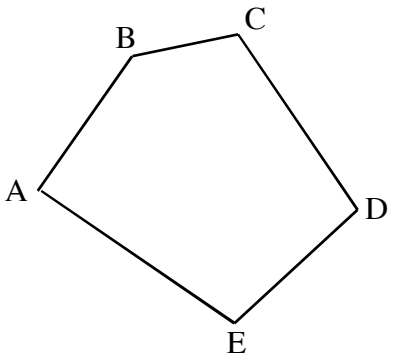
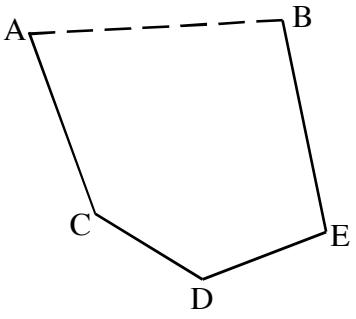
(a) বদ্ধ ট্র্যাভার্স— প্রারম্ভিক বিন্দু থেকে জরিপ শুরু করে পূর্ণ পরিসীমা গঠন করে ঐ একই বিন্দুতে জরিপ শেষ হলে যে ট্র্যাভার্স (fig 2.1a) হয় তাকে এবং যে ট্র্যাভার্সের (2. 1b) প্রথম বিন্দু ও শেষ বিন্দুর অবস্থান নকশায় জানা আছে তাকে বদ্ধ ট্র্যাভার্স বলা হয়। এই ট্র্যাভার্স বহুভুজ গঠন করে।

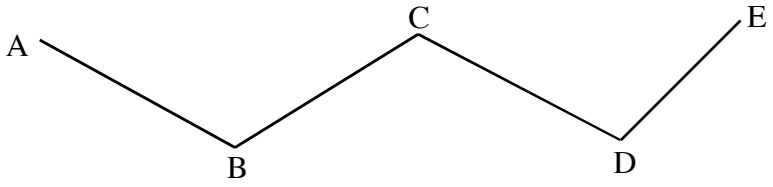




চিত্র 2.1aব চিত্র 2.1b)

উন্দুশু ট্র্যাভার্স (open Traverse)—যে ট্র্যাভার্স বদ্ধ বহুভুজ গঠন করে না তাকে উন্দুশু ট্র্যার্ভাস বলে চিত্র 2.2ব।

ট্র্যাভার্স জরিপে প্রতিটি রেখার দৈর্ঘ্য ও দিক নির্ণয় করা হয়। এই দিক নির্ণয় দিগংশ-এর (bearing) দ্বারা করা হয়, এই দিগংশ পরিমাপ করা হয় কম্পাসের সাহায্যে। দিগংশ সম্বণ্ডেধ ভাল ধারণা থাকা দরকার।



চিত্র 2.2ব

2.3.1 দিগংশ (Bearing) : সংজ্ঞা

নির্দিষ্ট উল্খেখকারী দিক বা দ্রাঘিমারেখার (reference direction or merdian) সন্দেগ যে রেখা অনুভূমিক কোণ (horizontal angle) উৎপন্ন করে তাকে দিগংশ বলে। উল্খেখকারী রেখা থেকে দিগংশ

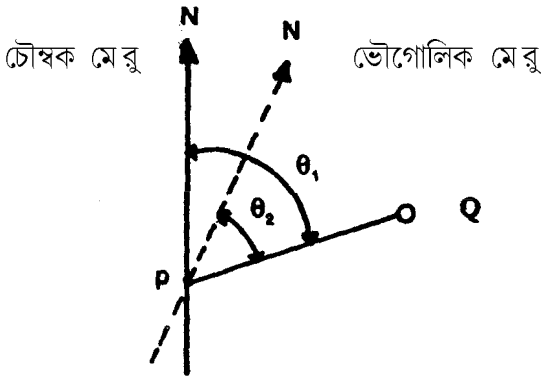
সর্বদা ঘড়ির কাঁটার দিক (clock wise direction) অনুযায়ী মাপা হয়।

2.3.2 দিগংশ শ্রেণী বিভাগ :

A. উল্লেখকারী রেখা অনুসারে দিগংশ তিন প্রকার ঃ—

i) প্রকৃত দিগংশ (True bearing) বা অ্যাজিমুথ (azimuth) —ভৌগোলিক দ্রাঘিমারেখা ও কোন একটি রেখার মধ্যে উৎপন্নকারী অনুভূমিক কোণকে প্রকৃত দিগংশ বা অ্যাজিমুথ বলা হয়। প্রতিটি মধ্যরেখা উত্তরমেরু ও দক্ষিণ মেরুতে মিলিত হয়েছে, তাই অ্যাজিমুথ যে কোন দ্রাঘিমারেখার সাপেক্ষে মাপা যায়। মানচিত্র অভিক্ষেপের সন্দেগ অ্যাজিমুথ অন্দগান্দিগ ভাবে জড়িত।

ii) চৌম্বক দিগংশ (magnentic bearing) —চৌম্বক মধ্যরেখার (magnetic meridian) অর্থাৎ চৌম্বক উত্তর মেরু ও দক্ষিণ মেরুর সাপেক্ষে কোন রেখার অনুভূমিক কোনকে চৌম্বক দিগংশ বলা হয় জ্বচিত্র 2.3ৰ। চিত্র থেকে দেখা যাে২৬ θ_1 হল PQ রেখার চৌম্বক দিগংশ ও θ_2 হল PQ রেখার প্রকৃত দিগংশ। ট্র্যাভার্স জরিপে চৌম্বক দিগংশের দ্বারা দিক নির্ণয় করতে হয়।



জ্বচিত্র 2.3ৰ

একটি চৌম্বক ও ভৌগোলিক জ্বপ্রকৃতৰ দিগংশ

iii) ঐ২৬ক দিগংশ (arbirary bearing)—ভূমিতে ই২৬মত যে কোন একটি রেখাকে নির্দিষ্ট ধরে নিয়ে ঐ রেখার সন্দেগ উৎপন্ন অন্য রেখার অনুভূমিক কোণকে ঐ২৬ক দিগংশ বলা হয়। সাধারণতঃ জমি-জমা, পুকুর ইত্যাদির জরিপ করতে এ ধরণের দিগংশের ব্যবহার হয়। এক্ষেত্রে কোন স্থায়ী বস্তুকে সামনে রেখে রেফারেন্স রেখা কল্পনা করা হয়।

B. দিগংশ চিহ্নিত করার পদ্ধতি অনুসারে দিগংশের নামকরণ

দিগংশের নামকরণের পদ্ধতি অনুসারে ইহা দু প্রকার ঃ

i) পূর্ণ বৃত্তীয় দিগংশ (Whole Circle Bearing)

ii) রিডিউস্‌ড দিগংশ (Reduced Bearing)

i) **পূর্ণ বৃত্তীয় দিগংশ-উল্লেখকারী (reference) দ্রাঘিমা রেখার উত্তর বিন্দু থেকে দক্ষিণাবর্তে ঘড়ির কাঁটার ন্যায় দক্ষিণাবর্তে বৃত্তকে বেষ্টন করে কোন রেখার যে দিগংশ পরিমাপ করা হয় তাকে পূর্ণ বৃত্তীয় দিগংশ (W. C. B) বলা হয়। এরূপ দিগংশের মান 0° থেকে 360°-র মধ্যে থাকে।**

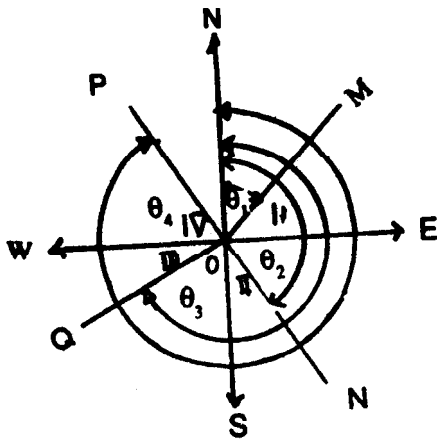
চিত্র 2.4 -এ W.C.B দেখানো হল, যেমন

θ_1 OM রেখার দিগংশ

θ_2 ON রেখার দিগংশ

θ_3 OQ রেখার দিগংশ

θ_4 OP রেখার দিগংশ



জ্বচিত্র 2.4ৰ

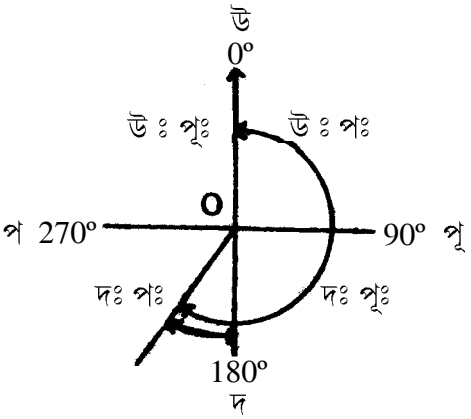
I, II, III ও IV এক একটি বৃত্তপাদ (quadrant) নির্দেশ করে।

