আমিন সার্ভে
(Amin Survey)

ছাত্র/ছাত্রী প্রশিক্ষণ সহায়িকা

বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ, NSQF, লেভেল-৩

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরী ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরী ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

'কারিগরি ভবন', প্লট নং বি-৭, নিউ টাউন, কলকাতা-৭০০১৬০

আমিন সার্ভে

(Amin Survey)

ছাত্র/ছাত্রী প্রশিক্ষণ সহায়িকা

বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ, NSQF, লেভেল–৩

পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

প্লট নং বি/৭, অ্যাকশন এরিয়া III, নিউ টাউন, রাজারহাট
কলকাতা - ৭০০ ১৬০

প্রথম প্রকাশ :
অক্টোবর, ২০১৮

গ্রন্থস্বত্ব :
পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ

প্রকাশক :
মুখ্য প্রশাসনিক আধিকারিক
পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ
প্লট নং বি/৭, অ্যাকশন এরিয়া III, নিউ টাউন, রাজারহাট
কলকাতা - ৭০০ ১৬০

মুদ্রক :
জ্যোতি গ্রাফিক্স
৬ডি, রমানাথ মজুমদার স্ট্রিট
কলকাতা - ৭০০ ০০৯

ভারতের সংবিধান

প্রস্তাবনা

আমরা, ভারতের জনগণ, ভারতকে একটি সার্বভৌম সমাজতান্ত্রিক ধর্মনিরপেক্ষ গণতান্ত্রিক সাধারণতন্ত্র রূপে গড়ে তুলতে সত্যনিষ্ঠার সঙ্গে শপথ গ্রহণ করছি এবং তার সকল নাগরিক যাতে : সামাজিক, অর্থনৈতিক ও রাজনৈতিক ন্যায়বিচার; চিন্তা, মতপ্রকাশ, বিশ্বাস, ধর্ম এবং উপাসনার স্বাধীনতা; সামাজিক প্রতিষ্ঠা অর্জন ও সুযোগের সমতা প্রতিষ্ঠা করতে পারে এবং তাদের সকলের মধ্যে ব্যক্তি-সম্ভ্রম ও জাতীয় ঐক্য এবং সংহতি সুনিশ্চিত করে সৌভ্রাতৃত্ব গড়ে তুলতে; আমাদের গণপরিষদে, আজ, ১৯৪৯ সালের ২৬ নভেম্বর, এতদ্বারা এই সংবিধান গ্রহণ করছি, বিধিবদ্ধ করছি এবং নিজেদের অর্পণ করছি।

THE CONSTITUTION OF INDIA

PREAMBLE

WE, THE PEOPLE OF INDIA, having solemnly resolved to constitute India into a SOVEREIGN SOCIALIST SECULAR DEMOCRATIC REPUBLIC and to secure to all its citizens :

JUSTICS, social, economic and political;

LIBERTY of thought, expression, belief, faith and worship;

EQUALITY of status and opportunity

and to promote among them all

FRATERNITY assuring the dignity of the individual and the unity and integrity of the Nation;

IN OUR CONSTITUENT ASSEMBLY this twenty-sixth day of November, 1949, do HEREBY ADOPT, ENACT AND GIVE TO OURSELVES THIS CONSTITUTION.

: পাঠ্যপুস্তক নির্মাণ :

শ্রী দেবজ্যোতি দাস

লেকচারার

সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং, নর্থ ক্যালকাটা পলিটেকনিক

শ্রী দীপঙ্কর চক্রবর্তী

লেকচারার

সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং, এ. জে. সি. বসু পলিটেকনিক, বেড়াচাঁপা

মুখবন্ধ

কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ এবং দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর বর্তমানে ২০০টি বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ কেন্দ্রকে উন্নতমানের বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ কেন্দ্রে রূপান্তরিত করেছে যেখানে আমিন সার্ভে (Amin Survey), অ্যাসিস্ট্যান্ট হাউস ওয়ারম্যান এন্ড মোটর ওয়াইন্ডার (Assistant House Wireman and Motor Winder) এবং টু/থ্রি হুইলার মেকানিক/টেকনিসিয়ান (2-3 Wheeler Mechanic/ Technicians) বৃত্তিমূলক কোর্সের জন্য ল্যাবরেটরি উন্নয়নের কাজ বাস্তবায়িত হয়েছে। উপযুক্ত দক্ষতা পরিকাঠামো অনুযায়ী জাতীয় পাঠক্রমের সাথে সমন্বয় সাধন করে জাতীয় মানে উত্তোলন করাই এই বৃত্তিমূলক প্রশিক্ষণ কেন্দ্রের মূল উদ্দেশ্য। ইতিমধ্যেই উপরিউক্ত বৃত্তিমূলক বিষয়গুলি এন. কিউ. আর (National Qualification Register) -এ অন্তর্ভুক্তিকরণ হয়েছে।

এই পুস্তকটি পেশাগত শিক্ষা সংক্রান্ত স্বল্পমেয়াদী প্রশিক্ষণের জন্য আমিন সার্ভে (Amin Survey) বৃত্তিমূলক কোর্সের জন্য প্রকাশিত। এই পুস্তকটি গঠন ও প্রকাশনার জন্য বৃত্তিমূলক শিক্ষা ও প্রশিক্ষণ অধিকার এবং পশ্চিমবঙ্গ রাজ্য কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা এবং দক্ষতা উন্নয়ন সংসদ মুখ্য ভূমিকা পালন করে চলেছে। আগ্রহী শিক্ষার্থীরা তাদের বিভিন্ন কার্যাবলী সংক্রান্ত চাহিদা মেটানোর সুযোগ এর মাধ্যমে পেয়ে যাবে। এই পুস্তকটি যে কোনো শিক্ষার্থী বা স্ব-উপার্জকের কাছে প্রয়োজনীয় জ্ঞানার্জনের যথার্থ সহায়ক। এই পুস্তকটি রাজ্যের বেকার যুবক যুবতীদের কর্মজগতে প্রবেশের পথকে যেমন প্রশস্ত করবে তেমনি যোগ্যতার ক্ষেত্রেও এই রাজ্য এবং দেশের অন্যান্য রাজ্যেও একই ভাবে স্বীকৃতি পাবে।

এই পুস্তকটি রাজ্যের পলিটেকনিক কলেজের বিশেষজ্ঞ শিক্ষক দ্বারা লিখিত এবং পরিমার্জিত। কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ ও দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর এই পুস্তকটির লেখকগণ ও অন্যান্য সদস্যদের প্রতি - পুস্তকটি লেখা ও তার পরিমার্জনের সময় নানাবিধ মতামতের জন্য কৃতজ্ঞ। আশা করি পাঠকগণের সুচিন্তিত মতামত ভবিষ্যৎ প্রকাশনাতে পুস্তকটিতে আরো সমৃদ্ধ করবে।

পূর্ণেন্দু বসু
ভারপ্রাপ্ত মন্ত্রী
কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ ও দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর
কারিগরি ভবন, রাজারহাট, নিউটাউন,
কলকাতা ৭০০ ১৬০

রোশনি সেন, আই. এ. এস.
প্রধান সচিব
কারিগরি শিক্ষা, প্রশিক্ষণ ও দক্ষতা উন্নয়ন দপ্তর
কারিগরি ভবন, রাজারহাট, নিউটাউন,
কলকাতা ৭০০ ১৬০

Index

Unit No.	Content	Theory	Practical	Page No.
1.	Introduction on Survey, An Overview	1.1 Definition and objective of surveying. 1.2 Introduction of various units used for measuring length, area, volume in C.G.S, F.P.S & M.K.S, method and their internal conversation. 1.3 Concept of use of Scale in drawing.		**1-2**
2.	Chain Surveying	2.1 Principles of chain surveying. 2.2 Instrument used in chain surve3ying with their brief description & sketch. 2.3 Definition of a) Base line b) Tie line c) Offset d) Reconnaissance e) well conditioned triangle 2.4 Upkeep of a field book. 2.5 Overcoming obstacle, ranging a line. 2.6 Error in chain surveying (no deduction, simple numerial problems) 2.7 Methods used (only brief idea for practical works). 2.8 Cadastral survey with mouza map along with diagonal scale, tape & other accessories.	1.1 Practice in unfolding & folding chain, alignment of lines, measurement of distance between given points and their booking. 1.2 Practrice in chaining & taking offsets, use of optical square and cross staff, Setting out right angle, taking measurements with tape. 1.3 Procedure in conducting chain survey, reconnaissance, preparation of rough sketch. Selection of base line and station points, fixing of station etc. 1.4 Chain survey of small plots by traiangulation, booking & plotting the same. 1.5 Chain survey of built up plot, locating detail, booking & plotting the same. 1.6 Taking horizontal measurement on sloping ground, overcoming obstacles between two points oneof which is invisible or inaccessible from the other. 1.7 Chain Survey of an extensive area, locating detail, plotting & finishing the same in ink or colour paint.	**3-14**

Unit No.	Content	Theory	Practical	Page No.
3.	Compass Surveying	3.1 Introduction 3.2 Brief description of Prismatic compass, surveyor's compass, Bearing of a line, magnetic & true bearing, Dip, Local attraction. 3.3 Measurement of internal angle of two line station. 3.4 Method of plotting compass survey taverse. Adjustment of closing error. Recording of field book. 3.5 Simple numerical problems.	2.1 Practice in setting up a compass and checking its accuracy-taking bearings and calculating angles (conversion of W.C.B to R.B). 2.2 Determining the bearings of a given line & establishing lines of given bearings - laying out a rectilinear and polygonal plots of ground using a compass and a tape. 2.3 Conducting closed traverse of built up field and plotting the same finishing in ink or colour paint.	**15-22**
4.	Levelling	4.1 Brief description of various levelling instrument with its components. 4.2 Methods used in levelling. Simple numerical problems. 4.3 Levelling difficulties. 4.4 Use of levelling instrument for site levelling, Road cross section, Canal cross section, upkeep of level book. 4.5 Calculation of volume of earthwork.	3.1 Practice in setting out a level and performing temporary adjustments, practice in reading staff. 3.2 Demonstration of permanent adjustment of level. 3.3 Practice in differential levelling, establish in bench mark, reading of staff and booking of reading in level book. 3.4 Carry out route survey, longitudinal & cross section of road project, its plotting and calculation of earth work.	**23-28**
5.	Plane table Survey	5.1 Introduction, brief description of instrument used in plane table survey. 5.2 Method used in plane table survey (only description for practical class). Advantage & disadvantages. 5.3 Brief description of centring, levelling, orientaton operation in plane table survey.	4.1 Setting up of plane table by levelling, centring and orientation. 4.2 Surveying an area with plane table of built up areas. 4.3 Traversing with plane table of built up areas. 4.4 Running & open traverse with plane table and fixing details. Inking, finishing, colouring etc.	**29-35**

Unit No.	Content	Theory	Practical	Page No.
6.	Theodolite Survey	6.1 Description of instrument, principles of measuring of horizontal & vertical angle. 6.2 Temporary adjustment of theodolite. 6.3 Traverse survey of theodolite work. 6.4 Sources of error in theodolite work. 6.5 Checks in traversing.	5.1 Practice in setrting up a theodolite and taking reading. 5.2 Measurement of horizontal angles by repetition, Reiteration method, Entry of field book. 5.3 Practice in measuring in vertical angles, setting out given vertical angle and entering the field book. 5.4 Running an closed traverse over a given area, booking calculating the coordinates and plotting the traverse.	**36-51**
7.	Reading of Building Drawing	7.1 Plan, elevation & section of a small building. 7.2 Simple idea of RCC Structural detail like column, beam, slab, footing. 7.3 Introduction to brief idea for material calculation. 7.4 Layout of a plan with area calculation by Simpson's 1/3 rule & trapezoidal rule.	6.1 Layout of building from the plan mentioning size of the room.	**52-55**
8.	GPS Awareness	8.1 Introduction to GPS	7.1 Practical application of G.P.S. 7.2 Component of G.P.S date processing. 7.3 G.P.S signal.	**56-68**

Unit - 1

Introduction to Survey, on Overview

1.1 Surveying এর সংজ্ঞা ঃ- যে প্রকৌশলের মাধ্যমে ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন বস্তুর আপেক্ষিক অবস্থান নির্ণয় করা যায় তাকেই Surveying বলে ।

Surveying এর উদ্দেশ্য ঃ Surveying এর মূল উদ্দেশ্য হল জরিপ করা ক্ষেত্রের মানচিত্র প্রস্তুতি।

1.2 Introduction of various units used for measuring length, area, volume in C.G.S., F.P.S. & M.K.S. method and their internal conversion.

	CGS	FPS	MKS	Conversion
Length	Centimetre	Feet, yard (1yd = 3ft) (1 mile = 1760 yd)	Metre kilometer	1m = 100cm = 3.28 ft 1 mile = 1.609 km
Area	Sq. cm.	Sq. ft. Sq. yd. Sq. mile	Sq. m. Sq. km. Are Hectare	1 Sq.m. = 10.76 sq.ft. 1 Are = 100 Sq. m. 1 Hectare = 10000 sq.m. 1 sq. mile = 280 sq.m.
Volume	Cu. cm.	Cu. feet	Cu. m.	1 cu m = 35.38 cu ft 1 cu ft = 0.028 cu m

Country Units

1 Chhatak = 45 sq. ft.
16 Chhatak = 1 Kattha
20 Kattha = 1 Bigha
1 decimal = 436 sq. ft.
33 decimal = 1 Bigha
1 Acre = 100 decimal = 3 Bigha (approx)

1.3 Concept of use of Scale in drawiring : Scale হল মানচিত্র অঙ্কনের সহায়ক একটি অনুপাত যার মাধ্যমে মানচিত্র কে প্রয়োজন মাফিক বির্বদ্ধিত, সংকুচিত বা প্রকৃত আকারে আঁকা যায় এবং এদের কে যথাক্রমে Enlarging, reducing ও Full size Scaleবলে ।

$$\text{S.F. or R.F.} = \frac{\text{কাগজে আঁকা মাপ}}{\text{অনুরূপ প্রকৃত মাপ}}$$

এই অনুপাত কে Scale factor / representative fraction বলে।

বিষয়ের দৃষ্টি কোন থেকে আমরা ভিন্ন রকম Scale এর ব্যবহার সম্পর্কে জানব

1) Plane Scale (সরল রৈখিক) ঃ রৈখিক দৈর্ঘ্যকে পর্যায়ক্রমে দুটি ধাপে মাপতে সক্ষম।

2) Diagonal Scale (সরল রৈখিক) ঃ রৈখিক দৈর্ঘ্যকে পর্যায়ক্রমে তিনটি ধাপে মাপতে সক্ষম।

6) Vernier Scale সরল ও বক্ররৈখিক (বৃত্তাকার) ঃ- এর লঘিষ্ঠতমাঙ্ক পর্যায় ক্রমে তিনটি ধাপে রৈখিক ও বৃত্তাকার Scale বরাবর দৈঘ্য পরিমাপে সক্ষম।

যখন Vernier এর ন্যূনতম ভাগ মূল Scale এর ন্যূনতম ভাগের চেয়ে ছোট হয় তখন তাকে Forward এবং বড় হলে backward / retorgrade vernier বলে।

3. Scale of Chord ঃ এই Scale এর মাধ্যমে চাঁদার অনুপস্থিতিতে কোন্ পরিমাপ সম্ভব।

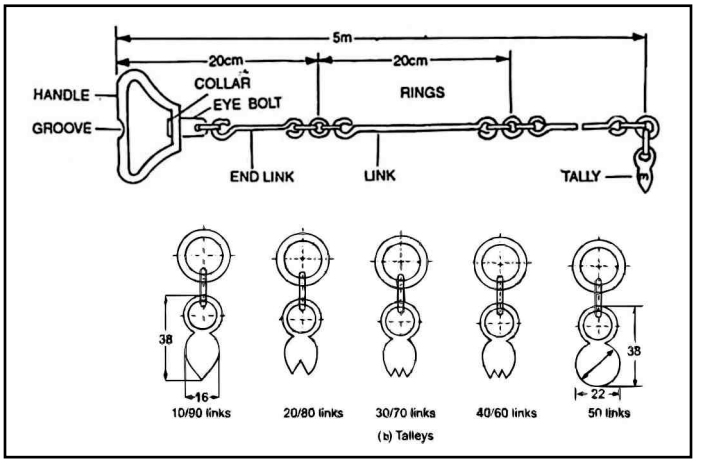
Scale নির্মানের বিশদ বিবরণ ড্রইং এর পাঠক্রমের অন্তর্ভূক্ত বলে এ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হল না।

Unit - 2

Chain Surveying

2.1 Chain Survey এর মূলনীতি ঃ শুধুমাত্র রৈখিক পরিমাপের সাহায্যে যাতে Survey সম্পাদন করা যায় এবং কোন কৌনিক পরিমাপ যাতে না লাগে তার জন্য জমিকে সামগ্রিক ভাবে ত্রিভূজের network এ বিন্যস্ত করা (যাতে পূর্ণ থেকে আংশে কাজ করে ত্রুটি কে সীমিত করা যায়)। কারণ ত্রিভূজ এক মাত্র ক্ষেত্র যাকে শুধমাত্র বাহুর দৈর্ঘ্য মেপে Plot করা যায় কোন কৌনিক পরিমাপ লাগে না। কাজেই সংক্ষেপে বলা যায় ত্রিভূজায়ন বা triangulation-ই হল Chain Survey-র মূলনীতি

2.2 Instrument used in Chain Surveying বা Chain Survey তে ব্যবহার্য্য যন্ত্রপাতি এবং তাদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ।



1. Chain : 4s.w.g. (Standard wire gauge) এর Steel এর Rod দিয়ে তৈরী Link এর সমন্বয়ে (যারা পরস্পরের সাথে তিনটি গোলাকার আংটা দ্বারা নমনীয়াতা প্রদানের জন্য যুক্ত) Chain গঠিত যার দুপ্রান্তে Swivel Joint এর সাহায্যে সাহায্যে handle যুক্ত থাকে। গননার সুবিধার্থে নিয়মিত ব্যবধানে ring থাকে এবং বিশেষ বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ স্থানে পিতলের ফলক বা tally থাকে যাতে দূপ্রান্তে থেকে কত দূরত্বে তারা আবিস্থিত তা চিহ্নিত থাকে। এদের নিম্নলিখিত প্রকারভেদ আছে

i) Metric Chain (20cm link) —— 20m (100 Link) Chain
30 m (150 link) Chain

ii) Non metric Chain —— Gunter Chain ($66^{/}$ - 100 Link) Chain
Engineers Chain ($100^{/}$ - 100 Link) Chain
Revenue Chain ($33^{/}$ - 16 Link) Chain

2. Tape : দৈর্ঘ্য পরিমাপের অংশাঙ্কিত ফিতে যা সুদৃশ্য Case এর মধ্যে reel এ গুটান যায়। এদরে নিম্নলিখিত প্রকারভেদ আছে

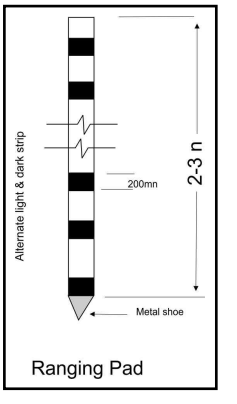
i) কাপড়ের ফিতা ঃ যা ছোট খাটো মাপের জন্য ব্যবহার্য্য কিন্তু তেমন টেকসই নয়, কঠিন ব্যবহারের ধকল নিতে পারে না।

ii) ধাতব ফিতা ঃ তুলনা মূলক ভাবে আপেক্ষাকৃত টেকসই কাপড়ের ফিতা, যা ধাবত জালি দ্বারা অধিকতর মজবুত ভাবে নির্মিত।

iii) ইস্পাতের ফিতা ঃ ইস্পাতের সরু ফিতার উপর স্থায়ী আশাঙ্কন করা। এই ফিতা আরও বেশী মজুবুত ও নিখুঁত কিন্তু যত্ন সাপেক্ষ

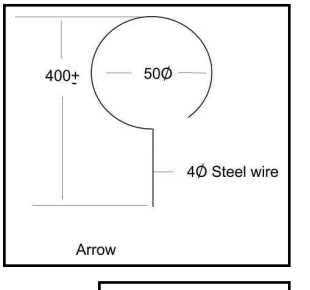
iv) ইনভার (64% steel + 36% nickel) ফিতা ঃ অত্যন্ত কম দৈর্ঘ প্রসারণ গুণাঙ্কের সংকর ধাতু ইনভার দিয়ে তৈরী এই ফতা অত্যন্ত দামী ও খুব নিখুঁত তবে খুবই যত্ন সাপেক্ষ।

3. Ranging Rod : প্রান্তিক বিন্দুর সাথে মধ্যবর্তী বিন্দুর একরেখা করণকে ranging বলে। ranging rod, ranging করার করার জন্য সহায়ক 2-3m দীর্ঘ ও 30mm ব্যাসের ধাতব/কাঠের দন্ড। দূর থেকে সহজে যাতে নজরে পড়ে তার জন্য এর গায়ে একান্তরভাবে গাঢ় ও হাল্কা রঙের পট্টি (20cm দীর্ঘ) থাকে এবং মাথায় উপরে লাল কাপড় লাগানর ব্যবস্থা থাকে। পট্টিগুলি link সদৃশ ধরে অনেক সময় ছোট খাটো পার্শ্বীয় মাপ নেওয়ার জন্যও ranging rod ব্যবহৃত হয়। তখন ranging rod কে offset rod বলে 4-6m দীর্ঘ ranging rod কে ranging pole বলে।



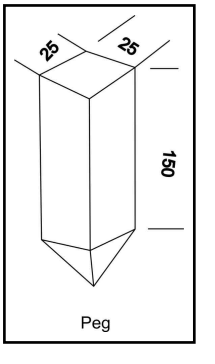
Ranging Pad

4. Arrow :- ভূপৃষ্ঠে চিহ্নিত করণের জন্য 4 s.w.g. ইস্পাতের 400mm দৈর্ঘের সরু rod যা Chain দৈর্ঘ্য marking এর জন্য মাটিতে পোতা হয়। এর শীর্ষে 50mm ব্যাসের ring থাকে যতে লাল কাপড় আটকে দৃষ্টি আকর্ষনের বন্দোবস্ত থাকে।



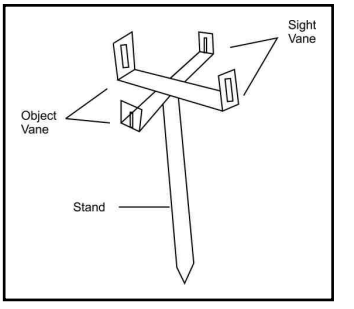
Arrow

5. Peg : কাটের খোঁটা কে সাধারণভাবে Peg বলে। Pag কে মাটিতে প্রবেশ করিয়ে 40 mm মাটির ওপরে বের করে রেখে Station Point marking করা হয়।



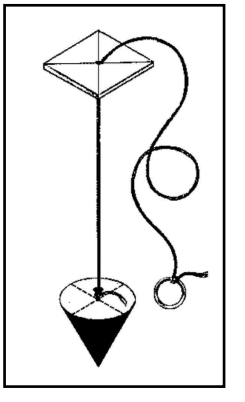
Peg

6. Cross Staff : ভূপৃষ্ঠে সমকৌনিক উপস্থাপনের জন্য ছবির মত এই যন্ত্র ব্যবহার করা হয় যাতে দুটি পরস্পর সমকৌনিক দৃষ্টি রেখা উপস্থাপন করা যায়।



সমকৌনিক ভাবে রেখার কোন বিন্দুতে লম্ব স্থাপনের জন্য এই যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। ছবিতেই যন্ত্রটির কর্মপদ্ধতি ব্যাখ্যা করা আছে। এতে দুটি দৃষ্টি রেখা পরস্পরের সাথে সমকোণে স্থায়ীভাবে স্থাপিত। একটি দৃষ্টি রেখাকে প্রদত্ত রেখার সমান্তরালে স্থাপন করে অন্য দৃষ্টিরেখা বরাবর ranging rod এমনভাবে স্থাপন করা হয় যে ranging rod ও যন্ত্রের পাদবিন্দু সংযোজক সরললেখা মূলরেখার সাথে সমকোনে থাকে।

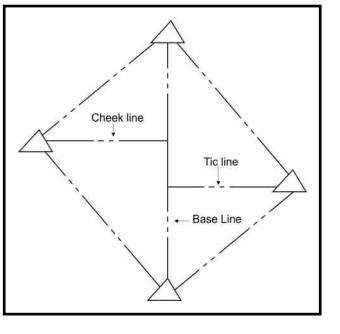
7. ওলন দড়ি বা plumb line : এতে gauge plate এর কেন্দ্র থেকে একটি ভারী শঙ্কু আকৃতির ধাতব পিন্ডকে অপ্রসার্য সুতোর সাহায্যে ঝোলান থাকে। কোন উল্লম্ব তলে gauge plate ঠেকিয়ে রাখলে পিন্ডের সার্বধিক ব্যাস ও উল্লম্ব তলে যদি 1mm ব্যবধান থাকে তবে তলটি যথার্থ উল্লম্ব বলে ধর্তব্য।



Survey তে ওলন দড়ি যন্ত্রের Centering এর জন্য ব্যবহৃত হয় যাতে যন্ত্রের কেন্দ্র উল্লম্বভাবে Station Point এর উপরে থাকে।

2.3 Definitions of a) Base line b) Tie line (c) Offset d) Reconnaissance e) Well conditioned triangle.

a) Baseline : এই Survey line triangulation network এর মেরুদন্ড স্বরূপ কেন্দ্রীয় রেখা যার উপর network এর accuracy নির্ভর করে। সাধারণত দীর্ঘতম রেখা কেই base line হিসাবে ধরা হয়। বৃহত্তর ক্ষেত্রে একাধিক base line থাকতে পারে।

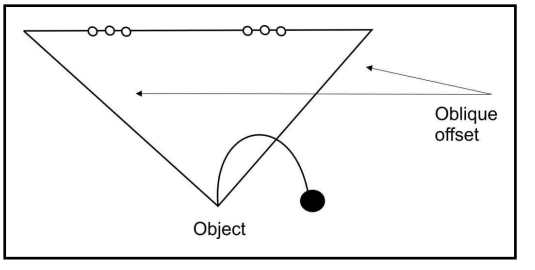


b) Tie Line : Surveying এ Main Survey Line যদি আভ্যন্তরিন বস্তু থেকে দূরে অবস্থান করে এবং সুবিধা জনক ভাবে offset দূরত্ব নেওয়া কঠিন হয় তখন মূল দুই Survey Line এর উপর এমন দুটি Station নির্বাচন করা হয়, যাদের সংযোজক সরলরেখা উক্ত বস্তুর এত কাছ থেকে যায় যে offset নেওয়া সুবিধাজনক হয়ে যায়। ঐ দুটি Station কে Tie Station এবং সংযোজক Survey Line কে Tie

line বলা হয়। অর্থাৎ আভ্যন্তরীন detailing এর সুবিধার্থে নেওয়া সহায়ক Line কে Tie Line বলে।

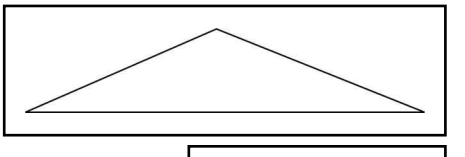
অনেক সময়ে Tie Line এর Plot করা দূরত্ব ও অনুরূপ প্রকৃত দূরত্ব পরীক্ষা করে দেখা হয়। যদি উভয়ের মান সমান হয় তবে তা উত্তম জরিপের পরিচায়ক। সেক্ষেত্রে Tie Line, Check Line এর ভূমিকা পালন করে।

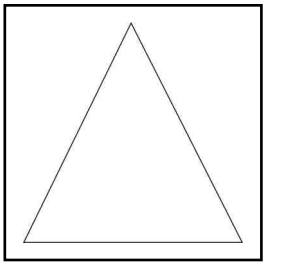
c) Offset : Offset হল পার্শ্বীয় মাপ, তির্যক ভবে দুটি Chainage থেকে বস্তু দূরত্ব পরিমাপ করে তাদের ছেদ বিন্দুর মাধ্যমে বস্তুর অবস্থান কে সূচীত করলে সেই Offset কে Oblique Offset বলে। যদি সমকৌনিক ভাবে লম্ব দূরত্বের মাধ্যমে Offset নেওয়া হয় তবে তাকে Perpendicular Offset বলে।



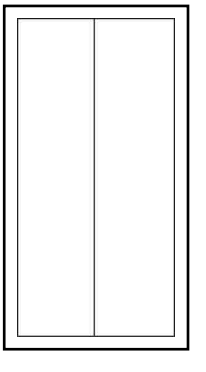
d) Reconnaissance : একে সংক্ষেপে Rece ও বলা হয়। যার অর্থ হল মূল কাজ শুরু করার আগে সরেজমিনে প্রাথমিক ভাবে সংশ্লিষ্ট এলাকার পর্যবেক্ষন ও পরিদর্শন, যার মাধ্যমে কাজ নির্বাহ করার সবচেয়ে সুবিধাজনক ও সাশ্রয় কর রূপ রেখা প্রস্তুত করা যায়।

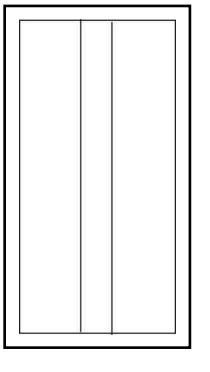
e) Well Conditioned Triangle : Triangulation Network এ ত্রিভূজের কোনের মাপ কে 30°-120° এর মধ্যে সীমিত রাখা হলে ত্রিভূজের শীর্ষ বিন্দু গুলি plotting এর সময় সুস্পষ্ট বা well defined হয় নচেৎ বাহু দ্বয়ের ছেদ বিন্দুর সঠিক অবস্থান নির্নয় করা দূরূহ হয়। এরকম ত্রিভূজকেই well conditioned triangel বলা হয়। এই দৃষ্টিকোন থেকে সমবাহু ত্রিভূজ best Conditon.



