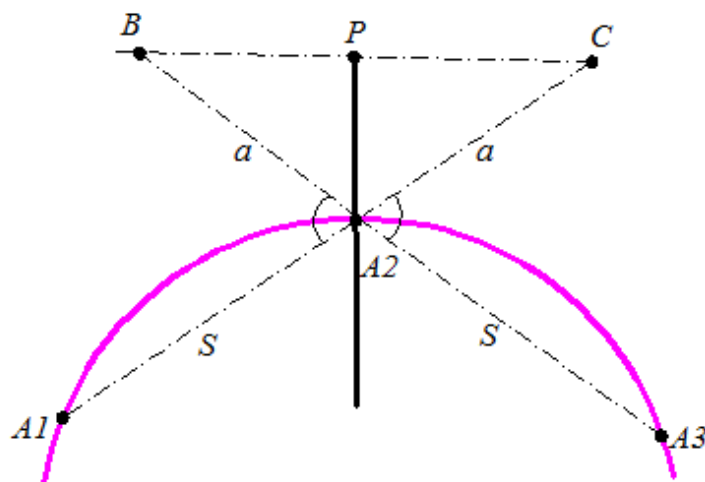
Figura 5.14.b Trasarea profilului transversal pe curbele circulare  
când sunt date 2 puncte

Profilul transversal în  $A_1$  se trasează prin aplicarea unghiului  $\varphi = (90^\circ - \delta)$ , sau cu ajutorul tangentei  $\overline{A_1B}$  (figura 5.14.b).

Punctul B al tangentei în  $A_1$  se obține la intersecția lungimilor  $y$  și  $d$  ale căror valori se determină cu relațiile:

$$y = \frac{s^2}{2R}; \quad d = \sqrt{s^2 + y^2} \quad (5.12)$$

- b) Când sunt date trei puncte ale curbei circulare  $A_1, A_2, A_3$  la distanțe egale  $s = 10\text{m}, 20\text{m}$  (valori rotunjite), trasarea profilului transversal în punctul  $A_2$  se poate face prin măsurarea de lungimi (figura 5.15.a) sau cu teodolitul (figura 5.15.b).



a

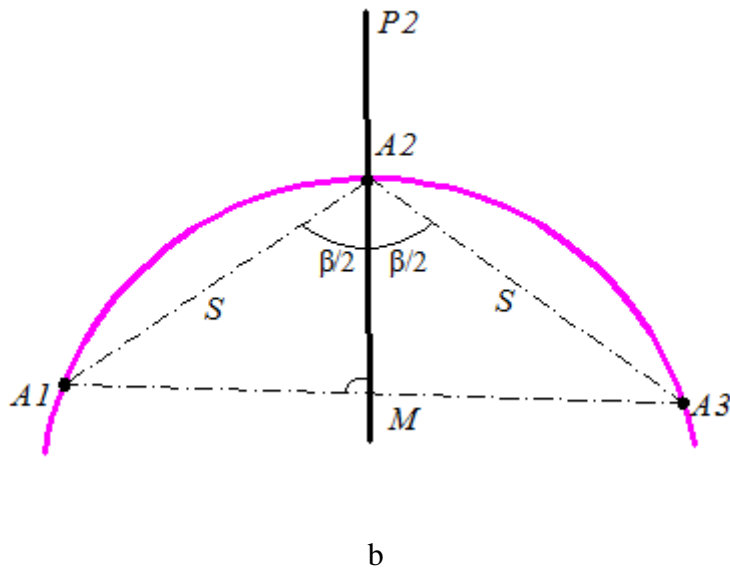


Figura 5.15 Trasarea profilelor transversale pe curbele circulare când sunt date trei puncte la distanțe egale

În cazul figurii 5.15.a se construiește unghiul drept cu echerul cu prisme în  $A_2$  pe cele două coarde  $A_1A_2$  și  $A_2A_3$ .

Pe aceste perpendiculare se măsoară aceeași distanță rotunjită, de exemplu 10m, obținând punctele B și C. se măsoară segmentul BC și la jumătatea lui se marchează punctul P. Direcția  $PA_2$  reprezintă profilul transversal pe arc în punctul  $A_2$ .

În cazul figurii 5.15.b, se măsoară cu teodolitul unghiul  $\beta$  în punctul  $A_2$  și apoi se aplică unghiul  $\beta/2$  față de una din laturi; este o trasare mai precisă.

Se mai poate trasa profilul transversal  $P_2M$  prin coborârea unei perpendiculare din  $P_2$  pe latura  $A_1A_3$ .

c) Când cele trei puncte  $A_1$ ,  $A_2$  și  $A_3$  se află pe curba circulară la distanțe inegale  $\overline{A_1A_2} = s_1$  și  $\overline{A_2A_3} = s_2$  (figura.5.16) profilul transversal în punctul  $A_2$  va fi perpendiculara pe linia de legătură  $\overline{BC}$ .

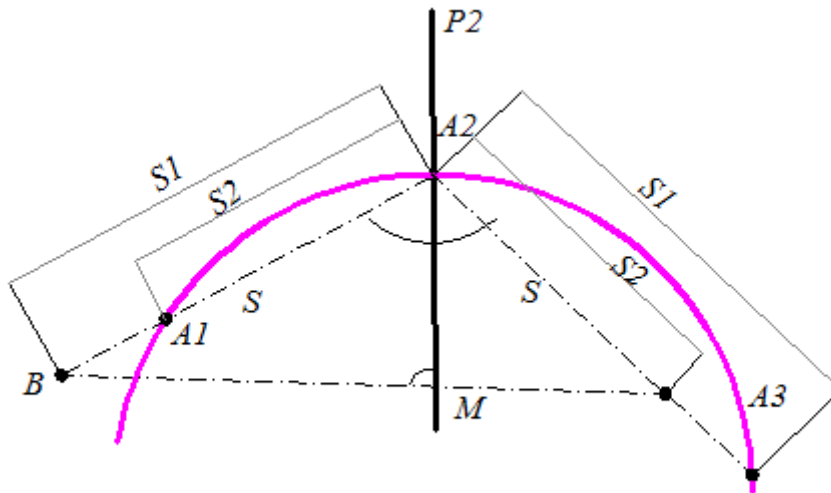


Figura 5.16. Trasarea profilelor transversale pe curbele circulare,  
când sunt date trei puncte la distanțe inegale

La lungimi mari  $S_i$  se pot folosi pentru trasare părți proporționale din  $S_1$  și  $S_2$ , de exemplu  $1/2$ ,  $1/3$ , etc [47].





## CAPITOLUL 6

# STUDIUL ȘI APLICAREA UNEI METODE TOPO-GEODEZICE EFICIENTE LA EFECTUAREA LUCRĂRILOR DE TRASARE AFERENTE TRONSONULUI DE AUTOSTRADĂ ARAD - BYPAS ARAD - TIMIȘOARA

### 6.1 Introducere

Autostrada Arad – Bypass Arad - Timișoara este parte integrantă în coridorul IV paneuropean, definit pe teritoriul țării noastre de la Nădlac până la Constanța.

Desfășurarea acestui tronson de autostradă, Arad – Bypass Arad - Timișoara, este în vestul țării, în zona Banatului, derulându-se pe teritoriile administrative ale Județelor Arad (13.4 Km) și Timiș (18.6 Km.) și având o lungime totală de 32 Km.

Principalele localități legate de acest tronson de autostradă sunt Municipiile Arad și Timișoara, autostrada mai trecând pe lângă localitățile Șagu, Vinga, Orțișoara.

#### 6.1.1 Studiul traseului autostrăzii – tronsonul Arad-Arad Bypass-Timișoara

##### 6.1.1.1 Studii topografice

În vederea realizării Proiectului Tehnic s-au realizat ridicări topografice terestre de detaliu.

În vederea proiectării, în faza de proiect tehnic, s-au făcut studii topografice constând în efectuarea de ridicări topografice terestre în baza rețelei de sprijin create anterior în faza de studiu de fezabilitate.

Rețeaua de sprijin, în care s-au efectuat aceste măsurători terestre este formată din borne de tip A și borne de tip B, amplasate în teren conform monografiei.

Ridicările topografice terestre efectuate, au avut scopul de a se obține planurile topografice de detaliu în fișiere 3D AutoCAD, fișiere care au fost utilizate ca date de intrare în programe de specialitate în vederea proiectării autostrăzii.

Ridicările topografice au fost efectuate pentru partea de drum și consolidări sub forma de profile transversale perpendiculare pe axul preconizat.



### 6.1.1.2 Studii geotehnice

Studiile geotehnice au fost împărțite în trei faze și anume:

- ⇒ Faza 1 – Studiile geotehnice necesare în faza de Studiu de fezabilitate în vederea întocmirii raportului geotehnic;
- ⇒ Faza 2 – Studiile geotehnice necesare la faza de Proiect tehnic în vederea întocmirii Studiului geotehnic;
- ⇒ Faza 3 – Studii geotehnice suplimentare pentru lucrările de artă;

Studiile geotehnice s-au întocmit în conformitate cu specificațiile Normativului privind documentațiile geotehnice pentru construcții, indicativ NP 074-2007.

### 6.1.1.3 Considerații geologice

Teritoriul județului Timiș, ca de altfel întreaga parte de vest a țării, s-a format la începutul erei cuaternare, în urma unor mari frământări tectonice succedate de retragerea lacului Panonic ce ocupă întinsul șes de astăzi al Tisei. Sub raportul alcătuirii litologice de suprafață, se menționează o mare eterogenitate de roci eruptive, metamorfice și sedimentare. Zona de câmpie, reprezentând fundul colmatat al lacului Panonic, este format dintr-o succesiune de straturi aluviale argile, marne, nisipuri și pietrisuri, însumând grosimi între 600 și 1500 m, depuse pe un fundament eruptivocristalin. Acestea sunt acoperite pe alocuri cu o manta de materiale loessoide, puternic erodată, mai ales în câmpia înaltă și coline.

Sub aspect geologic, respectiv al alcătuirii litologiei de suprafață, în zona Câmpiei Vingăi sunt prezentate depozite cuaternare aparținând pleistocenului superior, alcătuite din argile, prafuri și nisipuri, pe alocuri apărând și pietrișuri de terasă.

Totodată, în zona străbatută de traseul autostrăzii pe tronsonul Orțișoara - Timișoara, sunt prezente depozite cuaternare, aparținând parțial holocenului și pleistocenului, alcătuite din argile prafoase și prafuri argiloase, pe alocuri cu incluziuni necoezive (nisip, pietriș), mai ales în luncile unor râuri sau văi cu conuri de dejecție.



#### 6.1.1.4 Considerații geomorfologice

Până în apropierea intersecției cu râul Mureș, când se intră în lunca Mureșului, încadrată în Câmpia Aradului, în cea mai mare parte traseul autostrăzii de pe acest tronson străbate Câmpia Vingăi.

Pe cealaltă bucată a tronsonului analizat (Orțișoara - Timișoara), traseul autostrăzii străbate mai întâi Câmpia Begheiului, cu altitudine medie în jur de 100,00 m, apoi intră în Câmpia Vingăi (după localitatea Cernăteaz), care are altitudine mai ridicată, ajungând la peste 160,00 m, în zona de intersecție cu DJ693 Orțișoara-Seceani.

#### 6.1.1.5 Considerații climatice

Teritoriul supus studiului este dominat de un climat temperat, continental moderat cu influențe mediteraneene și oceanice, datorită faptului că se gasește la adăpostul lanțului Carpat, care oprește masele de aer rece dinspre nord și nord-est și permite pătrunderea celor maritime din sud-vest și vest.

Temperatura medie anuală variază, în funcție de altitudinea treptei de relief, între 10 °C și 11°C, în zona de câmpie, 9°C și 10 °C, în zona dealurilor joase, 8°C și 9 °C, în zona dealurilor înalte, iar în zona montană, între 4°C și 7 °C.

Cantitatea medie multianuală de precipitații înregistrată în județul Timiș variază între 536 mm (Sânnicolau Mare) și 1200 mm (zona Padeș); la Timișoara, media anuală este de 631 mm, cantitate ce depășește pe cea înregistrată în Câmpia Română (circa 500 mm). Cele mai bogate cantități de precipitații cad în lunile mai și iunie (23-24% din cantitatea medie anuală, în câmpie); cele mai mici cantități de precipitații se înregistrează în luna februarie.

#### 6.1.1.6 Considerații hidrologice

Arterele hidrogafice care drenează teritoriul fac parte, cu excepția Mureșului și Begheiului, din grupa râurilor de sud-vest.

Râul Mureș străbate teritoriul studiat prin partea sa nordică, pe o lungime de 42 km (Periam Port-Cenad). În acest sector, albiile minore și majore sunt bine dezvoltate, iar panta medie a râului este de cca 0,22 m/km. În curprinsul județului, râul Mureș este îndiguit pe întreaga sa lungime.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

La sud de Mureș, de la nord-est către sud-vest, curge Aranca, cu o lungime totală de 104 km, din care 65 km în cuprinsul județului Timiș. Râul, care are un curs domol, se suprapune peste un vechi curs al Mureșului.

Condițiile hidrologice în lungul tronsonului autostrăzii corespunzător acestui tronson se pot considera ca fiind mediocre spre defavorabile, nefiind îndeplinite simultan toate condițiile prevăzute în STAS 1709/2-90 (punctul 3.2) pentru a fi încadrate la categoria de "condiții favorabile".

Rețeaua hidrografică a zonei strabătută de traseul autostrăzii pe tronsonul Orțișoara - Timișoara este relativ săracă. Sunt intersectate doar unele văi și pâraie cu debit relativ redus și în cele mai multe cazuri nepermanent (Behela, Beregsău, Magheru). Condițiile hidrologice în lungul traseului autostrăzii corespunzător acestui tronson (Orțișoara -Timișoara) pot fi apreciate ca fiind mediocre, nefiind îndeplinite simultan toate condițiile prevăzute în STAS 1709/2-90 (punctul 3.2) pentru a fi încadrate în categoria de "condiții favorabile".

### 6.1.1.7 Adâncimea de îngheț

Adâncimea de îngheț în complexul rutier, Zcr, a fost calculat în funcție de tipul pământului, indicelui de îngheț, condițiilor hidrogeologice și în funcție de structura autostrăzii conform STAS 1709/1-90.

Conform STAS 6054 -77, adâncimea de îngheț în zona tronsonului de autostradă Arad - Orțișoara se poate lua 70...80 cm, iar pe tronsonul Orțișoara -Timișoara adâncimea maximă de îngheț este 60 ... 70 cm.

### 6.1.1.8 Seismicitatea zonei

Din punct de vedere seismic, traseul autostrăzii conform Normativului P100 - 92, se încadrează în zona seismică de calcul tip D, având coeficientul  $k_s = 0,16$  și perioada de colt  $T_c = 1$  sec, ceea ce corespunde gradului VII de intensitate seismică exprimată pe scara MSK.

### 6.1.2 Considerații generale de proiectare

Proiectarea lucrărilor s-a făcut în conformitate cu normele românești în vigoare precum și cu normativele T.E.M. și normativele francezești. Pe baza acestora și a temei de proiectare s-au definit un set de prescripții tehnice de proiectare specifice pentru acest proiect.

Dintre aceste prescripții de proiectare, elementele definitorii ale proiectului pot fi considerate:



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

- ⇒ Viteza de proiector - 120 km/h pentru tronsonul Arad – Timișoara;
- ⇒ Latimea platformei - 26m;
- ⇒ Adoptarea pe benzile de staționare de urgență a aceleiași structuri rutiere ca și pe suprafața carosabilă;
- ⇒ Relizarea unei înălțimi de rambleu pe rampele podurilor de maxim 10m;
- ⇒ Pasajele peste autostradă să fie construite cu pilă în zona mediană a autostrăzii;

### 6.1.2.1 Descrierea tronsonului de Autostradă Arad – Bypass Arad - Timișoara

Conform estimărilor, noua autostradă Arad – Bypass Arad - Timișoara, va avea o capacitate de peste 30.000 vehicule fizice pe zi și va fi proiectată la o viteză de 120 km/h.

Și acest tronson de autostradă, are o lungime totală de 32.0 Km și se derulează pe unitățile administrative ale Județului Arad și ale Județului Timiș.

Pe unitatea administrativă a Județului Arad are o lungime de 13.20 kilometri, adică de la km 12+200 și până la km 25+400, iar pe unitatea administrativă a Județului Timiș are o lungime de 18.80 kilometri, adică de la km 25+400 la km 44+200.

Delimitarea exactă a tronsoanelor s-a efectuat la studiile aprofundate ale studiului de fezabilitate pentru tronsonul autostrăzii de ocolire a Municipiului Arad și la faza de Proiect Tehnic pentru tronsonul de autostradă Arad – Timișoara. Astfel, pentru realizarea integrală a nodului de la km 12 cu DN69 în cadrul tronsonului de autostradă ocolitoare a municipiului Arad, s-a considerat sfârșitul acestui sector la km 12+200, kilometru care coincide și cu începutul tronsonului de autostrada Arad – Timișoara. Kilometrul de sfârșit al tronsonului de autostradă Arad – Timișoara, s-a ales astfel încât să poată fi construit în acesta fază a bretelelor de acces din DJ691 către Arad.

### 6.1.2.2 Traseul proiectat în plan

Convenția de kilometrare a proiectului este cu km 0+000 la intersecția cu DN7, kilometrajul fiind crescător către Timișoara.

Așadar, descrierea noastră va începe pentru autostrada Arad – Timișoara de la DN69, km 12+200 al autostrăzii, către sudul Municipiului Timișoara. Acest tronson de autostradă se termină la km 44+200, la nodul rutier cu DJ691.

Tronsonul de autostradă Arad – Timișoara, începe după nodul rutier pe care autostrada îl formează cu DN69, are un traseu relativ către est, traversează calea ferată Arad – Timișoara, travează magistrala electrică existentă, după care printr-o curbă largă, se orientează către sud, către Municipiul Timișoara.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Traseul autostrăzii, în continuare, va trece printre localitățile Șagu și Cruceni, intersectând DJ 682G la aproximativ un kilometru și jumătate de localitatea Cruceni.

În continuare, traseul se desfășoară către sud, într-o zonă agricolă, intersectând drumul DC 49 Vinga – Seceani și apoi DJ693 Orțișoara - Seceani la aproximativ 2 km de localitatea Seceani.

La nord de această intersecție, se află delimitarea administrativă a județelor Arad și Timiș.

De aici, traseul autostrăzii, își continuă drumul către sud, trecând la vest de localitatea Murani și intersectând DC56 Comești – Murani.

La nord de localitatea Cernăteaz, la aproximativ patru kilometri de aceasta, traseul autostrăzii, formează o curbă largă, capătând direcția sud-est și intersectând DJ691 Timișoara – Lipova, intersecție unde se va forma primul nod rutier care va deservei accesul pe autostradă din direcția Timișoara.

Întregul traseu al autostrăzii Arad – Timișoara, se desfășoară în extravilanul localităților.

Lungimea totală a acestui tronson de autostradă Arad - Timișoara este de 32.00 kilometri.

Pe acest tronson, autostrada este proiectată ca o succesiune de aliniamente racordate prin curbe. Lungimea totală a aliniamentelor este de 16 000. 508 m și lungimea totală a curbelor proiectate este de 15 993.38 m.

Raza minimă a curbelor proiectate este de 3 000 m, iar raza maximă este de 10 000 m.

Viteza de proiectare adoptată pentru acest tronson de autostradă este de 120 Km/h, în conformitate cu Normativul pentru proiectarea autostrăzilor extraurbane, PD 162 – 2002.

### 6.1.2.3 Traseul in profil longitudinal proiectat

Traseul autostrăzii Arad – Timișoara, străbate un teritoriu variat din punct de vedere morfologic, dar cu caracteristici de șes cu ondulații în zona văilor intersectate, intersectând diverse tipuri de căi de comunicație, cursuri de apă, cât și canale ale unor sisteme de desecare.

Cotele terenului natural variază între 101.97 m (Sistem de referință Marea Neagră 1975) și 177.28 m (Sistem de referință Marea Neagră 1975) ceea ce reprezintă o diferență de 75.31 m.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

În concordanță cu criteriile de proiectare adoptate și conforme cu PD 162-2002 și a normelor Europene, declivitățile finale adoptate pentru acest sector de autostradă sunt între 0.3% și 5%. Lungimea totală a celor două tronsoane cu declivitate minimă de 0.3% este de 1 054.96 m iar lungimea singurului tronson cu declivitate maximă de 5% este de 239.91 m, în zona km 43+511.47 – 43+751.38.

Razele de racordare verticale se găsesc între valorile de 5000 m și 40000 m.

Cotele minime ale liniei roșii proiectate sunt de 105.50 m (Sistem de referință Marea Neagră 1975), iar cotele maxime ale liniei roșii proiectate sunt de 177.42 m (Sistem de referință Marea Neagră 1975).

### 6.1.2.4 Profilul transversal tip

Secțiunile transversale tip ale autostrăzii Arad - Timișoara, s-au stabilit având în vedere necesitatea satisfacerii unor debite mari cu viteze de circulație foarte ridicate în condiții de siguranță și confort.

La alegerea profilurilor transversale tip, printre factorii luați în considerare sunt condițiile de relief existente, componentă și intensitatea traficului, viteza de referință precum și necesitatea măririi în perspectivă a numărului de benzi de circulație.

Elementele geometrice ce definesc platforma profilului transversal tip pentru autostradă, având o lățime totală de 26.0 m, sunt următoarele:

- ⇒ parte carosabilă - 2 x 7.50 m compusă din 4 benzi de circulație de câte 3.75 m;
- ⇒ benzi de staționare de urgență 2 x 2.50 m;
- ⇒ benzi de ghidare 2 x 0.50 m ;
- ⇒ acostamente 2 x 0.50 m ;
- ⇒ zona mediană 4.00 m compusă din 2 benzi de ghidare de câte 0.50 m și zona mediană propriu-zisă de 3.0 m, suplimentar pentru zonele de rambleu mai mari de 3.0 m s-au prevăzut la marginea acostamentului zone de câte 0.75 cm în care se vor amplasa parapeteți de protecție;



## 6.2 Generalități privind realizarea rețelei de sprijin

Studiul aplicativ, prin care au fost concretizate unele aspecte teoretice prezentate în capitolele anterioare ale tezei de doctorat a presupus investigarea soluției tehnice topo-geodezice care să asigure suportul lucrărilor din domeniul căilor de comunicație terestre, în general și în particular, la tronsonul de autostradă Arad – Bypass – Timișoara, cu propuneri de soluții și metode noi menite să eficientizeze activitățile specifice atât din punct de vedere geodezic cât și interdisciplinar, în strânsă legătură cu domeniile ingineriei geotehnice și căilor de comunicație terestre.

La elaborarea studiului privind încadrarea în sistemul stereografic național a rețelei topo-geodezice ce va fi utilizată pentru lucrările de execuție respectiv lucrările topo-cadastrale la obiectul menționat a fost necesar să elaborez un proiect de execuție, care să răspundă scopului urmărit și anume facilitarea lucrărilor topografice și de cadastru ulterioare. Pentru realizarea proiectului de execuție în primă fază am avut la dispoziție:

- ✓ suportul magnetic cu trapezele 1:50.000 din zona de lucru;
- ✓ axa proiectată cu traseul autostrăzii;
- ✓ inventarul de coordonate al punctelor geodezice din zonă;

Lucrările topo-geodezice necesare atingerii acestui scop s-au efectuat pornind de la punctele geodezice de ordinul I ținând seama de faptul că abaterile liniare pentru punctele de ordin superior(I, II și III) se încadrează în precizia de 1...15 cm.

Lucrările topografice propuse în vederea realizării studiului pentru autostradă au fost structurate în mai multe etape:

- ✓ Recunoașterea terenului privind locul și starea punctelor vechi din rețeaua geodezică de stat;
- ✓ Măsurători prin metoda statică GPS(Global Positioning System) pentru realizarea rețelei principale cu analiza posibilităților de staționare a punctelor vechi din rețea;
- ✓ Compensarea rețelei principale;
- ✓ Determinarea parametrilor de transformare necesari trecerii din sistemul WGS'1984(World Geodetic System) în Sistemul Stereografic 1970;
- ✓ Recunoașterea terenului privind amplasarea bornelor noi;
- ✓ Plantarea punctelor noi în teren;



- ✓ Măsurători prin metoda statică GPS(Global Positioning System) pentru determinarea coordonatelor punctelor noi;
- ✓ Compensarea rețelei și determinarea pozițiilor punctelor noi;
- ✓ Măsurători de nivelment geometric pentru determinarea cotelor punctelor noi;
- ✓ Analize comparative; studiu calitativ;

### 6.3 Rețeaua de sprijin

Particularitățile tehnice ale unei astfel de lucrări, întinsă pe o lungime de 60 Km, pe direcția N-S-E , precum și precizia impusă, a necesitat alegerea unor puncte de sprijin din rețeaua geodezică de ordin superior, mergând chiar pe puncte de ordinul I ,puncte cel mai bine determinate din rețeaua de triangulație (precizia de determinare sub 15 cm).

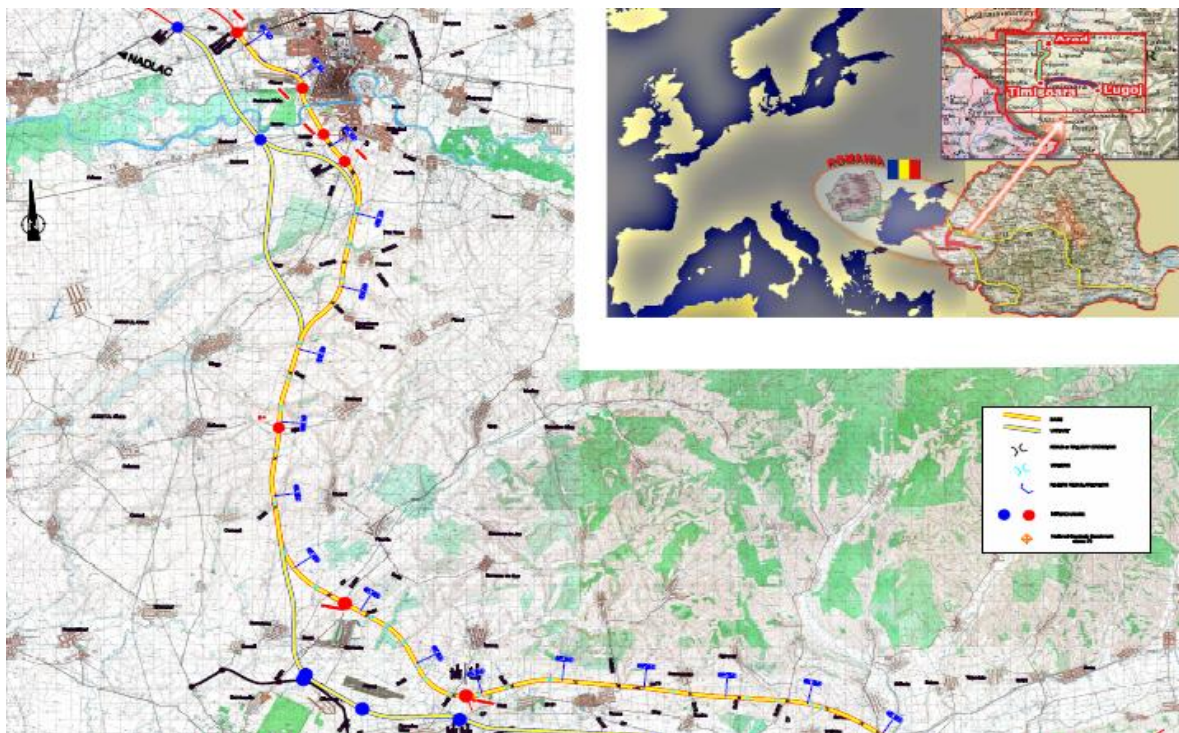


Figura 6. 1 Harta cu traseul autostrăzii Arad-Bypas Arad-Timișoara

Pentru realizarea unei astfel de cerințe am realizat mai multe etape ale lucrării:

- ✓ întocmirea proiectului de măsurători GPS(Global Positioning System) pentru un număr de puncte din rețeaua planimetrică, care să asigure posibilitatea încadrării rețelelor principale și secundare care se vor executa și materializa ulterior în teren

Într-o rețea planimetrică omogenă având în vedere deficiențele constatate în rețeaua geodezică de sprijin a zonei;

- ✓ efectuarea de măsurători GPS(Global Positioning System) asupra unui număr de 7 puncte din rețeaua planimetrică necesare proiectării rețelei principale și secundare.
- ✓ compensarea măsurătorilor și obținerea parametrilor de transcalcul;
- ✓ încadrarea rețelei GPS(Global Positioning System) în sistemul național (plan de proiecție stereografic 1970);

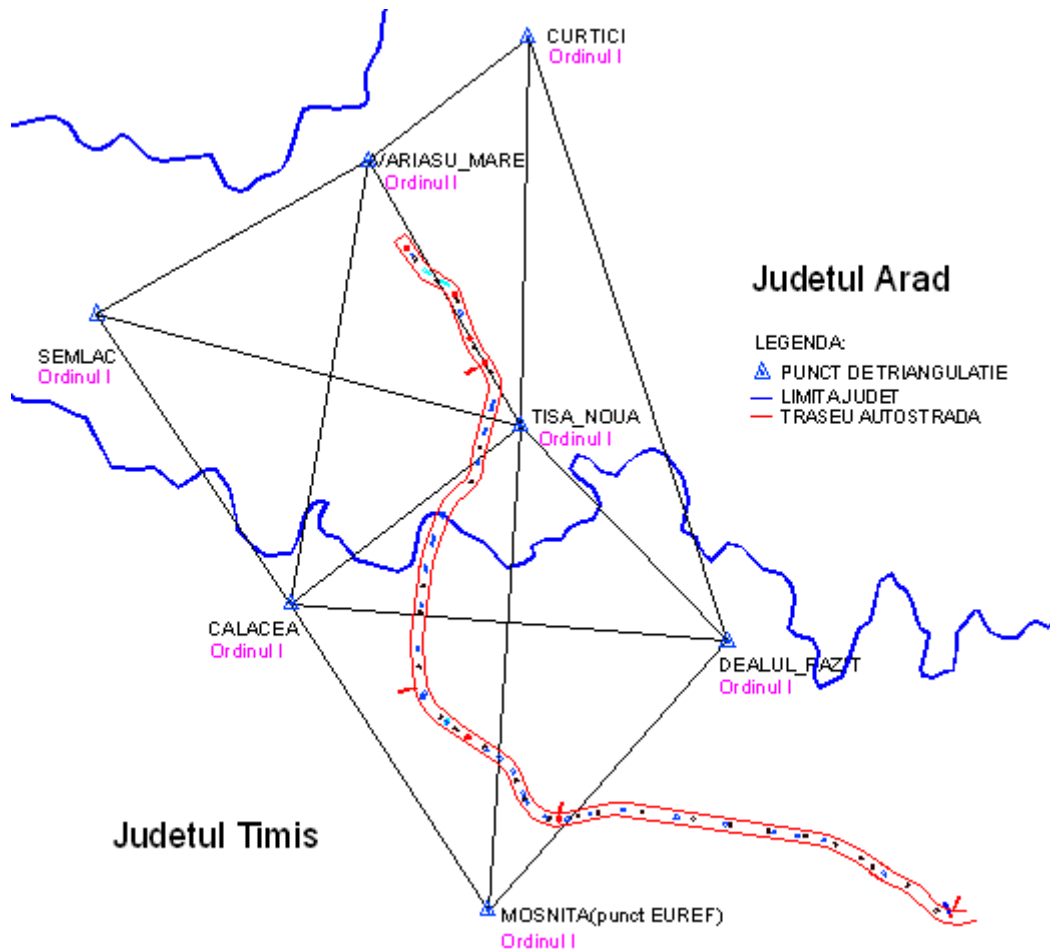


Figura 6.2 Harta cu poziția punctelor vechi din rețeaua de sprijin

#### 6.4 Determinări GPS(Global Positioning System)

Determinările GPS(Global Positioning System) sunt raportate la elipsoidul WGS'84(World Geodetic System), care diferă de elipsoidul Krasovski folosit în România. Utilizarea în geodezie a noi tehnologii GPS face ca problema transformărilor de coordonate

de pe un elipsoid pe altul să fie de mare actualitate. Aceasta, datorită faptului că rezultatele măsurătorilor GPS nu au o valoare practică dacă nu sunt aduse în sistemul național de referință. La transformarea coordonatelor s-a utilizat proiecția stereografică 1970 și elipsoidul Krasovski. Reprezentarea unui elipsoid pe altul pe întreg cuprinsul țării este greu de abordat datorită faptului că nu există puncte cu coordonate pe ambii elipsoizi între care se dorește a se face transformarea, puncte care să fie uniform distribuite pe suprafața țării și determinate relativ cu aceeași precizie.