তীর চিহ্ন লক্ষ্য করুন প্রতিটি রেখার দিগংশ পরিমাপ করা হয়েছে সবসময় দক্ষিণাবর্তে ON এই দ্রাঘিমা রেখার উত্তর বিন্দুর সাপেক্ষে, এই পদ্ধতিতে দিগংশ কোণ দ্বারা সুনির্দিষ্ট করা হয়, এখানে দিক চিহ্ন, N,E,S,W-এদের ব্যবহার দরকার নেই। প্রিজম্যাটিক কম্পাস বা থিওডোলাইটের দ্বারা পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশ মাপা হয়।

ii) রিডিউস্‌ড দিগংশ (Reduced Bearing-RB)– **কোন রেখার পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশকে ঐ রেখার অন্তর্গত বৃত্তপাদ অনুযায়ী হ্রাসপ্রাপ্ত ভাবে প্রকাশ করা হলে তাকে রিডিউসড দিগংশ (Reduced Bearing) বলা হয়।** উত্তর-দক্ষিণ ওপূর্ব-পছিমে বিস্তৃত দু'টি সরলরেখা পরস্পর সমকোনে ছেদ করলে কোন তল চারটি বৃত্তপাদে (quadrant) ভাগ হয়, ও দিক অনুযায়ী তাদের নামকরণ করা হয় জ্বচিত্র 2.5ৰ,

যেমন উত্তর-পূর্ব জ্বউঃ পূঃৰ

দক্ষিণ-পূর্ব জ্বদঃ পূঃৰ



জ্বচিত্র 2.5ৰ

দক্ষিণ-পছিম জ্বদঃ পঃৰ
ও উত্তর-পছিম জ্বউঃ পঃৰ,
প্রতি বৃত্তপাদের মান 90°।

বৃত্তপাদ পদ্ধতিতে দিগংশ উত্তর বা দক্ষিণ বিজ্ঞু থেকে ঘড়ি কাঁটার দিক বা বিপরীত উভয় দিকে মাপ করা যায়। যে রেখার পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশ (WCB) যে বৃত্তপাদকে নির্দেশ করে সেই বৃত্তপাদের নিকটতম উত্তর বা দক্ষিণ বিজ্ঞু অনুযায়ী রিভিউসড দিগংশ মাপা হয়। ধরা যাক, জ্বচিত্র 2.5ৰ OP রেখার W.C.B 200°। অতএব OP রেখা দঃপঃ বৃত্তপাদের অন্ত্রর্গত এবং ঐ রেখার নিকটতম বিজ্ঞু হল দক্ষিণ বিজ্ঞু, অতএব দক্ষিণ বিজ্ঞু নির্দেশকারী রেখা ও বাঁদিকে OP রেখার মধ্যে উৎপন্ন অনুভূমিক কোণ রিডিউস্ড দিগংশ হবে। অতএব এক্ষেত্রে এর মান 200°-180° = দঃ 20° পঃ। এ ধরণের দিগংশ লিখতে হলে বৃত্তপাদ উজ্বেখ করতে হয়। রিডিউসড দিগংশের মান 0° থেকে 90° হয়। উত্তর পূর্ব বৃত্তপাদে এই দু প্রকার দিগংশের মানের কোন পরিবর্তন হয়না। W.C.B থেকে R.B কিভাবে লাভ করা যায় তা নীচের সারনীতে দেখানো হল।

সারণী 2.1

ক্ষেত্র	**W.C.B** এ মান	**R.B.** এর জন্য নিয়ম	বৃত্তপাদ
I	0° - 90°	= W.C.B	উঃ পূর্ব
II	90° – 180°	= 180° – W.C.B	দঃ পঃ
III	180° – 270°	= W.C.B – 180°	দঃ পঃ
IV	270° – 360°	= 360° – W.C.B	উঃ পূর্বঃ

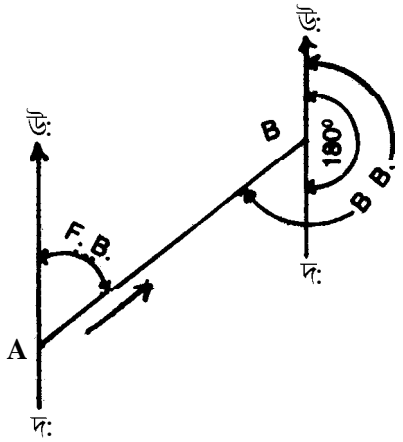
W.C.B – Whole Circle Bearing বা পূর্ণবৃত্তীয় দিগংশ
R.B–Reduced Bearing–রিডিউসড দিগংশ,

উল্টোভাবে কোন রেখার R.B জানা থাকলে তার W.C.B ঐ একই নিয়মে নির্ণয় করা যায়।

C. জরিপ কাজের অভিমুখ অনুযায়ী দিগংশ ঃ—

জরিপ কাজের দিক অনুযায়ী দিগংশ দু প্রকার—সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (Fore Bearing), সংক্ষেপে F.B ও পছাৎ অভিমুখ দিগংশ (Back Bearing), সংক্ষেপে B.B। জরিপ কাজ যেদিকে এগিয়ে যায় সেই দিক করে যে রেখার দিগংশ নেওয়া হয় তাকে F.B বলা হয়। আর এর ঠিক বিপরীত দিক

করে নিলে তাকে B.B বলা হয়। সুতরাং প্রত্যেক রেখার দুটি করে দিগংশ থাকে। নিচে চিত্রে জ্ঞনং 2.6ৰ তীর চিহ্ন দিয়ে AB রেখার উপর জরিপের অভিমুখ দেখানো হয়েছে ও সেইমত উত্তর দক্ষিণ রেখার থেকে F.B ও B.B কে দেখানো হয়েছে।



জ্ঞচিত্র 2.6ৰ

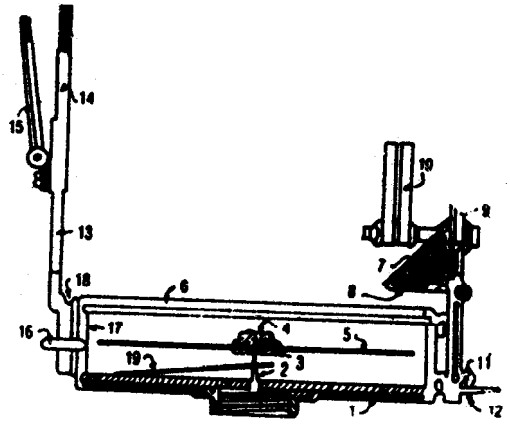
এখানে রেখা হল AB, তাহলে A থেকে B এর দিগংশকে F.B বলা হয়। B ও A এর মধ্যে পার্থক্য ঠিক 180°। পূর্ণবৃত্ত পদ্ধতিতে কোন রেখার পছাৎ অভিমুখ দিগংশকে (B.B) সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (F.B) থেকে নীচের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

পছাৎ অভিমুখ দিগংশ (BB) = সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (FB) $\pm$180°। যদি FB, 180° র কম হয় তাহলে FB এর সন্দ্বেগ 180° যোগ করলে BB পাওয়া যাবে, আর FB যদি 180° এর বেশী হয় তাহলে এর থেকে 180-° বাদ দিলে BB পাওয়া যাবে। ধরা যাক কোন রেখার FB 50°, তাহলে তার BB হয় 50°+180° = 230°, আর FB যদি 310° হয় তাহলে তার BB 310°–180° = 130° হয়।

2.4 প্রিজম্যাটিক কম্পাসের সাহায্যে ট্র্যাভার্স জরিপ।

i) **কম্পাস পরিচিতি** — প্রিজম্যাটিক কম্পাস কাঁচের ঢাকনা দেওয়া 85 – 110 মিমি ব্যাসের একটি বৃত্তাকার বাক্স যার কেন্দ্রে পিভট (Pivot) বা পিন এর উপর ভর দিয়ে ভারসাম্য অবস্থায় ঘুরে একটি চুম্বক শলাকা (magnetic needle)। এই চুম্বক শলাকা মাত্রান্দ্বিকত ও অ্যালুমিনিয়ামের একটি বলয়ের (Ring) সন্দ্বেগ যুশু । এই বলয়টি এক ডিগ্রি ও অর্ধ ডিগ্রি করে মাত্রান্দ্বিকত। ডিগ্রির মান গুলি উল্টো ভাবে লেখা, **প্রিজমের মধ্য দিয়ে কম্পাসের উপরের লেখা পড়তে হয় বলে এর নাম হয়েছে**

প্রিজম্যাটিক কম্পাস। প্রিজমের মধ্য দিয়ে আমরা সবসময় উল্টো ছবি দেখি, তাই বলয়ের মধ্যে উল্টো লেখা পুনরায় উল্টো হয়ে অর্থাৎ সোজা হয়ে আমাদের চোখে ভেসে উঠে। কম্পাসের ছবি (2.7) দেখুন ও এর বিভিন্ন যন্ত্রাংশের সন্দেগ পরিচিত হউন।



চিত্র 2.7 প্রিজম্যাটিক কম্পাস

যন্ত্রাংশ পরিচালনার জন্য 2.4 অংশের আলোচনা দেখুন।

1. কম্পাস বাক্স (Compass Box)
2. পিন / পিভট (Pivot)
3. চৌম্বক শলকা—সবসময় উত্তর চৌম্বক মেরু নির্দেশ করে।
4. অ্যাগেট ঢাকনা (Agate cap)
5. কম্পাস রিং বা বলয় (Compass ring)
6. কাঁচের ঢাকনা
7. প্রিজম (Prism)
8. প্রিজমের ঢাকনা
9. আইভেন—এর মধ্য দিয়ে হর্সহেয়ার ও বস্তুকে দেখতে হয়।
10. হিন্‌জড সান গ্লাস (hinged sun glass) – কম্পাসের উপর সূর্য্যের আলো এসে পড়লে একে ব্যবহার করতে হয়।
11. ফোকাসিং স্টাড—প্রিজমের জন্য (Focussing Stand) প্রিজমের মধ্য দিয়ে লেখাকে ঠিক মত ফোকাস করার জন্য একে উঠাতে বা নামাতে হয়।
12. হিনজড স্ট্র্যাপ (Hinged Strap)
13. অবজেক্ট ভেন (object Vane)–এর সন্দেগ হর্স হেয়ার লাগানো আছে