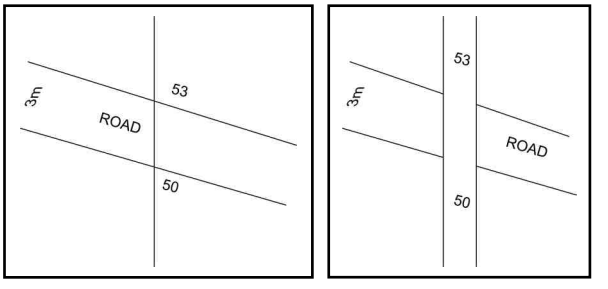


2.4 Up keeping of field book : যে ছোট খাতায় সমস্ত field data নথীভূক্ত করা হয় তাকে field book বলে। বাজারে Single line ও double line এই দূরকমের field book উপলব্ধ। কেন্দ্রীয় এই একটি বা দুটি রেখা (ছবি দ্রষ্টব্য) Chain Line এর সূচক যাতে Chainage লিখে পার্শ্বস্থ Offset নথীভূক্ত করা হয়।





Field book এ নথীকরনের নিয়ম ঃ-



1) খাতার নীচ থেকে ওপরে দিকে Chain Line বরাবর নথীভুক্তি করা হয়

2) খাতার কেন্দ্রীয় রেখা বা দুটি রেখার মাঝখানে Pencil দিয়ে Chaingeকে লেখা হয়।

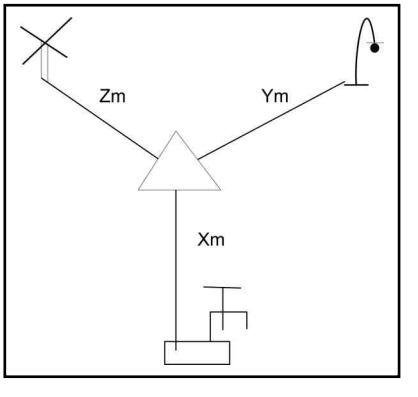
3) প্রকৃত অবস্থানের সদৃশ্যভাবে বাম/ডান দিকে Offset এর মাপ ও বস্তুর প্রতীক দিয়ে বস্তু কে সূচীত করা হয়।

4) পরপর দুটি Chainage নথী করণের মধ্যে অনুন্য 1.5 Cm ব্যবধান থাকা আবশ্যক।

5) Chain Line রাস্তার আড়া আড়ি তির্যক ভাবে গেলে কোন অসুবিধা হয় না। রাস্তার দুপাশের Chainage সহজেই লেখা যায়। কিন্তু Double Line field book এ অনূরূপ নথীকরণ কিভাবে করতে হবে তা পাশের ছবিতে দেখান হয়েছে।

6) Main Stationকে Δ এবং এদের মধ্যেই Chainageকে ⬭ (ডিম্বাকার) প্রতীক দ্বারা চিহ্নিত করা হয় এবং এদের মধ্যেই Chainage কে লিপিবদ্ধ করা হয়।

(7) Tie Staion নিকটতম main station এর কাছা কাছি হওয়াই সুবিধাজনক।



8) প্রত্যেক Chain Line এর জন্য একটি করে নির্দিষ্ট পৃষ্ঠা থাকবে এবং নথীকরণ সম্মুখবর্তী দিকে অগ্রসর হতে থাকবে

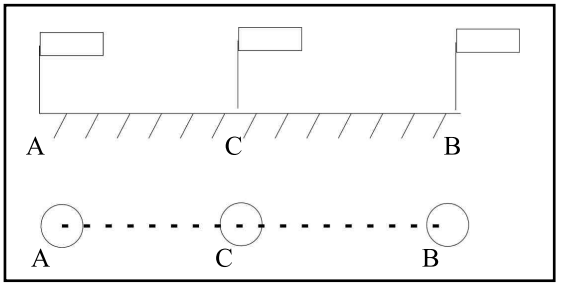
9) শুরুর দিকে প্রত্যেক Stationএর তিনটি স্থায়ী ও সুস্পষ্ট বস্তুর সাপেক্ষ্যে অবস্থান প্রদর্শনকারী দূরত্ব প্রদর্শক থাকতে reference Sketch থাকতে হবে।

10) একদম শুরুতেই সংশ্লিষ্ট জরিপ কাজের বা Survey area র একটি স্থূল সূচক মানচিত্র বা Index map এঁকে নিতে হবে যাতে প্রত্যেক রেখার প্রাসঙ্গিকতা অনুভর করা যায়।

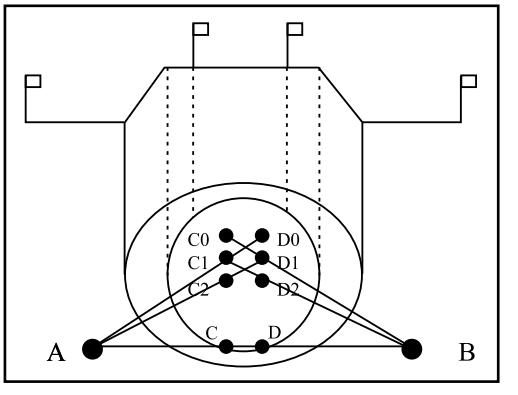
11) নথীকরণ সুস্পষ্টভাবে Pencil ও Eraser এর মাধ্যমেই সম্পন্ন করতে হবে।

2.5 Over Coming Obstacle, Ranging a Line

Rangining : প্রান্তিক দুই বিন্দুর সাপেক্ষে মধ্যবর্তী কোন বিন্দুর একরেখীকরনের প্রক্রিয়াকেই ranging বলে। এদের নিম্নলিখিত প্রকার ভেদ আছে।

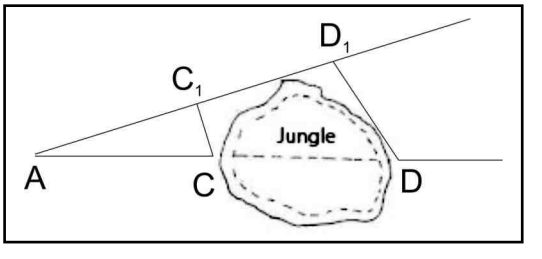


Direct ranging : এক্ষেত্রে ছবির মত A ও B প্রান্তিক দুই বিন্দুর সাপেক্ষে অন্তবর্তী C বিন্দুকে এক সরলরেখায় উপস্থাপন করা যায়। এক্ষেত্রে follower (যিনি নির্দেশ দেন) Leader (যিনি এর follower এর নির্দেশ অনুসারে অগ্রসর হন) কে হাতের সংকেত অনুযায়ী নির্দিষ্ট chainage বা দূরত্বে এমনভাবে C তে বসানোর নির্দেশ দেন যাতে C অবস্থানের ranging rod B অবস্থানের Ranging Rod কে Follower এর দৃষ্টির আড়াল করে দেয়। ছবির মত A থেকে C র দ্বারা B দৃষ্টির অন্তরালে গেলেই বুঝতে হবে C, A ও B এর সাথে ranged বা একরেখা হয়ে গেছে।



Reciprocal Ranging : Ranging র পথে ছোট টিলা বা খাদ থাকলে এই পদ্ধতিতে ranging এর বাধা অপসারণ করা যায়, যদি বাধা সুগম হয় এবং বাধা থেকে প্রান্তিক Station এর ranging rod দৃষ্টি গ্রাহ্য হয় এজন্য ছবি দ্রষ্টব্য। A ও B হল প্রান্তিক Station এর C_0 ও D_0 হল বাধার উপরে দুই Chain Man এর প্রাথমিক অবস্থান, A ও B উভয়েরই দৃষ্টিগ্রাহ্য। প্রাথমিকভাবে D_0 র Chaiman C_0 র Chain Man কে অগ্রসর হতে নির্দেশ দেন যাতে D_0 C_1A একরেখা হয়। অনুরূপে C_1, D_0 কে D_1 আসতে বলেন যাতে C_1,D_1B একরেখা হয়। এই প্রক্রিয়া ততক্ষণ পর্যন্ত চলতে থাকে যতক্ষণ পর্যন্ত না যুগপৎ DCA ও CDB range হচ্ছে. যখন এটি হবে তখনই বুঝতে হবে যে AB র সাথে CD range হয়ে গেছে অর্থাৎ ACDB একটি সরল রেখায় অবস্থান করছে।

Obstacle হল chain Line র পথে বাধা, এর নিম্নলিখিত প্রকারভেদ আছে।



1) Chaining অবাধ, দৃষ্টি অবরুদ্ধ (যেমন জঙ্গল)

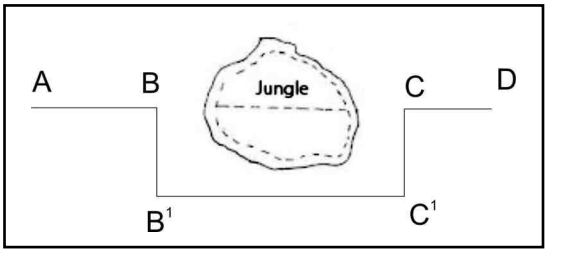
এক্ষেত্রে বাধার পাশ দিয়ে random line থেকে ছবির মত C_1C লম্ব দূরত্ব নির্ণয় করার পর বাধা

অতিক্রম করা পর যে লম্ব দূরত্ব D_1D Chain Line কে স্পর্শ করবে তা $\frac{AD_1 \times CC_1}{AC_1}$ দ্বারা নির্ণয় করা যাবে

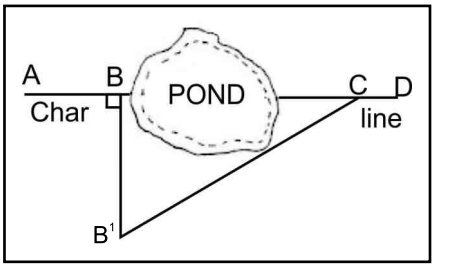
এখন অবরুদ্ধ দূরত্ব $CD=AD-AC=\frac{DD_1}{CC_1}\times AC-AC$ (সংশ্লিষ্ট ছবি দ্রষ্টব্য)

2) Chaining অবরুদ্ধ কিন্তু দৃষ্টি মুক্ত ঃ- এর দুরকম প্রকার ভেদ আছে a) অতিক্রম বাধা (যেমন পুকুর) এবং b) অনতিক্রম বাধা (যেমন নদী)

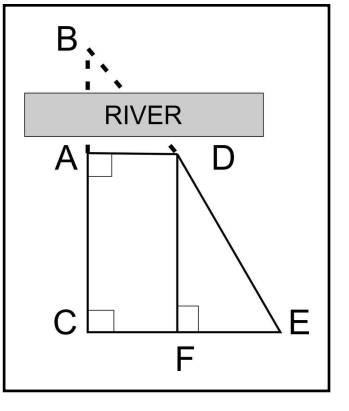
a) i) ছবি থেকে বোঝা যাচ্ছে B ও C থেকে তোলা দৈর্ঘ্যের লম্ব BB^1 ও CC^1 এর B^1C^1 সংযোজক সরললেখাই অবরুদ্ধ দূরত্ব BC র বিকল্প।



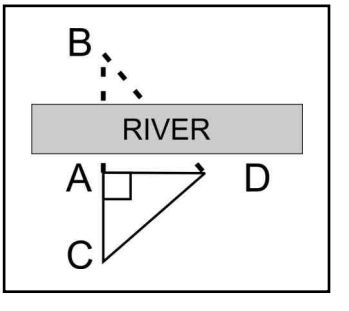
ii) BB^1 লম্ব তোলার পর range করা বিপরীত প্রান্তের C বিন্দুর সাথে B^1C যুক্ত করলে অবরুদ্ধ দূরত্ব $BC=\sqrt{(B^1C)^2-(B^1B)^2}$



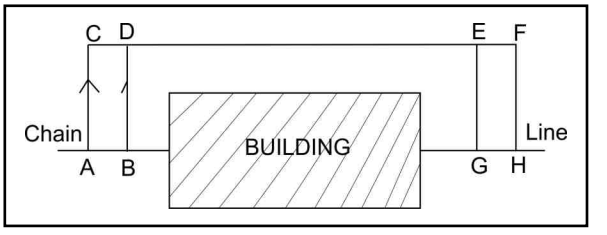
b) i) CAB chain Line এর এপারে বিন্দু A ও C থেকে AD ও CE লম্ব এমন ভাবে টানা হয় যাতে BDE এক রেখার থাকে এমতাবস্থায় D থেকে CE র উপর DF লম্ব টানা হলে BAD ও DFE সদৃশ কোনী ত্রিভূজ হবে। (সংশ্লিষ্ট ছবি দ্রষ্টব্য) ফলে, অজ্ঞাত দূরত্ব হবে $BA=\frac{AD \times DF}{FE}$



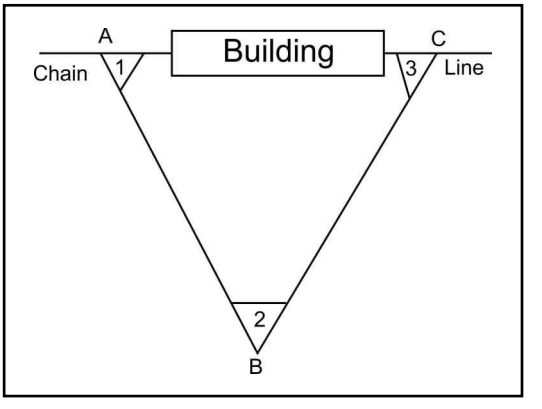
ii) CAB Chain Line এর এ পারের বিন্দু থেকে AD লম্ব টানা হয়। CD ও BD যুক্ত করলে BAD ও DAC সদৃশকোনী ত্রিভুজ হবে। অজ্ঞাত AB দূরত্ব হবে (সংশ্লিষ্ট ছবি দ্রষ্টব্য) $AB=\frac{AD^2}{AC}$



3) Chaining ও দৃষ্টি উভয়ই অবরুদ্ধ (যেমন building)



i) অবরোধের এক পাশের দুই বিন্দু থেকে সমদৈর্ঘ্যের AC ও BD লম্ব টানার পর CD কে প্রসারিত করে অবরোধ কে অতিক্রম করার পর প্রসারিত CD র উপর F ও E বিন্দু থেকে ঐ একই দৈর্ঘ্যের লম্ব EG ও FH টানলে GH ও তার বর্দ্ধিতাংশ AB line কে সূচীত করবে। সুতরাং অনতিক্রম্য দূরত্ব BG র তুল্যাঙ্ক দূরত্ব হবে DF।



ii) অবরোধের একপাশের A বিন্দুতে একটি সমবাহু ত্রিভূজ স্থাপন করে A বিন্দু থেকে Chain line ব্যতিরেকে $\Delta 1$ এর অপর বাহুকে এমন দূরত্বে প্রসারিত করা হয় যাতে অবরোধ অতিক্রান্ত হয়ে B বিন্দুতে পৌছান যায়। B বিন্দুতে $\Delta 2$ কে সর্বসম $\Delta 1$ রূপে উপস্থাপন করার পর B বিন্দু থেকে Chain line ব্যাতিরেকে এর অপর বাহুকে AB র সমান করে প্রসারিত করা হয় এবং BC হল সেই বাহু যার C তে $\Delta 3$ কে সর্বসম $\Delta 1 = \Delta 2$ রূপে উপস্থাপন করার পর ABC একটি সমবাহু ত্রিভূজ হবে এবং ত্রিভূজের AC বরাবর বাহু Chain line কে সূচীত করবে। যেহেতু ABC সমবাহু কাজেই অবরুদ্ধ দূরত্ব AC=AB=BC হবে

2.6 Error in Chain surveying (no deduction, simple nummerical problems)
Error in chain surveying – is inevitable and they are rectified by the following formulae

1. Formulae for length correction :

$$Correct\ Length\ (L) = \frac{Measured\ length\ (L') \times wrong\ chain\ length\ (l')}{Correct\ Chain\ length\ (l)}$$

2. Formulae for pull correction :

$$C_p\ (Compensating) = \pm \frac{(P_a - P_s)L}{AE}\ where$$

P_a = applied pull, P_s = Standard pull L = Length

A = cross section area of chain

E = Young's modulus of chain material

3. Formulae for temperature correction :

C_t *(Compensating)* = a (T_a – T_s) L where Ta = temperature during application

Ts = temperature during standardisation, L = length of chain

a = Linear coefficient of thermal expansion for the chain material

4. Sag correction : C_{sg} *(Cumulative)* $= -\dfrac{W^2L^3}{n^2\ 24P_a^{\ 2}}$

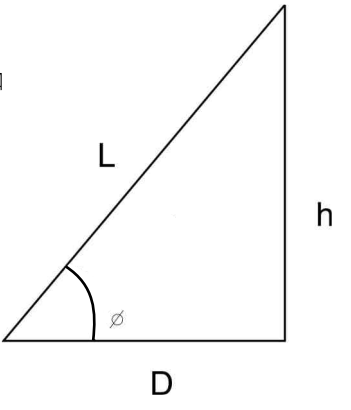
where w = weight of chain per unit length,

L = Length n = no. of span and Pa = applied pu

5. Slope correction :

$$Csl\ (Cumulative) = -(L-D) = (L-\sqrt{L^2-h^2})$$

$$or\ -\frac{h^2}{2L}\ (approximate)$$



Simple numerical problems :

1. A metallic tape originally was 20m. It is now found to be 20.2m long. A house of dimensions 30m x 20m is to be laid out. What measurement must be made using this tape? What should be the diagonal read ?

As per problem, L = *20 m (Standard length of chain)*

L′ = *20.2m (Standard length + error)*

l = *30m.* *b* = *20m.*

l′ = *length to be measured by tape*

b′ = *Length to measured by tape*

$$l' = \frac{L}{L'} \times l = \frac{20}{20.2} \times 30 = 29.703m \qquad b' = \frac{L}{L'} \times b = \frac{20}{20.2} \times 20 = 19.802m$$

$$\therefore\ diagonal\ length = \sqrt{29.703^2 + 19.802^2} = 35.7\,m$$

2. At the end of a survey work a 30m chain was found to be 6cm longer. The area of the plan drawn with the measurements taken with this chain is 122 cm^2 and the scale adopted was 1:200, what is the true area of the field, if the chain was exactly 30m at the starting?

$$\therefore S.F. = \frac{1}{200} \quad \therefore 1cm = 200cm = 2m \Rightarrow 1cm^2 = 4m^2$$

$$\therefore 122cm^2 = 122 \times 4 = 488\, sq.m. \quad Av.error = \frac{0+6}{2} = 3cm = 0.03\, m$$

$$\therefore l = 30m \ \& \ l' = 30.03\, m$$

$$L^2 = \frac{(L')^2 \times (l')^2}{(l)^2} = \frac{488 \times 30.03^2}{30^2} = 488.976\, m^2 = 488.98^2$$

3. A steel tape was exactly 30m at 18°C when supported through out its length under a pull of 8 kg. A line was measured under 12 kg. pull by the tape and found to be 1602 m. The mean temperature during the measurement was 26°. Assuming the tape to be supported at every 30m, calculate true length of the line, given the cross sectional area of the tape is 0.04cm^2 wt. of 1 cm^3 of tape is 0.0077kg., α = 0.000012/ °c and E = 2x10^6 kg/cm^2

$$Cp = \frac{(Pa - Ps)L}{AE} = \frac{(12-8)30}{0.04 \times 2 \times 10^6} = +1.5 \times 10^{-3}\, m/30m$$

$$Ct = \alpha\,(Ta - Ts)L = 0.000012(26^\circ - 18^\circ) \times 30 = +2.88 \times 10^{-3}\ m/30m$$

$$Csg = \frac{-w^2 l^3}{n^2\, 24 Pa^2} \qquad w = 0.04 \times 100 \times 0.0077 = 0.0308\, kg/m$$

$$= \frac{-(0.0308)^2 \times 30^3}{1^2 \times 24 \times 12^2} = -7.41125 \times 10^{-3}\, m/30m$$

$$\therefore Gross\ correction\ per\ chain\ length = (1.5 + 2.88 - 7.41) \times 10^{-3}\, m/30m$$

$$= -3.03 \times 10^{-3}$$

$$L = 30 - 3.03 \times 10^{-3} m = 29.997m$$

$$\therefore L = \frac{1602 \times 29.997}{30} = 1601.84\,m$$

4. The down hill end of a 50m tape is held 1.3m too low. What is the horizontal length?

$$Csl = \frac{-h^2}{2L} = -\frac{1.3^2}{2 \times 50} = -0.0169\,m$$

$\therefore$ Horizontal length = 50 – 0.0169 = 49.983 m

2.7. Methods used (only brief idea for practical work)

Briefly the chain survey is conducted in following serial steps

(1) Reconnaissance/Recee (2) Chaining and taking offsets and (3) Plotting.

(1) & (2) are field work and (3) is called office work.

(A) **মাঠের কাজ বা Field work :**

i) Reconnaissance : এটি হল সংশ্লিষ্ট ক্ষেত্রের survey বা জরিপ নির্বাহ করার প্রাথমিক নিরীক্ষন যাতে সুষ্ঠ ও সাশ্রয় কর ভাবে নির্দ্দিষ্ট লক্ষ্যে কাজ করা যায়। প্রয়োজনে এর জন্য কিছু minor survey-র যন্ত্রাপাতি ব্যবহার করা যেতে পারে, এর মাধ্যমে কোথায় station গুলি নির্বাচন করা সুবিধানজনক হবে এবং তারা পরস্পর দৃষ্টি গ্রাহ্য হবে, কি ভাবে triangulation net owrk তৈরী করা সুবিধা জনক হবে তা বোঝা যায়। কাজের অভিমুখ পূর্ণ থেকে অংশে হওয়া জরুরী কারন তাতে ত্রুটির পরিমান সীমিত হবে।

ii) Chaining & Offseting : a) প্রথমে base line কে যতদূর সম্ভব নিখুঁত ভবে জমিতে উপস্থাপন করতে হবে b) এর পরে সন্নিহিত survey line গুলির lay out করতে হবে c) কাজের নির্বাহের জন্য follower (অনুসরন কারী যিনি নির্দেশ দেবেন) এবং leader (chain ধারনকারী অগ্রবর্ত্তী chain men যিনি chain-র সম্মুখ প্রান্ত ও দশটি arrow নিয়ে অগ্রসর হবেন।) এই দুজন chain men লাগবে। এরা দুজন chaining ও offseting এর কাজ করবেন Follower field book এ সংগৃহীত যাবতীয় প্রাসঙ্গিক তথ্য সুষ্ঠভাবে নথী ভূক্ত করবেন।

যখন follower দেখেন যে Leader প্রায় এক Chain দৈর্ঘ্যের কাছাকাছি পৌঁছে গেছেন তখন তিন Leader কে হতের সংকেতের মাধ্যমে প্রান্তিক Station এর সাথে ranging এর নির্দেশ দেন। ঐ অবস্থানে একটি 'X' চিহ্ন পা দিয়ে জমিতে চিহ্নিত করা হয় এবং ঐ Chain কে Leader ওর উপর দিয়ে টেনে Chainএর মাথায় arrow বসান। ক্রমপর্যায়ে দশবারএইরকম ভাবে Chaining

এর পর leader এর দশটি arrow শেষ হয়ে যায় এবং follower সেগুলি তুলতে তুলতে যান। Follower এই ভাবে দশটি arrow এনে তিনি leader এর হাতে Arrow গুলি প্রত্যার্পন করেন এবং এই ভাবে Chaining এর কাজ চলতে থাকে।

(B) Office work : i) Plotting : এর পর দপ্তরে নির্দিষ্ট Scale অনুসারে field book এর তথ্যানুসারে মানচিত্র আঁকা হয়। যদি plotting এর ত্রুটি সীমার বাইরে হয় তবে পুনরায় ত্রুটিপূর্ণ অংশের পুনরায় জরিপ করে সংশোধন করতে হয়।

2.8 Cadestral Survey with mouza map along with diagoal Scale, tape and other accessories.

এটি জমি জরিপ কার্য্যের সেই শাখা যা জমি সংক্রান্ত স্থানীয় আইনানুসারে মালিকানা অনুযায়ী জমির সীমা নির্দ্ধারন করে। এবং মালিকানা বিভাজন হলে তদনুযায়ী নতুন সীমানা নির্দ্ধারন করে। এর ফলে মালিকানা হস্তান্তরের বিশেষ সুবিধা হয় এবং মালিকানা অনুসারে জমির সঠিক পরিসীমা চিহ্নিত হয়।

ভারতীয় উপমাহাদেশে mouza হল খাজনা আদায়ের সুবিধার্তে জমির বিভাজন এবং তদনুযাদী প্রস্তুত মানচিত্রকে mouza map বলে। সুতরাং mouza map প্রস্তুতির জন্যও Cadestral Survey র প্রয়োজন।

প্রত্যেক Cadastral map এ আবশ্যিকভাবে যে Scale এ poltting করা হয়েছে তার একটি diagonal scale আঁকতে হবে কারন এর ফলে মানচিত্রের ও Scale এর সংকোচন মানান সই হবে এবং ঐ scale এর থেকে মাপ নিলে ত্রুটির মাত্রা সীমায়িত হবে। Mouza map থেকে সরাসরি Scale অনুযায়ী জমির ক্ষেত্রফল নির্দ্ধারিন করা যায়।

সুতরাং সংক্ষেপে বলা যায় যে Cadestral Survey জমির সীমানা নির্দ্ধারণ সংক্রান্ত জরিপ।

Unit – 3

Compass Survey

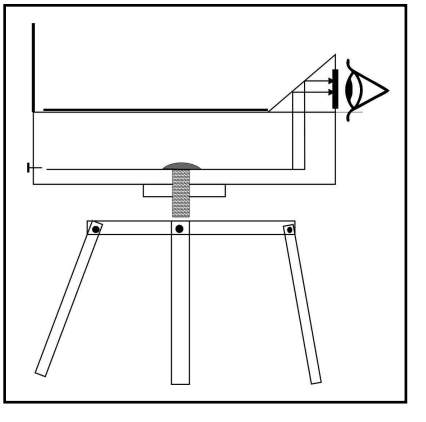
3.1 **Introduction :** Compass হল সেই যন্ত্র যার মাধ্যমে কোন রেখার কৌনিক পরিমাপ করে তার দিক বা অভিমুখ নির্দ্ধারিন করা যায়। যদি ধারাবাহিকভাবে Survey line গুলি শ্রেণী সমাবায়ে যুক্ত হয় (উন্মুক্ত বা বদ্ধভাবে) তবে তাদের উপস্থাপনের জন্য রৈখিক দৈর্ঘ্য ছাড়া ও কৌনিক পরিমাপের প্রয়োজন হয়। রৈখিক দৈর্ঘ্য পরিমাপের জন্য Chaning এবং কৌনিক পরিমাপের জন্য কোন সূচক রেখা বা meridian এর সাপেক্ষে তার কৌনিক পরিমাপ বা bearing পরিমাপ করা হয়। এরজন্যই Compass এর প্রয়োজন। এ ধরনের Survey Line এর সমন্ময় কে traverse বলে যা খোলামুখ (open) বা বদ্ধ (Closed) অর্থাৎ প্রাথমিক ও অন্তিম বিন্দুর সমাপতন হয়েছে এমন) হতে পারে। যুপপৎ রৈখিক ও কৌনিক পরিমাপের দ্বারা জরিপের এই পদ্ধতিকে traversing বলে। সুতরাং Compass Survery র মূলনীতি হিসাবে traversing কে ধরা যেতে পারে।