#### 6.4.1 Sisteme de coordonate tridimensionale elipsoidale

Poziția punctelor geodezice situate pe suprafața fizică poate fi definită prin coordonatele carteziene  $X, Y, Z$  sau prin coordonatele geodezice  $B, L$ , și altitudini elipsoidale  $H_e$  (figura 6.3).

În analogie cu coordonatele naturale ( $\varphi, \lambda, H$  ortometric), se pot defini și coordonate elipsoidale  $B, L, H$  elipsoidal, prin care, de asemenea se poate descrie poziția unui punct în sistemul global elipsoidal.

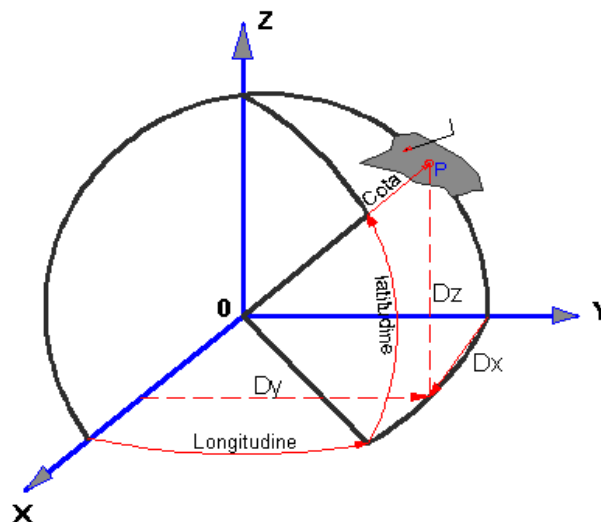


Figura 6.3 Sisteme de coordonate tridimensionale elipsoidale

Sistemul de referință în care o rețea GPS (Global Positioning System) este încadrată poate fi considerat un sistem convențional, local, care are atât originea sa traslatată cu o cantitate necunoscută precum și o orientare oarecare în raport cu sistemul WGS'84 (World Geodetic System).

Coordonatele punctelor din rețeaua națională au ca referință elipsoidul Krasovski iar cotele sunt raportate la sistemul de altitudini Marea Neagră 1975 utilizat în România – sistemul de cote normale - (Figura 6.4, Molodeski).

În studiul de caz analizat s-au întâlnit anomalii în ceea ce privește cota, în sensul că, în România pe lângă sistemul de cote Marea Neagră 1975, se mai regăsesc și puncte în sistemul de altitudini Marea Baltică care se situează mai jos (cu aproximativ 36,5cm) față de sistemul de cote Marea Neagră 1975, iar la determinarea parametrilor de transformare s-au constatat aceste diferențe, în special pentru punctele Moșnița și Calacea (ordinul I).

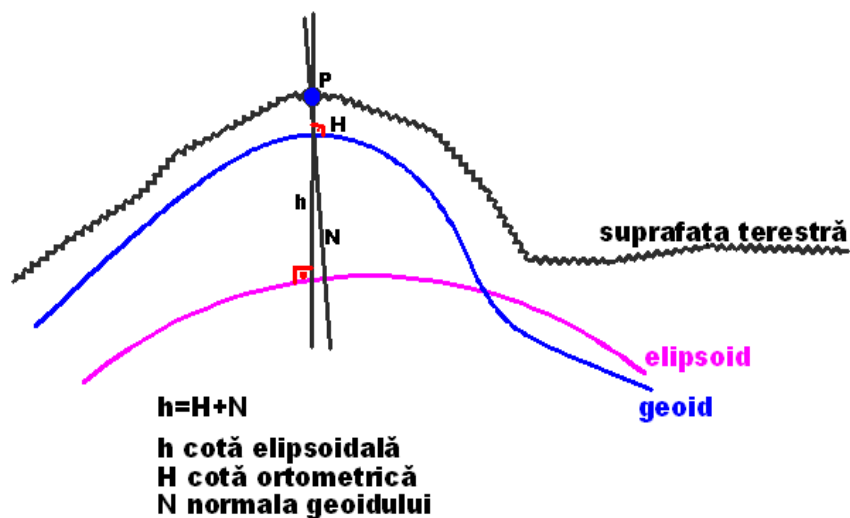


Figura 6.4 Sisteme de altitudini

#### 6.4.2 Problema transformării de coordonate de pe un elipsoid pe altul

Pentru rezolvarea problemelor regionale și globale ale geodeziei, în mod frecvent apare necesitatea folosirii punctelor de bază ca puncte de sprijin.

Dificultatea acestor probleme constă în faptul că fiecare țară folosește rețeaua proprie, elipsoid de referință și sistem de proiecție diferite. Practic, se fixează un sistem de coordonate comun, în care se transcalculează coordonatele rețelei proprii. Pentru transcalcul este nevoie de date procurabile numai prin măsurători, care să asigure legătura între cele două rețele.

Precizia relativă a rețelelor tradiționale este în cel mai bun caz de 1 la 500.000 (5 ppm), ceea ce poate genera o eroare de ordinul metrului la nivelul terenului.

Situația nu se schimbă dacă legarea rețelelor se rezolvă local, prin tehnici clasice, dat fiind faptul că erorile cresc direct proporțional cu distanța.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

O schimbare radicală o aduc tehnicile satelitare, fiindcă oferă soluții de rezolvare globale. Aceste tehnici fac posibilă determinarea directă a punctelor la distanțe de sute sau mii de kilometri.

Dacă de exemplu, ne referim, la elipsoidul WGS'84(World Geodetic System), transformarea poate fi studiată în două cazuri distincte:

- ✓ din sistemul WGS'84 în sistemul național 1970(local);
- ✓ din sistemul național 1970(local) în sistemul WGS'84;

Pentru a putea utiliza detreminările GPS(Global Positioning System) este absolut necesară o transformare de coordonate în care să se aibă în vedere următoarele:

- ✓ elipsoizii de referință sunt diferiți(dimensiuni, orientări);
- ✓ altitudinile se referă la sisteme diferite;

Există mai multe tipuri de transformari de coordonate, și anume:

- ✓ transformarea 3D (3 translații, 3 rotații și factorul de scară);
- ✓ transformarea 2D(2 translații, 1 rotație și factorul de scară);
- ✓ transformarea 1D (doar pe cotă);

În cazul rețelei noi proiectate s-a folosit o transformare 3D cu 3 translații, 3 rotații și factor de scară. Pentru determinarea parametrilor am considerat un număr optim de 7 puncte din rețeaua de sprijin de ordin superior și anume punctele Moșnița(ordinul I), Calacea(ordinul I), Dealul Pazit(ordinul I), Tisa Nouă(ordinul I), Semlac(ordinul I), Variașu Mare(ordinul I) și Curtici(ordinul I), figura 6.5.

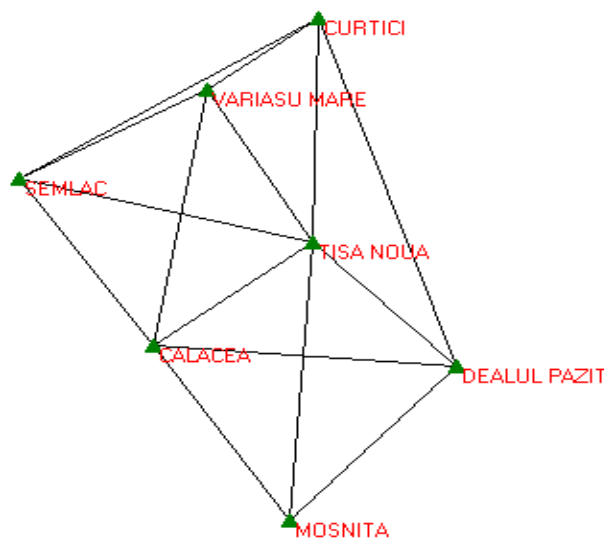


Figura 6.5 Dispunerea punctelor în rețeaua de sprijin considerată

### 6.4.2.1 Transformarea de coordonate 3D

Actualmente rețeaua de referință europeană EUREF(European Terrestrial Reference System) constituie sistemul unitar de referință în Europa, la care fiecare țară poate adera prin conectarea câtorva puncte naționale alese.

Densitatea punctelor EUREF este repartizată pe o rază de circa 150 kilometri. România s-a conectat la această rețea cu 7 puncte începând cu anul 2003 când s-au făcut aceste determinări GPS. Rețeaua EUREF este omogenă din punct de vedere al preciziei și indiferent de lungimea vectorului dintre două puncte, eroarea relativă este de 1-2 cm.

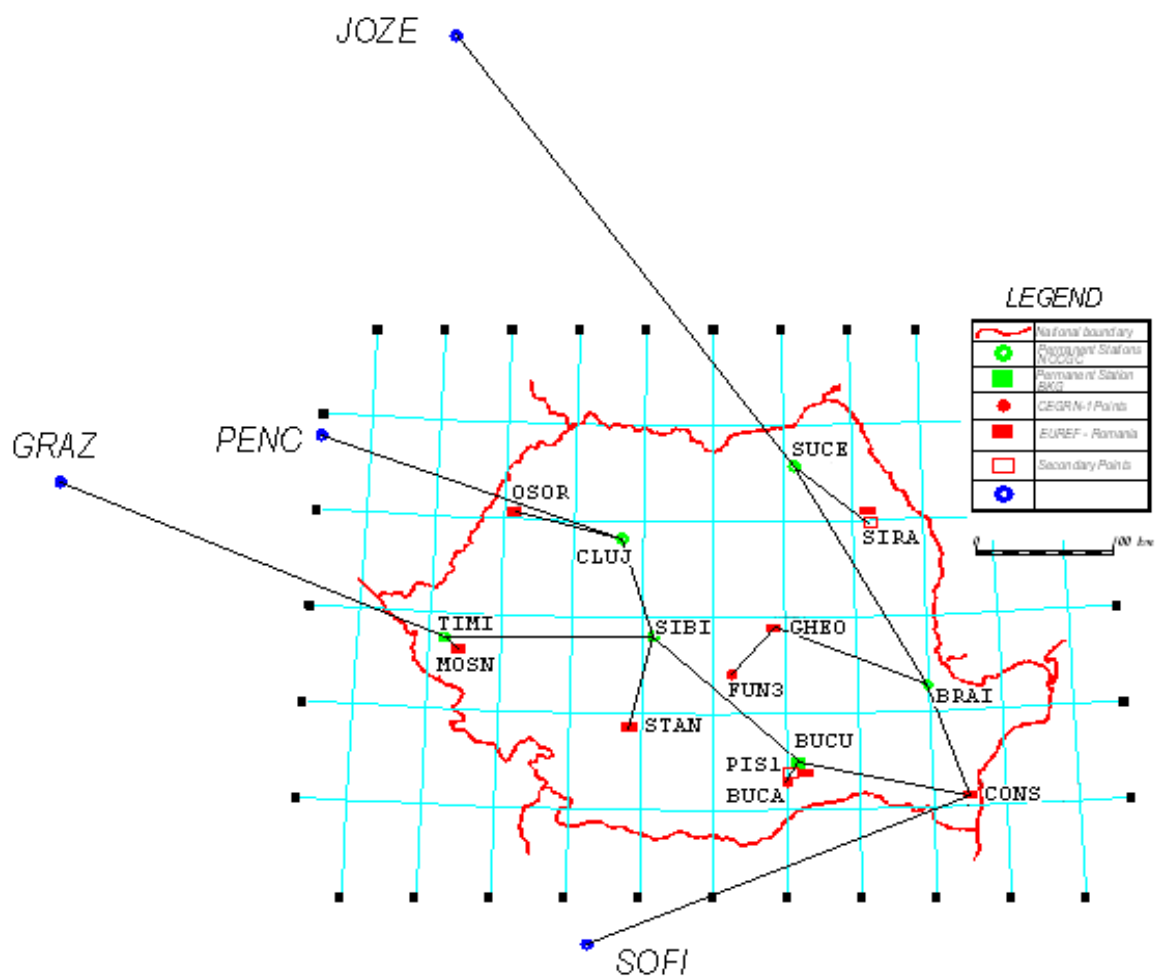


Figura 6.6 Reațeaua EUREF(European Terrestrial Reference System) din România

În cazul studiat punctul Moșnița, punct de clasă A EUREF(European Terrestrial Reference System), ale cărui coordonate sunt precis determinate, care face parte din nucleul rețelei GPS(Global Positioning System) a României determinată în campania din 2003 în





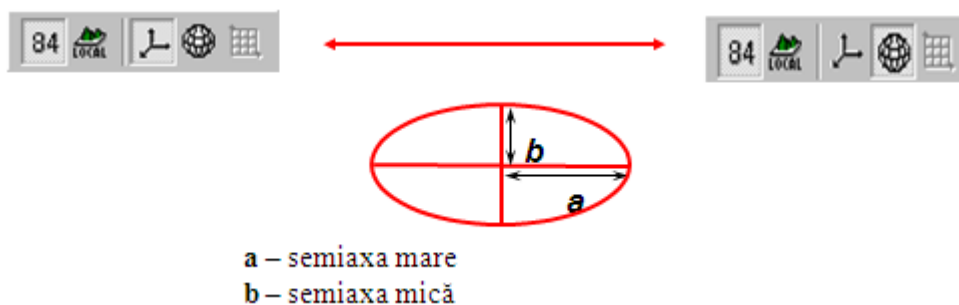
UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

colaborare cu Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară, Direcția Topografică Militară și Institutul de Cadastru, Geodezie, Fotogrammetrie și Cartografie, reprezintă punctul de bază în noua rețea determinată.

Punctul Moșnița poate avea diferite tipuri de coordonate și anume

Coordonate carteziene WGS'84 X, Y, Z  
**MOȘNIȚA** X = 4153382.633  
Y = 1623172.947  
Z = 4545098.654

Coordonate geodezice WGS'84 -  
Latitudine, Longitudine și înălțimea  
elipsoidală  
**MOȘNIȚA**  $\phi = 45^\circ 44' 18.08184''$  N  
 $\lambda = 21^\circ 20' 45.34392''$  E  
E = 140.2125m



Avem nevoie doar de elipsoidul WGS'84 pentru a putea trece de la un sistem la altul.

Același punct Moșnița poate exista și într-un sistem “local de coordonate”; în acest caz este nevoie de o transformare pentru a putea trece dintr-un sistem în altul, utilizând parametrii Helmert.

- ✓ 3 translații- dx, dy și dz
- ✓ 3 rotații Ry, Ry, Rz
- ✓ factor de scară

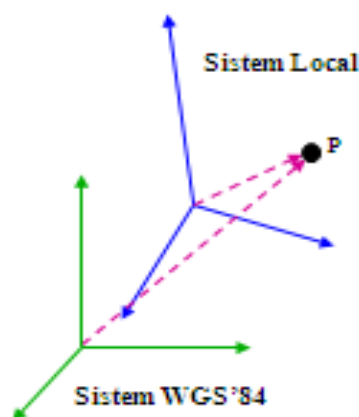


Figura 6.7 Sisteme de coordonate

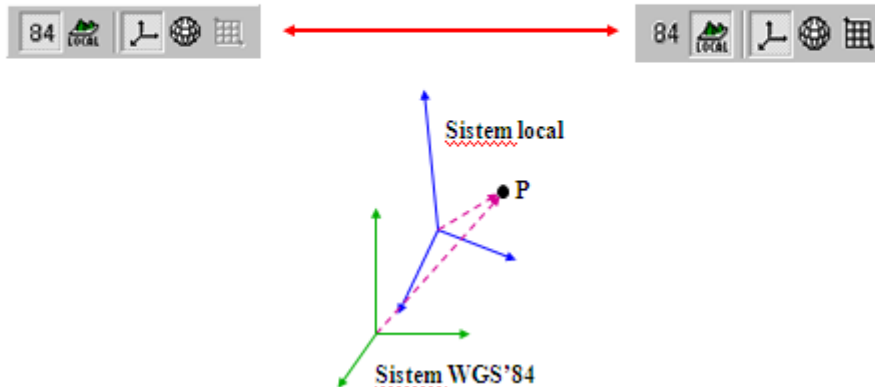


UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

În acest context se poate trece din sistemul local în sistemul WGS'84, conform figurii de mai jos.

Coordonate carteziene WGS'84 X, Y, Z  
MOȘNIȚA X = 4153382.633  
Y = 1623172.947  
Z = 4545098.654

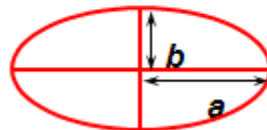
Coordonate locale carteziene WGS'84 X, Y, Z  
MOȘNIȚA X = 4153354.234  
Y = 1623294.346  
Z = 4545173.687



Doar transformarea **3D** este necesară pentru a face trecerea între cele două sisteme de coordonate, respectiv putem trece din sistemul local cartezian în sistemul de coordonate local geodezic:

Coordonate locale carteziene WGS'84 X, Y, Z  
MOȘNIȚA X = 4153354.234  
Y = 1623294.346  
Z = 4545173.687

Coordonate locale geodezice WGS'84 -  
Latitudine, Longitudine și înălțimea  
elipsoidală  
MOȘNIȚA  $\varphi = 45^\circ 44' 19.27997''$  N  
 $\lambda = 21^\circ 20' 51.05276''$  E  
E = 96.950 m



a – semiaxa mare  
b – semiaxa mică

Din nou, avem nevoie doar de elipsoidul local, și anume, în cazul nostru elipsoidul Krasovski pentru a ajunge la coordonatele dorite în sistemul de coordonate Stereografic 1970, este nevoie și de o anumită proiecție (pentru România se utilizează Proiecția Stereografică 1970).



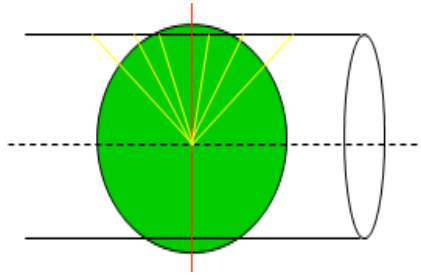
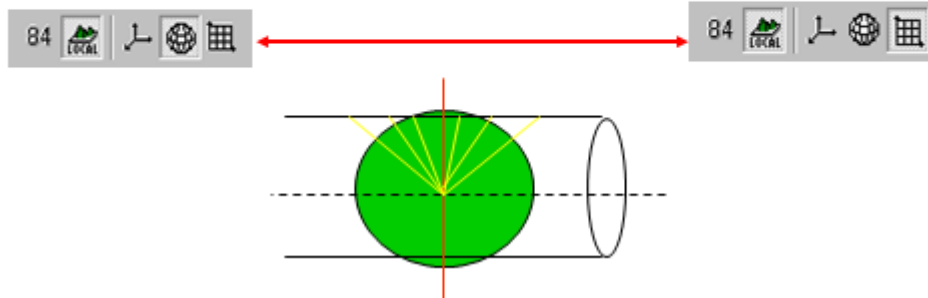


Figura 6.8 Proiecția Stereografică 1970

Coordonate locale geodezice WGS'84 -  
Latitudine, Longitudine și înălțimea  
elipsoidală  
**MOȘNIȚA**  $\varphi = 45^{\circ} 44' 19.27997''$  N  
 $\lambda = 21^{\circ} 20' 51.05276''$  E  
E = 96.950 m

Coordonate locale Stereografice  
1970 X, Y, H  
**MOȘNIȚA** X = 477465.116  
Y = 215854.733  
H = 96.95 m



În concluzie, pentru a putea trece din Sistemul WGS'84 în sistemul de proiecție Stereografic 1970 sunt necesare următoarele elemente:

- ✓ elipsoid;
- ✓ parametri de transformare(3 translații, 3 rotații și factor de scară);
- ✓ sistem de proiecție;

#### 6.4.2.2 Metode de determinare folosite

Principial, funcționarea sistemului GPS (Global Positioning System) se bazează pe determinarea simultană a distanțelor de la trei sateliți diferiți la un receptor aflat în zona de vizibilitate a acestora. Cunoscând coordonatele celor trei sateliți în momentul observației și distanțele măsurate, se pot determina coordonatele receptorului prin intersecția a trei sfere.

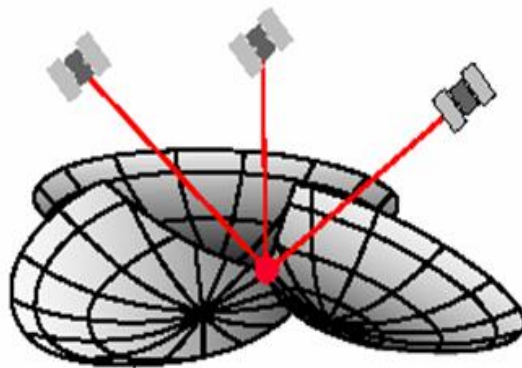


Figura 6.9 Poziționarea GPS prin intersecție spațială

Determinarea distanțelor de la satelit la receptor se face prin măsurarea timpului necesar unui semnal emis de satelit pentru a ajunge la receptor. Determinarea vitezei de deplasare a receptorului se face utilizând efectul Doppler, prin care frecvența semnalului recepționat diferă de cea a semnalului emis printr-o valoare proporțională cu viteza relativă a receptorului emițătorului. Trebuie subliniat faptul că atingerea unei precizii compatibile cu cea a observațiilor geodezice clasice poate fi asigurată numai prin utilizarea simultană a cel puțin două receptoare GPS. Această tehnică permite determinarea exactă a distanței dintre cele două sau mai multe receptoare GPS (Global Positioning System) eliminând principalele surse de erori sistematice care afectează poziția unui receptor unic.

**La proiectarea rețelei de sprijin am impus să se țină seama de:**

- ✓ să fie folosite receptoare doar de dublă frecvență L1/L2 (permit recepționarea semnalelor de la satelit pe două frecvențe L1/L2);
- ✓ numărul receptoarelor folosite să fie minim 4 (pentru ca fiecare punct nou să aibă un număr de 4 vectori mășurați în aceeași sesiune de măsurători);
- ✓ să se folosească trepid la staționarea punctelor din rețeaua de sprijin (pentru a asigura stabilitate în momentul măsurătorii);
- ✓ toate receptoarele să aibă carnet de teren în care se vor menționa datele din teren (ora de început și sfârșit a măsurătorilor, data, temperatură și înălțimea măsurată de la punctul staționat la antena receptorului);

**Metoda folosită – metoda statică**

Este cea mai utilizată metodă la realizarea rețelelor geodezice care necesită precizii foarte mari. Metoda statică presupune existența a minimum două receptoare GPS amplasate pe două puncte materializate în teren. Cele două receptoare primesc semnal de la aceiași

minim 4 sateliți și au timpul de staționare comun. Maximul de distanță este legat de vizibilitatea celor patru sateliți comuni. Cu cât distanța este mai mare, cu atât timpul de staționare este mai mare. De asemenea, pentru obținerea unui randament mai bun și a unor precizii mai bune, numărul receptoarelor este mai mare, la care se pot adăuga și stațiile permanente GPS.

### Metoda aleasă – metoda statică cu mai multe receptoare

Cu cât sunt mai multe receptoare cu atât se determină mai corect și mai precis coordonatele punctelor noi. În cazul a 8 puncte, patru puncte de coordonate cunoscute și patru puncte noi, cu opt receptoare se vor determina un număr de 28 vectori, respectiv combinații de opt puncte luate câte două. Se măsoară astfel toate combinațiile posibile.

Conform normelor în vigoare, fiecare punct nou trebuie să aibă cel puțin 4 vectori de poziție (determinări), iar pentru aceasta avem două variante:

- ✓ Staționarea cu receptoarele fixe pe punctele vechi Moșnița, Dealul Păzit, Calacea și Tisa Nouă și determinarea celorlalte puncte noi. Astfel, vom avea patru determinări independente pentru fiecare punct nou, caz în care se poate aplica metoda celor mai mici pătrate pentru compensarea rețelei;
- ✓ Determinări cu stația totală între fiecare două puncte vizibile, integrând măsurătorile de direcții și distanțe cu măsurătorile GPS într-un singur model de prelucrare prin metoda celor mai mici pătrate;

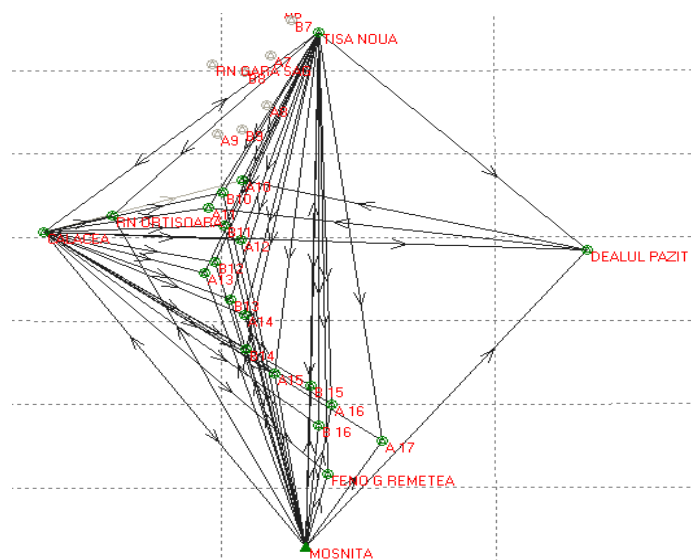


Figura 6.10 Metoda combinată TPS(stație totală) – GPS(receptor GPS)

Concluzii ale studiului:

- ✓ s-a ales metoda statică pentru că oferă precizia cea mai mare de determinare pe coordonatele X și Y, respectiv pe cota H prin combinarea măsurătorilor GPS cu măsurătorile de nivelment geometric de precizie, măsurători care se prelucrează automat în același soft de prelucrare a datelor brute;
- ✓ metoda este practică și ușor de realizat datorită tehnologiei GPS, dar necesită respectarea condițiilor privind planificarea corectă și eficientă a unei campanii GPS;

Pentru exploatarea eficientă a tehnicii GPS este necesar să fie avute în vedere mai multe condiții:

1. **Geometria sateliților:** pentru a asigura o determinare cât mai exactă este necesar ca în momentul observației sateliții să realizeze o dispunere geometrică optimă (de exemplu să nu fie toți pe aceeași direcție).

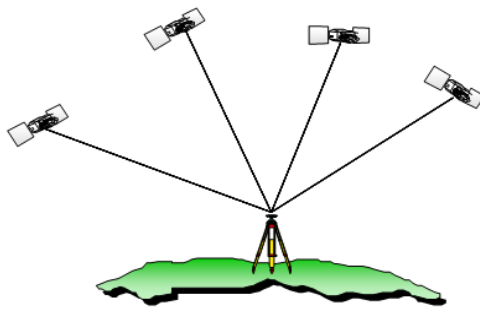


Figura 6.11 Geometria sateliților

2. **Vizibilitatea** semnalului emis de satelit, care poate fi deformat sau chiar opturat de diferite obstacole (vegetație, construcții etc.) sau poate fi recepționat după reflexia de diferite suprafețe, afectând astfel precizia determinării.

