CHAPTER 2 TYPES AND METHODS OF SURVEYING

(PRISMATIC COMPASS, DUMPY LEVEL & TRANSIT THEODOLITE)

ভূমিকা (Introduction) :

Surveying বা জরিপ কার্য্য হলো এমনই এক কলাকৌশল (Art), যার সাহায্যে কৌণিক (Angular) ও রৈখিক (Linear) উভয় দূরত্ব পর্যবেক্ষণ ও পরিমাপ করা যায় এবং যার সাহায্যে ভূ-পৃষ্ঠের কোনো স্থানের বা বস্তু সমূহের আপেক্ষিক অবস্থান (Relative Position) নির্ণয় করা যায়, অর্থাৎ অন্যভাবে বললে বলা যায় Surveying হলে মানচিত্র তৈরীর এক প্রকার বিজ্ঞান ও কলা (Science and art), যার সাহায্যে ভূ-পৃষ্ঠের ক্ষুদ্র বা বৃহৎ যে কোনো অংশের সীমানা নির্ধারণ, অবস্থান, বিস্তার এবং ভূ-প্রকৃতি নিরূপন করা যায়, Surveying এর দুটি অংশ, প্রথমতঃ প্রয়োজনীয় বস্তুসমূহের পরিমাপ করা এবং পরে তার স্কেল অনুযায়ী নক্সা প্রস্তুত করা।

জরিপ কাজ বহুপ্রাচীন কাল থেকেই চলে আসছে। প্রকৃতপক্ষে, যেদিন থেকে সম্পত্তির সীমানা নির্ধারণ শুরু হয়, সেদিন থেকেই জরিপ কাজের জন্ম, বর্তমানে জরিপ কাজের অনেক উন্নতি হয়েছে, এমনকি বিমান থেকে ফটোর সাহায্যেও জরিপ কাজ করা হচ্ছে। বর্তমান যুগে বিভিন্ন কলকারখানা, শিল্প, বন্দর, তৈল শোধনাগার, বহুমুখী নদী পরিকল্পনা, রাস্তাঘাট, রেলপথ প্রভৃতি স্থাপনে ও নির্মাণে, খনিজ-সম্পদ আহরণে এবং শহর ও নগর তৈরিতে জরিপ কাজ একান্ত অপরিহার্য হয়ে পড়েছে। দেশরক্ষার প্রয়োজনে এর প্রয়োজন সম্ভবত আরও অনেক বেশী। Traverse কথাটির আক্ষরিক অর্থ হলো Passing accross যার সাহায্যে কতকগুলি Consecutive রেখার দৈর্ঘ্য ও দিক পরিমাপ করা হয়। Traverse দুটি ভাগে বিভক্ত (i) Open traverse (ii) Close traverse এর ক্ষেত্রে যে বিন্দু থেকে পরিমাপ শুরু হয় সেই বিন্দু থেকে লাইন গুলি বহুভূজ সৃষ্টি করে পুনরায় প্রথম বিন্দুতে ফিরে আসে। কোনো বড় জায়গার ক্ষেত্রে এই Survey প্রযোজ্য। আবার যে বিন্দুতে পরিমাপ শুরু হয়, যদি শেষ বিন্দু সেই বিন্দুতে ফিরে না আসে তখন তাকে Open Traverse বলে। রাস্তাঘাট জরিপের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য,

জরিপকাজে বিভিন্ন যন্ত্রপাতির সাহায্য নেওয়া হয়। এসব যন্ত্রপাতির মধ্যে শিকল (Chain), সমতল টেবিল (Plane Table), প্রিজম্যাটিক কম্পাস (Prismatic Compass), ডাম্পি লেভেল (Dumpy Level) ও থিওডোলাইট (Theodolite) প্রভৃতি যন্ত্র বিশেষ উল্লেখযোগ্য। নিম্নে পাঠসূচী অনুসারে Prismatic Compass, Dumpy Level and Transit Theodolite সম্পর্কে আলোচনা করা হল।

PRISMATIC COMPASS SURVEYING

প্রিজম্যাটিক কম্পাসের সাহায্যে জরিপকাজের সুবিধে হল — এটি খুব সহজেই বয়ে নিয়ে যাওয়া যায় এবং অতিরিক্ত জনসমাকীর্ণ অঞ্চলে অথবা ঘন বনভূমি যুক্ত অঞ্চলেও এর সাহায্যে জরিপ কাজ করা সম্ভব হয়। শিকল বা চেনের সাহায্যে জরিপকাজের মতো এতে কোন চেকলাইনের (Check line) প্রয়োজন হয় না। এই জরিপে খুব তাড়াতাড়ি বিভিন্ন লাইনের বেয়ারিং (Bearing) নিয়ে জরিপ কাজ করা যায়। তবে এর মাধ্যমে সঠিক বা নিখুঁত ভাবে জরিপ কাজ করা যায় না। এছাড়া যে অঞ্চলে জরিপ কাজ হবে তার কাছে যদি লোহার তৈরি কোন বস্তু থাকে তা হলে কম্পাসের চুম্বক-শলাকা (Magnetic needle) কে তা আকর্ষণ করবে এবং তার ফলে পাঠ (Reading) ভুল হবে।

যে কোন কম্পাসে (i) একটি চুম্বক শলাকা (Magnetic needle), (ii) একটি দাগকাটা ক্রমিক অংশে বিভক্ত গোলাকার চাকতি (Graduated Circle) এবং (iii) নির্দিষ্ট বস্তুটিকে ঠিকমতো দেখবার জন্য একটি হেয়ার লাইন (Line of hair) থাকে।

সাধারণত দু'ধরনের কম্পাস ব্যবহৃত হয়ে থাকে ঃ (i) প্রিজম্যাটিক কম্পাস এবং (ii) সার্ভেয়িং বা জরিপকারকের কম্পাস।

THE PRISMATIC COMPASS

প্রিজম্যাটিক কম্পাসে (Fig. 2.1) 85 থেকে 110 মিলিমিটার ব্যাসযুক্ত গোলাকৃতি একটি বাক্সের ঠিক কেন্দ্রে একটি কীলক (Pivot) এর ওপর (2) একটি চুম্বক শলাকা (3) এমন ভাবে লাগানো থাকে যাতে তা সহজেই যে কোন দিকে ঘুরতে পারে। চুম্বক শলাকার চারপাশে একটি অ্যালুমিনিয়ামের পাতে তৈরী ডিগ্রী ও মিনিট ভাগ করা গোলাকার একটি চাকতি (Graduated Circle) লাগানো থাকে। শলাকাটির দক্ষিণ প্রান্তে অ্যালুমিনিয়াম চাকতিটির ওপর '0' দাগ কাটা থাকে এবং তা ক্রমশ ঘড়ির কাঁটার দিকে

বাড়ে। সুতরাং 90° দাগটি পশ্চিমে, 180° দাগটি উত্তরে, 270° দাগটি পূর্বপ্রান্তে অবস্থান করে থাকে। গোলাকৃতি চাকতিটির ওপর এই বিভিন্ন ডিগ্রী ও মিনিটযুক্ত অক্ষরগুলি উল্টো করে (Inverted) লেখা থাকে, যাতে প্রিজমের মধ্যে দিয়ে লেখাগুলো দেখলে সোজাভাবে অক্ষরগুলি পড়া যায়। গোলাকৃতি বাক্সটির একটি প্রান্তে অবজেক্ট ভেন বা সাইট ভেন (object vane or sight vane) (13) এবং ঠিক তার উল্টো দিকে প্রিজম (7) থাকে।