উপরোক্ত merdian তিন প্রকারের হতে পারে i) ঐচ্ছিক ii) ভৌগলিক এবং iii) অপ্রকৃত চৌম্বকীয় (অপ্রকৃত - সংশোধন সাপেক্ষ)। কোনও চুম্বক শলাকাকে পৃথিবীর কোন স্থানে মুক্ত অবস্থায় ঝুলিয়ে রাখলে শলাকার উত্তর ও দক্ষিণ মেরু যে দিক্ নির্দেশ করে তাকে Magnetic Meridian বলে। পৃথিবীর উত্তর ও দক্ষিণ মেরুর সংযোগকারী রেখাকে True meridian বলে।

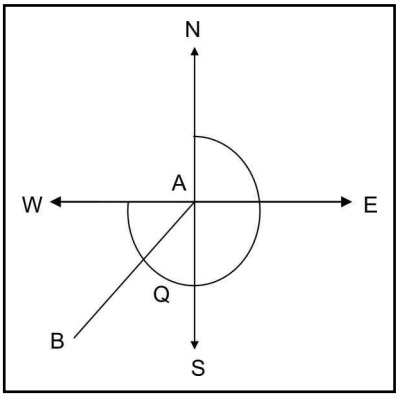
10. **Bearing :** কোন Line এর bearing হল কোন meridian এর সাপেক্ষে কোন Survey line দ্বারা কৃত অনুভূমিক কোন। এরা দুরকমের হতে পারে

i) **W.C.B. (Whole Circle Bearing) :** Meridian এর North প্রান্ত থেকে ঘড়ির কাঁটার দিকে কোন Line যে অনুভূমিক কোন করে তাকে W.C.B বলে। যার মান 0°-360° হতে পারে। W.C.B. মাপার জন্য prismatic compass ব্যবহার করতে হয়।

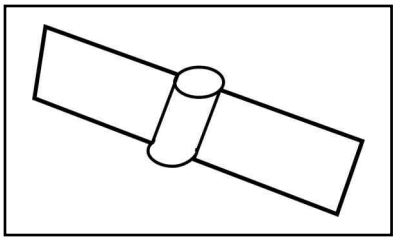
ii) **QB/RB (Quardantal Bearing/Reduced Bearing) :** Meridian এর উত্তর বা দক্ষিণ যেটি নিকটতর সেখান থেকে কোন রেখা যে পাদের বা Quardant এর মধ্যে আস্থিত তাকে কোনে প্রকাশ করলে RB/QB পাওয়া যায়। এর সংখ্য মান 0°-90° এবং Quardant হল NE (0°-90°) NW (90°-180°) SW(180°-270°) এবং SW (270°-360°)। QB/RB মাপার জন্য Surveyors compass ব্যবহার করা হয়।



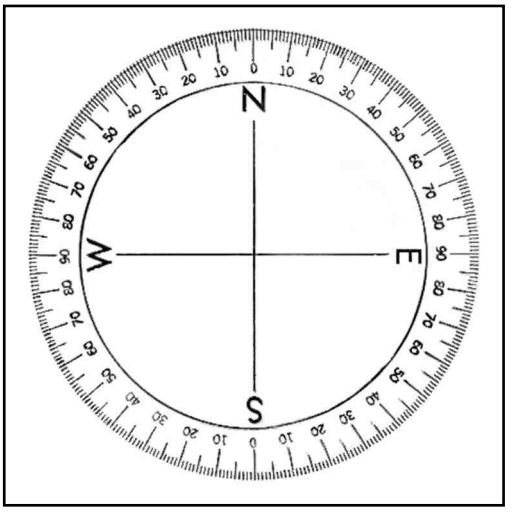
3.2 **Brief Description of Prismatic Compass :** এটি একটি ছোট যন্ত্র যাকে কোন প্রয়োজনীয় বিন্দুতে তে পায়ার উপর Set করা হয় যাতে একটি বৃত্তাকার/চোঙাকার অচৌম্বক আধারে কেন্দ্রীয় কীলকে চুম্বক শলাকাসহ বৃত্তাকার Ring [অংশাকিত (0^{o}-360^{o}), $30^{/}$ লঘিষ্ঠ তমাংক] বাধাহীন ভাবে লাগান থাকে।



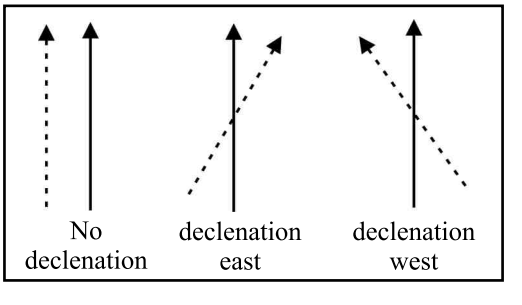
একটি সমদ্বিবাহু ত্রিভুজাকৃতি প্রিজম ও বিভাজক, ব্যাসের দুপ্রান্তে এমনভাবে লাগান থাকে যে প্রিজমে অংশাঙ্কন ও বস্তুর বিভাজন যুগপৎ দৃষ্ট হয়। Brake pin দিয়ে চুম্বক শালাকাকে স্থির রেখার ব্যবস্থা আছে। Prismatic compas দিয়ে W.C.B. পরিমাপ করা যায়। Reading বা পাঠ নেওয়া সুবিধার্থে 0^{o} অংশাঙ্কন উত্তরের বদলে দক্ষিনে করা থাকে।



Surveyor Compass : Surveyor compass এ চুম্বক শলাকা ছবির মত হয় এবং তা আংশাঙ্কিত ring এর সাথে একই ভাবে যুক্ত থাকে না। এখানে R.B. নেওয়ার সুবিধার জন্য E ও W স্থান পরিবর্তন করে যাতে 0^{o} থেকে 90^{o}-র মধ্যে Quardantel পাঠ নেওয়া সম্ভব হয়, গঠনগত ভাবে অনেকটা PRISMATIC COMPASS সদৃশ তবে PRISM থাকে না এবং দুদিকেই ব্যাস বরাবর VIEW SLIT ও OBJECT VANE থাকে।

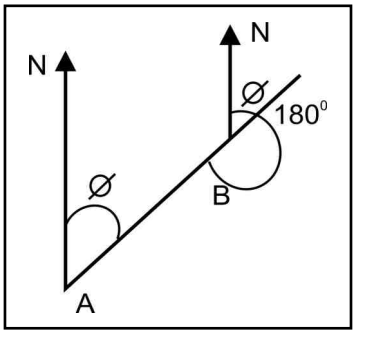


Magnetic এবং True meridian এর সাপেক্ষে কোনো লাইনের Bearing কে যথাক্রমে Magnetic এবং True Bearing বলে। Bearing, true meridian র সাপেক্ষে এবং magnetic meridian এর সাপেক্ষে একই হওয়া উচিত যদি না তাতে স্থানীয় চৌম্বক প্রভাব থাকে। যদি একই না হয় সেক্ষেত্রে উভয় reading এর পার্থক্যকে declination বলে। যা পূর্ব বা পশ্চিম অভিমুখী হয়।



আবার চুম্বক শলাকার উল্লম্ব কৌনিক চ্যুতিকে dip বলে যা মেরু প্রদেশে সর্বাধিক (90^{o}) এবং বিষুব রেখায় শূন্য হয়।

Local Attraction : কোন রেখার সামনে থেকে নেওয়া bearing কে fore bearing এবং পিছন থেকে নেওয়া bearing কে (ছবি দ্রষ্টব্য) কে back bearing বলে। চুম্বক শলাকার বিক্ষেপ না ঘটলে fore ও back bearing এ ঠিক 180^{o} রপার্থক্য থাকবে কিন্তু স্থানীয় চৌম্বক প্রভাব থাকলে তা নিখুঁতভাবে 180^{o} হবে না। declination এর দ্বারা প্রভাবিত হবে। এই চ্যুতিকেই local attraction বলে।



3.3 Measurement of Interior angle of Line Station.

(A) From W.C.B.

a) When bearings of the two lines ae measured from their point of intersection are given.

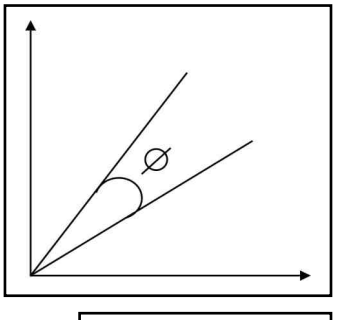
i) greater bearing – smaller bearing $<180^{o}$ Interior Angle
$>180^{o}$ Exterior Angle

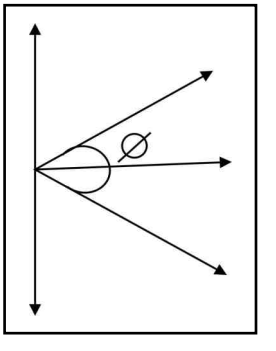
b) When bearings of two lines are not measured from their point of intersection.

The above rule has to be implemented after expreessing both the bearings from their point of conveyance.

(B) From Q.B.

a) Same side of the meridian and same quadrant
Included angle = Larger – smaller.

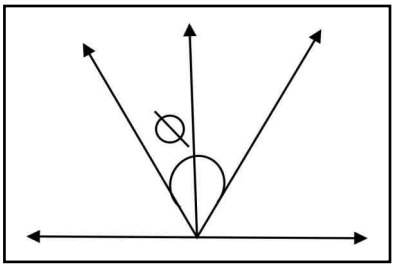




b) Same side of meridian and different quadrant

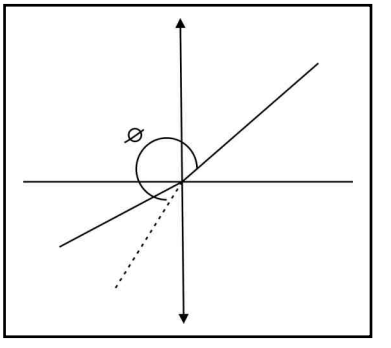
$\Phi = 180^{o} - \Sigma$ Q.B.

c) Opp. Sides of meridian and adjacent qdt.
$\Phi = \Sigma$ Q.B.



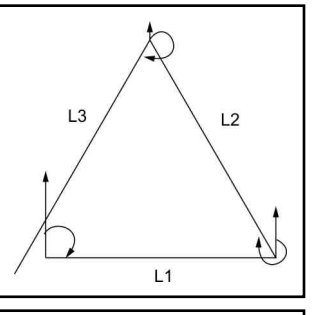
d) Opp. sides of meridian but not in the adjacent quadrant

$\Phi = 180^{\circ}$ – difference of two Q.B.



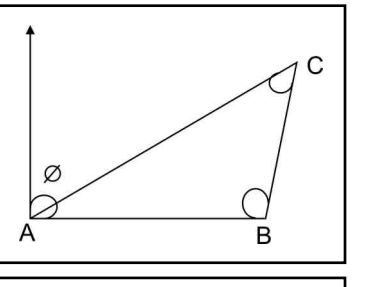
3.4. Method of plotting compass survey traverse, Adjustment of closing error, recording of field book.

1. প্রত্যেক travers station থেকে সমান্তরাল meridian এর সাহায্যে ঃ

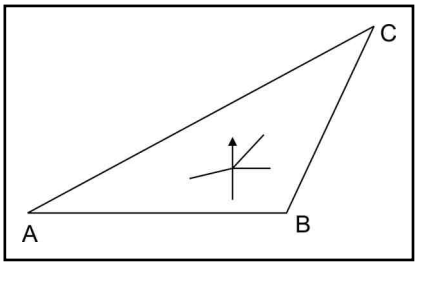


অর্থাৎ প্রত্যেক travers station থেকে সমান্তরাল meridian টেনে চাঁদার দ্বারা তাদের কোন অর্থাৎ bearing অনুযায়ী বাহু বাহুগুলিকে দৈর্ঘ্য অনুযায়ী ক্রমানুসারে উপস্থাপন করা হয় কিন্তু এর মুখ্য অসুবিধা হল station থেকে station এ ত্রুটির ক্রমপুঞ্জীভবন।

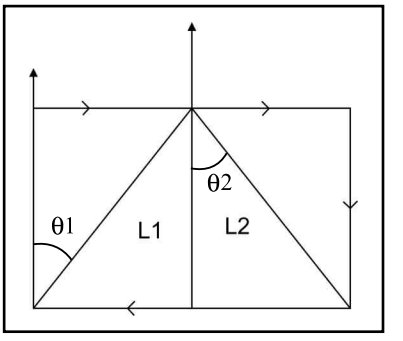
2. অন্তঃ কোনের সাহায্যে ঃ- প্রাথমিক ভাবে সূচনা বিন্দুতে meridian উপস্থাপনের পর ধারাবাহিকভাবে রেখা গুলিকে অন্তঃ/বহিঃ কোনের মাধ্যমে উপস্থাপন করে plotting সম্পাদন করা যায়।



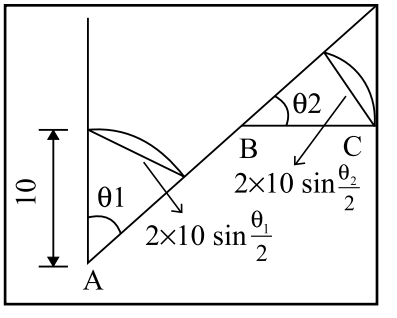
3. কেন্দ্রীয় meridian এর মাধ্যমে ঃ কেন্দ্রস্থলে meridian এঁকে তার সাপেক্ষে বাহুগুলির bearing অনুযায়ী রেখাংশ আঁকা হয়। এতঃপর উপযুক্ত প্রারম্ভিক বিন্দু থেকে এদের সমান্তরালে মাপা মত বাহুদৈর্ঘ্য এঁকে traverse সম্পূর্ণ করা হয়, কিন্তু এভাবে সমান্তরাল ত্রুটির কারনে closing error এর মাত্রা বাড়ার সম্ভাবনা থাকে।



4. আয়তাকার স্থানাঙ্কের মাধ্যমে ঃ কোন সরললেখার N-S Line র অভিক্ষেপ ($l\cos\theta$, θ as quardental bearing, l দৈর্ঘ্য) কে latitude এবং EW line এর অভিক্ষেপকে deperture বলে। সুতরাং traverse এর প্রত্যেক বাহুর প্রান্তবিন্দুর নিজস্ব lalitide, deperture কে স্থানাঙ্ক রূপে উপস্থাপন করে ও traverse plotting করা যায়।



5. জ্যা এর দ্বারা উপস্থাপনা ঃ সূচনা meridian স্থাপনের পর deflection angle (θ) এর মান জানা থাকলে (ছবি দ্রষ্টব্য) সংশ্লিষ্ট জ্যা দৈর্ঘ্যের $\left(2\sin\frac{\theta}{2}\right)$ মাধ্যমে line এর বিক্ষেপ নির্দ্ধারন করা যায়। অন্তঃপর প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য কেটে পরবর্তী বাহুর জ্যা বিক্ষেপ এর মাধ্যমে traverse plot করা হয়।

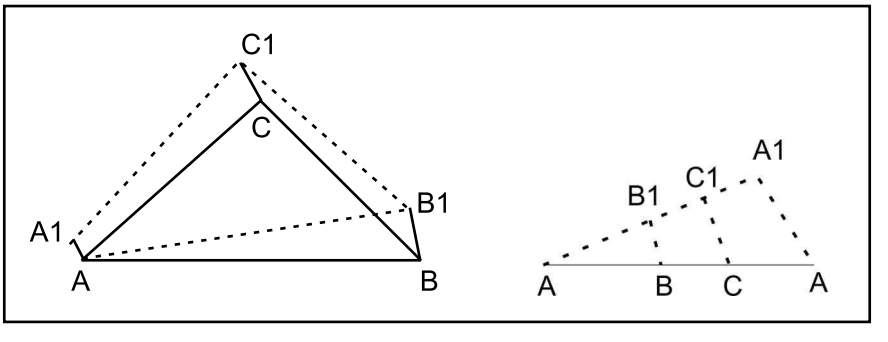


Adjustment of Closing error

Closing error হল traverse বদ্ধ হলে তার প্রাথমিক ও অন্তিম বিন্দুর ব্যবধান, যা সমপাতিত হওয়া উচিত ছিল, এর adjustment নিম্নলিখিত ভাবে করনীয় (ছবি দ্রষ্টব্য)

$AB_1C_1A_1$ হল প্রাথমিক ভাবে plotted traverse কাজেই এর closing error হল AA_1

প্রথমে যে কোন Scale এ সরলরেখার traverse পরিসীমা ABCA এঁকে Closing error AA_1 কে Ploting Scale এ সমান্তরাল ভাবে এঁকে নিতে হবে।



এর পরে সূচনার A থেকে A_1 কে সরল রেখায় যুক্ত করে B ও C বিন্দু থেকে AA_1 সমান্তরালে সরললেখা BB_1 ও CC_1 আঁকলে এরা যথাক্রমে B_1 ও C_1 বিন্দুর Closing Error হবে।

অতঃপর Plotted traverse $AB_1C_1A_1$ এর B_1 ও C_1 থেকে তাদের নিজস্ব Closing error এর সমান্তরালে সরলরেখা টেনে B ও C এর নতুন অবস্থান পাওয়া যায় এবারে ABCA হবে adjusted traverse.

Recordig of field book : প্রত্যেক traverse side এর detailing বা সন্নিহিত খুঁটিনাটি ঠিক chain survey র মত করে field book এ নথীভূক্ত করতে হবে।

3.5 Simple numerical problems

1. Convert following W.C.B. to R.B.

   i) $80^\circ 30' \rightarrow N\,80^\circ 30' E$

   ii) $125^\circ 45' 30'' \rightarrow S\{180^\circ (125^\circ - 45' 30'')\}\, E = S54^\circ 14' 30'' E$

   iii) $190^\circ 40' 20'' \rightarrow S\{190^\circ 40' 20'' - 180^\circ)\}\, W = S10^\circ 40' 20'' W$

   iv) $285^\circ 30' \rightarrow N\{360^\circ - (285^\circ - 30')\}\, W = N74^\circ 30' W$

2. Concept following R.B. to W.C.B.

   i) $N\,45^\circ 20' 40'' E \rightarrow 45^\circ 20' 40''$

   ii) $S15^\circ 20' E \rightarrow 180^\circ - (15^\circ 20') = 164^\circ 40'$

   iii) $S10^\circ 40' 30'' W \rightarrow 180^\circ + (10^\circ 40' 30'') = 190^\circ 40' 30''$

   ii) $N20^\circ 20' 20'' W \rightarrow 360^\circ - (20^\circ 20' 20'') = 339^\circ 39' 40''$

3. Convert following fore bearing to back bearing –

   i) $168^\circ 20' \rightarrow 180^\circ + 168^\circ 20' = 348^\circ 20'$

   ii) $279^\circ 30' 30'' \rightarrow (279^\circ 30' 30'') - 180^\circ = 99^\circ 30' 30''$

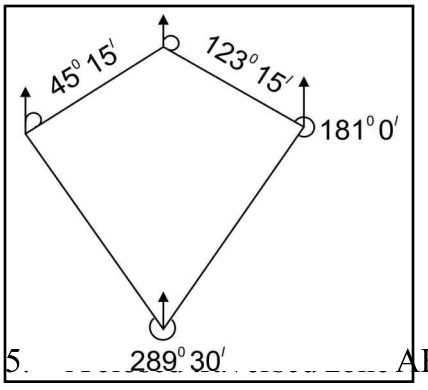
   iii) $S\,45^\circ 20W \rightarrow N\,45^\circ 20' E$

   ii) $S\,15^\circ 15' E - N\,15^\circ 15' W$

4. The following bearings were observed in running a compass traverse

	Line	**F.B.**	**B.B.**
Calculate the	AB	$45^\circ 15'$	$225^\circ 15'$
Interior angles	BC	$123^\circ 15'$	$303^\circ 15'$
of the traverse	CD	$181^\circ 0'$	$1^\circ 0'$
	DA	$289^\circ 30'$	$109^\circ 30'$

$$\angle B = 180^\circ + 45\ 15' - 123^\circ 15' = 102^\circ 0' 0''$$



$\angle C = 123^\circ 15' + 180^\circ - 181^\circ 0' = 122^\circ 15'$

$\angle D = 360^\circ - 289^\circ 30' + 181^\circ - 180^\circ = 71^\circ 30'$

$\angle A = 289^\circ 30' - 180^\circ - 45^\circ 15' = 64^\circ 15'$

Adding $= 360^\circ$ (O.K.)

5. ABCD has following data check if there be any L–A and if so, rectify.

Line	F.B.	B.B.
AB	$74^\circ 20'$	$256^\circ 0'$
BC	$107^\circ 20'$	$286^\circ 20'$
CD	$224^\circ 50'$	$44^\circ 50'$
DA	$306^\circ 40'$	$126^\circ 0'$

Solution :

On observation we find CD is free from L.A. because $(224^\circ 50') - (44^\circ 50') = 180^\circ$. The rectification is due in the following tabular form.

Line	Observed		Correction	Line	Corrected		Remarks
	F.B.	B.B.			F.B.	B.B.	
AB	74°-20'	256°-0'	+40' at A - 1° at B	AB	75°-20'	255°-20'	Stn. C & D are free from L.A.
BC	107°-20'	286°-20'		BC	106°-20'	286°-20'	
CD	224°-50'	44°-50'		CD	224°-50'	44°-50'	
DA	306° - 40'	126°-0'		DA	306° - 40'	126°-40'	

survey.

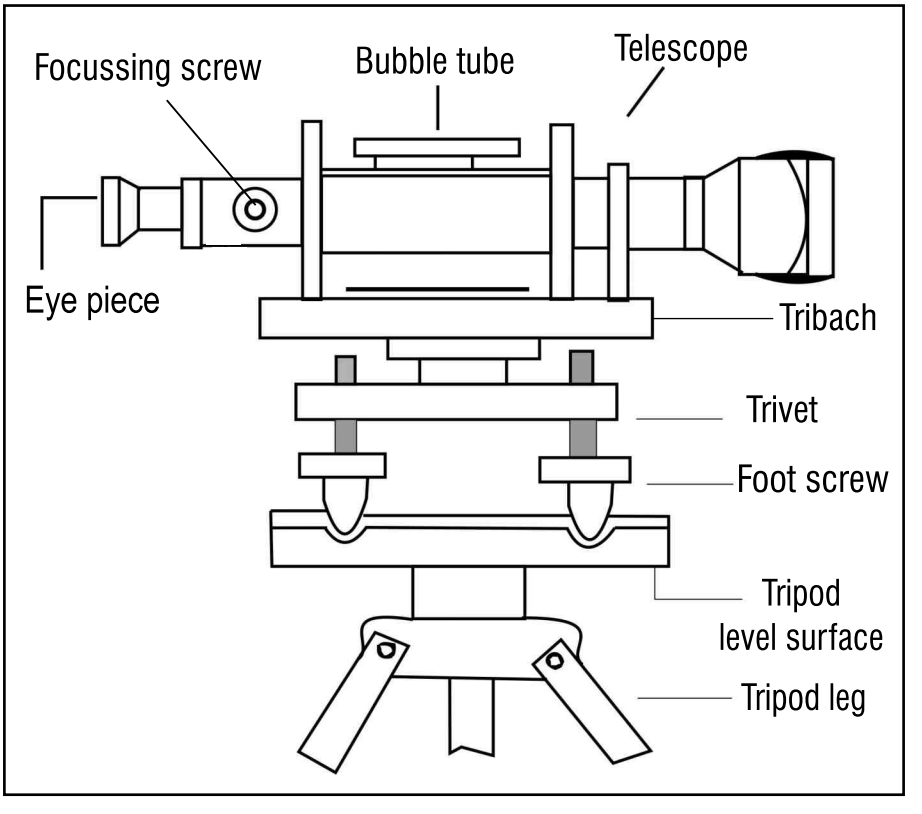
Line	F.B.	B.B.
AB	N 55° 0′ E	S 54° 0′ W
BC	S 68°30′ E	N 70° 00′ W
CD	S 24° 0′ W	N 24°0′ E
DE	S 77° 0′ W	N 75°30′ E
EA	N 64° 0′ W	S 65°0′ E

Line	Observed		Correction	Line	Corrected		Remarks
	F.B.	B.B.			F.B.	B.B.	
AB	N 55°-0' E	S 54°-0'W	+1°30′ at B 0° at C 0° at D +1°30′ at E +30′ at A	AB	N 55°-30'E	S 55°-30'W	C & D are free from L.A.
BC	S 68°-30'E	N 68°-30'W		BC	S 70°-0'E	N 70°-0'W	
CD	S 24°-0'W	N 24°-0'E		CD	S 24°-0'W	N 24°-0'E	
DE	S77° - 0'W	N 75°-30'E		DA	S 77°-0'W	N 77°-0'E	
EA	N 64°-0'W	S 65 – 0'E		EA	N 65°-30'W	S 65°-30'E	

Unit - 4

Levelling

4.1 Brief description of various levelling instruments and their component parts : Levelling হল কোন নির্দিষ্ট reference level বা datum এর সাপেক্ষে বিভিন্ন বিন্দুর উচ্চতা/ গভীরতা নিরূপন। এর জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্র হল Level ও Staff।



বিভিন্ন Level এর সংক্ষিপ্ত বিবরণ ঃ—

1) Dumpy level : এটি এক ছাঁচে ঢালাই করা যা স্থায়ী ভাবে যুক্ত থাকে অনুদৈর্ঘ্য অক্ষের সাপেক্ষে আবর্তন করা যায় না এবং প্রান্তিক বদল ও সম্ভব পর নয়। এটি সরল সংবদ্ধ ও সুস্থিত। ব্যবহারিক ভাবে ও সহজ এবং ব্যবহারিক ধকলে দৃঢ়।

2) Modern tilting Level : এতে telescope কে ঠিক তার নীচের আড়াআড়ি অনুভূমিক অক্ষের সাপেক্ষে সঞ্চালন করা যায়। যার ফলে যন্ত্রের নিজস্ব উল্লম্ব অক্ষের উপর নির্ভর না করেই দৃষ্টিরেখাকে অনুভূমিক করা যায়। নিখুঁত levelling এর জন্য এই যন্ত্র ব্যবহার্য্য কারন শুধু মাত্র এর tilting screw সাহায্যেই অনুভূমিক দৃষ্টি রেখা পাওয়া সম্ভব।

3) Wye level : এখানে telescope দুপ্রান্তে Y আকারের ধারকের মধ্যে আটকান থাকে যার ফলে telescope কে তার অনুদৈর্ঘ্য অক্ষের সাপেক্ষে ঘোরান যায় যার ফলে প্রান্ত পরিবর্তন সম্ভব। কিন্তু গঠনগতভবে এটি সংবদ্ধ নয়।

4) Cooke's reversible Level : এতে dumpy level এবং wye level এর বৈশিষ্টাদি সমন্বিত। একটি Stop flange screw এর মাধ্যমে telescopeকে তার অনু দৈর্ঘ্য অক্ষের সাপেক্ষে ফেরান যায়। প্রান্তও বদলান যায়।

5) Cuishings level : এতে object glass ও eye piece এর স্থান বিনিময় করা যায়।

4.2 Methods of levelling, simple numerical problems :

Collimation method : এতে দৃষ্টি রেখার R.L. বা H.I নির্ণয় করে অন্য বিন্দুদের R.L. (Datum এর সাপেক্ষে উচ্চতা/গভীরতা) নির্নয় করা হয়। জ্ঞাত R.L. বিশিষ্ট বিন্দুর উপর staff reading নিয়ে বা Back sight নিয়ে H.I. নির্নয় করে। এর সাপেক্ষে একটি set up-এর অন্তর্গত যাবতীয় বিন্দুর staff reading থেকে R.L. নির্নয় করা হয়। একটি Set up এর শেষ reading fore sight এবং প্রথম reading back sight। এর check, ΣB.S. – ΣF.S. = Last R.L. – Frist R.L.