14. হর্স হেয়ার (Horse Hair)–বস্তুকে দেখতে কাজে লাগে।
15. অ্যাডজাস্টেবল আয়না (adjustable mirror)–রিডিং নিতে সাহায্য করে।
16. ব্রেক পিন বা নব্ (Break Pin or Knob)–চুম্বক শলাকে স্থির অবস্থায় আনতে ব্যবহার করা হয়।
17. স্প্রিং ব্রেক (Spring brake)–ব্রেক পিনের সন্দেগ কাজ করে।
18. লিফ্টিং পিন (Lifting pin)–যন্ত্রকে বগুধ করলে এই পিন লিফ্টিং লিভার (19)-কে তুলে ধরে, তখন কম্পাস অনড় হয়ে যায়।
19. লিফটিং লিভার (Lifiting liver)

ii) **কম্পাস জরিপের সুবিধা**—এই কম্পাসের সাহায্যে জরিপ করার সুবিধা এই যে—(i) দ্রুত জরিপ করা যায়। (ii) প্রতিটি রেখা পৃথক ও স্বাধীন, ফলে দিগংশ গত ভুল হশ্চাস পাওয়ার প্রবণতা দেখায় (iii) একটি রেখার দিগংশ রেখা বরাবর যে কোন বিচ্ছ্রু থেকে নেওয়া যায়।

অসুবিধা—এই জরিপে নির্ভুলতার অভাব থেকে যায়। /আঞ্চলিক বা স্থানীয় আকর্ষণ* (Local attraction) এই জরিপে এক সাধারণ ঘটনা, যে অন্য এক ধরণের ভুলের উৎস তৈরী করে। স্থানীয় আকর্ষণ এই কম্পাস জরিপের সবচেয়ে বড় ত্রুটি।

iii) **স্থানীয় আকর্ষন** (Local attraction)—চুম্বককে আকর্ষণকারী বস্তুর জ্বযেমন লোহা, ঘড়ির বেল্ট, ল্যাটেরাইট মাটি ইত্যাদিৰ থেকে সৃষ্টি হওয়া বহিরাগত বাধার কারণে চৌম্বক শলাকার পার্শ্বসরণকে স্থানীয় আকর্ষন (Local attraction) বলে।

জরিপের সময় যে যন্ত্র ও আনুসন্দিগক জিনিস দরকার সেগুলি হল—একটি প্রিজম্যাটিক কম্পাস, একটি ত্রিপদ (tripod),একটি ওলন, একটি ফিতে (tape) একগু২৬ পিন ও রেঞ্জিং রড (Ranging rod)।

2.4.1 জরিপ কার্য প্রণালী (Procedure)

(i) মাঠে গিয়ে প্রথমে যে কয়টি স্টেশন নিয়ে জরিপ করবেন তা চিহ্নিত করুন এবং প্রতিটি স্টেশনকে পিন দিয়ে চিহ্নিত করুন। পিন এর মাথায় ট্যাগ লাগিয়ে A,B,C,D ইত্যাদি অক্ষর দিয়ে নামকরণ করুন।

(ii) ফিল্ড বুকের জ্বField book) সারণী 2.2ৰ উপর তারিখ, সময়, স্থান, কম্পাসের নং, জরীপকারির নাম লিখুন, কাগজের এর পাশে ট্র্যাভার্সের একটা স্কেচ করতে পারেন।

(iii) ফিতে দিয়ে প্রতিটি রেখার দৈর্ঘ্য মাপ করুন ও ফিল্ড বুকে নথিবদ্ধ করুন।

(iv) প্রত্যেক স্টেশনের উপর কম্পাসকে ত্রিপদের মাথায় বসিয়ে যত্নসহকারে ঠিক ঠিক ভাবে ওলনের সাহায্যে কেন্দ্রায়িত (centering) করুন ও লেভেল করুন। প্রত্যেক স্টেশন থেকে সংযুশু দু'টি রেখার দিগংশ দেখুন ও ফিল্ড বুকের যথোপযুশু ঘরে নথিভুশু করুন। এক্ষেত্রে খেয়াল করবেন আপনার সামনের দিকের রেখাটির হবে F.B ও পিছনের দিকের রেখাটির হবে B.B।

2.4.2 গণনা / হিসাব (Computation), দিগংশ নির্ভুল করা (Bearing Correction)

আপনারা আগেই জেনেছেন যে F. B ও B. B এর মধ্যে পার্থক্য হবে ঠিক 180° । কিন্তু মাঠে যে দিগংশ নিরীক্ষণ করেছেন তাতে 'স্থানীয় আকর্ষনের' কারণে এই দুই দিগংশের মধ্যে পার্থক্য 180° থেকে কম বা বেশী হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে অবশ্য এটা নাও হতে পারে। 180° থেকে কম বা বেশীর পরিমানই হল স্থানীয় আকর্ষনের মান। এই মানকে F. B ও B. B মধ্যে এমনভাবে বন্টন করতে হবে যাতে এদের মধ্যে পার্থক্য শেষ পর্যন্ত 180° হয়। তখন এই দিগংশকে বলে নির্ভুল দিগংশ (Corrected bearing)।

দিগংশ ঠিক করার পদ্ধতি — প্রথমে মাঠে নিরীক্ষিত দিগংশের (Observed bearing) F. B ও B. B মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করে 'স্থানীয় আকর্ষণের' মান নির্ধারণ করুন। কম্পাস সার্ভে এই মানকে বলা হল **'ভুল' (error)** । ধরা যাক, এই দুই দিগংশের পার্থক্য হল 182°। তাহলে 'স্থানীয় আকর্ষন' হবে 182° – 180° = + 2°। 180° কম হলে তা ঋণাত্বক (-ve) হবে। এই 'ভুলকে' (error) দুভাগ করুন। এক এক ভাগ এক একটি দিগংশের সন্দেগ যোগ বা বিয়োগ করে সঠিক দিগংশ নির্ণয় করতে হবে। নিয়ম হল— 'ভুল' (errorৰ ঋণাত্বক (- ve) হলে যে দিগংশের মান কম আছে তাকে আরও কম করতে হবে ও বড় মানের দিগংশকে আরও বড় করতে হবে। 'ভুল' ধণাত্বক (+ ve) হলে বড় মানের দিগংশকে ছোট করবেন ও ছোট মানের দিগংশকে বড় করবেন। সারণী 2.2 দেখুন।

সারণী 2.2

ফিল্ড বই (Field book)
আবদ্ধ ট্র্যাভার্স সার্ভে (Closed Travers Survey)
প্রিজম্যাটিক কম্পাসের সাহায্যে

স্থান ... তাং ঃ
যন্ত্র নং ঃ ... রোল নং ঃ

রেখা Line	দৈর্ঘ্য (Length) মি. (m)	নিরীক্ষিত দিগংশ (Observed bearing)		পার্থক্য (difference)	এরর (Error) (e=d-180°)	$^{e}/_{2}$	নির্ভুল প্রা৫ দিগংশ (Corrected bearing)		মন্তব্য (Remark)
		সম্মুখ (F.B)	পছাৎ (B.B)				সম্মুখ (F.B)	পছাৎ (B.B)	
AB		40°00'	219°00'	179°	–1°	–0°30'	29°30'	179°30'	(i) সব স্টেশনেই স্থানীয় আকর্ষণ
BC		95°30'	276°30'	181°	+1°	+0°30'	96°00'	276°00'	আছে।
CD		208°30'	25°30'	183°	+3°	+1°30'	207°00'	27°00'	(ii) ঘড়ির কাঁটার দিক করে জরিপ
DA		282°30'	104°30'	178°	–2°	–1°00'	283°00'	103°30'	হয়েছে।

2.4.3 ট্র্যাভার্স অংকন (Plotting the traverse)

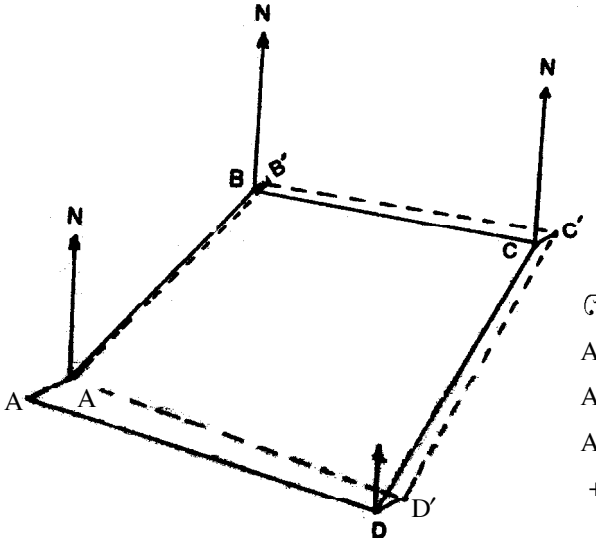
ট্র্যাভার্স-এর অংকন সাধারণত 'সমান্তরাল দ্রাঘিমা পদ্ধতি' (Parallel Meridian Method) অনুযায়ী আঁকা হয়। এই পদ্ধতিতে আঁকার জন্য দুটি হিসাব লাগে—দুটি স্টেশনের দূরত্ব ও এই রেখার কেবলমাত্র সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (Corrected Fore Bearing) নির্ভুল প্রায়।

অংকন প্রণালী (সারনী 2.2 অনুযায়ী)