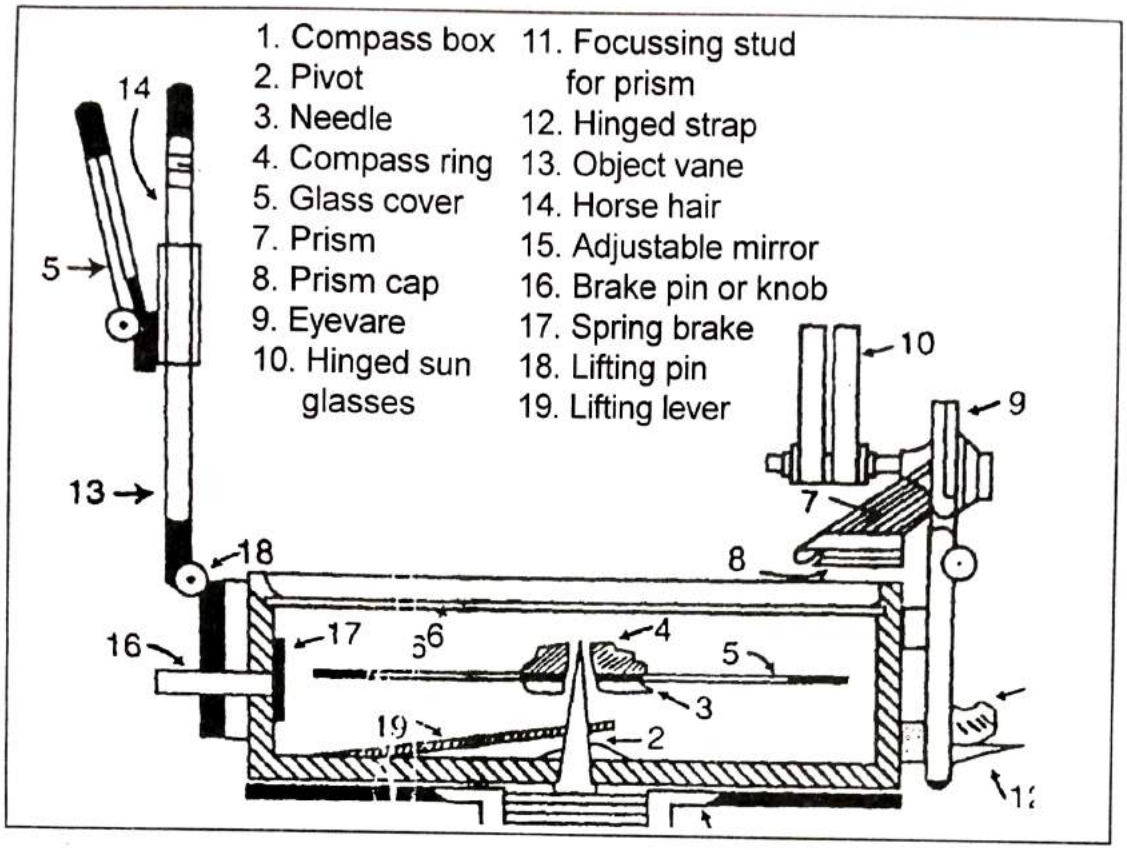

Fig. 2.1 : Parts of Prismatic Compass

প্রিজমের মধ্য দিয়ে দেখবার জন্য একটি সূক্ষ্ম লম্বালম্বি অংশ কাটা থাকে (Sighting Slit) ভেনটির চারদিকে একটি ধাতুর তৈরী ফ্রেম থাকে এবং তার ঠিক মাঝবরাবর লম্বালম্বি ভাবে একটি ঘোড়ার লেজের চুল (Horse hair) অথবা সূক্ষ্ম রেশম সূতো বা তার লাগানো থাকে (14)। কম্পাসটি যখন ব্যবহার করা হয় না তখন সাইট ভেনটি কম্পাসের ওপরে গোলাকার কাচের ঢাকাটির ওপর (6) মুড়ে রেখে দেওয়া হয়। সাইট ভেনটি মুড়লে তা একটি পিনের উপর (18) চাপ দেয়। তার ফলে শলাকাটি কীলক থেকে সরে কাচের চাকার গায়ে লেগে থাকে। ফলে এক স্থান থেকে অন্যত্র যাওয়ার সময় চুম্বক শলাকাটি অযথা নড়াচড়া করে না। কম্পাসের পাঠ (Compass reading) নেওয়ার আগে শলাকাটিকে তাড়াতাড়ি থামাবার জন্য বাক্সের মধ্যে একটি হালকা স্প্রিং (17) থাকে, যার সঙ্গে গোল চাকতিটির যোগ থাকে, অবজেক্ট ভেনের নিচে রয়েছে ব্রেকপিন (16) যা ভেতর দিকে চাপ দিলে ভেতরের স্প্রিংটির সঙ্গে এর যোগসূত্র স্থাপিত হয় এবং শলাকা ও গোলাকার চাকতিটি থেমে যায়। প্রিজমটিকেও ওপরে উঠিয়ে বা নিচে নামিয়ে জরিপ কারকের চোখের সঙ্গে ঠিক করা হয়। প্রিজমের ভেতর দিয়ে অক্ষরগুলিকে বেশ বড় দেখা যায়। কম্পাসটি যখন ব্যবহৃত হয় না, তখন প্রিজমটিকে মুড়ে কাচের ঢাকার ওপর রেখে দেওয়া যায়। এভাবে সাইটভেন বা অবজেক্ট ভেন এবং প্রিজমটিকে মুড়ে কাচের ঢাকার ওপর একটি ধাতু-নির্মিত গোলাকৃতি ঢাকা লাগানো হয়। সাইটিং ভেনের সঙ্গে অনেক সময় একটি ছোট আয়না (15) একটি কব্জার মাধ্যমে লাগানো থাকে, যাতে নির্দিষ্ট বস্তুটিকে দেখতে আয়নাটিকে প্রয়োজন মতো ওঠানো বা নামানো যায়।

METHOD OF USING PRISMATIC COMPASS

কম্পাস হাতে ধরে পাঠ (Reading) নেওয়া যায় বটে, তবে সঠিকভাবে পাঠ নিতে গেলে তা একটি হালকা তিন পায়া স্ট্যান্ডে লাগিয়ে পাঠ নিতে হয়। পাঠ নেওয়ার আগে কম্পাসটি মোটামুটি সমতল আছে কিনা তা চোখ দিয়ে দেখে নেওয়ার প্রয়োজন। কম্পাসের শলাকাটি সহজভাবে বিভিন্ন দিকে ঘুরলে বুঝতে হবে তা ঠিক সমতলে আছে।

যে স্টেশনে কম্পাসটি বসানো হবে, তা ঠিক ঠিক স্টেশনটির ওপরেই বসানো হল কিনা তা ওলন দড়ি (Plumb bob)-র সাহায্যে দেখে নেওয়া প্রয়োজন।

OBSERVATION OF BEARING

কোন লাইনের (ধরা যাক AB লাইনের) বেয়ারিং নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে নিতে হয়।

(i) সর্বপ্রথম A স্টেশনে কম্পাসটি ঠিকমতো বসিয়ে তা সমতলে আছে কিনা দেখতে হবে।

(ii) এরপর প্রিজম ও সাইটিং ভেনটিকে উঠিয়ে প্রিজমের ওপর থাকা লম্বালম্বি ছিদ্রটির মধ্য দিয়ে দেখতে হবে ভিতরের গোলাকৃতি চাকতিটির ডিগ্রী ও মিনিট লেখা সংখ্যা ও দাগগুলি ঠিকমতো দেখা যাচ্ছে কিনা।

(iii) এখন কম্পাসটি ঘুরিয়ে B স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে এমন ভাবে স্থাপন করতে হবে, যাতে প্রিজমের ওপর লম্বালম্বিভাবে যে ছিদ্রপথটি আছে তার মধ্য দিয়ে দেখলে দেখা যাবে যে, সাইটিং ভেনের সূক্ষ্ম সুতো বা তারটি (Hair line) এবং রেঞ্জিং রডটি একই লাইন বরাবর অবস্থান করেছে।

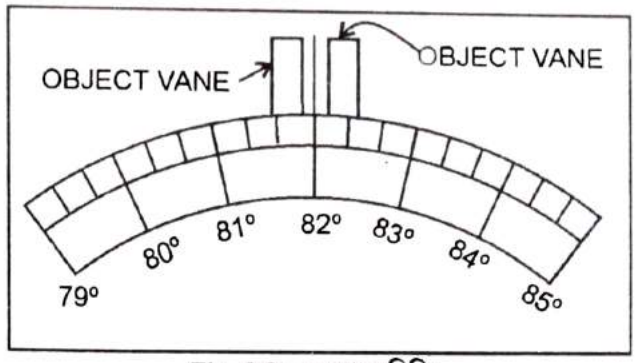

Fig. 2.2 : কম্পাস রিডিং

(iv) প্রিজমের শলাকাটি যখন স্থির হয়ে দাঁড়াবে তখন প্রিজমের মধ্যে দিয়ে দেখতে হবে যে, হেয়ার লাইনটি গোলাকৃতি চাকতিটির কোন দাগ স্পর্শ করছে। 2.2 নং চিত্রে দেখা যাচ্ছে যে, হেয়ার লাইনটি $82^0 00'$ দাগে স্পর্শ করছে। সুতরাং AB লাইনের বেয়ারিং হবে $82^0 00'$।

BEARING OF LINES

কোন একটি লাইনের বেয়ারিং বলতে আমরা বুঝি যে, উক্ত লাইনটি কোন একটি নির্দিষ্ট দিক বা দ্রাঘিমা (Some reference direction or meridian)-র পরিপ্রেক্ষিতে কত ডিগ্রী অনুভূমিক কোণ (Horizontal angle) উৎপন্ন করছে। এই নির্দিষ্ট দিক বা দ্রাঘিমা (i) প্রকৃত দ্রাঘিমা (True meridian) (ii) ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমা (Magnetic Meridian) অথবা (iii) ইচ্ছানুযায়ী যে কোন দ্রাঘিমাও হতে পারে। প্রিজম্যাটিক কম্পাসে ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমাকেই নির্দিষ্ট করে কোণগুলি (Angles) মাপা হয়। এই কারনে একে ম্যাগনেটিক বেয়ারিং অথবা শুধুমাত্র বেয়ারিং (Bearing) বলা হয়। বেয়ারিং সাধারণত দুভাবে প্রকাশ করা হয়। যথা ঃ—

১. হোল সার্কল সিস্টেম (Whole Circle System) এবং
২. কোয়াড্রেন্টাল সিস্টেম (Quadrantal System)

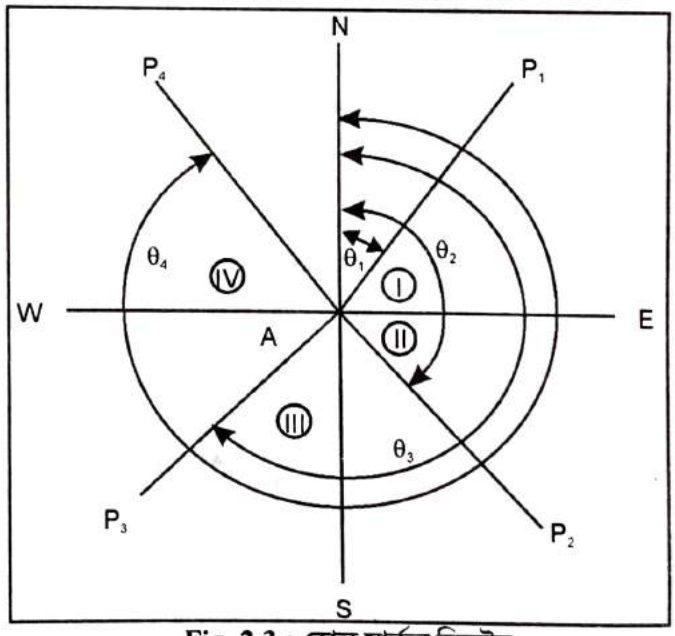

Fig. 2.3 : হোল সার্কল সিস্টেম

WHOLE CIRCLE SYSTEM

এই পদ্ধতিতে কোন লাইনের বেয়ারিং নির্দিষ্ট ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমার উত্তর প্রান্ত থেকে সব সময় ঘড়ির কাঁটার দিকে বৃত্তাকারে প্রদত্ত লাইন পর্যন্ত মাপা হয়। এভাবে মাপা কোনটি হোল সার্কল বেয়ারিং (W.C.B) বলে এবং এর মান (Value) 0^0 থেকে 360^0 এর মধ্যে থাকে। সুতরাং চিত্র নং 2.3 অনুসারে AP_1 লাইনের হোল সার্কল বেয়ারিং হল θ_1, AP_2 লাইনের হোল সার্কল বেয়ারিং θ_2, AP_3 লাইনের হবে θ_3 ইত্যাদি। প্রিজম্যাটিক কম্পাস বা থিওডোলাইটের মাধ্যমে যে বেয়ারিং পাওয়া যায় তা হল হোল সার্কল বেয়ারিং।

QUADRANTAL SYSTEM

এই পদ্ধতিতে কোন লাইনের বেয়ারিং ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমার (Magnetic bearing) উত্তর বা দক্ষিণ যে প্রান্তের কাছে লাইনটি থাকে সেই প্রান্ত থেকে পূর্বে বা পশ্চিমে ঘড়ির কাঁটার দিকে বা বিপরীতে মাপা হয়। সুতরাং এই পদ্ধতিতে কোন প্রান্ত থেকে এবং কোনদিকে বেয়ারিং টি মাপা হল তা উল্লেখ করা একান্ত প্রয়োজন, সমকোণে পরস্পর ছেদকারী দুটি লাইন কোন স্টেশনের চারপাশের

সমতলকে চারটি কোয়াড্রেন্ট-এ ভাগ করে থাকে। এ দুটি লাইনের একটি হল উত্তর ও দক্ষিণ দিক নির্দেশকারী লাইন এবং অপরটি হল পূর্ব ও পশ্চিম দিক নির্দেশকারী লাইন। উত্তর দক্ষিণ পূর্ব ও পশ্চিম এই চারটি দিক যথাক্রমে N,S,E ও W এই চারটি অক্ষরের সাহায্যে দেখানো হয়ে থাকে, 2.4 নং চিত্রে প্রথম কোয়াড্রেন্টটি উত্তর-পূর্ব (NE) দ্বিতীয়টি দক্ষিণ-পূর্ব (S.E.) তৃতীয়টি দক্ষিণ-পশ্চিম (S.W.) এবং চতুর্থটি উত্তর-পশ্চিম (N.W.) কোয়াড্রেন্টরূপে পরিচিত। এই পদ্ধতিতে প্রতিটি কোয়াড্রেন্ট-এ বেয়ারিং 0^0 থেকে 90^0 পর্যন্ত মাপা যায়। কোয়াড্রেন্ট বেয়ারিং সেই কারনে কখনও 90 ডিগ্রির বেশী হয় না। এই পদ্ধতিতে দুটি অক্ষরের সাহায্যে বেয়ারিং নির্দেশ করা হয়। যেমন 2.4 নং চিত্রে AP_1 লাইনের বেয়ারিং হবে θ_1 N.E., AP_2 লাইনের বেয়ারিং হবে θ_2 S.E. ইত্যাদি।