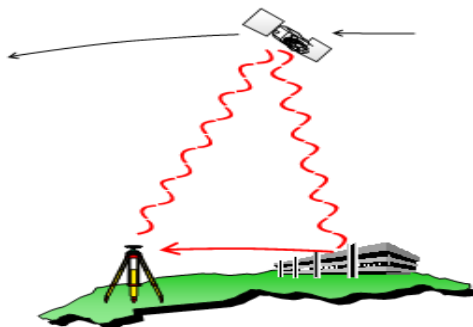


Fig 6.12 Reflexia multiplă (multipath)

Înainte de efectuarea măsurătorilor, am studiat perioada optimă de timp în care se pot efectua observații pentru a obține rezultatele dorite din punct de vedere al preciziei.

În concluzie, se menționează că pentru utilizarea eficientă a tehnicii GPS, trebuie îndeplinite următoarele condiții:

- ✓ trebuie să poată fi observați simultan cel puțin patru sateliți cu o elevație de cel puțin 15 grade deasupra pământului;
- ✓ GDOP-ul să fie mai mic decât valoarea 5 (GDOP se referă la geometria sateliților în timpul măsurătorilor);
- ✓ Să existe vizibilitate pe cer;
- ✓ Să nu existe obstacole lângă receptoare;

### 6.4.3 Aspecte privind precizia oferită de tehnologia GPS

Cine se interesează pentru prima dată de tehnologiile GPS (Global Positioning System), își pune întrebarea: Ce precizie de determinare a punctelor se poate obține folosind această tehnologie?. Răspunsul nu este așa de simplu.

Cauza este multitudinea de aplicații practice, fiecare cu scop aparte, condiții tehnice diverse, din această cauză și precizia diferă. Pentru a putea alege metoda cea mai potrivită scopului dat și preciziei cerute, trebuie să ne orientăm foarte bine în privința metodelor de măsurare. Această orientare este înlesnită de definirea unor noțiuni de bază (Hofmann – Wellenhof, 1992) și un grafic, de unde se pot citi datele privind precizia de determinare a punctelor (Stansell, 1988).

Conform teoriei un punct poate fi ocupat cu o acuratețe de 10 – 30 m.

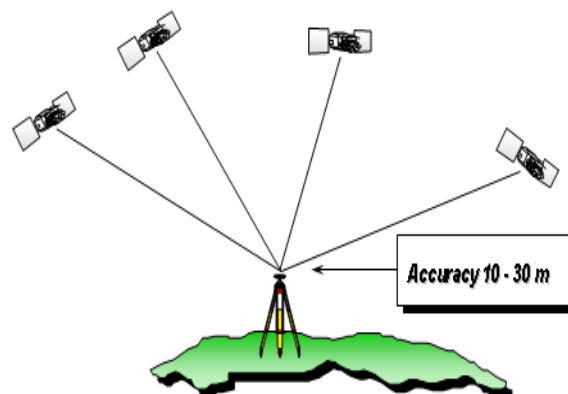


Figura 6.13 Precizii de determinare (acuratețe)

Întrebarea care se pune este cum îmbunătățim precizia?

Acest lucru se realizează prin utilizarea măsurătorilor diferențiale (DGPS).

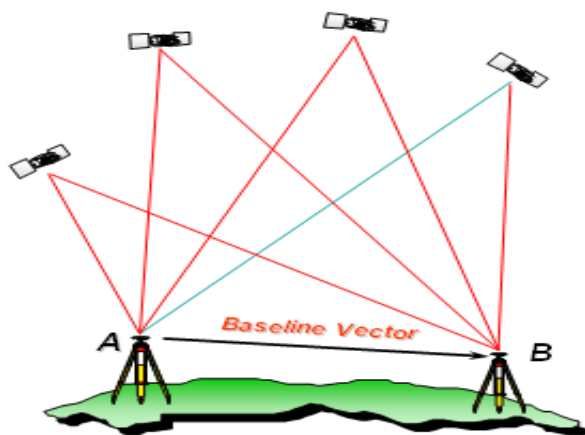


Figura 6.14 Îmbunătățirea preciziei

Poziția lui **B** poate fi determinată în raport de referința **A** dacă:

- ✓ Se cunosc coordonatele lui A;
- ✓ Observațiile GPS sunt simultane;

Dacă se folosește numai modul *Cod*, precizia este situată în intervalul 30 - 50 cm

Dacă se folosește modul *Fază sau Cod & Fază* precizia este de ordinul 5 - 10 mm

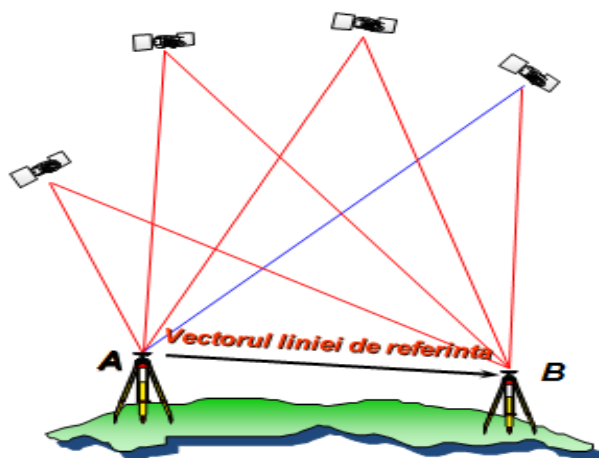


Figura 6.15 Îmbunătățirea preciziei prin *Fază sau Cod & Fază*

De asemenea, un factor foarte important care a fost luat în calcul la proiectarea și executarea măsurătorilor a fost fixarea ambiguității în fiecare punct staționat cu receptorul; ambiguitatea reprezintă întreruperea semnalului de la satelit la receptor. Acest lucru apare în

special datorită obstacolelor care intervin în momentul efectuării măsurătorilor, de aceea este foarte important să fie făcută recunoașterea terenului înainte de efectuarea măsurătorilor GPS.

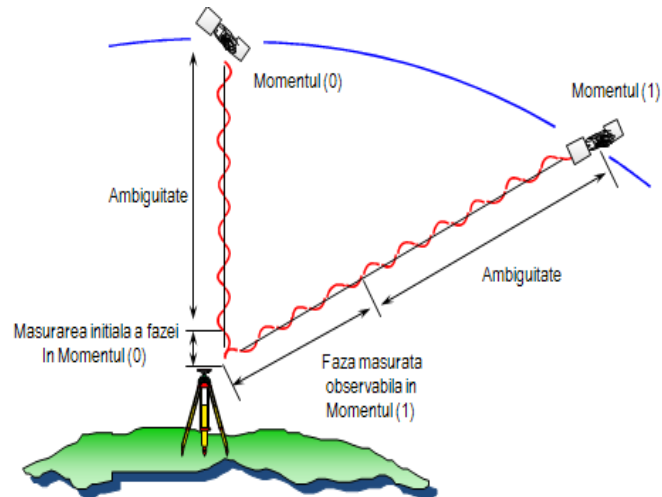


Figura 6.16 Fixarea ambiguității

Aplicațiile de „timp real” (real time) pretind ca receptorul să-și determine poziția imediat, la locul măsurătorii, într-un interval scurt de timp; „imediat” însemnând furnizarea poziției pe baza măsurătorii executate într-un „moment unic”, după un timp de calcul neglijabil. Aceasta, deoarece concepția inițială a tehnologiei a fost navigarea vehiculelor în mișcare, în timp real (nave, avioane, autovehicule).

Cu prelucrarea ulterioară (post processing) posibilitățile se largesc. Datele măsurate sunt stocate și se pot combina cu datele măsurate în alte puncte, scăzând astfel substanțial efectele unor surse de erori, astfel se poate mări precizia.

Coordonatele unui punct sunt de obicei foarte bine cunoscute (punct de referință), iar coordonatele celuilalt punct sunt necunoscute. Metoda ne furnizează de fapt vectorul spațial dintre cele două puncte, de unde și denumirea de metodă relativă.

Metodele de prelucrare se bazează pe calculul diferențelor formate din măsurători; în cursul acestei prelucrări unele erori dispar sau efectul lor scade simțitor.

Precizia de determinare a poziției relative între puncte, care interesează de fapt în măsurătorile topo-geodezice, se încadrează în valori de ordinul a câtorva ppm(1:1.000.000) din distanța măsurată și se menține în aceste limite pentru distanțe de la câțiva km până la zeci și chiar sute de km.

Conform Beutler (1989,1990) se poate folosi următoarea formulă empirică pentru estimarea preciziei de așteptat în măsurătorile statice GPS și prelucrare diferențială:

$$( db / b ) = ( 1 / 2b )^{1/2} \text{ mm/Km.}$$

**b(km)** - reprezintă baza

**db(mm)** – reprezintă eroarea bazei

Factorul care limitează potențialul de precizie al măsurătorilor GPS este refracția atmosferică, în special în troposferă, care nu poate fi modelat să răspundă cu exactitate condițiilor metereologice concrete. În acest sens, măsurătorile de temperatură, presiune și umiditate la nivelul solului nu au condus la rezultate mai promițătoare.

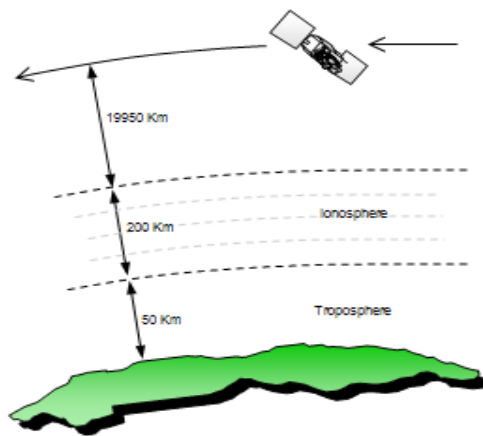


Figura 6.17 Factorii care influențează precizia

Din cele arătate, se poate concluziona că pentru asigurarea preciziei oferite de tehnologia GPS trebuie respectate următoarele condiții:

- ✓ În timpul executării măsurătorilor ambiguitatea trebuie să fie fixată, acest lucru se poate verifica doar la prelucrarea preliminară a datelor brute;
- ✓ Se vor evita punctele care sunt obstrucționate (au semnal metalic, sunt aproape de stâlpi de înaltă tensiune sau construcții);
- ✓ Se vor utiliza doar receptoare de dublă frecvență L1/L2;
- ✓ Pentru obținerea preciziei avem nevoie de opțiunea Fază sau Cod & Fază, unde precizia este de ordinul 5 – 10 mm;
- ✓ Sesiunile de măsurători vor fi în intervalul orei 7<sup>oo</sup>-12<sup>oo</sup> dimineața, atunci când avem un număr maxim de sateliți;
- ✓ Se vor efectua obligatoriu două sesiuni de măsurători GPS;



## 6.5 Pregătirea și executarea observațiilor GPS(Global Positioning System) pentru rețeaua de sprijin

### 6.5.1 Lucrări de teren

#### 6.5.1.1 Recunoașterea terenului

Toate măsurătorile GPS au fost executate prin metoda statică conform proiectului propus în faza inițială. În prima etapă a fost făcută recunoașterea terenului privind existența punctelor din rețeaua de triangulație, după identificarea punctelor în teren, funcție de starea lor s-au ales 7 puncte de ordin superior din rețeaua geodezică națională, care să acopere bine zona studiată și care urmează să alcătuiască rețeaua principală și secundară.

Planificarea observațiilor s-a făcut pentru fiecare punct staționat, corespunzător numărului de receptoare folosite, astfel încât să fie asigurate următoarele condiții:

- ✓ minimum patru sateliți identici recepționați concomitent în cele 4 stații;
- ✓ valoarea GDOP(Geometric Dilution of Precision), ca indicator al preciziei și impus de geometria sateliților să fie sub valoarea 4;
- ✓ timpul de observație minim o 1h, în punctele vechi din rețeaua de triangulație;
- ✓ punctele vechi să nu aibe pilastru metalic;



Figura 6.18 Punct obstrucționat (nu se poate staționa)



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

În figura 6.18 se poate observa pilastrul metalic care poate afecta măsurătoarea GPS, semnalul provenit de la satelit la antena receptorului poate fi obstrucționat de acesta.

În timpul recunoașterii punctelor s-au întocmit fișe de recunoaștere pentru fiecare punct în parte.

Exemplu fișă:

Tabelul 1

Număr punct:			
Felul bornării:			
Data bornării:			
Coordonate			
Coordonate Stereografice 1970		Coordonate carteziane WGS'84	
X:		X:	
Y:		Y:	
Z:		Z:	
Schiță teren	Schiță cu obstacole		
Observații:			



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

La recunoașterea terenului s-au stabilit în detaliu și drumurile de acces la punct, precum și timpul de deplasare la punct, pentru a putea ține seama de aceasta în planificarea observațiilor.

### 6.5.1.2 Efectuarea măsurătorilor

Măsurătorile de teren au fost executate cu 6 receptoare GPS de tip Leica Sistem 1200. Aceste receptoare posedă 12 canale de înregistrare și permit înregistrarea semnalelor de pe ambele frecvențe L1 și L2.

S-a avut în vedere recomandarea de a se folosi același tip de receptoare în timpul măsurătorilor.



Figura 6.19 Echipamentele GPS folosite

### 6.5.1.3 Planificarea sesiunilor de măsurători și stabilirea timpului de observație

La planificarea sesiunilor este recomandabil să utilizăm intervalele de timp în care valoarea GDOP (Geometric Dilution Of Precision) este mai mică. Deoarece, datorită mai multor factori mai mult sau mai puțin previzibili este imposibil să planificăm sesiunile la minut, mai bine să măsurăm cu un punct mai puțin decât să reducem timpul de observare în celelalte puncte.

Valoarea indicatorului GDOP (Geometric Dilution Of Precision) ne ajută să analizăm influența geometriei sateliților disponibili deasupra zonei de lucru.

Pentru metoda statică, aceasta trebuie să fie mai mică de 5, dar este recomandabil să se aleagă sesiunile în perioadele când nu depășește valoarea 5. În principiu este bine să se aleagă sesiunile de lucru în perioadele când sunt vizibili minimum 5 sateliți cu o elevație de peste 15°, iar valoarea GDOP este mai mică de 5 atât pentru stația de referință cât și pentru stația mobilă.



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Dacă se știe că în zona de lucru există obstrucții majore, o recunoaștere prealabilă urmată de o simulare a obstrucțiilor în programul de planificare va conduce la obținerea unor rezultate deosebit de precise.

Ca o concluzie generală, pot menționa că este obligatorie planificarea observațiilor pentru a studia numărul sateliților în momentul efectuării măsurătorilor.

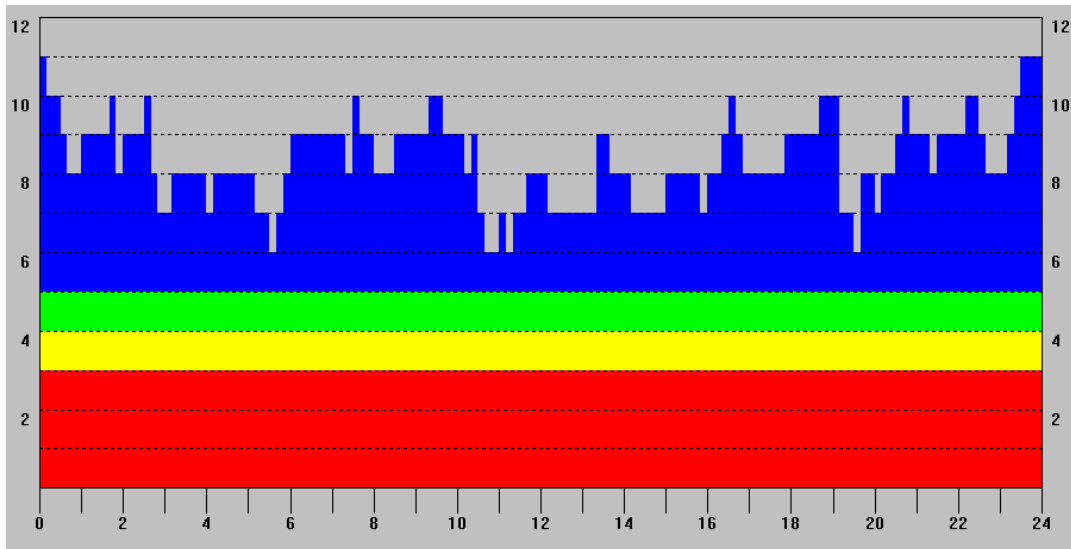


Figura 6.20 Diagramă pentru planificarea sesiunilor

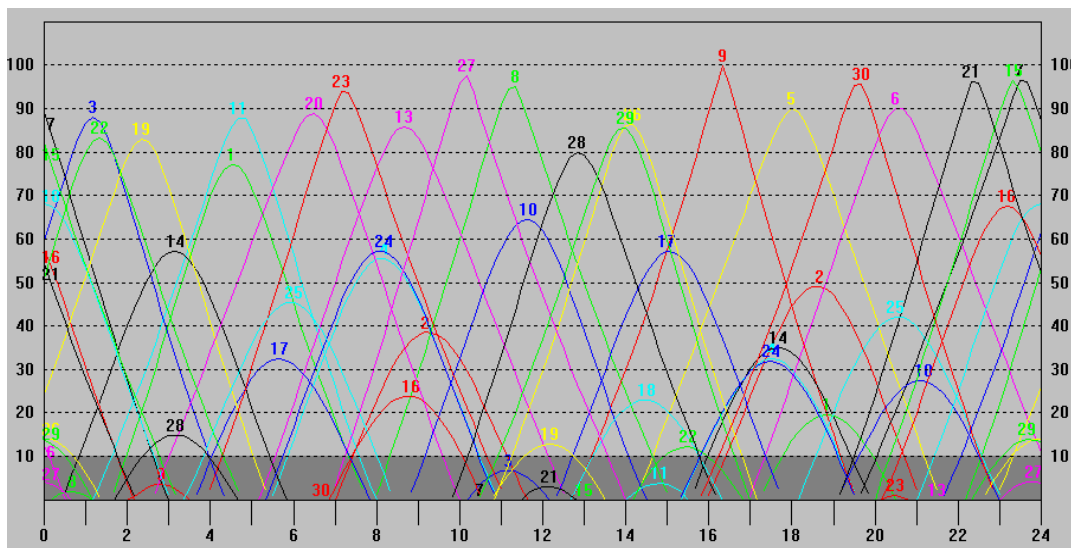


Figura 6.21 Diagramă pentru elevația sateliților

Durata unei sesiuni, pentru obținerea unui rezultat bun în etapa de post procesare depinde de mai mulți factori: lungimea bazei, numărul sateliților observați, valoarea GDOP(Geometric Dilution Of Precision ), perturbările ionosferice.

Deoarece perturbările datorate atmosferei sunt mult mai mici noaptea, este avantajos, dacă este posibil, ca măsurarea bazelor lungi (20-30 km) să se facă în această perioadă. Este recomandabilă mărirea duratei sesiunii dacă doi din patru sau cinci sateliți observați au elevația mai mică de 20°.

În tabelul 2 sunt prezentate lungimile și duratele sesiunilor pentru studiul efectuat

*Tabelul 2*

Metoda	Număr sateliți GDOP<4	Lungimea bazei	Durată sesiune de zi	Durată sesiune de noapte
Statică	Minim 4	Între 15-30 Km	1-2 ore	1 oră
	Minim 4	Peste 30 Km	2-3 ore	2 ore

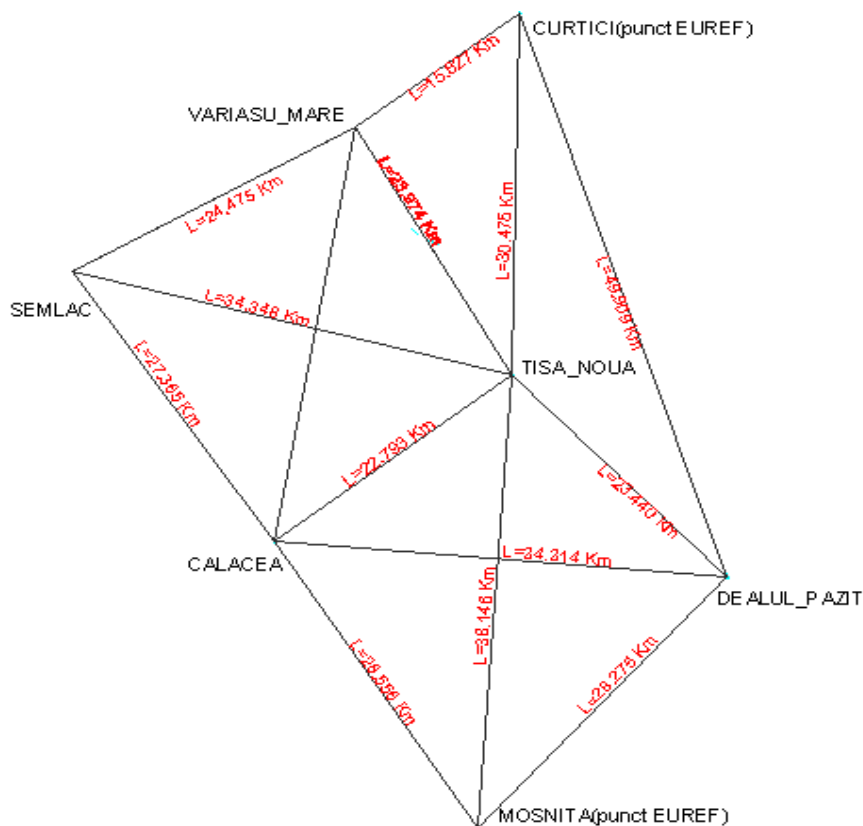


Figura 6.22 Lungimea bazelor

Se observă că lungimea minimă este de 15,83 km între punctele Variașu Mare și Curtici, iar lungimea maximă este de 49,90 km între punctele Curtici și Dealul Păzit ceea ce corespunde cerințelor de precizie. La observațiile din rețeaua de sprijin, pentru eliminarea unor măsurători suplimentare și asigurarea unei eficiențe maxime, s-a adoptat folosirea de trepied la toate punctele, respectiv nestaționarea centrică cu antena GPS deasupra fiecărui punct.



Figura 6.23 Poziționare GPS greșită



Figura 6.24 Poziționare GPS corectă

La poziționarea GPS este necesar ca și punctele să fie staționate obligatoriu pe trepied(Figura 6.24), asigurând stabilitatea aparatului.

**La executarea observațiilor de teren se impune să se țină seama de mai multe criterii:**

La alegerea amplasamentului stației de referință trebuie avut în vedere următoarele:

- ✓ Aceasta să nu fie obstrucționată pentru o elevație mai mare de 15°;
- ✓ Să nu existe în apropiere suprafețe reflectante care să genereze efectul multipath;
- ✓ Să nu se afle în apropierea zonelor cu trafic intens și dacă este posibil să se aleagă locații sigure;
- ✓ Să nu se afle în apropierea releelor, a liniilor de înaltă tensiune sau a căilor ferate electrificate;

**De asemenea, stația de referință trebuie să îndeplinească anumite condiții tehnice și anume:**



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

- ✓ Acumulatorii să fie complet încărcați;
- ✓ Asigurarea conectării unei a doua baterii sau să se utilizeze conectarea externă;
- ✓ Memoria trebuie să aibă o capacitate suficientă pentru întreaga durată a sesiunii;
- ✓ Verificarea înălțimii antenei;
- ✓ Verificarea parametrilor configurați, dacă sunt corecți și se potrivesc cu parametrii stațiilor mobile;

Pentru fiecare sesiune de măsurători am realizat planificarea, privind ora de începere a sesiunii de lucru.

Măsurătorile GPS au început pe data de 15 mai în anul 2006 având o durată de aproximativ 1 an, în anul 2009 când s-au început lucrările la autostradă s-a mai realizat o etapă suplimentară de măsurători GPS constând în verificarea rețelei de sprijin executate în 2006.

Măsurătorile GPS s-au desfășurat pe parcursul a 4 sesiuni de măsurători pentru cele două poligoane, acestea având ca bază comună punctele Calacea și Tisa Nouă.

**Poligonul I** este alcătuit din punctele MOȘNIȚA (punct EUREF, având coordonate WGS'84 bine determinate și de la care s-a plecat cu procesarea rețelei), CALACEA, TISA NOUĂ și DEALUL PĂZIT, toate punctele fiind de ordinul I, (Figura 6.25).

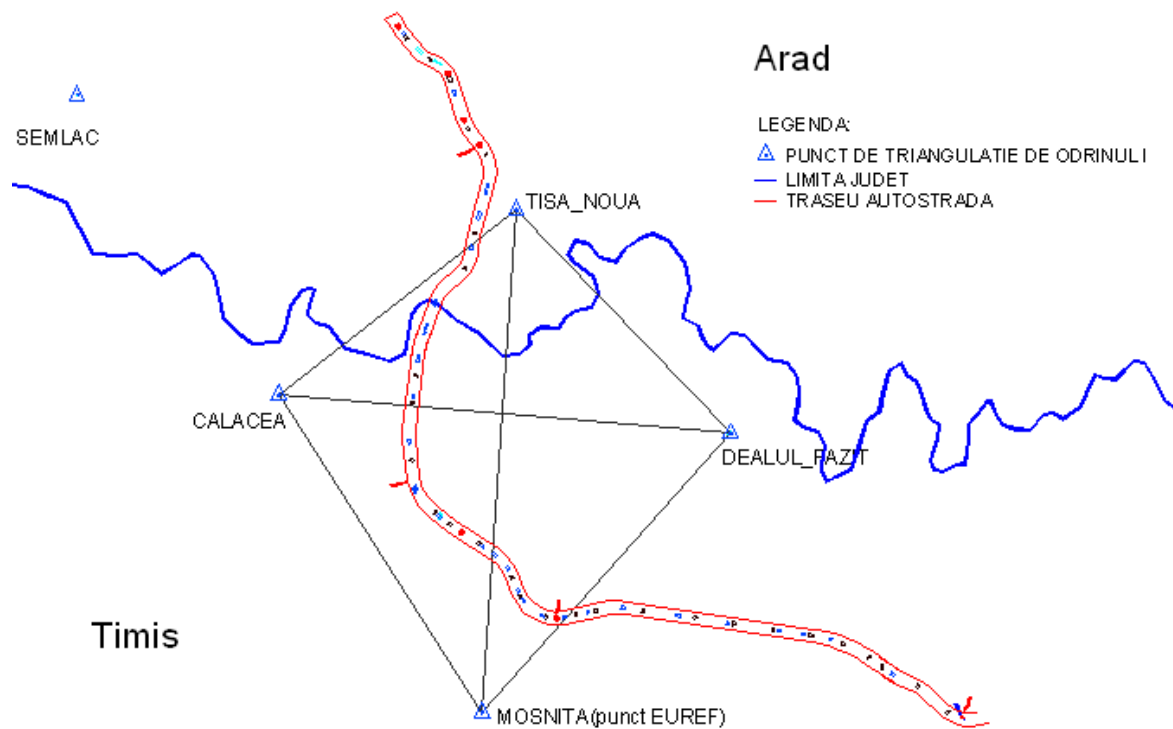


Figura 6.25 Poligonul I



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

**Poligonul I - Sesiunea 1 data începerii 15 mai 2006**

A început staționând patru puncte(Moșnița, Dealul Păzit, Calacea și Tisa Nouă), cele patru receptoare au fost amplasate pe cele 4 puncte din rețeaua de sprijin. Măsurătorile au început în ziua de 15 mai, ora de începere a observațiilor fiind ora 07.40 dimineața (toate receptoarele s-au pornit în același timp), ora de încheiere fiind ora 14.00 (receptoarele s-au oprit în același timp. La sfârșitul fiecărei sesiuni, au fost întocmite fișele de observații GPS(Global Position System), respectiv la birou datele au fost descărcate din receptoare.