Rise & fall method :- এখানে আগের ও পরের station এর staff reading এর পার্থক্য নির্ণয় করা হয়। বিয়োগফল ধনাত্মক হলে তা rise এবং ঋণাত্মক হলে তা fall হয়। rise হলে পূর্ববর্ত stn. এর R.L. এর সাথে যোগ এবং Fall হলে বিয়োগ করতে হয় তবে R.L. জানাত পারা য়ায়। এর check ΣB.S. – ΣF.S. = ΣRise – ΣFall = Last R.L. – First R.L.

Simple Numerical Problems

1. The following readings are successively taken with level 0.355, 0.485, 0.625, 1.755, 2.305, 1.780, 0.345, 0.685, 1.230 and 2.150 m. The instrument was shifted after 4th and 7th readings. Prepare a level book page and calculate the R.L.s of different points.

Assume B.M. 225.500 m B.S.– Back Sight H.I. = Height of the Instrument
I.S. – Inter Sight R.L. = Reduced Level
F.S. – For Sight B.M. = Bench Mark

Solution : FIELD BOOKPAGE

Sl. No.	Chainage	B.S.	I.S.	F.S.	H.I.	Rise	Fall	R.L.	Remarks
1		0.355			225.855			225.500	B.M.
2			0.485				0.130	225.37	
3			0.625				0.140	225.23	
4		2.305		1.755	226.405		1.130	224.1	C.P.-1
5			1.780			0.525		224.625	
6		0.685		0.345	226.745	1.435		226.06	C.P.-2
7			1.230				0.545	225.515	
8				2.150			0.920	224.595	
		∑BS =3.345		∑FS =4.250		∑Rise = 1.960	∑Fall = 2.865		

Check : ∑B.S. – ∑F.S. = 3.345 – 4.250 = – 0.905

∑Rise – ∑Fall = 1.960 – 2.865 = – 0.905

Last R.L. – 1st R.L. = 224.595 – 225.500 = – 0.905

Note : (1) Problem is to be solved either by H.I. method or by Rise fall Method. (here both methods have been shown combined.)

(2) In case of H.I. method Σ Rise – Σ Fall check is not to be shown

(3) In case of constant sloping ground the staff readings shall be conditional increasing or decreasing. Whenever the continuity breaks it has to be taken as change point (C.P.).

(4) Last reading shall always before sight (F.S.) & First reading shall always be back sight in a level book page. Each page shall have its own check.

H.I. Method : (a) Add ther R.L. of B.M. to back sight to get H.I.

(b) Subtract the inter sights and fore sights from H.I. to get the R.L.

(c) At change point add the back sight to its R.L. to get new H.I. and continue as above.

Rise & Fall Method : (a) Subtract the staff reading from the previous one positive result is rise and negative result is fall.

(b) It rise then add it to previous R.L. and if fall then subtract it from previous R.L. to get the new R.L.

Levelling difficulties :

1. ঢিপি/খাদের বাধা অতিক্রম করার জন্য Levelling :- Level কে একদম শীর্ষ ও খাদে Level বসিয়ে reading নিলে পাঠ সংখ্যা কম হয়

2. উচ্চ/নিম্ন নতিতে Levelling : উচ্চ নতির ক্ষেত্রে Level এমন ভাবে Set করতে হয় যে fore sight এ Staff এর গোড়ায় বা নীচে পাঠ নিতে হয় আবার নিম্ন নতিতে back sight এ staff এর গোড়ায় বা নীচে পাঠ গ্রহন করা হয়।

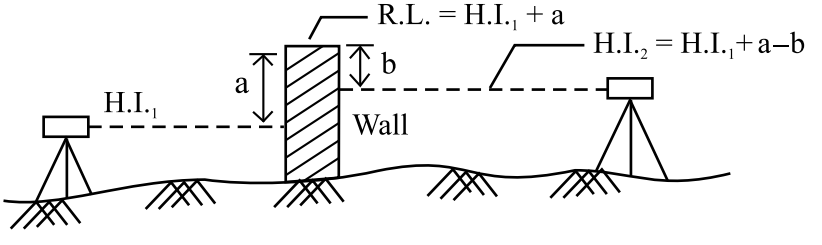
3. Staff যদি Level এর খুব কাছে থাকে ঃ তবে eye piece দিয়ে object glass এর কাজ করা যেতে পারে অথবা staff এর মাধ্যমে object glass এর centre এর উচ্চতা পরিমাপ করে পাঠ নেওয়া যায়

4. Staff Station খুব নীচু বা উচুঁ হলে ঃ নিচু হলে peg পুঁতে তার উপর থেকে Staff reading নেওয়া হয় peg এর নির্গত অংশের দৈর্ঘ্য ও peg এর উপরের staff readign এর সমষ্টি থেকে পাঠ পাওয়া যায়। খুব উচুঁ Staff Station হলে উল্টানোর staff বা Inverted staff এর মাধ্যমে পাঠ নেওয়া হয়

5. পুকুর বা দীঘির সম্মুখীন হলে। দুই পাড়ে জলের তলের সাথে peg এর মাথা মিলিয়ে peg এর উপর staff reading নিয়ে সমস্যার সমাধান করা হয়।

দেওয়ালের সম্মুখীন হলে ঃ—

6. পাশের ছবিটি দেখলেই বিষয়টি অনুধানে করা যাবে।



4.5. Use of levelling instrument for site levelling, road section, canal section, up keeping of level book :

প্রাথমিক ভাবে Level কে উপযুক্ত কোন Levelling Stationএ বসিয়ে (যেখানে সর্বাধিক Staff Station কে নিয়ন্ত্রণে আনা যাবে বলে মনে হয়) তিনটি পর্যায়ে temporary adjustment সম্পাদন করা হয়।

1. Centring by fixing on the desired spot : তে পায়া বা Tripod কে বিস্তৃত করে ব্যবহারকারীর সুবিধানজনক উচ্চতায় মোটামুটি ভাবে চোখের আন্দাজে Level করা হয়। এর পরে Levelling screw গুলি ঢিলে করে যন্ত্রকে তে পায়ার উপর বসান হয়।

2. Levelling : প্রাথমিক ভবে চোখের আন্দাজে Levelling এর পরে Telescope কে যে কোন দুটি foot scrw এর সমান্তরালে রেখে Levelling screw কে বাইরের দিকে বা ভিতরের দিকে ঘুরিয়ে Telescope bubble কে মাঝামাঝি আনা হয়, এর পর 90^{o} তে ঘুরিয়ে Telescopকে তৃতীয় foot screw এর উপর আনার পর তাকে ঘুরিয়েপুনরায় bubble কে আবার মাঝামাঝি আনা হয়। Permanent adjustment ঠিক থাকলে এর পর bubble কে 360^{o} আবর্তনের জন্যই কেন্দ্রে রাখা সম্ভব।

3. Focussing : প্রথমে eye piece ঘুরিয়ে cross hair কে সুস্পষ্ট করা হয়। তার পরে দুরে কোন বস্তুর দিকে তাকিয়ে focussing screw ঘোরান হয় যতক্ষন পর্যন্ত না ওই object সুস্পষ্ট হচ্ছে। এই দুটি কার্য সম্পন্ন হলেই যন্ত্র এবার পাঠ নেওয়ার জন্য তৈরী।

Temporary adjustment এর পর staff কে bench Mark (B.M,) এর উপরে রেখে প্রথমে Back sight নেওয়া হয় এর পরে যত দুর Telescope এর দৃষ্টি ক্ষমতা ততদূর অবধি staff station গুলিতে পাঠ নেওয়া হয়। যন্ত্রকে তোলার আগে শেষ I.S. টিকে F.S. বলা হয়। এর পর যন্ত্র তুলে অন্যত্র বসিয়ে F.S. থেকে B.S. নিয়ে পরবর্তী পর্যায়ের কাজ একইভাবে চালান হয়। এই ভাবে পর্যায় ক্রমে কাজ চালু থাকে যতক্ষন পর্যন্ত না শেষে staff station এ পৌঁছান যাচ্ছে। যে station এ যুগপৎ বলে back ও fore sight নেওয়া হয় তাকে Change point বলে

Road Section এবং canal section : দুই কাজের ধরনই প্রায় একরকম, এটি দুটি ভাগে করা হয় একটি অনুদৈর্ঘ্য চ্ছেদ ও অপরটি প্রস্থচ্ছেদ যা নির্দিষ্ট প্রয়োজন মাফিক ব্যবাধানে এবং বিশেষ গুরুত্ব পূর্ণ বিন্দুতে করা হয়। এদের কে যথাক্রমে profile levelling/long section এবং cross section বলা হয়।

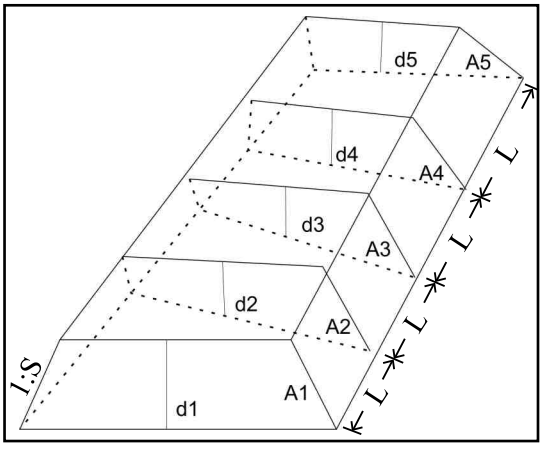
Long Section এ নির্দিষ্ট ব্যবধানে ও গুরুত্বপর্ণ বিন্দুতে staff reading নেওয়া হয়। cross section নির্দিষ্ট ব্যবধান অন্তর বা গুরুত্বপূণ বিন্দুতে নেওয়া হয় যেখানে কেন্দ্রীয় রেখার দুপাশেই সম ব্যবধান অন্তর প্রয়োজনীয় ব্যবধানে পাঠ নেওয়া হয় এভাবে শেষ বিন্দু অবধি কাজ চলতে থাকে। Field book এ offsetting এবং level book এ Staff reading নথী ভুক্ত করা হয়। plane table এর মাধ্যমেও ছোটখাটো detailing করা হয়। প্রথম ও শেষ বিন্দুর উচ্চতার পার্থক্যকে অতঃপর fly levelling (অর্থাৎ শুধু B.S. ও F.S. এর মাধ্যমে করা বিপরীত মুখী levelling) এর মারফৎ পরীক্ষা করে দেখা হয়। যদি ত্রুটি অনুমোদিত সীমার মধ্যে থাকে তবে কাজ গ্রহন যোগ্য) নচেৎ নতুন করে করতে হয়।

field work এর পর অনুভূমিক scaleএবং দশগুন বড় vertical scale এ profile ও cross levelling এর ছবি আঁকা হয়।

4.6 Calculation of volume of Earthwork :

(1) $A = Bd + Sd^2$ The areas $A_1 \ldots A_n$ are calculated by the above formulae.

(2) The volume of earthwork shall be calculated by following trapezoidal formula.



$$V = \frac{L}{2}[A_1 + A_n + 2(A_2 + ...A_{n-1})]$$

Where = L is common distance

Problem :

1. If formation width be 20m and areas be at 3m intervals calculate the volume e of E/w if areas be $20m^2$, $27m^2$, $30m^2$, $19m^2$ & $20m^2$.

$$V = \frac{3}{2}[20 + 20 + 2(27 + 30 + 19)] = 402m^3$$

2. The areas at different regular vertical levels are as follows for a reservoir :

100 m	–	300 m^2
105 m	–	317 m^2
110 m	–	302 m^2
115 m	–	300 m^2
120 m	–	280 m^2

Calculate the volume of reservoir within the said levels.

Common Distance = 5 m

$$V = \frac{5}{2}[300 + 280 + 2(317 + 302 + 300)] = 6045\,m^3$$

Unit - 5

প্লেন টেবিল সার্ভে

5.1 ভূমিকা ঃ প্লেন টেবিল সার্ভে পদ্ধতিতে সার্ভের কাজে একটি সমতল টেবিল (প্লেন টেবিল) ব্যাবহার করে তার উপর ড্রয়িং এবং ক্ষেত্রের পরিমাপ একই সাথে সম্পন্ন করা হয় বলে একে প্লেন টেবিল সার্ভে বলা হয় এই পদ্ধতিতে ড্রয়িং বোর্ড একটি ত্রিপদ (ট্রাই পড্) স্টন্ডের উপর রেখে ক্ষেত্রের পরিমাপ নেওয়া হয় এবং একই সাথে ক্ষেত্রের প্লান এবং অন্যান্য সংশ্লিষ্ট বস্তুর, অবস্থান স্থাপন (প্লটিং) করা হয়। ফলত এই পদ্ধতিতে সার্ভেয়ার ক্ষেত্রেটি এবং তার সংশ্লিষ্ট প্লানটির তুলনা অতি সহজেই করতে পারেন এবং এতে কোন ত্রুটি থাকলে তা সহজেই পরিলক্ষিত হয়। সুতরাং সার্ভের অন্যান পদ্ধতিতে যেখানে ফিল্ড ওয়ার্ক এর পরবর্তী সময় অফিস ওয়ার্কের দরকার হয়, এই পদ্ধতিতে পৃথকভাবে কোনও অফিস ওয়ার্কের প্রয়োজন হয় না। বর্তমানে ঘনবসতি পূর্ণ যে কোন স্থানে সঠিক সর্ভে প্রক্রিয়ার জন্য এই পদ্ধতিটি খুবই উপযোগী এবং সেই কারনে বাহুল ব্যবহৃত।

নীতি প্লেন টেবিল সার্ভে পদ্ধতির মূল নীতি হল সমান্তরাল তা (প্যারালেলিসম) অর্থাৎ ড্রয়িং সিটে অঙ্কিত স্টেশন ও কোন বস্তুর সংযোগ কারী রেখা, ক্ষেত্রে অবস্থিত কোন বস্তুর এবং স্টেশনের সংযোগকারী রেখার সমান্তরাল হবে। ক্ষেত্রে অবস্থিত কোন বস্তুর আপেক্ষিক অবস্থান ড্রয়িং সিটের সংশ্লিষ্ট স্বাপেক্ষে রেখার উপর চিহ্নিত করা হয়।

ব্যবহারের যন্ত্রপাতির (ইস্ট্রুমেন্ট এবং অ্যাকসেসরিজ)

১। প্লেন টেবিল এবং সাথে

২। অ্যালিডেড

৩। ত্রিপদ স্টান্ড (ট্রাই পড স্টান্ড)

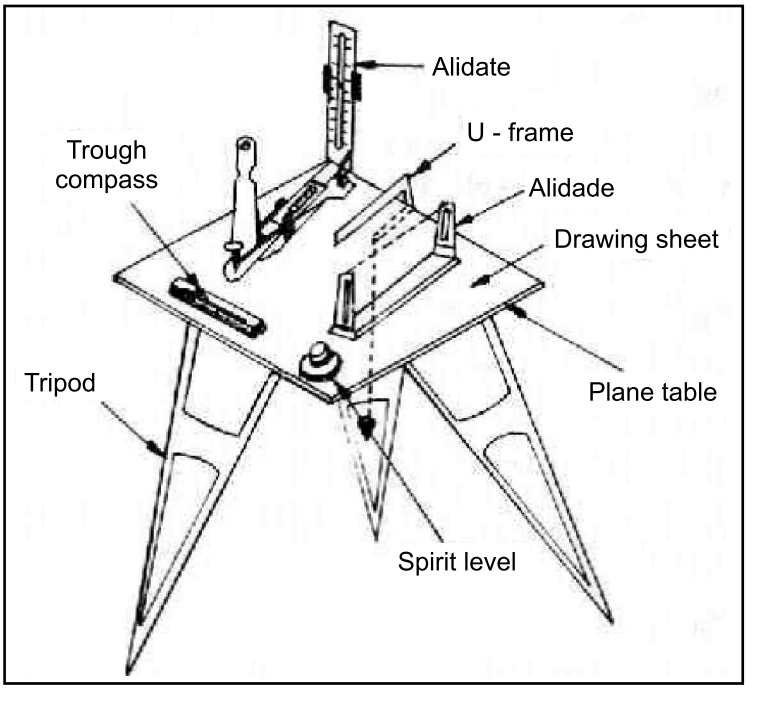
৪। স্পিরিট লেবেল

৫। প্লামবিং ফর্ক (U fork)

৬। প্লাম বব্

৭। ট্রাফ কম্প্যাস

৮। ড্রয়িং সীট সঙ্গে একটি রেন প্রুফ কভার।

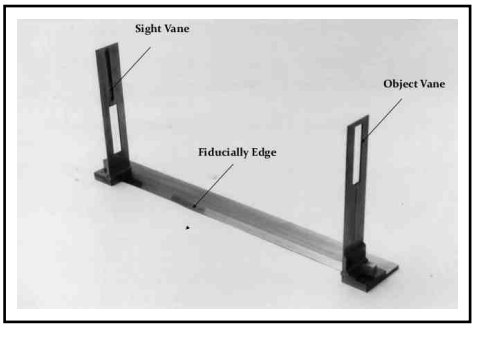


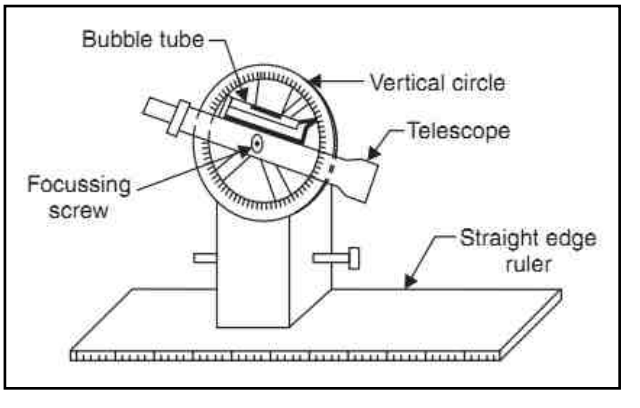
বিশদ বিবরণ ঃ

১। প্লেন টেবিল এবং ত্রিপদ স্ট্যান্ড বিশত বিবরণ প্লেন টেবিল আসলে একটি ড্রয়িং বোর্ড যার আকার দৈর্ঘ্য ৭৫০ মিমিঃ প্রস্থে ৬০০ মিমি। টেবিলটি ১৫ মিমি পুরু হয় এবং পরিপোক্ত সেগুন বা পাইন কাঠ দিয়ে তৈরী হয়। বোর্ডটির উপরিতল নিখুঁতভাবে সমতল হাওয়া চাই। বোর্ডটির নিম্ন তলে একটি থ্রেডেড বৃত্তাকার প্লেন থাকে যার মাধ্যমে এটি ত্রিপদ স্টান্ডের সাথে সংযুক্ত করা যায়।

টেবিলটি ত্রিপদ স্ট্যান্ডের উপর বসিয়ে যেমনি অনুভুমিক করা যায় (হরাইজন্টাল) তেমনই উলম্ব অক্ষের (ভ্যার্টিক্যাল অ্যাক্সিস) চারিদিকে আবর্তন করে প্রয়োজন মত যে কোনও অবস্থানে ত্রিপদ স্ট্যান্ডের সাথে দৃঢ় ভাবে সংযুক্ত করা যায়।

২. প্লেন অ্যালিডেড্ ঃ প্লেন অ্যালিডেড্ একটি ধাতব রুলার থাকে যার দৈর্ঘ্য ৫০ সেমি (প্রায়) এর একটি ধার ঢাল যুক্ত থাকে যাকে বলা হয় ফিউডিসিয়াল এজ। এছাড়া ধাতব রুলার ত্রর উভয় প্রান্তে দুটি ভেন্ হিঞ্জ দ্বারা যুক্ত থাকে। ফলে সাধারণ অবস্থায় এটি ভাঁজ করে রুলার এর উপর রাখা যায়। যে ভেন্-এর মধ্যে উলম্বভাবে হর্স হেয়ার থাকে সেটিকে আমরা বলি অবজেক্ট ভেন্ এবং আর একটি ভেন্ এর মধ্যে একটি রেখা ছিদ্র (স্লিট) থাকে, যাকে বলা হয় সাইট ভেন্।

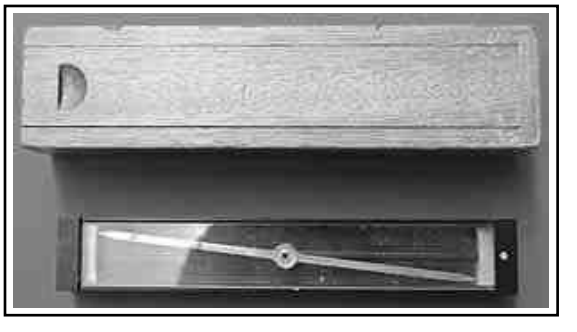




৩. স্পিরিট লেভেল ঃ- ইহা একটি ছোট্ট ধাতব টিউব যার ভেতরে স্পিরিট বাবল থকে, এর সাহায্যে প্লেন টেবিল টিকে অনুভূমিক করা হয়।

৪. প্লাম্বিং ফর্ক (ইউ ফর্ক) ঃ ইহা একটি U আকৃতির বাঁকানো ধাতব পাত যার দুটি বাহু সমদৈর্ঘ্যের হয়। নীচের বাহুটির এক প্রান্তে একটি ওলন (প্লামবব) ঝোলানো থাকে, এবং উপরে বাহুটির সুচালো প্রান্তটি ড্রয়িং সীটের উপরে থাকে।

৫. ট্রাফ কম্পাস ঃ ইহা একটি আয়তকার অচৌম্বক ধাতব বাক্স যার ভেতর একটি চুম্বক শলাকা বাক্সটির কেন্দ্রে পিভটের উপর আটকানো থাকে। এটি প্লেন টেবিল সার্ভেতে প্ল্যানের দিক্ নির্দেশের সহায়তা করে।



প্লেন টেবিল সার্ভের পদ্ধতি ঃ সাধারণত চারটি পদ্ধতিতে প্লেন টেবিল সার্ভে করা হয়।

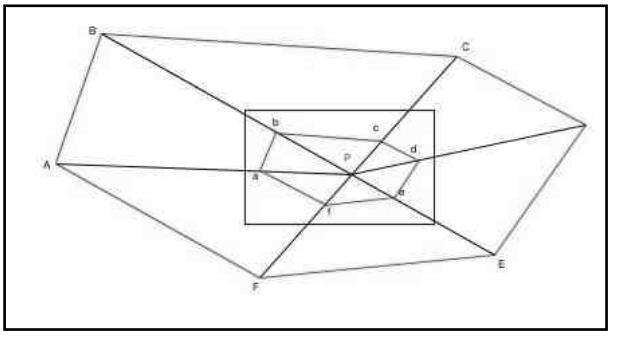
১. রেডিয়েশন পদ্ধতি

২. ইন্টার সেকশান পদ্ধতি

৩. ট্রাভার্সিং পদ্ধতি এবং

৪. রিসেকশন্ পদ্ধতি

রেডিয়েশন পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতিটে ক্ষুদ্র আকারের ক্ষেত্রের সর্ভেতে অধিকতর প্রযোজ্য। বড় কাজের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতিটি অন্তবর্তী বস্তু গুলির অবস্থান চিহ্নিত করতে অন্যান্য পদ্ধতির সমন্বয়ে ব্যবহৃত হয়। এই পদ্ধতিতে প্লেন টেবিলটি একটি স্টেশন স্থাপন করা হয় এবং সেই স্টেশন থেকে দৃশ্যমান লক্ষ বস্তু গুলির অভিমুখে রেখা



(Ray) টানা হয় এবং ক্ষেত্রের স্টেশন থেকে লক্ষ্য বস্তু পর্যন্ত প্রকৃত দূরত্ব কোন নির্ধারিত স্কেল অনুসারে বস্তুটিকে ড্রয়িং সীটে চিহ্নিত করা হয়। পদ্ধতিটি নিম্নরূপ

১. একটি বিন্দু নির্বাচন করা হল যে বিন্দু থেকে সব লক্ষ্য বস্তু গুলি দৃশ্যমান।

২. ক্ষেত্রের বিন্দুতে প্লেনটেবিলটি স্থাপন করা হল এবং তাকে অনুভূমিক করা হল।

৩. ড্রয়িং সীটে ০ বিন্দু থেকে অ্যালিডেডের সাহায্যে A.B.,C.D.E. এবং F বস্তুর অভিমুখে রেখা (RAY) টানা হল।

৪. ক্ষেত্রে OA, OB, OC, OD, OE, OF রেখা গুলির দূরত্ব পরিমাপ করা হল। এবং ক্ষেত্রের পরিমাপ অনুযায়ী নির্ধারিত স্কেল অনুসারে ড্রয়িং সীটে পূর্বে অঙ্কিত রেখা গুলির উপর সংশ্লিষ্ট বিন্দু গুলি যথাক্রমে a, b, c, d, e, এবং f চিহ্নিত করা হল।

৫. এখন ড্রয়িং সীটে a, b, c, d, e, এবং f বিন্দু গুলিকে সরল রেখা দ্বারা যোগ করা হল যা ক্ষেত্রের কাঠামো নির্দেশ করে।

ইন্টারসেকশন পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতিতে যে কোন দুটি স্টেশন এমনভাবে নির্বাচন করা হয় যাতে চিহ্নিত করতে হবে এমন স্টেশন গুলি বা লক্ষ্যে বস্তু গুলি ঐ দুটি স্টেশন বা অবস্থান থেকে দৃশ্যমান হয়। এই দুটি স্টেশনের সংযোগ কারী রেখাকে বেস লাইন বলা হয় যা অত্যন্ত নিখুত ভাবে পরিমাপ করা হয়। এই দুটি স্টেশন থেকে চিহ্নিত করতে হবে এমন স্টেশন বা লক্ষ্যে বস্তু গুলির অভিমুখে রেখা টানা (Ray) টানা হয় । এই দুটি রেখা যে বিন্দুতে ছেদ করে সেই বিন্দুটি ড্রয়িং সীটে সংশ্লিষ্ট বস্তুটির বা স্টেশনটির অবস্থান নির্দেশ করে। এই পদ্ধতি যেহেতু বেস লাইন ব্যতিত অন্য কোনও প্রত্যক্ষ পরিমাপ নিতে হয় না তাই এই পদ্ধতিটি দুরবর্তী এবং কোন অগম্য স্থানে অবস্থিত লক্ষ্য বস্তুকে চিহ্নিত জন্য অত্যন্ত অপরিহার্য পদ্ধতি।

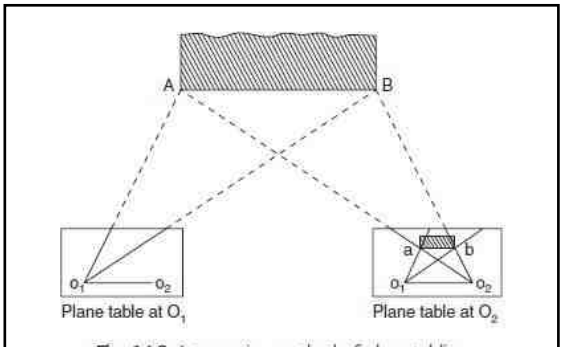


Fig. 14.8. Intersection method of plane tabling

১. ক্ষেত্রের উপর দুটি স্টেশন O_1 এবং O_2 এমনভাবে নেওয়া হল যাতে লক্ষ্য বস্তু A এবং B দুটি স্টেশন থেকে দৃশ্যমান হয়।

২. প্লেন টেবিলটি O_1 স্টেশনে স্থাপন করা এবং আনু ভূমিক করা হয়।

৩. এলিডেডের সাহায্যে O_1 বিন্দু থেকে O_2 স্টেশন এবং এখানে A এবং B লক্ষ্য বস্তুর অভিমুখে রেখা টানা হল।

৪. O_1O_2 বস্তুর দৈর্ঘ্য ক্ষেত্রে নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা হল এবং স্কেল অনুযায়ী ড্রয়িং সীটে O_2 বিন্দুটি চিহ্নিত করা হল