দ্বিতীয় পদ্ধতি, যেটি বেশী প্রচলিত তাতে বেয়ারিং এর যে কোণটি উৎপন্ন হয় তার পূর্বে উত্তর (N) বা দক্ষিণ (S) লিখে তারপর পূর্ব (E) বা পশ্চিম (W) লেখা হয়। যেমন, AP_3 লাইনের বেয়ারিং হবে দক্ষিণ θ_3 পশ্চিম ($S\theta_3W$), AP_4 লাইনের বেয়ারিং হবে $N\theta_4W$ এরকম।

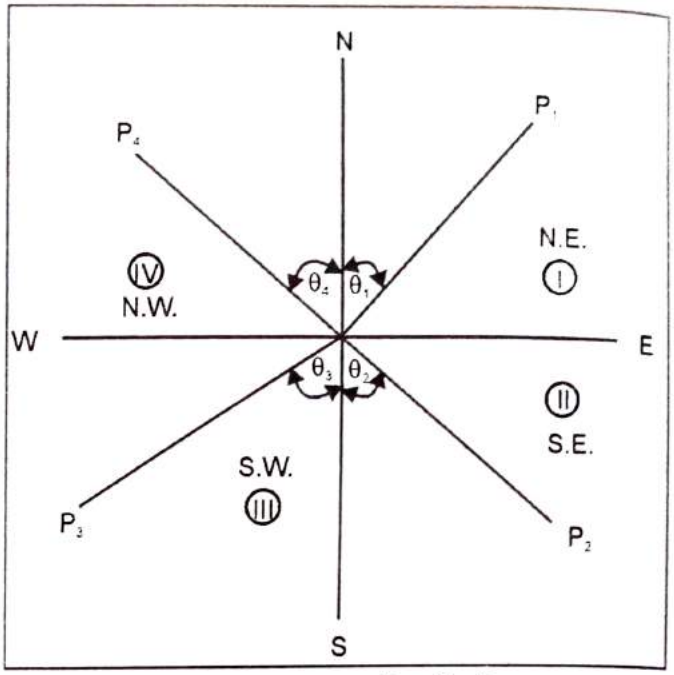

Fig. 2.4 : কোয়াড্রেন্টাল সিস্টেম

FORE AND BACK BEARING

প্রতিটি লাইনে দুটি করে বেয়ারিং থাকে এবং তা লাইনটির দুটি প্রান্ত থেকে পরিমাপ করা হয়। জরিপ কাজ যেদিকে ক্রমশ এগিয়ে যাচ্ছে, সেই দিকের বেয়ারিংকে ফোর বা ফোরওয়ার্ড বেয়ারিং (Fore or Forward Bearing বা F.B) এবং ঠিক তার বিপরীত দিকে যে বেয়ারিং মাপা হয়, তাকে ব্যাক বেয়াকিং (Back Bearing বা B.B বলা হয়। যথা ঃ 2.5 নং চিত্রে A থেকে B এর বেয়ারিং হল AB লাইনের ফরওয়ার্ড বেয়ারিং (F.B.) এবং B থেকে A এর যে বেয়ারিং মাপা হয়, তা হবে AB লাইনের ব্যাক বেয়ারিং (B.B.)। মনে রাখা প্রয়োজন যে, ফরওয়ার্ড ও ব্যাক বেয়ারিং এর মধ্যে সব সময় 180^0 -র পার্থক্য হবে। হোল সার্কল বেয়ারিং সিস্টেমে ফোর বেয়ারিং থেকে ব্যাক বেয়ারিং নিম্নলিখিত সূত্রের সাহায্যে সবসময় নির্ণয় করা যায় ঃ—

ব্যাক বেয়ারিং = ফোর বেয়ারিং $\pm 180^0$

প্রদত্ত ফোর বেয়ারিং 180 ডিগ্রীর কম হলে যোগচিহ্ন (+) এবং 180^0 ডিগ্রীর বেশী হলে বিয়োগ (-) চিহ্ন দিতে হয়।

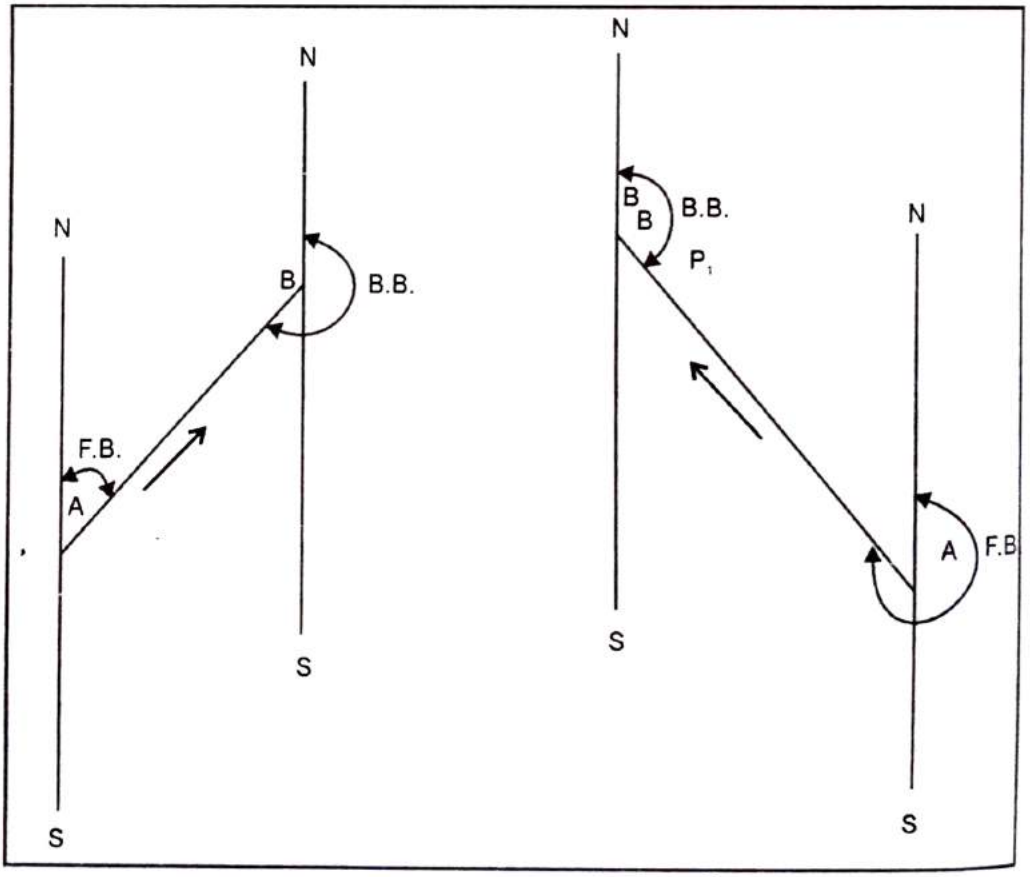

Fig. 2.5 : ফোর এণ্ড ব্যাক বেয়ারিং

OBSERVED BEARING WRITE ON THE FIELD BOOK

প্রতিটি লাইনের দুটি করে বেয়ারিং থাকে এবং তা লাইনটির দুই প্রান্ত থেকে পরিমাপ করা হয়। জরিপ কাজ সেদিকে ক্রমশ এগিয়ে যাচ্ছে, সেই দিকের বেয়ারিং কে ফোর বা ফরওয়ার্ড বেয়ারিং এবং ঠিক তার বিপরীত দিকে যে বেয়ারিং মাপা হয় তাকে ব্যাক বেয়ারিং বলা হয়। যথা ঃ 2.6 নং চিত্রে A থেকে B এর বেয়ারিং হল AB লাইনের ফরওয়ার্ড বেয়ারিং (F.B.) এবং B থেকে A এর বেয়ারিং মাপা হয় তা হবে AB লাইনের ব্যাক বেয়ারিং (B.B) । কিন্তু আমাদের জরিপকার্য কম সময়ে করার জন্য A স্টেশনে কম্পাস বসিয়ে সামনের দিকে (ঘড়ির কাঁটার দিকে) B কে এবং পিছনের দিকে (ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে) D কে দেখে বেয়ারিং মাপা হয়। আবার B স্টেশনে কম্পাস বসিয়ে সামনের দিকে C কে এবং পিছনের দিকে A কে দেখে বেয়ারিং মাপা হয়। অনুরূপ ভাবে C এবং D স্টেশনে Compass বসিয়ে বেয়ারিং মাপা হয়।

এখন উক্ত Reading গুলি Field Book এর কোথায় বসানো হবে তা নিয়ে আলোচনা করা হল — (নিচের Field Book লক্ষ্য কর)

Station : A

A স্টেশনে Compass বসিয়ে B স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে তাকিয়ে 70°15' পাঠ নেওয়া হল যা AB লাইনের F.B. এই পাঠটিকে 1 নং ঘরে লেখা হল। এরপর Compass ঘুরিয়ে D স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে তাকিয়ে 136° পাঠ নেওয়া হল যা DA লাইনের B.B. এই পাঠটিকে 8 নং ঘরে লেখা হল।

Field Book

Stations	Line	Observed Bearing	
		F.B.	B.B
A	AB	70°15' (1)	249°15' (2)
B	BC	130° (3)	311° (4)
C	CD	240°30' (5)	57°30' (6)
D	DA	314° (7)	136° (8)

Closed Travers

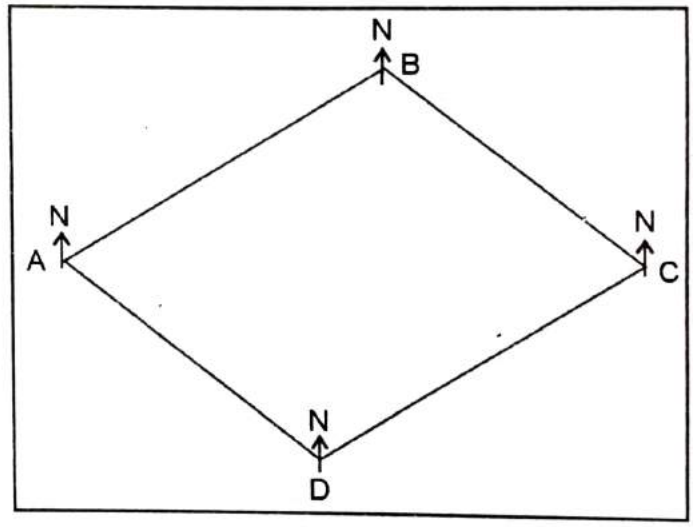

Fig. 2.6

Station : B

B স্টেশনে Compass বসিয়ে C স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে তাকিয়ে 130° পাঠ নেওয়া হল যা BC লাইনের F.B এই পাঠটিকে 3 নং ঘরে লেখা হল। এরপর Compass ঘুরিয়ে A স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে তাকিয়ে 249°15' পাঠ নেওয়া হল যা AB লাইনের B.B. এই পাঠটিকে 2 নং ঘরে লেখা হল।

Station : C

C স্টেশনে Compass বসিয়ে D স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে তাকিয়ে 240°30' পাঠ নেওয়া হল যা CD লাইনের F.B. এই পাঠটিকে 5 নং ঘরে লেখা হল। এরপর Compass ঘুরিয়ে B স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জি রডটির দিকে তাকিয়ে 311° পাঠ নেওয়া হল যা BC লাইনের B.B. এই পাঠটিকে 4 নং ঘরে লেখা হল।