**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

*Fisă observații –punctul de stație Moșnița*

Tabelul 3

<b>GPS-OBSERVATII</b>				<b>OPERATOR(I):</b>		<b>KAROL</b>	
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>			Echipa:	<i>1</i>		
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad-Bypass Arad-Timișoara</i>			Data:	<i>15.05.2006</i>		
Nume stație:	<i>MOȘNIȚA</i>			Zi din an:	<i>183</i>		
<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>	<i>BLK</i>			Sesiuni de obs.:	<i>2</i>		
Nr. tija (centrare forțată):	<i>TREPIED</i>						
Nume fișier(e) în receptor:	<i>log0427ka.tps</i>						
Nume fișier obs. descărcat:	<i>log0427ka.tps</i>			Metoda de arhivare:	<i>DBX</i>		
<b>Tip receptor:</b>	<i>LEICA 1200</i>			Nr. serial receptor:	<i>504-00226</i>		
<b>Tip Antenă:</b>	<i>AX1202</i>			Nr. serial antenă:	<i>504-00226</i>		
Sursa alimentare: a) internă b) externă	<i>externa</i>			Lungime cablu antenă:	<i>1.20 m</i>		
<b>Unghi elevație:</b> 08 58 98 108 158	<i>108</i>			Interval de înregistrare:	<i>5 s</i>		
<b>Perioada înreg.:</b>	<b>Început:</b>	<i>07:40</i> (local)	(UTC)	<b>Sfârșit:</b>	<i>14:00</i> (local)	(UTC)	
<b>Inălțime antenă:</b>				<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP ( partea inferioara a antenei)</i>			
Înălțime înclinată (Hi):							
Început măsurători:	<i>0.258 m</i>						
Sfârșit măsurători:	<i>0.257 m</i>						
<b>Schița instalării</b> receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i>				Observații:			
<i>Model antenă: Leica</i>				Tipul măsurători	<i>GPS/GLONASS</i>		
				Nr. epocii:	<i>3200</i>		
				Durată:	<i>7h40min</i>		



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

*Fisă observații –punctul de stație Calacea*

Tabelul 4

<b>GPS-OBSERVATII</b>		<b>OPERATOR(I):</b>		<b>CATALIN</b>	
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>		Echipa:	<i>1</i>	
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad-Bypass Arad-Timișoara</i>		Data:	<i>15.05.2006</i>	
Nume stație:	<i>CALACEA</i>		Zi din an:	<i>183</i>	
<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>	<i>BLK</i>		Sesiuni de obs.:	<i>2</i>	
Nr. tija (centrare forțată):	<i>TREPIED</i>				
Nume fișier(e) în receptor:	<i>log0427ka.tps</i>				
Nume fișier obs. descărcat:	<i>log0427ka.tps</i>	Metoda de arhivare:	<i>DBX</i>		
<b>Tip receptor:</b>	<i>LEICA 1200</i>		Nr. serial receptor:	<i>504-00226</i>	
<b>Tip Antenă:</b>	<i>AX1202</i>		Nr. serial antenă:	<i>504-00226</i>	
Sursa alimentare: a) internă b) externă	<i>externă</i>		Lungime cablu antenă:	<i>1.20 m</i>	
<b>Unghi elevație:</b> 08 58 98 108 158	<i>108</i>		Interval de înregistrare:	<i>5 s</i>	
<b>Perioada înreg.:</b>	<b>Început:</b>	<i>07:40(local)</i>	(UTC)	<b>Sfârșit:</b>	<i>14:00</i> (local) (UTC)
<b>Înălțime antenă:</b>			<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP (partea inferioară a antenei)</i>		
Înălțime înclinată (Hi):					
Început măsurători:	<i>0.291 m</i>				
Sfârșit măsurători:	<i>0.291 m</i>				
<b>Schița instalării</b> receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i>			Observații:		
<p align="center"><i>Model antenă: Leica</i></p>			Tipul măsurători	<i>GPS/GLONASS</i>	
			Nr. epocii:	<i>3100</i>	
			Durată:	<i>7h42min</i>	



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

*Fisă observații –punctul de stație Tisa Nouă*

Tabelul 5

GPS-OBSERVATH			OPERATOR(I): <i>ANDREI</i>		
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>		Echipa:	<i>1</i>	
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad- Bypass Arad-Timișoara</i>		Data:	<i>15.05.2006</i>	
Nume stație:	<i>TISA NOUĂ</i>		Zi din an:	<i>183</i>	
<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>	<i>BLK</i>		Sesiuni de obs.:	<i>2</i>	
Nr. tija (centrare forțată):	<i>TREPIED</i>				
Nume fișier(e) în receptor:	<i>log0427ka.tps</i>				
Nume fișier obs. descărcat:	<i>log0427ka.tps</i>		Metoda de arhivare:	<i>DBX</i>	
<b>Tip receptor:</b>	<i>LEICA 1200</i>		Nr. serial receptor:	<i>504-00226</i>	
<b>Tip Antenă:</b>	<i>AX1202</i>		Nr. serial antena:	<i>504-00226</i>	
Sursa alimentare: a) internă b) externă	<i>INTERNĂ</i>		Lungime cablu antenă:	<i>1.20 m</i>	
<b>Unghi elevație:</b> 08 58 98 108 158	<i>108</i>		Interval de înregistrare:	<i>5 s</i>	
<b>Perioada înreg.:</b>	<b>Început:</b>	<i>7:40</i> (local)	(UTC)	<b>Sfârșit:</b>	<i>14:00</i> (local) (UTC)
<b>Înălțime antenă:</b>			<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP (partea inferioară a antenei)</i>		
Înălțime înclinată(Hi):					
Început măsurători:	<i>0.105 m</i>				
Sfârșit măsurători:	<i>0.105 m</i>				
<b>Schița instalării</b> receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i>			Observații:		
<p align="center"><i>Model antenă: Leica</i></p>			Tipul măsurători	<i>GPS/GLONASS</i>	
			Nr. epocii:	<i>3350</i>	
			Durată:	<i>7h40min</i>	

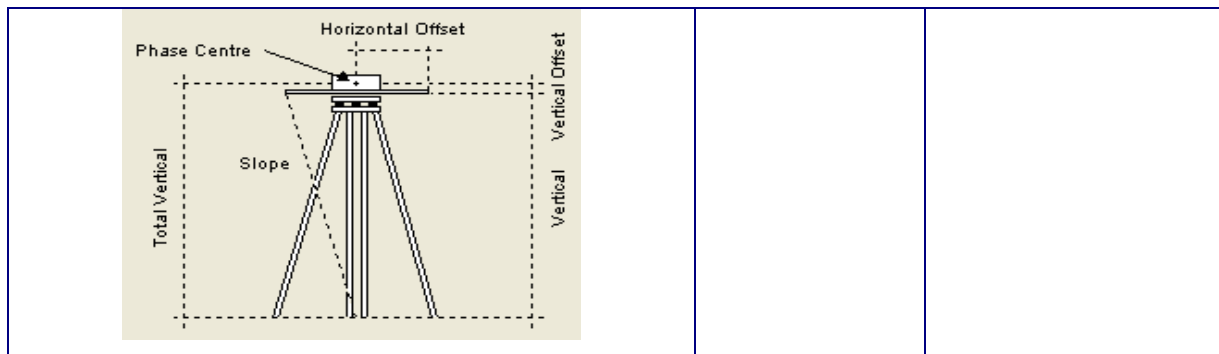


**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

*Fisă observații –punctul de stație Dealul Păzit*

Tabelul 6

<b>GPS-OBSERVATII</b>		<b>OPERATOR(I):</b>		<b>MIHAI</b>	
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>		Echipa:	<i>1</i>	
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad- Bypass Arad-Timișoara</i>		Data:	<i>15.05.2006</i>	
Nume stație:	<i>DEALUL PĂZIT</i>		Zi din an:	<i>183</i>	
<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>	<i>BLK</i>		Sesiune de obs.:	<i>2</i>	
Nr. tija (centrare forțată):	<i>TREPIED</i>				
Nume fișier(e) în receptor:	<i>log0427ka.tps</i>				
Nume fișier obs. descărcat:	<i>log0427ka.tps</i>		Metoda de arhivare:	<i>DBX</i>	
<b>Tip receptor:</b>	<i>LEICA 1200</i>		Nr. serial receptor:	<i>504-00226</i>	
<b>Tip Antenă:</b>	<i>AX1202</i>		Nr. serial antenă:	<i>504-00226</i>	
Sursa alimentare: a) internă b) externă	<i>INTERNĂ</i>		Lungime cablu antenă:	<i>1.20 m</i>	
<b>Unghi elevație:</b> 08 58 98 108 158	<i>108</i>		Interval de înregistrare:	<i>5 s</i>	
<b>Perioada înreg.:</b>	<b>Început:</b>	<i>7:40</i> (local)	(UTC)	<b>Sfârșit:</b>	<i>14:00</i> (local) (UTC)
<b>Inălțime antenă:</b>			<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP( partea inferioara a antenei)</i>		
Înălțime înclinată (Hi):					
Început măsurători:	<i>0.115 m</i>				
Sfârșit măsurători:	<i>0.115 m</i>				
<b>Schița instalării</b> receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i>			Observații:		
<i>Model antenă: Leica</i>			Tipul măsurători	<i>GPS/GLONASS</i>	
			Nr. epocii:	<i>3200</i>	
			Durată:	<i>7h40min</i>	



### Poligonul I - Sesiunea 2 data începerii 16 mai 2006

Sesiunea 2 a început la ora 7 și 20 minute staționând aceleași puncte ca în prima sesiune de măsurători, ora de încheiere fiind 14 și 30 minute. Și în a doua sesiune s-a întocmit fișele de observații.

**Poligonul II** este alcătuit din punctele CALACEA, TISA NOUĂ, SEMLAC, VARIAȘU MARE și CURTICI. Punctele au fost ocupate simultan, la fel ca la primul poligon, cu 5 receptoare Leica GPS 1200, timpul de staționare fiind în ambele sesiuni de 5 ore pentru fiecare punct, fără excepții.

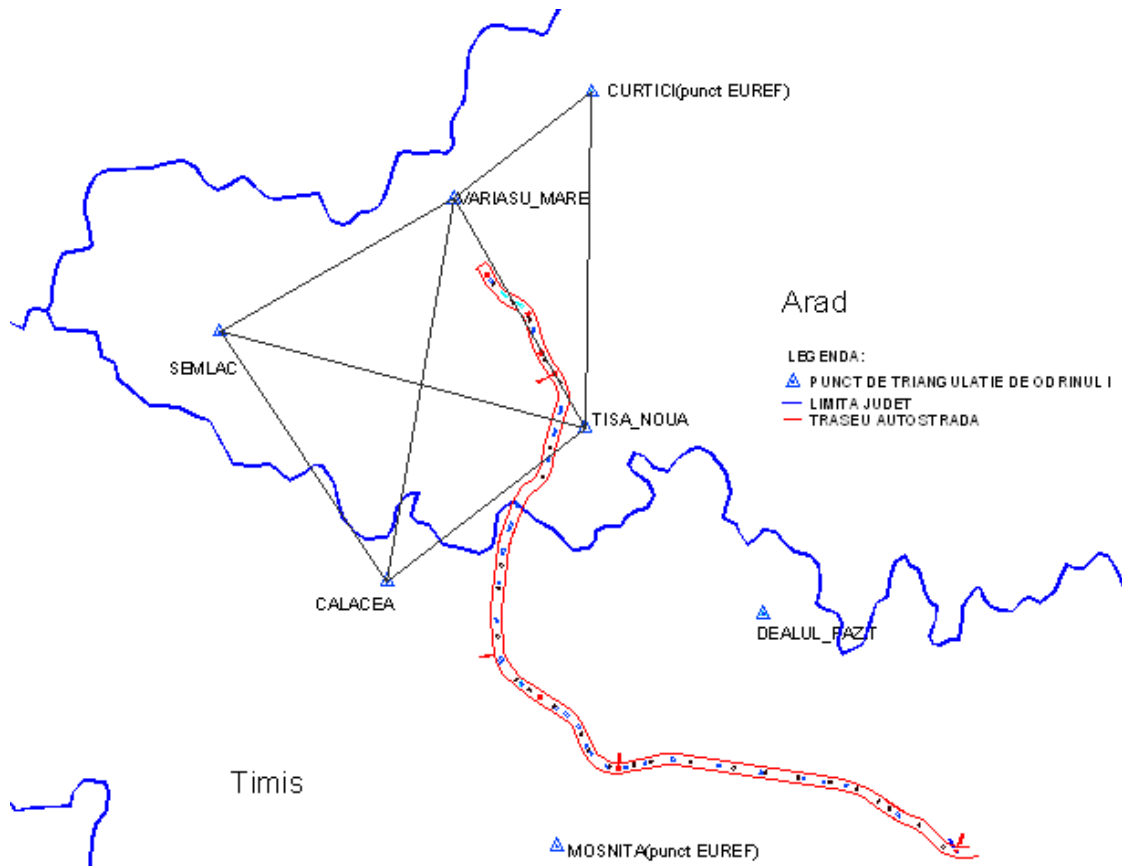


Figura 6.26 Poligonul II

### Poligonul II - Sesiunea 3 data începerii 19 mai 2006

Sesiunea 3 a început la ora 7 și 15 minute, staționând în același timp punctele Calacea, Tisa Nouă, Semlac, Variașu Mare și Curtici, ora de încheiere fiind ora 12 și 30 de minute (timp de observație 5h 15 minute).

### Poligonul II - Sesiunea 4 data începerii 20 mai 2006

Sesiunea 4 a început la ora 7 și 05 minute, staționând aceleași puncte în același timp, ora de încheiere fiind ora 12 și 20 de minute (timp de observație 5h 20 minute).



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Fisă observații –punctul de stație Calacea

Tabelul 7

<b>GPS-OBSERVATII</b>		<b>OPERATOR(I):</b>	
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>	Echipa:	<i>2</i>
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad- Bypass Arad-Timișoara</i>	Data:	<i>17.05.2006</i>
Nume stație:	<i>CALACEA</i>	Zi din an:	<i>183</i>
<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>	<i>BLK</i>	Sesiuni de obs.:	<i>2</i>
Nr. tija (centrare forțată):	<i>TREPIED</i>		



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

Nume fișier(e) în receptor:		<i>log0427ka.tps</i>			
Nume fișier obs. descărcat:		<i>log0427ka.tps</i>	Metoda de arhivare:		<i>DBX</i>
<b>Tip receptor:</b>		<i>LEICA 1200</i>	Nr. serial receptor:		<i>504-00226</i>
<b>Tip Antenă:</b>		<i>AX1202</i>	Nr. serial antenă:		<i>504-00226</i>
Sursa alimentare: a) internă b) externă		<i>externă</i>	Lungime cablu antenă:		<i>1.20 m</i>
<b>Unghi elevație:</b> 08 58 98 108 158		<i>108</i>	Interval de înregistrare:		<i>5 s</i>
<b>Perioada înreg.:</b>	<b>Început:</b>	<i>7:15</i> (local)	(UTC)	<b>Sfârșit:</b>	<i>12:30</i> (local) (UTC)
<b>Inălțime antenă:</b>			<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP (partea inferioară a antenei)</i>		
Înălțime înclinată la (Hi):					
Început măsurători:	<i>0.251 m</i>				
Sfârșit măsurători:	<i>0.251 m</i>				
<b>Schița instalării</b> receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i>			Observații:		
<p align="center"><i>Model antenă: Leica</i></p>			Tipul măsurători	<i>GPS/GLONASS</i>	
			Nr. epoci:	<i>2900</i>	
			Durată:	<i>5h15min</i>	

Fişă observații – punctul de stație Tisa Nouă

Tabelul 8

<b>GPS-OBSERVATII</b>		<b>OPERATOR(I):</b>		<i>IONUT</i>
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>	Echipa:	<i>2</i>	
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad- Bypass Arad-Timișoara</i>	Data:	<i>17.05.2006</i>	





**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

<b>Nume stație:</b>	<i>TISA NOUĂ</i>		Zi din an:	<i>185</i>	
<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>	<i>BLK</i>		Sesiuni de obs.:	<i>2</i>	
Nr. tija (centrare forțată):	<i>TREPIED</i>				
Nume fișier(e) în receptor:	<i>log0427ka.tps</i>				
Nume fișier obs. descărcat:	<i>log0427ka.tps</i>	Metoda de arhivare:	<i>DBX</i>		
<b>Tip receptor:</b>	<i>LEICA 1200</i>		Nr. serial receptor:	<i>504-00226</i>	
<b>Tip Antenă:</b>	<i>AX1202</i>		Nr. serial antena:	<i>504-00226</i>	
Sursa alimentare: a) internă b) externă	<i>INTERNĂ</i>		Lungime cablu antenă:	<i>1.20 m</i>	
<b>Unghi elevație:</b> 08 58 98 108 158	<i>108</i>		Interval de înregistrare:	<i>5 s</i>	
<b>Perioada înreg.:</b>	<b>Început:</b>	<i>7:15</i> (local)	(UTC)	<b>Sfârșit:</b>	<i>12:30</i> (local) (UTC)
<b>Inălțime antenă:</b>			<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP (partea inferioară a antenei)</i>		
Înălțime înclinată(Hi):					
Început măsurători:	<i>0.175 m</i>				
Sfârșit măsurători:	<i>0.175 m</i>				
<b>Schița instalării receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – Leica 1200</b>			<b>Observații:</b>		
<p align="center"><i>Model antenă: Leica</i></p>			Tipul măsurători	<i>GPS/GLONASS</i>	
			Nr. epocii:	<i>2870</i>	
			Durată:	<i>5h15min</i>	

*Fisă observații –punctul de stație Semlac*

*Tabelul 9*

<b>GPS-OBSERVATII</b>		<b>OPERATOR(I):</b>	<i>ADI</i>
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>	Echipa:	<i>2</i>
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad- Bypass Arad-Timișoara</i>	Data:	<i>17.05.2006</i>
<b>Nume stație:</b>	<i>SEMLAC</i>	Zi din an:	<i>185</i>
<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>	<i>BLK</i>	Sesiuni de obs.:	<i>2</i>



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

Nr. tija (centrare forțată):		<i>TREPIED</i>					
Nume fișier(e) în receptor:		<i>log0427ka.tps</i>					
Nume fișier obs. descărcat:		<i>log0427ka.tps</i>		Metoda de arhivare:		<i>DBX</i>	
<b>Tip receptor:</b>		<i>LEICA 1200</i>		Nr. serial receptor:		<i>504-00226</i>	
<b>Tip Antenă:</b>		<i>AX1202</i>		Nr. serial antena:		<i>504-00226</i>	
Sursa alimentare: a) internă b) externă		<i>externă</i>		Lungime cablu antenă:		<i>1.20 m</i>	
Unghi elevație: 08 58 98 108 158		<i>108</i>		Interval de înregistrare:		<i>5 s</i>	
<b>Perioada înreg.:</b>		<b>Început:</b>		<b>Sfârșit:</b>			
		<i>7:15</i> (local)				<i>12:30</i> (local)	
		(UTC)				(UTC)	
<b>Inălțime antenă:</b>				<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP (partea inferioară a antenei)</i>			
Înălțime înclinată(Hi):							
Început măsurători:		<i>0.27 m</i>					
Sfârșit măsurători:		<i>0.27 m</i>					
<b>Schița instalării receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i></b>				Observații:			
<p align="center"><i>Model antenă: Leica</i></p>				Tipul măsurători		<i>GPS/GLONASS</i>	
				Nr. epocii:		<i>2910</i>	
				Durată:		<i>5h15min</i>	

*Fisă observații – punctul de stație Variașu Mare*

*Tabelul 10*

<b>GPS-OBSERVATII</b>		<b>OPERATOR(I):</b>	
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>	Echipa:	<i>2</i>
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad- Bypass Arad-Timișoara</i>	Data:	<i>17.05.2006</i>
Nume stație:	<i>VARIAȘU MARE</i>	Zi din an:	<i>185</i>



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>		<i>BLK</i>		Sesiune de obs.:	2	
Nr. tija (centrare forțată):		<i>TREPIED</i>				
Nume fișier(e) în receptor:		<i>log0427ka.tps</i>				
Nume fișier obs. descărcat:		<i>log0427ka.tps</i>	Metoda de arhivare:	<i>DBX</i>		
<b>Tip receptor:</b>		<i>LEICA 1200</i>		Nr. serial receptor:	<i>504-00226</i>	
<b>Tip Antenă:</b>		<i>AX1202</i>		Nr. serial antenă:	<i>504-00226</i>	
Sursa alimentare: a) internă b) externă		<i>externă</i>		Lungime cablu antenă:	<i>1.20 m</i>	
<b>Unghi elevație:</b> 08 58 98 108 158		<i>108</i>		Interval de înregistrare:	<i>5 s</i>	
<b>Perioada înreg.:</b>	<b>Început:</b>	<i>7:15</i> (local)	(UTC)	<b>Sfârșit:</b>	<i>12:30</i> (local)	(UTC)
<b>Inălțime antenă:</b>				<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP (partea inferioară a antenei)</i>		
Înălțime înclinată(Hi):						
Început măsurători:	<i>0.30m</i>					
Sfârșit măsurători:	<i>0.30m</i>					
<b>Schița instalării</b> receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i>				Observații:		
<p align="center"><i>Model antenă: Leica</i></p>				Tipul măsurători	<i>GPS/GLONASS</i>	
				Nr. epocii:	<i>2950</i>	
				Durată:	<i>5h15min</i>	

*Fisă observații –punctul de stație Curtici*

*Tabelul 11*

<b>GPS-OBSERVATII</b>		<b>OPERATOR(I):</b>		<i>MIHAI</i>
Executant:	<i>BĂBUCĂ NICOLAE ION</i>	Echipa:	2	
Nume proiect:	<i>Rețea de sprijin autostrada Arad- Bypass Arad-Timișoara</i>	Data:	<i>17.05.2006</i>	
Nume stație:	<i>CURTICI</i>	Zi din an:	<i>185</i>	



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

<b>Identificator (4 caractere) ID:</b>		<i>BLK</i>		Sesiuni de obs.:		2	
Nr. tija (centrare forțată):		<i>TREPIED</i>					
Nume fișier(e) în receptor:		<i>log0427ka.tps</i>					
Nume fișier obs. descărcat:		<i>log0427ka.tps</i>		Metoda de arhivare:		<i>DBX</i>	
<b>Tip receptor:</b>		<i>LEICA 1200</i>		Nr. serial receptor:		<i>504-00226</i>	
<b>Tip Antenă:</b>		<i>AX1202</i>		Nr. serial antenă:		<i>504-00226</i>	
Sursa alimentare: a) internă b) externă		<i>externă</i>		Lungime cablu antenă:		<i>1.20 m</i>	
Unghi elevație: 08 58 98 108 158		<i>108</i>		Interval de înregistrare:		<i>5 s</i>	
<b>Perioada înreg.:</b>		<b>Început:</b>		<b>Sfârșit:</b>			
		<i>7:15</i> (local) (UTC)				<i>12:30</i> (local) (UTC)	
<b>Inălțime antenă:</b>				<i>Înălțimea verticală a antenei se va măsura de la reper până la ARP (partea inferioară a antenei)</i>			
Înălțime înclinată(Hi):							
Început măsurători:		<i>0.10m</i>					
Sfârșit măsurători:		<i>0.10m</i>					
<b>Schița instalării</b> receptorului/antenei și descrierea modului de măsurare a înălțimii antenei – <i>Leica 1200</i>				Observații:			
<p><i>Model antenă: Leica</i></p>				Tipul măsurători		<i>GPS/GLONASS</i>	
				Nr. epocii:		<i>2936</i>	
				Durată:		<i>5h15min</i>	

În permanență pe parcursul efectuării măsurătorilor s-au urmărit și completat cu atenție datele în receptorul GPS, ca date introduse:

- ✓ denumirea punctului staționat;
- ✓ numele operatorului;
- ✓ înălțimea antenei;

## 6.5.2 Lucrări de birou



### 6.5.2.1 Verificarea măsurătorilor. Prelucrarea preliminară și procesarea datelor GPS(Global Positioning System)

Înainte de etapa de postprocesare se verifică fiecare punct staționat, și anume se verifică 2 elemente importante:

- ✓ Înălțimea punctului: dacă nu a fost introdusă la începutul măsurătorii se va trece din carnetul de teren(dacă înălțimea este omisă măsurătorile sunt compromise);
- ✓ Antena să fie selectată corespunzător, în caz contrar acest lucru poate afecta rezultatul, astfel și precizia este scăzută deoarece afectează celelalte măsurători;

În marea majoritate a datelor, setările „*default*” pentru procesarea datelor trebuie să fie acceptate și să nu fie modificate de către operator. În situații rare operatorul va avea nevoie să modifice unul sau mai mulți parametri de procesare a datelor.

Este o practică comună în cadrul măsurătorilor GPS de a seta un unghi mort de  $15^\circ$  pentru receptor.  $15^\circ$  este de asemenea valoarea „*default*” a sistemului în procesarea datelor. Evitarea unui unghi închis sub  $15^\circ$  permite obținerea unor rezultate precise.

Dacă unghiul mort pentru procesarea datelor este setat cu o valoare mai mare decât este în receptor unele observații nu vor putea fi folosite în calcularea liniilor de bază și se poate “omite” un satelit. Se poate întâmpla ca numai trei sateliți să fie folosiți în calcul în loc de patru.

Pentru a obține rezultate cât mai corecte și a asigura o stabilitate și încredere în soluțiile propuse, am folosit un program specializat în prelucrarea datelor GPS și anume Leica Geo Office, program ce permite prelucrarea datelor și compensarea rețelei în același timp.

Ca mod de lucru, se importă datele din receptoarele GPS, („*raw data*”)date brute, atât din referință cât și din rover, se verifică înainte de procesare toate punctele care au fost staționate pentru a nu introduce erori în calcule, apoi se procesează.

După procesare se verifică dacă s-a fixat ambiguitatea în punctele în care s-a făcut staționarea(punctele pe care s-au făcut observații nu era semnalizate, având un orizont foarte deschis, observațiile făcându-se sub un unghi de  $10^\circ$ ), s-au întocmit rapoarte privind punctele staționate.

Este obligatoriu ca la prelucrarea preliminară a datelor brute ambiguitatea să fie fixată în punctele staționate (influențează precizia), în caz contrar se refac măsurătorile.

### 6.5.2.2 Metode de compensare



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

După ce am realizat procesarea datelor s-a trecut la compensarea rețelei tot cu același program apelând opțiunea AJUSTEMENT.

Această opțiune de procesare a datelor brute are următoarele avantaje:

- ✓ prelucrează seturi de observații redundante în funcție de reguli bine definite matematic și alege soluția cea mai bună din punct de vedere statistic;
- ✓ permite controlul calității observațiilor;
- ✓ oferă indicatori calitativi pentru necunoscutele determinate
- ✓ oferă o estimare a fiabilității rețelei;

În funcție de stabilirea punctelor de referință ale rețelei, în cazul studiat am folosit două metode de compensare:

- ✓ o compensare condiționată internă (liberă);
- ✓ o compensare minim condiționată;

***Compensarea condiționată internă(liberă) are următorul rol:***

- ✓ Nici un punct al rețelei nu este fix. Punctele de referință ale rețelei se bazează pe coordonatele aproximative ale tuturor punctelor rețelei;
- ✓ Estimările erorilor reprezintă precizia internă a rețelei și nu sunt afectate de definirea sistemului de coordonate;
- ✓ Coordonatele compensate variază cu schimbarea coordonatelor aproximative; dar structura rețelei și toți indicatorii erorilor; estimate sunt invariabili în raport cu coordonatele aproximative;
- ✓ Această compensare permite detectarea erorilor grosolane;

Pentru compensarea rețelei s-a folosit o compensare minim condiționată păstrând fixe coordonatele tridimensionale ale unui singur punct (Mosnița, punct EUREF cu coordonate bine determinate, acest punct fiind considerat punctul de control al rețelei). S-a folosit această metodă pentru a păstra structura internă a rețelei și a nu o deforma. De obicei înainte de a face acest tip de compensare s-a folosit o compensare condiționată internă(liberă) a rețelei pentru a detecta erorile grosolane.

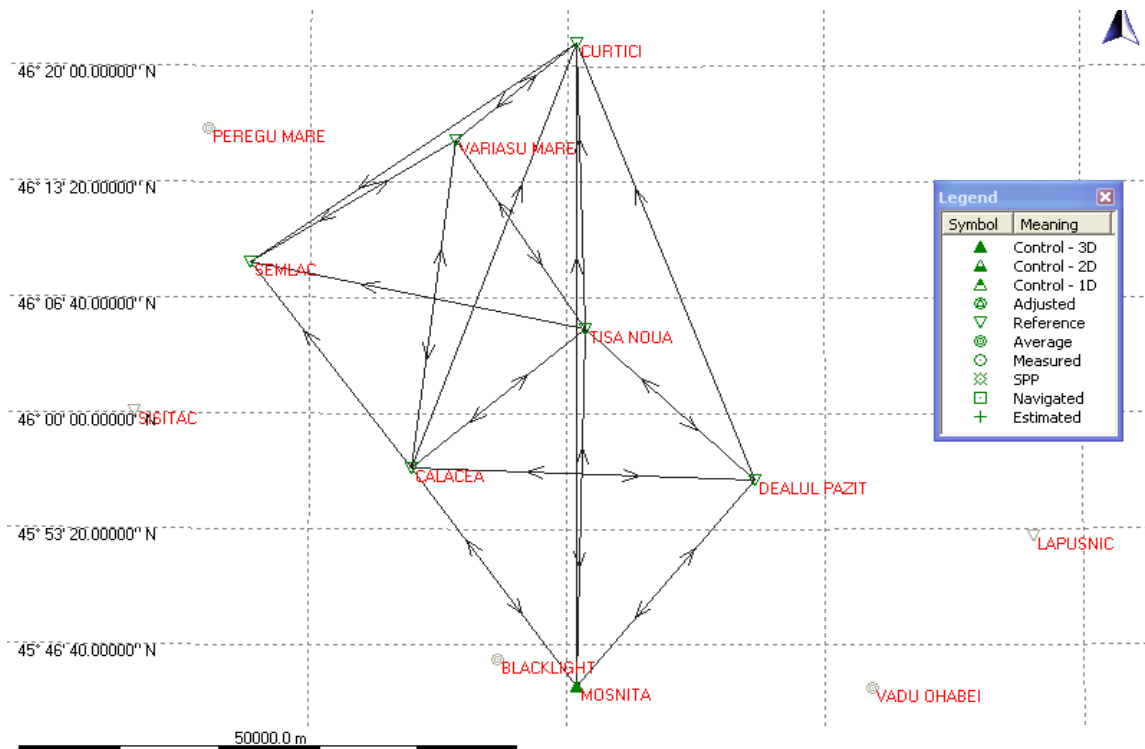


Figura 6.27 Schița rețelei - compensată

### 6.5.2.3 Rezultate obținute după compensare

Toate rezultatele obținute în urma compensării se regasesc în **Tabelul 12**

**Date proiect**

**Tabelul 12**

Numele proiectului:	<i>Rețea de sprijin Arad-Arad Bypass-Timișoara</i>		
Timpul zonal:	<i>3h 00'</i>		
Sistemul de coordonate:	<i>WGS'1984</i>		
Softul aplicat:	<i>LEICA Geo Office 3.0</i>		
<b>Ajustarea</b>			
Tipul:	<i>Rețea minim condiționată</i>		
Dimensiunea:	<i>3D</i>		
Sistemul de coordonate:	<i>WGS'1984</i>		
Înălțimea:	<i>Elipsoidală</i>		
Numarul de iterații:	1		
Corecții maxime pe coordonate la ultima iterație:	0.0000 m	✓	(toleranța)
<b>Stații</b>			
Numărul de stații cunoscute:	1		
Numărul de stații necunoscute:	6		
Total:	7		
<b>Observații</b>			
Diferențe coordonate GPS:	57 (19 baze)		



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

Coordonate cunoscute:	3		
Total:	60		
<b>Necunoscute</b>			
Coordonate:	21		
Total:	21		
Unghiul liber:	39		
<b>Teste</b>			
Alfa (mai multe dimensiuni):	0.5205		
Alfa 0 (o dimensiune):	5.0 %		
Beta:	80.0 %		
Sigma a-priori (GPS):	10.0		
Valori critice W-test:	1.96		
Valori critice T-test (2D):	2.42		
Valori critice T-test (3D):	1.89		
Valori critice F-test:	0.97		
F-test:	0.02	✓	(acceptată)

**Rezultatul compensării  
Tabelul 13**

Coordonate finale					
Stațiile		Coordonate compensate	Corecții	Sd	
<b>CALACEA</b>	Latitudine	45° 56' 52.32405" N	0.0007 m	0.0027 m	
	Longitudine	21° 08' 00.07610" E	-0.0008 m	0.0027 m	
	Înălțime	159.2598 m	-0.0004 m	0.0027 m	
<b>CURTICI</b>	Latitudine	46° 21' 19.37705" N	0.0008 m	0.0027 m	
	Longitudine	21° 20' 45.77092" E	0.0001 m	0.0027 m	
	Înălțime	154.4434 m	-0.0046 m	0.0027 m	
<b>DEALUL PĂZIT</b>	Latitudine	45° 56' 08.66160" N	-0.0003 m	0.0027 m	
	Longitudine	21° 34' 31.48465" E	-0.0030 m	0.0027 m	
	Înălțime	335.7606 m	-0.0106 m	0.0027 m	
<b>MOȘNIȚA</b>	Latitudine	45° 44' 18.09157" N	0.0000 m	-	fix
	Longitudine	21° 20' 45.35923" E	0.0000 m	-	fix
	Înălțime	140.2162 m	0.0000 m	-	fix
<b>SEMLAC</b>	Latitudine	46° 08' 42.44775" N	-0.0007 m	0.0027 m	
	Longitudine	20° 55' 19.20113" E	-0.0011 m	0.0027 m	
	Înălțime	153.9630 m	-0.0040 m	0.0027 m	
<b>TISA NOUĂ</b>	Latitudine	46° 04' 52.99055" N	-0.0043 m	0.0027 m	
	Longitudine	21° 21' 23.88169" E	-0.0062 m	0.0027 m	
	Înălțime	195.6120 m	0.0040 m	0.0027 m	
<b>VARIASU MARE</b>	Latitudine	46° 15' 47.28002" N	0.0022 m	0.0027 m	
	Longitudine	21° 11' 22.61812" E	-0.0021 m	0.0027 m	
	Înălțime	151.0539 m	-0.0041 m	0.0027 m	

Din *Tabelul 13*, se poate vedea că în urma ajustării rețelei principale a rezultat o precizie medie de 3 mm (X, Y și H pe elipsoid) în coordonate globale WGS'84.