1. প্রতিটি রেখার ভূমি দূরত্বকে মানচিত্র স্কেলে পরিবর্তিত করুন।

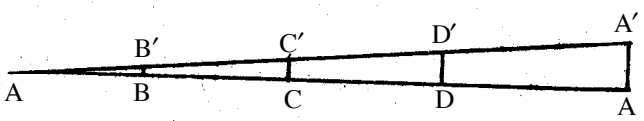
2. কাগজের প্রায় মাঝখানে উলম্ব একটি ছোট সরলরেখা টানুন। এই রেখা চৌম্বক দ্রাঘিমারেখা নির্দেশ করে। ঐ রেখার নীচের প্রান্ত বিন্দুতে (যেটি স্টেশন A) চাঁদার কেন্দ্রে স্থাপন করে AB রেখার F.B মেপে বিন্দু বসান। তারপর দুটি বিন্দুর মধ্যদিয়ে স্কেল অনুযায়ী AB রেখার পরিমাপ করে সরল রেখা টানুন। এভাবে B স্টেশনের অবস্থান প্লট করা হল।

3. B স্টেশনে পুনরায় একটি উলম্ব সরলরেখা A স্টেশনের চৌম্বক দ্রাঘিমারেখার সমান্তরাল করে অংকন করুন ও একইভাবে চাঁদা বসিয়ে C স্টেশনকে প্লট করুন। BC রেখার FB ও দৈর্ঘ্য নিয়ে C স্টেশনকে প্লট করুন। একই প্রক্রিয়া অনুসরণ করে বাকী স্টেশনগুলিকে প্লট করুন।



স্কেল : 1cm = 2m
ABCDA′ = নিরীক্ষিত ট্র্যাভার্স
ABC′D′A- নির্ভুল ট্র্যাভার্স
A′A- ক্লোজিং এরর
+ উত্তর মেরু

Bowditch পদ্ধতিতে ক্লোজিং এরর বণ্টন



স্কেল : Cm = 4m.

চিত্র : 2.8

2.4.4 ক্লোজিং এর বন্টন (Adjustment of closing error) :

ট্র্যাভার্স আঁকার পর দেখা যায় যে ভুল প্রায়শই থেকে যায়, শেষ বিন্দু প্রারম্ভিক বিন্দুর সন্দেগ মিলিত হয় না। একটি ট্র্যার্ভাস আবদ্ধ হতে গেলে প্রারম্ভিক বিন্দু ও শেষ বিন্দুর মধ্যে যে ফাঁক থেকে যায় তাকেই ক্লোজিং এরর (Closing error) বলা হয়। ট্র্যাভার্সকে আবদ্ধ করার জন্য Bowditch's পদ্ধতি অনুসারে ঐ এররকে প্রত্যেক স্টেশনে অনুপাতিক হারে বন্টন করা হয় (চিত্র 2.6ব। এটা করতে, অনুভূমিকভাবে একটি সরলরেখা অংকন করে, বিন্দুগুলিকে (A, B, C ইত্যাদিব তাদের আরও দূরত্ব কমিয়ে ঐ রেখার উপর চিহ্নিত করা হয়। (সাধারণত ট্র্যাভার্স যে স্কেলে আঁকা হয় তার চেয়ে আরও ছোট স্কেলে-দ্বিগুন করে নিয়ে বিন্দুগুলিকে চিহ্নিত করা হয়ব। শেষ বিন্দুতে (A') ক্লোজিং এররের (A'A) উলম্ব সরল রেখা টানা হয়। ঐ রেখার শীর্ষ ও প্রারম্ভিক বিন্দুকে (A) সরলরেখায় যোগ করা হয় এবং অনুভূমিক রেখার উপর প্রতিটি বিন্দু থেকে লম্ব টানা হয়। এই উলম্ব অংশগুলি (BB', CC', DD' ইত্যাদিব হল আনুপাতিক ক্লোজিং এররের দিক করে সমান্ত্র রাল ছোট ছোট সরল রেখা টানা হয়। এরপর প্রতিটি রেখাকে তাদের ক্লোজিং এরর অনুযায়ী কেটে নেওয়া হয় ও ঐ সব সঠিক বিন্দুতে B', C', D', ইত্যাদি লেখা হয়। এবার ঐ বিন্দুগুলিকে সরল রেখায় পর পর যোগ করলে ঠিক ট্র্যাভার্স পাওয়া যায় যা একটি আবদ্ধ বহুভূজ (A B' C' D' A) দেখায়।

2.4.5 ভূলের উৎস (Sources of error) :

1. যন্ত্রের জন্য ভুল যে ভাবে হতে পারে।
   (a) শলাকা ঠিক মত সোজা না থাকলে।
   (b) পিভট (Pivot) হেলে থাকলে।
   (c) শলাকার চৌম্বকত্ব নষ্ট হলে।
   (d) পিভটটি ভোঁতা হয়ে গেলে।
   (e) শলাকা মুশু ভাবে না ঘুরতে পারলে।
   (f) দৃশ্যতল (plane of sight) উলম্ব না থাকলে।
   (g) মাত্রান্দ্বিকত বৃত্ত অনুভূমিক না হলে।
   (h) হর্স হেয়ার খুব মোটা বা আলগা থাকলে।
2. ব্যাশ্তি গত কাজের জন্য ভূল হতে পারে
   (a) স্টেশনের উপর ঠিকভাবে কম্পাস না বসালে।
   (b) ঠিক মত লেভেল না করলে।
   (c) স্টেশনের উপর রেনজিং রড ঠিক মত দ্বিখন্ডিত না হলে।
   (d) ভুল রিডিং নিলে বা ভুল দিকে রিডিং নিলে।

3. বাহিরের প্রভাব থেকে ভুল হতে পারে

(a) মেঘলা অথবা ঝড় হলে বায়ুমণ্ডলে চৌম্বকত্বের পরিবর্তন হলে।

(b) চৌম্বক ঝড়, ভূমিকম্প, সৌরকলঙ্কের জন্য অয়িমিতপার্থক্য হলে।

(c) চৌম্বক ডেক্লিনেশনের পার্থক্য হলে।

(d) লোহার কাঠামো, বৈদ্যুতিক তার প্রভৃতির নৈকট্যের জন্য স্থানীয় আকর্ষণ হলে।

2.4.6 জরিপ কালীন সতর্কতা :

(i) কম্পাসকে স্টেশনের উপর বসানোর আগে পরীক্ষা করে নিতে হবে যাতে যান্ত্রিক ভুল না হয়।

(ii) কম্পাসকে ঠিক ঠিক ভাবে স্টেশনের উপর বসাতে হবে ও লেভেল করতে হবে।

(iii) রিডিং নেওয়ার আগে কম্পাসকে এমন সুষ্ঠুর ভাবে নির্দিষ্ট দিকে ঘুরিয়ে রাখতে হবে যাতে আই পিসের (eye piece)- এর কেন্দ্র মাত্রান্দ্বিকত বৃত্তের কেন্দ্র, হর্ষ হেয়ার ও রেনিজং রড যেন একই সরল রেখায় থাকে।

(iv) শলাকা একেবারে স্থির হলে রিডিং নিতে হবে।

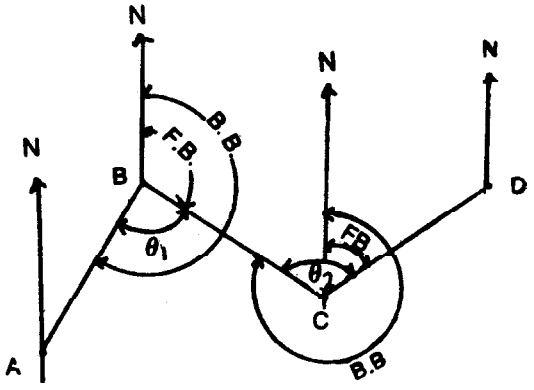
(v) জরিপকারীর কাছে চুম্বক আকর্ষনকারী কোন বস্তু যেন না থাকে।

2.4.7 ট্র্যাভার্সের অন্ত্র বর্তী কোণ নির্ণয় :

দিগংশের সাহায্যে কোন ট্র্যাভার্সের অন্ত্র বর্তী কোণ (included angle) নির্ণয় করা যায়। দিগংশ নির্ভুল করার পর ঐ নির্ভুল দিগংশের সাহায্যে অন্ত্র বর্তী কোণ নির্ণয় করতে হয়। এই কোণ নির্ণয়ের একটি সূত্র আছে, তা হল :

অন্ত্র বর্তী কোণ =পূর্ববর্তী লাইনের পছাদ অভিমুখ

দিগংশ (B.B)– অগ্রবর্তী লাইনের সম্মুখাভিমুখ দিগংশ (F.B)।



চিত্র 2.9

B এর অন্ত র্বর্তী কোণ (θ_1)= AB লাইনের B.B–BC লাইনের F.B.

C এর অন্ত র্বর্তী কোন জ্বθ_1) = BC লাইনের B.B–CD লাইনের F.B.