Station : D

D স্টেশনে Compass বসিয়ে A স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে তাকিয়ে 314° পাঠ নেওয়া হল যা DA লাইনের F.B. এই পাঠটিকে 7 নং ঘরে লেখা হল। এরপর Compass ঘুরিয়ে C স্টেশনে স্থাপিত রেঞ্জিং রডটির দিকে তাকিয়ে 57°30' পাঠ নেওয়া হল যা CD লাইনের B.B এই পাঠটিকে 6 নং ঘরে লেখা হল।

অর্থাৎ Station A = 1.8
" B = 3.2
" C = 5.4
" D = 7.6

METHOD OF ERROR DISTRIBUTION

নিচে বেষ্টন জরিপে ফিল্ড বুক কিভাবে রাখা হয় তা দেখানো হল (55 নং চিত্রটি নিম্নলিখিত ফিল্ড বুকের সাহায্যে অঙ্কন করা হয়েছে)। ঐ ফিল্ড বুক থেকে দেখা যাচ্ছে যে, ফরওয়ার্ড বেয়ারিং ও ব্যাক বেয়ারিং এর মধ্যে পার্থক্য 180 ডিগ্রীর হয় কম, না হয় বেশী হয়েছে। এখন এই ভুল বা Error টি ঠিক করবার জন্য যে পরিমান ভুল রয়েছে তা ফরওয়ার্ড ও ব্যাক বেয়ারিং এর মধ্যে বন্টন করে ঠিক (Adjust) করতে হয়। AB লাইনের ক্ষেত্রে ফরওয়ার্ড ও ব্যাক বেয়ারিং এর মধ্যে পার্থক্য 180° চেয়ে 1° কম (-) হয়েছে। সুতরাং 30 মিনিট বড়টির সঙ্গে যোগ (249°15' + 30' = 249°45') এবং 30 মিনিট ছোটটি থেকে বিয়োগ করা (70°15' - 30' = 69°45') হল। BC লাইনে 1 ডিগ্রী বেশী (+) হয়েছে। সুতরাং 30 মিনিট বড়টির থেকে বিয়োগ এবং 30' ছোটটির সঙ্গে যোগ করা হয়েছে। অনুরূপ ভাবে অন্য লাইনগুলির ক্ষেত্রে Error adjustment করা হয়েছে। এই adjustment এর নিয়ম হল, Error কম হলে বড় সংখ্যাটির সঙ্গে যোগ ও ছোট সংখ্যাটি থেকে বিয়োগ এবং Error বেশী হলে বড় সংখ্যাটি থেকে বিয়োগ ও ছোট সংখ্যাটির সঙ্গে যোগ করতে হয়। এভাবে সঠিক বেয়ারিং গুলি পাওয়ার পর সেগুলি নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে অঙ্কন করা হয়। অঙ্কন করবার সময় শুধু Corrected for ward bearing গুলি মাপা বা Plot করা হয়ে থাকে।

অর্থাৎ, **কোন লাইনের বেয়ারিং 180°-এর বেশী (+) হলে –**
(i) বড় সংখ্যাটির থেকে বিয়োগ
(ii) এবং ছোট সংখ্যাটির সহিত যোগ

কোন লাইনের বেয়ারিং 180° এর কম (-) হলে :–
(i) বড় সংখ্যাটির সহিত যোগ
(ii) এবং ছোট সংখ্যাটির থেকে বিয়োগ

METHOD OF DRAWING

প্রথমে কাগজের মাঝ-বরাবর A স্টেশনটি একটি বিন্দুর দ্বারা নির্দেশ করে একটি উত্তর দিক (North line) অঙ্কন করা হল। চাঁদা বা প্রোটেক্টরটির কেন্দ্রটি A বিন্দুর সঙ্গে এবং 0° টি উত্তর দিক- নির্দেশক লাইনটির সঙ্গে মিলিয়ে AB লাইনের হোল সার্কল বেয়ারিং 69°45' মাপা হল এবং স্কেল অনুসারে AB লাইনের দূরত্ব 6.0 সেমি কাটা হল।

AB লাইনের 6.0 সেমির শেষ প্রান্তটি B স্টেশনকে নির্দেশ করবে। B স্টেশনে আবার A স্টেশনের উত্তর দিকের (North line) সমান্তরাল করে আর একটি উত্তর দিক (North line) অঙ্কন করে 130°30' কোণ অঙ্কন করা হল এবং BC দূরত্ব স্কেল অনুসারে 5.0 সেমি কেটে C স্টেশনটি পাওয়া যাবে। অনুরূপ ভাবে C স্টেশনের উত্তর দিক অঙ্কন করে 239° কোণ অঙ্কন করা হল এবং CD লাইনের দূরত্ব স্কেল অনুসারে 6.5 সেমি কেটে D স্টেশনটি পাওয়া যাবে। এরপর DA লাইনের বেয়ারিং ও দূরত্ব মেপে অঙ্কন করলে তা A স্টেশনে মিলিত হওয়া উচিত ছিল। কিন্তু অঙ্কন সংক্রান্ত এবং অন্যান্য Error এর জন্য তা A বিন্দুতে মিলিত না হয়ে a বিন্দুতে মিলিত হবে। aA এই দুরত্বটিকে বেষ্টন ত্রুটি বা Closing error বলা হয় (Fig. 2.8) এই Closing error টি Bowditch's method বা পদ্ধতিতে ঠিক (Adjust) করা হয়।

ERROR CORRECTION BY BOWDITCH'S METHOD

এই পদ্ধতিতে মোট যে Error বা ত্রুটি aA তা B,C,D এবং A প্রতিটি বিন্দুতে সমানুপাতিক হারে বন্টন করে সমস্ত প্ল্যান বা অঙ্কনটিকে জ্যামিতিক পদ্ধতিতে ঠিক করা হয়।

সমস্ত বাহুগুলির (AB, BC, CD, Da) মিলিত দৈর্ঘ্য বা পরিসীমা (Perimeter) নিয়ে একটি সরলরেখা অঙ্কন করে তাতে প্রতিটি বিন্দু B, C, D ইত্যাদি তাদের নিজস্ব দূরত্ব অনুসারে চিহ্নিত করা হল। প্রতিটি বাহুর এই মিলিত দূরত্ব যদি খুব বেশী বড় হয়, তা হলে প্রতিটি বাহুর দূরত্বকে অর্ধেক করেও অঙ্কন করা যেতে পারে। 2.10 নং চিত্রে বাহুগুলির দূরত্ব অর্ধেক করে অঙ্কন করা হয়েছে। ফলে স্কেলটিও দ্বিগুন হয়েছে, অর্থাৎ 1 cm. to 4 metre । এখন শেষ বিন্দু a তে aA দূরত্বের (Closing error) সমান

একটি লম্ব অঙ্কন করা হল। এই লম্বটির দৈর্ঘ্য সবসময়ই aA প্রকৃত দূরত্বের সমান হবে। এমনকি বাহুগুলি দূরত্ব অর্ধেক করলেও প্রকৃত দূরত্ব নিতে হবে।

এখন aA যুক্ত করে B, C, D ইত্যাদি বিন্দু থেকে লম্ব অঙ্কন করা হল। ফলে Bb, Cc, Dd প্রভৃতি দূরত্বগুলি aA Error এর B, C, D ইত্যাদি বিন্দুতে সমানুপাতিক দূরত্বকে নির্দেশ করবে।

এখন B, C, D প্রভৃতি বিন্দু থেকে aA লাইনের (Closing error) সমান্তরালে বিভিন্ন রেখা অঙ্কন করা হল। এখন B বিন্দুতে Bb দূরত্বের সমান, C বিন্দুতে Cc দূরত্বের সমান করে উক্ত সমান্তরাল রেখাগুলিকে aA দিকে (Direction) কাটা হল, মনে রাখা প্রয়োজন যে, এই Direction বা দিক সবসময় a → A হবে এবং কখনই Aa হবে না, কারন A বিন্দুটি সঠিক বিন্দুরূপে ধরা হয়েছে। এখন নতুন বিন্দুগুলি (অর্থাৎ b, c, d ইত্যাদি) ছাড়া-ছাড়া লাইন দ্বারা যুক্ত করলে AbcdA সঠিক চিত্রটি (Corrected) পাওয়া যাবে (চিত্রে a, b, c, d প্রভৃতির বদলে A, B, C, D ইত্যাদিও লেখা যেতে পারে।)

PLOTTING THE TRAVERSE

Closed Travese অংকন করার জন্য দুটি পদ্ধতি গুরুত্বপূর্ণ। পদ্ধতি দুটি হল –

(i) Parallel Meridian Method প্রতিটি লাইনের দূরত্ব এবং Corrected fore bearing এর উপর নির্ভর করে।

Traverse অংকন করা হয়। খাতার মাঝবরাবর উলম্ব রেখা টানা হল যা ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমা (Magnetic Meridian) কে নির্দেশ করে এবং চাঁদার (Protractor) সাহায্যে AB লাইনের fore Bearing এর মাপ নিয়ে B স্টেশনের দূরত্ব (by a scale) অনুসারে B স্টেশন নির্দিষ্ট করা হল। এখন B স্টেশনের উপর A স্টেশনের সমান্তরাল (parallel) ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমারেখা টানা হল। এবং চাঁদার সাহায্যে BC লাইনের fore bearing এর মাপ নিয়ে C স্টেশনের দূরত্ব অনুসারে B স্টেশন নির্দিষ্ট করা হল। এখন C স্টেশনের উপর B স্টেশনের সমান্তরাল ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমারেখা (North Line) টানা হল। অনুরূপ ভাবে অন্যান্য স্টেশনের লাইন অংকন করা হল। (চিত্র নং 2.11 দেখ)

(ii) Included Angle Method এই পদ্ধতিতে কেবলমাত্র প্রথম স্টেশন A এর উপর ম্যাগনেটিক দ্রাঘিমারেখা (North Line) টানা হয়। এখন দ্বিতীয় স্টেশন B নির্দিষ্ট করার জন্য চাঁদার সাহায্যে AB লাইনের Corrected fore bearing এর মাপ নিয়ে দূরত্ব (by a Scale) অনুসারে নির্দিষ্ট করে সরলরেখা টানা হল। এবার C স্টেশন নির্দিষ্ট করার জন্য B পয়েন্ট এর উপর B স্টেশনের Included Angle (অন্তঃস্থ কোণ) এর মাপ নিয়ে চাঁদার সাহায্যে দূরত্ব অনুসারে নির্দিষ্ট করে সরলরেখা টানা হল। D স্টেশন নির্দিষ্ট করার জন্য C পয়েন্ট এর উপর C স্টেশন এর Included Angle এর মাপ নিয়ে চাঁদার সাহায্যে দূরত্ব অনুসারে নির্দিষ্ট করে সরলরেখা টানা হল। অনুরূপ ভাবে অন্যান্য স্টেশনের লাইন অংকন করা হল। (চিত্র নং 2.10 দেখ)

OPEN TRAVERSE

Example-1 : Make a open Traverse by Prismatic Compass for unclosed area of ABCD

(i) Enter the readings on a neatly drawn Field Book.

(ii) Plot the open traverse on a suitable scale.

Ans : 1 (i)

FIELD BOOK

OPEN TRAVERSE SURVEY BY PRISMATIC COMPASS.

Place : College Campus
Inst. No. : A/2

Date : 23.07.03
Time : 2.15 p.m.