#### 6.5.2.4 Determinarea parametrilor de transcalcul

Pentru determinarea parametrilor de transcalcul s-a folosit opțiunea “Datum Map Transformation” care permite transcalculul coordonatelor WGS’84 (World Geotetic System) într-un sistem local sau invers. Pentru a păstra rețeaua GPS în totalitate omogenă și informația despre proiecția locală folosită amutilizat transformarea “Classical 3D”. **Transformarea clasică 3D** creează parametrii de transformare utilizând o metodă clasică 3D riguroasă.

În principiu, metoda face compararea coordonatelor carteziene ale punctelor măsurate prin măsurători GPS (elipsoid WGS’84) cu coordonatele carteziene ale coordonatelor locale, rezultând 3 translații, 3 rotații și un factor de scară, pentru a face transformarea dintr-un sistem într-altul.

Avantajul acestei metode în calculul parametrilor de transformare este acela că menține acuratețea măsurătorilor satelitare și putând fi folosiți pentru orice suprafață din interiorul rețelei atâta timp cât coordonatele locale (incluzând și cota) sunt bine determinate.

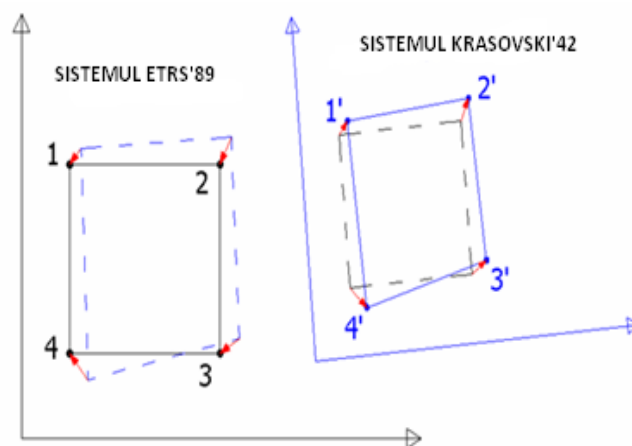


Figura 6.28 Transformarea Helmert 3D

#### *Inventar cu coordonatele punctelor vechi folosite la transcalcul*

Tabelul 14

<i>Nr.crt</i>	<i>Denumire punct</i>	<i>X(m)</i>	<i>Y(m)</i>	<i>H(m)</i>	<i>Ordinul</i>
---------------	-----------------------	-------------	-------------	-------------	----------------



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

1	Moșnita	477465.143	215854.780	96.95	I
2	Calacea	501510.889	200452.727	116.62	I
3	Tisa Noua	515524.012	218429.260	152.35	I
4	Dealul Păzit	498595.772	234642.770	291.42	I
5	Curtici	545993.261	219010.831	111.88	I
6	Variașu Mare	536313.461	206488.925	108.65	I
7	Semlac	524232.382	185203.050	111.15	I

6.5.2.5 Rezultatele obținute după transcalcul se pot urmări în *Tabelul 15*

*Tabelul 15*

<b>TRANSFORMAREA 3D</b>
-------------------------

**DATE PROIECT**

	<b>Sistem A</b>	<b>Sistem B</b>
Numele proiectului:	SISTEM WGS'84	SISTEM LOCAL STEREOGRAFIC 19 70

**SISTEMUL DE COORDONATE**

Numele sistemului de coordonate:	<i>Stereografică 19 70</i>
Elipsoidul local:	<i>Krassovski</i>
Proiecția:	<i>Romania Stereografică 70</i>

**Detaliile transformări**

Tipul înălțimi:	Ortometrică
-----------------	-------------

**Transformarea 3D Helmert**

Numărul punctelor comune:	7
Modelul Transformări:	Bursa-Wolf

No.	Parametrii	Valori
1	<i>Translația dX</i>	<i>102.4110 m</i>
2	<i>Translația dY</i>	<i>-281.5579 m</i>
3	<i>Translația dZ</i>	<i>103.5538 m</i>
4	<i>Rotații pe X</i>	<i>26.20000 "</i>
5	<i>Rotații pe Y</i>	<i>6.20000 "</i>
6	<i>Rotații pe Z</i>	<i>-33.20000 "</i>
7	<i>Factor de scară</i>	<i>-0.4650 ppm</i>



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

*Diferența între sistemele de coordonate*

<b>Cartezian:</b>					
Sistemul A	Sistemul B	Tipul punctului	dX [m]	dY [m]	dZ [m]
CALACEA	CALACEA	Poziție + înălțime	0.0467 m	0.0674 m	0.0419 m
CURTICI	CURTICI	Poziție + înălțime	-0.0165 m	-0.1355 m	-0.1900 m
DEALUL PĂZIT	DEALUL PĂZIT	Poziție + înălțime	0.0870 m	0.0508 m	0.0972 m
MOȘNIȚA	MOȘNIȚA	Poziție + înălțime	-0.0772 m	-0.0854 m	-0.1568 m
TISA NOUĂ	TISA NOUĂ	Poziție + înălțime	0.0102 m	0.0332 m	0.0527 m
VARIASU MARE	VARIASU MARE	Poziție + înălțime	-0.0501 m	0.0894 m	0.1549 m

<b>Grid:</b>					
Sistemul A	Sistemul B	Tipul punctului	dE [m]	dN [m]	dHgt [m]
CALACEA	CALACEA	Poziție + înălțime	0.0461 m	-0.0196 m	0.0773 m
CURTICI	CURTICI	Poziție + înălțime	-0.1388 m	-0.0790 m	-0.1871 m
DEALUL PĂZIT	DEALUL PĂZIT	Poziție + înălțime	0.0153 m	-0.0040 m	0.1390 m
MOȘNIȚA	MOȘNIȚA	Poziție + înălțime	-0.0514 m	-0.0357 m	-0.1842 m
TISA NOUĂ	TISA NOUĂ	Poziție + înălțime	0.0272 m	0.0210 m	0.0530 m
VARIASU MARE	VARIASU MARE	Poziție + înălțime	0.1014 m	0.1176 m	0.1020 m

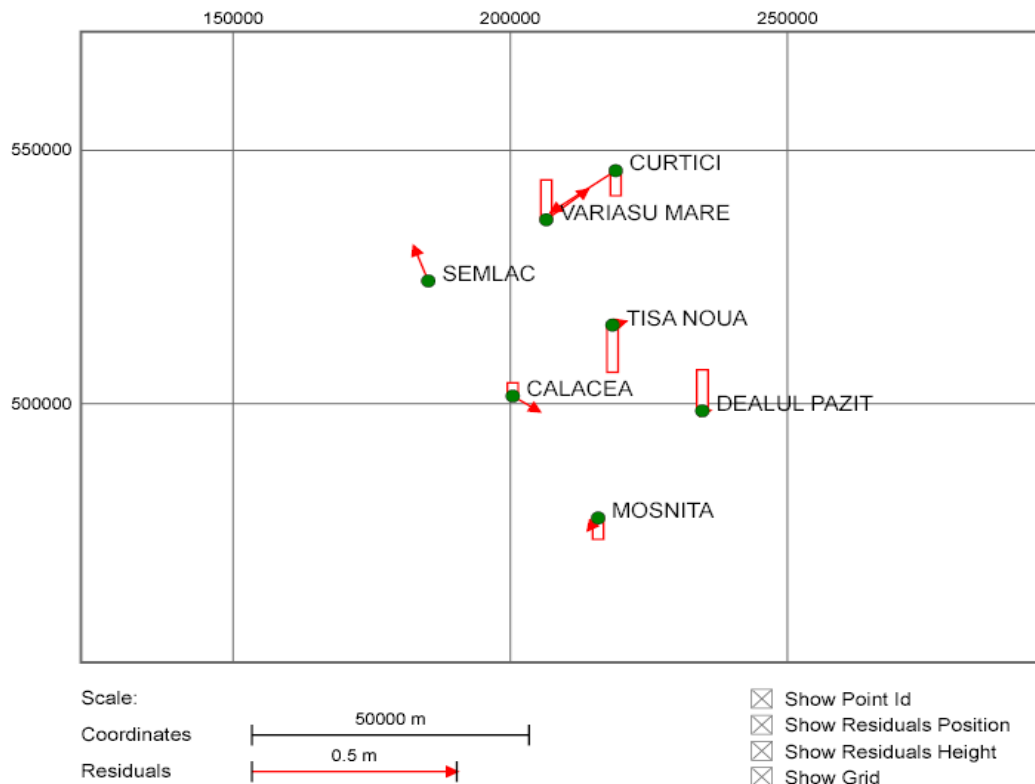


Figura 6.29 Transformarea 3D Helmert

Analizând rezultatele obținute după transcalcul subliniez următoarele aspecte:



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

- ✓ în urma transcalcului de coordonate din cele două sisteme a rezultat o precizie a rețelei sub 15 cm pe X și Y, motiv pentru care se acceptă această precizie doar pe X și Y;
- ✓ rețeaua de triangulație de stat respectă precizia de determinare 1-15 cm(precizia de determinare a punctelor de ordin superior I, II și III), însă pe H precizia nu este îndeplinită, motiv pentru care se va renunța la cota determinată GPS deoarece aceasta va afecta precizia punctelor noi;
- ✓ La calculul punctelor noi cota va fi determinată prin măsurători de nivelment de precizie;

## **6.6 Măsurători GPS(Global Positioning System) pentru determinarea bornelor principale și secundare**

### **6.6.1 Lucrări de teren**

#### **6.6.1.1 Recunoașterea terenului privind modul de amplasare a bornelor**

Înainte de plantarea bornelor pe teren s-a făcut o recunoaștere riguroasă a terenului privind modul de amplasare a bornelor de tip A și tip B.

Înainte de amplasarea bornelor s-au avut în vedere următoarele aspecte:

- ✓ absența câmpurilor magnetice sau a suprafețelor reflectorizante care afectează semnalul și produc fenomenul numit „multipath”(reflexie multiplă);
- ✓ în punctul de stație trebuie asigurată absența obstacolelor pentru a putea face observații pe puncte;
- ✓ amplasarea bornelor la limita parcelelor cadastrale pentru a evita distrugerea acestora de către echipamentele agricole
- ✓ accesul la borne să fie accesibil;
- ✓ să nu fie amplasate aproape de liniile de înaltă tensiune;

#### **6.6.1.2 Amplasarea bornelor în teren**

Pe întregul traseul proiectat pe o lungime de aproximativ 60 km s-au amplasat 17 borne de tip A(Figura 6.30) respectiv 16 borne de tip B(Figura 6.31).

Borna de tip A are o înălțime de 1,30 m de la sol, formă pătrată, având platformă de beton pe care este prevăzut bulon pentru măsurătorile de nivelment, borna de tip B are o înălțime de 40 cm de la sol, este sub formă de trunchi de piramidă cu baza mare încastrată în beton și nu este prevăzută cu bulon.



Figura 6.30 Borna tip A



Figura 6.31 Borna tip B

Bornele au fost amplasate în zone protejate, ușor accesibile cu mașina, fiind amplasate în afara zonelor de proprietate privată.

### 6.6.1.3 Planificarea măsurătorilor GPS(Global Positioning System) privind staționarea bornelor

În urma analizei efectuate pentru determinarea coordonatelor punctelor noi am propus câte două sesiuni de măsurători pentru staționarea punctelor noi.

### 6.6.1.3.1 Modul de staționare

Pentru determinarea punctelor noi s-au folosit 3 stații GPS fixe pe 3 puncte de coordonate cunoscute și măsurând spre fiecare punct nou 3 vectori.

Am folosit 6 receptoare GPS cu dublă frecvență, 3 stații GPS fixe și 3 receptoare GPS mobile.

În fiecare sesiune de măsurători, pentru a avea control pe cotă, de fiecare dată s-a staționat câte un reper de nivelment de ordinul I, respectiv s-au plantat borne în apropierea reperilor pentru care s-a făcut nivelment geometric (pentru control).

Legat de modul de determinare menționez:

- ✓ cotele rezultate din măsurătorile GPS nu sunt foarte precise, acest aspect fiind influențat de precizia de determinare a punctelor vechi din rețea;
- ✓ în soluția finală s-au ales coordonate X,Y determinate GPS și cota H rezultată prin măsurători de nivelment geometric;

### 6.6.1.3.2 Ordinea de staționare

Sesiunea 1 și 2 data începerii 16 – 17 iunie 2006

Bornele A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2, B3, B4, B5, B6 s-au făcut două sesiuni de măsurători cu 3 stații fixe GPS pe punctele CALACEA, TISA NOUĂ și VARIAȘU MARE și 3 receptoare GPS mobile pe punctele noi; în aceste două sesiuni, pentru control s-a staționat reperul RN km 5 (reper de ordinul I din rețeaua de nivelment).

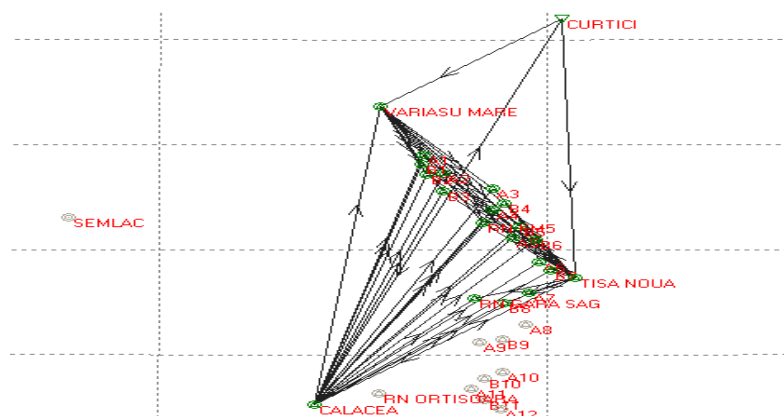


Figura 6.32 Ordinea de staționare pe punctele Calacea, Tisa Nouă și Variașu Mare

### Sesiunea 3 și 4 data începerii 11 – 12 iulie 2006

Bornele A6, A7, A8, A9, A10, A11, B7, B8 s-au determinat cu două sesiuni de măsurători cu 3 stații fixe GPS pe punctele CALACEA, TISA NOUĂ și DEALUL PĂZIT și 3 receptoare GPS mobile pe punctele noi; pentru control s-a amplasat o bornă aproape de reperul RN Gară Șag pentru care s-a făcut nivelment geometric.

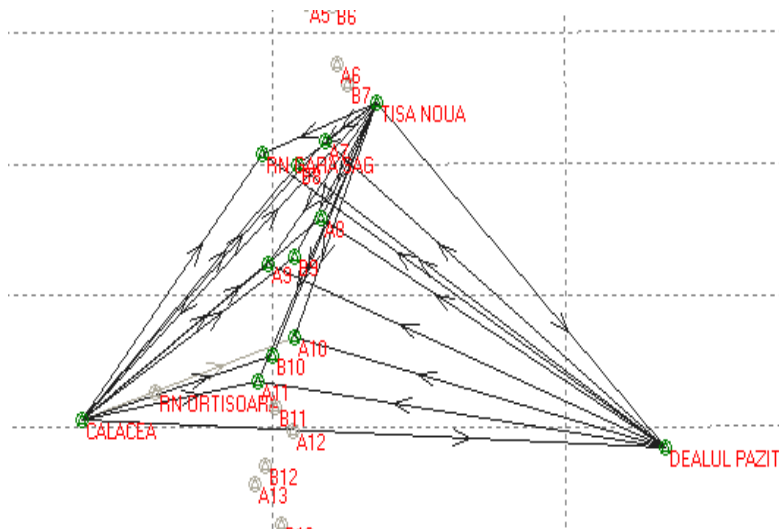


Figura 6.33 Ordinea de staționare pe punctele Calacea, Dealul Păzit și Tisa Nouă

### Sesiunea 4 și 5 data începerii 19 – 20 iulie 2006

Bornele A12, A13, A14, A15, A16, A17, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16 s-au determinat din două sesiuni de măsurători cu 3 stații fixe GPS pe punctele CALACEA, TISA NOUĂ și MOȘNIȚA și 3 receptoare GPS mobile pe punctele noi; pentru control s-a amplasat o bornă aproape de reperul RN Gară Remetea Mare și Gară Orțișoara pentru care s-a făcut nivelment geometric.

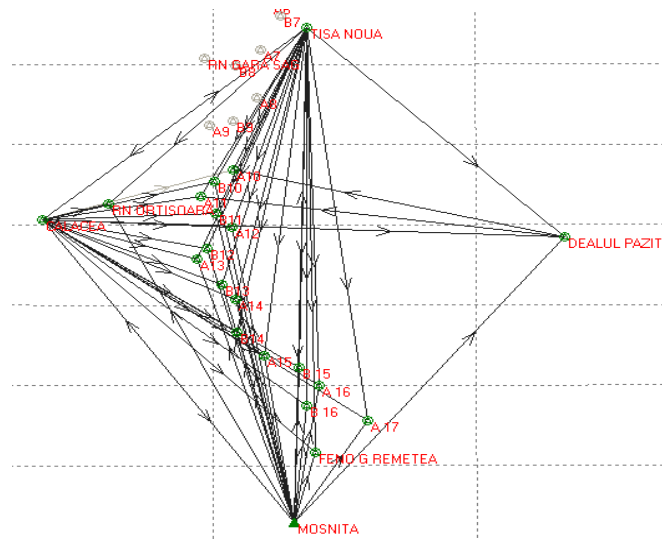


Figura 6.34 Ordinea de staționare pe punctele Calacea, Tisa Nouă și Moșnița

Ca o remarcă generală se reține faptul că fiecare punct nou va avea obligatoriu 3 vectori măsurați.

## 6.6.2 Lucrări de birou

### 6.6.2.1 Procesarea și compensarea măsurătorilor satelitare GPS

Toate rezultatele privind rezultatul compensării se regasesc în tabelele 16 și 17

#### Date proiect

Tabelul 16

NUMELE PROIECTULUI:	<i>REȚEA GPS SECUNDARĂ</i>
Time zone:	<i>3h 00'</i>
SISTEMUL DE COORDONATE:	<i>PARAMETRII ARAD-TIMIȘOARA</i>
SOFTUL APLICAT:	<i>LEICA Geo Office 3.0</i>

#### Informații generale

Compensarea rețelei			
TIPUL:	<i>MINIM CONDIȚIONATĂ</i>		
DIMENSIUNEA:	<i>3D</i>		
SISTEMUL DE COORDONATE:	<i>WGS'1984</i>		
ÎNĂLTIMEA:	<i>Elipsoidală</i>		
NUMARUL DE ITERAȚII:	1		
	0.0000 m	✓	(toleranța)
Stati			
NUMARUL DE PUNCTE CUNOSCUTE:	1		
NUMARUL DE PUNCTE NECUNOSCUTE:	43		
Total:	44		





UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Observatii			
COORDONATE GPS:	735 (245 baze)		
COORDONATE CUNOSCUTE:	3		
Total:	738		
Necunoscute			
Coordonate:	132		
Total:	132		
Teste			
Alfa (mai multe dimensiuni):	0.7327		
Alfa 0 (o dimensiune):	5.0 %		
Beta:	80.0 %		
Sigma a-priori (GPS):	10.0		
Valori critice W-test:	1.96		
Valori critice T-test (2D):	2.42		
Valori critice T-test (3D):	1.89		
Valori critice F-test:	0.96		
F-test:	0.12	✓	(acceptată)

### 6.6.2.2 Rezultatul compensării

Tabelul 17

Coordonate finale compensate					
Stații	Coordonate	Corecții	Sd		
A1	Latitudine	46° 12' 41.13668" N	0.0037 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 13' 34.35486" E	-0.0072 m	0.0032 m	
	Înălțime	150.1800 m	0.0319 m	0.0032 m	
A2	Latitudine	46° 11' 29.56514" N	0.0008 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 14' 37.13264" E	-0.0068 m	0.0032 m	
	Înălțime	151.4390 m	0.0245 m	0.0032 m	
A3	Latitudine	46° 10' 35.19502" N	0.0006 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 09.41316" E	-0.0080 m	0.0032 m	
	Înălțime	152.8914 m	0.0215 m	0.0032 m	
A4	Latitudine	46° 09' 12.92790" N	0.0032 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 12.96391" E	-0.0065 m	0.0032 m	
	Înălțime	152.2844 m	0.0131 m	0.0032 m	
A5	Latitudine	46° 07' 24.80351" N	0.0025 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 18' 14.04655" E	-0.0057 m	0.0032 m	
	Înălțime	164.5800 m	0.0083 m	0.0032 m	
A6	Latitudine	46° 05' 53.34314" N	0.0027 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 19' 36.07884" E	-0.0066 m	0.0032 m	
	Înălțime	186.3342 m	-0.0013 m	0.0032 m	
A7	Latitudine	46° 03' 55.48735" N	0.0026 m	0.0032 m	



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

	Longitudine	21° 19' 03.88315" E	-0.0070 m	0.0032 m	
	Înălțime	185.5464 m	-0.0017 m	0.0032 m	
<b>A8</b>	Latitudine	46° 01' 57.50145" N	0.0031 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 18' 52.32580" E	-0.0080 m	0.0032 m	
	Înălțime	200.7284 m	-0.0016 m	0.0032 m	
<b>A9</b>	Latitudine	46° 00' 49.05176" N	0.0032 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 16' 29.05376" E	-0.0080 m	0.0032 m	
	Înălțime	182.7879 m	-0.0050 m	0.0032 m	
<b>A10</b>	Latitudine	45° 58' 56.68357" N	0.0045 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 41.18380" E	-0.0079 m	0.0032 m	
	Înălțime	214.6323 m	-0.0030 m	0.0032 m	
<b>A11</b>	Latitudine	45° 57' 51.53962" N	0.0039 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 16' 02.39220" E	-0.0084 m	0.0032 m	
	Înălțime	213.8703 m	-0.0073 m	0.0032 m	
<b>A12</b>	Latitudine	45° 56' 34.78136" N	0.0043 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 35.36053" E	-0.0073 m	0.0032 m	
	Înălțime	211.9852 m	-0.0017 m	0.0032 m	
<b>A13</b>	Latitudine	45° 55' 14.39506" N	0.0050 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 15' 51.64254" E	-0.0067 m	0.0032 m	
	Înălțime	189.9647 m	-0.0054 m	0.0032 m	
<b>A14</b>	Latitudine	45° 53' 34.07736" N	0.0037 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 49.43321" E	-0.0051 m	0.0032 m	
	Înălțime	163.7610 m	-0.0040 m	0.0032 m	
<b>A15</b>	Latitudine	45° 51' 13.70541" N	0.0019 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 19' 13.63059" E	-0.0027 m	0.0032 m	
	Înălțime	186.4311 m	-0.0029 m	0.0032 m	
<b>A10</b>	Latitudine	45° 58' 56.68357" N	0.0045 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 41.18380" E	-0.0079 m	0.0032 m	
	Înălțime	214.6323 m	-0.0030 m	0.0032 m	
<b>A11</b>	Latitudine	45° 57' 51.53962" N	0.0039 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 16' 02.39220" E	-0.0084 m	0.0032 m	
	Înălțime	213.8703 m	-0.0073 m	0.0032 m	
<b>A12</b>	Latitudine	45° 56' 34.78136" N	0.0043 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 35.36053" E	-0.0073 m	0.0032 m	
	Înălțime	211.9852 m	-0.0017 m	0.0032 m	
<b>A13</b>	Latitudine	45° 55' 14.39506" N	0.0050 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 15' 51.64254" E	-0.0067 m	0.0032 m	
	Înălțime	189.9647 m	-0.0054 m	0.0032 m	
<b>A14</b>	Latitudine	45° 53' 34.07736" N	0.0037 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 49.43321" E	-0.0051 m	0.0032 m	
	Înălțime	163.7610 m	-0.0040 m	0.0032 m	
<b>A15</b>	Latitudine	45° 51' 13.70541" N	0.0019 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 19' 13.63059" E	-0.0027 m	0.0032 m	
	Înălțime	186.4311 m	-0.0029 m	0.0032 m	
<b>A 16</b>	Latitudine	45° 49' 59.76614" N	0.0019 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 22' 01.24378" E	-0.0025 m	0.0032 m	



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

	Înălțime	166.0769 m	-0.0053 m	0.0032 m	
<b>A 17</b>	Latitudine	45° 48' 32.90406" N	0.0018 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 24' 29.47394" E	-0.0030 m	0.0032 m	
	Înălțime	151.6259 m	-0.0020 m	0.0032 m	
<b>B1</b>	Latitudine	46° 12' 06.36462" N	0.0020 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 13' 31.40842" E	-0.0070 m	0.0032 m	
	Înălțime	148.1742 m	0.0327 m	0.0032 m	
<b>B2</b>	Latitudine	46° 11' 28.56685" N	0.0027 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 13' 44.66013" E	-0.0061 m	0.0032 m	
	Înălțime	149.7152 m	0.0236 m	0.0032 m	
<b>B3</b>	Latitudine	46° 10' 22.90948" N	0.0035 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 14' 35.54486" E	-0.0072 m	0.0032 m	
	Înălțime	149.7856 m	0.0152 m	0.0032 m	
<b>B4</b>	Latitudine	46° 09' 39.19512" N	-0.0026 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 44.47053" E	-0.0080 m	0.0032 m	
	Înălțime	153.0155 m	0.0181 m	0.0032 m	
<b>B5</b>	Latitudine	46° 08' 10.76370" N	0.0038 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 18' 33.52422" E	-0.0056 m	0.0032 m	
	Înălțime	158.2920 m	0.0107 m	0.0032 m	
<b>B6</b>	Latitudine	46° 07' 20.15442" N	0.0029 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 19' 24.43845" E	-0.0063 m	0.0032 m	
	Înălțime	168.9812 m	0.0100 m	0.0032 m	
<b>B7</b>	Latitudine	46° 05' 22.09874" N	0.0028 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 20' 07.38692" E	-0.0063 m	0.0032 m	
	Înălțime	183.1728 m	-0.0006 m	0.0032 m	
<b>B8</b>	Latitudine	46° 03' 17.75588" N	0.0030 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 47.80377" E	-0.0076 m	0.0032 m	
	Înălțime	184.3876 m	-0.0027 m	0.0032 m	
<b>B9</b>	Latitudine	46° 00' 59.94617" N	0.0044 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 39.46029" E	-0.0048 m	0.0032 m	
	Înălțime	187.6951 m	-0.0004 m	0.0032 m	
<b>B10</b>	Latitudine	45° 58' 29.74829" N	0.0020 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 16' 42.70896" E	-0.0044 m	0.0032 m	
	Înălțime	217.3999 m	-0.0057 m	0.0032 m	
<b>B11</b>	Latitudine	45° 57' 10.20337" N	0.0038 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 16' 47.13162" E	-0.0059 m	0.0032 m	
	Înălțime	212.6226 m	-0.0037 m	0.0032 m	
<b>B12</b>	Latitudine	45° 55' 41.50607" N	0.0057 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 16' 21.69160" E	-0.0053 m	0.0032 m	
	Înălțime	208.9411 m	-0.0084 m	0.0032 m	
<b>B13</b>	Latitudine	45° 54' 12.05409" N	0.0026 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 06.13575" E	-0.0044 m	0.0032 m	
	Înălțime	157.5811 m	-0.0042 m	0.0032 m	
<b>B14</b>	Latitudine	45° 52' 13.83959" N	-0.0006 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 17' 53.24606" E	-0.0013 m	0.0032 m	
	Înălțime	147.0419 m	-0.0099 m	0.0032 m	



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

<b>B 15</b>	Latitudine	45° 50' 44.95925" N	0.0025 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 21' 01.49572" E	-0.0022 m	0.0032 m	
	Înălțime	182.0362 m	-0.0027 m	0.0032 m	
<b>B 16</b>	Latitudine	45° 49' 10.07597" N	0.0014 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 21' 22.63647" E	-0.0024 m	0.0032 m	
	Înălțime	151.1159 m	-0.0022 m	0.0032 m	
<b>A 16</b>	Latitudine	45° 49' 59.76614" N	0.0019 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 22' 01.24378" E	-0.0025 m	0.0032 m	
	Înălțime	166.0769 m	-0.0053 m	0.0032 m	
<b>A 17</b>	Latitudine	45° 48' 32.90406" N	0.0018 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 24' 29.47394" E	-0.0030 m	0.0032 m	
	Înălțime	151.6259 m	-0.0020 m	0.0032 m	
<b>A 16</b>	Latitudine	45° 49' 59.76614" N	0.0019 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 22' 01.24378" E	-0.0025 m	0.0032 m	
	Înălțime	166.0769 m	-0.0053 m	0.0032 m	
<b>A 17</b>	Latitudine	45° 48' 32.90406" N	0.0018 m	0.0032 m	
	Longitudine	21° 24' 29.47394" E	-0.0030 m	0.0032 m	
	Înălțime	151.6259 m	-0.0020 m	0.0032 m	

Analizând datele din tabelul 17, precizia rezultată în urma compensării rețelei de sprijin principale este de  $\pm 3.2$  mm, ceea ce înseamnă că toleranța de 5 cm impusă la determinarea coordonatelor X și Y a punctelor noi în faza de proiect este peste măsură îndeplinită.