❑ এক্ষেত্রে এই সূত্র অনুযায়ী বাহিরের কোণ পাওয়া যায় যা 180° বেশী। তাই যখন চৌম্বক দ্রাঘিমারেখা দুটি ট্র্যাভার্স রেখার মাঝখানে থাকে তখন অন্ত র্বর্তী কোণ হতে হলে 360° থেকে বহিস্থ কোণকে বাদ দিতে হয়।

সারণী 2.2 থেকে উদাহরণ

∠ B = AB রেখার B.B = 179°30'

BC ,, F.B = 96°00'

—

———

B এর অন্ত র্বর্তী কোণ = 83°30'

∠D = CD রেখার B.B = 27°00'

DA ,, F.B = 283°

--

———

256°00' বহিস্থ কোণ

∴ অন্ত র্বর্তী কোণ = 360° – 256°

= 104°

2.4.8 ট্র্যাভার্সের ক্ষেত্রফল নির্ণয় :

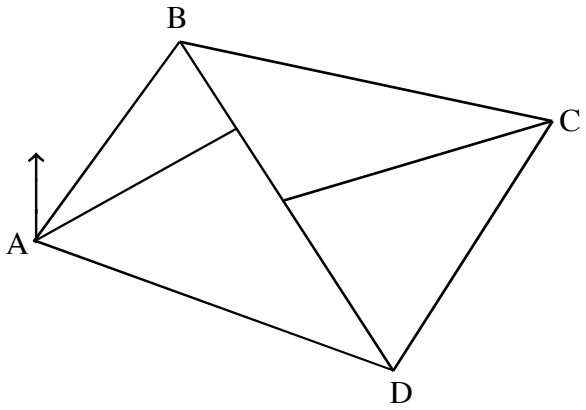
আবদ্ধ বহুভুজ ট্র্যাভার্সের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে হলে প্রথমে নির্ভূল ট্র্যাভার্সকে যতগুলি সম্ভব ত্রিভুজে জ্বচারটি বাহুর ক্ষেত্রে দুটি ও পাঁচটি বাহুর ক্ষেত্রে তিনটিৰ ভাগ করতে হয়। এরপর সূত্রের সাহায্যে প্রতিটি ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করে তাদের সমষ্টি করলে ট্র্যাভার্সের ক্ষেত্রফল পাওয়া যায়। ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের সূত্র :

1. $\Delta = \frac{1}{2} \times$ ভূমি × উ২চতা

2. $\Delta = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ এখানে s হল ত্রিভূজের অর্ধপরিসীমা।

অংকিত ট্র্যাভার্সের থেকে যে ক্ষেত্রফল নির্ণয় হয় তা মানচিত্রের ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে জ্ব বর্গ সেমি বা বর্গইঞ্চি। তাই ভূমির ক্ষেত্রফল = মানচিত্রের ক্ষেত্রফল জ্ব বর্গ বা বর্গইঞ্চি x স্কেলের বর্গ। অংকিত ট্র্যাভার্স থেকে উদাহরণ দেখুন জ্বচিত্র 2.10ৰ।

2.8 চিত্র থেকে নির্ভুল ট্র্যাভার্স অংকন করে এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হল। সুবিধার জন্যে পৃথক করে



চিত্র 2.10

ট্র্যাভার্স আঁকা হয়েছে । কিন্তু পরীক্ষায় আপনারা এভাবে পৃথকভাবে পুনরায় আঁকবেন না। মূল অংকনের উপর কাজ করবেন।

ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের জন্যে ট্র্যাভার্সকে দুটি ত্রিভুজ AB'D' ও B'C'D' ভাগ করা হল ও তাদের শীর্ষ কোণ থেকে একটি করে লম্ব ভূমির (B'D') উপর টানা হল। ইহাই ত্রিভুজের উ২চতা নির্দেশ করে। এবার এদের দৈর্ঘ্য মাপ করে নিয়ে ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা হল :

প্রথম সূত্র অনুযায়ী

AB'D' ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল = $\frac{1}{2}$ × ভূমি × উ২চতা

= $\frac{1}{2}$ × 6.5cm × 4.9cm

= 15.925 বর্গ সেমি.

B'C'D' ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল = $\frac{1}{2}$ × ভূমি × উ২চতা

= $\frac{1}{2}$ × 6.5cm × 4.7cm

= 15.275 বর্গ সেমি.

∴ ট্র্যাভার্সের মোট ক্ষেত্রফল = 15.925 বর্গ সেমি. + 15.275 বর্গ সেমি

= 31.2 বর্গ সেমি.

∴ ভূমি ক্ষেত্রফল = 31.2 বর্গ সেমি. $\times(2m)^2$
= 124.8 বর্গ মি.

2.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. সার্ভেইং বলতে কি বুঝায়?
2. জিওডেটিক ও তল সার্ভের প্রভেদ করুন।
3. ট্র্যাভার্স কাকে বলে? ইহা কতপ্রকার ও কি কি?
4. দিগংশের সংজ্ঞা দিন। চৌম্বক দিগংশ কি?
5. পূর্ণবৃত্ত ও রিডিউস্ড দিগংশের পার্থক্য লিখুন।
6. প্রিজম্যাটিক কম্পাস সার্ভের সুবিধা ও ত্রুটি উল্লেখ করুন।
7. কম্পাস ট্র্যাভার্স সার্ভেতে ভুলের উৎসগুলি কি কি?
8. স্থানীয় আকর্ষন ও ক্লোজিং এররের সংজ্ঞা দিন।
9. চুম্বক শলাকার পার্শ্ব সরন বলতে কি বোঝেন? ইহা কখন ঘটে? ক্লোজিং এরর উৎপন্নে এর ভুমিকা কি?
10. নিম্ন প্রদত্ত তথ্যের সাহায্যে ফিল্ড বই তৈরী করুন ও ট্র্যাভার্সকে প্লট করুন। এই ট্রাভার্সের ক্ষেত্রফল কত?

Line	Length	observed	bearing
	(m)	F.B.	B.B
PQ	20.9	170°30'	356°
QR	20.8	78°	249°30'
RS	16.7	346°	176°30'
SP	20.3	271°	84°30'

2.6 উত্তরমালা

1. 2.2 দ্রষ্টব্য
2. 2.2.1 ,,

3. 2.3 ,,
4. 2.4,2.4(II) ,,
5. 2.4.2 ,,
6. 2.5.(ii) ,,
7. 2.5.5 ,,
8. 2.5 (iii), 2.5.4 ,,
9. 2.5 (iii), 2.5.4 ,,
10. 2.5 (iii) হিসাব ও অংকন করতে হবে।

একক 3 ❑ লেভেলিং সার্ভে ঃLevelling Survey)

3.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

3.2 লেভেলিং : সংজ্ঞা

3.3 লেভেলিং সার্ভেতে ব্যবহৃত পরিভাষা ও সংজ্ঞা

3.4 লেভেল সার্ভে করার যন্ত্র

3.5 লেভেলিং কাজকর্ম ও মাঠ থেকে তথ্য সংগ্রহ

3.6 হিসাব

3.7 অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অংকন

3.8 গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয়

3.9 সমোন্নতি রেখার সন্নিবেশ

3.9.1 সমোন্নতি রেখা অংকন

3.10 ডাম্পি লেভেলে ভুলের উৎস

3.11 প্রশ্নাবলী

3.12 উত্তর সংকেত

3.1 প্রস্তাবনা :

ভূ-পৃষ্ঠের উপর ভূমিভাগের বণ্ডধুরতা সহজেই চোখে পড়ে। সমভুমি অথ্বলে ভূমি অল্প-বিস্তর বণ্ডধুর, মালভুমি ও পাহাড় পার্বত্য অথ্বলের ভূমি ত উচু-নীচুই, শুধু তাই নয় পৃথিবীর কোথাও ভূমিভাগ হশ্চদের স্টিথর জলের ন্যায় সমতল নয়। তাই ভূ-পৃষ্ঠের এক বিজ্ঞ্জু থেকে আর এক বিজ্ঞ্জুতে আপেক্ষিক উ২চতা ও ঢালের পার্থক্য ঘটে থাকে, ফলে ভূ-প্রাকৃতিক বৈচিত্রও দেখা যায়। ভূ-পৃষ্ঠের উপর কোন বিজ্ঞ্জুর উ২চতা গড় সমুদ্র পৃষ্ঠ ঃMean Sea level - M.S.L) থেকে মাপা হয়। মানচিত্রে ভূমির বণ্ডধুরতা সমো২চ রেখার মাধ্যমে দেখানো হয়, আর এজন্য দরকার লেভেলিং সার্ভে। ব্যবহারিক জীবনে ভূমি ঢালের গুরুত্ব অনেক। ভূগর্ভস্টথ জলের পাইপ বসাতে, পয়ঃ প্রণালী, জল নিকাশী নালা ও নর্দমা, সুড়ন্দগ ইত্যাদি নির্মানে ভূমি ঢালের গুরুত্বকে বিবেচনা করতেই হয়। উপত্যকার কোন ঢালে বসতি, চাষ-আবাদ ইত্যাদি হবে তাতেও ভূমির বণ্ডধুরতা বিবেচ্য। সুতরাং এর গুরুত্ব বিচারে লেভেলিং সম্বণ্ডেধ সম্যক জ্ঞান থাকা দরকার।

উদ্দেশ্য : লেভেলিং সার্ভে থেকে আপনারা জানতে পারবেন—

(i) সমুদ্র পৃষ্ঠ সম্পর্কিত ধারণা সম্বন্ধে
(ii) লেভেলিং সার্ভে সম্বন্ধে
(iii) ভূমির ঢাল / গ্রেডিয়েন্ট সম্বন্ধে
(iv) পরিলেখ (Profile) অংকন সম্বন্ধে
(v) সমোন্নতি রেখা অংকন সম্বন্ধে