৫. পরবর্তীতে প্লেন টেবিলটি O_2 স্টেশনে স্থানান্তরিত করা হল এবং অনভূমিক করা হল, এক্ষনে এমনভাবে বোর্ডটি স্থাপন করা হল যাতে ড্রয়িং সীটে পূর্বে চিহ্নিত O_2 বিন্দুটি ক্ষেত্রের O_2 স্টেশন বিন্দুটি উলম্ব রেখায় থাকে।

৬. এখন এ্যালিডেডের ঢালযুক্ত ধারটি (ফিউডিসিয়াল এজ) O_2O_1 বরাবর রেখে বোর্ডটি আবর্তন করে O_1 স্টেশনের অভিমুখে ব্যকসাইটিং এর মাধ্যমে দিক নির্দেশ করে বোর্ডটি দৃঢ় ভাবে আটকে দেওয়া হল

৭. এর পর অ্যালিডেডের সাহায্যে O_2 বিন্দুতে থেকে A এবং B লক্ষ্য বস্তুর অভিমুখে রেখা টানা হল। এক্ষণে O_1 এবং O_2 স্টেশন থেকে একই লক্ষ্য বস্তুর দিকে টানা রেখা দুটির ছেদবিন্দু যথাক্রমে a, b, ড্রয়িং সীটে চিহ্নিত করা হল যা ক্ষেত্রের A ও B লক্ষ্য বস্তুর অবস্থান নির্দেশ করে।

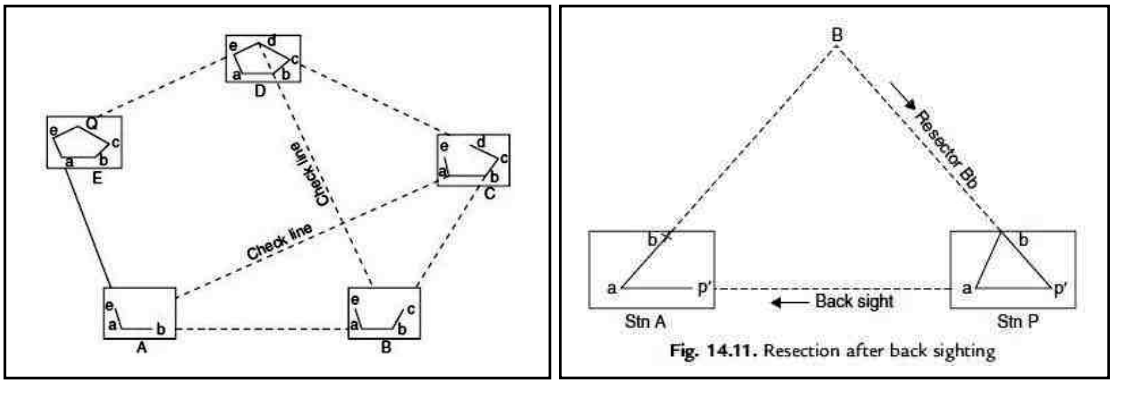


Fig. 14.11. Resection after back sighting

ট্রাভারসিং পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতিটি কম্পাস সার্ভে বা থিওডডোলাইট পদ্ধতির অনুরূপ পদ্ধতি, এই পদ্ধতিটি পূর্বে কোন পদ্ধতিতে স্থাপিত স্টেশন গুলি সংযোগ কারী সার্ভে লাইন টানার এবং তার সাথে অন্যান্য লক্ষ্য বস্তু গুলির অবস্থান চিহ্নিত করনের সহায়ক। এই চিহ্নিত করনের পদ্ধতিটিতে রেডিয়েশন এবং ইন্টারকেশন দুটি পদ্ধতিরই অবলম্বন কর হয়। রাস্তার এবং নদীর সার্ভে করার ক্ষেত্রে এই পদ্ধতিটি অত্যন্ত সহায়ক।

পদ্ধতিটি নিম্নরূপ

১. ধরাযাক জরিপ ক্ষেত্রে A, B, C, D এবং E পাঁচটি ট্রাভার্স স্টেশন আছে।

২. প্লেন টেবিলটি প্রথমে স্টেশন A তে স্থাপন করা হল যাতে করে ড্রয়িং সীটে a বিন্দুটি স্টেশন A কে চিহ্নিত করে।

৩. অ্যালিডেডের সাহায্যে A স্টেশন থেকে B স্টেশনের অভিমুখে রেখা টানা হল। এবং ক্ষেত্রের AB পরিমাপ নিয়ে নির্ধারিত স্কেল অনুসারে b বিন্দুটি চিহ্নিত করা হল যা ক্ষেত্রের B বিন্দুকে নির্দেশ করে। এই পদ্ধতির সাথে সাথে A স্টেশনের সন্নিহিত লক্ষ্য বস্তুগুলিকে সাধারণ অফসেট নিয়মে অথবা রেডিয়েশন অথবা ইন্টারসেকশন পদ্ধতি ড্রয়িংসীটে চিহ্নিত করা হয়।

৪. এর পর প্লেন টেবিল B স্টেশনে স্থানান্তরিত করে ব্যাকসাইটিং এরমাধ্যমে অ্যালিডেডটি ba রেখা বরাবর রেখে বোর্ডটিকে আটকে দেওয়া হল।

৫. B স্টেশন থেকে পরবর্তী C স্টেশনে পূর্বের অনুরূপ পদ্ধতি অনুসরণ করা হল।

৬. এই ভাবে সবগুলি ট্রাভার্সস্টেশন A, B, C, D, E- গুলিকে সংযুক্ত করা হল।

৭. এই পদ্ধতিতে শেষ বিন্দুটি প্রথম বিন্দুর সাথে সমাপতিত না হতেও পারে। এই ত্রুটিকে বলা হয় ক্লোজিং এরর। এটি কম্প্যাস সার্ভেতে বর্ণিত বউডিচ্ রুল দ্বারা সংশোধন করা হয়।

রিসেকশন পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতিটি নতুন কোনও স্টেশন স্থাপন করে পূর্বে ভুলবশত যে সকল বস্তু বা স্টেশন চিহ্নিত হয়নি সেগুলিকে অবস্থান চিহ্নিত করনের সহায়ক।

প্লেন টেবিল প্রতিস্থাপনের পদ্ধতি ও করণীয় ঃ

1. প্লেন টেবিল স্থাপন (fixing the table on triple stand) ঃ ত্রিপদ স্ট্যান্ডেটির ক্ষেত্রের কোনও স্টেশনের স্থাপন করা হল এবং প্লেন টেবিলটি ত্রিপদ স্ট্যান্ডের উপরে টেবিলের থ্রেডেড বৃত্তাকারে প্লেটের সাথে উয়ং নাটের সাহায্যে সংযুক্ত করা হল।

2. টেবিলটির অনুভুমিককরণ (levelling the table) : এরপরে টেবিলটিকে ট্রাইপড স্টান্ডের পায়ার (লেগ) সঞ্চালন এর সাহায্যে অনুভূমিক করা হয় এবং স্পিরিট লেভের সাহায্যে তা পরীক্ষা করা হয়। পায়া সঞ্চালনের মাধ্যমে স্পিরিট লেভেলের বাবলটিকে মধ্যখানে আনা হয়।

3. টেবিলের কেন্দ্রীকরণ (centring of the table) : এই পদ্ধতিতে ক্ষেত্রের কোনও স্টেশনকে তার উলম্ব রেখা বরাবর ড্রয়িংসীটে চিহ্নিত করা হয়। প্রথমে ড্রয়িং সীটে সুবিধা অনুযায়ী একটি বিন্দু চিহ্নিত করা হয়। এবং বিন্দুটির উপর একটি পিন্ স্থাপন করা হয়, এক্ষণে U-fork এর উপরের বাহুটির সুচাগ্র প্রান্তটিকে পিনের সাথে স্পর্শ করিয়ে নীচের বাহুটির আংটার সাথে একটি প্লাম্বব্ ঝুলিয়ে দেওয়া হয়। এক্ষণে টেবিলটি আবর্তনের মাধ্যমে অথবা ত্রিপদ স্ট্যান্ডের পায়া সঞ্চালনের মাধ্যমে ওলনটিকে ক্ষেত্রের স্টেশনের উপরে নিখুতভাবে অনাা হয় এবং বোর্ডটিকে ট্রাইপড স্ট্যান্ডে আটকে দেওয়া হয়।

4. দিক্‌বিন্যাস করণ (Orientation) : প্লেন টেবিল পদ্ধতিতে সেটশনগুলি সংযুক্ত করণের কাজে এই পদ্ধতিটি প্রতিটি স্টেশনে অবশ্য করণীয়। আমরা জানি যে প্লেন টেবিল সার্ভের মুল নীতি হল সমান্তরলতা (parallelism)। সেই অনুসারে প্লেন টেবিলটিকে ক্ষেত্রের পারস্পরিক স্টেশন বিন্দুগুলিতে এমন ভাবে স্থাপন করা হয় যাতে ড্রয়িং সীটের উপর অঙ্কিত প্রতিটি রেখা ক্ষেত্রের অনুরূপ বাহুর সমান্তরাল হয়। প্রধানত দুটির কোন একটি প্রক্রিয়ার মাধ্যমে এই অরিয়েন্টেশন পদ্ধতি সম্পন্ন করা হয়, যা নিম্নে বর্ণিত করা হল।

a) চৌম্বক শলাকার সাহায্যে (Magnetic needle)

পদ্ধতি ঃ ধরাযাক্‌A, B দুটি স্টেশন, প্লেন টেবিলটি প্রথমে A স্টেশনে লেভেলিং এবং সেন্টারিং করা হল। এক্ষণে ড্রয়িং সীটের ডানদিকের উপরের কোনে ট্রাফ কম্পাস এমন ভাবে রাখা হল যাতে চৌম্বক শলাকাটি কম্পাসের ০ - ০ দাগের সাথে মিলে যায়। এই অবস্থায় ট্রাফ কম্পসের ধার ঘেঁষে একটি রেখা টানা হল যা উত্তর দক্ষিণ দিক্‌ নির্দেশ করে।

b) এক্ষণে অ্যালিডেডের সাহায্যে ড্রয়িং সীটে a স্টেশনের থেকে B স্টেশনের অভিমুখে রেখা টানা হল এবং ক্ষেত্রে AB পরিমাপ অনুযায়ী নির্ধারিত স্কেল অনুসারে ড্রয়িং সীটে b বিন্দুকে চিহ্নিত করা হল।

c) টেবিলটিকে স্টেশন B তে স্থানান্তরিত করা হল। এবং তার লেভেলিং করা হল। এরপর ট্রাফ কম্পাসটিকে পূর্বে অঙ্কিত উত্তর দক্ষিণ দিক্‌ নির্দেশক লাইন বরাবর রাখা হল। এবার টেবিলটিকে এমনভাবে অবার্তন করা হল যাতে করে চৌম্বকশলাকাটি নিখুতভাবে কম্পাসের ০—০ দাগের সাথে মিলে যায় এই অবস্থায় orientation প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন হয়।

2. ব্যকসাইটিং-এর সাহায্যে ঃ

পদ্ধতি ঃ a) ধরাযাক্‌ A, B, দুটি স্টেশন। প্লেনটেবিলটিকে A স্টেশনের উপর স্থাপন এবং লেভেলিং করা হল এবং B স্টেশন বরাবর অ্যলিডেডের সাহায্যে ab লাইনটি ক্ষেত্রের AB মাপ অনুযায়ী নির্ধারিত স্কেলে -টানা হল এবং b চিহ্নিত করা হল।

b) টেবিলটিকে B-তে লেভেলিং এবং সেন্টারিং সাহায্যে এমনভাবে স্থাপিত করা হল যেন ড্রয়িং সীটের b বিন্দুটি ক্ষেত্রের B স্টেশনের উপর থাকে। এরপর অ্যালিডেডটিকে ba রেখা বরাবর স্থাপন করে এবং টেবিলটিকে অবার্তনের মাধ্যমে স্টেশন A কে পরিলক্ষিত করা হল। এইভাবে ওরিয়েন্টেশন প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন হয়। এই পদ্ধতিটি অধিকতর নিঁখুত এবং নির্ভুল পদ্ধতি।

Unit - 6

থিওডোলাইট সার্ভে

ভূমিকা ঃ ''থিওডোলাইট একটি জটিল ও সুক্ষ মাপী সঠিক জরিপযন্ত্র। থিওডোলাইট প্রধানত অনুভূমিক কোন (Horizontal angle) এবং উল্লম্ব কোন (Vertical angle) পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়। এর মুখ্য যন্ত্রাংশ হল একটি টেলিস্কোপ যা অনুভূমিক এবং উল্লম্ব দুটি তলেই আবর্তিত হতে পারে। এবং যথাক্রমে Horizontal angle এবং verticle angle পরিমাপে ব্যবহৃত হয়। কোনের পরিমাপ ছাড়াও এই যন্ত্রটি বহুবিধও অন্য কার্য্য যেমন বিচ্যুতি কোন (Deflection angle) পরিমাপে, ম্যাগনেটিক বিয়ারিং পরিমাপে, দুটি বিন্দুর মধ্যে অনুভূমিক দুরত্ব পরিমাপে, কোন বস্তুর উচ্চতা পরিমাপ ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়।

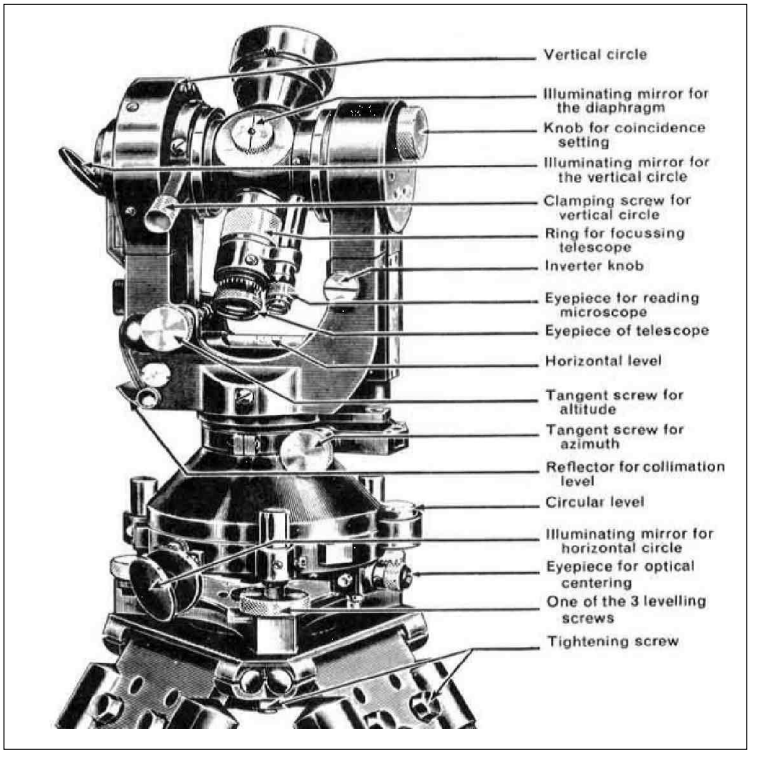
থিওডোলাইট প্রধানত দুই প্রকার — ট্রানজিট থিওডোলাইট এবং নন্ ট্রানজিট থিওডোলাইট।

ট্রানজিট থিওডোলাইট-এ টেলিস্কোপটিকে উল্লম্বতলে তার অনুভূমিক অক্ষকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকারে আবর্তণ করা যায়।

নন্ ট্রানজিস থিওডোলাইট-এ এরূপ সম্পূর্ণ বৃত্তাকার আবর্তন সম্ভব নয়।

অন্য আরেক ভাবে থিওডোলাইটের প্রকারভেদ করা যায় যথা ভার্নিয়ার থিওডোলাইট, মাইক্রোমিটার থিওডোলাইট এবং মডার্ণ থিওডোলাইট।

উপরোক্ত সকল প্রকারের মধ্যে ভানিয়ার ট্রানজিট থিওডোলাইটটি সর্বাধিক প্রচলিত এবং আমাদের আলোচনা যন্ত্রের এই প্রকারটির মধ্যেই সীমাবদ্ধ।



থিওডোলাইটের আকার বলতে আমরা লোয়ার প্লেটে যুক্ত মেইন হরাইজন্টাল গ্রাজুয়েটেড সার্কেল বা বৃত্তের ব্যাসকে বুঝি। সাধারণত 8 cm থেকে 12 cm আকারের থিওডোলাইট আমাদের সাধারণ কাজে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

ট্রানজিট থিওডোলাইটের গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্রাংশের সংক্ষিপ্ত বিবরণ।

লেভিলিং হেড (levelling head) : থিওডোলাইটের এই অংশে পরপর দুটি সমান্তরাল প্লেট থাকে। নীচের প্লেটটিকে বলা হয় ট্রাইভেট (Trivet) যার মাধ্যমে থিওডোলাইটিকে ত্রিপদ স্ট্যান্ডের সাথে সংযুক্ত করা হয়। উপরের প্লেটটিকে বলা হয় ট্রাইব্যাচ (Tribatch) যার সাথে তিনটি ফুট স্ক্রু যুক্ত থাকে। এই ফুট স্ক্রুর সাহায্যে ট্রাই ব্যচ প্লেটটিকে লেভেল করা হয়।

লোয়ার প্লেট (Lower Plate) ঃ এটি একটি অনুভূমিক বৃত্তাকার প্লেট যার মধ্যে,একটি গ্রাজুয়েটেড স্কেল O° থেকে 360° পর্যন্ত্য ঘড়ির কাঁটা অভিমুকে অংশঙ্কিত করা থাকে, আবার প্রত্যেক ডিগ্রিকে তিনটি ভাগে বিভক্ত করা থাকে। অর্থাৎ প্রত্যেক ভাগের মান হয় ২০ মিনিট। লোয়ার প্লেটটিতে যুক্ত ক্ল্যাম্পিং স্ক্রুর সাহায্যে এটিকে ইচ্ছেমত লেভেলিং হেডের সংগে আবদ্ধ করা যায় অথবা আবর্তন করা যায়। সুক্ষ আবর্তনের জন্য টানজেন্ট স্ক্রুটি ব্যবহার করা হয়।

আপার প্লেট (upper plate) ঃ এই প্লেটটি লোয়ার প্লেটের উপরের অংশ যার মধ্যে দুটি ভার্নিয়ার স্কেল ব্যস বরাবর বিপরীতে থাকে, আপার প্লেটটি অপার ক্লাম্পিং স্ক্রু-এর সাহায্যে ইচ্ছেমত আবদ্ধ করা যায় অথবা ধীর গতিতে অবার্তণ করা যায় এবং আপার টানজেন্ট স্ক্রু এর সাহায্যে সুক্ষ আবর্তন করা যায়।

টেলিস্কোপ (Telescope) ঃ- এটি আপার প্লেটের উপের A ফ্রেমের মাধ্যমে অনুভূমিক অক্ষের সাথে সমকোনে যুক্ত থাকে যেটিকে ঐ অনুভূমিক অক্ষের স্বাপেক্ষে উল্লম্ব তলে আবর্তন করা যায়। টেলিস্কোপটির সাথে একটি ফোকাসিং স্ক্রু, একটি ক্ল্যাম্পিং স্ক্রু এবং একটি ট্যানজেন্ট স্ক্রু যুক্ত থাকে।

ভার্টিক্যাল সার্কেল (Vertical Circle) ঃ এটি টেলিস্কোপের সাথে দৃঢ় ভাবে যুক্ত থাকে ফলে টেলিস্কোপটি অনুভূমিক অক্ষের চারদিকে আবর্তন করলে এই স্কেলটি উল্লম্বতলে তার সাথে আবর্তিত হতে থাকে। এটি চারটি বৃত্তপাদে (quardant) বিভক্ত থাকে। যার প্রত্যেকটি 0° - 90° পর্যন্ত্য বিভাজিত থাকে। ভার্টিক্যাল সার্কেলটিও ক্লাম্পিং স্ক্রুর সাহায্যে সুক্ষ অবার্তন করা যায়। ভার্টিক্যাল স্কেলটির দুটি শূন্য দাগের সংযুক্তকারী রেখা কলিমেশন রেখার সাথে সমপতিত থাকে।

অল্টিটিউড বাবল্ (Altitude Bubble) ঃ এই বাব্ল টিউবটি ভার্টিক্যাল সার্কেলের পাশে এবং ইনডেক্স বারের উপরে থাকে। উল্লম্ব কোন (Vertical Angle) পরিমাপের সময় বাব্লটি ক্লিপ স্ক্রুর সাহায্যে টিউবটির মধ্যবর্তী স্থানে আনা হয় যাতে করে কোনটি অনুভূমিক তলের সাপেক্ষে সঠিকভাবে পরিমাপ হয়।

প্লেট বাবল্ ঃ দুটি বাব্ল টিউব পরস্পর সমকোনে আপার প্লেটে যুক্ত থাকে এবং যন্ত্রটিকে ফুট স্ক্রুর সাহায্যে লেভেলিং করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

থিওডোলাইটের কার্যসম্বন্ধীয় কয়েকটি সংজ্ঞা ঃ

উল্লম্ব অক্ষ (vertical axis) ঃ— যে অক্ষটিকে কেন্দ্র করে থিওডোলাইট অনুভূমিক তলে আবর্তন করে তাকে উল্লম্ব অক্ষ বলে, থিওডলাইটের লোয়ার এবং আপার প্লেট এই অক্ষের চারদিকে আবর্তন করে।

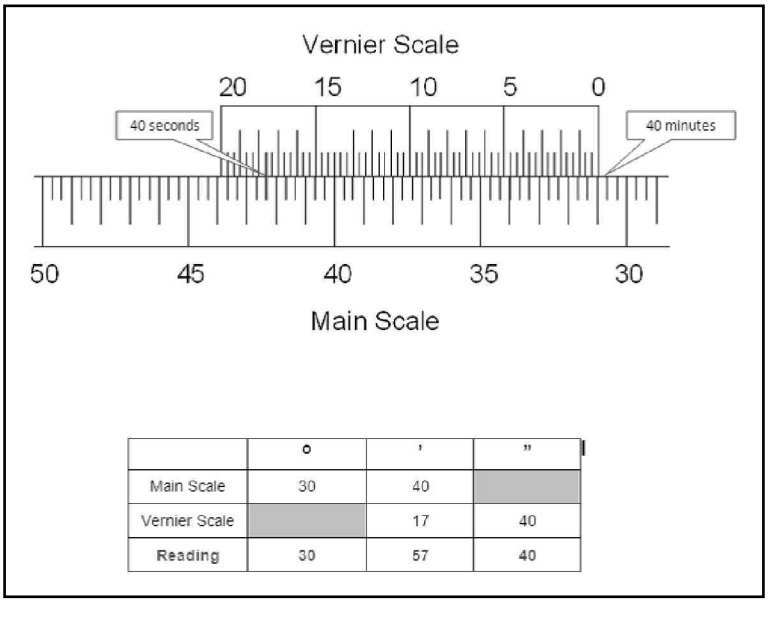
অনুভূমিক অক্ষ (Horizontal axis) ঃ যে অক্ষটির স্বাপেক্ষে থিওডলাইটের টেলিস্কোপটি উল্লম্ব তলে আবর্তন করে তাকে অনুভূমিক অক্ষ (Horizontal axis) অথবা ট্রুনিয়ন অক্ষ বলে। (Trunnion axis)

লাইন অব্ কলিমেশন (Line of collimation) ঃ যে কাল্পনিক রেখা টেলিস্কোপের অবজেক্ট গ্লাসের অপ্টিক্যাল সেন্টার এবং ডায়াফ্রামের ক্রস হোয়ারের ছেদবিন্দুকে যুক্ত করে তাকে লাইন অব্ কলিমেশন বলে।

টেলিস্কোপের অক্ষ (Axiz of telescope) ঃ এই কাল্পনিক্ রেখাটি টেলিস্কোপের অবজেক্ট গ্লাসের অপ্টিক্যাল সেন্টারও আইপিসের কেন্দ্র বিন্দুর সংযুক্তকারী রেখা।

বাব্ল টিউবের অক্ষ (Axis of bubble tube) ঃ এটি একটি কাল্পনিক্ স্পর্শকরেখা যা আপার প্লেটের সাথে যুক্ত বাব্ল টিউবের মধ্যবিন্দু দিয়ে অতিক্রম করে।

ফেস্ লেফট্ (face left) এবং ফেস্ রাইট (face right) ঃ কোনও স্টেশন বিন্দুতে থিওডোলাইট দিয়ে রিডিং নেওয়ার সময় যদি থিওডোলাইটের ভার্টিক্যাল স্কেলটি সার্ভেয়ারের বামদিকে থাকে তখন সেই অবস্থাকে বলা হয় ফেস্ লেফট। পক্ষান্তরে উল্লম্ব বৃত্তটি ডানদিকে থাকলে সেই অবস্থাটিকে ফেস্ রাইট বলে।



	°	'	"
Main Scale	30	40	
Vernier Scale		17	40
Reading	30	57	40

ফেস্ পরিবর্তন (চেঞ্জ ইন্ ফেস্) ঃ এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে টেলিস্কোপটির ফেস পরিবর্তন করা হয় অর্থাৎ ফেস্‌লেফট থেকে ফেস্ রাইট অথবা তার বিপরীত করা হয়।

ভার্নিয়ারের লিস্ট কাউন্ট এবং ভার্নিয়ের পাঠ (reading) গ্রহণ ঃ

এর পর ভার্নিয়ের থিওডোলাইটের রিডিং কি করে নেওয়া হয়। তার বিবরণ ঃ

প্রথমে নিম্নলিখিত তথ্যগুলি মনে রাখা প্রয়োজন।

১। মেইন স্কেল এর প্রধান ভাগ (Main division) গুলির মাপ 1°।

২। মেইন স্কেলের মেইন ডিভিশন তিনটি সমান অংশে বিভক্ত সুতরাং এক একটি অংশের মাপ 20 মিনিট ($d = 20'$)

৩। ভার্নিয়র স্কেলের কুড়িটি বড় এবং 60 (n)টি ছোট ভাগ রয়েছে। সুতরাং আগেই আলোচ্য ভার্নিয়ের লিস্টকাউন্ট = $\frac{d}{n} = \frac{20'}{60} = \frac{1'}{3} = \frac{1}{3} \times 60'' = 20''$

৪। সুতরাং ভার্নিয়ারের একটি ছোটভাগের লিস্ট কাউন্ট $20''$ এবং

৫। ভার্ণিয়ের একটি বড় ভাগের লিস্ট কাউন্ট $20'' \times 3 = 1'$

৬। ধরাযাক্ চিত্রটিতে থিওডোলাইটের মেইন স্কেলটি ও ভার্নিয়ার স্কেলটি রিডিং নেওয়ার অবস্থায় রয়েছে। ভার্নিয়ের O দাগটি মেন স্কেলের $30^{\circ}40'$ অতিক্রম করেছে। সুতরাং মেইন স্কেল থেকে প্রাপ্ত প্রত্যক্ষ রিডিং $30^{\circ}40'$ অতিক্রম করেছে। সুতরাং মেইন স্কেল থেকে প্রাপ্ত প্রত্যক্ষ রিডিং হল $30^{\circ}40'$

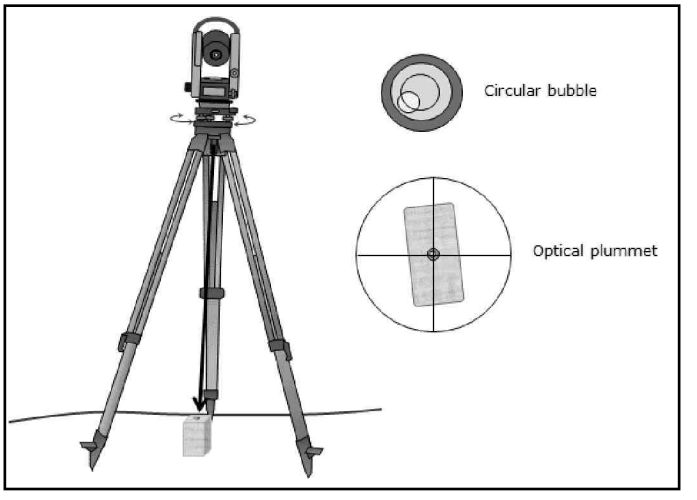
৭। আবার এর পরে ভার্নিয়ারে 17টি বড় ভাগে পর দ্বিতীয় ছোট ভাগটি মেইন স্কেলের কোন ভাগের সাথে মিলেছে। সুতরাং ভার্নিয়ার রিডিং হল $17 \times 1' + 2 \times 20'' = 17'40''$