### 6.6.2.3 Schița privind dispunerea punctelor noi și a vectorilor măsurați

În figura 6.34 se poate observa dispunerea vectorilor din stațiile fixe GPS către punctele nou determinate.

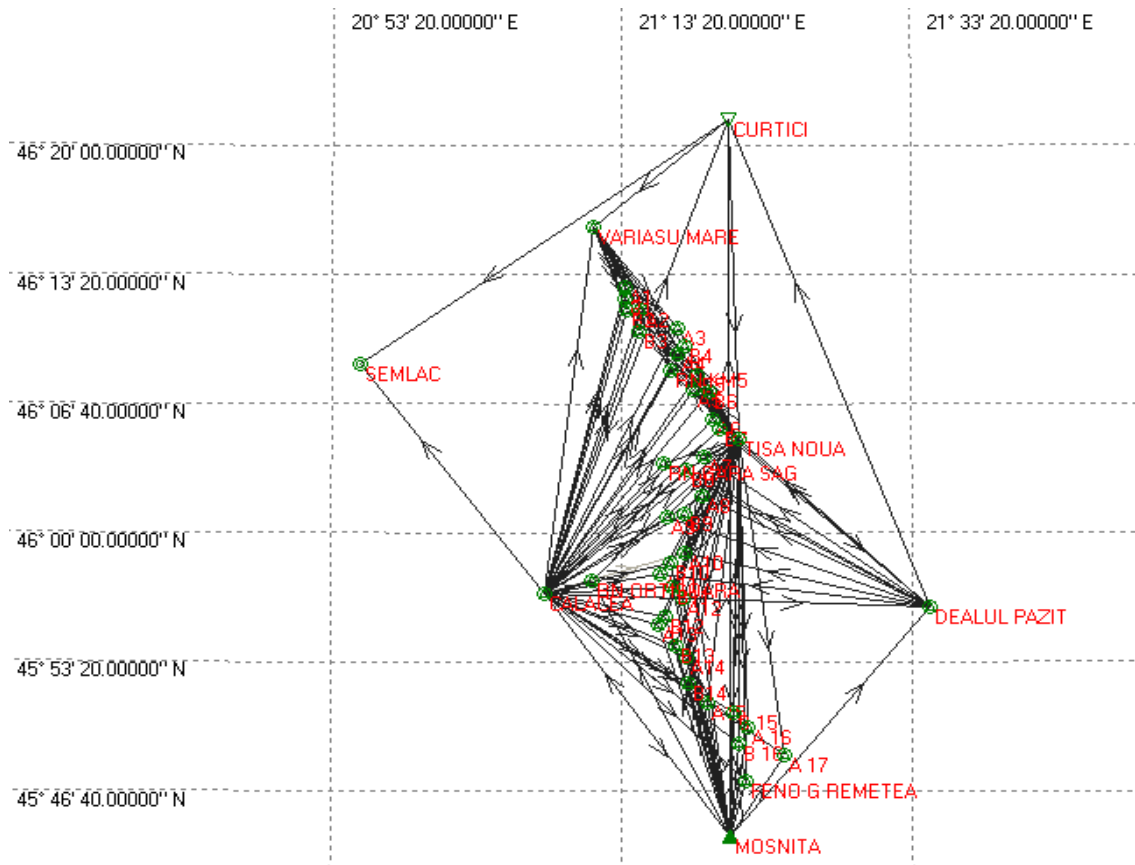


Figura 6.35 Schița rețelei secundare

## 6.7 Măsurători de nivelment geometric pentru determinarea cotelor punctelor noi

### 6.7.1 Lucrări de teren

#### 6.7.1.1 Recunoașterea terenului privind modul de executare a nivelmentului

Înainte de începerea măsurătorilor am făcut o recunoaștere riguroasă a terenului privind modul de executare a nivelmentului pe bornele de tip A și tip B.

Înainte de execuție am luat în vedere următoarele aspecte:

- ✓ alegerea traseelor funcție de metoda folosită la executarea nivelmentului;
- ✓ întrucât se dorește realizarea unui nivelment de precizie trebuie respectate normele standard de executare;
- ✓ s-a ținut seama de metoda folosită și de tipul aparatului topografic cu care se va executa nivelmentul;
- ✓ s-a ținut seama și de tipul mirei folosite(s-a utilizat mira de invar)
- ✓ s-a ținut seama de ora la care trebuie executat nivelmentul, pentru a evita temperaturile foarte ridicate;

### 6.7.1.2 Aparatura folosită

Pe întregul traseu de nivelment proiectat am utilizat o nivelă digitală DNA 03 și mire de invar care ne conferă o precizie ridicată și control asupra măsurătorilor.



Figura 6.36 Nivelă digitală DNA 03

Acest tip de instrument oferă următoarele avantaje:

- ✓ permite corectarea curburii Pământului;
- ✓ permite corectarea erorii de colimație;
- ✓ permite trei moduri de măsurare, singular, median sau mediu;
- ✓ permite reducerea câmpului de vizualizare;
- ✓ permite descărcarea datelor în mod automat;
- ✓ temperatura de lucru  $-20^{\circ}$  până la  $+50^{\circ}\text{C}$ ;

### 6.7.1.3 Metoda folosită

Ca metodă de lucru am utilizat metoda nivelmentului geometric de mijloc. La executarea nivelmentului de mijloc trebuie avute în vedere câteva observații și recomandări practice:



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

- ✓ porteele să fie aproximativ egale, caz în care se elimină automat efectul curburii Pământului, al refracției atmosferice și al unei eventuale erori de neparalelism. Condițiile de lucru trebuie respectate în toate stațiile cu aceeași strictețe;
- ✓ trepiedul se ancorează temeinic, în special în terenuri moi, instabile sau cu zăpadă;
- ✓ în cazul drumuirilor lungi am adoptat puncte nodale;

Respectarea acestor norme și observații conduce la rezultate mai bune, evitând greșelile.

### 6.7.1.4 Descrierea modului de executare a drumuirilor de nivelment

Pentru determinarea cotelor punctelor noi au fost executate drumuirii sprijinite la capete și drumuirii cu punct nodal. Drumuirile s-au sprijinit pe repere din rețeaua de nivelment de stat de ordinul I și ordinul III. La executarea drumuirilor s-au folosit următorii repere:

- ✓ Reper Canton km 561+691 situat pe linia de cale ferată Timișara–Lugoj (ord.1), reperul este încastrat în canton;
- ✓ Reper Haltă Giarmata km 10 situat pe linia ferată Timișoara – Pișchia, reperul este încastrat în stație, (ordinul 3);
- ✓ Reper Pod CF km 16 + 600 situat pe linia ferată Timișoara – Pișchia, reperul este încastrat la colțul podețului, (ordinul 3);
- ✓ Reper Stația Merțișoara situat pe linia Timișoara – Arad, reperul este încastrat în stație, (ordinul 1);
- ✓ Reper Stația Orțișoara situat pe linia Timișoara – Arad, reperul este încastrat în stație, (ordinul 1);
- ✓ Reper Stația Sagu situat pe linia Timișoara – Arad, , reperul este încastrat în stație, (ordinul 1);
- ✓ Reper Canton km 48+ 350 situat pe linia Timișoara – Arad, reperul este încastrat în canton, (ordinul 1);
- ✓ Reper Stația Aradul Nou situat pe linia Semlac – Arad, , reperul este încastrat în canton, (ordinul 1);
- ✓ Reper Pod CF km 5 situat pe linia ferată Semlac – Arad, reperul este încastrat la colțul podețului, (ordinul 1);



- ✓ Reper Pod km 9+910 Arad situat pe drumul național Arad-Nădlac, reperul este încastrat la colțul podețului, (ordinul 3);

### 6.7.1.5 Modul de executare a drumuirilor de nivelment geometric

Pentru determinarea cotelor bornele secundare și principale am executat următoarele drumuiri:

**A. Drumuire principală I** sprijinită la capete pe reperii Pod km 9+910 Arad și Reper Stația Aradul Nou, drumuirea a pornit din Stația Aradul Nou trecând prin punctele B5, A4, B4 A3, B3, A2, B2, B1, A1 care s-a închis pe Pod km 9+910 Arad, pentru verificare s-a trecut cu nivelmentul și prin reperul situat pe calea ferată Pod CF km 5, (Figura 6.37).

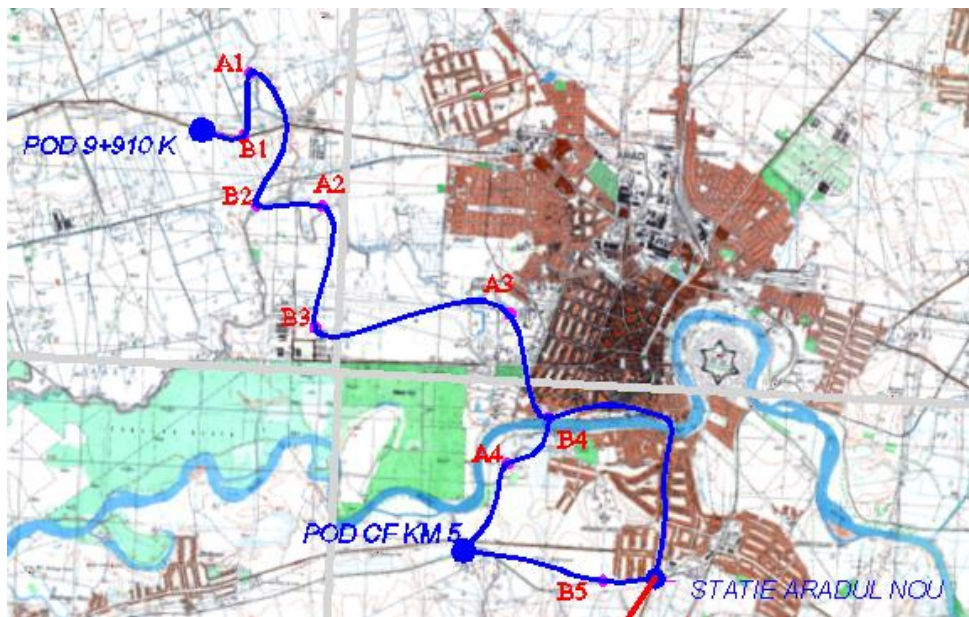


Figura 6.37 Schița drumuirii I de nivelment

La această drumuire reperii folosiți sunt de ordinul I (Pod CF km 5 și Stația Aradul Nou), respectiv ordinul III (Pod km 9+910).

**B. Drumuire principală II** sprijinită la capete pe reperii Stația Aradul Nou, Canton km 48+350 și reper Stație Șagu, drumuirea a trecut prin punctele B8, A7, B7, A6, B6, A5, (Figura 6.38).



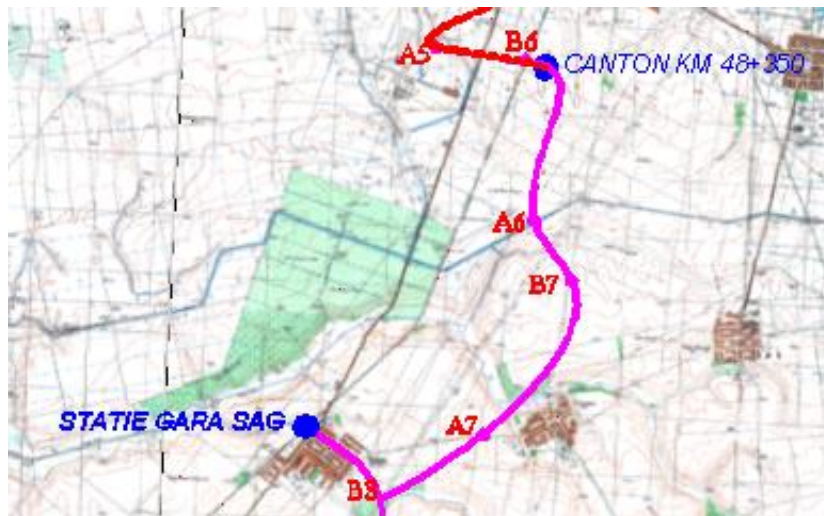


Figura 6.38 Schița drumuirii II de nivelment

La această drumuire toți reperii folosiți sunt de ordinul I (Canton km 48+350, Stație Orțișoara și Stația Șag).

**C. Drumuire principală III** sprijinită la capete pe reperii Stație Șagu, Stație Gară Orțișoara și punctul A8 și A11 care au fost considerate puncte nodale, drumuirea a trecut prin punctele B9, A9, A10, B10 și Semnal Murani pentru control, (Figura 6.39).

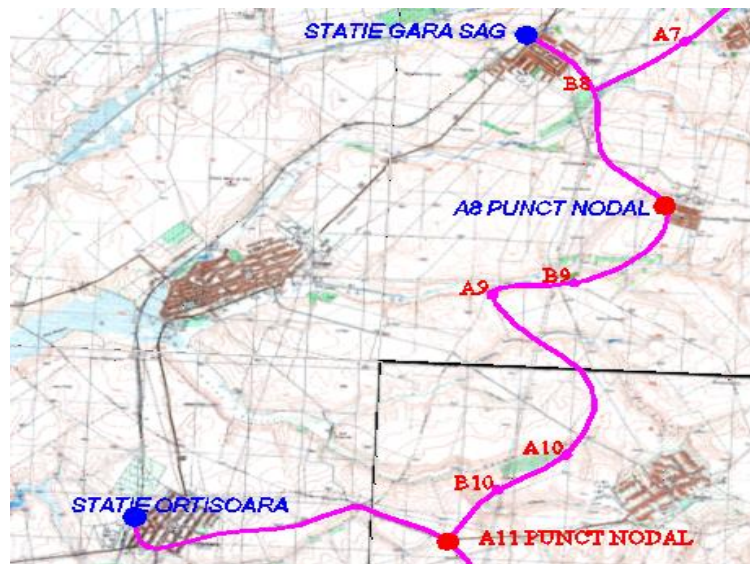


Figura 6.39 Schița drumuirii III de nivelment

**D. Drumuire principală IV** sprijinită la capete pe reperii A11- punct nodal și B13 - punct nodal cu drumuri provenite din reperii Stație Gară Orțișoara și Stație Gară Merțișoara, drumuirea a trecut prin punctele B11, A12, B12 și A13 (Figura 6.40).

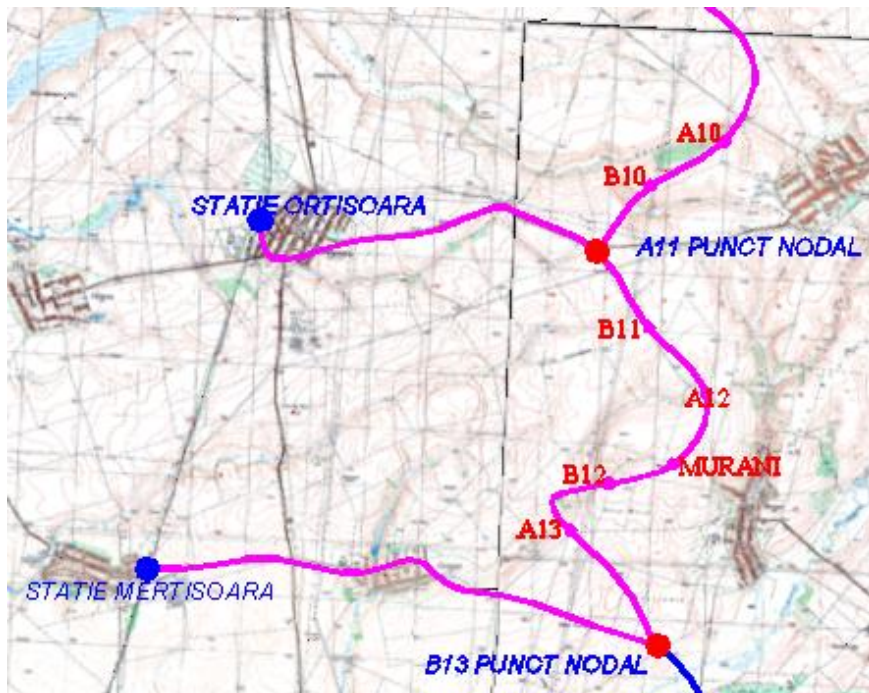


Figura 6.40 Schița drumuirii IV de nivelment

**E. Drumuire principală V** sprijinită la capete pe reperii Stație Gară Mertișoara, punct nodal B13 și Pod CF km 16+600; drumuirea a trecut prin punctele A14 și B14, (Figura 6.41).

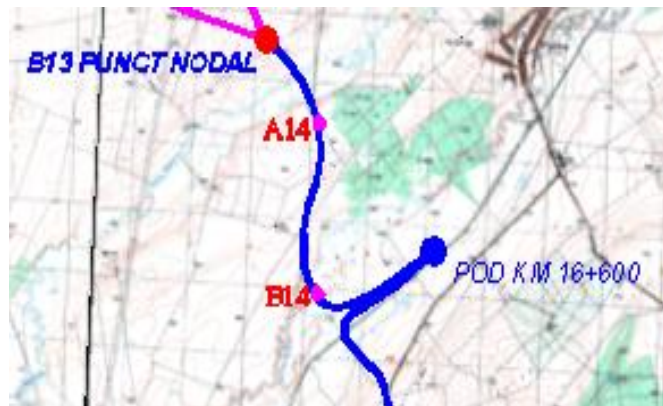


Figura 6.41 Schița drumuirii V de nivelment

**F. Drumuire principală VI** sprijinită la capete pe reperii Pod CF km 16+600, punct nodal B16 și Haltă Giarmata km 10, drumuirea a trecut prin punctele A15, B15, A16, respectiv, drumuirea principală sprijinită la capete pe reperii punct nodal B16, punct nodal Pod CF km 5+700 și Canton km 561+691, drumuirea a trecut prin punctele A17 și punctele Semnal Chercina și Semnal Remetea NS(pentru control), (Figura 6.42).



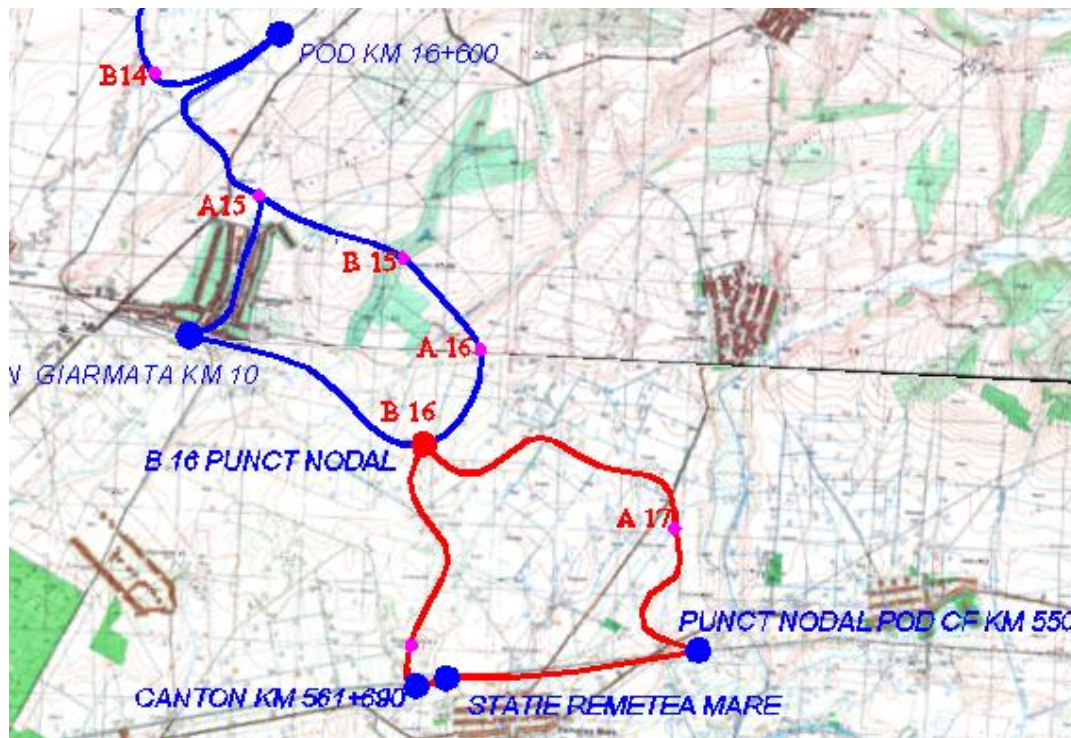


Figura 6.42 Schița drumuirilor VI de nivelment

## 6.7.2 Lucrări de birou

### 6.7.2.1 Importarea datelor. Procesarea datelor. Calcule de compensare și setarea parametrilor pentru procesarea măsurătorilor de nivelment

La măsurătorile de nivelment, importul datelor se face la fel ca în cazul tehnologiei GPS, cu deosebirea că trebuie să importăm datele cu extensia “*Lev*”, apoi executăm compensarea măsurătorilor înainte de a exporta măsurătorile.

Se selectează opțiunea import “*raw data*” din programul Leica Geo Office.

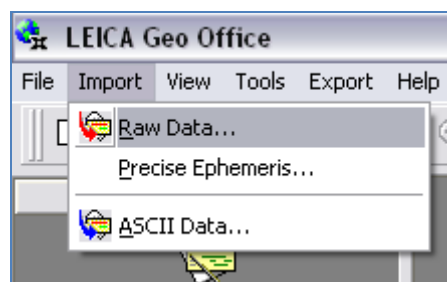


Figura 6.43 Importul datelor în programul Leica Geo Office



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Se selectează fișierul de măsurători creat *Niv autostr 18.04.LEV*

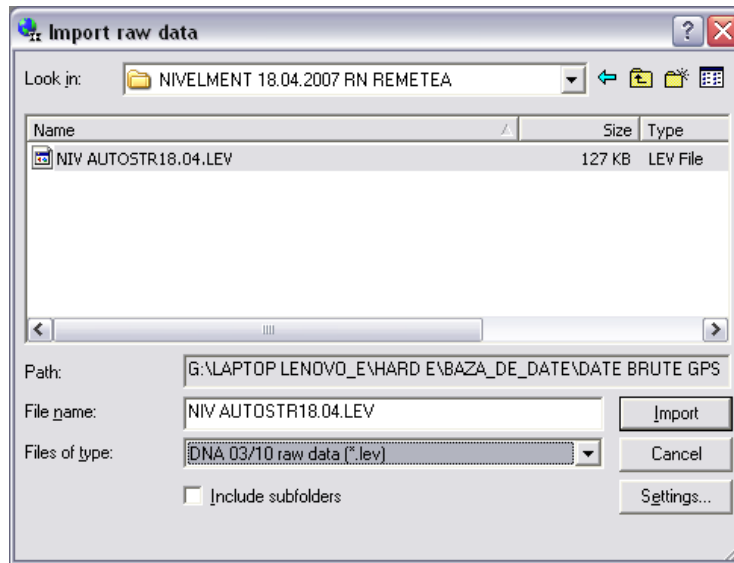


Figura 6.44 Selectarea extensiei LEV pentru importul datelor

Ulterior se alege opțiunea „import” care permite importarea *fișierului de măsurători* în program.

După ce se acceptă opțiunea „import” care permite importarea *fișierului de măsurători* în program, va apare o fereastră în care trebuie să inițiem un proiect.

Acest lucru se realizează astfel:

- ✓ Se selectează opțiunea *Proiecte*

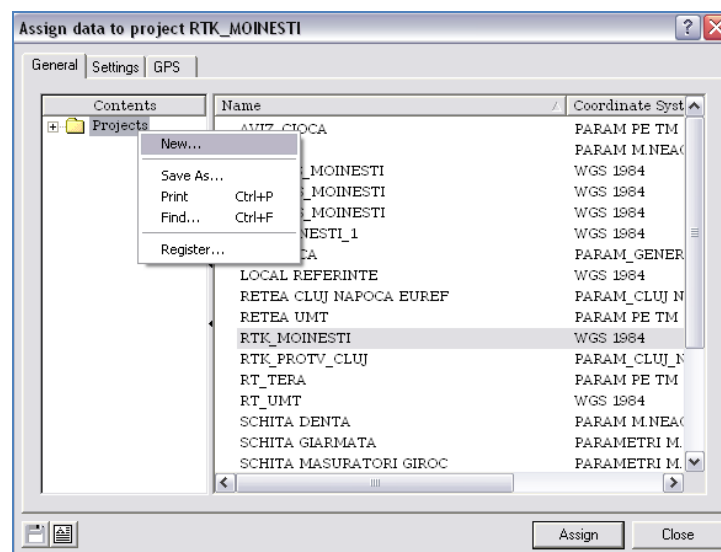


Figura 6.45 Crearea proiectului

- ✓ Se creează proiectul, având același nume cu fișierul de măsurători creat pe receptor, după care se acceptă

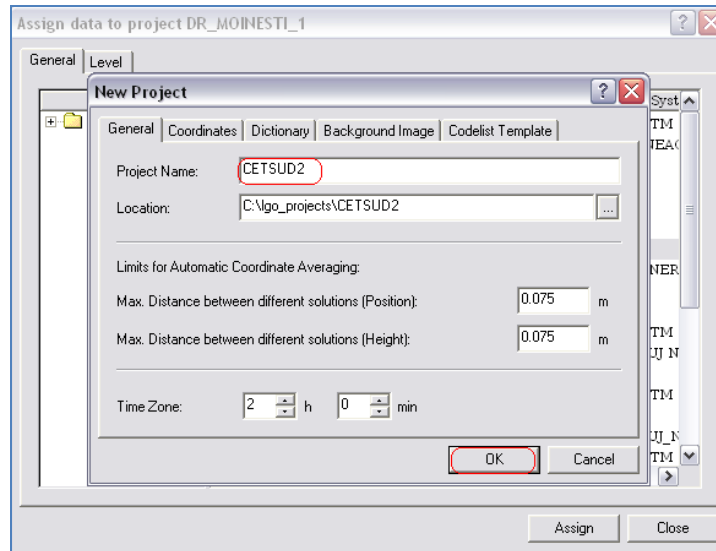



Figura 6.46 Atribuirea datelor importate

- ✓ Se selectează proiectul creat și se alege comanda „assign” care ne permite să atribuim datele importate noului proiect creat.
- ✓ Toate datele vor fi afișate în proiectul nou creat, acest lucru se realizează prin folosirea opțiunii „level proc”  care ne permite să vizualizăm proiectul creat și să compensăm măsurătorile.

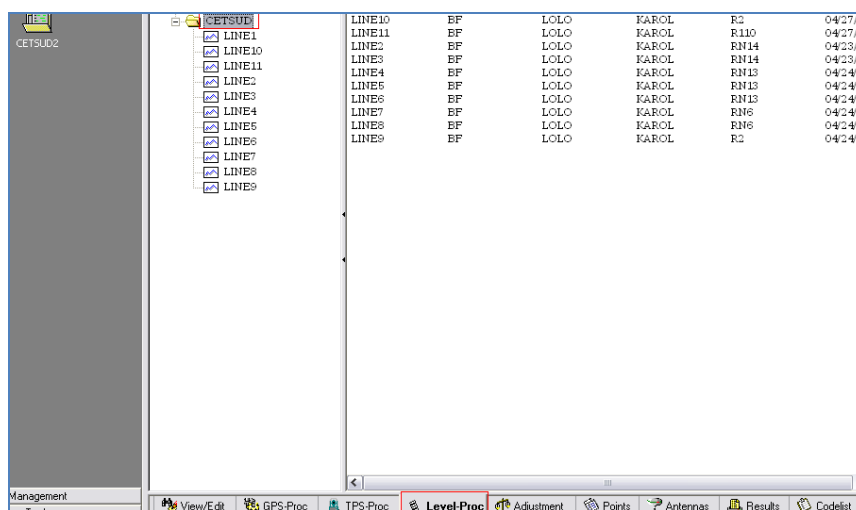


Figura 6.47 Vizualizarea datelor importate



## UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Toate măsurătorile care se efectuează cu nivela electronică se realizează sub formă de linii , care se definesc la crearea unui proiect nou pe nivelă.

Toate măsurătorile se compensează în programul Leica Geo Office prin metoda celor mai mici pătrate.

La fel ca și la stația totală și cu nivela electronică drumurile pot fi sprijinite la capete sau închise pe punctul de plecare, de obicei se recomandă să fie sprijinite.

Toate măsurătorile se compensează în bloc, iar înainte de compensare se realizează *setarea parametrilor*.