3.2 লেভেলিং : সংজ্ঞা

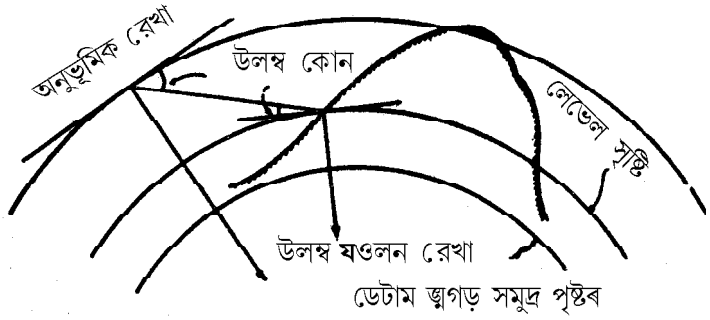
পৃথিবী পৃষ্ঠের উপর বিভিন্ন স্থান বা বিন্দুর আপেক্ষিক উচ্চতা বা উন্নতি নির্ণয় করা ও উপস্থাপিত করার কৌশলকেই লেভেলিং বলা হয়। একটি উলম্ব তলে বিন্দু সংহের অবস্থান স্থির করার প্রক্রিয়াই হল লেভেলিং।

সার্ভেইং ও লেভেলিংকে দুটি পৃথক বলে প্রায়শই বিবেচনা করা হয়। তবুও সামগ্রিক বিচারে লেভেলিং সার্ভেইং এর অন্তর্গত।

3.3 লেভেলিং সার্ভেতে ব্যবহৃত পরিভাষা ও সংজ্ঞা :

1. লেভেল পৃষ্ঠ : পৃথিবীর গড় গোলাকার পৃষ্ঠের সমান্তরাল যে কোন পৃষ্ঠকে লেভেল পৃষ্ঠ বলা হয়। এরূপ পৃষ্ঠ যেন স্থির হ্রদের মত। পৃথিবী একটি অভিগত গোলক বলে একটি লেভেল পৃষ্ঠকে একটি বক্র বলে ধরা হয়, যার প্রতিটি বিন্দু পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে সমদূরবর্তী। সমস্ত বিন্দুর ওলন রেখার (Plumb Line) সন্দেগ স্বাভাবিক ভাবে থাকে (চিত্র 3.1ৰ

2. লেভেল লাইন (Level line) : লেভেল পৃষ্ঠের উপর যে কোন রেখাকে লেভেল লাইন বলা হয়।



চিত্র 3.1 লেভেল পৃষ্ঠ, ওলন রেখা, অনুভূমিক রেখা, উলম্ব কোন

3. অনুভূমিক তল ঃHorizontal plane) : একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে লেভেল পৃষ্ঠের সন্দেগ যে তল স্পর্শক হয় তাকে অনুভূমিক তল বলা হয়। অনুভূমিক তলের উপর শায়িত কোন রেখাকে, অনুভূমিক রেখা ঃhorizontal line) (চিত্র 3.1ৰ বলা হয়। ইহা একটি সরলরেখা যা একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে লেভেল লাইনের সন্দেগ স্পর্শক হয়।

4. উলম্বতল ঃVertical plane) : উলম্ব রেখা বা ওলন রেখা নিয়েই গঠিত হল **উলম্ব তল।** উলম্ব তলের দুটি ছেদকারী রেখার মধ্যে উৎপন্ন কোণকে উলম্ব কোণ ঃvertical angle) বলা হয় ঃচিত্র 3.1ৰ

5. ডেটাম পৃষ্ঠ ঃDatum Surface) : ইচ্ছামত ধরে নেওয়া লেভেল পৃষ্ঠ বা রেখা যার থেকে উলম্ব দূরত্ব মাপা হয় সেই রেখা বা পৃষ্ঠকে ডেটাম পৃষ্ঠ বা রেখা বলা হয়। ইহা লেভেল পৃষ্ঠের সমান্তরাল হয় ঃচিত্র 3.1ৰ। ভারতের জন্য ডেটাম ধরা হয়েছে করাচীর গড় সমুদ্র পৃষ্ঠকে, ইহাই হল ভারতের G.T.S বেঞ্চমার্ক [G.T.S = Great Triangulation Survey]

6. বেঞ্চমার্ক ঃBench Mark - B.M) : সমুদ্র পৃষ্ঠের উপরে একটি স্থায়ী রেফারেন্স বিন্দুর জ্ঞাত উচ্চতাকে বেঞ্চমার্ক বলা হয়। G.T.S. এর সময় ইহা নির্ণয় করা হয়েছিল।

7. রিডিউসড লেভেল ঃReduced Level - R.L) বা উন্নতি ঃelevation) : ডেটাম লাইনের উপরে বা নীচে একটি বিন্দুর উলম্ব দুরত্বকে উন্নতি বা R.L. বলা হয়।

8. কলিমেশন রেখা ঃline of Collimation) : টেলিস্কোপে ক্রশ-হেয়ার ঃcross hair) এর ছেদ বিন্দু থেকে অবজেক্ট গ্লাসের অপটিক্যাল কেন্দ্র পর্যন্ত সংযোগকারী রেখা এবং এর প্রসারণকে কলিমেশান রেখা ঃCollimation line) বলা হয়। ইহাকে দৃষ্ট রেখাও ঃline of sight) বলা হয়।

9. পছাৎ দৃষ্ট ঃBack sight - B.S) : যন্ত্রকে লেভেল করার পর কোন বিন্দুর উপর নেওয়া প্রথম স্টাফ ঃStaff) রিডিংকে পছাৎ দৃষ্ট বা B.S বলা হয়। বেঞ্চমার্ক বা পরিবর্তন বিন্দু-এরকম জ্ঞাত উচ্চতার B.S নেওয়া হয়।

10. সম্মুখ দৃষ্ট ঃFore Sight - F.S) : যে বিন্দুর উচ্চতা নির্ণয় করতে হবে সেই বিন্দুর উপর গৃহীত ঃযেমন পরিবর্তন বিন্দু — Change Point) স্টাফ রিডিংকে সম্মুখ দৃষ্ট বা F.S বলা হয়। ইহা শেষ স্টাফ রিডিং যা যন্ত্রের স্থানান্তরকে নির্দেশ করে।

11. মধ্যবর্তী দৃষ্ট ঃIntermediate Sight - I.S) : B.S ও F.S এর মধ্যবর্তী বিন্দুর গৃহীত স্টাফ রিডিংকে মধ্যবর্তী দৃষ্ট বা I.S বলা হয়। এক্ষেত্রে যন্ত্রের একই স্থির লেভেলে স্টাফ রিডিং নেওয়া হয়।

12. পরিবর্তন বিন্দু ঃChange Point - C.P) : যে বিন্দু যন্ত্রের লেভেলের পরিবর্তন অর্থাৎ যন্ত্রের স্থানান্তরকে সূচিত করে তাকে পরিবর্তন বিন্দু বা C.P বলা হয়।

13. যন্ত্রের উচ্চতা ঃHeight of instrument - H.I) যন্ত্র সঠিকভাবে লেভেল হওয়ার পর কলিমেশন তলের উচ্চতাকে যন্ত্রের উচ্চতা বলা হয়।

14. কলিমেশন তল ঃPlane of Collimation) : যন্ত্র ঠিক ঠিক লেভেল হওয়ার পর দৃষ্ট তল বা কলিমেশন রেখা একটি অনুভূমিক তলে আবর্তিত হয়, একেই কলিমেশন তল বলে।

15. টেলিস্কোপের অক্ষ ঃAxix of the telescope) : অবজেক্ট গ্লাসের অপটিক্যাল কেন্দ্র থেকে আই পিসের কেন্দ্র পর্যন্ত্র সংযোগকারী রেখাকে টেলিস্কোপের অক্ষ বলা হয়।

3.4 লেভেল সার্ভে করার যন্ত্র :

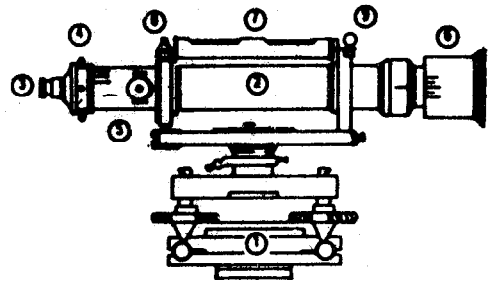
বিজ্ঞুর উ২চতা বা উন্নতি নির্ণয় করতে দুটি যন্ত্রের প্রয়োজন, যথা (1) একটি লেভেল যন্ত্র ও (2) একটি লেভেলিং স্টাফ ঃStaff) বা রড ঃrod)

লেভেল যন্ত্র ঃThe level) : একটি লেভেল যন্ত্রের থাকে (i) লেভেল করার অংশ ঃlevelling lead) (ii) বাহু (limb) (iii) টেলিস্কোপ ও (iv) লেভেল টিউব বা বুদবুদ টিউব (bubble Tube)

বিভিন্ন ধরণের লেভেল যন্ত্র আছে, তবে বেশী ব্যবহৃত ও প্রচলিত যন্ত্র হল ডাম্পি লেভেল (Dumpy Level)

ডাম্পি লেভেল ঃ. ডাম্পি লেভেল হল সহজ, কমপ্যাক্ট ও সুদৃঢ় যন্ত্র, টেলিস্কোপ দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে ও অনুদৈর্ঘ্য অক্ষে আবর্তিত হতে পারে না (Fig : 3.2)