৮। সুতরাং কোনটির পরিমাপ হল = মেইন স্কেলের মাপ + ভানিয়ারে মাপ

$$= \mathbf{30^{\circ}40' + 17'40'' = 30^{\circ}57'40''}$$

যা একটি Table এর সাহায্যে উপরে প্রদর্শিত হয়েছে।

থিওডোলাইটের অস্থায়ী অ্যাডজাস্টমেন্ট (Temporary adjustment of theodolite) ঃ যে কোন সর্ভের কাজে প্রতিটি স্টেশন বিন্দুতে প্রয়োজনীয় রিডিং এবং পরিমাপ নেওয়ার পূর্বে থিওডোলাইটি স্থাপন করতে যে সাময়িক বা অস্থায়ী অ্যাডজাস্টমেন্ট করতে হয় তাকেই টেম্পোরারী অ্যাডজাস্টমেন্ট বলে। প্রতিটি স্টেশনেই থিওডোলাইটে স্থাপনে এটি অবশ্য করণীয়।



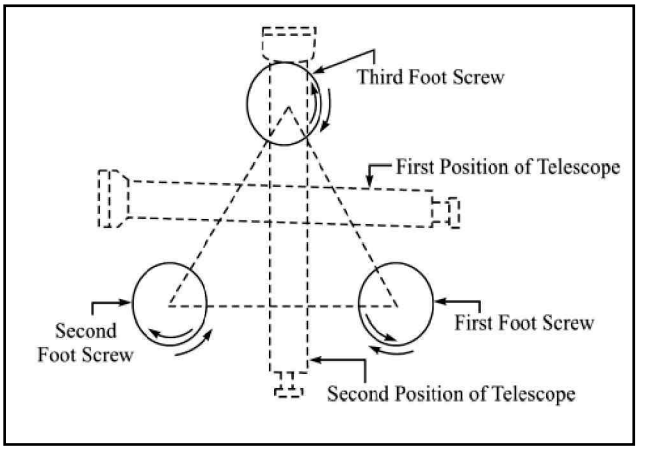
Centring of Theodolite

Temporary adjustment-র বিভিন্ন পর্যায়গুলি নিম্নে বর্ণিত হল।

1. স্টেশনে স্থাপন (Setting of theodolite) ঃ (i) প্রথমেই স্টেশনের সাথে উল্লম্ব রেখায় আনুমানিক ভাবে ত্রিপদ স্ট্যান্ডটির উপরে থিওডোলাইটকে স্থাপন করতে হবে।

(ii) ত্রিপদ স্ট্যান্ডের পায়াগুলির সঞ্চালনের মাধ্যমে বাবল্ টিউবে বাব্লের অবস্থান দেখে ত্রিপদের শীর্ষ তলটি অনুভুমিক বা লেভেল করা হয়।

(iii) সেন্টারিং (centering) ঃ এই পদ্ধতিতে ওলনের সাহায্যে (Plumb bob) থিওডোলাইটের উল্লম্ব অক্ষটিকে সঠিক ভাবে স্টেশনের উপরে স্থাপন করা হয়।



Levelling of Theodolite

2. থিওডোলাইটের লেভেলিং অথবা অনুভূমিক করণ ঃ (levelling of theodolite) ঃ এই পদ্ধতিটি ফুট স্ক্রু এবং বাবল টিউবের সহায়তায় নিম্ন বর্ণিত পদক্ষেপগুলির মাধ্যমে করা হয়।

(i) প্রথমে যে কোনও একজোড়া ফুট স্ক্রুকে প্লেট বাবলের সাথে সমান্তরাল রাখতে হবে। এরপর ফুট স্ক্রু দুটিকে সমানভাবে ভেতরের দিকে বা বাইরের দিকে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে বাবলটিকে বাব্ল টিউবের কেন্দ্রে আনতে হবে।

(ii) এরপর প্লেট বাবলটিকে 90° তে ঘুরিয়ে দিতে হবে যাতে এটি আগে উল্লিখিত ফুট স্ক্রু দুটির সংযুক রেখার সাথে সমকোনে থাকে। বাবল টিউবটির অভিমুখ পরিবর্তনের জন্য বাব্‌লটি কেন্দ্র থেকে বিচ্যুত হবে। এবার তৃতীয় ফুট স্ক্রুটিকে বাইরের দিকে বা ভিতরের দিকে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে বাব্‌লটিকে বাব্‌ল টিউবের কেন্দ্রে আনতে হবে।

(iii) এইবার আবার বাবল টিউবটিকে প্রথম অবস্থানে ফিরিয়ে এনে একই পদ্ধতির পুনরাবৃত্তি করতে হবে। এই পদ্ধতি একাধিকবার করার পর দেখা যাবে যে দুটি অবস্থানেই বাবলটি বাবলটিউবের কেন্দ্রে থাকছে।

(iv) এরপর থিওডোলাইটটিকে তার উল্লম্ব অক্ষের স্বাপেক্ষে 360° আবর্তণ করে ও যদি দেখা যায় বাবলটি কেন্দ্রে অবস্থান করছে তাহলে বোঝা যাবে যে লেভেলিং প্রক্রিয়া সম্পূর্ণ হয়েছে।

(3) **লম্বনজনিত ত্রুটি দুরীকরণ (Removing the parallex) ঃ**

(i) প্রথমে টেলিস্কোপটিকে নির্মল আকাশের দিকে অভিমুখ করে অথবা পরিস্কার সাদা কাগজ অবজেক্ট গ্লাসের সামনে রেখে আইপিস্‌টিকে ঘোরাতে হয় যতক্ষণ না চিত্রে প্রদর্শিত ক্রসহেয়ারগুলিপরিস্কার দেখা যায়।

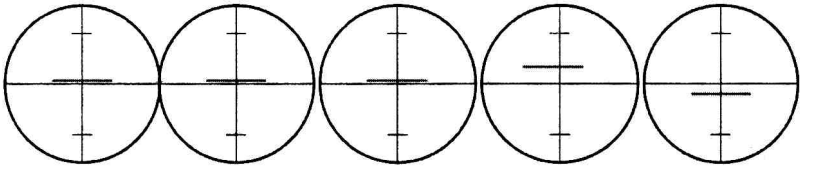
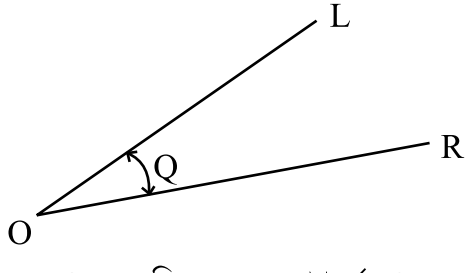


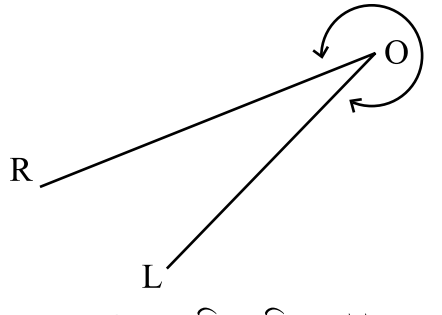
Fig : Elemination of parralex

(ii) এরপর টেলিস্কোপটিকে কোনও বস্তুর অভিমুখে রেখে প্রতিবিম্বটিকে পরিস্কার দেখার জন্য ফোকাসিং স্ক্রু ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে তার প্রতিবিম্বকে ক্রস হেয়ারের সমতলে সমাপতিত করা হয়। এই পদ্ধতিটি ঠিক হয়েছে কিনা তা পরীক্ষা করার জন্য চোখ এদিক্ ওদিক্ সরিয়ে দেখতে হবে। যদি দেখা যায় যে প্রতিবিম্বের স্বাপেক্ষে ক্রস হেয়ারের কোনও আপাত সরণ না হচ্ছে তাহলে বুঝতে হবে যে ফোকাসিংটি নিখুত হয়েছে।

অনুভূমিক কোণ পরিমাপের প্রত্যক্ষ পদ্ধতি ঃ



Q অনুভূমিক অন্তস্থ কোণ $\angle LOR$



Q অনুভূমিক বহিস্থ কোণ

ধরা যাক্ অনুভুমিক ∠LOR পরিমাপ করতে হবে। পরিমাপের পদ্ধতিগুলি পর্যায়ক্রমে নিম্নে দেওয়া হল —

(1) থিলডোলাইটি O স্টেশনে বসিয়ে Temporary adjustment এর যে পদ্ধতি পূর্বে আলোচিত হয়েছে তা অবলম্বনে যন্ত্রটি অস্থায়ী বা Temporary adjustment করতে হবে।

(2) ধরাযাক ওিডোলাইটি প্রাথমিক অবস্থায় face left অবস্থানে আছে।

(3) Lower Clamp কে আটকে দিয়ে upper clamp স্ক্রুটি আলগা করে Telescope টিকে ঘড়ির কাঁটার অভিমুখে ঘুড়িয়ে ভার্ণিয়ার সুচকের A বিন্দুটি মেইন স্কেলের O° তে এবং B বিন্দুটি মেইন স্কেলের 180° তে মোটামুটিভাবে নিয়ে আসা হল। এখন Upper Clamp টিও এঁটে দেওয়া হল এবং upper tangent Screw কে ঘুড়িয়ে তার সুক্ষ আবর্তনের মাধ্যমে A ও B তে যথাক্রমে O° ও 180°তে সঠিকভাবে মেলানো হল।

(4) এই অবস্থায় নীচের clampটিকে আল্গা করা হল এবং Telescopeটিকে L বিন্দুটিতে Ranging Rod রেখে মোটামুটিভাবে Range করা হয়। এই অবস্থায় Telescope টি ফোকাসিং ঠিক ভাবে হওয়া প্রয়োজন। এরপর lower clamp টিকে এঁকে দিয়ে lower tangent screw কে ঘুড়িয়ে, সুক্ষভাবে ঘুরিয়ে L বিন্দুতে সঠিকভাবে Range করা হল।

5) এবার lower clampটি আটকে দিয়ে upper clamp স্ক্রুকে আলগা করতে হবে এবং Telescope টিকে ঘুরিয়ে focussing এর মাধ্যমে R বিন্দুতে Ranging Rod রেখে মোটামুটি Range করতে হবে। upper clamp টিকে আটকে দিয়ে upper tangent screw কে সুক্ষভাবে ঘুরিয়ে R বিন্দুকে সঠিকভাবে Range করতে হবে। A, B ভার্নিয়ারের নিদর্শিত রিডিং নেওয়া হল।

6) এবার theodolite এর ফেস্ পরিবর্তন করে (changing of face) উপরোক্ত পদ্ধতিটি অনুসরণ করে পূণরায় ভার্ণিয়ার রিডিং নেওয়া হল।

7) এবার face left এবং face right দুটি অবস্থায় যা রিডিং নেওয়া হল তার গড় (Average) মানটি LOR সঠিক মান নির্দেশ করবে।

এই পদ্ধতিটি একটি টেবিলের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা হল।

সাধারণ পদ্ধতি

যন্ত্রের অবস্থান	দুরবীনের অভিমুখ	কোণ	অবজারভেশন	ভার্নিয়ার রিডিং		ভার্নিয়ারের কোণ		ভার্নিয়ারের কোণের গড় মান	অবজারভেশনের কোণের গড় মান	মন্তব্য
				A	B	A	B			
O	L	∠LOR	Face Left	$0^{\circ}0'0''$	$180^{\circ}0'0''$	$40^{\circ}40'20''$	$40^{\circ}40'20''$	$40^{\circ}40'20''$	$40^{\circ}40'20''$	
	R			$40^{\circ}40'20''$	$220^{\circ}40'20''$					
O	L	∠LOR	Face Right	$0^{\circ}0'0''$	$180^{\circ}0'0''$	$40^{\circ}40'20''$	$40^{\circ}40'20''$	$40^{\circ}40'20''$		
	R			$40^{\circ}40'20''$	$220^{\circ}40'20''$					

অনুভূমিক ও উল্লম্ব কোন পরিমাপের নীতি (Principles of measuring horizontal & vertical angle) ঃ

অনুভূমিক কোণের পরিমাপ ঃ

অনুভূমিক কোণ নির্ভূলভাবে পরিমাপ করার জন্য সাধারণত দুটি পদ্ধতি প্রচলিত আছে যার একটি হল Repitition পদ্ধতি আর একটি Reiteration পদ্ধতি। আমাদের আলোচ্যসুচীতে Repitition পদ্ধতিটি আলোচনা করা হল।

(1) Repitition পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতিতে একটি কোন বার বার যোগ করে এবং ঐ কোন সমষ্টিকে রিডিং-এর সংখ্যা দিয়ে ভাগ করে কোনের নির্ভুল পরিমাপ পাওয়া যায়। এই জন্য Repitition পদ্ধতিতে স্কেল Division জনিত কোন ত্রুটি দুরীকরণ সম্ভব। পদ্ধতিটি নিম্নরূপ।

1. ধরা যাক্ LOR পরিমাপ করতে হবে এবং থিওডোলাইট প্রাথমিক ভাবে face left অবস্থায় আছে।

2. পূর্বে সাধারণ পদ্ধতিতে বর্ণিত পদ্ধতি অনুযায়ী থিওডোলাইটিকে 'O' বিন্দুতে স্থাপন করে তার Temporary adjustment করতে হবে এবং ভার্ণিয়ার সুচক A ও B কে যথাক্রমে O° এবং 180° আনতে হবে।

3. এখন upper clampটি আটকে দিয়ে lower clampটিকে আলগা করতে হবে এবং telescopeটিকে ঘুরিয়ে L বিন্দুতে যথাক্রমে Lower Clamp Screw দ্বারা মোটামুটিভাবে এবং পর্যায়ক্রমে Lower Tangent Screw দ্বারা সঠিক ভাবে Range করতে হবে। মনে রাখা দরকার এ অবস্থায় ভার্ণিয়ার প্রাথমিক মান O°।

4. এবার upper clamp টি আলগা করতে হবে এবং Telescopeটিকে ঘুড়িয়ে আগের পদ্ধতি অনুযায়ী R বিন্দুতে সঠিকভাবে Range করতে হবে। Upper clampকে আটকে দিয়ে ভার্ণিয়ার A-র নির্দেশিত মান নেওয়া হয়। ধরা যাক এই মানটি 25°।

5. এবার Lower clampটি আলগা করে telescope ঘুরিয়ে পুনরায় L বিন্দুকে সঠিক ভাবে Range করা হল, এখানে মনে রাখা দরকার এই দ্বিতীয় পর্যয়ের প্রাথমিক রিডিং হবে 25°।

6. এবার lower clamp টিকে আটকে দিয়ে এবং upper clampটিকে আলগাকরে R বিন্দুকে সঠিকভাবে Range করা হল ধরা যাক এই অবস্থায় ভার্ণিয়ার A-র রিডিং নেওয়া হল। ধরা যাক্ এই রিডিংটি 50°।

7. পূনরায় একই পদ্ধতি অনুসরণ করে আরেকবার L এবং R এ রেঞ্জ করে রিডিং নেওয়া হল। ধরা যাক্ final রিডিং এল 75° সুতরাং

$$\angle \text{LOR} = \frac{\text{কোনের মাপের সমষ্টি}}{\text{বিডিং এর সংখ্যা}} = \frac{75^{\circ}}{3^{\circ}} = 25$$

7) এবার থিওডোলাইটের ফেস্ পরিবর্তন করে (changing the face) থিওডোলাইটটি face Right অবস্থায় উপরোক্ত Step (1) থেকে Step (7) পর্যন্ত্য পূণরায় অনুসরণকরে ভার্ণিয়ার A এবং ভার্ণিয়ার B-র রিডিং নেওয়া হল।

এই ভাবে সমস্ত রিডিংগুলির গড় মানই হল ∠LOR এর মান।

এই পদ্ধতিটি একটি টেবিলের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা হল।

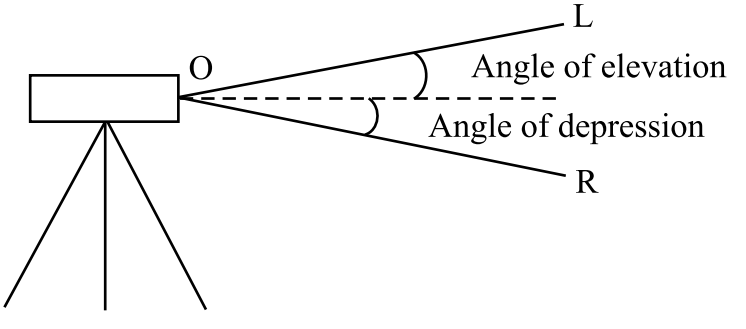
সাধারণ পদ্ধতি

যন্ত্রের অবস্থান	দুরবীনের অভিমুখ	ফেস্	কোণ	রিজিং-এর সংখ্যা	ভার্নিয়ার-এর প্রাথমিক রিডিং		ভার্নিয়ারের ফাইন রিডিং		ভার্নিয়ারের কোণের গড় মান		ভার্নিয়ার-এর গড় মান	সকল কোনের গড় মান	মন্তব্য
					A	B	A	B	A	B			
O	L	Left	∠LOR	1	0°0′0″	180°0′0″	50°40′20″	230°40′20″	50°40′20″	50°40′20″	50°40′20″	50°40′15″	
				2	50°40′20″	230°40′20″	101°20′40″	281°20′40″					
	R			3	101°20′40″	281°20′40″	152°01′00″	332°01′00″					
O	L	Right	∠LOR	1	0°0′0″	180°0′0″	50°40′0″	230°40′20″	50°40′0″	50°40′20″	50°40′10″		
				2	50°40′0″	230°40′20″	101°20′0″	280°20′20″					
	R			3	101°20′0″	281°20′20″	152°0′0″	332°0′20″					

রিপিটেশন পদ্ধতিতে অনুভূমিক কোণের পরিমাপ

উল্লম্ব কোনের পরিমাপ (Measurement of Vertical angle) ঃ

আনুভূমিক রেখা বা কলিমেশন রেখাএবং দৃষ্টিরেখা (line of sight) মধ্যবর্তী কোনের পরিমাপকে উল্লম্ব কোন (vertical angle) বলে। এই পদ্ধতিতে অনুভূমিক অক্ষরেখা (trurrion axis) টিকে প্রকৃত অনুভূমিক করা হয় এবং অনুভূমিকতলের স্বাপেক্ষে উল্লম্ব কোন (vertical angle) পরিমাপ করা হয়। কোনটি (line of Sight) যদি অনুভূমিক অক্ষের উপরে থাকে তাকে বলা হয় উন্নতি কোন (Angle of elevation)। অপরপক্ষে যদি তা নীচে থাকে তাকে বলা হয় অবনতি কোন (angle of depression)। উল্লম্ব কোন পরিমাপের পদ্ধতিটি নীচে দেওয়া হল।



1. মনে করা যাক্ O স্টেশন বিন্দু থেকে L বিন্দুর উল্লম্ব কোন পরিমাপ করতে হবে।

2. Theodolite টি O স্টেশনে বসিয়ে তার সেন্টরিং ও লেভেলিং করতে হবে।

3. বৃত্তাকার স্কেলের ভার্টিক্যাল সার্কেলের ভার্ণিয়ারের সুচকদুটি C এবং D Telescope-এর সাথে যুক্ত ভার্টিক্যাল সার্কেলের O - O দাগের সাথে মেলানো হল। টেলিস্কোপটি ক্ল্যাম্পের সাহায্যে দৃঢ়বদ্ধ করা হল।

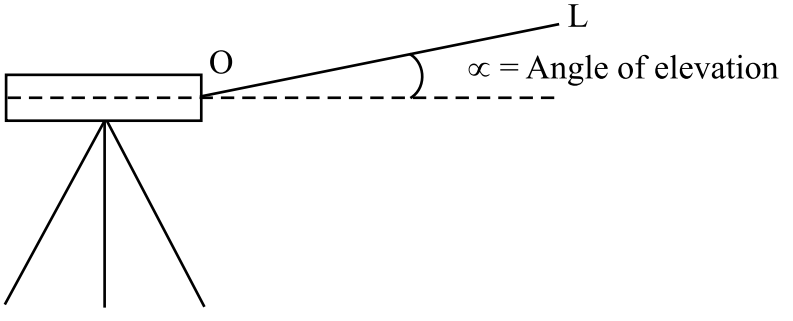
4. এরপর ক্লিপ স্ক্রুর সহায়তায় অলটিউড বাব্‌ল টিউবের বাবলটিকে মধ্যবর্তী স্থানে আনা হল। এই অবস্থায় কলিমেশন রেখাটি প্রকৃত ভাবে অনুভূমিক হল।

5. এবারে ক্ল্যাম্প স্ক্রুটিকে Loose করে টেলিস্কোপটিকে ধীরে ধীরে উঠিয়ে L বিন্দুতে নিবদ্ধ করা হল Tangent screw দ্বারা সঠিক ভাবে ফোকাস করে C এবং D উভয় ভার্ণিয়ারের মান নথিবদ্ধ করা হল। এবং তাদের গড় মান নেওয়া হয়।

6. এবার যন্ত্রটির ফেস পরিবর্তন করে একই পদ্ধতি পুনরাবৃত্তি করা হল এবং দুটি ভার্ণিয়ারে রিডিং নেওয়া হল।

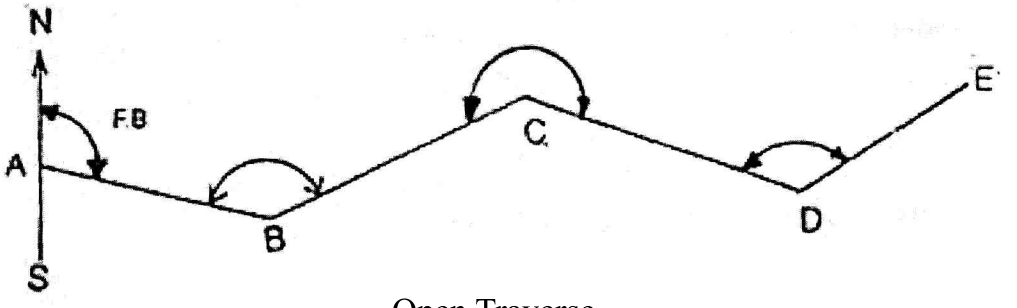
7. উপরে উল্লিখিত 5 এবং 6 নম্বর ধাপে বর্ণিত অর্থাৎ face left ও face right অবস্থায় প্রাপ্ত মাণ দুটির গড়মাণ নেওয়া হল যা উল্লম্ব কোনটির সঠিক পরিমাপ নির্দেশ করে।

8. উপরে বর্ণিত পদ্ধতির ধাপগুলির অনুসরণে আমরা উন্নতি কোনের ন্যায় অবনতি কোন মাপতে পারি।



থিওডোলাইট ট্রাভার্সিং (Theodolite Traversing)

ট্রাভার্স সার্ভে হল পরপর কয়েকটি সংযুক্ত রেখার সমাহার যেগুলির দৈর্ঘ্য ফিতা বা চেইন-এর সাহায্যে এবং দিক্ কোন মাপক যন্ত্র দিয়ে মাপা হয়। যার শুরুর এবং শেষের স্টেশন একই বিন্দুতে মিলে যখন রেখাগুলি দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্র তৈরী করে, তাকে ক্লোজড ট্রাভার্স (closed traverse) বলে। যদি শুরুর এবং শেষের বিন্দু একই বিন্দু না হয় তাকে ওপেন ট্রোডার্স বলে (Open Treverse)।



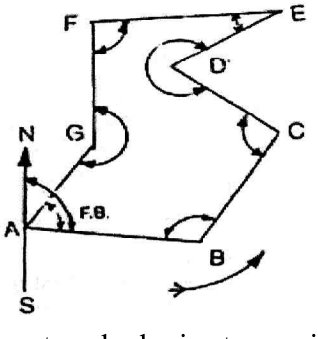
Open Traverse

থিওডোলাইট ট্রাভার্সিং-এ থিওডোলাইট কোন্ পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয়। এবং লাইনের দৈর্ঘ্য চেইনের বা ফিতার সাহায্যে মাপা হয়।

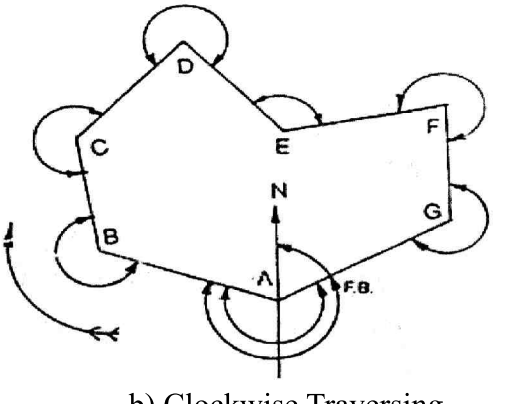
ট্রাভার্সিং-এর পদ্ধতি ঃ তিন রকম পদ্ধতিতে থিওডোলাই ট্রাভার্সিং এর কাজ সম্পন্ন করা হয়।

1. অন্তঃকোন (Included Angle) পদ্ধতি।
2. বিচ্যুতিকোন (Deflection Angle) পদ্ধতি।
3. ম্যাগনেটিক বিয়ারিং (Magnetic Bearing) পদ্ধতি।

1. অন্তঃকোন (Included Angle) পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতি ক্লোজড ট্রাভার্সের জন্য সবথেকে সঠিক পদ্ধতি। ট্রভার্সটি ঘড়ির কাঁটার দিকে অথবা ঘড়ির কাঁটার বিপরীতেরমত চালিত করা যেতে পারে। সাধারণত ক্লোজড ট্রাভার্স ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে চালনা করা হয়। এই পদ্ধতিতে প্রথম লাইনটির বিয়ারিং নেওয়া হয়। তারপর ট্রাভার্সের অন্তঃকোনগুলি মাপা হয়। নিম্নে ঘড়ির কাঁটার দিকে এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ট্রাভার্সের ছবি দেওয়া হল।



a) Counter-clockwise traversing

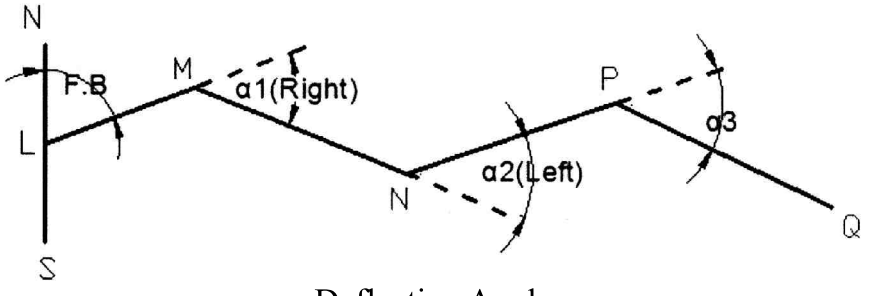


b) Clockwise Traversing

Traversing by included angle method

কোনগুলি রিপিটেশন পদ্ধতিতে এবং দুই ফেসেই নেওয়া হয় এবং দুটি ভার্নিয়ারের রিডিং নেওয়া হয়।

2. বিচ্যুতি কোন (Deflection angle) পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতিটি ওপেন ট্রাভার্সের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় এবং নদী, রাস্তা, রেলপথ ইত্যাদির সার্ভের সময় এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। নিম্নে বিচ্যুতি কোনের সাহায্যে ওপেন ট্রাভার্সের ছবি দেওয়া হল।



Deflection Angle

এই পদ্ধতিতে ধরা যাক্ প্রথমে L স্টেশনের উপর থিওডোলাইটটি সঠিক পদ্ধতিতে রেখে LM লাইনের বিয়ারিং নেওয়া হল। তারপর থিওডোলাইটটিকে M স্টেশনে সঠিকভাবে রেখে A ভার্ণিয়ারটিতে O° সেট করে L এর দিকে ব্যাক সাইটি, করা হল। তারপর টেলিস্কোপটিকে ট্রানজিট করা হল। এরপর আপার প্লেটটিকে লুজ করে টেলিস্কোপটিকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিয়ে N এর দিকে ফোরসাইটিং (Fore sight) করা হল। এরপর উভয় ভার্নিয়ারের রিডিং নিয়ে তার গড় করে যে মান পাওয়া গেল তা হল MN রেখার বিচ্যুতি LM লাইন্ থেকে। এরপর একইভাবে N, P, Q স্টেশনে থিওডোলাইট বসিয়ে প্রত্যেকটি স্টেশনের বিচ্যুতি কোন মাপ হল।