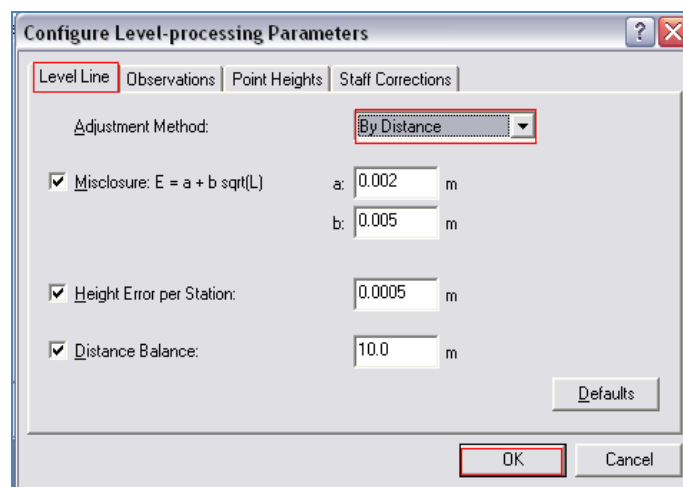


Figura 6.48 Setarea parametrilor pentru linia de referință

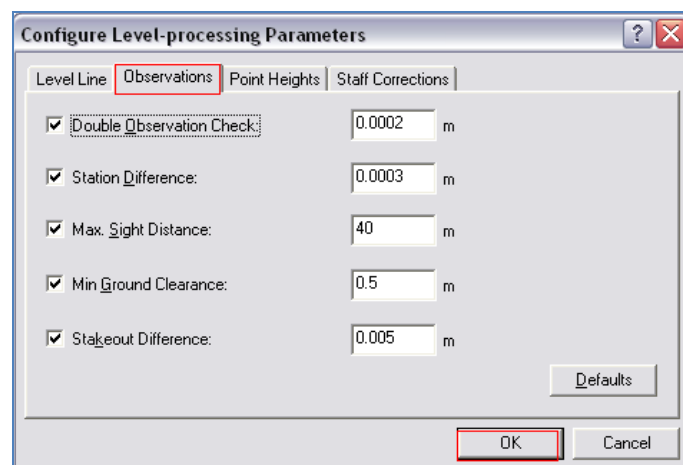


Figura 6.49 Setarea parametrilor pentru observații

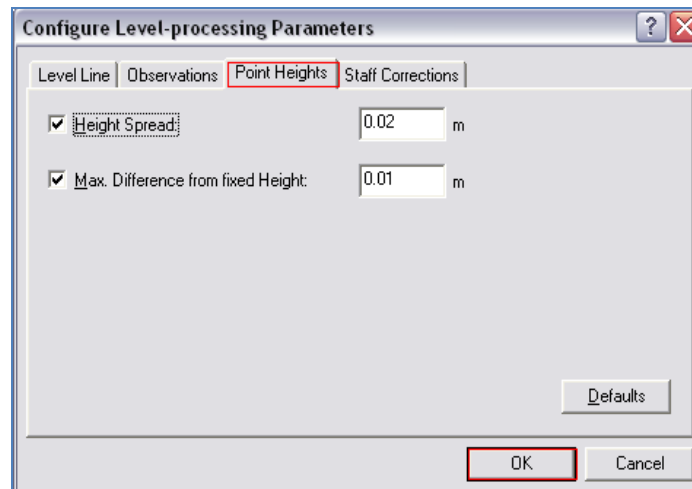


Figura 6.50 Setarea parametrilor pentru înălțimea punctului

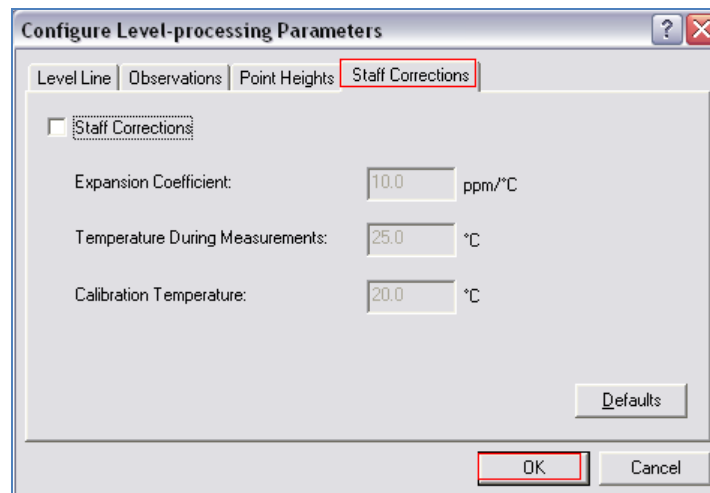


Figura 6.51 Setarea parametrilor pentru mira de invar

- ✓ După ce se definesc parametrii de transformare, se definește punctul de închidere, acesta

devenind *punct de control*, apoi se alege opțiunea „process”

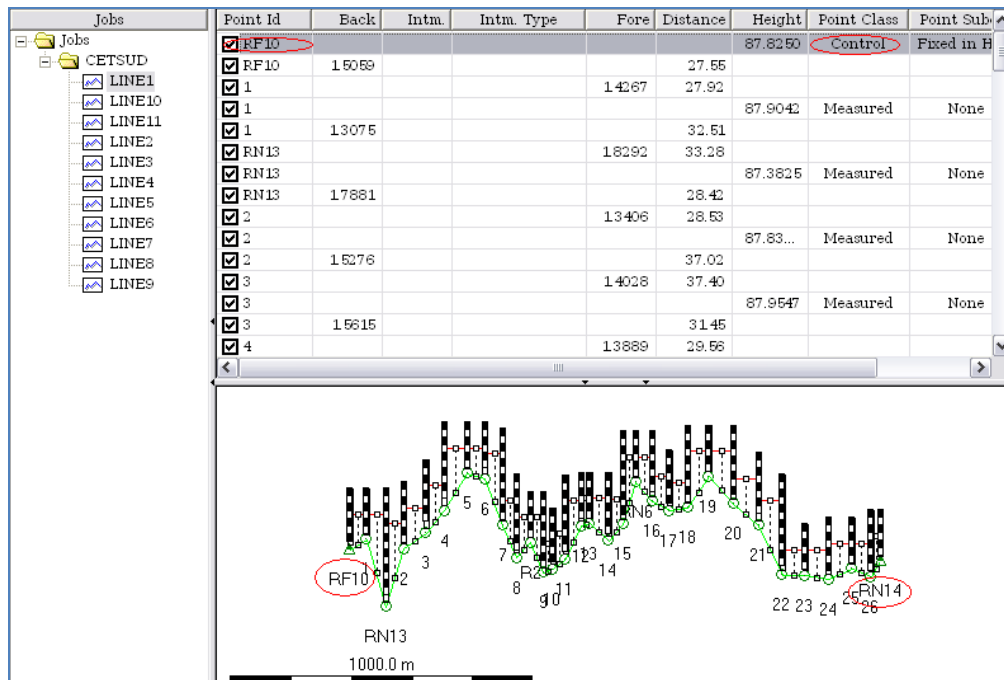


Figura 6.52 Procesarea datelor

În cazul prezentat punctele de sprijin folosite la realizarea rețelei de nivelment se regasesc în *Tabelul 18* care sunt puncte de control și care au fost definite înainte de procesare.





UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

Inventar cu cotele reperilor de nivelment utilizați

Tabelul 18

Nr.crt	Denumire	H(m)	Ordinul	Sistem de referință
1	CANTON KM 561+690	98.981	I	M.N.
2	HALTA GIARMATA KM 10	102.478	III	M.N.
3	POD CF KM16+600	103.346	III	M.N.
4	STATIE GARA MERTISOARA	127.130	I	M.N.
5	STATIE GARA ORTISOARA	123.548	I	M.N.
6	STATIE GARA SAGU	134.879	I	M.N.
7	CANTON KM 48+350	125.460	I	M.N.
8	STATIE ARADUL NOU	115.152	I	M.N.
9	POD CF KM 5	113.440	I	M.N.
10	POD 9+910 K ARAD	103.042	III	M.N.

- ✓ După ce toate rezultatele se memorează se deschide un raport în care vom vizualiza rezultatul final al compensării(Tabelul 19);

6.7.2.2 Rezultate obținute după compensare

Tabelul 19

Nivelment autostradă

DATE PROIECT

NUMELE PROIECTULUI:	NIVELEMNT AUTOSTRADA
DATA CREĂRI:	08/03/2007
SOFTUL APLICAT:	LEICA Geo Office 3.0

Rețea principală

LUNGIMEA REȚELEI:	60 KM
METODA FOLOSITA LA COMPENSARE:	CELOR MAI MICI PATRATE
PUNCTUL DE ÎNCEPUT:	STAȚIA ARADUL NOU
REPERII FICȘI	9
REPERII DE CONTROL	2
PUNCTE NOI	33
NUMĂRUL OBSERVAȚIILOR:	4825

PROCESSING PARAMETERS

METODA DE AJUSTARE:	FUNȚIE DE NUMARUL DE STAȚII ȘI DISTANȚĂ
---------------------	---



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

PROCESARE CU CORECȚI:	YES
-----------------------	-----

TOLERANȚĂ	PERMISĂ [M]	ACTUALĂ [M]	ACCEPTATĂ
NEÎNCHIDEREA	0.0475	0.0215	✓
EROAREA PE STAȚIE	0.0005	0.0000	✓
DISTANȚA ÎNTRE PORTEI	10.0000	-0.2649	✓

### 6.7.2.3 Rezultatele drumuirilor

Tabelul 20

NUME DRUMUIRE	NUME REPERI	COTA INIȚIALĂ	DIFERENȚE REZULTATE (m)
DRUMUIREA I	STATIE ARADUL NOU	115.152	-0.028
	POD 9+910 K ARAD	103.042	
DRUMUIREA II	STATIE ARADUL NOU	115.152	-0.018
	STATIE GARA SAGU	134.879	
	CANTON KM 48+350	125.460	
DRUMUIREA III	STATIE GARA SAGU	134.879	-0.025
	STATIE GARA ORȚIȘOARA	123.548	
DRUMUIREA IV	STATIE GARA ORȚIȘOARA	123.548	-0.0147
	STATIE GARA MERTIȘOARA	127.130	
DRUMUIREA IV	STATIE GARA MERTIȘOARA	127.130	-0.046
	POD CF KM16+600	103.346	
DRUMUIREA V	POD CF KM16+600	103.346	-0.044
	HALTA GIARMATA KM 10	102.478	
DRUMUIREA VI	HALTA GIARMATA KM 10	102.478	-0.0175
	CANTON KM 561+690	98.981	
EROAREA DE NEÎNCHIDERE TOTALĂ			-0.0215
NUMĂRUL REPERILOR FICȘI			9

Analizând datele prezentate în tabelele 20 se extrag următoarele concluzii:

- ✓ Reperii ficși asigură o precizie pe cotă H net superioară față de rețeaua rezultată în urma măsurătorilor GPS;
- ✓ Valorile rezultate în urma măsurătorilor de nivelment asigură pe întreg tronsonul o rețea unitară în același sistem de referință;
- ✓ În urma compensării rețelei rezultatele sunt foarte bune, asigurând o precizie pe întreaga rețea de 2 cm, reperii fiind, în urma verificării în același sistem de referință, Marea Neagră 1975;



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

6.7.2.4 Compararea rezultatelor măsurătorilor GPS cu măsurătorile de nivelment geometric

În tabelul 21 sunt prezentate coordonatele și cotele bornelor de tip A și B, obținute prin măsurători GPS(anul 2006) și măsurători de nivelment geometric(anul 2007).

Tabelul 21

NR	Borna tip "A și B"	Nord X(m)	Est Y(m)	Cotă Inițială GPS H(m)	Cotă nivelment geometric H(m)	Diferențe rezultate
1	A1	530436.277	209034.983	107.606	107.491	0.115
2	A2	528164.549	210275.144	108.781	108.700	0.081
3	A3	526333.831	213459.423	110.064	110.110	0.046
4	A4	523792.272	213416.957	109.417	109.449	0.032
5	A5	520395.515	214571.508	121.601	121.661	0.060
6	A6	517492.328	216200.934	143.223	143.384	0.161
7	A7	513888.357	215341.625	142.422	142.577	0.155
8	A8	510259.936	214924.827	157.577	157.748	0.171
9	A9	508291.627	211747.446	139.761	139.788	0.027
10	A10	504752.689	213136.481	171.491	171.507	0.016
11	A11	502842.284	210917.575	170.806	170.775	0.031
12	A12	500380.860	212807.429	168.800	168.838	0.038
13	A13	498005.304	210458.890	146.857	146.800	0.057
14	A14	494792.107	212851.132	120.504	120.548	0.044
15	A15	490377.632	214464.909	143.052	143.189	0.137
16	A16	217974.166	487930.827	122.610	122.828	0.218
17	A17	221050.037	485106.232	108.150	108.403	0.253
18	B1	529366.547	208920.917	105.5922	105.472	0.1202
19	B2	528186.997	209149.448	107.1079	106.973	0.1349
20	B3	526109.805	210143.916	107.1042	107.003	0.1012
21	B4	524571.121	214130.234	110.1283	110.195	0.0667
22	B5	521794.015	215055.163	115.3144	115.390	0.0756
23	B6	520182.076	216074.931	125.9266	126.078	0.1514
24	B7	516497.410	216828.455	140.0110	140.227	0.2160
25	B8	512800.173	213653.660	141.3324	141.428	0.0956
26	B9	508557.066	213276.456	144.6001	144.692	0.0919
27	B10	503980.406	211840.035	174.3089	174.343	0.0341
28	B11	501522.023	211820.500	169.4989	169.493	0.0059
29	B12	498811.353	211145.005	165.8126	165.804	0.0086
30	B13	496007.094	211973.075	114.3794	114.410	0.0306
31	B14	492312.991	212818.258	103.7589	103.827	0.0681
32	B15	489383.893	216749.535	138.6310	138.811	0.1800
33	B16	486435.899	217071.527	107.6818	107.883	0.2012



Din analiza datelor prezentate în tabelul 21 rezultă următoarele concluzii:

- ✓ Din punct de vedere planimetric (coordonate X și Y) precizia este îndeplinită, toate punctele noi s-au obținut cu o precizie de 1 cm, mult sub valoarea impusă în faza de proiect (5 cm pe coordonatele X și Y);
- ✓ Din punct de vedere altimetric cotele obținute prin măsurătorile GPS nu au îndeplinit valoarea impusă în faza inițială (2cm), de aceea s-a renunțat la această cotă și s-a acceptat cota determinată prin nivelment geometric;
- ✓ Precizia obținută prin măsurătorile de nivelment satisfac foarte bine precizia, valori cuprinse, după compensarea în bloc a întregii rețele de 1cm, respectiv maxim 2 cm;
- ✓ Din punct de vedere tehnic toate condițiile au fost îndeplinite, urmând ca pe baza acestor valori obținute să se efectueze ridicările topografice;

#### 6.7.2.5 Reprezentări grafice aferente bornelor de tip A și B

În figurile 6.53...6.56 sunt prezentate diagramele de variație a cotelor bornelor de tip A și tip B, precum și diferențele între cotele determinate prin măsurători GPS și cotele determinate prin măsurători de nivelment geometric

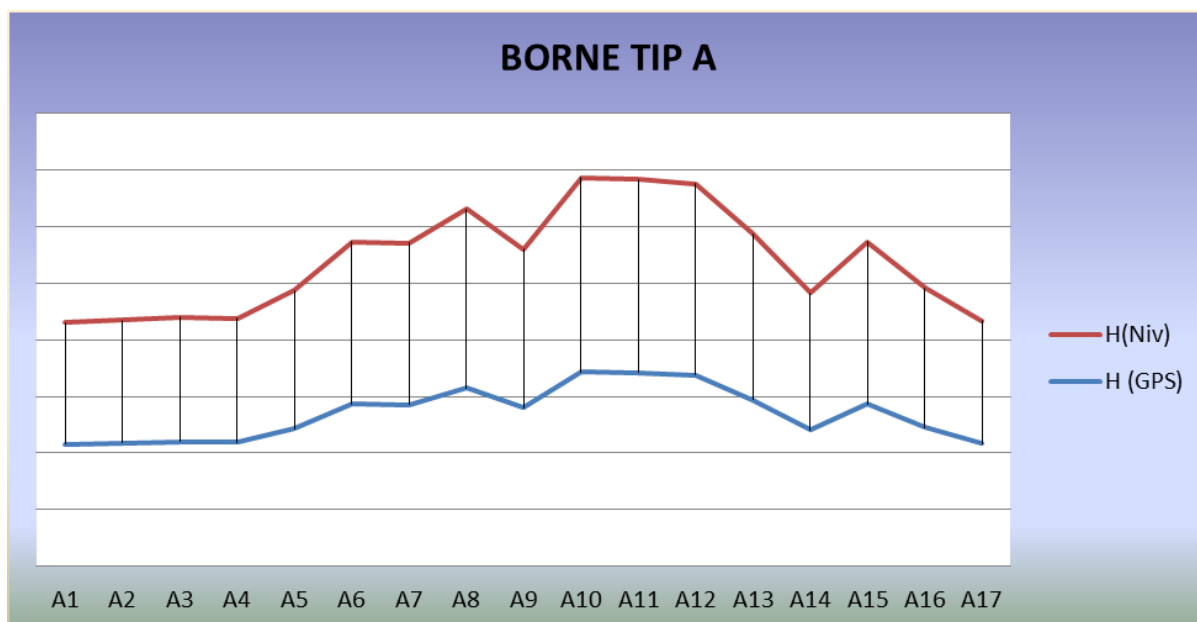


Figura 6.53 Diagrame de variație a cotelor bornelor de tip A

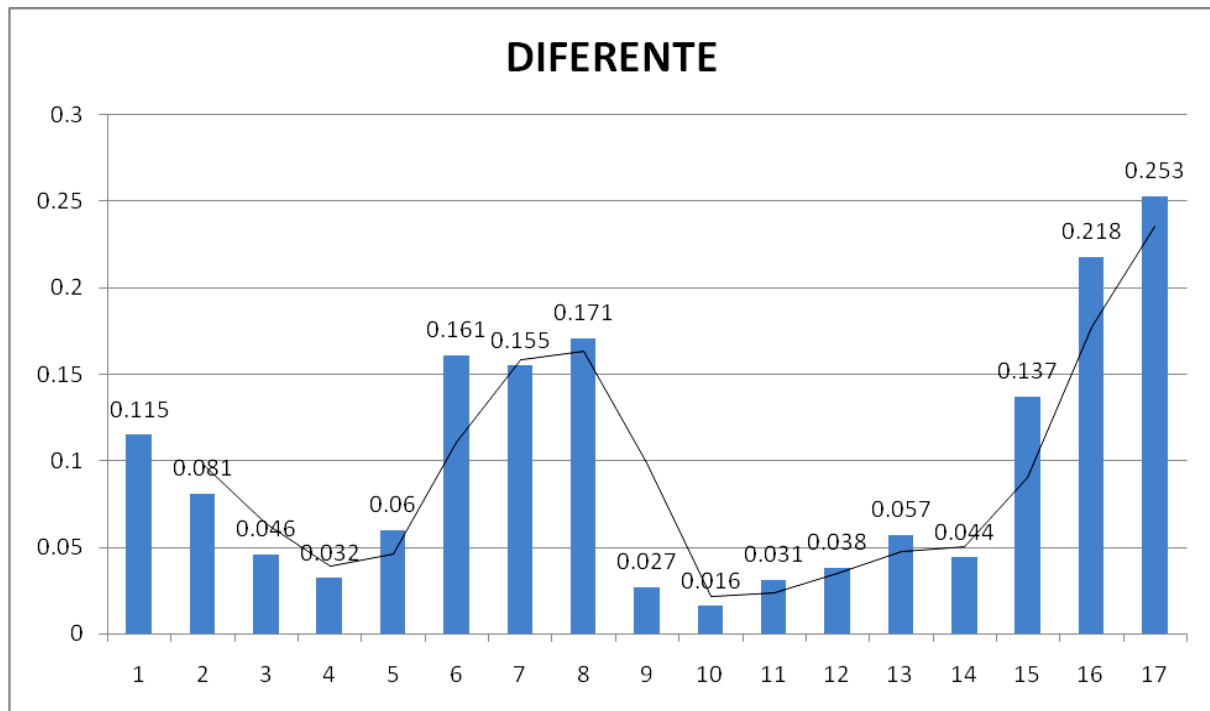


Figura 6.54 Diferențe dintre cotele determinate GPS și cotele determinate prin nivelment geometric ale bornelor de tip A

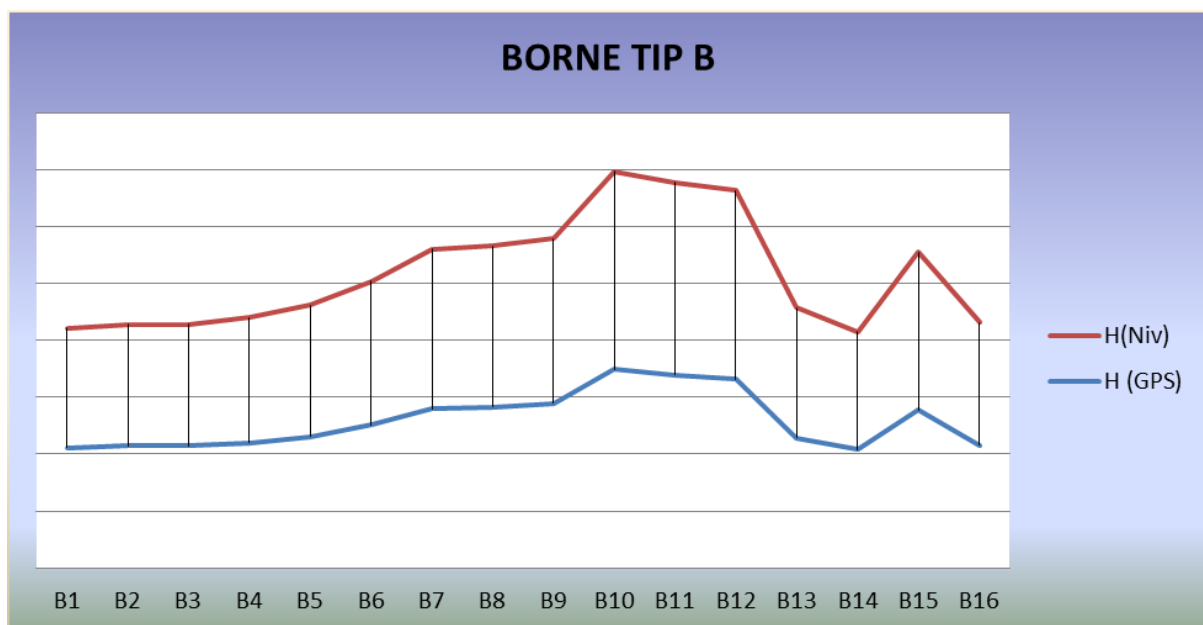


Figura 6.55 Diagrame de variație a cotelor bornelor de tip B

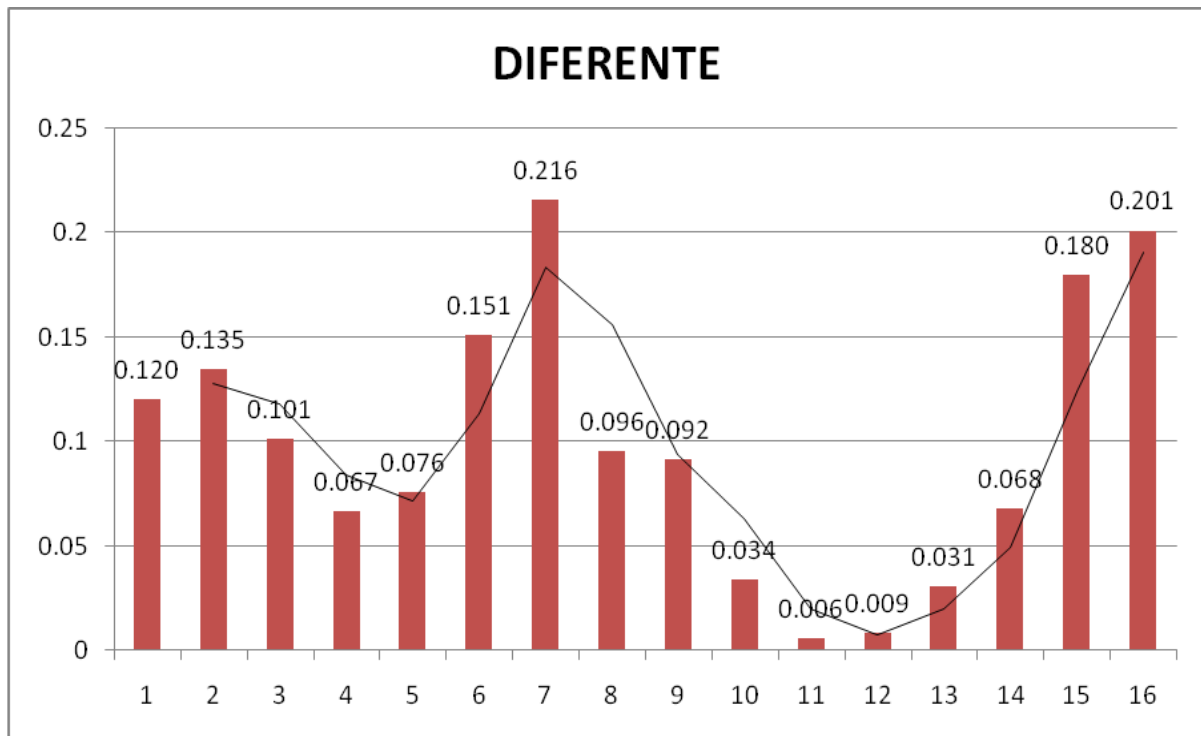


Figura 6.56 Diferențe dintre cotele determinate GPS și cotelor determinate prin nivelment geometric ale bornelor de tip B

Analizând reprezentările grafice din Figura 6.54 și Figura 6.56 rezultă:

- ✓ Diferențele cele mai mari se constată între valorile minime aferente bornelor A10, respectiv B11 și valorile maxime corespunzătoare bornelor A17, B7 și B16;
- ✓ Aceste diferențe se datorează în mare măsură cotelor punctelor din rețeaua de trinagulație care nu sunt unitare, acestea având cotele în sisteme de altitudini diferite, fapt ce a condus la obținerea acestor diferențe;



## 6.8 Monografia bornelor

În tabelul 22 și tabelul 23 sunt descrise monografiile bornelor de tip A și B

Tabelul 22

<b>BORNA A1</b>			
<b>Autostrada Arad-Timișoara</b>			
Coordonate WGS'84	$\Phi^{\circ} ' ''$	$\lambda^{\circ} ' ''$	H elipsoidal
	46° 12' 41.13668" N	21° 13' 34.35486" E	150.1800
Coordonate Stereografice 1970	Y(m)	X(m)	H(m)
	209034.983	530436.277	107.4910
Descriere bornă	Accesul la borna A1 se face de pe drumul DN 7 Arad-Nădlac, intrare prin SMA, pe drum pietruit până la digul canalului de irigație		
<b>Iunie 2006</b>			

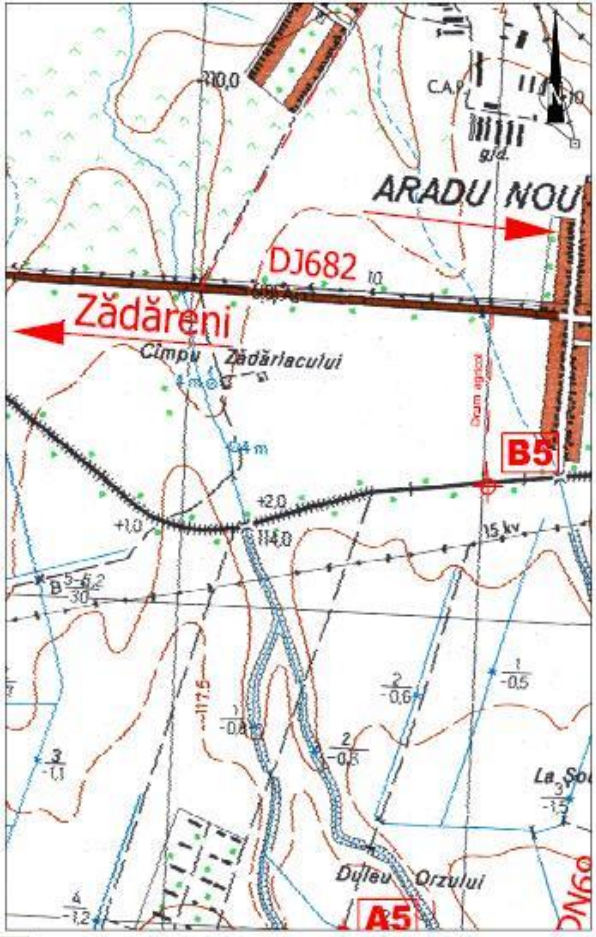

În tabelul 22 sunt trecute spre exemplificare elementele de identificare (hartă și poză) unei borne de tip(A), coordonatele bornei în sistemul WGS'84(World Geodetic System) și Sistemul Stereografic 1970, respectiv accesul către această bornă.



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

În tabelul 23 sunt trecute spre exemplificare elementele de identificare (hartă și poză) unei borne de tip(B), coordonatele bornei în sistemul WGS'84(World Geodetic System) și Sistemul Stereografic 1970, respectiv accesul către această bornă.

Tabelul 23

BORNA B5			
Autostrada Arad-Timișoara			
Coordonate	$\Phi$	$\lambda$	H elipsoidal
WGS'84	46° 08' 10.76370" N	21° 18' 33.52422" E	158.2920
Coordonate	Y(m)	X(m)	H(m)
Stereografice 1970	215055.163	521794.015	115.3900
Descriere bornă	Accesul la borna B5 se face de pe drumul DJ 682 către Zădăreni, pe drum agricol fiind amplasată paralelă cu calea ferată, la aproximativ 5 m		
			
<b>Junie 2006</b>			

La toate bornele de tip A respectiv B s-au realizat aceste monografii. Monografia unui punct geodezic se referă la reperaj, descrierea topografică și tipul coordonatei.