লেভেলিং স্টাফ ঃ. লেভেলিং স্টাফ অনেকভাবে মাত্রান্বিকত হয়। তবে বর্তমানে ভাঁজ করা মেট্রিক লেভেলিং স্টাফ ব্যবহার করা হয়। এধরণের স্টাফের দৈর্ঘ্য 4মিটার। স্টাফকে পাঠ করা খুবই সহজ, তবে স্টাফ হাতে ধরে পাঠ করা শিখে নেবেন। টেলিস্কোপ দিয়ে স্টাফ রিডিং নিতে গেলে প্রথম প্রথম অসুবিধা হয়, কারণ উল্টো প্রতিবিম্ব আসে বলে স্টাফ রিডিং নীচের দিকে বাড়ে আর উপরের দিকে কমে। লেখাগুলি উল্টো থাকে। ডাম্পি লেভেল সার্ভেতে টেলিস্কোপের মাঝখানের স্টেডিয়া রিডিং নেবেন। উপরে ও নীচে আরও দুটি স্টেডিয়া আছে ভুল করে তাদের সন্দেগ স্টাফের ছেদকারী রেখায় উৎপন্ন রিডিং নেবেন না।



1ৰ লেভেলিং হেড
2ৰ টেলিস্কোপ
3ৰ আই-পিস
4ৰ ডায়াফ্রাম
5ৰ ফোকাসিং স্ক্রু
6ৰ রে শেড্
7ৰ লেভেল টিউব
8ৰ লেভেল টিউব নাট
9ৰ ক্রশ বার্ল টিউব

3.5 লেভেলিং কাজকর্ম ও মাঠ থেকে তথ্য সংগ্রহ

লেভেলিং কাজ করার জন্য যা যা দরকার—ডাম্পি লেবেল, ত্রিপাদ, স্টাফ (Staff), ফিতে (tape)। স্টাফ রিডিং, দূরত্ব, ফিল্ড নোট লেখার জন্য পরিস্কার করে ছক কাটা ফিল্ড বই ক্সসারণী 3ৰ দেখুন।

প্রণালী য পদ্ধতি (Procedure)

1) যন্ত্রকে স্থাপন করার জন্য মাঠের মধ্যে ত্রিপাদকে এমন জায়গায় ও এমন উ২চতায় রাখবেন যাতে বেশির ভাগ বিচ্ছুর রিডিং নেওয়া যায়। ত্রিপাদ যেন একদিকে হেলে স্থাপন করা না হয়। সমতল জায়গা হলে তিনটি পা ভূমির উপর যেন সমবাহু ত্রিভূজ গঠন করে, তাহলেই ত্রিপাদের লেভেলিং হয়ে যাবে। তিনটি পা কে মাটির মধ্যে দৃঢ় করে গেঁথে দেবেন। যাতে পরে যন্ত্র না পড়ে যায়, বা লেভেল না নষ্ট হয়ে যায়। খুব বেশী ঢালু হলে তখন ত্রিপাদ দিয়ে সমবাহু ত্রিভূজের মত করে পায়া বসানো চলবে না। দুটো পায়াকে ভূমির উপর গেঁথে তৃতীয় পায়াকে তির্যকভাবে বা কেন্দ্র বিমুখভাবে সরিয়ে ত্রিপাদকে মোটামুটি হেলানো অবস্থানে আনবেন। মনে রাখবেন ত্রিপাদ ঠিকমত না স্থাপন করলে যন্ত্র লেভেল করতে অসুবিধা হবে।

2ৰ লেভেল যন্ত্রটির ক্লাম্পিং স্ক্রুকে আলগা করে যন্ত্রটিকে ডান হাতে ভাল করে ধরে ত্রিপাদের উপর রেখে বাঁ হাত দিয়ে যন্ত্রের নীচের অংশকে প্যাঁচ আটকানোর মত ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে ত্রিপাদের উপর বসাবেন।

3ৰ যন্ত্রের উপর একটি বুদবুদ টিউব বা স্পিরিট লেভেল আছে এর সাহায্যে যন্ত্রকে লেভেল করতে হবে, যা খুব সঠিক ও নিখুঁতভাবে করা দরকার। প্রথমে তিনটে ফুট স্ক্রু মাঝামাঝি স্থানে এনে নেবেন। কোন স্ক্রু একদিকে বেশী উঠে বা নেমে থাকলে যন্ত্র লেভেলিং হবে না?। এরপর টেলিস্কোপকে যে কোন একজোড়া ফুট স্ক্রুর সমান্তরালে রাখবেন এবং ঐ দুই স্ক্রুকে ঠিক ঠিক ভাবে একই সন্দেগ দুহাত দিয়ে সমানভাবে ভিতরের দিকে বা বাইরের দিকে ঘুরিয়ে স্পিরিট লেভেলের বুদবুদকে মাঝখানে আনবেন। মনে রাখবেন এক হাতের ফুট স্ক্রু বেশী ঘুরে গেলে লেভেলিং হবা না। বুদবুদ মাঝখানে আসার পর টেলিস্কোপ ঠিক 90° ঘুরিয়ে অর্থাৎ তৃতীয় ফুট স্ক্রুর উপর স্থাপন করে কেবল মাত্র ঐ তৃতীয় স্ক্রু ঘুরিয়ে বুদুবুকে মাঝখানে আনবেন। পুনরায় এই পুরো প্রক্রিয়াটি করবেন, এবারে যন্ত্র ঠিকঠিক মত লেভেল হয়েছে। যন্ত্রটিকে এক বার চারদিকে ঘুরিয়ে দেখে নেবেন সবদিকে লেভেল ঠিক আছে কি না, যদি না থাকে তাহলে যতক্ষণ না লেভেল হয় ততক্ষণ এ প্রক্রিয়া বারে বারে করবেন। লেভেল হয়ে যাওয়ার পর যন্ত্রকে আলতো ভাবে ঘোরাবেন। এর উপর কোন বল প্রয়োগ বা চাপ দেবেন না। আরও লক্ষ্য করবেন যাতে শরীরের ধাক্কা ত্রিপাদ বা যন্ত্রে না লাগে। সার্ভের মাঝপথে ধাক্কা লাগলে লেভেল নষ্ট হয়ে যাবে। তখন আবার লেভেল করে নিয়ে সার্ভে প্রথম থেকে শুরু করতে হবে। হবে দ্বিগুণ খাটুনি।

4ৰ যেখান দিয়ে টেলিস্কোপের মধ্য দিয়ে দেখতে হয় সেখানেই আই-পিস (ey piece) থাকে। একে ঘুরিয়ে টেলিস্কোপের ভিতরের ষ্টেডিয়াকে (Stadia) ফোকাস করে নিতে হয়, তাহলে স্টেডিয়া স্পষ্ট করে দেখা যাবে।

5ৰ এরপর টেলিস্কোপকে বস্তু অর্থাৎ স্টাফের দিকে ঘুরিয়ে ফোকাসিং স্ক্রু দিয়ে বস্তু বা স্টাফকে ফোকাস করবেন, স্টাফকে স্পষ্ট দেখতে পাবেন, টেলিস্কোপকে অল্প ডানদিক বা বাঁদিক ঘুরিয়ে ডায়াফ্রামের ভিতরে দুটি উলম্ব রেখার মাঝখানে স্টাফকে আনবেন। প্রয়োজনে টেলিস্কোপকে তার ক্লাম্পিং স্ক্রু দিয়ে আটকে ট্যানজেন্ট স্ক্রু দিয়ে ধীরে ধীরে ঘুরিয়ে স্টাফকে ঠিক ঠিক ঐ দুই রেখার মাঝখানে আনবেন। সব কিছু স্পষ্ট করে দেখতে পাওয়ার পর স্টেডিয়া রিডিং নেবেন। প্রথমে যে বিজ্ঞুর R.L বা B.M. জানা আছে সেই বিজ্ঞুর উপর স্টাফ রিডিং প্রথম নেবেন এবং ঐ রিডিং হবে B.S.। ফিল্ড বই এর B.S. ঘরে তা লিখবেন।

6ৰ একইভাবে টেলিস্কোপ ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে ও ফোকাস করে পর পর যতগুলি বিজ্ঞু দেখা যায় ততগুলি স্টাফ রিডিং লেভেন। যন্ত্রের এই একই লেভেল অবস্থায় শেষের স্টাফ রিডিং হবে F.S. ও বাকীগুলি হবে I.S। ঠিক ঠিক জায়গায় তা নথিভুক্ত করবেন।

7ৰ যন্ত্রকে অন্য আর এক জায়গায় সরিয়ে ত্রিপাদ স্থাপন থেকে শুরু করে লেভেলিং ও ফোকাসিং পর্যন্ত সবই আগের মত করবেন। এবার যে ষ্ট্রিতে যন্ত্রকে সরিয়েছিলেন অর্থাৎ আগের লেভেলের শেষ বিজ্ঞুর উপর স্টাফ রিডিং নেবেন, যেহেতু এই রিডিং দ্বিতীয় অবস্থায় আবার যন্ত্রকে লেভেল করার পর প্রথম রিডিং সেহেতু এই রিডিং হবে B.S। অতএব একই বিজ্ঞুতে F.S ও B.S দুটো স্টাফ রিডিং হবে যা যন্ত্র বা লেভেলের পরিবর্তন বিজ্ঞুকে (Change Point - C.P) সূচিত করে। যন্ত্র স্থানান্ত্র র করার সময় ও তার পরে পরিবর্তন বিজ্ঞুর ব্যাপারে খুবই মনোযোগী হবেন। এই পদ্ধতি অনুসরণ করে সমস্ত সার্ভে সম্পূর্ণ করবেন।

[**বিঃ দ্রঃ** (i) যন্ত্রকে লেভেলিং করার পর প্রথম স্টাফ রিডিং হবে B.S. ও শেষ রিডিং হবে F.S.
(ii) পরিবর্তন বিজ্ঞুতে F.S ও B.S এই দুটি রিডিং থাকবে। F.S যন্ত্রের পূর্বেকার লেভেল অবস্থা ও B.S যন্ত্রের পরের লেভেল অবস্থা নির্দেশ করে]

3.6 হিসাব হু.