B) থিওডোলাইটের ত্রুটির উৎস ঃ (sources of error in theodolite work) থিওডোলাইটের ত্রুটির উৎসকে তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়।

(1) যান্ত্রিক ত্রুটি (Instrumental error)

(2) ব্যাক্তিগত অথবা দৃশ্যজনিত ত্রুটি (Personal or observational error)

(3) প্রাকৃতিক ত্রুটি (Natural error)

(1) যান্ত্রিক ত্রুটি (Instrumental Error) ঃ

(i) লোয়ার সার্কুলার প্লেটটি সঠিকভাবে অনুভূমিক না থাকা জনিত ত্রুটি। (Non adjustment of plate level) । এর ফলে অনুভূমিক কোন (Horizontal angle) এবং উল্লম্ব কোনের (vertical angle) পরিমাপের ত্রুটি হয়। এই ত্রুটিতে সর্বনিম্ন করা যায় যদি যন্ত্রটিকে অলটিউট বাবলের সাথে লেভেল করা হয়।

(ii) কলিমেশন রেখাটি অনুভূমিক অক্ষের সাথে সমকোণে না থাকা জনিত ত্রুটি (the line of collimation not being perpendicular to horizontal axis) :—এর ফলে দুটি ভিন্ন তলে অবস্থিত দুটি বিন্দুর কোনের পরিমাপে ত্রুটি থেকে যায়।

এই ত্রুটি— ফেস্ লেফট্ এবং ফেস্ রাইট অবজারভেশন নিয়ে গড় পরিমাপ করে দুর করা যেতে পারে।

(iii) অনুভূমিক অক্ষটি উল্লম্ব অক্ষের সাথে সমকোনে না থাকা জনিত ত্রুটি (The horozontal axis not being perpendicular to the vertical axis) ঃ এই ত্রুটির ফলে কলিমেশন রেখাটি উল্লম্বতলে সঠিকভাবে ঘুরে না যদি উঠানো বা নমানো হয়, যার ফলে অনুভূমিক এবং উল্লম্ব কোনের পরিমাপে ত্রুটি হয়।

এই ত্রুটি দর করা যায় যদি ফেস লেফট এবং ফেস রাইট অবজারভেশন নিয়ে তাদের গড় মান নেওয়া হয়।

(iv) কলিমেশন রেখা এবং টেলিস্কোপ এর অক্ষ পরস্পর সমান্তরাল না হওয়া জনিত ত্রুটি। (The line of collimation and the axis of telescope not being parallel to each other) ঃ এই যান্ত্রিক ত্রুটিতে। Verticalvernier এর জিরো লাইনটি সঠিক Reference line হবে না যার ফলে vertical angle এর পরিমাপের ত্রুটি হতে পারে। এই ত্রুটি (error)টি উপেক্ষা করা যেতে পারে যদি আমরা Telescope এর সাধারণ অবস্থায় (যখন বাব্‌ল টিউবটি Telescopeএর উপরে) এবং Telescopeটি যখন উল্টো অবস্থায় (অর্থাৎ যখন Bubble tube টি Telescope এর নীচে) তখন vertical angle মাপা হয় এবং তাদের গড় নেওয়া হয়।

(v) আপার প্লেট এবং লেয়ার প্লেট-এর অক্ষদুটি সমকেন্দ্রিক (concentric) না হওয়া জনিত ত্রুটি। (The axis of both upper and lowar plate note being concentric)

(vi) ভার্ণিয়ার এবংমেইন স্কেলের ভাগগুলি অসম হওয়ার জন্য ত্রুটি (The graduation being unequal)

(vii) ভার্টিক্যাল ক্রস হেয়ার ver exactly Vertical না হওয়া জনিত ত্রুটি।

ব্যক্তিগত অথবা দৃশ্যজনিত ত্রুটি (Personal or observaitonal error) ঃ

(i) থিওডোলাইটটি exactly স্টেশনের উপর centring না করতে পারা (Inaccurate centring)

(ii) থিওডোলাইটটি সঠিক ভাবে লেভেলিং না করতে পারা (inaccurate levelling)

(iii) ভুল টানজেন্ট স্ক্রু দ্বারা কাজ করা (working on wrong tangen screw)

(iv) Parallax

(v) Point of sight কে সঠিক ভাবে bisect না করা এবং রেনজিং রডটিকে exactly vertical ভাবে না ধরা।

(vi) অন্যান্য ত্রুটি (Other error) ঃ

যেমন (1) Vernier set করতে ভুল করা

(2) মেইন স্কেল এবং ভার্ণিয়ার স্কেল রিডিং নিতে ভুল করা।

(3) লিখতে ভুল করা রিডিং নেওয়ার সময়।

প্রাকৃতিক কারণ জনিত ত্রুটি (Natural error) ঃ

(1) উচ্চ তাপমাত্রার কারণে প্রতিসরণ জনিত ত্রুটি (High temp causing irregular refrection)

(2) ঝড়ের কারণে যান্ত্রিক কম্পনের জন্য ত্রুটি।

(3) সূর্যের আলো জনিত ত্রুটি।

চেক্ অন ক্লোজ ও ট্রাভার্স (Check on closed traverse) ঃ

(1) বহুভূজে অন্তঃকোনের সমষ্টি = $(2n - 4) \times 90^{\circ}$

(2) বহুভুজের কোনের সমষ্টি = প্রত্যেক বাহুর বিচ্যুতি কোনের সমষ্টি — 360°

(3) নরদিং এর গাণিতিক সমষ্টি = সাউদিং এর গণিতিক সমষ্টি।

(Sum of Northing) = Sum of southing

(4) ইষ্টিং এর গাণিতিক সমষ্টি = ওয়েস্টিং এর গাণিতিক সমষ্টি

(Sum of easting) = (Sum of westing)

(5) লাটিটিউড এর গাণিতিক সমষ্টি = O

(6) ডিপারচারের গাণিতিক্ সমষ্টি = O

ল্যাটিটিউড এবং ডিপারচার নির্ণয় (Computation of latitude and departure) ঃ

থিওডোলাইট ট্রাভার্স অন্তঃকোন (Interior / included Angle) অথবা বিয়ারিং অনুযায়ী অঙ্কন করা হয় না। এটা অঙ্কন করা হয় প্রতিটি লাইনে latitude এবং Departure নির্ণয় করে প্রতিটি স্টেশনের স্বাধীন স্থানাঙ্ক (independent Co-ordinate) নির্ণয় করার পর।

কোন রেখার (line) ল্যাটিটিউড উত্তর-দক্ষিণ (North South) -এর সমান্তরালভাবে মাপা হয় এবং ডিপার্চার (Departure) মাপা হয় পূর্ব পশ্চিম-এর সমান্তরাল ভাবে।

Conversion of W.C.B. to R.B.

WCB between	Corresponding RB	Quadrant
0° and 90°	RB = WCB	NE
90° and 180°	RB = 180° – WCB	SE
180° and 270°	RB = WCB – 180°	SW
270° and 360°	RB = 360° – WCB	NW

Computing Latitude and Departure

Line	Length	Reduced Bearing	Latitude (L Cosq)	Departure (L Sinq)
AB	L	NθE	+ L Cosθ	+ L Sinθ
BC	L	SθE	– L Cosθ	+ L Sinθ
CD	L	SθW	– L Cosθ	– L Sinθ
DA	L	NθW	+ L Cosθ	– L Sinθ

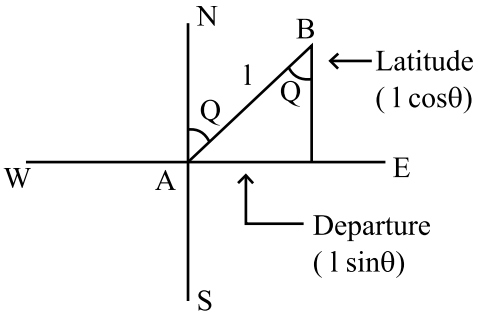
Computing Consecutive Co-ordinates

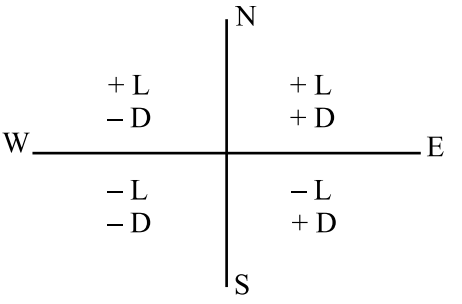
			Consecutive Co-ordinates			
Line	Length	Reduced Bearing	Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)
AB	L	NθE	L Cosθ		L Sinθ	
BC	L	SθE		L Cosθ	L Sinθ	
CD	L	SθW		L Cosθ		L Sinθ
DA	L	NθW	L Cosθ			L Sinθ

Example of independent co-ordinate of points of Traverse

ধরাযাক starting স্টেশন A-র স্থানাঙ্ক (+250, +250) যাতে করে সমস্ত Traverse টি first qurdent এ থাকে

Consecutive Co-ordinate						Independent Co-ordinate		
Point	Line	Northing (+)	Southing (–)	Easting (+)	Westing (–)	Northing (+)	Easting (+)	Remarks
A						250.00	250.002	A is the starting point of traverse
B	AB		115.00		40.00	135.00	210.00	
C	BC	5		50.00		140.00	260.00	
D	CD	80.00		25.00		220.00	285.00	
A	DA	30.00			35.00	250.00	250.00	
Total		+115.00	–115.00	75.00	–75.00			





Latitude and departure

নিম্নলিখিত ভাবেও latitude এবং Departure নির্ণয় করা হয়।

নরদিং (Northing) = উত্তর (North) দিকের ল্যাটিটিউড = +L

সাউদিং (Southing) = দক্ষিণ (South) দিকের ল্যাটিটিউড = –L

ইষ্টিং (Easting) = পূর্ব (East) দিকের ডিপারর্চার = +D

ওয়েস্টিং (Westing) = পশ্চিম (West) দিকের ডিপারর্চার = –D

Unit - 7
বিল্ডিং ড্রয়িং পঠন (Reading of Building Drawing)

Building বা বাড়ী ঃ প্রাকৃতিক বিপর্যয় থেকে সুরক্ষা ও চুরির হাত থেকে সুরক্ষার জন্য স্থায়ী বা অর্দ্ধ অস্থায়ী আশ্রয়কেই বাড়ী বলে।

Building Drawing ঃ কাগজে বাড়ী নির্মাণের জন্য প্রয়োজনীয় ছবি আঁকার পদ্ধতি বা ছবিকে Building Drawing বলে।

Planning of Building ঃ উদ্দেশ্য ভিত্তিক ব্যবহারিক সুবিধার্থে ঘরের আপেক্ষিক বিন্যাসের পরিকল্পনা করাকেই Building Planning বলে। এজন্য নিম্নলিখিত বিষয় বিচার্য্য —

i) সন্নিহিত পরিবেশ ও তার জলবায়ু। ii) নির্মাণের উদ্দেশ্য। iii) আর্থিক ক্ষমতা। iv) নিয়ামক সংস্থার নির্মাণ সংক্রান্ত বিধি নিষেধ। iv) নির্মাণর পদ্ধতি ও উপাদান।

Orientation বা দিক মুখিতা ঃ Meridian এর সাপেক্ষে সর্বাধিক আলো বাতাসের প্রাপ্তির জন্য বাড়ীর সামগ্রিক অবস্থানিক বিন্যাসকে দিকমুখীতা বা Orientation বলে।

Line Plan ঃ Line Plan হল সাধারণভাবে সমস্ত ঘরের আপেক্ষিক অবস্থান ও size বোঝাবার জন্য single line দ্বারা অঙ্কিত ছবি।

Sectional Plan of a building ঃ এটি একটি Building এর window sill level-এ একটি অনুভূমিক তল দ্বারা cut করার পর Buildingটির cutting plane এর নীচের অংশের উপর থেকে দেখা আংশিক ছবি। এরদ্বারা Building এর বিভিন্ন অংশের Dimension জানতে পারি।

Front Elevation : একটি Building এর সামনে থেকে দেখে উলম্ব তলে অঙ্কিত ছবিকে Front elevation বলে।

Sectional elevation ঃ এটি একটি Building এর উল্লম্ব তলের দ্বারা cut করার পর ভাগকৃত অংশের উল্লম্বতলে অংকিত ছবি। যার মাধ্যমে আমরা Building এর বিভিন্ন অংশের Dimension এবং বিশদ বিবরণ জানতে পারি।

Site Plan ঃ এটি একটি ছবি যেটি আঁকা হয় একটি Building এর চারিপাশের Plot, বাড়ি, ড্রেন, রাস্তার অবস্থান এবং Building এর Orientation বোঝাবার জন্য।

Brick ঃ এটি একটি আয়তঘনাকার মাটির তৈরী Block যেটি Hard এবং Compact করার জন্য আগুনের পোড়ানো হয়। এটি সাধারণত কোন structure এর ইঁটের দেওয়াল তৈরীতে ব্যবহার করা হয়।

Brick সাধারণত দুই প্রকার।

1) Modular Brick (Normal size 200x100x100mm) এটি মর্টার সমেত Dimension, মর্টার ছাড়া Actual size - 190x90x90mm)

2) Traditional Brick – Normal size 254x127x76mm এবং Actual size 248x121x70mm

Foundation ঃ কোন কাঠামোর যে অংশ মাটির কোন সুস্থিত স্তরে কাঠামোর নিজস্ব ও আরোপিত ভারকে মাটির ভারসহ ক্ষমতার মধ্যে সীমিত রেখে সঞ্চালন করে তাকেই কাঠামোর বুনিয়াদ/ভিত/Foundation বলে। এটি একই সাথে কাঠামোর পার্শ্বীয় চ্যুতি এবং উল্টো যাওয়ার সম্ভবনাকে বহুলাংশে প্রতিরোধ করে এবং নির্মাণ কাজের উর্দ্ধতন অংশের জন্য সুস্থিত ভিত্তিভূমি প্রদান করে।

Super Structure ঃ কাঠামোর Plinth এর উপরিস্থ অংশ যা functional space বা ব্যবহারিক স্থান তৈরী করে তাকে Super Structure বলে।

Plinth ঃ কাঠামোর যে অংশ Ground Floor ও G. L. এর মধ্যবর্তী অংশ থাকে তাকে Plinth বলে। এটি মূলত বাসিন্দাদের জমিজমা ও বিবরসৃষ্টিকারী প্রাণীদের উৎপাত থেকে আংশিক সুরক্ষিত রাখে।

D.P.C. ঃ Damp proof course হল কৈশিক ক্রিয়ায় ভূগর্ভস্থ জলের উত্থান প্রতিহতকারী আস্তরণ।

Sill ঃ এটি দরজা বা জানালার নিম্নতম অনুভূমিক অংশ।

Carnice ঃ ছাদ ও দেওয়ালের সন্ধিস্থলে দেওয়াল থেকে নির্গত হয়ে মূলত: সন্ধিস্থলের জল চোঁয়ান বন্ধ করে তথা দৃশ্যত: কাঠামোর অলঙ্কার করে।

Jamb ঃ দরজা এবং জানলার finished opening এর দুপাশের উল্লম্ব তল দুটিকে Jamb বলে।

Reveals ঃ Reveals হলো window এবং door frame বাইরে Jamb এর অংশ।

Weathering ঃ কোন structure এর ঢালু Top surface যে অংশ দিয়ে বৃষ্টির সহজে বাইরে বহিয়া যায় সেটিকে Weathering বলে।

Throating ঃ Cornice, Coping Chajja নীচের দিকে groove কাটা অংশকে Throating বলে।

Lintel ঃ একটি অনুভূমিক flexural structural member যেটি দরজা এবং জানলার খোলা অংশের উপরের অংশের ভার বহন করে, তাহাকে lintel বলে।

Chajja ঃ একটি structural member যেটি দরজা এবং জানলার opening এর উপর অংশ থেকে Projected হয়ে থাকে এবং বৃষ্টির জল এবং সূর্যের আলো থেকে দরজা এবং জানলাকে রক্ষা করে। তাকে Chajja বলে।

Floor ঃ একটি পরিস্কার, মসৃণ, নিশ্চিদ্র অনুভূমিক তল Building এ বসবাসকারীদের ব্যবহারের জন্য provide করা হয় তাকে Floor বলে। Ground level এর Floor গুলিকে Ground Floor বলে। অন্যান্য upper level এর তল গুলিকে upper floor বলে। Floor এর নিম্নলিখিত বৈশিষ্টগুলি থাকতে হবে।

1) এটি শক্তিশালী এবং স্থিতিশীল হবে।

2) অগ্নি প্রতিরোধক, শব্দ প্রতিরোধক, Damp প্রতিরোধক এবং তাপ প্রতিরোধক হতে হবে।

Roof ঃ Building এর সব থেকে উপরি তলের অংশ যেটি Building এর ভেতরে জল পড়া থেকে, Building কে তাপ প্রবাহ ইত্যাদি থেকে রক্ষা করে তাকে Roof বলে।

Stair ঃ কোন Building এর বিভিন্ন তলের মধ্যে যোগাযোগের জন্য যে সারিকৃত ধাপ তৈরী করা হয় তাকে Stair বলে। এটিকে আবার Trade, riser, stringers, hand rail ইত্যাদি দ্বারা সুসংগঠিত অংশ বলা যায়, যার মাধ্যমে প্রতিটি floor উঠা নামা করা যায়।

Parapet ঃ Roof ব্যবহার কারীদের নিরাপত্তার জন্য Roof এর চারিদিকে ঘেরা দেওয়ালকে Parapet বলে।

Ghoondi ঃ Roof এবং Parapet এর সংযোগ স্থল থেকে বৃষ্টির জলের সহজে Drinage এর জন্য যে arrangement করা হয় তাকে Ghoondi বলে।

Gable ঃ Sloped roof এর দেওয়ালের উপরের ত্রিভজাকৃতি কংক্রীট অংশকে Gable বলে।

Threshold ঃ মাটি থেকে Plinth পর্যন্ত্য পৌঁছানোর জন্য পরপর সাজানো ধাপযুক্ত সিঁড়িকে Thresold বলে।

Excavation plan or settng out plan ঃ Buildng plan অনুযায়ী বিভিন্ন দেওয়াল, কলম ইত্যাদির জন্য মাটি কাটার এবং centre line এর চিহ্ন দেওয়ার পদ্ধতিকে excavation plan or setting out plan বলে।

Excavation plan বা Setting out plan এর পদ্ধতি ঃ

ছোট বাড়ীর মাটি কাটার লাইন দেওয়ার জন্য প্রথমে সমস্ত Building টি (আয়তকার বা বর্গাকার) ক্ষেত্রটির কর্ণ মাটিতে Peg দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। এই লাইনটি Reference line হিসাবে কাজ করে। এরপরে একই ভাবে ঐ ক্ষেত্রের অপর কর্ণটি মার্ক করে Peg পোঁতা হয়। এই ভাবে Building টির বড় আয়তাকার ক্ষেত্রটি মার্ক করা হয়। এর পর ঐ Reference line এর peg গুলির দুই ধারে একই দূরত্বে ভিতের চওড়া অনুযায়ী peg পোঁতা হয়। ঐ পেগগুলিকে সুতো দিয়ে যোগ করে সুতো বরাবর চুনের দাগ দেওয়া হয়। এরপর ধীরে ধীরে বাকী সমস্ত ঘরগুলি ভিতের চওড়া অনুযায়ী peg পুঁতে সুতোর লাইন বরাবর চুন দিয়ে মাটির কাটার দাগ দেওয়া হয়। মাটি কাটার পূর্বে সমস্ত centre line peg গুলিকে 2m করে sift করতে হবে এবং pag গুলি মাটি থেকে 150mm উপরে concrete দিয়ে স্থাপন করতে হবে যাতে করে তা Building এর দেওয়াল plainth level ওঠা পর্যন্ত্য তা স্থায়ী থাকে। সমকোন set out করতে গেলে 3, 4 এবং 5 পদ্ধতি ব্যবহার করা যেতে পারে বা Trisquare, Theodolite অথবা Prismatic compass ইত্যাদি ব্যবহার করা যেতে পারে।

Unit - 8

জি.পি.এস. এওয়াড়নেস (G.P.S. Awareness)

ভূমিকা ঃ গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম বা জি.পি.এস একটি বিশ্বজনীন অবস্থান নির্ণয়ক ব্যবস্থা যা কৃত্রিম উপগ্রহর (Satelite) নেটওয়ার্ক দ্বারা পরিচালিত হয় এবং কোনবস্তুর বা স্থানের সঠিক অবস্থান চিহ্নিত করণে ব্যবহৃত হয়। এই ব্যবস্থার দ্বারা স্থির বস্তুর অবস্থানকে যেমন সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় তেমনই গতিশীল বস্তুরও সময়ের সাথে সাথে অবস্থান নির্ণয় করা যায়। প্রথমটিকে বলা হয় Static Positioning যা ইদানিং বহু কাজে ব্যবহৃত হচ্ছে এবং দ্বিতীয়টিকে বলা হয় কাইনেমেটিক পজিশনিং যা নেভিগেশনের কাজে ব্যবহৃত হয়। এটি একটি একমুখী ব্যবস্থা যেখানে observer কেবলমাত্র (G.P.S.) স্যাটেলাইটে প্রেরিত সংকেত শুধুমাত্র গ্রহণ করতে পারে। আজকের যুগে সঠিক অবস্থান জানার জন্য এই যন্ত্রটি প্রায় সর্বক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। আজকের দিনে সমস্ত যানবাহন, গাড়ি, জাহাজ প্লেনে এর ব্যবহার অপরিহার্য এবং সেই সঙ্গে মানুষেরওবিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত সমস্ত ল্যাপটপ, মোবাইল সকল প্রকার আধুনিক প্রযুক্তিতেই জিপিএস রিসিভার বিদ্যমান।

উদ্ভাবন (History) ঃ মার্কিন সামরিক বাহিনী প্রথম এই প্রযুক্তিতে 1977 সালে তাদের নিজস্ব প্রয়োজনে প্রয়োগ করে। পরবর্তী পর্যায়ে পৃথিবীর সমস্ত জায়গা থেকেই সাধারণ কাজে ব্যবহার যোগ্য স্বয়ং সম্পূর্ণএকটি ব্যবস্থা হিসাবে এটির প্রয়োগ হয়ে আসছে।

জি পি এস-এর তিনটি কম্পোনেন্ট ঃ

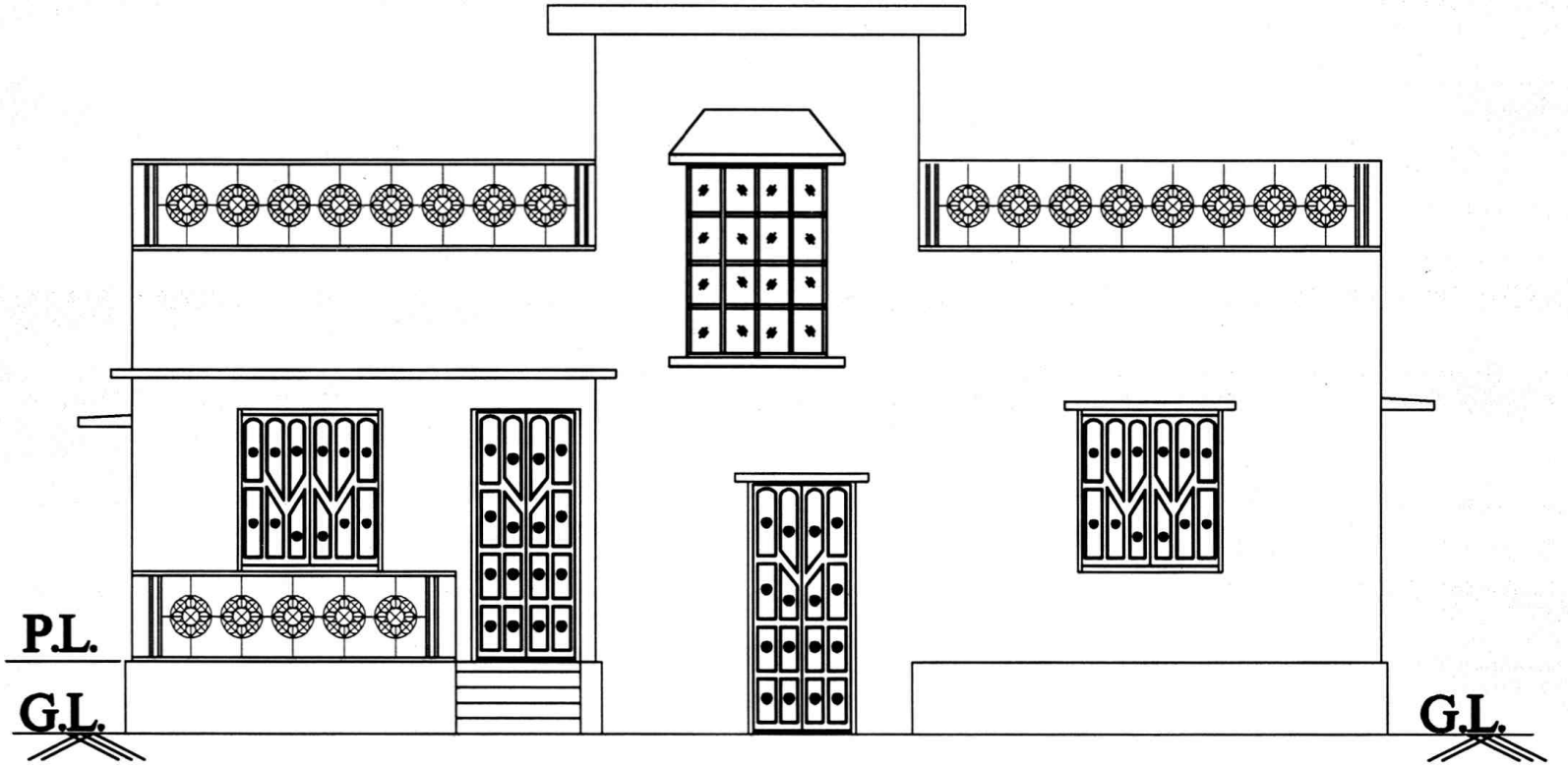
(1) **স্পেস সেগমেন্ট ঃ** এই কম্পোনেন্টে পৃথিবীর চারদিকে ঘূর্ণায়মান ২৪টি স্যাটেলাইট এমনভাবে স্থাপন করা আছে যাতে করে পৃতিবীর যেকোন জায়গা থেকে নুন্যতম চারটি স্যাটেলাইট-এর সিগ্ন্যাল বা সংকেত রিসিভ করা যায়। মনে রাখা দরকার এই চারট স্যাটেলাইট-এর সংকেত একসাথে না পাওয়া গেল জি পি এস দ্বারা সঠিক কাজ সম্ভব নয়।

(2) **ইউজার সেগমেন্ট ঃ** এই সেগমেন্টে আছে আকার এবং ক্ষমতা অনুযায়ী বিভিন্ন দরনের জি পি এস রিসিভারস যা স্যাটেলাইট প্রেরিত সংকেত গ্রহণ করে। এই সেগমেন্টটি জি পি এস ব্যবহারকারীদের সংশ্লিষ্ট।