## 6.9 Masuratori suplimentare în anul 2009 pentru verificarea rețelei de sprijin atât planimetric cât și altimetric, realizate în anul 2006

În această etapă suplimentară am impus verificarea poziției planimetrice și altimetrice a bornelor de tip A și B realizată prin măsurători GPS respectiv prin măsurători de nivelment geometric. Această etapă am impus să fie făcută deoarece măsurătorile inițiale ale rețelei s-au finalizat în 2006 respectiv 2007, în anul 2009 odată cu începerea lucrărilor la autostradă această tranșă era obligatorie pentru a verifica tasarea bornelor respectiv eventualele deplasări planimetrice.

În tabelele 24 și 25 sunt prezentate coordonatele bornelor de tip A și B, obținute prin măsurători GPS(anul 2009) și cotele obținute prin măsurători de nivelment geometric(anul 2009).

*În tabelul 24 sunt prezentate valorile bornelor de tip A*

<i>NR</i>	<i>Borna tip "A și B"</i>	<i>Nord X(m) 2006</i>	<i>Est Y(m) 2006</i>	<i>Nord X(m) 2009</i>	<i>Est Y(m) 2009</i>	<i>Cotă nivelment geometric H(m) 2007</i>	<i>Cotă nivelment geometric H(m) 2009</i>
1	A1	530436.277	209034.983	530436.273	209034.980	107.491	107.487
2	A2	528164.549	210275.144	528164.545	210275.143	108.700	108.698
3	A3	526333.831	213459.423	526333.830	213459.421	110.110	110.109
4	A4	523792.272	213416.957	523792.270	213416.954	109.449	109.446
5	A5	520395.515	214571.508	520395.513	214571.505	121.661	121.658
6	A6	517492.328	216200.934	517492.326	216200.931	143.384	143.380
7	A7	513888.357	215341.625	513888.353	215341.622	142.577	142.573
8	A8	510259.936	214924.827	510259.933	214924.825	157.748	157.744
9	A9	508291.627	211747.446	508291.625	211747.442	139.788	139.785
10	A10	504752.689	213136.481	504752.684	213136.478	171.507	171.503
11	A11	502842.284	210917.575	502842.280	210917.573	170.775	170.772
12	A12	500380.860	212807.429	500380.864	212807.423	168.838	168.834
13	A13	498005.304	210458.890	498005.300	210458.893	146.800	146.797
14	A14	494792.107	212851.132	494792.105	212851.130	120.548	120.544
15	A15	490377.632	214464.909	490377.630	214464.904	143.189	143.186
16	A16	217974.166	487930.827	217974.162	487930.824	122.828	122.826
17	A17	221050.037	485106.232	221050.034	485106.234	108.403	108.400



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

În tabelul 25 sunt prezentate valorile bornelor de tip B

NR	Borna tip "A și B"	Nord X(m) 2006	Est Y(m) 2006	Nord X(m) 2009	Est Y(m) 2009	Cotă nivelment geometric H(m) 2007	Cotă nivelment geometric H(m) 2009
18	B1	529366.547	208920.917	529366.542	208920.915	105.472	105.463
19	B2	528186.997	209149.448	528186.993	209149.443	106.973	106.970
20	B3	526109.805	210143.916	526109.8	210143.912	107.003	107.000
21	B4	524571.121	214130.234	524571.123	214130.237	110.195	110.190
22	B5	521794.015	215055.163	521794.011	215055.16	115.390	115.388
23	B6	520182.076	216074.931	520182.073	216074.930	126.078	126.072
24	B7	516497.410	216828.455	516497.413	216828.459	140.227	140.225
25	B8	512800.173	213653.660	512800.17	213653.662	141.428	141.425
26	B9	508557.066	213276.456	508557.062	213276.453	144.692	144.690
27	B10	503980.406	211840.035	503980.4	211840.031	174.343	174.341
28	B11	501522.023	211820.500	501522.025	211820.505	169.493	169.490
29	B12	498811.353	211145.005	498811.350	211145.005	165.804	165.800
30	B13	496007.094	211973.075	496007.098	211973.078	114.410	114.407
31	B14	492312.991	212818.258	492312.997	212818.259	103.827	103.824
32	B15	489383.893	216749.535	489383.897	216749.539	138.811	138.810
33	B16	486435.899	217071.527	486435.894	217071.523	107.883	107.880

În tabelul 26 și 27 sunt prezentate diferențele rezultate prin compararea valorilor din 2006-2007 cu valorile obținute în tranșa suplimentară din 2009

Tabelul 26

NR	Borna tip "A și B"	Dx (mm) 2006-2009	Dy (mm) 2006-2009	Dh (mm) 2007-2009
1	A1	4	3	4
2	A2	4	1	2
3	A3	1	2	1
4	A4	2	3	3
5	A5	2	3	3
6	A6	2	3	4
7	A7	4	3	4
8	A8	3	2	4
9	A9	2	4	3
10	A10	5	3	4
11	A11	4	2	3
12	A12	-4	6	4
13	A13	4	-3	3
14	A14	2	2	4
15	A15	2	5	3
16	A16	4	3	2



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

17	A17	3	-2	3
----	-----	---	----	---

Tabelul 27

NR	Borna tip “A și B”	Dx (mm) 2006-2009	Dy (mm) 2006-2009	Dh (mm) 2007-2009
18	B1	5	2	9
19	B2	4	5	3
20	B3	5	4	3
21	B4	-2	-3	5
22	B5	4	3	2
23	B6	-3	-1	6
24	B7	-3	-4	2
25	B8	3	-2	3
26	B9	4	3	2
27	B10	6	4	2
28	B11	-2	-5	3
29	B12	-3	-3	4
30	B13	-4	-3	3
31	B14	-6	-1	3
32	B15	-4	-4	1
33	B16	5	4	3

Analizând tabelul 26-27 putem trage următoarele concluzii:

- ✓ În urma prelucrării măsurătorilor din anul 2009 și comparând rezultatele cu valorile obținute în anii 2006 respectiv 2007 s-a constatat că abaterea cea mai mare pe coordonatele X și Y este de 6 mm, iar pe cotă H valorile obținute sunt sub 1 cm;
- ✓ Din punct de vedere al preciziei putem spune că rețeaua de sprijin realizată în anul 2006 respectiv 2007 este bine realizată, iar bornele de tip A cât și de tip B nu au suferit tasării sau deplasării importante care să impună refacerea rețelei de sprijin;



## CAPITOLUL 7

### CONCLUZII FINALE

Rețeaua geodezică, realizată în sistem clasic de măsurători, a servit mai bine de o jumătate de secol la realizarea ridicărilor topografice, constituind un fond cartografic și geodezic important pentru lucrările ingineresti și de evidență administrativă.

Implementarea și utilizarea tehnologiilor moderne în determinarea rețelelor de sprijin de ordin superior, reprezintă un proces deosebit de complex.

Lucrarea de față se dorește a fi o contribuție la acest proces, urmărind eficientizarea lucrărilor topo-geodezice prin adoptarea unei metode de lucru eficiente bazate pe informații spațiale.

Preocuparea autorului pentru propunerea, studiul și îmbunătățirea unei metode eficiente performante de măsurători la căile de comunicație terestre a condus la elaborarea unui studiu concret privind realizarea unei rețele de sprijin omogene și unitare la lucrările topografice aferente autostrăzii Arad – Bypass Arad – Timișoara.

Este cunoscut că în România în lucrările geodezice se utilizează Proiecția Stereografică pe plan unic secant elaborată în anul 1970 pe elipsoidul Krasovski. Pentru lucrările de nivelment planul de referință este nivelul Mării Negre, determinat în anul 1975.

Faptul că între cotele ”H” determinate prin nivelment geometric și cele determinate prin măsurători GPS există diferențe de până la 30 de cm se poate datora mai multor cauze, din rândul cărora se pot menționa:

- ✓ Lucrarea se extinde pe o lungime foarte mare, de aproximativ 60 km
- ✓ Rețeaua punctelor de triangulație utilizate în determinările GPS nu este uniformă ca precizie;
- ✓ Arhivele în care s-au păstrat informații privind modul de determinare a coordonatelor X,Y și H ale acestor puncte nu au mai putut furniza elementele necesare evaluării calității acestor puncte de referință;
- ✓ De asemenea, nu se cunoaște cu exactitate sistemul de referință al acestora; în România se utilizează două sisteme pe cota H, Marea Neagră și Marea Baltică;



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

- ✓ În acest caz ca și concluzie finală se propune a se utiliza cota rezultată în urma măsurătorilor de nivelment geometric care asigură precizie net superioară măsurătorilor prin GPS, iar planimetric se vor folosi coordonatele X și Y determinate prin măsurători GPS;
- ✓ Apare drept recomandare din partea autorului ca la realizarea oricărei rețele GPS, să se folosească metoda statică de determinare pentru obținerea coordonatelor planimetrice X și Y, respectiv pentru cotele H să se folosească metoda nivelmentului geometric, combinând astfel cele două tipuri de măsurători; sunt satisfăcute astfel atât cerințele de precizie pentru cele două sisteme cât și eficientizarea proiectului;
- ✓ La realizarea măsurătorilor GPS se propune să se folosească receptoare de dublă frecvență, care permit recepția semnalelor de la satelit pe două frecvențe L1 și L2
- ✓ La realizarea măsurătorilor de nivelment) (se propune să se folosească nivele digitale automate de clasă geodezică cu mire de invar care asigură precizie superioară;
- ✓ Din punct de vedere planimetric (coordoanate X și Y) precizia este îndeplinită, toate punctele noi s-au obținut cu o precizie de 1cm, mult sub valoarea impusă în faza de proiect( 5cm pe coordonatele X și Y);
- ✓ Din punct de vedere altimetric cotele obținute prin măsurătorile GPS nu au îndeplinit valoarea impusă în faza inițială(2cm),de aceea s-a renunțat la această cotă și s-a acceptat cota determinată prin nivelment geometric;
- ✓ Precizia obținută prin măsurătorile de nivelment se încadrează foarte bine în toleranțele impuse, valori cuprinse, după compensarea în bloc a întregii rețele, de 1cm, respectiv maxim 2cm;
- ✓ Din punct de vedere tehnic toate condițiile au fost îndeplinite, urmând ca pe baza acestor valori obținute să se efectueze ridicările topografice;

***La alegerea aplicării metodei statice în cadrul studiului întreprins, s-au avut în vedere următoarele argumente:***

- ✓ oferă precizia cea mai mare de determinare pe coordonatele X și Y, respectiv pe cota H prin combinarea măsurătorilor GPS cu măsurătorile de nivelment



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

geometric de precizie, măsurători care se prelucrează automat în același soft de prelucrare a datelor brute;

- ✓ metoda este practică și ușor de realizat datorită tehnologiei GPS, dar necesită respectarea condițiilor privind planificarea corectă și eficientă a unei campanii GPS;

Contribuțiile autorului în domeniul tematicii abordate în teză, concretizată prin *studiul și aplicarea unei metode topo-geodezice eficiente la efectuarea lucrărilor de trasare aferente tronsonului de autostradă ARAD - BYPAS ARAD - TIMIȘOARA* sunt următoarele:

- ✓ Studiul teoretic privind eficientizarea metodelor de măsurare necesare în lucrările topo-geodezice;
- ✓ Întocmirea unei documentații bogate în conținut cu privire la metodele de măsurare GPS cu aplicabilitate în ingineria civilă în general și la căi de comunicație terestre în particular;
- ✓ Evidențierea particularităților specifice a lucrărilor topografice aplicate la căile de comunicație terestre;
- ✓ Analiză aprofundată a echipamentelor topografice moderne utilizate la executarea măsurătorilor;
- ✓ Analiza și documentarea privind îmbunătățirea metodei statice de măsurare GPS prin utilizarea echipamentelor topografice de ultimă generație (Leica, sistemul 1200);
- ✓ Combinarea măsurătorilor GPS cu măsurătorile de nivelment geometric și prelucrarea datelor în bloc prin metoda celor mai mici pătrate;
- ✓ Metode de urmărire a tasărilor și deplasărilor privind comportarea în timp a bornelor rețelei de sprijin nou determinată;
- ✓ Implementarea unor proceduri standard de planificare a unei campanii GPS;
- ✓ Implementarea unor proceduri standard de prelucrare a observațiilor GPS cu programe dedicate (softul Leica Geo Office Combined);
- ✓ Implementarea unor proceduri standard de executare pe teren și prelucrare la birou a observațiilor de nivelment geometric executate cu nivela digitală DNA03;
- ✓ Testarea metodelor și tehnologiei propuse prin studiul de caz;



### *Perspective*

Impactul tehnologie-metodă se poate aplica cu succes și în cazul tezei prezentate. De exemplu, una dintre problemele de rezolvat și anume cea referitoare la determinarea unei rețele de sprijin, exista și până acum. Aplicând o altă tehnologie, respectiv metodă de lucru, trebuie să rezolvăm aceeași problemă, dar într-un timp mai scurt și cu rezultate calitativ superioare.

Toate domeniile de activitate urmăresc aplicarea tehnologiilor de vârf din domeniul respectiv, pentru reducerea costurilor și a timpului necesar rezolvării problemelor prin adoptarea unor soluții care să eficientizeze metodele de măsurare topo-geodezice.

### *Performanțe*

Principalele caracteristici de calitate ale soluției privind studiul de caz sunt:

- ✓ alinierea la tehnici, metode și standarde europene;
- ✓ determinări omogene prin racordarea la sistemul de referință european ETRS89 și transcalcul unitar în plan de proiecție;
- ✓ necesitatea utilizării unei tehnologii moderne, practic independente de condițiile meteo;
- ✓ creșterea productivității și reducerea costurilor;
- ✓ disponibilitatea serviciilor (24 de ore la cele de timp real);



## BIBLIOGRAFIE

1. **Ackroyd, N.**, *Global navigation – A GPS user’s guide*, Neil Ackroid and Lorimer, 1990;
2. **Augath, W.**, *Stand und Entwicklungstendenzen des GPS-einsatzes in der Landesvermessung – ZfV nr. 5/1994*;
3. **Augath, W.**, *Zukünftige Konzepte für GPS – Netze - DVW Schrifteneihe 18/1995*;
4. **Băbucă, Nicolae Ion**, *Metode de măsurare Gps eficiente la căi de comunicație terestre*, Revista Revcad Alba Iulia, anul 2008;
5. **Băbucă, Nicolae Ion**, *Metode de măsurare Gps eficiente la căi de comunicație terestre – metoda statică*, Conferința Internațională SMAT 2008, Craiova;
6. **Bîrliba, C., Băbucă, Nicolae Ion**, *Topographical study concerning an experimental field for folder plants in Romania West Plain*, Proceedings of the 32<sup>nd</sup> Conference of Agricultural Students with international participants, ISBN 86-7520-150-2, paginile 173-178, Novisad 2008;
7. **Băbucă, Nicolae Ion\***, **Valeria CIOLAC\***, **Cosmin POPESCU\***, **Adrian SUMULEAC\***, **Mihaela SPILCA\***, *GPS SOLUTIONS FOR ROADS: DIFFERENT GPS OPERATION TYPES AND APPLICATIONS*, University of Agricultural Science from Timisoara, Roamania Country Calea Aradului, nr.119;
8. **Băbucă, Nicolae Ion\***, **Marin Mihnea-Ion\***, *GPS SOLUTIONS FOR GPS NETWORK AJUSTEMENT COORDINATE SYSTEMS*, International Conference of Mechanical Engineering ICOME 2010 – 27-30 of April 2010, Craiova – România;
9. **Bačić, Z; Kalafut, M; Lichtenegger, H; Wagner, J.**, *Some investigation on precise kinematic GPS surveys – GPS Technology International Symposium 1995*, Bucharest Romania;
10. **Balotă, O; Neuner, J.**, *Program de gestiune a datelor GPS și a transformărilor 3D, 2D și 1D pe teritoriul României – Simpozion „50 de ani de la înființarea Facultății de Geodezie și 180 de ani de la prima promoție de ingineri hotarnici” – U.T.C.B., București 1998*;
11. **Beutler, G.; Gurtner, W; Rothacher, M; Wild,U.; Frei, E.**, *Relativ static positioning with the Global Positioning System: basic Technical considerations – IAG Symposia Proceedings / 1990*;





UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

12. **Beutler, G.; Weber, R.**, *Der Internationale GPS Dienst für Geodynamik (IGS) – DVW Schriffteneihe 18/1995*;
13. **Boș, N., și Iacobescu, O.**, *Topografie modernă*, Editura C.H. Beck, București 2007;
14. **Boș, N.**, *Topografie*, EDP, București, 1993;
15. **Botez, M.**, *Geodezie*, Editura Didactică și pedagogică, București, anul 1969;
16. **Breuer, B.; Folk, C.; Specht, D.; Witte, B.**, *GPS Messungen in kinematischen “Stop and go” Modus – AVN 4/1990*;
17. **Ciolac, V;Popescu, C;Cotlaus, A;Bîrlă, G;Rata, G.**, *Tehnologie GPS în agricultură*, Editura Mirton, Timișoara 2003;
18. **Ciolac, V., Băbucă N., I., Popescu., C., Okros, A., Spilca, M.**, *Usage of the GPS measuremets detailed real time(RTK) in tracing highways*, **University of Szeged** Faculty of Agriculture and University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of the Banat, Faculty of Farm Management, 23<sup>nd</sup> April, 2009;
19. **Coșarcă, C.**, *Topografie inginerească*, Editura Matrix Rom, București 2003;
20. **Cristescu, N.**, *Topografie inginerească*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978;
21. **Danciu, V., Rus, T.** – *Model de integrare a observațiilor clasice și satelitare*, Revista de Geodezie nr. 1-2, București, 2002;
22. **Dondes, V.** – *Topografie generală și inginerescă*, Editura Politehnică, Timișoara, 2000;
23. **Dragomir, P.I, Rus, T., Dumitru, P.**, – *Modernizarea rețelei de stații GPS a României*, Revista de Geodezie Cartografie și Cadastru nr. 1-2, București, 2005;
24. **Duquesnoi, T.**, *The French GPS Permanent Network*, FIG Working Week, April 13-17, 2003 , Paris, France;
25. **Filimon, E.**, *Topografie*, Editura Timișoara 1979;
26. **Featherstone, W., Vanicek, P.**, *The role of coordinate systems, coordinates and heights in horizontal datum transformations*, The australian surveyor, technical paper, vol.44 no2, 1999;
27. **Ghițău, D.**, *Studiul actual și perspectiva dezvoltării unei rețele permanente de stații GPS permanente în România – Revista de Geodezie nr.1, București, 1999*;
28. **Ghițău, D.; Rus, T.**, *Stadiul actual și perspectiva dezvoltării unei rețele de stații GPS în România – Revista de Geodezie, Cartografie și Cadastru nr.2/1995*;
29. **Ghițău, D.** – *Geodezie și gravimetrie geodezică*, Ed.Did.si Ped. Bucuresti 1983;



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

30. Grecea, C., *Introducere în geodezia satelitară*, Editura Mirton, Timișoara 1999;
31. Grecea, C., *Geodezie*, Editura Mirton, Timișoara 2002;
32. Grecea, C., Mușat, C., Sturza, M., *Complemente de măsurători terestre*, Editura Politehnica 2009;
33. Haida, V., Voicu, C., Bogdan, I., Mișu, P., *Considerații asupra condițiilor tehnico-geofizice și geotehnice specific câmpiei Banatului*, zilele Academice Timișoara, Ed. a V-a, Timișoara, 1997;
34. Haida, V., Pantea, P., Voicu, C., Mirea, M., *Particularități geotehnice ale terenului pe sectorul Timișoara-Arad-Nădlac al viitoarei autostrăzi*, zilele Academice Timișene Ed. a V-a Timișoara, 1997;
35. Haida, V., Pantea, P., Voicu, C., *Aspecte caracteristice zonei de câmpie a Banatului*, A IX-a Conferință Națională de Geotehnică și Fundații, Cluj Napoca, 2000;
36. Herman A. și Ivana C., *Elemente geometrice ale căii ferate*, Editura Mirton, Timișoara, 1999;
37. Hofmann – Wellenhof B.; Lichtenegger, H.; Collins, J. *Global Positioning System – Theory and Practice* – Springer-Verlag Wien New York 1992;
38. Hofmann-Welenhoff, B., H.Lichtenegger, J.Collins; *Global Positioning System, Theory and Practice*, Springer –Wien-New York, 4th Edition, 1997,
39. Hofmann – Wellenhof, B.; Kienast, G.; Lichtenegger, H. *GPS in der Praxis* – Springer Wien New York 1994;
40. Hofmann - Wellenhof, B.; Lichtenegger, H.; Collins, J. *GPS Theory and Practice*, Springer Wien New York 1997;
41. Iacobescu, O., *Topografie*, Editura Universității din Suceava, anul 2004;
42. Iliș, A., Vasilica, D., *Deformațiile suprafețelor în proiecțiile cartografice*, Revista de geodezie nr. 1-2, București, anul 2002;
43. J. Van Buren, J.P.Henry, J.Polman, T.Rus, *Romanian GNSS Network implementation plan for period 2008-2013*, Geodetic Network Modernisation and National Spatial Data Infrastructure, Twinning Contract RO 2006/IB/OT-01 PHARE 2006/018-147.02.01.03;
44. Kavanagh, B., F., *Surveying – Principles and Applications*, Prentice Hall, New Jersey, Ohio, 2003;
45. Kahveci, M.; Gându, T., *Rezultatele prelucrării campaniei GPS /1997* – Revista de Geodezie, Cartografie și Cadastru nr.1/1999;



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

46. Kiss A., Chițea Gh., Vorovenicii I., *Topografie*, Editura Universității Transilvania din Brașov, anul 2001;
47. Lapointe, L., Meyer, G., *Topographie appliquee aux travaux publics, bâtiment et levers urbaines*, Editura Eyrolles, Paris, 1991;
48. Leick, A., *GPS Satellite Surveying* –New York/Chichester/Brisbane/Toronto/Singapore, 1990;
49. Lucaci, G. și Belc Florin, *Căi de comunicație terestre, Elemente de construcție*, Editura Solness, Timișoara, 2001;
50. Maguire, D., Goodchild M., Wrhind D. *Geographical Information System. Principles and Application*, Longman Scientific & Tehnical New York, vol. I, vol. II, vol. III;
51. Mihail, D., *Aplicațiile topografiei în construcții*, Editura tehnică București 1962;
52. Milles, S., Lagofun, J., *Topographie et topometrie modernes*, Editura Eyroles, Paris, anul 1993;
53. Moldoveanu, C. ; Ilieși, A., *Transformări de coordonate între doi elipsoizi de referință – GPS Technology Applications – International Symposium 1995*, Bucharest Romania;
54. Moldoveanu, C., *Geodezie*, Editura Matrix Rom București, anul 2002;
55. Moldoveanu, C., *Datumul geodezic*, Revista de Geodezie nr. 1-2, anul 2005;
56. Neamțu, M. – *“Topografie specială”*, ICB, 1982;
57. Neamțu, M., Onose, D., Neuner, J., (1988) – *Măsurarea topografică a deplasărilor și deformațiilor construcțiilor*, Institutul de Construcții București;
58. Neuner, J., *Sisteme de Poziționare Globală* - Revista de Geodezie, Cartografie și Cadastru nr.1/1999;
59. Neuner, J., *Sisteme de poziționare globală*, Editura Matrix Rom, București 2000;
60. Neuner, J., Săvulescu, C., Moldoveanu, C., *Studiu privind posibilitatea de determinare a coordonatelor în proiecția Stereografică 1970 utilizând tehnologia GPS*, Revista de geodezie nr.1-2, anul 2002;
61. Neuner, J., Onose, D., Coșarcă, C., *Precizia de poziționare în rețelele de stații permanente de densitate redusă*, Revista de geodezie nr.1-2, anul 2002;
62. Nistor, Gh., *Teoria prelucrării măsurătorilor geodezice*, Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi, Iași, anul 1996;



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

63. Olliver, F., *Instruments topographiques description, reglage, emploi*, Editura Eyrolles, Paris;
64. Onose D., Neuner J. ș.a. – Măsurători Terestre – Fundamente, Vol I, II, III, Editura Matrix Rom, Bucuresti 2001;
65. Onose D. – Topografie, Editura Matrix Rom, București 2004;
66. Ortelecan, M., Pop, N., *Metode topografice de urmărire a comportării construcțiilor și terenurilor înconjurătoare*, Editura AcademicPres Cluj-Napoca, anul 2005;
67. Palamariu, M., Pușcaș, M., *Puncte de vedere privind utilizarea tehnologiei GPS*, Revista de Cadastru nr. 4, Universitatea 1 Decembrie 1918, Alba Iulia, anul 2004;
68. Păunescu, C. Spiroiu, I. Dima, C., *Realizarea rețelelor de sprijin utilizând tehnologia G.P.S*, București 2002;
69. Păunescu, C., Mocanu, V., Dumitru, S., *Sistemul global de poziționare GPS*, Editura Matrix Rom, București 2006;
70. Păunescu, C., *EUREF – evoluție, statutul actual și perspective*, Revista de Geodezie nr.1-2, anul 2005;
71. Poesecu, Manuela Nicolae, *Topografie*, ediție bilingvă, Editura Matrix, București 1999;
72. P. Dragomir, T.Rus, N.Avramiuc, C.Moldoveanu, C.Marcu, A.Ilies, M.Marinescu *Propunere de act normativ privind implementarea ETRS89 în România (Draft)*, septembrie 2008;
73. Rus, T., *Geodezie cu Sateliți, note de curs, Universitatea Tehnică de Construcții București, 2004*;
74. Rus T., Neuner J., Ivan B, *Concepte teoretice și practice privind realizarea unei stații GPS permanente*, Volumul Simpozionului "Aplicațiile Tehnologiilor GPS", Bucuresti, 26-29 sept. 1995;
75. Teunissen, P.J.G.; Kleusberg, A., *GPS for Geodesy* – Springer 1998;
76. Țurcanu, R.; Neuner, J. Tămâioagă, Gh.; Onose, D. Folfă, I., *Folosirea tehnologiei GPS la realizarea rețelelor de sprijin pentru introducerea cadastrului în localități - Simpozion „50 de ani de la înființarea Facultății de Geodezie și 180 de ani de la prima promoție de ingineri hotarnici”* – U.T.C.B., București 1998;
77. Vasile, F., *Sisteme de poziționare globală NAVSTAR-GPS*, Academia Tehnică Militară, București, 2002;



UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

78. **Wiley, John**, *GPS Satellite Surveying*, Second Edition, New York, Chichester, Toronto, Brisbane, Singapore, 1995, Leick A;
79. **Welsch, D.**, *Guide to GPS Positioning* – Canadian GPS Association - 1987;
80. \*\*\* Buletinul Științific al Universității Tehnice de Construcții București, nr.1 /2000;
81. \*\*\* **Colectiv Cadastru**, UPT Timisoara- Elemente de Masuratori Terestre, Editura Politehnica, 2006;
82. \*\*\***Colectiv Facultatea de Geodezie București**, *Măsurători Terestre-Fundamente*, Editura Matrix Rom, București, 2002;
83. \*\*\* **O.N.C.G.C.** – *2001 Norme tehnice pentru introducerea Ccadastrului general* Monitorul Oficial al României, Partea I nr. 744;
84. \*\*\* **Federal Geodetic Control Committee**, 1988, *Geometric Geodetic Accuracy Standards and Specification for Using GPS Relative Positioning Techniques*, Version 5.0, reprinted with correction, August 1, 1989: Silver Spring, Maryland, National Geodetic Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration;
85. \*\*\* **Federal Geodetic Control Committee**, 1998, *Geospatial Positioning Accuracy Standards*, Silver Spring, Maryland, National Geodetic Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration;
86. \*\*\* *EUPOS Specifications for reference frame fixing* (Draft of 10 July 2007);
87. \*\*\* *Studiu geotehnic preliminar al traseului autostrăzii Timișoara-Arad-Nădlac*, contract nr.350/197/1997, Universitatea Politehnică din Timișoara(material nepublicat);
88. \*\*\* *Decizia nr.1 privind realizarea măsurătorilor GNSS cinematice*, Elaborată de ANCPI, București;
89. \*\*\* <http://www.leica-geosystems.com>;
90. \*\*\* <http://www.rompos.ro>, *Sistemul Românesc de determinare a poziției(ROMPOS)*;
91. \*\*\* <http://www.ancpi.ro>, *Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară*;
92. \*\*\* <http://193.231.4.70:8888> (*Stația GPS permanentă București*);
93. \*\*\* <http://www.epncb.oma.be> , *Sistemul European de referință(EUREF)* ;
94. \*\*\* <http://www.eupos.org> , *Sistemul European de determinare a poziției(EUPOS)* ;
95. \*\*\* <http://www.fig.net> , *Federația Internațională a geodezilor(FIG)* ;
96. \*\*\* <http://www.igsb.gov> (Pagina IGS – SUA);
97. \*\*\* **EUREF Permanent GNSS Network**;
98. \*\*\* STAS 2745 – 69 – *Urmărirea tasării construcțiilor prin metode topografice*;



**UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

- 99.** \*\*\* Consiliul Facultății de Geodezie – 2002- *Măsurători terestre – fundamente*, (vol. I, II, III), Editura Matrix Rom, București;
- 100.** \*\*\* Ordin 108/29.03.2010, Ordin al directorului general ANCPI privind aprobarea Regulamentului de avizare, verificare și recepție a lucrărilor de specialitate din domeniul cadastrului, al geodeziei, al topografiei, al fotogrammetriei și al cartografiei;
- 101.** \*\*\* Normativ I.N.C.E.R.C. – Normativ pentru determinarea tasărilor construcțiilor civile și industriale prin metode topografice C.61-64;