স্টাফ রিডিং নেওয়ার পর প্রতিটি বিজ্ঞুর R.L. নির্ণয় করতে হয়। এই R.L এর সাহায্যে পরিলেখ অংকন করে ভূমির বগুধুরতা দেখানো হয়। দুটি পদ্ধতিতে R.L নির্ণয় করা হয়।

1ৰ **কলিমেশন পদ্ধতি** (Collimation method)

এই পদ্ধতিতে কলিমেশন রেখার উ২চতা থেকে স্টাফ রিডিং বিয়োগ করে R.L নির্ণয় করা হয় জ্বসারণী 3.1)। সাধারণ সূত্র হল

a) কলিমেশন রেখার উ২চতা = B.S + B.M [কোন বিজ্ঞুর B.M. হল সেই বিজ্ঞুর R.L.]

b) কোন বিজ্ঞুর R.L. = কলিমেশন লাইনের উ২চতা—স্টাফ রিডিং (I.S or F.S.).

c) পরিবর্তন বিজ্ঞুতে যন্ত্র স্থানান্ত্রিত হয়। নতুন করে লেভেল করতে হয়, তাই এরও নতুন কলিমেশন উ২চতা নির্ণয় করতে হয়। খেয়াল করুন আগের কলিমেশন থেকে এই বিজ্ঞুর R.L. পাওয়া গেছে। অএএব ধরা যেতে পারে এই R.Lই পরিবর্তন বিজ্ঞুর B.M। অতএব

পরিবর্তন বিন্দুতে কলিমেশনের উ২চতা = পরিবর্তন বিন্দুর B.S. + R.L.

R.L. ঠিক মত হিসাব করা হয়েছে কিনা তা পাটিগণিতের পদ্ধতি অনুসরণ করে মিলিয়ে নেওয়া দরকার। একে বলা হয় Arithmetic Check, এর সূত্র হল

$\sum B.S \sim \sum F.S =$ শেষ R.L. ~ প্রথম R.L.

সারণী 3.1

ফিল্ড বই

ডাম্পি লেভেলের দ্বারা রিডিউসড লেভেল নির্ণয়

স্থান হু. তাং হু.

যন্ত্র নং হু. সময় হু.

উত্থান-পতন / কলিমেশন পদ্ধতি

স্টেশান	দূরত্ব	স্টাফ রিডিং জ্ঞমিটারব			সি.এল (C.L)	উত্থান	পতন	আর.এল (R.L.)	মন্তব্য
	জ্ঞমিব	বি. এস, (B.S.)	আই. এস (I.S.)	এফ. এস (F.S)	উ২চতা জ্ঞমিব	জ্ঞমিব	জ্ঞমিব	জ্ঞমিব	
A	0	1.500			12.000			10.50	বি.এম 10.50জ্ঞমি.ব
	10		2.050		"		.550	9.950	(C.P)
C	20	3.200		2.605	12.593		.555	9.395	
	30		2.450		"	.750		10.145	
	40		1.955		"	.495		10.640	
B	50			1.235	"	.720		11.360	
Σ		4.700		3.840		1.965	1.105		

অ্যারিথমেটিক চেক হু.

1ব কলিমেশন পদ্ধতি অনুযায়ী

$\sum B.S \sim \sum F.S =$ শেষ R.L ~ প্রথম R.L

$\sum B.S = 4.700$ শেষ R.L = 11.360

$\sum F.S = \frac{3.840}{0.86}$ প্রথম R.L $= \frac{10.500}{0.86}$

2ৰ উত্থান - পতন পদ্ধতি অনুযায়ী

$\sum$ B.S ~ $\sum$ F.S = $\sum$ উত্থান ~ $\sum$ পতন = শেষ R.L - প্রথম R.L

4.700~3.840=1.965~1.105 =11.360~10.500

0.86 = 0.86 = 0.86

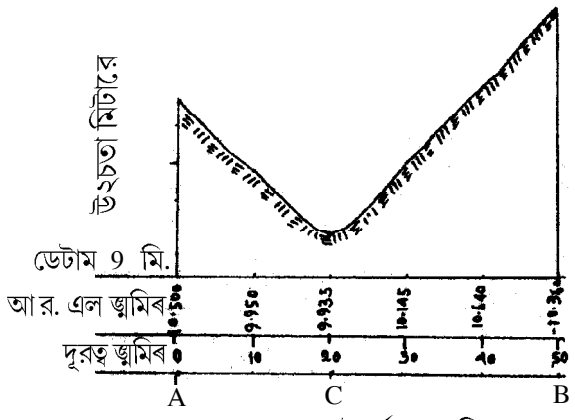
2) **উত্থান ও পতন পদ্ধতি** (Rise and fall method)

এই পদ্ধতিতে পর পর দুটি বিজ্ঞুর মধ্যে লেভেলের অর্থাৎ স্টাফ রিডিং এর পার্থক্য করা হয়। প্রত্যেক বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিংকে ঠিক তার আগের বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিং থেকে বাদ দিলে এই পার্থক্য পাওয়া যায়। এই পার্থক্য উত্থান বা পতন হিসাবে লেখা হয়। আগের বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিং অপেক্ষা ঠিক তার পরের বিজ্ঞুর স্টাফ রিডিং ছোট হলে তাহলে উত্থান (rise), আর বেশী হলে তা হবে পতন (fall)। আগের রিডিং এর সন্দেগ পরের রিডিং বিয়োগ করার সময় পাটি গণিতের নিয়ম অনুসারে বিয়োগ চিহ্ন এলে পতন হবে ও যোগ চিহ্ন এলে উত্থান হবে জ্ঞসারণী 3.1ৰ। R.L নির্ণয় করা হয় আগের বিজ্ঞুর R.L এর সন্দেগ বিজ্ঞুর 'উত্থান' যোগ করে বা 'পতন' বিয়োগ করে। গাণিতিক পদ্ধতি অনুযায়ী একেও মিলিয়ে নেওয়া হয়, তার সূত্র হল হ্ল.—

$\sum$ B.S ~ $\sum$ F.S = $\sum$ উত্থান ~ $\sum$ পতন = শেষ R.L ~ প্রথম R.L.

3.7 অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অংকন হ্ল.

সারণী 3.1 অনুসারে অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অনুভূমিক স্কেল 1 সেমিতে 5 মিটার উলম্ব স্কেল 3 সেমিতে 1 মি ধরে অংকন করা হল। সর্ব নিম্ন আর. এল. এর কাছাকাছি একটি পূর্ণ সংখ্যাকে জ্ঞএক্ষেত্রে 9 মি ডেটাম পৃষ্ঠ কল্পনা করে সেই পৃষ্ঠের উপরে অন্যান্য বিজ্ঞুর আর. এল. এর মান বসিয়ে অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র অংকন করা হয়েছে।



অনুদৈর্ঘ্য পার্শ্বচিত্র স্কেল
অনুভূমিক 1:500
উলম্ব 1:30

3.8 গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর.

ভূপৃষ্ঠের ঢাল উচ্চতা ও অনুভূমিক দূরত্বের আনুপাতিক সম্পর্কে প্রকাশিত হলে তাকে গ্রেডিয়েন্ট বলা হয়। ভূমির ঢাল ডিগ্রিতেও প্রকাশিত হয়। গ্রেডিয়েন্ট উচ্চতার এক এককের সন্দেগ ভূমির অনুভূমিক দূরত্বের একককে প্রকাশ করে।

∴ **গ্রেডিয়েন্ট = দু'টি বিন্দুর উন্নতির পার্থক্য ÷ ঐ দুই বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব**

প্রদত্ত আর. এল থেকে AC ও BC এর মধ্যে ভূমির গ্রেডিয়েন্ট হিসাব করা হল ঃ

A ও C এর মধ্যে গ্রেডিয়েন্ট কর.

উন্নতির পার্থক্য = A বিন্দুর আর. এল - C বিন্দুর আর. এল

= 10.50 মি - 9.395 মি

= 1.105 মি

A ও C এর মধ্যে অনুভূমিক দূরত্বের পার্থক্য = 20 মি. - 0 মি. = 20 মি.

$$\therefore \text{ গ্রেডিয়েন্ট} = \frac{1.105}{20}$$

$$= 1 : 18.1$$

A ও C এর মধ্যে গ্রেডিয়েন্ট হল 1 মিটারে 18.1 মি.

একইভাবে B ও C এর মধ্যে গ্রেডিয়েন্ট হল

$$\frac{11.360 - 9.395}{50 - 20}$$

$$= \frac{1.965}{30} = 1 : 15.3$$

∴ গ্রেডিয়েন্ট 1 মিটারে 15.3 মি.

3.9 সমোন্নতি রেখার সন্নিবেশ (interpolation of contours)

ভূপৃষ্ঠের উপর বিভিন্ন বিন্দুর R.L জানা থাকলে পছন্দমত ব্যবধানে সন্নিবেশ (interpolation) পদ্ধতিতে সমোন্নতি রেখা আঁকা যায়। চোখের আন্দাজ (eye estimation) কিংবা গাণিতিক ভাবে ইণ্টারপোলেশন করা হয়।

দু'টি বিন্দুর মধ্যে আকাঙ্খিত সমোন্নতি রেখার অবস্থান নিম্ন ঢাল বিন্দু থেকে উর্দ্ধঢাল বিন্দুর দিকে গাণিতিক উপায়ে নিচের সূত্রের দ্বারা করা যায় কর.

This document was created with Win2PDF available at http://www.win2pdf.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.