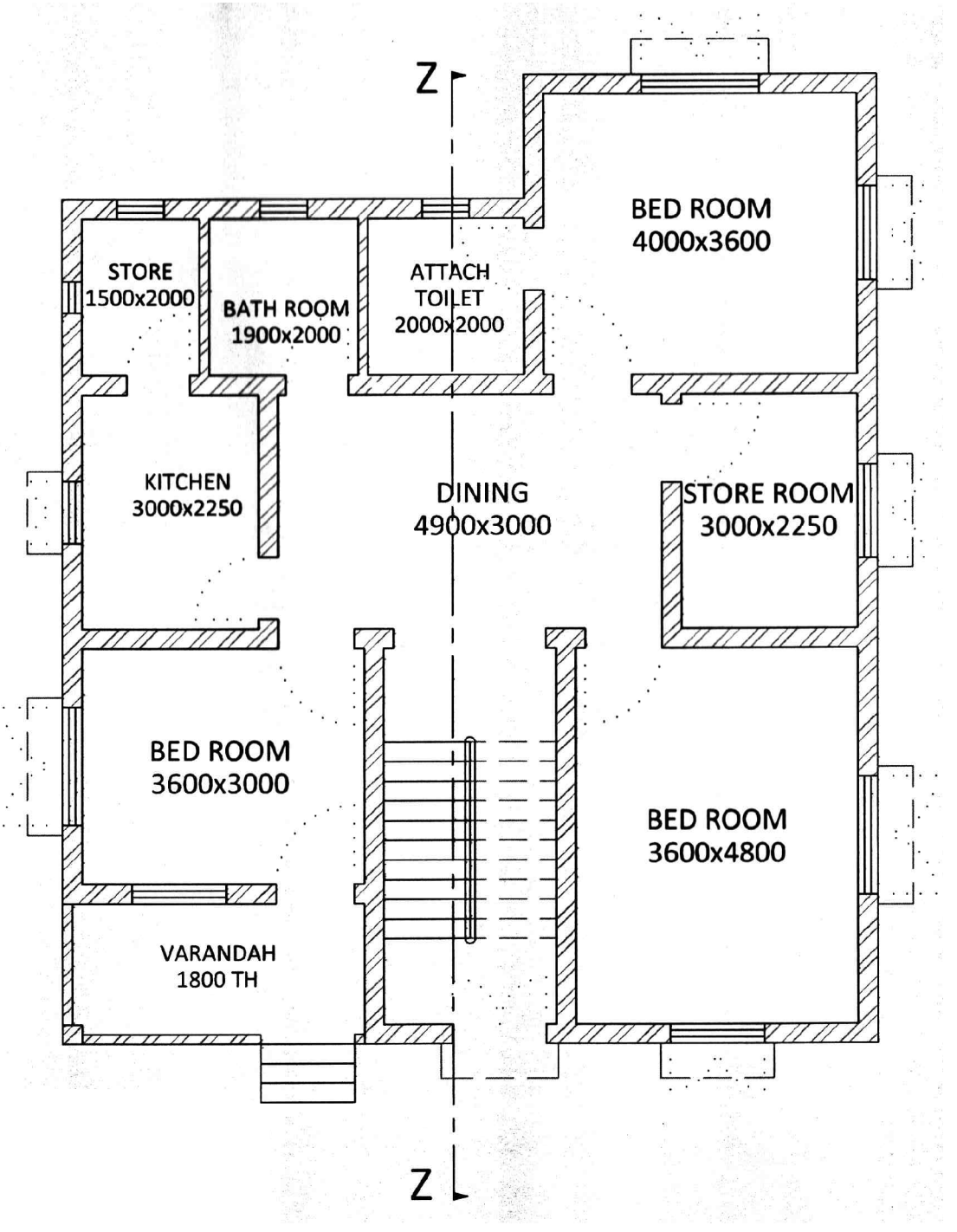
(3) **কন্ট্রোল সেগমেন্ট ঃ** এই সেগমেন্টে একটি মাস্টার কন্ট্রোল স্টেশন সহ পাঁচটি মনিটরিং স্টেশন থাকে যা স্যাটেলাইটগুলির অবস্থান জনিত বা কক্ষজনিত অবস্থাকে নিয়ন্ত্রণ করে।

জি পি এস-এর প্রয়োগ ঃ

1. সার্ভের কাজে ঃ আধুনিক যুগে জি পি এস-এর ব্যবহার ব্যাপক এবং বহুল প্রকার। যেমন (a) ট্রাঙ্গুলেশনের কাজে বেসলাইনের নিখুত পরিমাপ। (b) সি টি সার্ভে (c) ক্যাডাসটাল ম্যাপিং। (c) এরিয়ার পরিমাপ। দুরূহ জায়গার, রাস্তার বা নদীর সার্ভে প্রভৃতি।
2. রিমোট সেন্সিং ও জি. আই. এস।
3. নেভিগেশন
4. মিলিটারি

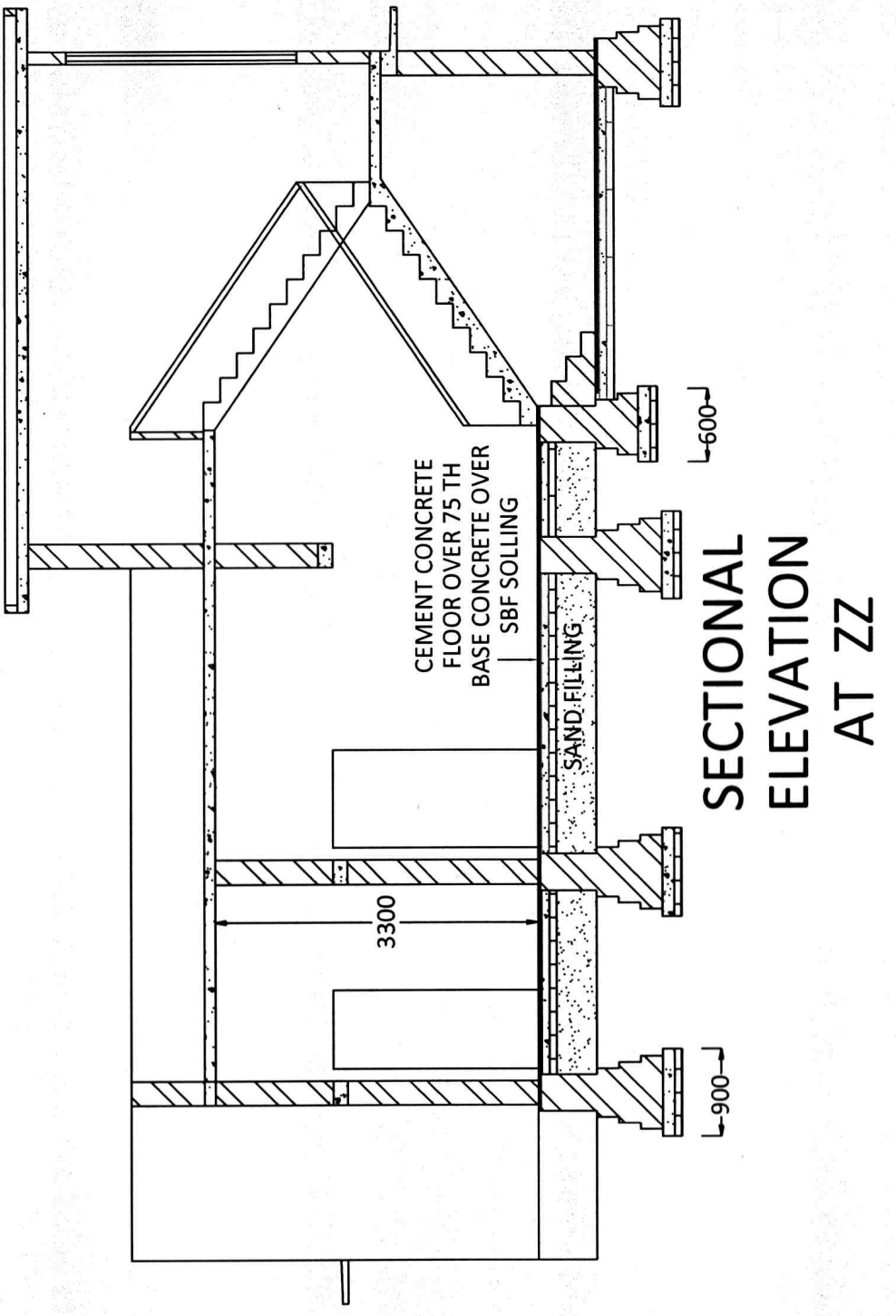


FRONT
ELEVATION

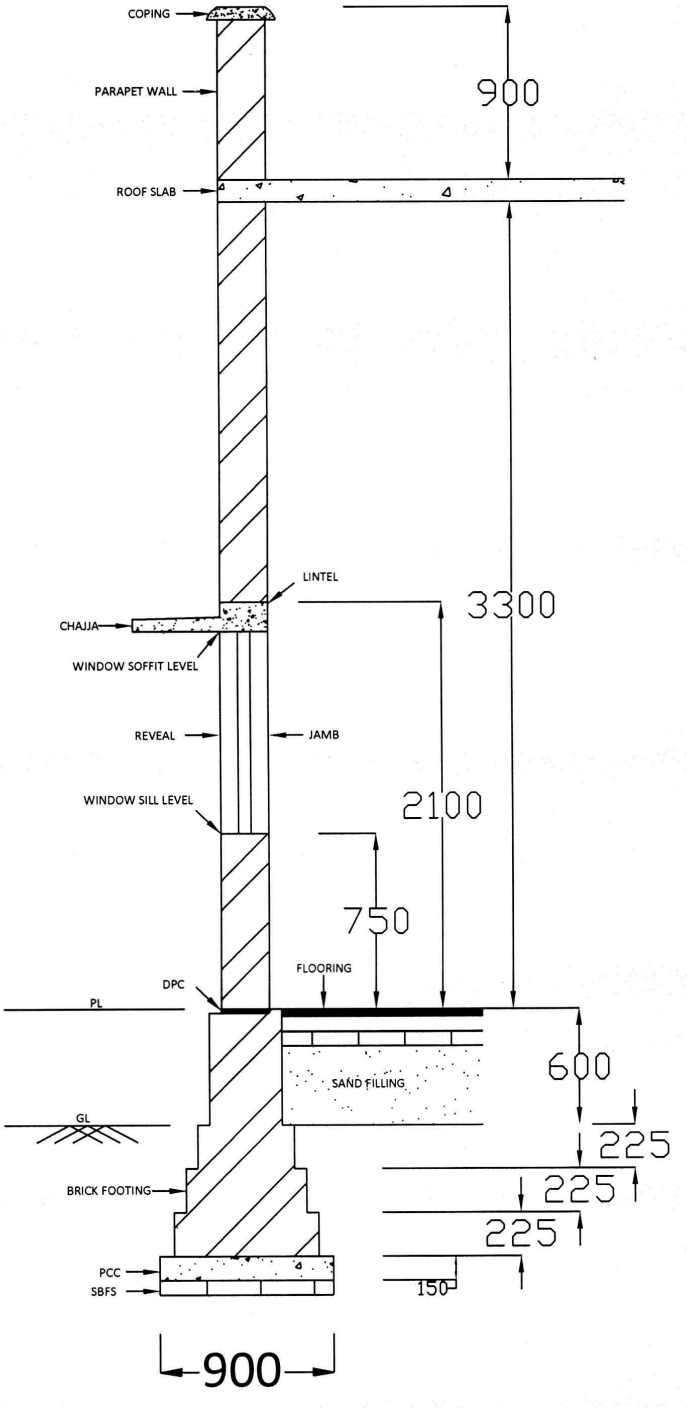


SECTIONAL PLAN

(All dimensions are in mm)

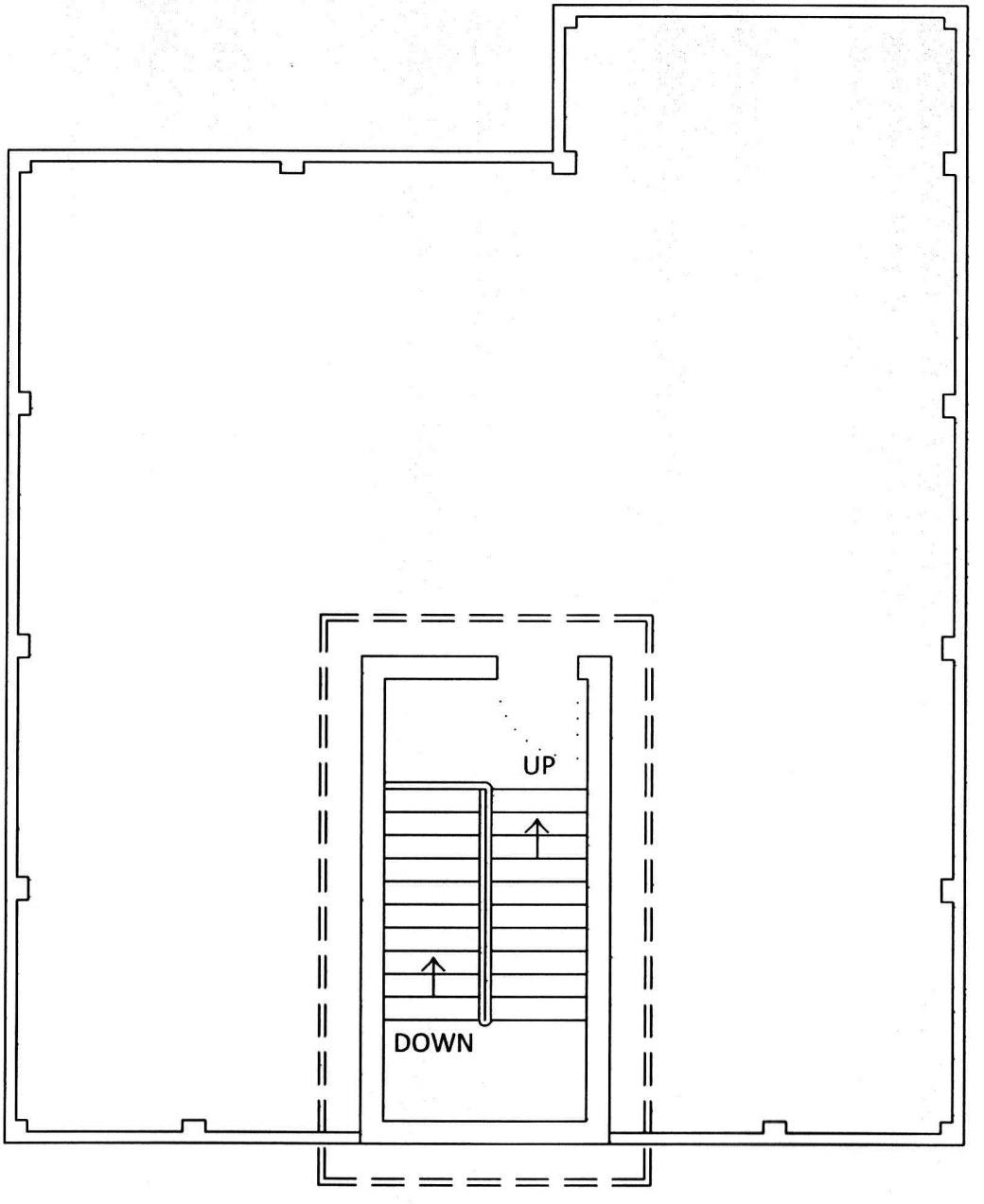


(All dimensions are in mm)



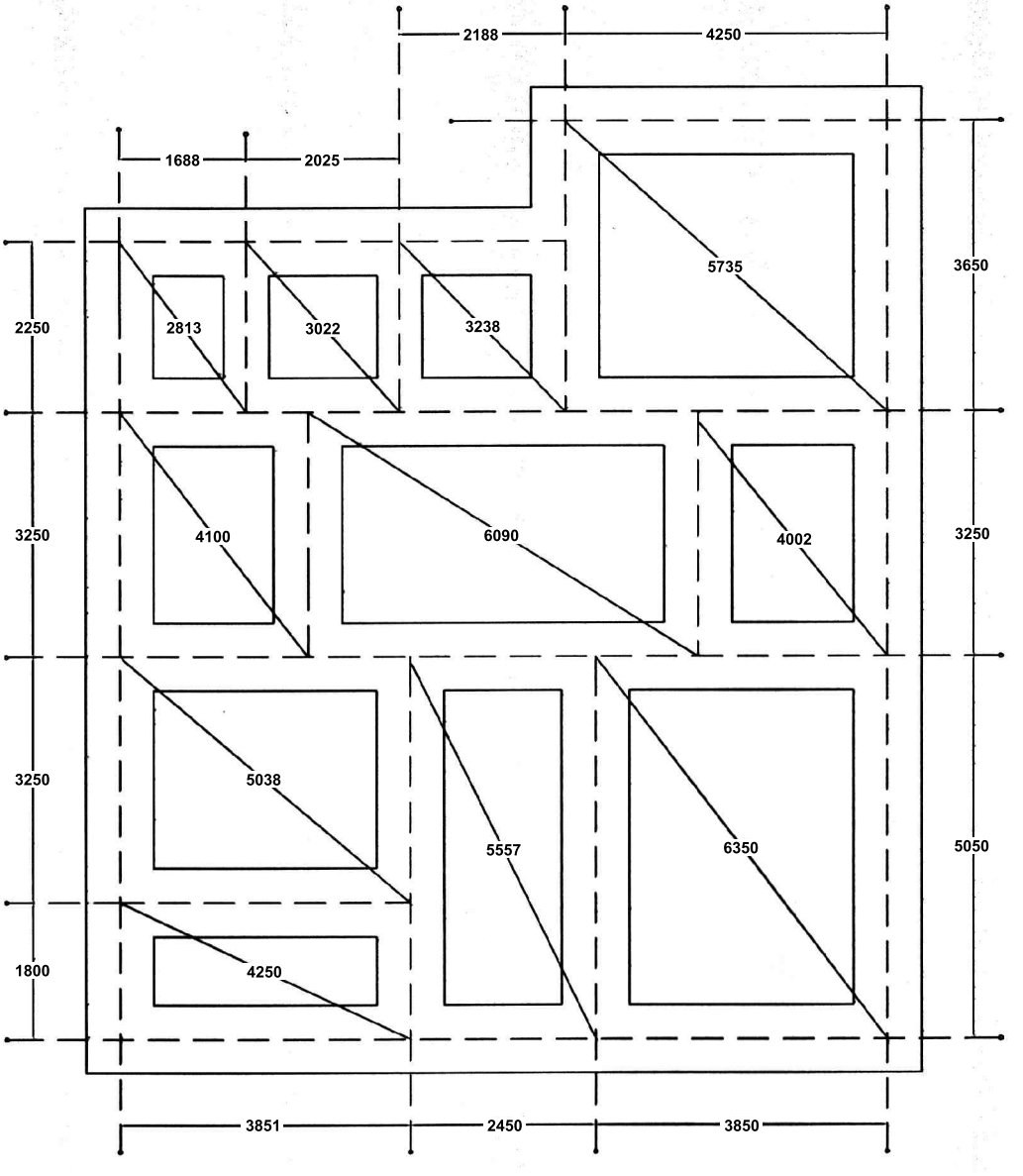
SECTION OF A WALL

(All dimensions are in mm)



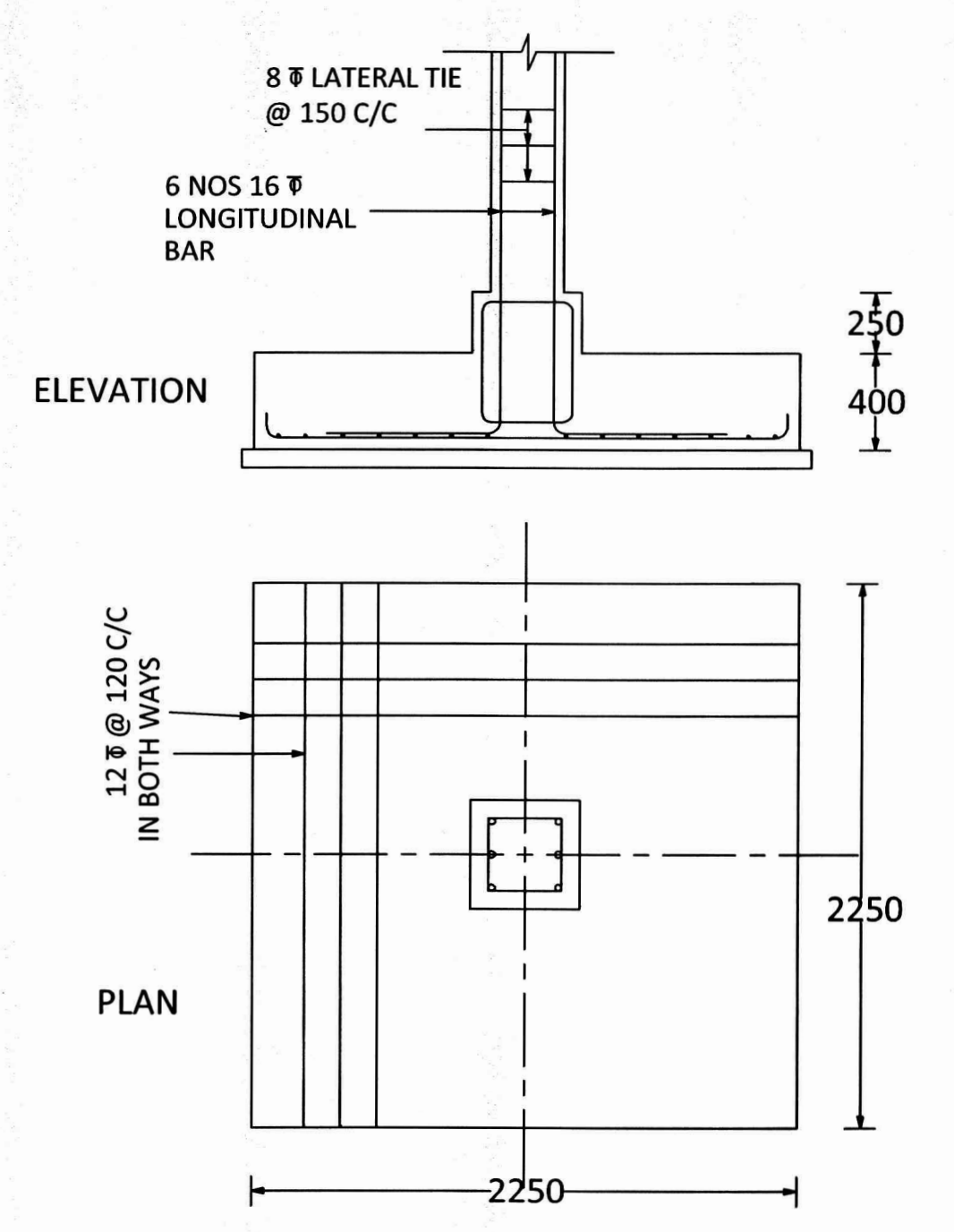
ROOF PLAN

(All dimensions are in mm)



EXCAVATION PLAN

(All dimensions are in mm)



COLUMN WITH COLUMN FOOTING

(All dimensions are in mm)

(All dimensions are in mm)

Building work এর বিভিন্ন উপকরনের পরিমান নির্ণয়। Example :

Quantity of different materials required for diffderent item of building work :

1.1st class brick work with cement mortar :–

For 10 cum of brick work (metric brick), 3.5 cum of dry mixture is required.

Example – For 10 cum of brick work (metric brick) with cement mortar (1:6).

Required bricks = 10 / (0.20x0.10x0.10) = 5000 nos.

Volume of bricks = 5000 x 0.19 x 0.09 x 0.09 = 7.695 cum

Volume of wet mortar = 10 – 7.695 = 2.305 cum

Increase 15% for filling frog, wastage etc.

Total volume of wet mortar = 2.305 + 2.305 x (15/100) = 2.65 cum

Increase 1/3rd for dry mortar

Volume of dry mortar = 2.65 + 2.65 x (1/3) = 3.52 cum say 3.5 cum.

Required cement = 3.5 x (1/7) = 0.50 cum. [Sum of proportion = 1+6 = 7]

= 0.50 x (1440/50) = 14.40 bags

OR = (0.50 / 0.0347) = 14.40 bags

[Unit weight of cement = 1440 Kg./cum, weight of one bag cement = 50 kg, Volume of one bag cement = (50 / 1440) = 0.0347 cum].

Required sand = 3.50 x (6/7) = 3.00 cum.

2. Cement concrete works with graded stone chips or metal :–

For 100 cum or works 154 to 156 cum dry concrete is required :–

Example : 10 cum of plain cement concrete (1:2:4) with graded stone chips (20mm down).

Required cement = 10x (154/100) x (1/7) = 2.2 cum (Sum of proportion = 1+2+4 = 7]

= (2.2/0.0347) = 63.40 bags

3. Plastering works on new brick walls :

i. Calculate volume of wet mortar by multi plying surface area of works with thickness of plastering.

ii. Increase 20% for depression of filling joints, wastage etc.

iii. Calcutta volume of dry mortar by increasing 1/3rd of volume of wet morar.

iv. In case of richer proportion such as (1:2), (1:3) less 3% of above calculated volume of dry mortar due to lesser voids in richer proportion, more care in wastage.

Example :– 19 mm thick platering works with cement (1:6) for 120 sqm of works.

Volume of wet mortar = 120 x 0.019 = 2.28 cum.

Increase 20% for depression of, filling joints, wastage etc.

Total volume of wet mortar = 2.28 + 2.28 x (20/100) = 2.736 cum

Volume of drymortar = $2.736 + \frac{1}{3} \times 2.736 = 3.64$ cum

Required cement = 3.64 x (1/7) = 0.52 cum

= (0.52 / 0.0347) = 14.98 bags.

Required sand = 3.64 x (6/7) = 3.12 cum

4. Brick flat soling :–

i. Calculate no of bricks required by dividing area of works with actual area of brick.

ii. Reduce 15% of the above calculated no of bricks due to gaps between two consecutive bricks and irregular shape of jhama bricks.

Example : No. of Jhama bricks (matric bricks) for 80 sqm of single brick flat soling works.

Required bricks = [80/(0.19 x 0.09)] x 0.85 = 3976.60 nos. Say 3977 nos.

5. Pointing works :–

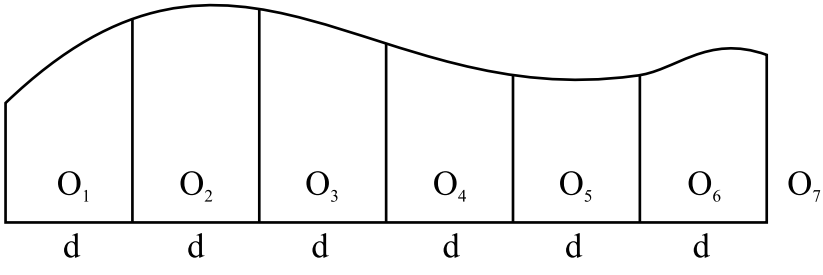
i. Rule and tuck pointing : For 100 sqm of works. 0.63 cum of dry mortar is required.

ii. Flush pointing : For 100 sqm of works, 0.48 cum of dry mortar is required.

ক্ষেত্রফল নির্ণয় (Area Calculation) ঃ

এই নিয়ম অনুসারে কোন ক্ষেত্রকে কতগুলি সমান ভাবে ভাগ করা হয় এবং Y অক্ষ বরাবর উচ্চতা গুলি মেপে নিয়ে নিম্নলিখিত formula তে ক্ষেত্র নির্ণয় করা হয়।

Trapezoidal Rule :



$$\text{Area} = \frac{d}{2}\ \{O_1 + O_n + 2\,(O_2 + O_3 + O_4 .... + O_{n-1})\}$$

$$= \frac{\text{Common distance}}{2}\ \{1\text{st ordinate} + \text{last ordinate} + 2\,(\text{sum of other ordinates})\}$$

Simpson's Rule :

$$\text{Total Area} = \frac{d}{3}\ \{O_1 + O_n + 4\,(O_2 + O_4 + ...) + 2 \times (O_3 + O_5 + ...)\}$$

$$= \frac{\text{Common distance}}{3}\ \{1\text{st ordinate} + \text{last ordinate})$$
$$+ 4\,(\text{sum of even ordinates})$$
$$+ 2(\text{sum of remaining odd ordinate})\}$$

Simpson rule এর ক্ষেত্রে ordinate এর সংখ্যা বিজোড় হতে হবে।

Example :

1. The following offsets were taken from a chain line to an irregular boundary line at an interval of 20 m : 1.25, 3.75, 2.70, 4.85, 3.90, 3.65, 0 m. Compute the area between the chain line and the end offsets by (a) Trapezoidal rule and (b) Simpson's rule.

(a) By Trapezoidal rule :

Required area =

$$(20/2) \times [1.25 + 0 + 2 \times (3.75 + 2.70 + 4.85 + 3.90 + 3.65)]$$

$$= 389.50 \text{ m}^2.$$

(b) By Simpson's rule :

Required area =

$$(20/3) \times [1.25 + 0 + 4 \times (3.75 + 4.85 + 3.65) + 2 \times (2.70 + 3.90)]$$

$$= 423 \text{ m}^2.$$