Station	Line	Length (m)	Scale 1 cm to 1m	Angle /Bearing
A	AB	4.00	4.00	214°
B	BC	4.60	4.60	152°
C	CD	4.30	4.30	89°15'
D				

Ans : 1. (ii)

OPEN TRAVERSE SURVEY BY PRISMATIC COMPASS

Place : College Campus
Inst. No. : A/2

Date : 23.07.03
Time : 2.15. p.m.

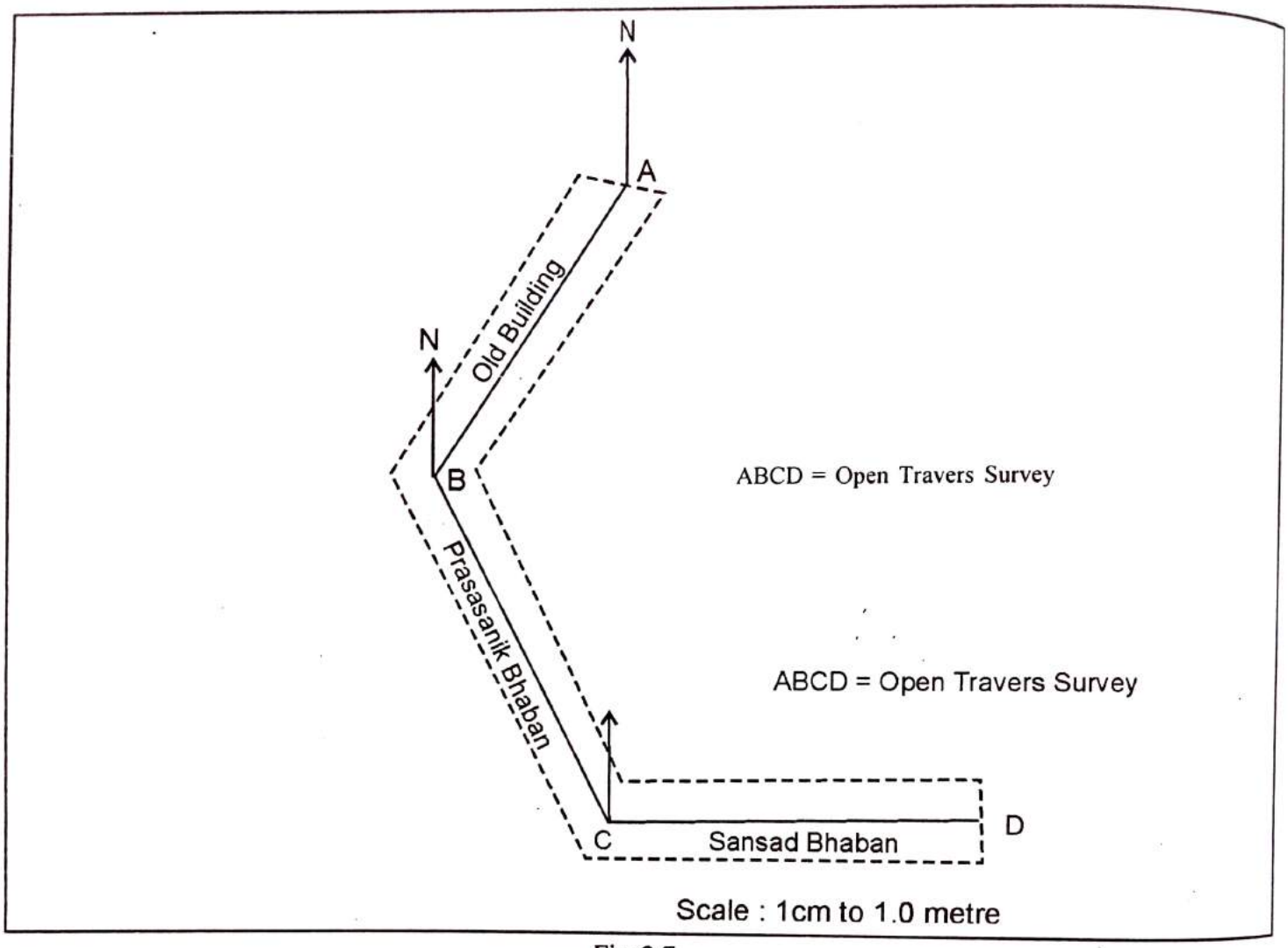

Fig. 2.7

TRIANGULAR CLOSED TRAVERSE

Example -2 : Make a Closed Traverse Survey by Prismatic Compass for enclosed area of ABC.

i) Enter the readings on a neatly drawn Field Book.
ii) Complete the table with necessary calculations and corrections.
iii) Plot the traverse on a Suitable Scale.
iv) Calculate the ground area of the traverse.

Ans-2 : (i) & (ii)

FIELD BOOK
CLOSED TRAVERSE SURVEY BY PRISMATIC COMPASS

Place : College Campus
Inst. No : PC/3

Date : 07.01.03
Time : 1-30 p.m.

Stations	line	Length (m)	Scale 1cm to 2m	Observed Bearing		difference (d)	Error (e=d-180°)	Error/2	Corrected bearing		Remarks
				Fore	Back				Fore	Back	
A	AB	10.0	5.0	108°00'	285°30'	177°30'	-2°30'	-1°15'	106°45'	286°45'	All Stations are locally attracted
B	BC	8.0	4.0	203°30'	22°30'	181°00'	+1°00'	+0°30'	203°00'	23°00'	
C	CA	12.0	6.0	325°00'	146°	179°00'	-1°00'	-0°30'	325°30'	145°30'	Survey was done clock wise

Ans-2 : (iii)

PRISMATIC COMPASS SURVEY OF AN AREA A.B.C.

Place : College Campus
Inst. No. : PC/3

Date : 07.01.03
Time : 1-30. p.m.

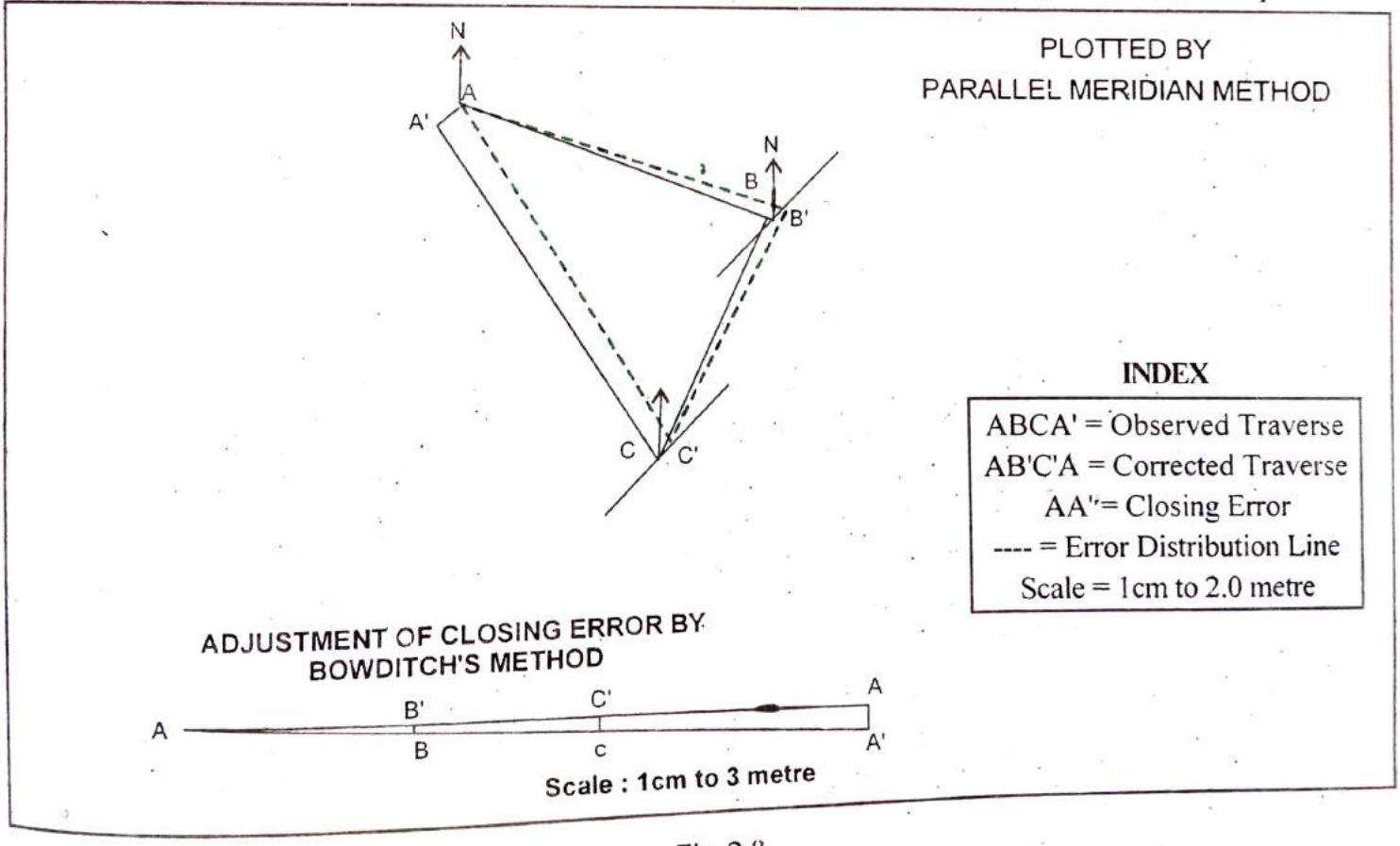

Fig. 2.8

Ans-2 : (iv) :

THE AREA OF THE TRAVERSE 'ABC'

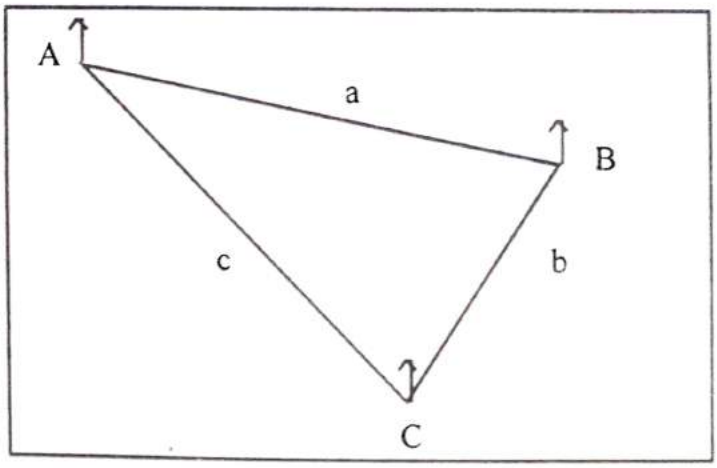

Fig. 2.9

The area of the triangle (Δ) ABC

Formula : Area (Δ) = $\sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)}$

Where : a, b and c are the sides of the triangle, and s is the Semi-perimeter = $\frac{1}{2}(a+b+c)$

AB (a) = 10 m $\quad S = \frac{1}{2}(10+8+12)$

BC (b) = 8 m $\quad = \frac{1}{2} \times 30$

CA (c) = 12 m $\quad = 15$ m

$\therefore \quad \sqrt{15\,(15-10)\,(15-8)\,(15-12)}$

$= \sqrt{15 \times 5 \times 7 \times 3}$

$= \sqrt{1575}$

= 39.68 sq. metre.

N.B. : Triangle এর ক্ষেত্রফল বাহির করিতে হইলে জানিতে হইবে কোন ধরনের Triangle (ত্রিভুজ) দেওয়া আছে Field এ। কারণ পরীক্ষার সময় Field এ যাওয়ার পূর্বে কলেজ কর্তৃপক্ষ স্টেশন এবং স্টেশন দূরত্ব নির্দিষ্ট করে দেন, তা না হলে তোমায় Field এ গিয়ে স্টেশন এবং স্টেশন দূরত্ব নির্দিষ্ট করিতে হয়। এখন তুমি বা কলেজ কর্তৃপক্ষ কেমন Traverse এর বাহু দৈর্ঘ্য নিয়েছে সেই অনুসারে Triangle এর নামকরণ ও ক্ষেত্রফল বাহির করিবার সূত্র প্রয়োগ করিতে হইবে। তাহা নিম্নে আলোচনা করা হইল —

i) **সমবাহু ত্রিভুজ (Equilateral triangle)** — তিনটি বাহুই সমান। ক্ষেত্রফল = $\frac{\sqrt{3}}{4} \times$ (বাহু)^2 বর্গ একক।

ii) **সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ (Isosceles triangle)** — কেবল দুইটি বাহু পরস্পর সমান।

ক্ষেত্রফল = $\frac{b}{4}\sqrt{4a^2 - b^2}$ বর্গ একক।

(এখানে, b = ভূমি, a = সমান বাহু দুটির মধ্যে একটি বাহুর দৈর্ঘ্য)

iii) **বিষমবাহু ত্রিভুজ (Scalene triangle)** — বাহু তিনটি পরস্পর অসমান।

ক্ষেত্রফল = $\sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)}$

(এখানে, s = অর্ধপরিসীমা, a, b, c = তিনটি পরস্পর অসমান বাহু)

LEVEL INSTRUMENT (DUMPY LEVEL)

লেভেল যন্ত্র অনেক প্রকার যথা - (1) ডাম্পি লেভেল (Dumpy Level), (2) ওয়াই লেভেল (Wyeory Level), (3) কুকস রিভারসিবল লেভেল (Gook's Reversible Level), (4) কুর্সিং লেভেল (Gushing Level) ইত্যাদি। নিম্নে ডাম্পি লেভেল এর বর্ণনা দেওয়া হল।

DESCRIPTION OF DUMPY LEVEL

জরিপের কাজে অনুভূমায়নের জন্য ব্যবহৃত একটি যন্ত্র ডাম্পি লেভেল। অ্যারনি লেভেলের অনুরূপ এই যন্ত্রটিতে দু মুখ খোলা নলের বদলে একটি ছোট দূরবীক্ষন যন্ত্র লাগান থাকে। উক্ত যন্ত্রটির দ্বারা সহজে মাপকার্য্য করা যায়। ইহার অংশগুলি দৃঢ়ভাবে স্থাপন করা হইয়াছে। নষ্ট বা খুলিয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে না। ঐ যন্ত্রটি এই রূপ ভাবে নির্মিত, যে নতুন শিক্ষার্থীগণ কার্য করিলে ও উহার কোন অংশ বা পারমানেন্ট এডজাস্টমেন্ট সহজে নষ্ট হইয়া যায় না। বহুদিন স্থায়ী থাকে, অন্যান্য লেভেল যন্ত্রের ন্যায় উহার দূরবীক্ষণটি তুলিয়া লইতে পারা যায় না। সেইজন্য উহার পারমানেন্ট এডজাস্টমেন্ট ঠিক থাকে। কোন কারনে নষ্ট হইয়া যায়, তাহা ঠিক করিয়া লইতে পারা যায়। কিন্তু উহা নিজে না ঠিক করিয়া কোন বড় কোম্পানীর নিকট হইতে ঠিক করিয়া নেওয়া উচিত।

ADJUSTMENT OF DUMPY LEVEL

লেভেল যন্ত্রের এডজাস্টমেন্ট অর্থাৎ যন্ত্রের অংশগুলি ঠিক কার্য্যকরী অবস্থায় আছে কিনা দেখিয়া লওয়া বা কার্য করিবার সময় যন্ত্রটি সরজমিনে কার্য্যকরী অবস্থায় ঠিক ভাবে স্থাপন করিয়া লওয়াকে এডজাস্টমেন্ট বলে। এডজাস্টমেন্ট দুই প্রকার —

(i) পারমানেন্ট এডজাস্টমেন্ট (Permanent Adjustment)
(ii) টেম্পুরারী এডজাস্ট মেন্ট (Temporary Adjustment)

1. **Premanent Adjustment :-** সাধারণতঃ যন্ত্র প্রস্তুতকারক এই এডজাস্টমেন্ট ঠিক করিয়া প্রস্তুত করিয়া থাকেন। যদি কোন কারনে যন্ত্রের এডজাস্টমেন্ট নষ্ট হইয়া যায়। তাহা হইলে সার্ভেয়ারগণ (Surveyar) নিজে ঠিক না করিয়া কোন কোম্পানী হইতে ঠিক করিয়া আনা উচিত। পারমানেন্ট এডজাস্টমেন্ট বিভিন্ন যন্ত্রে বিভিন্ন প্রকারের হইয়া থাকে।
2. **Temporary Adjustment :-** টেম্পুরারী এডজাস্টমেন্ট সার্ভেয়ারকে কিছু করিতে হয় না। বিভিন্ন যন্ত্রের ভিন্ন ভিন্ন প্রকারের এডজাস্টমেন্ট থাকার জন্য সার্ভেয়াকে কোন অসুবিধায় পাইতে হয় না। টেম্পুরারী এডজাস্টমেন্ট দুই প্রকার যথা —

a) Vertical Axis
b) Parallax

a) Vertical Axis - ভার্টিক্যাল একসিস ঠিক করা মানে ভার্টিক্যাল ভাবে স্থাপন করা। এই কার্য্যের মধ্যে, (i) লেভেল যন্ত্রটি ত্রিপায়ার উপর ঠিকমত স্থাপন করা (ii) ত্রিপায়ার সাহায্যে যন্ত্রটিকে সমধরাতল ভাবে স্থাপন করা (iii) ফুটস্ক্রু গুলির দ্বারা যন্ত্রটি সমধরাতল করা।

b) Parallex - এই কার্য্যের মধ্যে আইপিস ও অবজেক্ট সাইটের ফোকাসিং (Focusing) করা। যেন স্টাফ (Staff) পরিস্কার ভাবে পড়া যায়।

আইপিসের ফোকাস ঠিক করা

ফোকাসিং স্ক্রু (Focusing Screw) ঘুরাইয়া দেখবে ডায়াফ্রাম প্লেটের হোরাইজন্টাল তারটি ও ভার্টিক্যাল তার দুইটি পরিস্কার ভাবে দেখা যাচ্ছে কিনা। পরিস্কার ভাবে দেখা গেলে বুঝা যাইবে যে, আইপিস এর ফোকাস ডায়াফ্রাম প্লেটের উপর পড়িয়াছে। এবার স্টাফ ধরিয়া পরিস্কার ভাবে দেখা যাচ্ছে কিনা।

PARTS OF DUMPY LEVEL

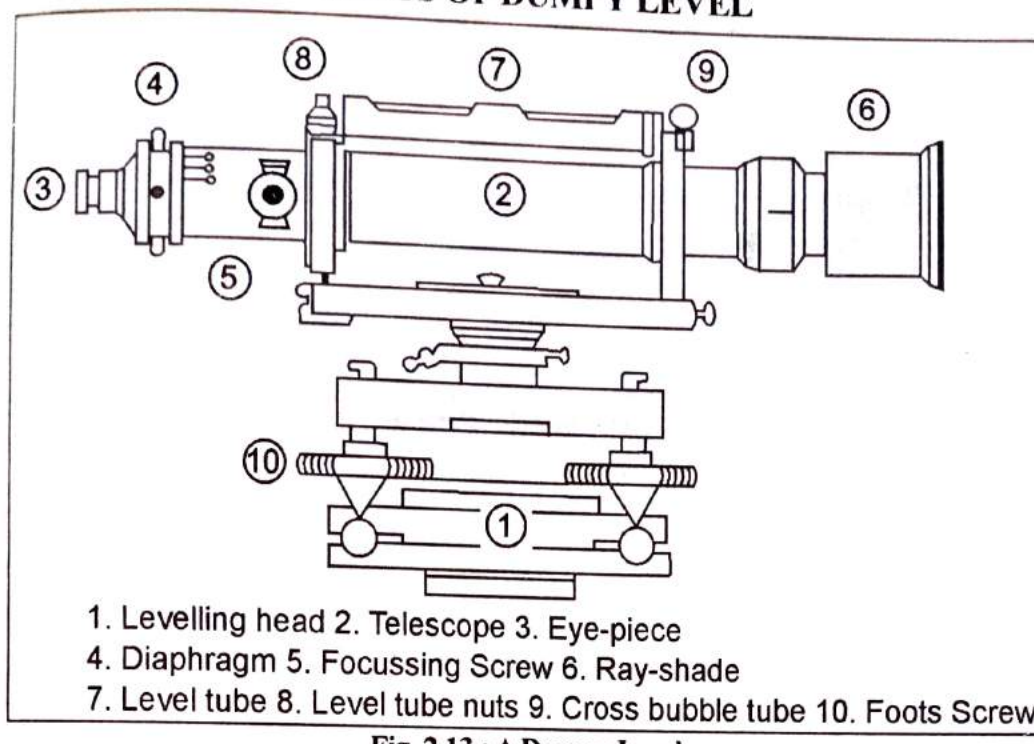

Fig. 2.13 : A Dumpy Level

1. **লেভেল হেড (Level Head)** — লেভেল হেডের কার্য্য ত্রিপায়ার সহিত লেভেল যন্ত্রটিকে দৃঢ়ভাবে আঁটিয়া রাখা।

2. **দূরবীক্ষণ (Telescope)** — দূরের কোন বস্তুকে নিকটে দেখানই উহার প্রধান কাজ।

3. **আইপিস (Eyepiece)** — ঐ স্থান দিয়া সম্মুখের স্টাফ বা কোন বস্তুকে যন্ত্রের ভিতর দিয়া দেখিতে হয়।

4. **ডায়াফ্রাম (Diaphragm)** — আইপিসের নিকট দূরবীক্ষনের মধ্যে একখানি গোলাকার কাঁচ পিতলের পাত দিয়ে চারদিকে আটকানো থাকে। পিতলের পাতটি কাটা-কাটা দাগ।

5. **ফোকাসিং স্ক্রু (Focusing Screw)** — ঐ স্ক্রুটি ঘুরাইয়া আইপিসের (Eyepiece) ফোকাস স্পষ্ট ভাবে দেখা যায়। অর্থাৎ দূরের বস্তুকে নিকটে আনিয়া পরিস্কার ভাবে দেখিবার জন্যে উহার দ্বারা কার্য্য করা হয়।

6. **রে-শেড (Ray-Shade)** — আলোর রশ্মি থাকায় কোন বস্তুকে স্পষ্টভাবে দেখা যায়।

7. **লেভেল টিউব (Level Tube)** — উহা দূরবীক্ষণের (Telescope) উপর লম্ব ভাবে স্থাপন করা আছে। উহার দ্বারা যন্ত্রটির আইসাইট বা অবজেক্ট সাইট উঁচু বা নীচু হইল কিনা বুঝা যায়। উহার প্রস্তাব স্ক্রস বাব্‌ল টিউবের ন্যায় তবে ইহা স্ক্রস বাবলের ন্যায় কিছু বড়।

8. **লেভেল টিউব নাট (Level Tube Nuts)** — উহার দ্বারা Level Tube কে আঁটিয়া রাখা হয়।

9. **ক্রস বাব্‌ল টিউব (Cross Bubble Tube)** — উহা লেভেল যন্ত্রের উপর আড়াআড়ি ভাবে স্থাপন করা আছে। উহার দ্বারা লেভেল যন্ত্রটি কাত হইয়া আছে কি ঠিক অবস্থায় আছে তাহার দ্বারা বুঝা যায়। উহা একটি কাঁচের নল। উহার মধ্যে অ্যালকোহল বা স্পিরিট (Spirit) দেওয়া থাকে। সম্পূর্ণ নলটি স্পিরিটে পূর্ণ থাকে না। একটু কম স্পিরিট থাকে। ঐ কম স্পিরিট থাকাতে উহার মধ্যে একটি বুদবুদ হয়। যন্ত্রটি উঁচু নীচু হইলে বুদবুদটি উপরে বা নীচে থাকে। যদি বুদবুদটি মধ্যখানে থাকে, যন্ত্রটি সমধরাতল বুঝতে হবে।

10. **ফুটস্ স্ক্রু (Foots Screw)** — প্রত্যেক লেভেল যন্ত্রের তিনটি ফুটস্ স্ক্রু আছে। ঐ স্ক্রু-গুলির উপর যন্ত্রটি দাঁড়াইয়া আছে বলিয়া ঐ গুলিকে ফুটস্ স্ক্রু বলে। ফুটস্ স্ক্রু প্রথমে যে কোন দুইটি একদিকে ঘুরাইয়া দ্বিতীয়বারে একটি একদিকে ঘুরাইয়া যন্ত্রের উঁচু-নীচু বা বাব্‌ল টিউব ঠিক করিতে হয়।

Level কার্য করিবার সময় কিকি সাবধানতা অবলম্বন করিতে হয় ?

i) যন্ত্রটি বাহির করিয়া উহার অংশগুলি কার্যকরী অবস্থায় আছে কিনা দেখিয়া লইতে হয়।

ii) খুব সাবধানতার সহিত যন্ত্রটি ত্রিপায়ার উপর স্থাপন করিতে হয়।

iii) বাঁকা অবস্থায় যেন যন্ত্রটি বসান না হয়। ফুট স্ক্রু-গুলি যেন সমান ভাবে বাহির করানো থাকে।

iv) যতদূর সম্ভব ত্রিপায়ার উপর নির্ভর করিয়া যন্ত্রটির বাব্‌ল বা লেভেল ঠিক করিতে হয়। যেন ফুট স্ক্রু-গুলি কম ঘুরাইয়া কার্য্য করিতে হয়।

v) স্টাফ (Staff) পড়িবার সময় যন্ত্রের বাব্‌ল ঠিক আছে কিনা সেইদিকে লক্ষ্য রাখিতে হইবে। নচেৎ রিডিং গোলমাল হইবার সম্ভাবনা থাকে।

vi) যন্ত্রের মধ্যস্থিত হোরাইজন্টাল (Horizontal) ও ভার্টিক্যাল (Vertical) লাইনের সংযোগের মধ্যস্থলে স্টাফের রিডিং পড়িয়া লইতে হয়।

vii) রিডিং লইবার সময় যন্ত্রটি যেন নড়িয়া না যায়।

viii) যিনি লেভেল কার্য করিবেন। তাঁহার বাম হাতটি সর্বদা পিছনে কোমরের উপর থাকিবে। ডান হাতের দ্বারা যন্ত্রের ফোকাসিং স্ক্রুটি ঘুরাইয়া ফোকাস কমাইবেন, বা বাড়াইবেন ও ধীরে ধীরে যন্ত্রটি নাড়াইয়া স্টাফের সহিত মিল বা লয় করিবেন।

ix) টেম্পুরারী এডজাস্টমেন্ট খুব সাবধানতার সহিত করিতে হইবে।

x) যন্ত্রটি যাহাতে পেরেলেক্স না থাকে সেদিকে লক্ষ্য রাখিতে হইবে।

xi) যিনি স্টাফ ধরিবেন, তিনি স্টাফের সম্মুখের ভাগটি যন্ত্রের দিকে রাখিবেন। সার্ভেয়ারের নির্দেশ মত বড় বা ছোট করিবেন।

xii) সার্ভেয়ার যন্ত্রটি নির্দিষ্ট স্থানে বসাইয়া BS, IS ও FS এর স্টাফ রিডিং লওয়া কার্য শেষ করিয়া যন্ত্রটি তুলিয়া অন্যস্থানে বসাইবেন।

xii) যন্ত্র স্থানান্তর করিবার প্রয়োজন হইলে ত্রিপায়া সহ যন্ত্রটি নিকটবর্ত্তী স্টেশনে স্থাপন করিতে হইবে।

xiv) সার্ভেয়ার যন্ত্রটি এমন ভাবে স্থাপন করিবেন, যেন তাঁহাকে খুব নীচু হইয়া দেখিতে না হয়। প্রত্যেক স্টেশনের কার্য্য শেষ করিয়া স্টেশনে খুঁটি দিয়া চিহ্ন করিয়া যাইবেন। আবশ্যক বোধে বা নির্দেশমত বেঞ্চ মার্কের চিহ্ন সরজমিনে ও ফিল্ডবুকে লিখিয়া রাখিবেন।

xv) প্রত্যেক স্টেশনে কার্য করিয়া রিডিংগুলি ফিল্ডবুকে নিয়ম মত লিখিতে হইবে। স্টেশন হইতে স্টেশনগুলির দূরত্ব টেপ বা চেইন দ্বারা মাপ করিয়া মাপগুলি ফিল্ডবুকের নির্দিষ্ট ঘরে লিখিতে হইবে।

FIELD BOOK

(ফিল্ড বুকের কোথায় কি লেখা হয় ?)

Station – ঐ ঘরে লেখা হয় লেভেল কার্য করিতে মোট কতকগুলি স্টেশন করা হয়েছে।

Distance – এই ঘরে লেখা হয় এক স্টেশন থেকে আর এক স্টেশনের দূরত্ব ও শেষ স্টেশন পর্যন্ত মোট দুরত্ব কত।

Back Sight – ঐ ঘরটিকে যন্ত্রের পিছনে 1 নং স্টেশনে রিডিং লেখা হয়। Back Sight (BS) রিডিং-কে জমা + ধরা হয়।

Fore Sight – ঐ ঘরটিকে যন্ত্রের শেষ স্টেশনের রিডিং লেখা হয়। এই রিডিং কে খরচ বা (–) ধরা হয়।

Rise, Fall – এই ঘরে সাধারণতঃ লেখা হয় Back Sight জমা ও Fore Sight খরচ বিয়োগ করিয়া Back Sight ঘর বেশী হইলে Rise +ঘরে লিখিতে হইবে। Fore Sight ঘর বেশী হইলে fall ঘরে লিখিতে হইবে।

Reduced Level (RL)—RL নং প্রত্যেক থানার ইরিগোনার্য অফিসে এই নম্বর পাওয়া যায়। এই নম্বরটি যে থানার কার্য হইতে সেই থানা থেকে এই নম্বরটি আনিয়া কার্য করিতে হয়। এই নম্বর থেকে Rise যোগ ও Fall বিয়োগ করিয়া কার্য করিতে হয়।

Remarks – ঐ ঘরে সাধারণতঃ লেখা হয় কোথা হইতে মাপকার্য আরম্ভ ও যন্ত্র তুলিয়া অন্যত্র বসানো হল। Change Point সংক্ষেপে C.P. লেখা হয়। কোন কোন স্থানে Bench Mark সংক্ষেপে B.M. লেখা হয়।

OBSERVED STAFF READING WRITES ON THE FIELD BOOK

ডাম্পি লেভেল সার্ভের সময় যে Staff reading সংগ্রহ করা হয় তা Field Book এর কোথায় বসানো হবে তা (সার্ভে পদ্ধতি) নিম্নে আলোচনা করা হল—

i) ফিল্ডে যেখানে নির্দিষ্ট দূরত্বে কয়েকটি স্টেশন দেওয়া রয়েছে তার প্রথম স্টেশনের পার্শ্বে ডাম্পি লেভেল বসাতে হইবে, যাহাতে ঐ স্থান থেকে বেশীসংখ্যক স্টেশনের পাঠ নেওয়া যায়।

ii) ডাম্পি লেভেল-এর Tripod স্ট্যান্ডের পায়াগুলিকে উপর-নিচে সরিয়ে এবং লেভেলিং স্ক্রু ঘুরিয়ে Instrument কে লেভেল করিতে হইবে।

iii) এখন প্রথম স্টেশনে স্থাপিত স্টাফকে দেখে Telescope এর Middle Stadia পাঠ নেওয়া হয় যা Field Book এর Back Sight (BS) ঘরে লিখিতে হইবে।

iv) এরপর দ্বিতীয় স্টেশনে যে স্টাফ রিডিং পাওয়া যাবে তা Intermediated Sight (IS) এর ঘরে লিখিতে হইবে। এইভাবে Change Point (C.P) এর আগের স্টেশনের রিডিং IS ঘরে লিখিতে হইবে।

v) যে স্টেশনে Change Point রয়েছে, সেই স্টেশনের স্টাফ রিডিং কে IS এর ঘরে না লিখে Fore Sight (FS) এর ঘরে লিখিতে হইবে। কারণ এরপর Instrument কে সরানো হইবে, অর্থাৎ প্রথম পর্যায়ের রিডিং নেওয়া শেষ।

vi) Instrument Shift করার পর পূর্বের ন্যায় লেভেল করে Change Poinrt এ স্থাপিত স্টাফ এর রিডিং নিয়ে BS এর ঘরে লিখিতে হইবে, কারন দ্বিতীয় পর্যায়ের রিডিং নেওয়া শুরু হওয়ায়। (Change Point এ দুই বার রিডিং নেওয়া হয়)

vii) এরপর শেষ স্টেশনের আগের স্টাফ রিডিং গুলো I.S. এর ঘরে এবং শেষ স্টেশনের রিডিং F.S. এর ঘরে লিখিতে হইবে।

viii) যদি Change Point না থাকে তাহলে প্রথম স্টেশনের রিডিং Back Sight এর ঘরে এবং সর্বশেষ স্টেশনের রিডিং Fore Sight এর ঘরে এবং মাঝের স্টেশনের রিডিং গুলো Intermediated Sight এর ঘরে লিখিতে হইবে।

COMPUTATION OF THE REDUCED LEVELS

প্রতিটি স্টেশনের Reduced Level নির্ণয় করার জন্য দুটি পদ্ধতি রয়েছে যথা —

(i) The Collimation Method
(ii) The Rise and Fall Method

1. The Collimation Method :- Height of Collimation থেকে Staff reading বিয়োগ করে ঐ স্থানের Reduced Level জানা যায়। এর জন্য সাধারণ নিয়ম গুলি হইল —

(a) Height of Collimation = [Back Sight Reading + Reduced Level of the Bench Mark]

(b) Reduced Level of a Station = [Height of Collimation - Staff Reading (IS or FS)]

(c) Height of Collimation of a change Point = [Back Sight Reading + Reduced Level of the Change Point]

2. Rise and Fall Method :- প্রথম স্টেশনের স্টাফ রিডিং থেকে দ্বিতীয় স্টেশনের স্টাফ রিডিং এর মানের পার্থক্যের উপর নির্ভর করে স্থানটি রাইজ হয়েছে না ফল হয়েছে। যদি মান (প্রথম স্টেশনের পাঠ থেকে দ্বিতীয় স্টেশনের পাঠের বিয়োগফল) বেশী হয় তাহলে বুঝতে হবে স্থানটির ফল (Fall) হয়েছে। তখন বিয়োগ ফলটি Fall এর ঘরে লিখিতে হইবে। যদি মান কম হয় তাহলে বুঝতে হবে স্থানটি রাইজ (Rise) হয়েছে, তখন বিয়োগফলটি Rise এর ঘরে লিখিতে হইবে। Rise and Fall reading থেকে Reduced Level নির্ণয় করার নিয়ম হল —

(a) যদি প্রথম স্টেশনে বেঞ্চ মার্ক (BM) দেওয়া থাকে তাহলে ওটাই প্রথম স্টেশনের R.L. এখন দ্বিতীয় স্টেশনের R.L. নির্ণয় করার জন্য প্রথম স্টেশনের R.L. এর সঙ্গে দ্বিতীয় স্টেশনের Rise মানের সহিত যোগ (+) করে। এবং Fall মানের সহিত বিয়োগ (-) করে R.L. নির্ণয় করা হয়। এইভাবে পর্যায়ক্রমে অন্যান্য স্টেশনের R.L. নির্ণয় করা হয়।

(b) যদি শেষ স্টেশনে (Last Station) বেঞ্চ মার্ক (BM) দেওয়া থাকে তাহলে ওটাই শেষ স্টেশনের R.L. । এখন শেষ স্টেশনের আগের R.L. নির্ণয় করিবার জন্য শেষ স্টেশনের Rise এর সঙ্গে শেষ স্টেশনের R.L. মানের সহিত বিয়োগ (–) করে এবং Fall মানের সহিত যোগ (+) করে R.L. নির্ণয় করা হয়। এই ভাবে পর্যায়ক্রমে অন্যান্য স্টেশনের R.L. নির্ণয় করা হয়।

(c) আবার যদি Change Point এ বেঞ্চ মার্ক দেওয়া থাকে, তাহলে CP এর পূর্বের (উপরের দিকে) স্টেশনগুলির RL নির্ণয় 2.(b) এর নিয়ম অনুসারে এবং CP এর পরের (নিচের দিকে) স্টেশনগুলির RL নির্ণয় 2.(a) এর নিয়ম অনুসারে হয়।

CONSTRUCTION OF PROFILE

(i) খাতার মাঝবরাবর অনুভূমিক একটি সরলরেখা টানা হল (ধরে নেওয়া হয় সার্ভে লাইন Straight) এখন খাতার বামদিক থেকে ডানদিকে স্টেশনের দূরত্ব অনুসারে (Horizontal Scale) করা হল এবং Point গুলি নামাঙ্কিত করা হল। প্রথম পয়েন্ট এর কাছাকাছি উলম্ব রেখা টানা হল। এই রেখাটিকে সর্বোচ্চ RL এবং সর্বনিম্ন RL এর পার্থক্য দেখে ডেটাম (Datum) এর উপর Vertical Scale অনুসারে ভাগ করা হল।

(ii) প্রতিটি স্টেশনের RL অনুসারে ডেটাম লাইন (Datum line) এর উপর Point দেওয়া হল এবং Point গুলিকে হাতে যোগ করা হল। এছাড়া ঐ পয়েন্ট থেকে ডেটাম পর্যন্ত লম্ব টানতে হইবে।

(iii) উপরিভাগের (Ground Surface) কিছু অংশ Shade বা ছায়া দিতে হইবে এবং ছবিটির বিভিন্ন অংশের নামকরণ বা প্রয়োজনীয় তথ্য লিখিতে হইবে। চিত্র নং 2.14 দেখুন।

DUMPY LEVEL SURVEY - COLLIMATION METHOD

Example - 1 : Make a Dump Level Survey along the line AB (30 metre long) taking Staff readings at 3 metre interval (change at 15 metre.)

i) Enter the readings on a neatly drawn Field Book.

ii) Calculate the Reduced Levels (R.L.S) of the Stations Bench Mark (B.M.) at station of 15 metre is 18.5 metre.

iii) Draw the Profile AB on a suitable Scale.

iv) Find the gradient between the First Station and the change point.

v) Find the gradient between the first station and the last station.

Ans : 1. (i) & (ii)

FIELD BOOK

DETERMINATION OF REDUCED LEVELS BY DUMPY LEVEL

Place : College Campus
Inst. No. : DL/2

Date : 07.03.04
Time : 2-30 p.m.

Collimation Method

Stations	Distance in m	Scale 1 cm to 3 m	Staff Reading (metre)			Height of collimation (m)	Reduced Level (m)	Remarks
			BS	IS	FS			
A	0	0	1.46			19.97	18.51	
A1	3	1.0		1.62		19.97	18.35	
A2	6	2.0		1.77		19.97	18.20	
A3	9	3.0		1.84		19.97	18.13	
A4	12	4.0		1.88		19.97	18.09	
A5	15	5.0	1.49		1.47	19.99	18.50	B.M. (18.5) & Change Point
A6	18	5.0		1.48		19.99	18.51	
A7	21	7.0		1.52		19.99	18.47	
A8	24	8.0		1.44		19.99	18.55	
A9	27	9.0		1.43		19.99	18.56	
B	30	10.0			1.63	19.99	18.36	
Σ			2.95	12.98	3.10		202.23	

Arthmetical Check

$\Sigma BS \sim \Sigma FS = 2.95 \sim 3.10 = 0.15$

$Last RL \sim First RL = 18.36 \sim 18.51 = 0.15$

Ans : 1. (iii)

LEVELLING ALONG THE LINE AB BY DUMPY LEVEL

Place : College Campus
Inst. No. : DL/2

Date : 07.03.04
Time : 2-30 p.m.

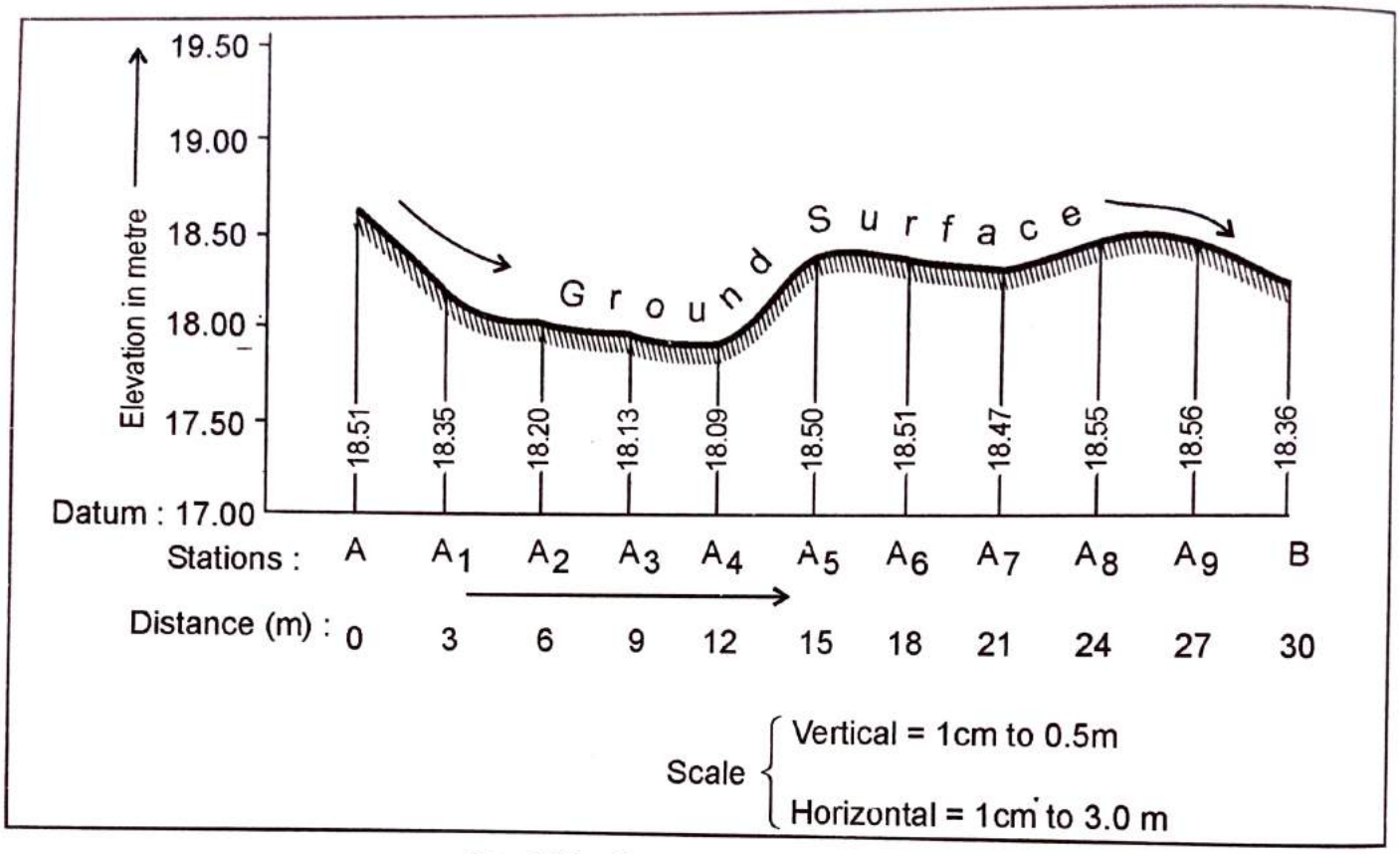

Fig. 2.14 : Construction of Profile

Ans. 1 (iv) :

FIND OUT THE GRADIENT (FIRST STATION AND CHANGE POINT)

Formula : Gradient (g) = 1 : d/r

where,

d = The ground distance between two station (First stantion and change point)

r = The elevational difference between two Station (Fist R.L. and Change Point R.L.)

Reduced Level of First Station = 18.51 metre
Reduced Level of Change Point = 18.50 metre
Difference (r) = 0.01 metre

There is a fall of 0.01 metre from First Station and change point. The ground distance AA_5 = 15 metre

∴ Gradient of the line AA_5 = 1 : d/r
= 1 : 15 metre / 0.01 metre
= 1 : 1500 (i.e., 1 in 1500)

d = 15 metre
r = 0.01 metre

Ans. 1 (v) :

FIND OUT THE GRADIENT (First Station and Last Station)

Formula : Gradient (g) = 1 : d/r

where,

d = The ground distance between two station (First stantion and Last Station)

r = The elevational difference between two Station (Fist Station R.L. and Last Station R.L.)

Reduced Level (R.L.) of First Station (A) = 18.51 metre

Reduced Level (R.L) of Last Station (B) = 18.36 metre

Difference (r) = 0.15 metre

There is a fall of 0.15 metre from First Station and Last Station. The ground distance AB = 30 metre.

∴ Gradient of the line AB = 1 : d/r

= 1 : 30 metre / 0.15 metre

= 1 : 200 (i.e. 1 in 200)

d = 30 metre
r = 0.15